

**DIE DIGITALE REALISIERUNG DER**  
**KOMBINATION VON HÖHENSCHICHTENFARBEN**  
**MIT EINER SCHRÄGLICHTSCHATTIERUNG**  
**FÜR EINEN SCHULATLAS AM MACINTOSH**

Diplomarbeit von Stephan Wondrak

Fachhochschule Karlsruhe

WS 1994/95

Fachbereich Geoinformationswesen

Studiengang Kartographie

Betreuung : Prof. Dr. Christian Herrmann



**DIE DIGITALE REALISIERUNG DER**  
**KOMBINATION VON HÖHENSCHICHTENFARBEN**  
**MIT EINER SCHRÄGLICHTSCHATTIERUNG**  
**FÜR EINEN SCHULATLAS AM MACINTOSH**

Diplomarbeit von Stephan Wondrak

Fachhochschule Karlsruhe  
WS 1994/95  
Fachbereich Geoinformationswesen  
Studiengang Kartographie  
Betreuung : Prof. Dr. Christian Herrmann

## VORWORT

Die vorliegende Arbeit ist die 4. Diplomarbeit im Rahmen der Entwicklung der EDV-Kartographie des Klett-Perthes-Verlages. Sie befaßt sich mit der Entwicklung eines Gestaltungskonzeptes für farbflächenmodulierte physische Karten im Alexander-Schulatlas. Es werden sowohl rein herstellungstechnische als auch gestalterische Aspekte behandelt.

1990 begann man in der Kartographieabteilung bei Klett mit dem Aufbau der Hard- und Softwareausstattung. Schwerpunkte der 3. Diplomarbeit im Rahmen des Aufbaus der Computerkartographie waren die Datenkonvertierung bei der Arbeit mit verschiedenen Programmen, die Kombination von Raster- und Vektordaten, und die Farbflächen- und Flächenstrukturmodulation zur Geländedarstellung in Landschaftskarten. Die 3. Diplomarbeit war auch Grundlage für meine hier vorliegende Arbeit.

Diese dokumentiert nun in ihrem ersten Teil die Entwicklung einer **Farbflächenmodulation für die Höhenschichtenkarten im ALEXANDER**, und die digitale Herstellung der Südamerika-Höhenschichtenkarte aus diesem Atlas. 'Versuchsobjekt' zur Ermittlung der besten Gestaltungsvariante war zunächst ein Ausschnitt der Südamerika-Karte. Die beste Lösung und ihr Herstellungsweg gingen aus einer Testreihe hervor. Die Ergebnisse dieser Testreihe sind im *gesamten Herstellungsablauf* (für die digitale Herstellung einer physischen Karte) und mit der *neuen Karte* festgehalten.

Der Schwerpunkt des ersten Teils der Diplomarbeit liegt bei der praktischen Durchführung der Kartenherstellung.

Der zweite Teil der Arbeit befaßt sich mit wichtigen Aspekten zur farbigen Gestaltung von physischen Karten. Wichtig war mir ein theoretischer Hintergrund zur Verdeutlichung der Möglichkeiten, die man zur Veranschaulichung der Erdoberfläche mit einer Karte hat. Trotz der technischen Wandlungen der letzten Jahre in der Kartenoriginalherstellung sind die Gesetze der Gestaltung und Wahrnehmung von (karto)graphischen Darstellungen die gleichen geblieben. Speziell bei den Ausführungen über die *Farbe als Gestaltungsmittel* wird auch ein Zusammenhang deutlich von Kartengestaltung und graphischer Kunst als solcher. Das Konzept der neuen Karte, also hauptsächlich die verwendete Höhenfarbskala und die Schummerung, wird anschließend mit einigen anderen bekannten Darstellungen verglichen. Die Stellung der Alexander-Karte innerhalb der physischen Karten soll damit gezeigt werden, Vor- und Nachteile der verschiedenen Lösungen werden herausgestellt. Am Schluß wird ein eigener *Vorschlag zur Gestaltung von Höhenschichtenkarten* gemacht.



# INHALTSVERZEICHNIS

## ERSTER TEIL

1.1 Aufgabenstellung .....	6
1.2 Einleitung .....	7
1.3 Digitale Herstellung einer physischen Karte .....	8
<i>a) Analog/Digital-Wandlung der Kartenoriginale</i> .....	8
<i>b) Testreihe zur Farbflächenmodulation in Photoshop</i> .....	11
<i>c) Gesamter Herstellungsablauf</i> .....	18
1.4 Die neue Karte .....	30

## ZWEITER TEIL

2.1 Überleitung .....	37
2.2 Geländeschummerung .....	38
2.3 Anschaulichkeit und Naturähnlichkeit .....	43
<i>a) in kartographischen Darstellungen allgemein</i> .....	43
<i>b) in Höhenschichtenkarten</i> .....	48
2.4 Farbe als Gestaltungsmittel .....	52
<i>a) Allgemeines</i> .....	52
<i>b) Farbordnungen</i> .....	53
<i>c) Die sieben Farbkontraste</i> .....	56
2.5 Andere Höhenfarbskalen .....	63
<i>a) Wichtige Schritte in der Entwicklung der Höhenschichtenkarten</i> ...	63
<i>b) Einige Höhenfarbskalen im direkten Vergleich</i> .....	68
2.6 Vorschlag zur Gestaltung von Höhenschichtenkarten .....	76
Zusammenfassung .....	71
Literaturverzeichnis .....	84
Eidesstattliche Erklärung .....	87

# ERSTER TEIL

Fachhochschule Karlsruhe  
FB Geoinformationswesen  
Studiengang Kartographie+Geoinformatik  
Prof.Dr.Christian Herrmann

## DIPLOMARBEIT

für Herrn Stephan Wondrak

### **Thema : Die digitale Realisierung der Kombination von Höhenschichtenfarben mit einer Schräglichtschattierung für einen Schulatlas am Macintosh**

Im Auftrage des Klett-Perthes Verlages Stuttgart ist die digitale Kombination von Höhenschichtenfarben mit einer Schräglichtschattierung bei Schulatlaskarten zu realisieren. Am Macintosh sollen dabei die Programme Macromedia Freehand 4.0 und Adobe Photoshop 3.0 eingesetzt werden.

Anhand von Modulationsversuchen soll die Kombination von rasterorientierten Höhenschichtenfarben mit der rasterorientierten Geländeschummerung untersucht werden. In einer Testreihe ist eine Optimierung der plastischen Wirkung des Kartenbildes anzustreben.

Die verbesserte Darstellung der Oberflächenformen auf Höhenschichtenkarten ist anhand der einseitigen Karte Südamerika aus dem Alexander Schulatlas inklusive eines sicheren, nachvollziehbaren digitalen Produktionsablaufs zu belegen. Dazu dient auch der Arbeitsablaufplan.

Es soll in einem zweiten Teil versucht werden, ob nicht eine eigene, verbesserte Höhenfarbskala (in Kombination mit dem vorhandenen Relief) gefunden werden kann. Alle graphischen Ergebnisse sind als vierfarbige Proofs oder Hardcopies in Europaskala der Diplomarbeit beizulegen.

Dauer der Arbeit : 6 Monate

Ausgabe der Arbeit : 15. Oktober 1994

Abgabe der Arbeit : 18. April 1995

  
(Ch. Herrmann)

## 1.2 EINLEITUNG

Die physische Karte von Südamerika im Alexander-Schulatlas (1.Auflage 1993, S.112) soll auf digitalem Wege neu erstellt werden. Die Geländeschummerung wurde bisher als mehr oder weniger kräftiger Grauton auf die Farbflächen der Höhenschichten 'aufgedruckt'. Eine zusammenhängende Geländemodulation gibt es in der bisherigen Karte nicht, dadurch verlieren die einzelnen Schattierungen an Aussagekraft. Geländestrukturen mit kleiner Reliefenergie werden gar nicht dargestellt, die Schummerung ist zu schwach und bricht zu den leichteren Tönen hin ab. Durch die Umsetzung der Schummerung mit Schwarz ist die Unterscheidbarkeit der einzelnen Höhenschichten in den Schattenhängen schlecht, die Schattenflächen überdecken die Farben. Somit muß sowohl die Unterscheidbarkeit der einzelnen Höhenschichten, als auch die Modulation des Geländes verbessert werden. Die verwendete Höhenfarbskala soll nicht verändert werden. Gesucht wird also nun für jede Höhenschicht eine Schummerungsfarbe, die einerseits kräftig genug ist für eine gute Geländemodulation, und andererseits gut zur Farbe in der Höhenskala paßt, sodaß beim Zusammenfügen von Höhenschichten und Schummerung die einzelnen Schichten gut unterscheidbar bleiben. Da die bisherige Farbskala nicht verändert werden soll, beschränkt sich der Gestaltungsspielraum von Anfang an auf die Schummerung.

Folgende Möglichkeiten zur Verbesserung bieten sich an :

1. Optimierung der Gradationskurven nach dem Einscannen der analog vorliegenden Schummerungsoriginale,
2. Erzeugung der Schummerung mit geeigneten Farben, soweit wie möglich mit den Farben der Höhenschichten,
3. Partielles Aufhellen der Lichterhänge nach dem Zusammenfügen von Farbflächen und Geländemodulation. Dies ist, wie schon bei der neuen Landschaftskarte sichtbar, besonders wirksam in dunklen Farbflächen. Die Sonnenhänge werden dadurch vom Ebenenton getrennt, eine einfache Unterscheidung von senkrecht und schräg beleuchteten Geländepartien wird möglich. Die Bergketten treten wesentlich plastischer hervor als in der bisherigen Karte, wo lediglich eine Unterscheidung von 'Schatten' und 'kein Schatten' möglich war.



### 1.3 DIGITALE HERSTELLUNG EINER PHYSISCHEN KARTE

#### a) *Analog/Digital-Wandlung der Kartenoriginale*

Als erster Schritt wurden die analogen Vorlagen mit einem Reproscanner digital erfaßt. Eingesannt wurden nacheinander die Geländeschummerung, Meeresschummerung, die Höhen- und die Tiefenlinien, jeweils mit einer Auflösung von 500 dpi. Den Tonwertumfang der Geländeschummerung habe ich leicht korrigiert, sodaß der Grundton, also die hellsten Geländepartien, jetzt praktisch weiß sind. Die sehr weich angelegte Meeresschummerung hatte einen wesentlich geringeren Tonwertumfang und mußte deshalb durch eine Aufsteilung (Kontrasterhöhung) der Geländeschummerung angepaßt werden. Die Gradationskurven wurden zunächst nur im Tonwertumfang geändert, der lineare Verlauf des Originals blieb dabei erhalten. Die neuen Scans mußten in Photoshop entzerrt und auf die schon vorhandenen anderen Scans eingepaßt werden. Dabei diente der Kartenrahmen als Anhalt. Das Entzerren benötigte lange Rechenzeiten. Als nächster Schritt wurden die Höhen- und Tiefenlinien mit dem Programm Streamline vektorisiert. Die Qualität der entstandenen Linien war niedrig, somit waren nach der Überführung in Freehand sehr umfangreiche Nachbesserungen erforderlich. Der Mittellinien-Modus in Streamline 3.0 liefert bei einer Scan-Auflösung von 500 dpi schlechte Ergebnisse. Besser sind 'Kontur- und Umrißlinie'. Für die nächste automatische Digitalisierung von Höhenlinien ist es also sinnvoll, die Auflösung der Scans wesentlich zu erhöhen. Oder man wandelt die geschlossenen Linien mit Hilfe von Photoshop in Flächen um, und vektorisiert diese dann mit dem Kontur- oder Umriß-Modus. Mit dem Befehl 'Dunkle Bereiche verkleinern' können die um eine halbe Linienstärke zu großen Höhenschichtenflächen noch exakter gemacht werden. So wird dann bei der Vektorisierung die Mittellinie der gescannten Pixellinie als Flächenkontur verwendet. Dazu ist vorübergehend viel Speicherplatz nötig (10 Tiff-Bilder mit 500 dpi), die Tiffs können aber nach der Vektorisierung wieder gelöscht werden. Die entstandenen Höhenlinien wurden nun in Freehand importiert und auf die in der Südamerika-Landschaftskarte schon vorhandenen Linienelemente eingepaßt. Danach habe ich jede Höhenschicht als schwarze Fläche separat wieder exportiert. In Photoshop wurden die Dateien anhand des Kartenrahmens auf eine Größe gebracht, je Höhenschicht wurde ein Pfad erstellt. Alle Pfade zusammenkopiert ergaben die Datei 'Flächenpfade.gesamt'. Die Auflösung von Gelände- und Meeresschummerung

wurde auf 350 dpi reduziert, die Dateien wurden dann mit Hilfe einer aus Freehand importierten Einpaßkarte auf ihre endgültige Größe gebracht.

Die schon vorhandene Freehand-Datei der Landschaftskarte wurde nun für die physische Karte umgestaltet : Landschaftsnamen wurden ergänzt bzw. entfernt, Höhenlinien, Höhengschichten und zusätzliche Höhenkoten kamen dazu, Schriftblocker mußten neu erstellt werden.

Für die Testreihe wurde dann der Ausschnitt für das Testkärtchen festgelegt. Die Testkärtchen-Dateien wurden durch Beschneiden der vorhandenen Gesamt-Dateien erstellt. In der Geländeschummerung wählte ich die Lichterhänge aus und sicherte sie als Pfad. Später unterteilte ich die Lichterhänge in Hoch-, Mittel- und Tieflagen. Gelände- und Meeresschummerung wurden nun zusammengefügt zur 'Schummerung.gesamt', dies geschah durch 'Addieren', was einem Übereinanderlegen von 2 Halbtonfilmen gleichkommt.

Die Gesamtschummerung unterteilte ich nun in eine Basisschummerung (=Tonplatte/Relief1) und eine Skelettschummerung (=Kraftplatte/Relief2). Die Basis enthält die eigentliche Geländemodulation, das Skelett zeigt nur die starken Schatten. Beides zusammen ergibt wieder die Gesamtschummerung. Beide Dateien wurden jetzt vom Graustufen- in den 4-Farben-Modus (CMYK) umgewandelt, somit stieg also die Größe des benötigten Speicherplatzes auf das 4-fache. Nach Festlegung der Separationsart (GCR in Photoshop) und des Schwarzaufbaus wurden die beiden Schummerungsdateien als 'Basis' und 'Schatten' gesichert. Ich kopierte alle Pfade in beide Schummerungsdateien und konnte danach mit den Pfaden die Schummerung nach Höhengschichten aufteilen. Mit Hilfe der Datei 'Flächenpfade.gesamt' erstellte ich nun die Farbflächen-Basisdatei, welche die farbigen Höhengschichten enthält. Die Farbwerte hierfür übernahm ich aus den Belichtungsplänen der analogen Herstellung. Nach dem Sichern dieser Datei lagen jetzt alle Karteninhalte der Höhengschichtenkarte digital gespeichert vor :

Punktsignaturen : Orte, Höhenkoten ;

Linienelemente : Küstenlinien, Höhenlinien, Flüsse, Landesgrenzen, Gradnetz,  
Kartenrahmen ;

Flächenelemente : Höhengschichten, Geländeschummerung, Gewässerflächen ;  
die gesamte Beschriftung ;

Maßstab und Legende.

Nach dem Zusammenfügen aller Elemente hätte die Karte nun auf Film belichtet werden können, aber die vorhin beschriebenen Schwächen in der Geländedarstellung waren größtenteils noch vorhanden. Für eine Verbesserung der Geländedarstellung wurde folgende Testreihe durchgeführt.

Zu den anfangs häufig auftretenden Schwierigkeiten mit der neuen Herstellungstechnik noch folgende Ergänzung : "Entdecken wir also heute irgend einen Defekt im Bereich der Automation in der Kartographie, so sollten wir annehmen, daß dies in der Regel nicht der benutzten Hardware, sondern uns selber anzulasten ist." (Heupel, A. 1979, S. 206). Dieser Satz richtet sich an die Entwickler der EDV-Anlagen, ist aber im übertragenen Sinne auch für den Anwender gültig : Macht der Computer nicht das, was ich erwarte, so muß ich annehmen, daß der Fehler nicht bei der Hard- oder Software liegt, sondern bei mir. Um die Möglichkeiten des Computers erschöpfend zu erforschen, braucht es einiges an Geduld und Erfahrung. Am besten fährt man, wenn man Hard- und Software in ihrer Beschaffenheit als gegeben hinnimmt. Andererseits wird man dadurch aber auch leicht betriebsblind und man gewöhnt sich an Mängel, die wirklich beseitigt werden müßten. Nur ein Aufbegehren gegen Mißstände führt letztlich zu deren Beseitigung oder zumindest zu einer Besserung der Lage. "Gerade in der angewendeten Kommunikationsmethode mit der Maschine sollten wir mehr Verständnis für computerspezifische Vorgänge entwickeln, ohne jedoch dabei für uns unannehmbare - d.h. qualitativ schlechtere - Resultate hinzunehmen." (Heupel, A. 1979, S. 206). Ein direkter Kontakt zwischen Entwickler und Anwender ist deshalb wichtig, an den Kosten für die Software zur Kartenherstellung sollte nicht gespart werden.

Besonders bei der Rasterdatenverarbeitung mit Photoshop sind die Vorteile der digitalen Technik deutlich spürbar. Einziger Nachteil sind die langen Rechenzeiten, wenn der Speicher bis an die Grenzen seiner Kapazität ausgenutzt wird. Wenn man weiß, wieviel Zeit ein Rechengvorgang benötigt, dann kann man diese Zeit anderweitig nutzen. Ist die Länge des Arbeitsschritts nicht bekannt, sitzt man vor dem Rechner und wartet, was manchmal sehr unbefriedigend sein kann. Speicherplatzprobleme aufgrund der großen Datenmengen gab es anfangs öfters, diese konnten aber glücklicherweise beseitigt werden. Das Programm Photoshop 3.0 bietet zahlreiche Möglichkeiten und Arbeitserleichterungen für die Kartenherstellung. Mit einem leistungsfähigen Rechner und genügend Speicher ist die Bildverarbeitung mit Photoshop eine Labsal im Vergleich zur manuellen Technik.

*b) Testreihe zur Farbflächenmodulation in Photoshop*

Im folgenden werden die wesentlichen Entwicklungsschritte der neuen, farbflächenmodulierten Höhenschichtenkarte gezeigt. Es gab auch Versuche, die letztlich keine Verbesserung brachten und die deshalb hier nicht von Bedeutung sind. Ziel war die Erarbeitung der objektiv besten Lösung. Dazu waren die Besprechungen der Zwischenergebnisse sehr wichtig. Die Entwicklungsstadien bis zum Endergebnis ergaben sich durch zahlreiche Anregungen von Mitarbeitern der Redaktion.



Zunächst fügte man Basisschummerung, Schatten (Skelettschwarz) und die Farbflächen der Höenschichten in alter Art zusammen. Die Lichtheränge wurden entsprechend der Unterteilung in Tief-, Mittel- und Hochlagen unterschiedlich stark aufgehellt (also je höher, desto stärker). Das Ergebnis war die Datei '**Oberflächen.1**' (siehe nächste Seite). Die Geländemodulation ist hier anschaulich und einigermaßen zusammenhängend, aber die Farben der Höenschichten werden vom Grau teilweise zugedeckt. Besonders extrem ist dies in den Schattenhängen zu sehen. Manchmal haben die Schatten einen vollen Schwarzton und sind damit zu kräftig. Deshalb bot es sich an, die Schummerung zumindest teilweise nur mit den 'Untergrundfarben' der Farbflächendatei zu erzeugen, und dadurch eine Aufhellung der Schatten zu erreichen.

Man ersetzte also das Grau der Schatten durch die einzelnen Farben der Schichten und 'addierte' diese neue Datei zur in Schwarz angelegten Basisschummerung. Die neue Gesamtschummerung mit der Farbflächendatei zusammengefügt ergab die '**Oberflächen.2**'. Die Schatten sind hier aufgehellt, der Übergang zum Ebenenton ist weicher geworden, die Schattenfarbe in der hellgelben Schicht hat einen Grünstich. Die Höenschichten sind in den Schattenhängen schon etwas besser trennbar, der Zusammenhang der Geländemodulation ist nicht mehr durchgehend (hellgelbe Schicht).

Extrem ist die Version '**Oberflächen.3**' : Die ganze Schummerung ist hier in den Farben der Höenschichten angelegt, Gelb wird noch durch eine minimale Zugabe von Cyan unterstützt. Hier kann die Zeichnungsfähigkeit der einzelnen Farben sehr gut gezeigt werden : Während das Relief in der untersten und obersten Schicht voll ausgeprägt ist, sind die Schattierungen im Gelb praktisch verschwunden. Ein Vergleich mit den 'Oberflächen.1' zeigt, wieviel von der ursprünglichen Reliefzeichnung noch übrig geblieben ist. Die Farben sind leuchtend, fast schreiend. Die einzelnen Schichten sind jetzt auch in den Schattenhängen sehr gut unterscheidbar. Die Geländezeichnung ist mit Ausnahme der untersten und obersten Schicht aber zu schwach.

In den '**Oberflächen.4**' habe ich die Vorteile der bisherigen Versuche kombiniert, so erhielt ich für jede Höenschicht eine zumindest akzeptable Reliefzeichnung. Was noch stört, ist das Grau in den mittleren Schichten. Hier muß noch ein besserer Zusammenhang mit der Grundfarbe erreicht werden.



cyan magenta gelb schwarz Oberflächen.1



cyan magenta gelb schwarz Oberflächen.2



cyan magenta gelb schwarz Oberflächen.3



cyan magenta gelb schwarz Oberflächen.4

Die '**Oberflächen.5**' (siehe nächste Seite) zeigen eine für Hellgelb einmal in Braun angelegte Modulation, in den Nachbarschichten wurde mit den Eigenfarben schattiert. Der Zusammenhang zur Grundfarbe ist jetzt verbessert, aber im ganzen ergibt sich eine zu starke Braun-Färbung. Auf den ersten Blick hat die Karte nur noch die Farbtöne Grün und Braun. Dies bedeutet, daß die Schummerungsfarbe für die Schicht 200-500 Meter sehr nahe am Gelbton der Höhenfarbskala liegen muß. Andere, von sich aus zeichnungskräftige, Farben kommen nicht mehr in Frage, denn Braun liegt empfindungsmäßig schon nahe bei Gelb. Da die Grundfarbe für 200-500 m nur aus 30%igem Gelb besteht, kann für die Modulation 100%iges Gelb verwendet werden, ohne daß sich dadurch eine Farbtonverschiebung ergibt. Nach den Erkenntnissen aus den 'Oberflächen.3' muß aber die Farbe entsättigt werden, um genug Zeichnungs-fähigkeit zu bekommen. So ergibt sich letztlich eine Mischfarbe aus Gelb und Schwarz, die Schwarz-Anteile gehen am Gelb-Vollton ab.

Die bisher angewendete Höhenfarbskala hat keinen gleichmäßigen Farbverlauf, die einzelnen Schichten heben sich dadurch unterschiedlich stark voneinander ab. Große Sprünge gibt es bei den Höhenlinien für 100 Meter und 2000 m, schwach ist der Unterschied bei 200 m und (durch die etwa gleiche Helligkeit der Farbtöne) auch bei 1000 m. Um die Stufen etwa gleichabständig zu machen, wird im Hellgrün der Cyan-Anteil um 5 % erhöht, die Schicht 1000-2000 m bekommt 5 % mehr Magenta, bei 500-1000 m gibt man noch 5 % Gelb dazu. Diese leichten Korrekturen können als Optimierung der bisher verwendeten Farbskala betrachtet werden, der Farbverlauf insgesamt wird dadurch nicht verändert. Einen Vergleich der neu entstandenen mit der bisherigen Skala liefern die Kärtchen '**Höhenschichten.alt**' und '**Höhenschichten.neu**'.

In den '**Oberflächen.6**' ist die 'neue' Skala zusammen mit einem weiteren Modulationstest zu sehen : Für 200-500 m habe ich ein entsättigtes volles Gelb verwendet, dadurch verschmolz die Geländezeichnung mit der Schichtfarbe. In den Nachbarschichten ist die Leuchtkraft der Schummerungsfarbe (ebenfalls durch Entsättigung) zurückgenommen. Über 2000 m ist die Schummerung wieder etwa zur Hälfte mit Schwarz erzeugt, die großen Höhenunterschiede in diesem Bereich (bis fast 5000 m) werden so deutlicher. Bis auf die Hellgelbe Schicht ist die Farbflächenmodulation jetzt gut.

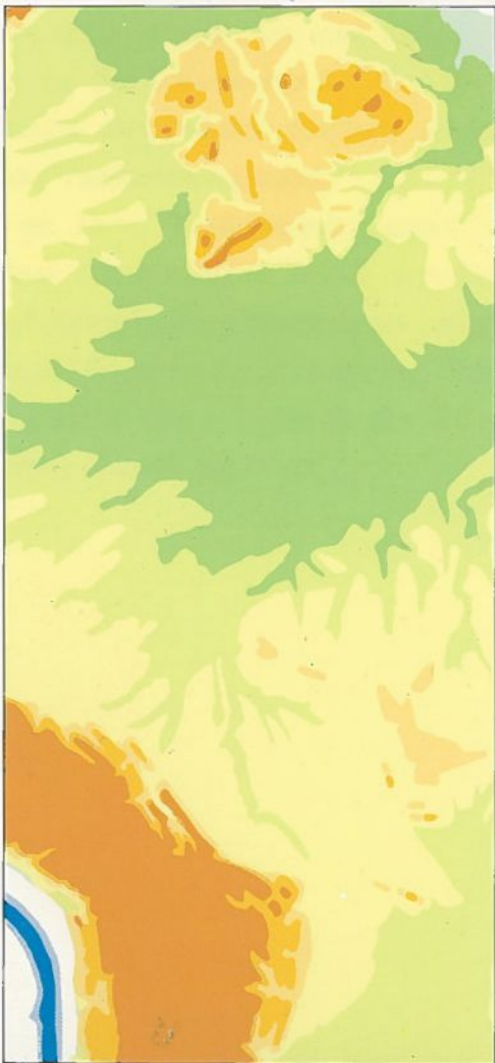




cyan magenta gelb schwarz Oberflächen.5



cyan magenta gelb schwarz Oberflächen.6



cyan magenta gelb schwarz Höhenschichten.alt



cyan magenta gelb schwarz Höhenschichten.neu



In den '**Oberflächen.7**' (siehe nächste Seite) wurde das Graugelb der Schummerung noch weiter entsättigt, um die Zeichnung noch zu verbessern. Dadurch entstand ein leichter Grauschleier auf dem hellgelben Grundton, die Schatten haben immer noch einen Grünstich.

Bei den '**Oberflächen.8**' wurde zum Ausgleich etwas Magenta zur Modulationsfarbe für 200-500 m hinzugegeben, der Schwarzanteil ist wieder etwas reduziert. Die Reliefzeichnung ist hier noch schön zusammenhängend, obwohl der Grauschleier fast beseitigt ist. Die stärksten Schatten haben von 200-500 m schon eine leichte Braunfärbung, verursacht durch die Magenta-Zugabe. Der Magentaanteil muß also wieder etwas zurückgenommen werden. Eine Verbesserung der Geländemodulation für 200-500 m ist außerdem noch möglich durch zusätzliche Aufhellung der Lichterhänge.

Die '**Oberflächen.9**' zeigen das Ergebnis dieser letzten Veränderungen. Eine noch stärkere Aufhellung der Lichterhänge von 200-500 m brachte keine Verbesserung mehr, die vollständige Beseitigung des leichten Grauschleiers (in einem weiteren Versuch) zerstörte die hier gerade noch zusammenhängende Reliefzeichnung. Somit stellen die 'Oberflächen.9' wohl die beste Lösung dar. Leichte Veränderungen in der Aufhellung der Lichterhänge von 200-500 m sind noch denkbar, ebenso eine leichte Verstärkung des gelben Grundtons (als Ausgleich für das Grau der Modulation). Auch noch möglich wäre eine stärkere Magenta-Zugabe in der Schummerungsfarbe (wie bei den 'Oberflächen.8'), denn die dadurch auftretende leichte Rotfärbung der Schatten verschwindet praktisch neben dem Magenta-Vollton der Landesgrenzen (siehe 'Testkärtchen.gesamt').

In der Datei '**Testkärtchen.gesamt**' sind alle anderen Karteninhalte dazugefügt. Neben der schwarzen Schrift verschwindet der zuvor noch als Verschmutzung empfundene leichte Grauton in der hellgelben Schicht. Diese Gestaltungsvariante kann jetzt auf die ganze Karte übertragen werden.

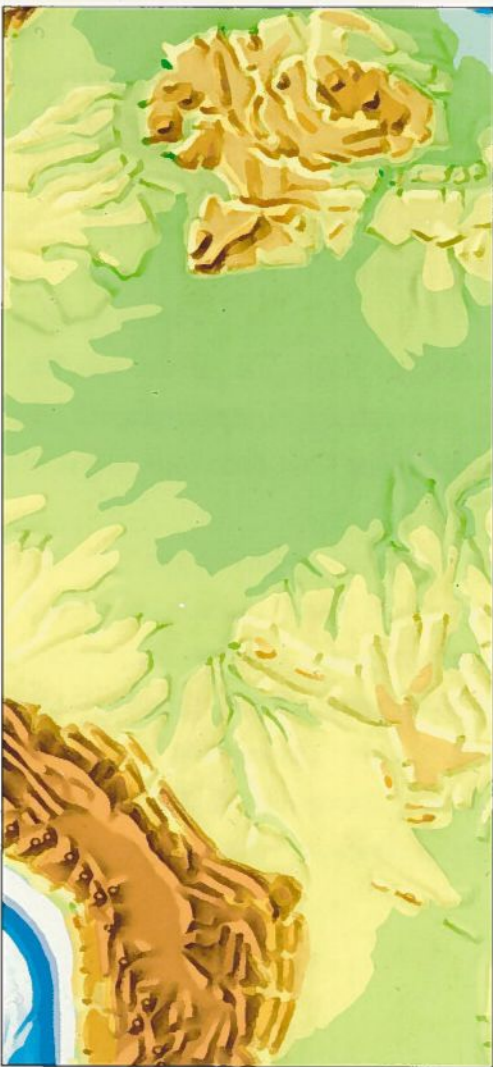
Die genauen Einstellungen für die Bildbearbeitung in Photoshop enthält der folgende gesamte Herstellungsablauf.



cyan magenta gelb schwarz Oberflächen.7



cyan magenta gelb schwarz Oberflächen.8



cyan magenta gelb schwarz Oberflächen.9



cyan magenta gelb schwarz Testkärtchen.gesamt

### c) *Gesamter Herstellungsablauf*

Die folgenden Ausführungen enthalten die Hinweise, die ich aufgrund meiner Erfahrungen geben kann. Da ein Teil der Karte (von der Landschaftskarte her) bereits digital vorhanden war, mußten nicht alle normalerweise erforderlichen Schritte durchlaufen werden. Es wird im Falle von Unklarheiten auch auf die 3. Diplomarbeit von Herrn Koch verwiesen, die "die Kombination von Vektor- und Rasterdaten" ausführlich behandelt. (Koch, M. 1994, S. 1). Wichtig für die Speicherung der Zwischen- und Endprodukte ist eine einheitliche Dateienstruktur, damit Nacharbeiten schnell durchgeführt werden können !

## A EINSANNEN DER KARTENORIGINALE

(mit *Optoscan Modular Color* und *Canto Cirrus*)

Die Kartenoriginale liegen als seitenrichtige Negative, bzw. seitenrichtige Positive vor.

Uferlinien, sowie Höhen- und Tiefenlinien werden mit der **höchstmöglichen Auflösung** eingescannt (über 1000 dpi).

Mit **500 dpi** werden eingescannt :

Geländeschummerung, Meeresschummerung, Flüsse, Gletscherzeichnung, Korallenriff, Kartenrahmen.

Für die Schummerungen ist es wichtig, daß beim einscannen der größtmögliche Tonwertumfang erreicht wird : Tonwert 0-5 für die hellsten Lichter, und 250-255 für die dunkelsten Schatten. Was beim Scannen nicht erfaßt wird, kann später nicht mehr dazugefügt werden !

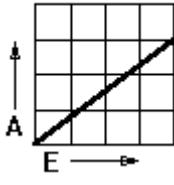
Mit **300 dpi** werden folgende Karteninhalte eingescannt :

Schrift, Ortssignaturen, Höhenpunkte, Grenzen, Gradnetz. Die Scans mit 300 dpi dienen später als Anhalt zur Digitalisierung und Positionierung in Freehand.

In *Photoshop* werden die Scans als TIFF-Datei geöffnet und wie folgt nachbearbeitet :

Die Größe des Kartenrahmen-Scans wird auf die exakten Maße des Kartenrahmens beschnitten (alle anderen Scans werden später auf diese Größe gebracht) : Mit dem Auswahlwerkzeug den Kartenrahmen bis auf 1 Pixel genau auswählen, dann (im Menu unter 'Bearbeiten') 'freistellen'. Sichern unter 'Kartenrahmen.500'. Die Auflösung auf 350 dpi reduzieren und unter 'Kartenrahmen.350' sichern. Dadurch hat man nun für beide Auflösungen die exakten Maße der Datei (in Pixel).

Geländeschummerung : Auflösung auf 350 dpi reduzieren; Helligkeit interpolieren mit Radius 1 Pixel (die Geländezeichnung sollte nicht zu weich sein); Grauwertbereich auf 0-75% begrenzen;



Sichern unter 'Gelände.350.grst'.

Meeresschummerung : wie Gelände, außer : Helligkeit interpolieren mit Radius 2 Pixel. Sichern unter 'Meere.350.grst'.

Ufer-, Höhen-, und Tiefenlinien : Wenn man die Höhenlinien mit Hilfe der Höhenschichtenflächen vektorisieren will, müssen die von den Pixellinien gebildeten Flächen schwarz gefüllt werden. Mit der Funktion 'Dunkle Bereiche verkleinern' kann die entstandene Fläche um die Hälfte der Pixellinienstärke verkleinert werden, damit die Flächenkontur wieder exakt der Höhenlinie entspricht.

Natürlich können auch die analog vorliegenden Höhenschichtenflächen eingescannt werden. Bei dem jetzt noch vorhandenen Scanner müssen aber die unregelmäßig auftretenden Verzerrungen beachtet werden ! Diese werden durch 'Drehen', 'Skalieren' und 'Entzerren' in Photoshop ausgeglichen.

Alle Scans werden nach der Nachbearbeitung im Ordner 'Scans' abgelegt.

## **B VEKTORISIEREN DER LINIENELEMENTE**

(mit *Adobe Streamline*)

Die Kontur der Höhenschichtenflächen wird mit Modus Konturlinie oder Umrisslinie vektorisiert. Liegen die Pixelbilder der Höhenlinien vor, so wird mit dem Modus Mittellinie gearbeitet. Einstellungen für 'Konturlinie' können unter '**Vorgaben**' wie folgt vorgenommen werden :

**Genauigkeit** Störungen entfernen : 10 Pixel, Toleranz : 1,0.

**Linien** Nur Kurven 1,0.

Alle automatisch vektorisierten Dateien werden im Ordner 'Autotracing' abgelegt.

Erforderliche Nachbesserungen werden in *Freehand* durchgeführt. Die einzelnen Dateien werden nacheinander in dieselbe Freehand-Datei kopiert und aufeinander eingepaßt. Bei kleinen Maßstäben kommt es öfters vor, daß ein Stück einer Höhenlinie gleich mehrere Höhenschichten begrenzt. Für die Begrenzung jeder



Höhenschichten-fläche muß ein solches Stück entsprechend oft geklont werden. Für die Höhenlinien dagegen sollte nur 1 Linie vorhanden sein. Sich überlagernde Linien können zu unregelmäßigen Linienstärken führen. Die Höhenlinien 0-500m bekommen 50 %, 1000 und 2000m dagegen 80 % Schwarz. Alle Höhenlinien haben die Strichstärke von 0,08 mm.

## **C GENERIERUNG DER SCHRIFT UND DER PUNKTSIGNATUREN**

In der Freehanddatei werden nun die Ebenen und Formate eingerichtet. Hier sollte nicht gespart werden (lieber zuviel als zuwenig !). Grundregel : Alle gleichartigen Elemente in einer eigenen Ebene ablegen. Alle Objekteigenschaften, die auf mehrere Objekte zutreffen, werden am Anfang als Format definiert.

Die Tiffbilder, die als Anhalt zum Einpassen und Vektorisieren dienen, werden in separate Ebenen kopiert. Der Koordinatennullpunkt wird auf das linke untere Eck des Kartenrahmens festgesetzt. Danach können alle Scans nach diesem Nullpunkt ausgerichtet werden.

Die Schrift wird nach den analogen Vorgaben generiert. Die graue und schwarze Schrift wird auf 'Überdrucken' gestellt.

Die gesamte Schrift wird im Schwarz ausgeblockt : Ebene 'Schriftblocker für Schwarz' einrichten, die gesamte Schrift klonen und in diese Ebene legen. Schrift in Zeichenwege umwandeln, Gruppierungen rückgängig machen (bis jeder Buchstabe eine einzelne Fläche darstellt). Dann Linienstärke 1 Punkt ('Grundversion'), sowie Linien- und Flächenfarbe '0/0/0/1' (d.h. 1% Schwarz) einstellen. Linie und Fläche werden auf 'Überdrucken' gestellt.

Blaue Schrift auf blauem Untergrund (Gletscherzeichnung, Meeresschummerung, Küstenlinien) kann in ähnlicher Weise freigestellt werden : Ebene 'Schriftblocker für Blau' einrichten und die Schriftelemente hineinkopieren. Nach der Umwandlung in einzelne Flächen die Linienstärke '1 Punkt' und die Farbe '1/0/0/0' (also 1% Cyan) zuweisen.

Die Punktsignaturen werden der Generallegende entnommen und müssen noch auf die richtige Größe skaliert werden.

## D ERZEUGEN DER FLÄCHEN

Die Küsten-, Höhen- und Tiefenlinien werden geschlossen ('Objekte verbinden') und bekommen das Format 'Ziehfeder', also die Farbe Schwarz und eine Strichstärke von 0,05 mm. Eine Linie kann nicht mehr als 1000 Punkte enthalten. Deshalb müssen große Flächen mit mehreren, sich leicht überlappenden, Teilflächen erstellt werden. Die erzeugten Flächen bekommen eine schwarze Füllung und werden nacheinander, jeweils zusammen mit dem ebenfalls schwarz gefärbten Kartenrahmen, im Illustrator 3-Format exportiert. In Photoshop können die Dateien geöffnet und (unter 'Bearbeiten-Freistellen') auf die Größe des Kartenrahmens gebracht werden. (Das Öffnen der Dateien im Illustrator3-Format hat nur mit Photoshop 2.5 funktioniert). Mit dem Zauberstab wird eine schwarze Fläche ausgewählt, mit der Funktion 'Ähnliches auswählen' können danach alle anderen schwarzen Flächen mit ausgewählt werden (Zauberstabtoleranz kann hier auf 5 eingestellt sein). Von der erzeugten Auswahl wird ein Pfad erstellt, der Befehl hierfür befindet sich in der Pfad-Palette (Toleranz : 1,0 Pixel). Das Erzeugen der Pfade kommt einer 2. automatischen Vektorisierung gleich, allerdings ist die Qualität der Linien nicht so steuerbar und niedriger als mit Streamline. Jeder Pfad wird unter einem geeigneten Namen gesichert. Der neue Pfad wird deaktiviert (unsichtbar gemacht), alles Sichtbare wird ausgewählt und gelöscht. So bleibt nur noch der neu erzeugte Pfad übrig. Dann wechselt man vom Graustufen- in den Bitmap-Modus (unter 'Bearbeiten'), und die Datei wird unter dem Namen der Höhenlinie abgespeichert. Den Pfad für die gesamte Fläche der Datei (äußere Begrenzung des Kartenrahmens) bekommt man durch 'alles auswählen' in einer bereits auf die Endmaße beschnittenen Datei. Er wird unter dem Namen 'Kartenrahmen' gesichert. Ebenfalls benötigt wird ein Pfad des Gradnetzes. Diesen bekommt man entsprechend der Vorgehensweise bei den Höhenschichten.

Alle erzeugten Pfade werden zusammenkopiert zur Datei 'Flächenpfade.gesamt'.

Die exakten Höhenschichtenflächen erhält man folgendermaßen : Pfad einer Höhenlinie auswählen und eine Auswahl davon erstellen. Dann den Pfad der darüberliegenden Höhenlinie aktivieren und von der Auswahl abziehen. Von der so entstandenen Auswahl wird ein neuer Pfad erstellt. Dieser wird unter dem Namen der Höhenschicht gesichert. Außer den bereits vorhandenen exakten Flächen für >2000m und die Tiefseeegräben wird vor allem die Fläche für 200-500m benötigt.

Die Pfadflächen können mit einer beliebigen Farbe gefüllt werden, die zuvor mit dem Farbreger als Vordergrundfarbe eingestellt wurde (In der Pfadpalette : Pfadfläche füllen mit Vordergrundfarbe). Zuerst bekommt die gesamte Fläche der Datei die Farbe des Meeresbodens, danach werden in aufsteigender, bzw.

absteigender Reihenfolge die anderen Höhen- bzw. Tiefenschichten eingefärbt. Für das Einfärben der Höhen-schichten werden nicht die exakten Pfade benötigt. Man nimmt jeweils den Pfad, der die Höhengschicht nach unten begrenzt, also z.B. den Pfad der Höhenlinie '100 m' für die Höhengschicht '100-200 m'. Durch die Überlagerung der entstehenden Farbflächen werden Blitzer vermieden.

Die Höhenschichten bekommen folgende Farben :

	<u>&lt;0</u>	<u>0-100</u>	<u>100-200</u>	<u>200-500</u>	<u>500-1000</u>	<u>1000-2000</u>	<u>&gt;2000</u>	<u>m</u>
Cyan	50	30	15	-	-	-	10	%
Magenta	-	-	-	-	10	25	40	%
Gelb	70	50	40	30	45	70	70	%

Die Meerestiefendarstellung ist an die bisherige Farbgebung im Alexander angelehnt. Da durch die Schummerung der Kontinentalschelf schon stark betont wird, genügt als Flächenfarbe für den Schelf ein leichter Cyanon. In der gezeigten neuen Karte ist noch ein 15%iger Gelbanteil mit enthalten, dieser kann aber noch herausgenommen werden.

Die Farben der Tiefenschichten sind also :

	<u>Schelf</u>	<u>Meeresboden</u>	<u>Tiefseebecken</u>	<u>Tiefseeegraben</u>	
Cyan	15	20	40	90	%
Magenta	-	-	12	30	%
Gelb	0	-	-	-	%

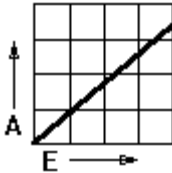
Nach dem Einfärben der Flächen wird die Datei unter dem Namen 'Farbflächen' im Ordner 'Oberflächenelemente' gesichert.

## **E BEARBEITUNG DER SCHUMMERUNG**

Die Schummerungen müssen auf die Größe des Kartenrahmens beschnitten werden : Das Einpassen geschieht mit Hilfe der Pfade 'Gradnetz', 'Schelf', '200m' und 'Kartenrahmen'. Diese werden zusammenkopiert und als 'Einpaßhilfe' gesichert. Die Einpaßhilfe wird in die Schummerungsdateien kopiert und anhand der Paßkreuze und markanter Punkte der Reliefzeichnung eingepaßt. Dann erzeugt man mit dem Pfad 'Kartenrahmen' eine Auswahl und stellt diese frei. Die Pfade können danach wieder gelöscht werden.

Jetzt wird der Pfad 'Küstenlinie' in die Gelände- und die Meeresschummerung kopiert.

Die Geländeschummerung wird etwas aufgehellt ('Bild-Einstellen' : Helligkeit +10), der Grauwertbereich wird nochmal auf 0-85 % eingeschränkt (Gradationskurve dafür erstellen oder laden). Der Verlauf ist linear (siehe nächste Seite).



Helligkeit interpolieren mit Radius 1 Pixel ('Bild-Störungsfilter'). Dann wird vom Pfad 'Küstenlinie' eine Auswahl erstellt, die Auswahl wird umgekehrt ('Auswahl umkehren') und gelöscht. Somit enthält die Datei 'Gelände.350.grst' jetzt nur noch die Geländezeichnung.

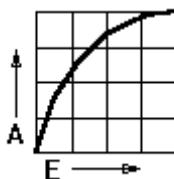
Die Meeresschummerung wird folgendermaßen bearbeitet : Pfad der Schelffläche wird einkopiert. Da das Schelf im Maßstab 1:25 Mio. keine Schattierungen enthält, kann bei ungleichmäßiger 'Ausleuchtung' des Scans die Schelffläche mit einem gleichmäßigen Grauton gefüllt werden (Tonwert 14). Dann wird der Störungsfilter 'Helligkeit interpolieren' (Radius 3 Pixel) und der Weichzeichnungsfilter 'stark weich zeichnen' angewandt. (Dadurch verschwimmt der Meeresboden). Anschließend wird die Landfläche mit dem Küstenlinien-Pfad gelöscht. Die Datei 'Meere.350.grst' enthält jetzt nur noch die Meeresschummerung.

Beide Schummerungen werden nun zusammengefügt zur 'Schummerung.gesamt.grst' ('Bild-Berechnen-Addieren', mit Verschiebung : -255). (Die Geländezeichnung ist absichtlich etwas härter als die des Meeresbodens).

## F AUSWAHL DER LICHTERHÄNGE

Zunächst wird die Gelände-Graustufendatei etwas modifiziert :

1. Die Lichter werden gestreckt (Da es hier nur um die Sonnenhänge geht, ist die Verdunkelung in den Schattenbereichen ohne Bedeutung).



2. Helligkeit und Kontrast werden erhöht jeweils auf +20.
3. Helligkeit interpolieren (Radius 2 Pixel).



4. Pfade '200-500m', '500m' und '2000m' einkopieren.
5. Den Pfad '2000m' aktivieren, eine Auswahl erstellen, die Auswahl umkehren und den Pfad '<2000m' erzeugen.
6. In gleicher Weise, von '200-500m' ausgehend den Pfad 'alles außer 200-500m' erzeugen.
7. Datei unter 'Lichterhänge' sichern.

Die Lichterhänge werden mit dem Zauberstab einzeln ausgewählt, da die Schummerungen keine konstanten Tonwerte in den Lichterhängen und Ebenen haben. Dazu kommen noch Unregelmäßigkeiten bei der Ausleuchtung der Scans. Die Toleranz des Zauberstabs wird auf 3-5 eingestellt (Bei Toleranz=3 ergeben sich manchmal zu kleine Flächen). Es empfiehlt sich, die Auswahl schrittweise zu sichern und das Gesicherte jeweils gleich zum schon Vorhandenen dazuzufügen (Auswahl von einem Pfad erstellen, den anderen 'zur Auswahl hinzufügen' und dann neuen Pfad erzeugen). So hat man einen ständigen Überblick über die schon ausgewählten Flächen. Am Schluß wird der Pfad 'Lichterhänge.gesamt' aufgeteilt in die 'Lichterhänge.Hochlagen', 'Lichterhänge.Mittellagen' und 'Lichterhänge.Tieflagen' :

Lichterhänge.Hochlagen : Auswahl erstellen von 'Lichterhänge.gesamt', dann den Pfad '<2000m' aktivieren und 'von der Auswahl abziehen'. Von der übrig gebliebenen Auswahl neuen Pfad erstellen.

Lichterhänge.Mittellagen : Auswahl erstellen von 'Lichterhänge.gesamt', dann in der oben beschriebenen Weise die Pfade '2000m' und '<500m' davon abziehen (Den Pfad '<500m' erhält man durch Umkehren der Auswahl von Pfad '500m').

Lichterhänge.Tieflagen : Von der Auswahl 'Lichterhänge.gesamt' wird der Pfad '500m' abgezogen.

Lichterhänge.200-500m : Vom Pfad 'Lichterhänge.gesamt' wird 'alles außer 200-500m' abgezogen.

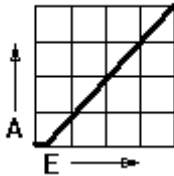
Die so erzeugten Pfade werden in den Dateien 'Lichterhänge', 'Flächenpfade.gesamt' und 'Farbflächen' gesichert.

## **G FARBFLÄCHENMODULATION**

Die 'Schummerung.gesamt.grst' wird nun zerlegt in eine 'Basisschummerung' (enthält die weiche Geländezeichnung bis etwa 50% der stärksten Tonwerte) und die 'Schatten' (Skelettschummerung) :

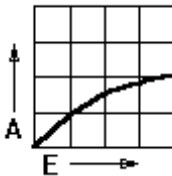
### Basisschummerung :

1. Öffnen der Schummerung.gesamt.grst.
2. Grundton wird auf Tonwert 4 gesetzt mit Gradationskurve 'E=6.A=0%'.



(Bis zum Tonwert 6 wird alles auf 0 reduziert, danach steigt die Kurve linear an).

3. Tonwerte auf max. 50% begrenzen und Lichter dann wieder auf Ausgangswerte anheben mit Gradationskurve 'Basis (aus Sch.ges.grst)'.

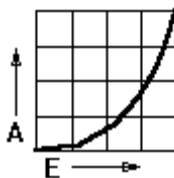


(Bis 25%, also Tonwert 64, sollte die Kurve linear verlaufen).

4. Modusänderung auf 'CMYK'.
5. Separation unter 'Grundeinstellungen' (GCR, Schwarzaufbau : Mittel, Maximum Schwarz : 100%, Gesamtfarbauftrag : 300%, Unterfarbenzugabe : 20%).
6. Sichern unter 'Basisschummerung.CMYK'.

### Schatten :

1. Öffnen der Schummerung.gesamt.grst.
2. Aufhellen der Lichter und Mitteltöne mit der Gradationskurve 'Schatten (aus Sch.ges.grst)'. Dadurch bleiben nur noch die aufgehellten Schattenpartien übrig.



(Tonwert 18 wird auf 3 reduziert).

3. Wechseln in den CMYK-Modus.
4. Separation (wie bei der Basis).
5. Sichern als 'Schatten.CMYK'.

Jetzt werden alle Höhenschichten-Pfade von der Datei 'Flächenpfade.gesamt' in die beiden Schummerungs-Dateien kopiert. Zusätzlich benötigt wird für jede Datei noch der Pfad '200-500m.exakt' (Herstellung siehe weiter oben).

In derselben Reihenfolge, mit der auch die Farbflächen eingefärbt wurden, erhalten nun beide Schummerungen die zu den jeweiligen Höhenschichten passenden Farben :

1. Öffnen der Datei 'Basisschummerung.CMYK'.
2. Alles auswählen.
3. Farbton der Meeresschummerung (mit dem Farbreger) als Vordergrundfarbe einstellen (100% Cyan).
4. Auswahl kolorieren unter 'Bild-Einstellen-Farbton/Sättigung' (Kolorieren ankreuzen !) mit Farbton 180 und Sättigung 100. Einstellungen werden mit 'OK' bestätigt.

Danach wird die nächste Höhen- bzw. Tiefenschicht ausgewählt und in gleicher Weise koloriert. Folgende Einstellungen sind für die jeweiligen Schichten erforderlich :

**Basisschummerung :**

<u>Pfad</u>	<u>Vordergrundfarbe</u>				<u>Einstellungen zum Kolorieren</u>	
	C	M	Y	K	Farbton	Sättigung
alles	100	0	0	0	180	100
Küste	30	0	50	0	101	100
100 m	15	0	40	0	90	70
200 m	0	5	100	0	56	50
500 m	0	25	60	0	34	60
1000 m	45	32	32	10	0	0
2000 m	45	32	32	10	0	0

Nach dem Kolorieren wieder unter 'Basisschummerung.CMYK' sichern.

**Schatten :**

<u>Pfad</u>	<u>Vordergrundfarbe</u>				<u>Einstellungen zum Kolorieren</u>	
	C /	M /	Y /	K	Farbton / Sättigung	
Küste	30 /	0 /	50 /	0	101 /	100 .
100 m	15 /	0 /	40 /	0	90 /	70 .
200 m	0 /	5 /	100 /	0	56 /	50 .
500 m	0 /	25 /	60 /	0	34 /	60 .
1000 m	0 /	25 /	70 /	0	38 /	100 .
2000 m	10 /	40 /	70 /	0	23 /	80 .

Die Schatten der Meeresschummerung werden ausgewählt und gelöscht.

Nach dem Kolorieren wieder unter 'Schatten.CMYK' sichern.

Nach dem Einfärben der Schummerungen werden Basis und Schatten addiert zur 'Schummerung.gesamt.CMYK'.

Dann wird die Datei 'Farbflächen' geöffnet und die 'Schummerung.gesamt.CMYK' wird dazu addiert.

Zum Schluß werden die Lichterhänge, entsprechend der Stärke der Schattentöne, unterschiedlich stark aufgehellt :

Lichterhänge.Tieflagen :

1. Den Pfad 'Lichterhänge.Tieflagen' aktivieren.
2. Auswahl erstellen mit weicher Kante (3 Pixel).
3. Aufhellen der Auswahl (mit Bild-Einstellen-Helligkeit / Kontrast) : Helligkeit +10.

Lichterhänge.Mittellagen :

1. Den Pfad 'Lichterhänge.Mittellagen' aktivieren.
2. Auswahl erstellen mit weicher Kante (3 Pixel).
3. Aufhellen mit Helligkeit +20.

Lichterhänge.Hochlagen :

Auswahl wie oben, Aufhellen mit Helligkeit +25.

Lichterhänge.200-500m :

Aufhellen mit Helligkeit +20.

Die fertige Datei wird im TIFF-Format unter 'Oberflächen.gesamt' im Ordner 'Oberflächenelemente' gesichert.

## **H ZUSAMMENFÜGEN VON OBERFLÄCHEN- UND FREEHANDDATEI**

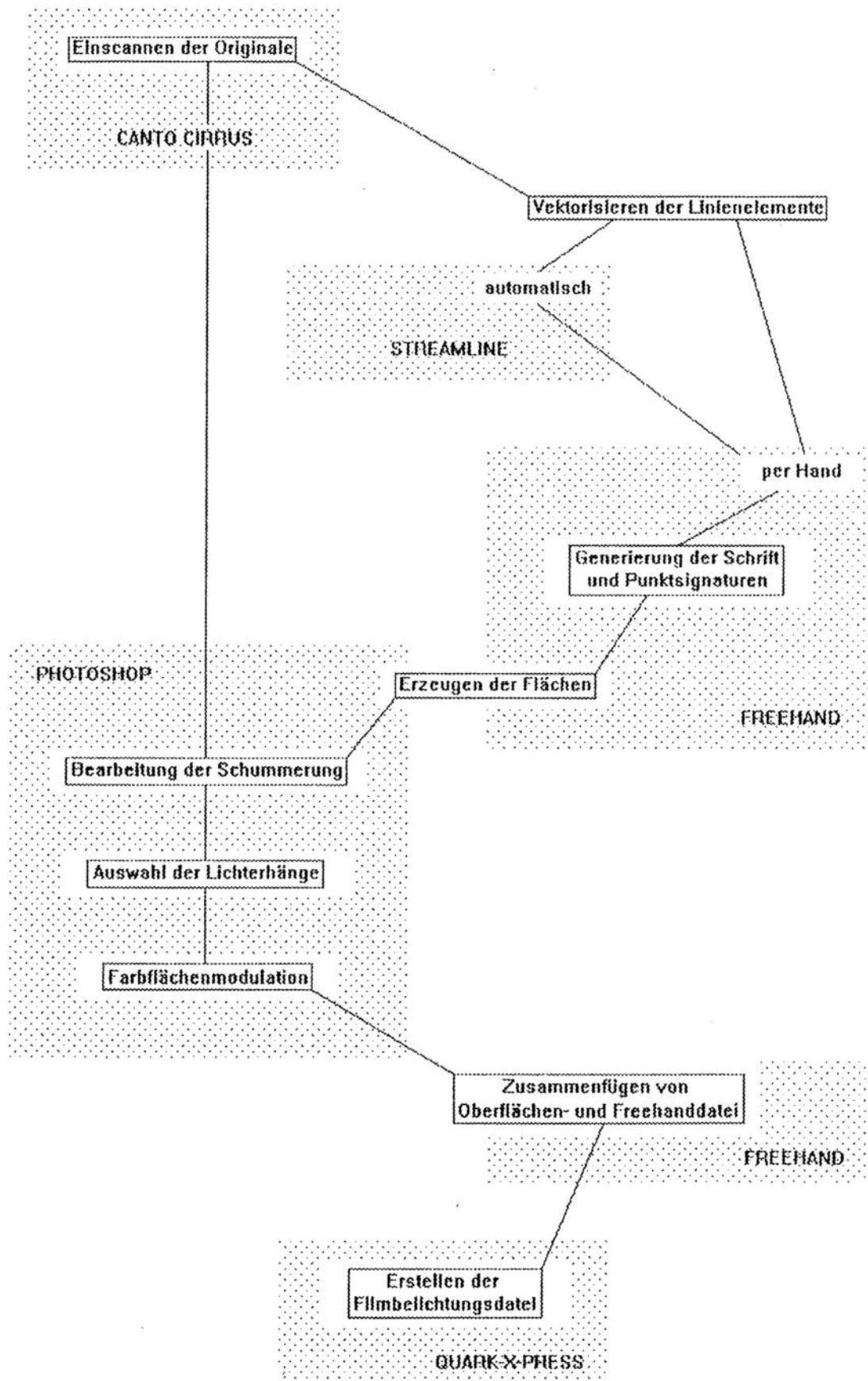
Die Freehanddatei wird geöffnet, eine Ebene 'Oberflächen.tiff' wird eingerichtet. Dann kann das TIFF-Bild der Oberflächendatei positioniert werden.

Zur Kontrolle der Blocker wird die gesamte Datei in Schwarz/Weiß, getrennt nach Farbauszügen, ausgedruckt. Nach der Kontrolle der Farbauszüge und nach eventuellen Korrekturen kann die Datei im EPS-Format gesichert werden ('Datei-Exportieren').

## **I ERSTELLEN DER FILMBELICHTUNGSDATEI**

Für die Filmbelichtung wird mit dem Layout-Programm *Quark-XPress* ein Belichtungsjob erstellt. Eine Anleitung hierfür ist in mehrfacher Kopie vorhanden.

# ABLAUFSCHEMA





## 1.4 DIE NEUE KARTE

Die vorliegende Karte (nächste Seiten) enthält die Ergebnisse der eben gezeigten Testreihe. In der ersten Version ist die Meeresfläche wie bisher mit einem gleichmäßigen Hellblau-Ton gefüllt. Bei der zweiten Karte habe ich zusätzlich noch eine Meeresbodendarstellung, bestehend aus Tiefenschichten und Schummerung, mit aufgenommen. Die Geländedarstellung ist in beiden Karten genau gleich. Sie ist im Vergleich zur alten Karte wesentlich verbessert. Die Schummerung und die Grundfarben der Höenschichten bilden jetzt so etwas wie eine Einheit. Den Höenschichten kommt weiterhin das Hauptgewicht in der Kartenaussage zu, trotz verbesserter und jetzt aussagekräftiger Geländeschummerung. Das flache Bild der alten Karte hat sich zu einem plastischen Bild gewandelt. Da die Farben der Höenschichtenskala sehr unterschiedlich sind war es unmöglich, eine einzige, für alle Bereiche der Karte geeignete, Schummerungsfarbe zu finden. Die dunklen Farben der Skala eignen sich gut für die Geländemodulation. Schummerungs- und Flächenfarbe sind jetzt teilweise identisch (z.B. bei 0-100m), deshalb sind die Übergänge zum Flächengrundton insgesamt weich. In den braunen Höenschichten der Gebirge wurde die Schummerung noch etwa zur Hälfte mit Schwarz erzeugt. Eine Modulation nur mit der Eigenfarbe der Schicht hätte hier eine zu große Farbverschiebung bewirkt (was auch die Testreihe zeigt), die Farbe wäre insgesamt zu intensiv gewesen. Für die hellen Schichten mußte eine Schattenfarbe gefunden werden, die in ihrem Farbton der Höenschichtfarbe entsprach und gleichzeitig noch ausreichend zeichnungsfähig war. Diese Zeichnungsfähigkeit konnte erreicht werden durch Verstärkung des Grundfarbtons (entspricht einer Verringerung des Weißgehalts) und anschließende Ent-sättigung (Erhöhung des Grauteils). Die Farbverschiebungen, die sich hierbei ergaben, traten in der hellsten Schicht am stärksten in Erscheinung. Der entstandene Grünstich (durch die Mischung von Gelb mit Schwarz) wurde durch geringe Zugabe der Komplementärfarbe Magenta aber wieder beseitigt. Insgesamt nimmt das Gewicht der Schichtfarbe an der Schummerungsfarbe mit zunehmender Meereshöhe ab.

Die Aufhellung der Sonnenhänge brachte besonders in den braunen Schichten eine erhebliche Verbesserung der Plastizität. Geringfügige Farbverschiebungen können dabei in Kauf genommen werden. Durch die starke Modulation ist in der obersten Höhenstufe das Stufenbild etwas verloren gegangen. Aber man darf nicht vergessen, das es innerhalb dieses Bereichs Höhenunterschiede von fast 5000 Meter gibt !











Die Aufhellung der Lichterhänge ist bei der verwendeten Schummerung die einzige Möglichkeit, um z.B. die Höhendifferenz zwischen dem Altiplano und dem Illimani zu zeigen. Die verstärkten Höhenlinien für 1000 und 2000m grenzen die Höenschichten ausreichend voneinander ab, und die Lichterhänge haben eine weiche Kante. Deshalb können die helleren Flächen in der dunkelbraunen Schicht nicht als tieferliegende Höenschichten interpretiert werden.

Die richtige Modulationsstärke in einer Höhenzone ist wichtig :

Entsprechend der in einer Höenschicht enthaltenen Höhendifferenzen muß auch die Geländezeichnung angelegt sein. Diese steigert sich also von der leichten und weichen Schattierung im Tiefland bis zu den starken Kontrasten im Hochgebirge. Durch die niedrige Reliefenergie im Tiefland käme sogar eine Höenschichten-Darstellung ohne Modulation der Realität hier schon recht nahe. Bei den Höhenunterschieden über 2000 Meter muß dagegen das Relief kontrastreich sein.

Die Höhenfarbskala ist im Vergleich zur alten Karte leicht korrigiert : Die Farbe für 100-200 Meter bekam 5 % mehr Cyan, 500-1000 Meter bekam 5 % mehr Gelb, 1000-2000 Meter erhielt 5 % mehr Magenta. Die optische Gleichabständigkeit der Schichten und der gleichmäßige Farbverlauf insgesamt wurden dadurch verbessert.

An der vorliegenden Karte sind sicher noch kleine Verbesserungen und Veränderungen möglich, mehr und mehr werden diese dann aber subjektiven Kriterien gerecht. Dies zeigte sich schon in den Gesprächen bei der Präsentation der letzten Testkärtchen. Insgesamt ist das Kartenbild durch die neuen Modulationen etwas unruhiger geworden. Trotzdem ist, mit Ausnahme der obersten Schicht, die Unterscheidbarkeit der Höenschichten jetzt besser. Die neue Plastizität des Kartenbildes macht die Verbesserung hauptsächlich aus.

Die in der zweiten Karte enthaltene Meeresdarstellung ist an die Farbgebung bisheriger Alexander-Karten angelehnt. Sie ist insgesamt kräftiger, dadurch werden sowohl das Relief wie auch die Tiefen großer Meeresteile deutlicher. Der Tiefenunterschied von Schelf und Meeresboden bis -5000m kann nur durch einen entsprechenden Helligkeitsunterschied gezeigt werden. Dennoch müssen auch Licht und Schatten in 5000 Meter Tiefe noch sichtbar sein. Da der Kontinental-Schelf durch die Schummerung schon sehr deutlich wird, kann auf das Grün in der Schelffläche verzichtet werden. Der Schelf bekommt am besten das Hellblau des Meeres in der ersten Karte (die Karte ohne Meeresschummerung), dann wird die Trennung von Land und Meer wieder besser. Sicher kann das Meer im gesamten etwas aufgehellt werden, aber die Proportionen der hier zu sehenden Darstellung sollten dabei erhalten bleiben. Bevor durch eine starke Aufhellung der Atlantik in ein flaches Gewässer verwandelt wird, läßt man die Meeresschummerung besser ganz weg. Die Meeresschummerung kann durch Zugabe von Magenta in der Zeichnung

noch etwas verbessert werden. Das Verschwimmen der Schatten im Wasser war beabsichtigt, damit auch in der Reliefzeichnung ein Unterschied zwischen Meer und Land sichtbar ist.

Es muß bei der Beurteilung des vorliegenden Farbproofs beachtet werden, daß die exakt gleiche Darstellung im Druck wahrscheinlich nicht erreicht werden kann. Die Rasterpunkte unter 3 % Flächendeckung brechen dann sicher weg, oder sie werden leicht verstärkt wiedergegeben. Die hellsten Abstufungen der Reliefschattierung müssen im Tonwert dann wahrscheinlich etwas verstärkt werden, damit der Zusammenhang der Geländedarstellung erhalten bleibt. Dies führt zu einer etwas stärkeren Verschleierung der hellgelben Höhenschicht, aber dies ist aufgrund der dadurch verbesserten Geländemodulation leicht zu verkraften ! Möglich ist noch eine leichte Verstärkung des gelben Untergrundtons. Dadurch fällt die etwas stärkere Ver-schwärzlicheung dann weniger ins Gewicht. Im Vergleich zu den physischen Karten des ehemaligen Schweizer Mittelschulatlases (von Imhof) beispielsweise ist der Grauschleier hier wesentlich schwächer und wirkt eher verschönernd als verschmutzend. Eine zeichnungsfreie hellgelbe Fläche würde langweilig wirken, man würde den Platz für eine interessante Reliefzeichnung verschenken ! Da im Bereich von 200-500 m die Bewegungen der Erdoberfläche insgesamt schon wesentlich größer sind als bei 0-100 m ist eine deutliche Modulation hier auch entsprechend wichtiger. Der allmähliche Übergang von der 'ruhigen' Ebene zum 'bewegten' Gebirge muß sichtbar sein. Falls die Angst besteht, daß die zusammenhängende Geländemodulation bei Lehrern und Laien auf Ablehnung stößt, sei noch bemerkt : Die farblichen Veränderungen im Vergleich zur alten Karte sind so gering, das sie von vielen Lesern wohl erst auf den zweiten Blick bemerkt werden. (Diese Einschätzung ergab sich durch eigene, praktische Versuche). Man muß als Laie schon etwas genauer hinsehen, um die Modulationen im Bereich von 200-500 m zu sehen.

Bei genauer Arbeit besteht die Gefahr, daß man sich zu oft ins Detail begibt. Aufgrund der mit der Zeit gesteigerten Wahrnehmungskraft, aber auch durch die genauen Messungen am Computer, empfindet man kaum noch sichtbare Nuancen als große Unterschiede. Da wo eine objektive Beurteilung nicht mehr möglich ist, beginnt der persönliche Freiraum jedes Betrachters (z.B. bei kleinsten Farbnuancen). Bei Farbproofs ist sicher eine gute Beleuchtung bei mittlerem Tageslicht wichtig. Aber auch eine zusätzliche Betrachtung bei Glühbirnenlicht macht Sinn, da Atlanten des öfteren bei künstlicher Beleuchtung benutzt werden. (Bei gelblichem Glühbirnenlicht sind z.B. die Modulationen in der hellgelben Schicht schlechter sichtbar).

Neben der physischen Geländedarstellung sind auch die anderen Karteninhalte wichtig und müssen auf ihre neue Qualität überprüft werden. Hierzu zählen sämtliche Linienelemente (Küstenlinien, Höhenlinien, Landesgrenzen, Gradnetz), Signaturen, und die Beschriftung. Wie schon beschrieben, erforderten besonders die Höhenlinien und die Küstenlinien nach der automatischen Vektorisierung einen hohen Aufwand an Nachbearbeitung, und dadurch hat die vorliegende Karte jetzt auch hier die Qualität der Vorgängerin. Landesgrenzen, Gradnetz, Orts- und Punktsignaturen, sowie die gesamte Schrift haben die alte Genauigkeit. Die gesamte Schrift ist im Schwarz ausgeblockt, die helle Umrandung bewirkt, trotz teilweise kräftiger Geländemodulation mit Schwarz, eine gute Lesbarkeit. Da die Schummerung im Gebirge einen erheblichen Magenta-Anteil hat, entstand in den Schattenpartien ein roter Saum um die Schrift. Da die Schrift erst mit den Blockern in Freehand freigestellt wurde, war ein farbiger Saum unvermeidbar. Eine noch nicht genutzte Möglichkeit ist das Freiblocken der Schrift in Photoshop. Dort kann eine in den Blockerflächen entsprechend abgeschwächte Geländemodulation sogar unter der Schrift 'durchlaufen'. Die Schriftblocker müssen dafür als Flächen in Rasterdaten vorliegen.

Zum Schluß noch einige technische Daten zur neuen Karte :

Die in Photoshop erstellte Oberflächendatei hat eine Größe von 51,3 MB, bei einer Breite von 3125 Pixel und einer Höhe von 4304 Pixel. Dies sind exakt die äußeren Abmessungen des Kartenrahmens. Somit diente beim Positionieren des TIFF-Bildes in Freehand der Kartenrahmen als Einpaßhilfe und Überlappungsspielraum zugleich. Die Datei wurde damit so klein wie möglich gehalten. Zusammen mit der Freehanddatei ergab sich für die EPS-Datei eine Größe von etwa 58 MB. Wenn man alle nicht unbedingt erforderlichen Inhalte der Freehand-Datei löscht, kann die Gesamt-datenmenge eventuell nochmal um 1 MB verringert werden.

Die Auflösung des Laserbelichters beträgt 3386 dpi, die Karte wird im Offset-Verfahren mit 70 Linien pro Zentimeter gedruckt.

Besonders das Exportieren der Freehanddatei nach dem Positionieren des Tiffbildes kann, bei entsprechender Auslastung des Rechners, eine Weile dauern.

## ZWEITER TEIL



## 2.1 ÜBERLEITUNG

Mit der neuen Karte für den Alexander-Schulatlas war die vom Klett-Perthes-Verlag gestellte Aufgabe gelöst. Die Verbesserungen wurden erreicht durch die Optimierung der bereits vorhandenen Kartenelemente :

Die Reliefzeichnung wurde verbessert, aber das Original war dasselbe wie für die alte Karte. Die Farbskala für die Höhengschichten wurde optimiert, aber im ganzen praktisch nicht verändert. Alle anderen Karteninhalte wurden, mit Ausnahme von einigen Schriftpositionierungen, direkt übernommen.

Die Frage war nun, ob und wie eine weitere Verbesserung der Karte noch möglich war. Die Farbgebung war bisher vorgeschrieben gewesen, hatte aber durchaus ihre Mängel. Bei der Verwendung der gleichen Kartengrundlagen war die Farbe das einzige Gestaltungselement, was ohne größeren Aufwand verändert werden konnte. Bevor man aber Veränderungen an der bestehenden Farbgebung vornahm, mußten die Möglichkeiten der Farbgestaltung bekannt sein. Außerdem war es wichtig zu wissen, warum die Karte in ihrer Weise gestaltet worden war.

Deshalb folgen nun einige Kapitel, die sich mit dem nötigen Hintergrundwissen für die Farbgestaltung von physischen Karten befassen.

Höhenschichtenkarten mit der Grün-Gelb-Braun-Skala sind für die meisten Kartenbenützer am besten lesbar, weil sie diese Farbgebung von der Schule an gewohnt sind. Die Gewohnheit allein ist aber noch keine Garantie dafür, daß es nicht noch besser lesbare Gestaltungen gibt.

Da die folgenden Überlegungen für die Optimierung der Schulatlas-Karte nicht nötig waren, stehen sie in einem zweiten Teil, hinter den bisherigen Ergebnissen.

Der Vorschlag für eine verbesserte Farbgestaltung der Südamerika-Karte steht am Schluß dieses zweiten Teils.

## 2.2 GELÄNDESCHUMMERUNG

"Die Schummerung als Reliefdarstellung ist eine spezielle Darstellungsmethode, die das Ziel verfolgt, einen anschaulichen schattenplastischen Eindruck vom Gelände im Kartenbild zu erzeugen." (Brunner, H. 1978, S. 70).

Gute Schummerungen erfordern einen hohen Arbeitsaufwand. Oft fehlt ein Zeichner, der über die nötigen Fähigkeiten dafür verfügt.

Die Höhengschichten zeigen das Gelände als Stufenlandschaft und haben ohne Schummerung nur einen geringen Informationsgehalt. Lediglich in Karten kleinster Maßstäbe beschränkt man sich manchmal allein auf Höhengschichten.

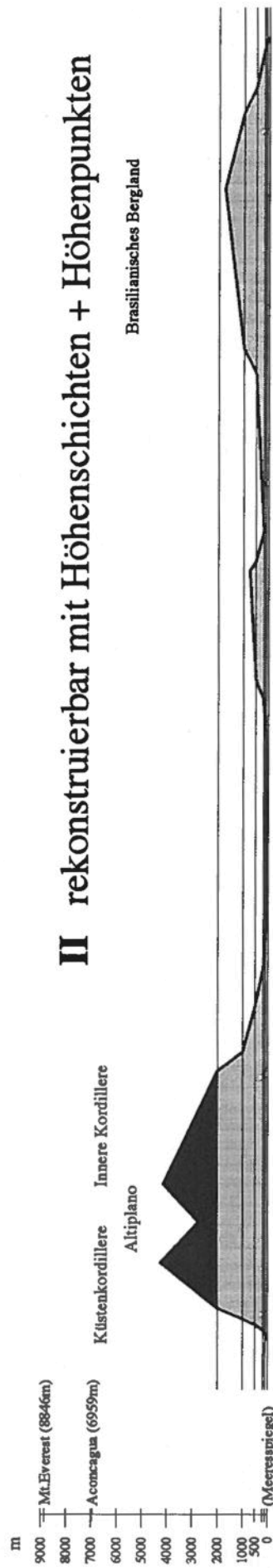
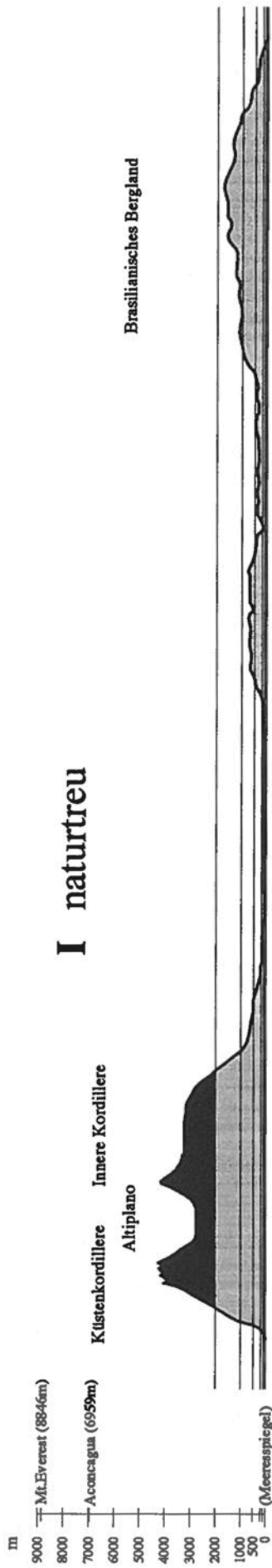
Die Graphik auf der nächsten Seite zeigt die Vereinfachung der topographischen Wirklichkeit durch eine Höhengschichtendarstellung :

Das erste Profil zeigt ein dem Maßstab entsprechend naturgetreues Bild (I). Der schwarze Bereich des Querschnitts wird von der Höhengskala des Alexander praktisch nicht mehr erfaßt, somit ergibt sich zunächst das unten gezeigte Stufenbild (III) (mit 'über 2000m' kann man beim Profilzeichnen nichts anfangen). Mit Hilfe der Höhengpunkte kann über 2000 Meter und auch zwischen den Höhengstufen noch differenziert werden, dadurch ist die Konstruktion des zweiten Profils möglich (II). Jeder Punkt, der hier nicht auf einer Höhenglinie liegt, muß als Höhengpunkt in der Karte vorhanden sein.

Der zweite Querschnitt ist somit das Maximale, was man aus Höhengschichten und Höhengnoten herauslesen kann. Wenn wir mehr über das Aussehen der Erdoberfläche wissen wollen, dann brauchen wir eine differenziertere Darstellung der 'Bewegungen im Gelände'. Eine weitere Differenzierung ist nur mit der Schummerung möglich. Wichtig ist dabei ein zusammenhängendes Bild, in dem die unterschiedlich starken Schattentöne, entsprechend den Gegebenheiten im Gelände, allmählich ineinander übergehen. Nur ein zusammenhängendes Schattenrelief wird vom Kartenleser auch als solches erkannt. Mit einer guten Schummerung, Höhengschichten und Höhengpunkten kommt man beim Profilzeichnen sehr nahe an das natürliche Bild (I) heran.

Eine Schummerung enthält zwar keine exakten Werte, aber relative Höhen und Tiefen können durch die Tonstärke gut gezeigt werden. Damit wird das abstrakte und naturfremde Höhengschichtenbild zu einem naturnahen Gesamtbild ergänzt.

# Profilschnitt West-Ost in 20° südlicher Breite (60-fache Überhöhung)



Bei der Bildung der Wertegruppen für die Höhenstufen wird die Unzulänglichkeit einer Höhenschichtendarstellung jedesmal deutlich. Das Vorhandensein einer guten Schummerung bedeutet hier eine große Entlastung für den Kartengestalter. (Was nicht heißen soll, daß die Art der Höhenstufung dadurch ohne Bedeutung ist). "Wir kennen in der Karte **drei verschiedene Arten von Schummerungen** :

1. Die **Böschungsschummerung** mit Tonabstufungen nach dem Prinzip 'je steiler, desto dunkler'.
2. Die **Schräglichtschummerung** oder Schräglichtschattierung. Hier entsprechen die Tongliederungen dem Schattenspiel, wie es bei schräg einfallendem Licht auf Reliefoberflächen entsteht.
3. Die **kombinierte Schummerung**, bei der die Effekte der Böschungs- und der Schräglichtschummerung kombiniert sind." (Imhof, E. 1965, S. 183).

Die Wahl der **Schattenfarbe** ist abhängig vom Maßstab und Zweck der Karte, und von den anderen Karteninhalten. Will man hier eine möglichst große Naturähnlichkeit erzielen, dann sind die Schatten nahe gelegener Objekte grau, die weit entfernter Körper graublau bis blau. "Die Reliefkarte entspricht gewissermaßen einem aus der Nähe betrachteten Modell des Geländes, jedoch mit Anlehnung an landschaftliche Aspekte. Man wählt daher am besten graublaue oder blaugraue oder blau-violett-graue Schattenfarben. Neutrales Grau wirkt etwas tot, reines Blau aber zu bunt und zuwenig körperhaft." (Imhof, E. 1965, S. 216).

Betrachtet man nur die Schummerung für sich, dann erreicht man die beste Darstellung bei Ausnutzung des gesamten Hell-Dunkel-Spektrums der Farben : Die Sonnenhänge der Hochgebirge bleiben im Extremfall praktisch weiß, die Schattenpartien erhalten bis zu 95% Schwarz. Die Modulation des Geländes wird also mit den vielen Farbtönen erzeugt, die zwischen den Extremen Weiß und Schwarz liegen. Dadurch wirkt die Darstellung insgesamt zusammenhängend. Entscheidend für den plastischen Eindruck ist ausschließlich das Hell-Dunkel der Farben, die Farbtöne selbst haben (für die Schummerung) keinen Einfluß auf die Modulation. "Karten großer Maßstäbe, gleichsam aus der Nähe betrachtete Gebiete, ertragen im allgemeinen kräftigere Schatten-töne als solche kleiner Maßstäbe. (...) Die Schattentonstärke hängt im übrigen wesentlich vom Zweck und Charakter einer Karte ab. Amtlich topographische Karten wird man weniger kräftig reliefieren als entsprechende Schulkarten. In jenen gilt das Hauptinteresse dem Detailinhalt, in diesen aber ist vor allem die Bildhaftigkeit von Bedeutung." (Imhof, E. 1965, S. 217).

In Kombination mit anderen Karteninhalten sind der Schummerungsdarstellung aber außerdem folgende Grenzen gesetzt : Durch den fast überall vorhandenen und nicht selten kräftigen Grauton werden die Farben der darunter liegenden Darstellung

getrübt und in ihrer Wirkung abgeschwächt, teilweise sogar verändert. Ein gutes Beispiel hierfür sind die mittleren Höhen in den physischen Karten im Schweizerischen Mittelschulatlas von Eduard Imhof. (Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren der Schweiz 1976). (Im aktuellen Schweizer Weltatlas, Ausgabe 1994 von Ernst Spiess, fehlen die physischen Karten leider fast völlig). Weiter hinten habe ich das Testkärtchen einmal nach einer solchen Skala gestaltet. Natürlich ist die Qualität der Schummerungen bei Imhofs Karten kaum noch zu übertreffen, aber die Farbtrübungen in den mittleren Lagen sind bei ihm nicht zu übersehen.

Bei völliger Ausnutzung des Hell-Dunkel-Spektrums wird die Schrift, die meist in Schwarz gehalten ist, in Bereichen mit starken Schatten schlecht lesbar. Eine Freistellung schafft zwar Abhilfe, das Bild der Schummerung wird dadurch aber auch zerrissen.

Neben der genauen Darstellung der Bewegungen im Gelände mit einem möglichst großen Hell-Dunkel-Kontrast strebt man auch nach einem weichen Verlauf der Modulation. Dieser weiche Verlauf ist besonders wichtig in Gebieten mit geringer Reliefenergie und am Übergang vom Ebenenton zu den hellen Sonnenhängen.

Traditionell wurde für die Schummerungsfarbe meist Schwarz oder Braun gewählt. Zur Vermeidung der angesprochenen Trübung und Veränderung der Grundfarben entschieden sich viele Kartenhersteller für eine insgesamt aufgehellte, nur in den Schattenhängen betonte Schräglichtschattierung, wodurch die Grundfarben in großen Teilen der Karte in ihrer ursprünglichen Wirkung voll zur Geltung kamen. Nachteil dieser Lösung waren die Abrisse, die am Übergang von Flächenfarbe und Schatten entstanden waren. Der Zusammenhang der Geländemodulation war verlorengegangen, die Schattenflächen lagen einzeln in der Karte und konnten von vielen Lesern nicht mehr als solche erkannt werden. Ein gutes Beispiel hierfür ist die Vorgängerin unserer neuen Südamerikakarte, in der man die Schattenflecken in den unteren und mittleren Höhenschichten besser ganz weggelassen hätte. (Klett-Perthes 1993, S. 112).

Das zentrale Thema (und die 'Invariante') ist in jeder physischen Karte die Erdoberfläche, dargestellte Komponenten der Erdoberfläche sind die Meereshöhe und die Reliefenergie. Erst die Kombination beider Darstellungen ergibt ein dem Maßstab entsprechend vollständiges Bild. Die neue Südamerika-Karte bietet ein solches Bild. Sie enthält eine Schummerung, mit der die vorhin angesprochenen Probleme weitgehend gelöst sind. Die Schummerung ist den darunterliegenden Farbflächentönen angepaßt. Somit hat jede Höhenschicht eine eigene, zu ihr passende Modulationsfarbe. Die Farbflächenmodulation wurde von anderen Kartenherstellern auch auf analogem Wege schon durchgeführt, die meisten

verzichteten aber wegen des hohen Arbeitsaufwandes darauf. Imhof z.B. erzielte eine Farbflächenmodulation, in dem er die Höhenschichten mit dem Negativ des Reliefs 'aufschnitt'. So entstand eine in der Farbe der Höhenschicht angelegte Schummerung. Die Farbflächenmodulation kam bei Imhof in Schulhandkarten und Schulwandkarten, die bei Orell Füssli hergestellt wurden, zur Anwendung. Die Farbmodulation einzelner Flächen (z.B. Gletscherflächen mit Blau) war allgemein bei den Kartenherstellern schon länger üblich.

In Übersichtskarten mit naturähnlichem Charakter wurde die Farbflächenmodulation, also hier die Modulation der Bodenbedeckungsfarben, auch durchgehend für alle Flächen schon angewandt. Ein schönes Beispiel sind hier die Karten im 'Großen Marco Polo Weltatlas' von Mairs Geographischem Verlag. (Liber Kartor AB 1994, ab S. 96).

Die entscheidende Verbesserung der Geländezeichnung in unserer Karte gelang erst durch die **zusammenhängende Modulation**, sowie durch die **Aufhellung der Lichterhänge** nach dem Zusammenfügen von Schummerung und Höhenschichten. Die jetzt vorhandene Geländemodulation ist also eine verbesserte Schräglichtschummerung, wobei die neue Lichterhangzeichnung aber nicht differenziert ist. Die Flächen der Lichterhänge sind gleichmäßig aufgehellt, im Gegensatz zu den Schatten, die noch einen Hell-Dunkel-Verlauf haben. Durch die kleinen Flächen und die weichen Ränder fällt das aber nicht auf.



## 2.3 ANSCHAULICHKEIT UND NATURÄHNLICHKEIT

### a) in kartographischen Darstellungen allgemein

"Eine bemerkenswerte Eigenschaft der Karte ist die Möglichkeit, ein Gebiet beliebiger Größe (...) zu zeigen und unmittelbar überschaubar zu machen, so daß man es mit einem Blick erfassen kann." (Salitschew, K. 1967, S. 24). Die Karte ist sowohl ein Speicher als auch ein Kommunikationsmittel zur Verbreitung von geographischem Wissen. Keine textliche Abhandlung kann die Karte ersetzen. Vereinfacht könnte man sagen : Je besser die Karte ist, desto besser klappt die Kommunikation zwischen dem Geographen und dem Kartenleser. Der Kartograph hat also sozusagen die Funktion eines Dolmetschers.

Die Karte ist ein mehr oder weniger abstraktes Modell, was immer nur einen Teil der Wirklichkeit zeigt. "Zum Ziel der Kartenzeichen gehört die Herausbildung des Wesens, des Typischen und des Regelhaften einer bestimmten Sache, welches dann im Modell zur Darstellung gebracht werden soll." (Steurer, C. 1981, S. 90). Einfache Sachverhalte können meist auch leicht anschaulich dargestellt werden, je komplexer aber die Themen bzw. Inhalte werden, desto schwieriger wird es i.d.R. mit der Anschaulichkeit. Sicher gibt es dabei für jeden Sachverhalt eine optimale Mischung von Informationsmenge und guter Lesbarkeit.

Naturähnlichkeit erleichtert das spontane Erfassen von Informationen, aber es gibt auch eine falsche Naturähnlichkeit (!). Damit meine ich die Verwendung von Farben aus der Natur, die ohne Hilfe durch die Legende zu falschen Assoziationen führen kann. Nach Imhof gibt es 3 Möglichkeiten oder Tendenzen für die flächenhafte Farbgliederung einer Karte :

- a) Man strebt nach möglicher farbiger Naturähnlichkeit,
- b) Man bedient sich konventioneller, symbolhafter Farben,
- c) Man sucht die beiden genannten Prinzipien der Naturähnlichkeit und der Symbolik miteinander zu verbinden.

Die meisten kartographischen Lösungen sind solche Kombinationen oder Kompromisse. In diesem Zusammenhang nennt Imhof "zwei völlig wesensverschiedene Gestaltungsabsichten (...) : Der eine Weg erstrebt ein unmittelbares Ansichtsbild der Reliefoberfläche. Der andere Weg führt zur fiktiven, mittelbaren Darstellung." (Imhof, E. 1958, S. 1).

Vollkommene Naturähnlichkeit gibt es in einer Karte nicht, ziemlich naturtreue Momentaufnahmen liefern farbige Luftbilder. Mit zunehmender Flughöhe werden die Objekte immer undeutlicher und kleiner, die Farben werden durch die

Atmosphäre verschleiert. Somit ist das wolkenfreie Satellitenbild eines ganzen Kontinents durchaus naturtreu (es bildet annähernd das ab, was der Astronaut sieht), aber es enthält außer der Impression wenig exakte Informationen. Sobald nun das Bild verändert wird, um bestimmte Informationen zu verdeutlichen oder gar neue Inhalte aufzunehmen, verlassen wir den Zustand der unmittelbaren Naturähnlichkeit. Hier beginnt der Wirkungsbereich des Kartographen.

Verwendet man anstelle der blassen Satellitenbildfarben die Bodenbedeckungsfarben, wie sie von der Erdoberfläche aus erscheinen, dann ist die Lesbarkeit der Karte schon besser. In Kombination mit einer gut ausgearbeiteten Geländeschummerung ergibt sich bereits ein recht informatives und zugleich noch naturnahes Bild. (Dabei dürfen die Bodenbedeckungsfarben nicht zu intensiv sein, damit die Reliefzeichnung gut zur Geltung kommt). Die Geländeschattierung muß mit kleiner werdendem Maßstab immer mehr übertrieben werden. Dreidimensionale Geländemodelle ohne Überhöhung verdeutlichen die wahren Höhenverhältnisse: "Je kleiner die Maßstäbe, desto mehr werden die supponierten Modelle zu äußerst flachen Fladen mit kaum wahrnehmbaren Rauigkeiten." (Imhof, E. 1965, S. 90). In einem nicht überhöhten 3-d-Modell im Maßstab 1 : 25 000 000 (der Maßstab unserer Südamerika-Karte) hat ein in der Natur 4000 Meter hoher Berg eine Höhe von 0,16 Millimeter. Natürlich kann ein Schattenrelief diese Höhenverhältnisse nicht adäquat vermitteln. Eine Übertreibung ist (entsprechend dem Generalisierungsgrad der Geländedarstellung) zudem wichtig, um das richtige Verhältnis zu den vereinfacht dargestellten Flächengliederungen zu wahren.

Zur Verdeutlichung der Höhenverhältnisse können außerdem noch Höhenlinien herangezogen werden. Die Vegetationsareale sollten bei kleinen Maßstäben nicht mit exakten Linien begrenzt werden, sondern am Rand allmählich ineinander übergehen, so wie es auch meistens in der Natur der Fall ist.

Karten dieser Art sind leider recht selten, wohl deshalb, weil sie im Vergleich zu anderen Kartentypen weniger geometrisch exakte Informationen enthalten. Man findet sie in heutigen Weltatlanten (ohne Höhenlinien) oft als Einstiegskarten, also Erd-teilkarten in kleinsten Maßstäben. Im Hauptteil der meisten Atlanten müssen sie dann den traditionellen Höhengschichtenkarten weichen. Aber kaum ein Leser folgt bei jedem Atlasgebrauch dem Konzept, also dem inhaltlichen Aufbau, des Werkes. Demzufolge müßte er einen Ort oder geographischen Namen zuerst in der naturähnlichen Erdteil-karte im Einleitungsteil, und dann in einer großmaßstäblichen Höhengschichtenkarte im Hauptteil suchen. Der Normalfall ist aber der, daß der geographische Name im Register aufgesucht, und dann die dort angegebene Karte zur Weitersuche verwendet wird. Oder der Leser sucht sich selbst die Karte, auf der er

seinen Ort zu finden hofft. Für die meisten Orte und geographischen Namen ist dies dann keine Erdteilkarte, sondern die Karte mit der größten Genauigkeit, also eine mittel- oder großmaßstäbliche Karte. Hier stellt sich dann die Frage, welche Information über ein dem Leser noch unbekanntes Gebiet am Anfang die wichtigste ist. Die der Meereshöhe, der Vegetation, der Bodenbeschaffenheit, der Landnutzung, oder des Klimas, ... ? Sicher sind die genannten Themen nicht ganz unabhängig voneinander, denn eine Vegetationskarte z.B. enthält natürlich indirekt auch Informationen über das Klima, die Meereshöhe läßt Rückschlüsse zu auf die Temperaturen in einem Gebiet.

Die Verschmelzung der genannten Komponenten führt zu einem Gesamteindruck über das gezeigte Areal, der mit einer naturähnlichen topographischen Karte vermittelt werden kann. Trotz unterschiedlicher Auffassungen des Begriffes 'Landschaft' und Komplexität der geographischen Wirklichkeit bietet diese Karte ein naturähnliches Bild, mit dem auch der Laie etwas anfangen kann : "Wir gehen davon aus, was der Bewohner beim Betrachten seiner Umgebung sieht und was er gleichzeitig damit assoziiert. (...) Vorherrschend bleibt dabei immer das Relief und die Oberflächen-bedeckung." (Herrmann, C. 1972, S. 4).

Für die Geographen hat die Höhenschichtenkarte traditionell eine zentrale Bedeutung, an sie lassen sich andere Themen gut anknüpfen. Klimakarten enthalten für jeden Leser wichtige Informationen über Niederschlag und Temperatur. Die Vegetationskarten aber zeigen für den Laien das wirklichkeitsnächste Bild eines Gebietes. Ich meine, daß die vom durchschnittlichen Atlasbenutzer beim alltäglichen Atlasgebrauch verwendete Karte keine Höhenschichtenkarte sein muß, denn dieser ist meist Laie. Eine naturähnliche Karte der Bodenbedeckungen erfüllt die hier gestellten Anforderungen besser. Der große Raum der farbigen Flächen in der Karte sollte bei einem viel gebrauchten Exemplar nicht allein vom Kontinuum Meereshöhe beansprucht werden !

In seiner Bedeutung nicht zu unterschätzen ist **das erste Bild**, was sich beim Leser vom gezeigten Gebiet einprägt.

In diesem Zusammenhang stellt sich auch die Frage, von welchem Standpunkt aus der Kartograph die Kartengestaltung betrachtet : Sieht er sein Werk aus der Sicht des Geographen, für den die Karte immer nur ein Einstieg in die Wissenschaft sein kann ? Oder versetze ich mich in die Lage des Laien, für den die Karte einen Sachverhalt oft schon erschöpfend darstellt ? Diese Frage wird meist schon am Anfang vom jeweiligen Auftraggeber beantwortet, es gibt aber auch Karten mit einem vielschichtigen Benutzerkreis.

Die Theoretische Kartographie ist die Basis für jede kartographische Tätigkeit. "Ihr zentrales Anliegen und Arbeitsfeld ist aber die Methodenlehre der Kartographie,

welche die Grundlagen für eine adäquate kartographische Umsetzung der Wirklichkeit unter Berücksichtigung der richtigen und objektiven Auffaßbarkeit durch den Betrachter schafft." (Arnberger, E. 1975, S. 22). Wenn es mir dabei um eine möglichst effektive Informationsvermittlung geht, dann muß ich mich in erster Linie nach den Fähigkeiten (und auch nach dem Vorwissen) des Kartenlesers richten. Ist der Kartenleser also ein Geograph, so muß ich notfalls alle mir gegebenen Fähigkeiten aufbieten, um den Anforderungen an die Karte gerecht zu werden. Für den Laien sind die Dinge eben einfacher. Die einfache Aufgabenstellung stellt für den Kartengestalter aber i.d.R. keine reizvolle Aufgabe dar. Er hat sogar Angst, daß er die Gestaltung anspruchsvoller Karten wieder verlernt, und deshalb läßt er sich nicht gern herab auf das Niveau (die Lesefähigkeiten) des Laien. Klar, aber dadurch bleibt eben die Karte für den Benutzer oft etwas Abstraktes, Unverständliches.

Die allermeisten Karten werden nicht für Geographen oder Kartographen gemacht, sondern für den sog. Normal-User. Aber auch innerhalb dieser Gruppe der 'Nichtfachleute' gibt es durchaus Unterschiede im Verständnis für kartographische Darstellungen.

Für eine Beschreibung der unmittelbaren Aussagekraft einer kartographischen Darstellung kann man unterscheiden zwischen impliziter und expliziter Darstellung : "Ausgegangen wird davon, daß Mathematik und Graphik aufgrund ihres methodischen Charakters Gemeinsamkeiten aufweisen. In der Mathematik ist es möglich, Beziehungen zwischen Variablen sowohl implizit (...) als auch explizit (...) auszudrücken. Es liegt nahe, diese Begriffe auch auf (karto)graphische Darstellungen anzuwenden." (Grosser, K. 1985, S. 316). **Implizit** heißt soviel wie eingeschlossen, nicht entfaltet. Der Leser muß sich die Aussagen der Karte mit Hilfe der Legende erst erschließen. Die Karte zeigt oft nicht mehr die Basisdaten aus einer Erhebung, sondern bereits eine Weiterverarbeitung des Datenmaterials. Synthetische Karten sind somit implizite Darstellungen. Als Beispiel sei eine Karte der Klimaregionen genannt : Informationen über Niederschlagsmengen oder mittlere Temperaturen liefert erst das Studium der Legende, oft fehlen genaue Werte überhaupt. **Explizit** ist das Gegenteil davon, hat also die Bedeutung von entfaltet, ausdrücklich, deutlich. Hier sind die Erhebungen unmittelbar in die Karte eingetragen, die Legende hat oft sogar nur eine ergänzende Funktion. Analytische Karten enthalten solche expliziten Darstellungen. Als Beispiel nennen kann man hier eine Bevölkerungsdichtekarte : Das Kartenbild liefert bereits wesentliche Informationen, die Legende wird nur zur Erfassung einzelner genauer Werte gebraucht.

Die unmittelbare Anschaulichkeit erleichtert in jedem Fall das Erfassen von Zusammenhängen, egal ob der Kartenleser Kartograph oder Laie ist. Komplexe

Sachverhalte dürfen aber nicht um der Anschaulichkeit willen zu stark vereinfacht werden.

Das schrittweise Heranführen an komplexe Sachverhalte und Zusammenhänge ist in jedem Lehrplan ein Grundprinzip. Entsprechend diesem, in heutigen Schulatlanten ja bereits umgesetzten, Prinzip müssen meiner Ansicht nach auch Weltatlanten in Zukunft gestaltet sein :

Der Inhalt zumindest einer Kartenreihe muß an das Wissen des Kartenlesers anknüpfen, d. h. diese Karten müssen leicht verständlich sein und möglichst am Anfang des Werkes stehen. Entsprechend den Maßstabsreihen unterschiedliche Karteninhalte sind notwendig, die Karten mit dem größten Maßstab müssen naturähnliche topographische Karten sein. Für Klimakarten sollte eine komplette Maßstabsreihe zur Verfügung stehen, analytische Karten zu Jahresniederschlägen und mittleren Temperaturen sind hier informativer als synthetische Karten.

Die Länge der Zeit, die der Kartenbenutzer für den Erhalt der gewünschten Information benötigt, entscheidet über die Qualität der Karte. Bertin spricht in diesem Zusammenhang von der Prägnanz des graphischen Bildes : "Wenn eine Konstruktion zur Beantwortung einer gestellten Frage unter sonst gleichen Voraussetzungen eine kürzere Betrachtungszeit erfordert als eine andere Konstruktion, so bezeichne man diese als prägnanter in Bezug auf die gestellte Frage." (Bertin, J. 1974, S. 17). Aufgrund der Eigenschaften der graphischen Variablen (Größe, Helligkeitswert, Muster, Farbe, Richtung, Form) lassen sich Konstruktionsregeln aufstellen, durch die für jede Aufgabenstellung die prägnanteste Darstellung ermittelt wird. Oft gibt es mehrere gleichwertige Lösungen.

Karten mit komplexen Inhalten sind i.d.R. schwer lesbar. Eine wirklich gute Karte muß ihrem Inhalt entsprechend leicht lesbar sein. Handelt es sich um komplexe Sachverhalte, so kann nicht erwartet werden, daß die Karte gleich auf den ersten Blick alles zeigt. Dennoch können aber bestimmte Dinge auch in komplexen Karten auf den ersten Blick verständlich dargestellt sein. Je besser eine Karte ist, desto weniger braucht der Leser die Legende zu ihrer Entschlüsselung.

Leider sind heute viele Karten vor allem aus wirtschaftlichen Gründen (Produktion, Verkauf) qualitativ schlechter als ihre Vorläufer vor 20 Jahren. Wenn man bedenkt, welche Möglichkeiten sich mit der heutigen Technik bieten, was an Kartenqualität heute machbar wäre, dann sind die Produkte im Vergleich dazu (oftmals) wirklich schlecht. Das bedeutet, daß, letztendlich durch die Gesetze der Marktwirtschaft, die Errungenschaften der Vergangenheit teilweise wieder eingebüßt werden. Der Kartenhersteller richtet sich nach den Wünschen des Käufers, aber viele Käufer können die Qualität eines Produktes gar nicht einschätzen, weil sie eben 'nicht vom

Fach' sind. Ein Schulatlas hat hier eine sehr wichtige Funktion : Fast jeder Schüler bekommt durch ihn die ersten Eindrücke von Landkarten, für viele ist es der erste und vielleicht sogar letzte eigene Atlas. Neben der möglichst effektiven Vermittlung des Lehrplanstoffes sollte mit dem Schulatlas generell ein Interesse für die Geographie geweckt werden. Karten, die nur das nötigste an Informationen enthalten, sind vielleicht für die Klassenarbeit die besten, aber mit ihnen kann ein Interesse für die Geographie kaum geweckt, geschweige denn befriedigt werden.

### *b) in Höhengschichtenkarten*

Für eine geometrisch exakte und detaillierte Darstellung der Höhenverhältnisse, wie sie von physischen Karten gefordert wird, reichen die Geländeschummerung und die Höhenkoten der naturähnlichen Karte natürlich nicht aus. "Der Kartenbenützer soll aus der Darstellung Lage und Höhe von Punkten, Entfernungen, Höhenunterschiede, Flächenneigungen, Flächenlagen usw. leicht und sicher entnehmen (herauslesen und herausmessen) können." (Imhof, E. 1958, S. 1). Eine weitere Verdichtung der Höhenkoten ist aber nur bis zu einem gewissen Grad möglich. Deshalb wird die Vielzahl an Werten zu Gruppen zusammengefaßt und, bis auf eine Auswahl markanter Geländepunkte, als Höhengschichten flächenhaft dargestellt. Bei der physischen Karte ist ein wie oben beschriebenes unmittelbares Ansichtsbild also nicht mehr möglich, man geht zur fiktiven, mittelbaren Darstellung über. Das Höchste, was sich in einer physischen Karte erreichen läßt, "ist eine möglichste Annäherung der Form- und Farbeffekte an allgemeine visuelle landschaftliche Erfahrungsvorstellungen. Nach meiner Ansicht ist ein gutes schattenplastisches Formenbild der entscheidende Beitrag zu diesem Ziel." (Imhof, E. 1958, S. 4). Zwei gewichtige Gründe sprechen dafür :

1. Körperliche Naturformen sind damit sicher erfassbar, sie sind bildlich eindeutiger und objektiver wiederzugeben als die Farben der Landschaft.
2. Einfarbige Landschaftsbilder wie z.B. Schwarz-Weiß-Photos zeigen trotz des Fehlens der landschaftlichen Farben einen hohen Grad an Naturähnlichkeit. Das gleiche gilt für schwarz-weiße Reliefkarten.

"Im Gegensatz dazu erreichen Farbgliederungen für sich allein, ohne schattenplastische Darstellung der Formen, niemals einen so hohen Grad an Naturähnlichkeit. Die Farbe ist in solchen Fällen nur in Verbindung mit dem Körperlichen wesentlich und verständlich." (Imhof, E. 1958, S. 4).



Auch mit den Ausführungen Bertins über den Lese-prozeß läßt sich die Verwendung einer ausgeprägten Reliefschummerung begründen. Er unterteilt den Lesevorgang in 3 Erfassungsstufen :

In der ersten Stufe, der **elementaren Stufe des Erfassens**, sucht sich der Kartenleser einen Einzelwert aus der Karte. Die Frage lautet : Wie hoch ist dieser Berg / Geländepunkt ?

In der zweiten Stufe, der **mittleren Stufe des Erfassens**, betrachtet er das Umfeld seines Ortes. Er bekommt einen Eindruck über die nähere Umgebung seines Gelände-punktes. Sein Blick wandert in der Karte umher, lokale Zusammenhänge werden erfaßt.

In der **obersten Erfassungsstufe**, also der dritten, erkennt der Leser dann größere, globale Zusammenhänge (z.B. die gesamte Höhengliederung des gezeigten Gebietes).

Die Dichte der Kartierung und der Maßstab entscheiden, in welcher Erfassungsstufe der Lese-prozeß beginnt.

"Die Stufen des Erfassens sind Integrationsstufen des Gedankens vergleichbar".  
(Bertin, J. 1974, S. 18).

Höhenkoten liefern genaue Einzelwerte und somit die Informationen für die elementare Erfassungsstufe. Höhengliedern eignen sich gut für die Darstellung der Gesamt-zusammenhänge, was für die dritte Erfassungsstufe wichtig ist. Das Darstellungselement für die mittlere Stufe des Erfassens kann also nur die Schummerung sein. Die Höhengliedern allein sind zumindest in kleinen Maßstäben eine dafür schon zu stark vereinfachte Darstellung. Höhenkoten beziehen sich nur auf bestimmte Punkte und haben, bis auf ihre Streuung, zusammen keinen zusätzlichen Informationsgehalt. Die Schummerung bildet so betrachtet ein Bindeglied zwischen den auf einzelne Punkte beschränkte Höhenkoten und den für eine Gesamthöhengliederung angelegten Höhengliedern.

"Farbe dient der Veranschaulichung, Unterscheidung und Betonung. Farbe ist unmittelbarer Inhalt alles Geschehenen." (Schmidt, H. 1958, S. 102). Somit haben hier die von Imhof genannten konventionellen, symbolhaften Farben vor allem für die Höhengliederung große Bedeutung.

Allgemeingültige naturnahe Farben gibt es bei der Höhengliedern-darstellung nicht. "Unter der auf E.v.Sydow (1838) zurückgeführten Bezeichnung als Regionalfarben versteht man eine Skala von Grün über Gelb oder Hellbraun zu Mittelbraun und Dunkelbraun, die damit etwa einer Gliederung nach kulturgeographischen Regionen (Grünland, Ackerland, Bergland) entspricht". (Hake, G. 1982, S. 272).

Etwas zur Entstehungsgeschichte dieser Höhenfarbskala steht im Kapitel 'Andere Höhenfarbskalen'.

Die Sydow-Wagner-Skala enthält mit ihrem Grün-Gelb-Braun-Verlauf nur Farben aus der Natur, sie vermittelt aber einen falschen naturähnlichen Eindruck. Eine solche Farbgebung ist nur dann zu rechtfertigen, wenn lediglich eine einzige Karte zu einem Untersuchungsraum zur Verfügung stehen kann (in Zeiten materieller Not). Die Aussagen einer so gefärbten Karte führen in verschiedene Bereiche der Geographie, und hierin liegt (zusammen mit entsprechenden Erläuterungen) auch ihre Stärke : Mit einer einzigen Karte können mehrere Zusammenhänge erläutert werden. Aber dieser sicher bedeutende Vorteil geht auf Kosten einer noch besseren Geländedarstellung. Da es heute in jedem Schulatlas geographische Übersichtskarten gibt, in denen die Bodennutzung detailliert und anschaulich gezeigt wird, kann auf die Regionalfarben (nach kulturgeographischen Regionen) in der physischen Karte sicher verzichtet werden. Beziehungen zwischen Meereshöhe und Bodenfruchtbarkeit werden beim Vergleich von physischer Karte und geographischer Übersichtskarte schnell deutlich. Diese Beziehungen können je nach Untersuchungsgebiet sehr unterschiedlich sein, z.B. ist die Bodengüte in der Pampa Argentiniens eine andere als in der Selvas des Amazonastieflandes. Deshalb ist eine globale Gliederung nach kulturgeographischen Regionen eine zu starke Vereinfachung, nicht selten sogar eine Verfälschung der Tatsachen. Ein weiteres gutes Beispiel bieten hier die Hochländer der Anden, welche in unserer Karte dieselbe Höhenschichtenfarbe bekommen wie der Gipfel des Kilimandscharo.

Der Problematik insgesamt gerecht werden könnte man in einem Schulatlas durch einen direkten Vergleich von Geländephysis, Bodenfruchtbarkeit und Bodennutzung. Denn bedingt durch das Klima werden natürlich auch nicht alle fruchtbaren Böden landwirtschaftlich genutzt. Im Alexander z.B. könnte eine Darstellung der Bodenfruchtbarkeit mit einer dezenten Flächensignatur leicht in die Karte über Bergbau und Industrie aufgenommen werden.

## 2.4 FARBE ALS GESTALTUNGSMITTEL

### a) Allgemeines

Der Farbgestaltungsspielraum ist in der Kartographie nicht so groß wie in anderen Bereichen der graphischen Gestaltung oder gar der Kunst, dennoch unterliegen die kartographischen Ausdrucksmittel denselben visuellen und ästhetischen Gesetzen. "Wir Kartographen aber sind bis ins Kleinste gebunden durch topographische Messung, statistische Zählung, durch gewisse Normung der Signaturen und Farben, durch eine im wesentlichen nicht künstlerische Zielsetzung." (Imhof, E. 1965, S. 400). Aber : "Künstlerische Begabung, ästhetisches Empfinden, Sinn für Proportionen, für Harmonie in Form und Farbe und für graphisches Zusammenspiel sind unabdingbar, um die schöne Karte und damit die anschauliche, ausdrucksstarke, gute Karte zu erzeugen." (Imhof, E. 1965, S. 400).

Für viele Kartentypen, auch für die physischen, gelten die heute vorkommenden Farbgebungen als ausgereift. Wichtig ist aber, daß es für die meisten Aufgabenstellungen mehrere gleichwertige Lösungen gibt. Und jede Lösung resultiert aus bestimmten Überlegungen und Absichten des Gestalters. "Viele Vorschläge und Karten zeigen redliches Bemühen, der Psychologie und der Symbolik der Farben entgegenzukommen. Trotzdem fehlen sehr oft die letzten farblichen Konsequenzen." (Schiede, H. 1957, S. 131).

Bei Bertin ist Farbe eine von 8 Möglichkeiten, die dem Kartographen (oder allgemein : dem Graphiker) als 'Werkzeuge' zur Veranschaulichung eines Sachverhaltes zunächst einmal zur Verfügung stehen. Da jedes Kartenelement auf dem Papier eine gewisse Fläche einnimmt, sind theoretisch auch nur Flächen darstellbar. Die Flächen können variieren in Bezug auf ihre Lage in der Karte, darstellbar durch die beiden Dimensionen der Ebene. Ist die Lage eines Flecks vorgegeben, so gibt es noch die Variationsmöglichkeiten, die sich auf das Aussehen beziehen. Diese Variablen sind :

**Größe, Helligkeitswert, Muster** (ab einer gewissen Größe), **Form, Richtung** (wird deutlich bei länglicher Form), und die **Farbe**.

Die graphischen Variablen haben unterschiedliche Aussagekraft, und so kann nicht jede zur Darstellung eines bestimmten Themas dienen. Bertin beschreibt die Aussage-möglichkeiten mit Begriffen wie 'assoziativ', 'selektiv', 'geordnet' und 'quantitativ'. Je mehr dieser Eigenschaften auf eine Variable zutreffen, desto höher ist ihre Gliederungsstufe, d.h. desto mehr Aufgabenstellungen können mit ihr gelöst werden. Die Größe hat die höchste Gliederungsstufe, und somit werden in der

Kartographie sehr viele Sachverhalte mit Hilfe der Größenvariation einer Signatur veranschaulicht. Die Farbe steht nach diesen Gesichtspunkten, entsprechend ihrer begrenzten karto-graphischen Aussagemöglichkeiten, auf einer relativ niedrigen Gliederungsstufe, sie kann zur Ergänzung und Betonung graphischer Darstellungen herangezogen werden. Die meisten, nicht zu komplexen, thematischen Karten vermitteln aber auch ohne Farbe die wesentliche Information. "Die Farb-Redundanz dient lediglich dazu, die Selektivität zu verbessern." (Bertin, J. 1974, S. 95).

Die 'Graphische Semiologie' von Bertin bietet eine wertvolle und für die Kartengestaltung sehr hilfreiche Systematik. Allerdings hat auch eine solche Systematik ihre Schwächen und darf deshalb nicht übertrieben werden. Nach Bertin ist z.B. mit der Farbe allein keine Ordnung darstellbar : "Farben von gleichem Helligkeitswert lassen sich spontan nicht in eindeutiger Reihenfolge ordnen. Jeder Betrachter ordnet sie in einer anderen Reihenfolge". (Bertin, J. 1974, S. 95).

Sicher gibt es keine allgemeingültige Farbenordnung. Aber auf einen konkreten Sachverhalt bezogen gibt es durchaus allgemein verständliche Farbenordnungen, die zu einer besseren Veranschaulichung des Gezeigten beitragen können.

Neben der Verbesserung der Lesbarkeit hat die Farbe vor allem auch die Aufgabe, die Aufmerksamkeit der Zielperson erst einmal zu wecken. Deshalb spielt die Frage der Farbkomposition eine sehr wesentliche Rolle. Eine Darstellung kann fachlich noch so gut gelöst sein. Aber wenn die Farbgebung dem Leser nicht gefällt, dann wird er sich nicht lange mit der Karte beschäftigen.

### *b) Farbordnungen*

Grundlage für die Arbeit mit Farben ist eine **Farbenlehre** oder **Farbenordnung**. Intuitives Gestalten würde ich hier verbinden mit mehr oder weniger komplexen, vielleicht auch instabilen, unbewußten Ordnungen. Die Farben können nach unterschiedlichsten Kriterien geordnet werden, für eine Veranschaulichung dieser Ordnungen dienen jeweils geometrisch beschreibbare Flächen und Körper. Einige wichtige Ordnungen sind : Der Farbkreis nach Goethe (1793), die Farbkugel von Runge (1810), eine Farbhalkugel von Chevreul (1839), das gleichseitige Farbdreieck von Maxwell (1857), ein Farbkegel von Wundt (1893), der Doppelkegel von Ridgeway (1912), ein Farbzylinder nach Munsell (1915), die "Schuhsohle" von CIE (1931), der pyramidenähnliche CIE-Farbraum (1935), ein Farbwürfel nach Hickethier (1940), der Rhomboeder von Küppers (1958).

Allgemein spricht man heute von 3 Dimensionen der Farbe (Farbton, Helligkeit, Sättigung), mehr dazu aber später. Wegen der Grenzen der Darstellbarkeit ergeben die meisten Farbordnungen räumliche Gebilde.

Für die Reproduktionstechnik ist eine genaue Erfassbarkeit von Farbwerten dringende Voraussetzung, und deshalb sind hier solche geometrisch beschreibbaren Ordnungen unerlässlich. Es gibt aber auch Farbeigenschaften, die mit solchen, vorwiegend technisch orientierten Ordnungen nicht erfasst sind, so z.B. der besondere Inhalt oder Ausdruck einer Farbe. Auch nach der Ausdruckskraft lassen sich Farben ordnen. Die Farbenlehre von Conrad-Martius versucht, diesen Aspekt mit einzubeziehen. Eine Beschreibung der Farbe Rot lautet z.B. folgendermaßen : "Rot ist im eigentlichsten Sinne die Farbe verhaltenerer Glut; sie ist ein unmittelbarer phänomenaler Ausdruck einer hinter einen Finsternisvordergrund mit 'intensiver Gewalt' zurückgestauten, aber sich im gleichen Maß dagegen zur Wehr setzenden Lichtenergie. Ist diese Gewalt der Stauung geringer, so geht das Rot über das Orange zum Gelb hin." (Conrad-Martius, H. 1929, S. 348). Die drei ursprünglichen Eigenschaften eines Farbtons sind hier seine Qualität (der besondere Inhalt und Ausdruck), die spezifische Helligkeit (nicht zu verwechseln mit dem Weißgehalt) und die spezifische Intensität. Diese Eigenschaften ermöglichen eine Einteilung der Farbtöne unabhängig von Sättigung und Helligkeit (im Sinne von Weißgehalt). Es ist hier auch von Raumbewegungen der Farben die Rede : "Blau flieht, Rot und Gelb nähern sich dem Auge." (Dittmann, L. 1959, S. 21).

In der heutigen Reproduktionstechnik sind die Grundfarben des meist angewandten Vierfarbendrucks Cyan (grünliches Blau), Magenta (Purpurrot), Gelb, Schwarz. Je nach Qualität des Drucks lassen sich damit die meisten Farben reproduzieren. Für die Standardisierung der Farbbezeichnungen hat sich die Europaskala DIN 16538 (für den Buchdruck), bzw. DIN 16539 (für den Offsetdruck) weitgehend durchgesetzt. Die Normung der Farben wurde nur hinsichtlich ihrer optischen Erscheinung durchgeführt. "Die Pigmente wurden nicht vorgeschrieben, damit die Druckfarbenfabriken jederzeit neue, bessere Pigmente einsetzen konnten." (Golpon, R. 1988, S. 187).

Die **Farbmetrik** versucht, den optischen Eindruck einer Farbe durch Maßzahlen zu kennzeichnen. Dies stellt ein sehr schwieriges Problem dar. Man muß sich zunächst vergegenwärtigen, daß das Farbsehen, also die Übersetzung eines optischen Reizes in einen bestimmten Sinneseindruck, zu den nicht vollständig geklärten Vorgängen der Physiologie (Lehre von den Lebensvorgängen) gehört. Außerdem hat der Mensch nur ein relativ schwaches Farbgedächtnis. "Kaum jemand ist in der Lage, einen bestimmten Farbton in seinem Gedächtnis so exakt zu speichern, daß er ihn später in einem Farbfächer oder Musterbuch mit Sicherheit wiederfindet." (Golpon, R. 1988, S. 188). Die **Farbmessung** erfolgt mit präzisen Spektralfotometern, in denen

die Reflexions-werte eines weißen Standardreflektors, für jeden Farbbereich des natürlichen Spektrums, mit den Reflexionswerten der Vorlage verglichen werden. Das Ergebnis der Messung ist eine Remissionskurve für den Bereich des sichtbaren Lichtes (Wellenlängenbereich etwa 400-700 nm). Bei der Auswertung der Kurve werden die **Farbmaßzahlen** ermittelt. In ihnen sind der Remissionsgrad der Probe, die spektrale Empfindlichkeit des Abtastsystems sowie die Art der Lichtquelle berücksichtigt und rechnerisch zusammengefaßt. Die entstandenen Normfarbwerte sind Grundlage zur Berechnung der Normfarbwertanteile  $x$  und  $y$ , sowie dem Hellbezugswert  $Y$ . Diese 3 Größen werden in einem räumlichen Koordinatensystem eingetragen, womit der Ort einer Farbe im **Farbraum** exakt festgelegt ist.

Die rechnerische Exaktheit einer solchen Farbestimmung ist für eine präzise digitale Reproduktionstechnik Voraussetzung. Wichtig ist der Schritt der Umrechnung vom neutralen Farbraum in die gerätespezifischen Farbräume : Die Werte  $x$ ,  $y$  und  $Y$  müssen in das auf additiver Mischung basierende RGB-System eines Bildschirms, und später in das subtraktive Mischverfahren CMYK des Druckers transformiert werden. Wegen der komplizierten Nachbildung der autotypischen Farbmischung ist die **Farb-raumtransformation** in den CMYK-Farbraum der Europaskala am schwierigsten. "Infolge des teilweise Über- und Nebeneinanderdrucks der Rasterpunkte der Einzelfarben müssen zunächst nach einem statistischen Ansatz die wahrscheinlichen Überdeckungsflächenanteile (...) berechnet werden. Wegen der Prozeßabhängigkeit (Papierweiß, Druckfarben, Druckbedingungen) müssen dazu farbmetrisch ermittelte Normfarbwerte für die Grund- und Mischfarben vorliegen, mit denen die Flächenanteile multipliziert und zur Gesamtvalenz aufaddiert werden." (Schoppmeyer, J. 1992, S. 133). Es entstehen dabei komplizierte nichtlineare Gleichungssysteme, die nur iterativ gelöst werden können. Die errechneten Rasterprozentwerte müssen noch um die Tonwertzunahme im Druck vermindert werden, um die zu erzeugenden Vorlagentonwerte zu berechnen. Neben den Farbraumtransformationen gibt es gerätespezifische Eigenschaften, die zu verschiedenen Bildergebnissen führen. Verschiedene Software-Hersteller bieten Farbkalibrierungssysteme an, durch die die **Farbstandardisierung** im DTR-Bereich für alle Stufen des Reproduktionsablaufes gewährleistet werden soll. Ziel ist es also, das optische Bild der Bildschirmdarstellung und des Auflagendrucks dem des Originals anzugleichen.



### c) *Die sieben Farbkontraste*

Die nun folgenden Ausführungen enthalten die wichtigsten Informationen über den Umgang mit Farbe. Manchmal wäre eine Abbildung zur besseren Veranschaulichung gut, ich habe aber aus Kostengründen darauf verzichtet (Farbkopien sind für feine Farbabstufungen zu ungenau). So ist dieser Teil der Arbeit vielleicht etwas trocken, er verlangt eine gute Portion Vorstellungsvermögen. Aber keinem Leser ist dieses Gebiet völlig fremd. Außerdem sollte der Rahmen dieser Arbeit nicht gesprengt werden, die aufgeführte Literatur bietet Möglichkeiten zur Vertiefung des Studiums. Die beschriebenen Farbeffekte sind zudem auch in den Kartenbeilagen (teilweise sogar deutlich) sichtbar, diese können also durchaus als Anschauungsbeispiele dienen. Die Betrachtung einer Karte speziell unter diesen Gesichtspunkten stellt sie in ein völlig neues Licht.

Die Variationsmöglichkeiten der Farbe wachsen mit ihrem Sättigungsgrad. Johannes Itten nennt in seinem Buch "Kunst der Farbe" die **sieben Farbkontraste** :

Farbe-an-sich-Kontrast, Hell-Dunkel-Kontrast, Kalt-Warm-Kontrast, Komplementär-Kontrast, Simultan-Kontrast, Qualitäts-Kontrast, Quantitäts-Kontrast.

Alle genannten Erscheinungen treten im Zusammenspiel unterschiedlicher Farbflächen in physischen Karten auf, je nach Kartenausschnitt und Farbgebung in unterschiedlicher Ausprägung.

Die Erdoberfläche ist geprägt durch das Zusammenspiel von Höhen und Tiefen. Die Meereshöhe ist ein Kontinuum, denn Erhebungen und Senken gehen, mit Ausnahme von Überhängen, allmählich ineinander über. Die farbliche Gestaltung der physischen Karte muß also sowohl dem extremen Gegensatz von Hoch und Tief, wie auch den allmählichen Übergängen gerecht werden. Kontraste bei der farblichen Gestaltung der Karte müssen mit den Kontrasten in der Natur so gut wie möglich in Einklang gebracht werden. Von den eben genannten 7 Farbkontrasten sind beim Entwurf einer Höhenfarbskala zunächst der Farbe-an-sich-, der Hell-Dunkel-, der Kalt-Warm-, Komplementär- und der Qualitäts-Kontrast wichtig. Simultan- und Quantitäts-Kontrast treten erst bei der Anwendung der Skala, in Verbindung mit den anderen Kartenelementen auf. Gegebenenfalls sind dann Korrekturen an der erstellten Farbskala erforderlich.

Zur Darstellung des Farbe-an-sich-Kontrastes sind mindestens 3 klar voneinander unterscheidbare Farbtöne erforderlich. Am besten sichtbar wird dieser Kontrast bei 3 Farben, die im Farbkreis ein gleichseitiges Dreieck bilden, z.B. Gelb, Rot und

Blau. "Die Stärke der Farbe-an-sich-Kontrast-Wirkung nimmt ab, je mehr sich die verwendeten Farben von diesen drei Farben erster Ordnung entfernen." (Itten, J. 1987, S. 34). Orange, Grün und Violett sind also in ihrem Charakter schwächer als Gelb, Rot und Blau. Farben der 3.Ordnung wirken noch undeutlicher. In Nachbarschaft von Schwarz oder Weiß treten die Farben in ihrer Wirkung am stärksten hervor. Weiß schwächt aber gleichzeitig die Leuchtkraft und läßt die Farben dunkler wirken, während Schwarz die Leuchtkraft steigert. Je bunter und lebhafter also eine Komposition ist, desto mehr wurde mit dem **Farbe-an-sich-Kontrast** gearbeitet.

Beim **Hell-Dunkel-Kontrast** macht man sich (für die Gestaltung einer Höhenschichtenskala) aus der Natur bekannte Phänomene zu Nutze. Imhof nennt hier die Prinzipien 'je höher, desto heller' und 'je höher, desto dunkler'.

Ersteres ist in der Tatsache begründet, daß Tieflagen häufig mit der Vorstellung von 'wenig Licht' verbunden werden. Die Natur liefert dazu genügend Beispiele :

- In Tälern geht die Sonne immer später auf und früher unter als auf den Bergen. Somit wird die Talsohle wesentlich länger von einem Schatten bedeckt, und damit verdunkelt.
- Oft kommt es vor, daß die Berggipfel von der Sonne bestrahlt werden, während sich in den Tälern dunkle Regenwolken entladen.
- Die Sonnenintensität ist auf Berghöhen größer als in den Niederungen.
- Bei einem Geländemodell, was von einer Lichtquelle von oben mit diffusem Licht bestrahlt wird, sind die der Lichtquelle nahen Geländeteile heller als die weiter entfernten.

Das Prinzip 'je höher, desto dunkler' kann "luftperspektivisch begründet werden, da im Landschaftsbilde mit wachsender Entfernung eine sukzessive Aufhellung der dunklen Töne eintritt" (Imhof, E. 1995, S. 336) :

- Ein kräftig grüner Laubwald erscheint aus einer Entfernung von 30 km in einem blassen grau-blau.
- Tiefliegende Gebiete erscheinen aus dem Flugzeug betrachtet blasser, also auch heller als die nicht schneebedeckten Bergregionen bei gleicher Flughöhe.

Ergänzend hierzu kann man sagen, daß sich das Prinzip 'je höher, desto heller' ergibt als Summe vieler Naturbeobachtungen und Eindrücke von der Erdoberfläche aus. Das Prinzip 'je höher, desto dunkler' ist gültig für die Betrachtung der Landschaften aus der Luft, bei wolkenlosem Himmel.

Für welches Prinzip man sich bei der Höhengliederung entscheidet hängt auch vom zweiten Gestaltungselement der physischen Karte ab, der Schummerung. Imhof zum Beispiel entschied sich bei seiner Farbskala u.a. deshalb für 'je höher, desto heller', weil nur so die in den Höhenlagen starke Geländemodulation voll zur Geltung

kommt. "Eine optimale Höhenplastik aber wird nur erreicht durch ein sukzessives Aufhellen der Töne nach oben; denn nur dies ermöglicht eine nach oben zunehmende Kontraststeigerung von Licht und Schatten." (Imhof, E. 1965, S. 343).

Schwarz und Weiß sind die Extreme des Hell-Dunkel-Kontrastes, alle Farbtöne befinden sich zwischen diesen beiden. Die Farbtöne des Farbenspektrums haben, bei voller Sättigung, unterschiedliche Helligkeitswerte. "Die Farben mit mittlerer Wellenlänge und Schwingungszahl sind die der größten Helligkeit oder besser ausgedrückt mit größtem Lichtreiz oder Farbreiz." (Schiede, H. 1957, S. 123). Gelb ist mit Abstand die hellste, Violett die dunkelste Farbe. Im Farbkreis liegen diese beiden Farben genau gegenüber, sie sind auch komplementär zueinander. Durch die Mischung mit Weiß werden die Farben etwas kälter. "Violett ist sehr empfindlich auf Weiß. Wenn das gesättigte dunkle Violett etwas Drohendes an sich hat, so wirkt das mit Weiß aufgehellte Violett, das Lila, lieblich und innerlich fröhlich." (Itten, J. 1987, S. 55). Bei der Vermengung mit Schwarz verliert Gelb seine strahlende Helligkeit und bekommt etwas grünlich Giftiges. Orange wird mit etwas Schwarz zu Rotbraun, Violett wird in seiner Dürsterkeit gesteigert und nähert sich rasch dem Schwarz. Karminrot wird Richtung Violett verschoben, Zinnoberrot dagegen Richtung Braun. Blau verliert durch Verdunkelung schnell seine Wirkung und ist schon mit einem mittleren Grauton praktisch neutralisiert. Dagegen bietet Grün viele Möglichkeiten der Veränderung. Die Beimischung von Grau der gleichen Helligkeitsstufe bewirkt im gesamten nur eine Neutralisierung des Farbtons, also keine Änderung des Helligkeitswertes.

"Im rechten Winkel zu der Achse Gelb-Violett stehen Rotorange und Blaugrün, das sind die beiden Pole des Kalt-Warm-Kontrastes. Rotorange oder Saturnrot ist die wärmste und Blaugrün oder Manganoxyd ist die kälteste Farbe." (Itten, J. 1987, S. 45).

Ich persönlich halte nicht Blaugrün, sondern Blau für die kälteste Farbe. Mit Rotorange als wärmster Farbe stimme ich überein. Ich denke, daß der 12-teilige Farbkreis von Goethe eine geniale Farbenordnung darstellt, aber man sollte nicht vergessen, daß es keine allumfassende und perfekte Farbenlehre gibt. Wenn man Blau und Rotorange als die Pole des Kalt-Warm-Kontrastes sieht, dann stellt man fest, daß diese im 12-teiligen Farbkreis nicht genau gegenüber liegen. Die leichte Enttäuschung darüber mag dazu verleiten, Blaugrün und nicht Blau als kälteste Farbe zu sehen, da Blaugrün eben dem Rotorange genau gegenüber liegt. Man sollte sich bei der Beschreibung von Farbeindrücken nicht an der Geometrie einer Farbenordnung orientieren, sondern sich auf die eigene Farbempfindung verlassen. Das Farbempfinden ist ein Stück weit von Betrachter zu Betrachter verschieden, und dies bedeutet, daß der wärmste, bzw. kälteste Farbton gar nicht allgemeingültig exakt

bestimmt werden kann ! "Farbempfindungen treffen eben nicht nur das Auge, sondern auch die Psyche." (Schiede, H. 1957, S. 129). Ich bleibe jedenfalls bei Blau als kältester Farbe.

Als warme Farben gelten in der Regel Gelb, Gelborange, Orange, Rotorange, Rot und Rotviolett, als kalte Farben bezeichnet werden Gelbgrün, Grün, Blaugrün, Blau, Blauviolett und Violett. "Eine derartige Unterscheidung ist aber sehr irreführend. So wie die Pole Weiß und Schwarz den hellsten und den dunkelsten Ton darstellen und alle Grautöne nur relativ hell oder dunkel wirken, je nach ihrer Kontrastierung mit helleren oder dunkleren Tönen, so sind Blaugrün und Rotorange als Pole des Kalten und Warmen immer kalt oder warm, während die Farben, die im Farbkreis zwischen ihnen liegen, bald kalt und bald warm wirken, je nach ihrer Kontrastierung mit wärmeren oder kälteren Tönen." (Itten, J. 1987, S. 45).

Nach meinem Empfinden kann mit Gelbgrün und Grün keine Kälte vermittelt werden. "Bekannterweise ist die Farbskala der kalten Farben bedeutend kleiner als die der warmen." (Schiede, H. 1957, S. 134). Kalte Farben werden durch Zugabe von Weiß noch kälter. Warme Farben werden in ihrer Wirkung zwar abgeschwächt, behalten aber (relativ zu den anderen Farbtönen mit gleichem Weißgehalt) ihre Wärme.

Synonyme für kalt-warm sind u.a.: schattig-sonnig, fern-nah, luftig-erdig.

Wie schon erwähnt, erscheinen in der Landschaft entfernt liegende Objekte blasser und auch zunehmend bläulicher als nahe. Selbst ein orangerotes Flugzeug verblasst mit größer werdender Entfernung immer mehr und gleicht sich in seinem Farbton seiner Umgebung praktisch an. "Das landschaftlich-farbige Bild ist wesentlich bedingt durch den Wechsel von Licht und Schatten und durch die Erscheinungen der Luftperspektive. Unter dieser letzteren versteht man, wie bereits gesagt, die mit wachsender Entfernung zunehmende Verschleierung aller Farb- und Schattentöne durch einen hellen graublauen Ton. Im Vordergrund treten die Oberflächenfarben und die Gliederungen von Licht und Schatten kontrastreich und bunt in Erscheinung. Mit zunehmender Entfernung aber werden solche Gliederungen und Kontraste mehr und mehr abgeschwächt. Zuerst verschwinden die Eigenfarben des Geländes im hellen Dunstschleier, während die Licht- und Schattengliederungen oft noch auf größere Entfernungen sichtbar bleiben. Schließlich, in weiter Ferne, geht alles in sehr helles Blau oder Blaugrau über. In die Karte übertragen, in zusammengedrängter Schichtung von Hoch und Tief, wird die Luftperspektive zu einem wirksamen Element der farbigen Gestaltung." (Imhof, E. 1965, S. 332). Mit dem **Kalt-Warm-Kontrast** kann also der Gegensatz von Ferne und Nähe suggeriert werden. Will man die maximal mögliche Wirkung des Kalt-Warm-Kontrastes (oder eines anderen Kontrastes) erzielen, so können die anderen Kontraste als Nebenktraste jeweils nur

abgeschwächt oder gar nicht zur Geltung kommen. "Unter den sieben Farbkontrasten ist der Kalt-Warm-Kontrast der klangvollste. Durch ihn eröffnet sich die Möglichkeit, mit Farben eine jubelnde Sphärenmusik darzustellen." (Itten, J. 1987, S. 48).

Der **Komplementär-Kontrast** kennzeichnet höchste Gegensätzlichkeiten im Farbenspektrum. Zwei zueinander komplementäre Farben ergeben subtraktiv zusammengemischt immer ein neutrales Grauschwarz, bei additiver Mischung (Lichtmischung) ergibt sich Weiß. Zu jeder Farbe gibt es nur 1 Komplementärfarbe. Daraus folgt auch, daß es im natürlichen Farbenspektrum nur ein Farbenpaar mit gleichen Helligkeitswerten gibt. Isoliert man eine beliebige Farbe des Spektrums, so ergeben alle anderen Farben zusammengemischt die Komplementärfarbe. Durch Mischung von Komplementärfarben in unterschiedlichen Mengen können Farbtöne erzielt werden, die zwischen den beiden Farben liegen. Jedes komplementäre Farbenpaar hat außerdem seine Besonderheiten : Gelb und Violett haben, wie schon gesagt, auch den größten Hell-Dunkel-Kontrast, Rotorange-Blaugrün den größten Warm-Kalt-Kontrast, Rot und Grün haben etwa die gleiche Helligkeit. Die Gegensätzlichkeit komplementärer Farben kann in der physischen Karte zur Veranschaulichung der Gegensätze Hoch-Tief verwendet werden.

Unter Farbqualität versteht man den Reinheits- bzw. Sättigungsgrad der Farben. Somit bezeichnet der **Qualitätskontrast** den Gegensatz von gesättigten, leuchtenden Farben zu stumpfen, trüben Farben. Er ist am größten zwischen einer reinen Farbe und Grau. Die Farben größter Leuchtkraft entstehen bei der Brechung von weißem Licht an einem Glasprisma. Durch Aufhellung mit Weiß oder Verdunkelung mit Schwarz verlieren die Farben an Qualität, eine Trübung kann auch erzielt werden durch Beimischung von Grau oder der jeweils komplementären Farbe. Oft ist die Trübung, ähnlich wie bei einer Mischung mit Schwarz, auch verbunden mit einer Veränderung der ursprünglichen Farbwirkung. Dies ist in der relativen Erhöhung des Schwarzanteils begründet (der Helligkeitswert insgesamt bleibt dabei gleich). Ob eine Farbe leuchtet oder stumpf ist, hängt wieder von ihrer Umgebung ab. Ein genauer Qualitätsvergleich zwischen Farbtönen ist nur möglich, wenn diese den gleichen Helligkeitswert haben.

Das menschliche Auge fordert zu einer Farbe immer ihre Komplementärfarbe, und es erzeugt sie selbsttätig, wenn sie nicht vorhanden ist : Betrachtet man eine einfarbige Fläche in weißer Umgebung, so prägt sich mit zunehmender Betrachtungsdauer die Farbe und Form der Fläche im Auge ein. Schaut man danach auf ein leeres weißes

Papier, dann erscheint nach kurzer Zeit ein schwaches Bild dieser Fläche in der Komplementärfarbe. Ein zweiter Versuch besteht darin, daß wir in eine reine Farbe ein ihr gleich helles, graues Quadrat stellen. Dieses Grau erscheint auf Gelb hellviolett, auf Orange bläulichgrau, auf Rot grünlichgrau usw. Zu jeder Farbe erscheint das Grau angetönt von der Komplementärfarbe. Diese Erscheinung bezeichnet man als **Simultan-Kontrast**. Auch reine Farben haben die Tendenz, sich gegenseitig nach ihrem Komplement hin zu drängen, "und meistens verlieren beide ihren realen Wirklichkeitscharakter und leuchten in neuen Wirkungen auf." (Itten, J. 1987, S. 52). Die im Auge simultan erzeugte Komplementärfarbe entsteht als Farbempfindung des Betrachters, sie ist also nicht real vorhanden. Ist ein Bild in den Farben Gelb, Rot und Blau aufgebaut, dann wirken die Farben in ihrem ursprünglichen Charakter, es herrscht harmonische Ruhe. Wird nun z.B. das Blau nach Blaugrün hin verändert, dann beginnt das simultane Spiel. Rot und Gelb werden simultan erregt und wirken jetzt vollkommen anders als auf Blau. Starke Hell-Dunkel-Unterschiede bei den Farben vermindern die Wirkung des Simultan-Kontrastes.

Der **Quantitäts-Kontrast** kann dargestellt werden durch das Größenverhältnis von 2 oder mehreren Farbflecken. Natürlich ist die Wirkung jeder Farbe umso stärker, je größer eine von ihr bedeckte Fläche im Bild ist, aber durch die unterschiedlichen Lichtwerte der Farben gibt es hier erhebliche Unterschiede. Goethe hat diese unterschiedlichen Lichtwerte durch Zahlen ausgedrückt : Gelb bekam die Zahl 9, Orange 8, Rot 6, Violett 3, Blau 4 und Grün 6. Somit ergaben sich z.B. für die komplementären Farbenpaare folgende Zahlenverhältnisse :

Gelb:Violett = 9:3, Orange:Blau = 8:4, Rot:Grün = 6:6.

Dies heißt also, daß ein Maler eine in Violett angelegte Fläche dreimal so groß halten muß wie eine gelbe, damit beide Farben dasselbe Gewicht haben. Die Flächenverhältnisse für eine harmonische Komposition sind also :

Gelb : Orange : Rot : Violett : Blau : Grün = 3 : 4 : 6 : 9 : 8 : 6.

Bei einer Änderung der Farbqualität ändern sich auch die Zahlenverhältnisse für den Quantitätskontrast. Durch Nutzung des Quantitätskontrastes können alle anderen Kontraste verändert und noch gesteigert werden. "Das Beachten und Abstimmen der farbigen Flächengrößen in einer Komposition ist mindestens so wichtig wie die Auswahl der Farben selbst." (Itten, J. 1987, S. 62). In physischen Karten sind die Flächengrößen durch die Festlegung der Äquidistanzen aber schon vorbestimmt.

## 2.5 ANDERE HÖHENFARBSKALEN

### *a) Wichtige Schritte in der Entwicklung der Höhengleichkarten*

Die Höhengleichkarten sind neben den Höhenlinien und Höhenkoten ein Element zur Darstellung der Meereshöhe. In diesem Kapitel geht es um die Möglichkeiten bei der Veranschaulichung einer Höhengliederung mit Farbe. Zunächst sollten einige wichtige Schritte in der Entwicklungsgeschichte der Höhengleichkarten genannt sein :

Bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts bestand die Geländedarstellung in Landkarten lediglich aus Böschungsschraffen. Diese zeigten den Verlauf von Gebirgskämmen, und durch die mit ihnen angedeuteten Geländestufen war eine Unterteilung in Tief-, Mittel- und Hochlagen möglich. "Der Erste, welcher Höhengleichkarten mit bewußt systematischer Farbenscala entwarf, war **Franz Ritter von Hauslab**, geboren den 1. Februar 1798 zu Wien, gestorben den 11. Februar 1883 (...) in Wien, und der Erste, welcher Schulkarten nach diesem System zeichnete und herausgab, war Anton Steinhauser (1802-1890)." (Peucker, K. 1970, S. 2). "Hauslab wählte das Princip 'je höher, desto dunkler', wie er selbst mitteilt, (...) weil bei dem stärkeren Bewohntsein der Thalgründe und Tiefebenen die Schrift bei letzteren schwieriger zu lesen wäre." (Peucker, K. 1970, S. 10). Er stellte 3 Gestaltungsgrundsätze auf, die auch heute noch von Bedeutung sind :

1. Als Totaleindruck muß eine Stufenleiter erkennbar sein,
2. die Farben müssen deutlich unterscheidbar, untereinander unverwechselbar sein,
3. die Reihenfolge muß so geordnet werden, daß zwar deutlich unterscheidbare, aber nicht grell entgegengesetzte oder abstechende Farben nebeneinander stehen.

Er entwarf eine Scala, in welcher er, von Weiß ausgehend, über Gelb, Hellrot, Hellbraun, Olivgrün, Grün, Blaugrün, Violett, Purpur, mit kleinen Variationen am Ende der Reihe, aufwärts stieg. Mit Anton Steinhausers Karten wurde (für Österreich) der erste Versuch gemacht, Höhengleichkartendarstellungen in den Schulunterricht einzuführen. In den Jahren 1864-68 erschien der 'Atlas zum geographischen Unterricht in den österreichisch-deutschen Schulen', neun kleinere und grössere Karten in diesem Atlas zeigten die Geländedarstellung nach Hauslab.

**Emil von Sydow** (1812-1873) brachte in Preußen bereits 1838 eine Karte heraus, in der die tiefgelegenen Gebiete grün gefärbt waren. Von Sydows 'Methodischer Hand-Atlas für das wissenschaftliche Studium der Erdkunde', aus dem Jahre 1842, enthielt bereits Karten mit dieser Grünfärbung. "Nur bei den Uebersichtskarten der Welttheile erschien die Anwendung des grünen Colorits für das Tiefland nützlich.



Die gleiche Ausführung bei den speciellen Landesbildern hätte zu vielerlei Nuancen gefordert, (...) wodurch die Einfachheit gestört worden wäre, und für das spätere Coloriren der politischen Marken musste bei detaillirteren Rücksichten ein unangenehmer Farben-conflict vermieden werden." (Sydow, E. 1842, S. 3). Im Jahre 1847 erschien dieses Grün auf der Sydow'schen Karte in zwei Stufen, wobei das hellere Grün die höherliegenden Teile des Tieflandes darstellte. Im Vorwort zu seinem Schul-Atlas, der 1847 zum ersten Mal und 1850 in zweiter Auflage erschien, schreibt von Sydow : "Alles Land ist in Braun schattirt, und zwar so, dass sich das Tiefland von 0 bis 300 F. Höhe durch gleichmässige engste Schraffirung, das Uebergangs-, also das Flach- und Hügelland zwischen 300 und 500 bis 600 F. Höhe, durch weitläufige und demnach heller erscheinende Schraffirung auszeichnet vor allen Erhebungen des Bodens von mehr wie 600 F., deren Oberflächen weiss erscheinen." (Sydow, E. 1850, S. 3). Die Grünfärbung wurde also nicht sofort in alle Karten übernommen, und eine durchgehende Höhenfarbskala, basierend auf den Grundtönen Grün und Braun, entwickelte sich schrittweise in einem Zeitraum von etwa 50 Jahren.

E.v.Sydow färbte die Tiefländer deshalb grün, weil es einfach die nächstliegende Farbe war. Es bedurfte eigentlich keiner Begründung, im Vorwort seines Schulatlasses von 1842 steht außer den Zitaten im vorigen Abschnitt nichts dazu. Andere zeichnungskräftige Farben wie Blau, Rot, Braun waren entweder schon für andere Karteninhalte vergeben, oder kamen nicht dafür in Frage. Es ging ihm nur um eine Hervorhebung der Tieflandregionen. Die zusammenhängende Farbskala entwickelte sich später durch Verbindung der grünen Tiefländer mit den braunen Gebirgen. Gelb war als Übergangsfarbe deshalb gut geeignet, weil die Ausläufer der Gebirge darin noch gut zu sehen waren. Wegen der Helligkeit von Gelb blieb die deutliche Trennung von Tiefländern und Gebirgen erhalten.

Hauslabs Karten waren somit die ersten mit durchgehender, polychromer Skala, aber von Sydow war der erste, der eine Höhendifferenzierung mittels Flächenfärbung überhaupt in eine Karte brachte. Im Gegensatz zur allmählichen Entwicklung und immer größer werdenden Bedeutung der Sydow'schen Höhenschichtenkarten erlebten die Karten von Hauslab und Steinhauser keine neuen Auflagen. "Das Neue kam zu plötzlich, der Eindruck des Ungewohnten überwog und man lehnte es ab." (Peucker, K. 1970, S. 24). Ein weiterer Grund war sicher, "dass der engere Anschluss an natürliche Ein-drücke, welchen die Sydow'sche Farbenfolge aufwies, nachahmenswerth erschien." (Peucker, K. 1970, S. 25).

Die Natürlichkeit der Farben ist bis heute für viele Kartenleser und auch Kartenhersteller ein wichtiges Kriterium. Ein sattes Grün symbolisiert Fruchtbarkeit, Braun

steht dagegen für 'nicht bewachsen'. "Es ist interessant zu beobachten, wie es gerade ein Kartograph des norddeutschen Tieflandes war, der in die Kartographie ein neues Veranschaulichungsmittel für den Begriff der Tiefebene einführte." (Peucker, K. 1970, S. 27). Ein Wüstenbewohner hätte die tiefliegenden Gebiete wahrscheinlich nicht Grün gefärbt. Aber die Fruchtbarkeit der Böden ist in den Tiefebenen global betrachtet eben höher als im Gebirge. Bis zu den Sydow-Atlanten war die politische Geographie das Hauptthema in Landkarten. "Mit dem Sydowschen Schulatlas wurden mit einem Male die natürlichen geographischen Grundlagen in den Vordergrund gestellt, allerdings schon vor E.v.Sydow durch C.Ritter angeregt." (Eckert, M. 1921, S. 620).

Der österreichische Kartograph **Karl Peucker** (1859-1940) entwickelte eine Farbskala, die er vom natürlichen Farbenspektrum ableitete.

Dazu folgende Erläuterungen :

Die Lichtstrahlen unterschiedlicher Wellenlänge werden von einer Linse unterschiedlich stark gebrochen, dadurch wird weißes Licht in das Farbenspektrum zerlegt. Durch die unterschiedlichen Brechwerte ist die Brennweite für kurzwelliges (blaues) Licht kleiner als für langwelliges (rotes) Licht, dadurch ergibt sich ein 'Farbenlängsfehler'. "Die bildseitigen Hauptstrahlen schiefer Bündel besitzen eine farbenabhängige Neigung zur optischen Achse, was für jede Farbe zu einem anderen Abbildungsmaßstab führt." (Zeiss, C. 1977, S. 32). Dies wird als 'Farbenquerfehler' bezeichnet. Beide Farbenfehler werden mit dem Begriff der '**Chromatischen Abberation**' zusammengefaßt. Auch die Linse des Auges hat diese Farbenfehler : Legt man die optimale Sehschärfe für rotes Licht (Wellenlänge 680 nm) fest, dann ergibt sich, bei gleicher Entfernung (!), für blaugrünes Licht (Wellenlänge 490 nm) eine Kurzsichtigkeit von 1 Dioptrie (dpt). "Violette Lichtreklamen erscheinen dem rechtsichtigen Auge unscharf." (Zeiss, C. 1977, S. 72). Um nun die scheinbaren Entfernungsunterschiede der farbigen Lichtquellen auszugleichen, wird die Linse für blaues (kurzwelliges) Licht etwas abgeflacht und für rotes (langwelliges) Licht etwas stärker gekrümmt. "Da das nun genau derselbe Vorgang ist, wie derjenige, welcher beim Wandern des Blickes von näheren zu entfernteren Gegenständen sich abspielt, so wird durch ihn die deutliche Empfindung ausgelöst, als läge die rothe Fläche dem Auge näher, die violette dem Auge ferner." (Peucker, K. 1970, S. 83). Diese Entfernungsanpassung, auch Akkommodation genannt, bewirkt letztlich auch die Raumbewegungen der Farbe. Beim Blick in die Ferne, also ohne Linsenkrümmung, "werden die Strahlen der Wellenlänge etwa 685 nm (rotes Licht) auf der Netzhaut vereinigt; bei wachsender Akkommodation nutzt das Auge seine chromatische Abberation aus und geht zu kürzeren Einstellwellenlängen über." (Zeiss, K. 1977, S. 72). "Die Scala der Zwischenfarben zwischen Roth und Violett muß in der That eine

Stufenleiter zwischen der am stärksten vorspringenden und der am weitesten zurückliegenden Farbe bilden." (Peucker, K. 1970, S. 83). Die Farbenplastik war also an die aufsteigende Reihenfolge Blau, Grün, Gelb, Orange, Roth gebunden.

Bei den von Peucker beschriebenen Effekten handelt es sich nach Imhof "nicht um physiologische Erscheinungen, sondern um psychologisch zu begründende Empfindungen." (Imhof, E. 1965, S. 69). Da die meisten Objekte keine Lichtquellen mit reinen Farben sind, sondern lediglich abgeschwächtes Licht in mehr oder weniger gebrochenen Farben zurückstrahlen, treten die oben beschriebenen stereoskopischen Effekte in der Natur, und auch bei graphischen Darstellungen, nur abgeschwächt auf. Ich denke aber, daß die folgende Kritik Imhofs an den Ausführungen von Peucker übertrieben ist : "Diese These von einer Stereoskopie durch Farbdifferenz ist jedoch eine Irrlehre und sie widerspricht unserer alltäglichen Seherfahrung." (Imhof, E. 1965, S. 69). Die von Peucker 1898 entwickelte Farbenskala verlief vom stumpfen Grau über Grün und Gelb hin zum leuchtenden Rot. Sie hatte große Bedeutung und wurde in zahlreichen Kartenwerken angewandt.

Der eben zitierte schweizer Kartograph und Landschaftsmaler **Eduard Imhof** (1895-1986), dessen physische Karten mich persönlich am meisten überzeugen, stellte 1962 in seinem Schweizerischen Mittelschulatlant eine Höhenplastische Farbfolge für Relief-karten kleiner Maßstäbe vor : "Diese Skala soll im ganzen hell sein, da sie nur in Verbindung mit Reliefschattierungen zur Anwendung gelangt und da sie deren Modulation möglichst wenig stören soll. Je näher, desto stärker sind in der Natur die Gegensätze von Licht und Schatten. (...) Um nach oben eine Steigerung dieser Gegensätze zu ermöglichen, muß sich der schattenfreie Geländeton, somit unsere Farbskala, nach oben aufhellen." (Imhof, E. 1965, S. 340). Das zweite Kriterium für die Gestaltung seiner Skala waren die luftperspektivischen Farbverschiebungen bis hin zum hellen Graublau. Somit verlief die Skala letztlich von Weiß (für die höchsten Bergregionen) über Hellgelb, Grüngelb, Grün, bis Blaugrün und grünlichem Graublau. Bei großmaßstäbigen Wand- und Schulhandkarten waren die höchsten Regionen rosa gefärbt. Die präzise ausgearbeiteten Schummerungen kamen bei dieser Farbskala optimal zur Geltung. In Schulwandkarten und -handkarten von Orell Füssli war zusätzlich das Gelände farbflächenmoduliert.

Bei der 'schummerungsfreundlichen' Höhenfarbskala von Imhof ist eine Parallelität zu den ersten Höhenschichtenkarten von Sydow erkennbar : Dieser verzichtete zunächst sogar ganz auf eine Überlagerung von Geländezeichnung (damals noch mit Schraffen) und Flächenfärbung.

"Ein großer Teil der heute - vor allem bei Atlaskarten - angewandten Höhenfarbskalen läßt sich aus Bodenbedeckungsfarben und /oder abgewandelten spektralen Farbreihen erklären." (Hake, G. 1982, S. 272). Mit sog. **Regionalfarben** wird

(z.B. im Alexander-Atlas) die Erdoberfläche in kulturgeographische Regionen unterteilt : Die Farbenskala verläuft von Grün über Gelb und Hellbraun nach Dunkelbraun und enthält somit die Naturfarben für Grünland, Ackerland und Bergland. Andere Kartographen orientieren sich (wie Peucker) mehr an physiologischen Kriterien. Mit der luftperspektivischen Höhenabstufung (wie bei Imhof) geht man weg von der symbolischen Farbgebung und versucht, möglichst natürliche Vorstellungen von der Landschaft zu wecken.

Zu den Regionalfarben in unserer Alexander-Karte hier nochmal eine persönliche Stellungnahme :

Die Farben sind zusammen mit einem kräftigen Meerblau sehr ansprechend, am schönsten wirken sie ohne Trübung durch eine graue Geländeschummerung. Neben der optischen Attraktivität ist aber vor allem die gute Lesbarkeit der Karteninhalte wichtig. Will man jede Fehlinterpretation der Farben vermeiden, so muß man zwangsläufig weg von einer solchen Farbreihenfolge ! Durch die natürlichen Farben der Sydow-Skala wird die Höhenschichtenkarte für den Leser zum unmittelbaren Abbild der Natur, welches dann mit der Legende erst wieder korrigiert werden muß. Die falschen Rückschlüsse auf die Bodenbedeckung sind bei dieser Skala ja auch ein Stück weit beabsichtigt : Die Bodenfruchtbarkeit der Tiefländer wird mit der Farbe Grün gezeigt, man soll sich also eine saftige Weide vorstellen. Im Amazonastiefland sind die Böden nicht besonders fruchtbar, und eine Rechtfertigung des Grün mit der Vegetation wäre fragwürdig, da der Regenwald bekanntlich bis in die oberste Höhenschicht reicht.

Es spricht grundsätzlich nichts gegen schöne, natürliche Farben in einer physischen Karte. Aber diese Farben müssen so gewählt und angeordnet werden, daß die Überlegungen des Lesers vom ersten Blick an in die richtige Richtung gehen (auch wenn die Karte vielleicht nicht sofort verstanden wird).

### *b) Einige Höhenfarbskalen im direkten Vergleich*

Im folgenden Abschnitt will ich nun die im Alexander-Atlas verwendete Farbskala mit einigen anderen Skalen vergleichen. Dabei sollen die Stärken und Schwächen der vorliegenden Lösungen deutlich werden. Die aufgeführten Höhenfarbskalen wurden (werden) meist angewandt in Verbindung mit einer Geländeschummerung. Diese Schummerung wurde jeweils in Schwarz (Grau) oder Braun angelegt.

Ziel jeder physischen Karte ist (wie schon erläutert wurde) die dem Maßstab entsprechend möglichst genaue Darstellung der Höhenverhältnisse und Oberflächenformen, zunächst einmal ohne Hilfestellung durch die Legende. Neben den Flächenfarben und der Schummerung gibt es noch andere Inhalte, die etwas über die Oberflächenform und die Meereshöhe aussagen: Ein Fluß fließt immer bergab und wird in der Regel zum Meer hin breiter. Deshalb sieht der Leser schon anhand des Gewässer-netzes die groben Höhenverhältnisse. Auch die Anordnung der Isohypsen verdeutlicht, zumindest bei kleinen und mittleren Maßstäben, in den meisten Fällen schon eine Erhebung oder Vertiefung im Gelände. Um die Aussagekraft einer Geländedarstellung zu prüfen, kann man, die Situationsdarstellung und die ergänzenden Inhalte ruhig einmal weglassen, da diese sowieso farblich meist gleich dargestellt werden. So können die wichtigsten Elemente, Höhenschichten und Schummerung, auf ihre Aussagekraft geprüft werden.

Wie gut ist also die Aussagekraft der vorliegenden Geländedarstellung ohne Legende?

Da kaum einer der Kartenleser zum ersten Mal eine physische Karte sieht, kann diese Frage auch meist nicht genau beantwortet werden. Denn die Betrachtung erfolgt nicht ohne ein gewisses Maß an Vorwissen. Klarerweise wird diejenige Karte vom Leser am besten verstanden, welche der gewohnten Karte am nächsten kommt.

Die Höhenschichten zeigen die groben Höhenverhältnisse, während die Schummerung Detailinformationen über die Erdoberfläche vermittelt. Für die Schummerung gibt es, unabhängig von den anderen Karteninhalten, wohl so etwas wie eine optimale Ausführung, aber gilt dies auch für die Gestaltung der Höhenschichtenskala?

Richten wir unsere Aufmerksamkeit also einmal nur auf die farbigen Höhenschichten. Der persönliche Geschmack spielt bei der Beurteilung immer eine entscheidende Rolle, er soll aber bei den folgenden Studien so weit wie möglich zurückgestellt werden.

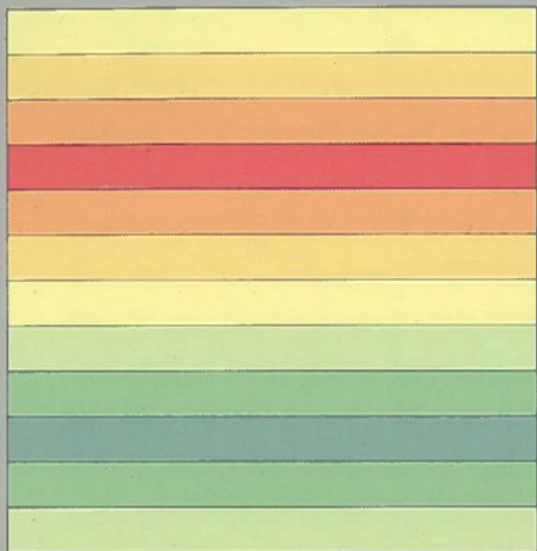
Die folgenden Beispiele zeigen 6 verschiedene Lösungen. Fünf davon stammen aus Atlanten, die teilweise auch heute noch verkauft werden. Da die Anzahl der Höhengschichten nicht immer diesselbe war, kann der Vergleich nicht als 'absolut' gelten. Es geht hier nur um die Farbgebung im ganzen. Auch die Art der Stufenbildung, also die Bildung von Wertegruppen, war bei den Anwendungen der Skalen teilweise unterschiedlich. Diese kann für die folgende Untersuchung aber ebenfalls vernachlässigt werden. Die Bildung von Wertegruppen wirkt sich erst in der 'richtigen' Karte aus. Dann spielt, durch die unterschiedlich großen Flächen der Höhengschichten, vor allem der schon erläuterte Quantitätskontrast eine wichtige Rolle. Für eine möglichst neutrale Beurteilung der Farbgebung wählte ich eine 'ideale' Karte, die keine zusätzlichen, wie oben beschriebenen Elemente zur Orientierung enthält. Obwohl es eine solche Landschaft in Wirklichkeit nicht gibt, ist sie dennoch für den folgenden Test die wohl am besten geeignete.

Die Erdoberflächengliederungen und -formen in der Natur sind so vielfältig, daß je nach Kartenausschnitt die Farben der Höhengschichten unterschiedlich zur Geltung kommen. In der hier angewandten Testkarte sind alle Höhenzonen 'gleichberechtigt'. Die Kärtchen zeigen jeweils den gleichen Ausschnitt einer Stufenlandschaft, die Höhengschichten sind in ihrer grundrißlichen Ausdehnung genau gleich. Es könnte ein Teil einer Treppe sein, bei der sich allerdings Steigung und Gefälle abwechseln. Die Lage von Höhen und Tiefen ist zunächst nicht bekannt, die höchste und tiefste Stufe befinden sich irgendwo innerhalb der Stufenlandschaft. Die einzige Möglichkeit, die hier zur Erkennung der Höhenverhältnisse noch bleibt, ist die Farbgebung. Somit kann überprüft werden, ob und wieweit eine Höhendarstellung mit der Farbe allein möglich ist.

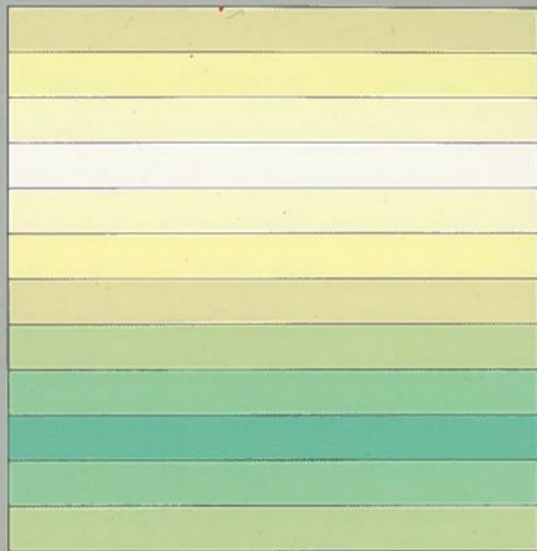
Es gilt allgemein als erwiesen, daß man anhand der Farbe allein keine Höhen und Tiefen sehen kann : "Auch hier wieder sei betont : Flächenfarben für sich allein erscheinen weder hoch noch tief." (Imhof, E. 1965, S. 340). Aber im selben Abschnitt schreibt Imhof : "Der Eindruck von Hoch oder Tief einer Farbfläche ergibt sich (...) auch aus Ähnlichkeiten mit gewohnten landschaftlichen Aspekten. Es handelt sich hier um psychologische Vorgänge, um Erfahrungseffekte, um sog. 'Erinnerungsreproduktion'. Solche landschaftlichen Aspekte sind vor allem die (...) Erscheinungen der Luftperspektive, d.h. die Veränderungen der Farb- und Schattentöne mit wachsender Entfernung." (Imhof, E. 1965, S. 340). Wenn also Hoch und Tief nicht direkt sichtbar sind, dann werden sie es vielleicht mit Hilfestellung, durch Vergleiche mit gewohnten Ansichten aus der Natur. Betrachten wir nun nacheinander die Kärtchen auf der nächsten Seite und beantworten jeweils folgende Fragen :

1. Welche Stufen liegen tief, welche hoch ?  
(Oder: Welche Stufen liegen fern, welche nah ?)
2. Ist ein kontinuierlicher Verlauf von tief nach hoch, oder umgekehrt, erkennbar ?
3. Sind die einzelnen Schichtfarben gut voneinander unterscheidbar ?

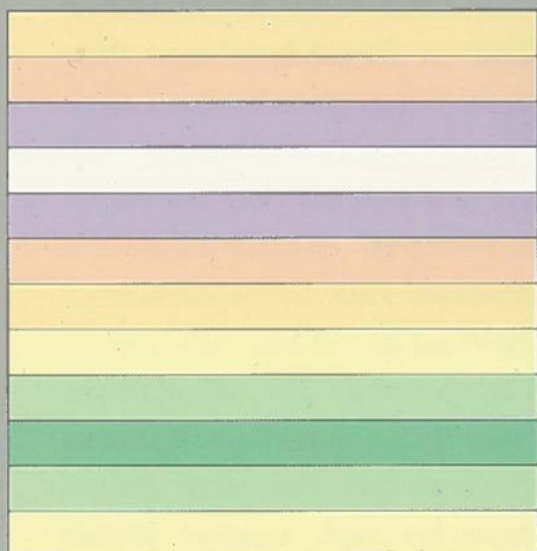




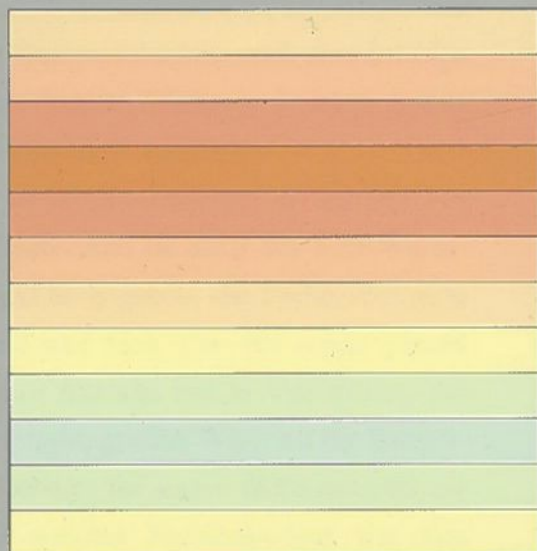
1



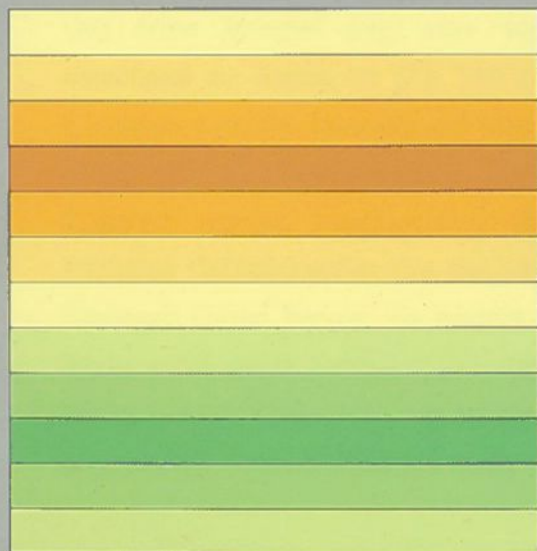
2



3



4



5



6

Den Schöpfern der gezeigten Lösungen kam es auf bestimmte Effekte an. Es wurden mehrere Gestaltungsprinzipien in jeweils unterschiedlicher Gewichtung angewandt. Das erste Beispiel zeigt die in der Kartographie bedeutende Höhenfarbenskala von Peucker (1). Hoch und Tief werden vorwiegend mit dem Komplementär-Kontrast von Rot und Grün, und dem Qualitätskontrast von Rot und Grau dargestellt. Auch der Kalt-Warm-Kontrast spielt eine Rolle. Die Skala hat einen durchgängigen Farbton-verlauf und stellt, abgesehen von der Entsättigung nach unten hin, einen Ausschnitt aus dem natürlichen Farbenspektrum dar. Die Grüntöne sind nach unten hin ver-schwärzlicht, das intensive Rot hat dagegen einen hohen Sättigungsgrad. Ein durchgehender Verlauf in der Farbqualität ist dennoch nur bedingt erkennbar. Die Stärke dieser Skala ist die sehr deutliche Hervorhebung der Höhen und Tiefen. In den mittleren Schichten liegen die Farbtöne näher beisammen, dennoch sind sie gut voneinander unterscheidbar. Schwächen der Skala kommen erst in Kombination mit anderen Karteninhalten zum Vorschein : Wegen der intensiven Farben bleiben nur noch wenig Möglichkeiten zur Betonung anderer Elemente, auch eine kräftige Geländeschummerung verliert durch das intensive Rot an Wirkung. Leichte Schattierungen in den Tieflagen sind durch den Grauschleier nicht möglich.

Im zweiten Kärtchen sieht man die Imhofsche Skala (2). Bestimmend ist hier der Hell-Dunkel-Kontrast, bis auf die zwei obersten Schichten ist auch der Kalt-Warm-Kontrast bedeutend. Ein kontinuierlicher Farbverlauf ist gegeben, das Farbenspektrum ist wesentlich schmaler als bei Peucker. Die Farben sind nach oben hin etwas schwer unterscheidbar. Die Vorteile dieser Lösung kommen fast alle erst in Verbindung mit anderen Karteninhalten zum Tragen : Imhof selbst legte großen Wert auf die Schum-merung, deren starke Hell-Dunkel-Kontraste im Gebirge bei seiner Skala optimal zur Geltung kommen. Auch ein gleichmäßiger und weicher Farbtonverlauf war ihm wichtig, sodaß die Höhenschichten nicht zu treppenartig wirkten. Die geringe Anzahl unterschiedlicher Farbtöne läßt noch Möglichkeiten zur Betonung anderer Karteninhalte offen.

Das dritte Beispiel zeigt eine 'verlängerte' Skala, wie sie in neueren Atlanten manchmal zu finden ist (3). Sie wurde 1962 von der 'United Nations Technical Conference on the International Map of the World in the Millionth Scale' (IWK 1 : 1 Mio.) offiziell vorgeschrieben. Der Farbe-an-sich-Kontrast und der Hell-Dunkel-Kontrast wurden hauptsächlich eingesetzt. Dadurch heben sich besonders die höchsten Geländepartien (im ewigen Eis) deutlich vom Rest der Karte ab, auch die Tieflagen treten hervor. Es besteht hier kein durchgehender Farbverlauf mehr, die Skala wirkt etwas zerrissen. Die Farbtöne der mittleren Höhen sind in der üblichen Weise gestuft. Diese Variante ist ohne zusätzliche Karteninhalte schwer verständlich, da praktisch keine Kontinuität mehr vorhanden ist. Karten mit dieser Farbfolge

wirken sehr plastisch, aber für meinen Geschmack sind die Bergregionen vom Mittelland regelrecht abgetrennt und insgesamt zu stark betont. Die hier gezeigte Farbskala findet sich heute in mehreren, teilweise sehr preiswerten Atlanten, z.B. im 'Internationalen Weltatlas' von Buch-und-Zeit. (George Philip Limited 1993).

Im vierten Beispiel wurde eine Skala verwendet, wie sie die Meyer-Atlanten des Bibliographischen Instituts enthalten (4). (Geographisch-Kartographisches Institut Meyer 1979). Sie ist eine Mischung und Weiterentwicklung der Skalen von Peucker und Sydow. Der Farbtonverlauf geht mehr Richtung Sydow, die Skala ist im ganzen aber dezenter und, besonders in den Tieflagen, aufgehellt. In den untersten Schichten wurden die Aufhellungen und Farbtonverschiebungen der Luftperspektive angedeutet, gleichzeitig hielt man aber am Hellgelb der mittleren Höhen noch fest. Dadurch entstand eine gewisse Natürlichkeit aber auch Inkonsequenz im Kartenbild. Die dezenten Farben wirken im Vergleich zur schreienden Peucker-Skala beruhigend. Kalt-Warm-, Hell-Dunkel- und Komplementär-Kontrast kommen in etwa gleicher Gewichtung zur Geltung.

Das Kärtchen Nummer 5 zeigt die schon bekannte Alexander-Skala (5). Diese ist der klassische Vertreter der Regionalfarbenlehre von Sydow-Wagner. Die Farbkontraste sind im Vergleich zur Peucker-Skala abgeschwächt, dadurch ist der Farbverlauf weicher. Die mittleren Farbstufen sind farblich aber praktisch gleich. Trotz des relativ breiten Farbspektrums bleiben hier noch Möglichkeiten zur Betonung anderer Karteninhalte, die Schummerung kommt im Braun der obersten Schicht nicht mehr voll zur Geltung (in unserer neuen Südamerika-Karte wurde bei der Aufhellung der Lichterhänge der Grundton der Höhenschicht mit aufgehellt). In dieser Skala sind Kalt-Warm- und Farbe-an-sich-Kontrast tonangebend. Der Hell-Dunkel-Kontrast ist ebenfalls prägend, aber wegen der fehlenden Kontinuität eher verwirrend : Höhen und Tiefen sind durch die helle Zone dazwischen voneinander getrennt. Wegen der kulturgeographischen Aussagemöglichkeiten, aus traditionellen Gründen und nicht zuletzt wegen der schönen Farben ist diese Skala beliebt und besonders in Schulatlanten weit verbreitet.

Das letzte Beispiel zeigt eine von mir erstellte Lösung (6). Hier sind Hell-Dunkel-, Kalt-Warm- und Komplementärkontrast überlagert. Der Hell-Dunkel-Kontrast und der Kalt-Warm-Kontrast sind dabei dominierend. Der Farbverlauf ist gleichmäßig, die Schichtfarben sind gut voneinander unterscheidbar. Hier sind Ansätze der Beispiele 1,2 und 4 verarbeitet. Im nächsten Kapitel stelle ich diese Skala ausführlich vor.

Die Skalen 1-4 habe ich einmal auf das Testkärtchen der Südamerika-Karte übertragen (siehe nächste Seite). Da die Höhenstufung der Alexander-Karten alle Höhen ab 2000 Meter aufwärts zu einer Gruppe zusammenfaßt, konnten die

Farbskalen leider nicht in der von ihren Machern beabsichtigten Weise angewandt werden. Die Schummerungen sind entsprechend den Ausführungen in den jeweiligen Atlanten unterschiedlich.

Bei Peucker spielte die Schummerung, nicht zuletzt auch für die optimale Wirkung seiner Farbskala, noch keine Rolle. Deshalb ist sie im Kartenbeispiel entsprechend dezent gehalten. Das satte Rot war ursprünglich nur für höchste Erhebungen vorgesehen, aber ohne das Rot wäre die Skala nicht vollständig wiedergegeben.

Für die optimale Wirkung der Schummerung habe ich im Beispiel nach Imhof die höchste Stufe mit Weiß versehen. Imhof färbte in seinen Karten erst die Höhen über 3000 Meter mit Weiß.

Das Weiß der IWK-Skala habe ich dagegen weggelassen, da dies erst für Höhen über 6000 Meter, also für ewig vereiste Regionen, vorgesehen ist.

Mit Ausnahme der Imhof-Version, wo es nicht nötig war, habe ich die Lichterhänge entsprechend der Vorgehensweise in der Alexander-Karte etwas aufgehellt. Es muß bemerkt werden, daß diese Verbesserung der Plastizität ursprünglich in keiner Karte vorhanden war. Somit kommen die Skalen bezüglich der Reliefzeichnung hier besser weg als ihre Originale.

Die Farbtöne der Originalskalen können aufgrund der unterschiedlichen reprotechnischen Voraussetzungen hier nur annähernd wiedergegeben werden.





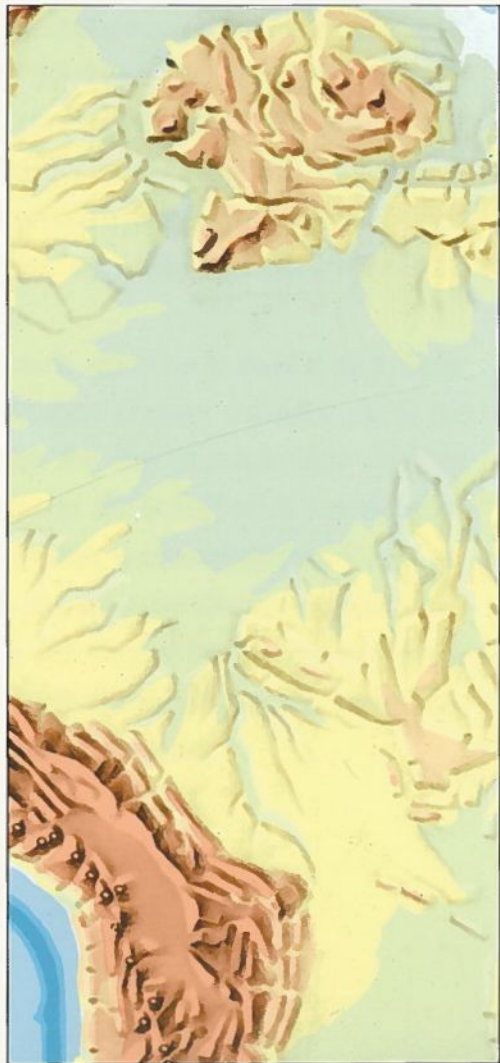
cyan magenta gelb schwarz Oberflächen.Peucker



cyan magenta gelb schwarz Oberflächen.Imhof



cyan magenta gelb schwarz Oberflächen.IWK



cyan magenta gelb schwarz Oberflächen.Meyer

## 2.6 VORSCHLAG ZUR GESTALTUNG VON HÖHENSCHICHTENKARTEN

Hier will ich nun eine von mir aufgestellte Farbskala vorstellen. Es kam mir bei dieser Skala darauf an, den gesamten farblichen Bewegungsspielraum, also auch einen möglichst großen Teils des Farbenspektrums, für die Darstellung der Höhenverhältnisse auszunutzen. Für die Höhenschichtenfarben habe ich das Prinzip 'je höher, desto farbintensiver' gewählt. Auch die Bezeichnung 'je höher, desto dunkler' trifft zu, ist allein aber unzureichend.

Höhenschichten und Geländeschummerung stehen sich hier gewissermaßen im Wege wenn man versucht, mit beiden Darstellungselementen gleichzeitig jeweils die optimale Plastizität zu erreichen. Dennoch halte ich eine ausgewogene Kombination von Flächenfarbe und Geländemodellierung (im Maßstab unserer Karte) für die insgesamt beste Lösung.

Für die Karte habe ich meine im vorigen Kapitel gezeigte Farbskala (6) in der Schicht 1000-2000m nochmal geringfügig geändert. Der Farbton hat sich dadurch etwas Richtung Braun verschoben, die oberen Schichten sind jetzt noch etwas besser unterscheidbar. Die oberste Höhenschicht hat in meiner Skala immer noch nicht die maximal mögliche Leuchtkraft, ich hätte also das Farbenspektrum insgesamt noch etwas weiter auseinanderziehen können. Aber eine Geländeschummerung kann nur dann zur Wirkung kommen, wenn noch ein guter Spielraum zur Verdunklung und Steigerung der Flächenfarbe bleibt. Jede Modulation, also Aufhellung oder Verdunklung des intensiven Orangerot, bedeutet eine Abschwächung der räumlichen Wirkung der Höhenschichten, aber gleichzeitig auch eine Verbesserung der Geländezeichnung, also einen wichtigen Informationsgewinn über das Aussehen der Erdoberfläche innerhalb dieser Höhenzone.

Da die oberen Höhenschichten relativ farbsatt und auch schon recht dunkel sind, kam die Geländeschummerung im Vergleich zur Imhofschen Lösung zunächst nicht so stark zur Geltung. Deshalb habe ich die Schatten für den Bereich über 2000m kräftiger gemacht. Durch die Freistellung im Schwarz ist die Schrift noch ausreichend lesbar. Die Höhenschichtendarstellung ist durch die vielen unterschiedlichen Farbtöne ausgeprägt. Ähnlich wie bei der Peucker-Skala soll das intensive Orangerot eigentlich nur für die höchsten Bergregionen stehen. Wegen der vorgegebenen Stufenbildung der Alexander-Karten sind die Flächen der obersten Schicht ziemlich groß. Somit hat das Orangerot in der vorliegenden Karte ein gewisses Übergewicht.







Grundidee zur Gestaltung der Höhenfarbskala war die möglichst prägnante Darstellung von luftperspektivischen Farbveränderungen. Wir 'schweben' als Betrachter des gezeigten Gebietes über der Erdoberfläche, also noch deutlich höher wie deren höchste Erhebungen, und blicken nach unten, in die Ferne. Die hohen Landesteile liegen nahe, die tiefen entsprechend weit entfernt. "Zwischen den Polen Rot und Blau, zwischen Höhe und Tiefe, zwischen der durch Rot versinnbildlichten Glut der Sonne und der Kälte des Blaus (...) bewegt sich in der Darstellung und in Wirklichkeit alles Leben." (Schiede, H. 1957, S. 133). Die Grenzen des Farbspektrums für die Höhenzonen waren also von Anfang an klar, interessant waren aber die dazwischen liegenden Farbtöne :

Um einen durchgehenden Hell-Dunkel-Verlauf zu bekommen, mußte das helle Gelb umgangen werden, es ging um einen allmählichen Übergang von Grün zu Braun. Ich ersetzte das helle Gelb durch eine Farbe, die zwischen dem hellen Rotbraun und Hellgrün lag. Heraus kam ein bräunliches Olivgrün.

Spannend war die Annäherung an Blau, am unteren Ende der Skala : Blau ist zur Darstellung von luftperspektivischen Erscheinungen unentbehrlich. Andererseits mußte ein gewisser Abstand zum Meerblau noch bleiben. Diesen Abstand habe ich dann aber doch auf das nötigste Mindestmaß reduziert. So ergab sich zusammen mit einer in Blau und Schwarz angelegten Tiefenskala (für die Meeresflächen) ein fast durchgehender Farbtonverlauf. Der geringe farbliche Unterschied vom Tiefland zum Meer mag etwas ungewohnt sein, die Landflächen heben sich auf den ersten Blick kaum von den Meeresflächen ab. Will man aber eine Meerestiefendarstellung mit in die Karte aufnehmen, so ist ein gleichmäßiger Farbverlauf vom Land zum Meer sogar naheliegend. Die meist kontinuierliche Änderung der Meereshöhe setzt sich natürlich auch unter die Meeresoberfläche fort. Der stärkste 'Sprung' im Kontinuum Meeres-höhe liegt nicht bei 0 Meter, sondern bei -200 Meter, also beim Abbruch des Schelfs zum Meeresboden hin. Deshalb gehört für viele Geographen der Schelf noch zum Kontinent, und ein allmählicher Übergang von den Höhen- zu den Tiefenstufen ist daher vertretbar. Ich denke, die Küstenlinie kennzeichnet zusammen mit dem leichten Farbtonsprung die geographisch bedeutende Grenze zwischen Land und Meer in ausreichender Weise.

Das Blau des Meeres ist mit zunehmender Tiefe immer mehr verschwärzlicht. Cyan allein halte ich trotz der drucktechnischen Vorteile für zu leuchtend, es läßt sich damit keine richtige Meerestiefe darstellen. Auch die Bemischung von Magenta wäre zur Verbesserung der Reliefzeichnung und zur Tiefendarstellung im Meer möglich. Damit das Rot der Gebirge optimal zur Wirkung kommt, habe ich darauf verzichtet. Das verdunkelte Meerblau bewirkt eine Anhebung der hellen Landflächen, durch die leichten Schwarzanteile konnte ich die Farbskala der Landhöhen noch etwas



Richtung Cyan verlängern. Die Landflächen unter dem Meeresspiegel (Depressionen) schließen sich mit ihrem Hellgrau an die Verschwärzlichung der Tiefen an.

Die Skala enthält bewußt wenig klare, 'klassische' Farben. Die vielen Zwischentöne (Farben dritter Ordnung) verhindern ein 'Hängenbleiben' des Betrachters in einer mittleren Höhenzone. Das Auge klettert auf und ab, auf der Suche nach Halt an dominanten Farbtönen. Diese findet es nur am oberen Ende der Farbleiter, und bei den anderen Karteninhalten (Ortssignaturen, Flüsse). Berggipfel und Talsohlen sind die Ruhepole einer Landschaft, und gleichzeitig die extremsten Gegensätze.

Bei der Tiefenschichtendarstellung des Meeresbodens sind die Täler der gezeigten Landschaft die Tiefseegräben. Die Tiefen eines Gewässers zeigen sich von oben betrachtet durch entsprechende Verdunkelungen. Das satte Orangerot der obersten Höhenschicht symbolisiert gleichzeitig Nähe und die höchsten Werte des dargestellten Kontinuums. Die Schummerung kommt trotz des intensiven Tons ausreichend zur Geltung, eine deutliche Verbesserung der Plastizität brachte, wie bei der Alexander-Karte, die Aufhellung der Lichterhänge. Das dunkle Blau der Tiefseeergräben zeigt unendliche Weite und die Dunkelheit in diesen Meeresregionen. In der Natur nicht vorhandene Kartenelemente wie Landesgrenzen und Ländernamen sind in Grau gehalten (Ausnahme : Gewässerbeschriftung). Sie treten entsprechend ihrer Wichtigkeit (in einer physischen Karte) gegenüber der Geländephysis zurück und bilden zusammen mit der schwarzen Beschriftung die Gruppe der 'zusätzlichen Karteninhalte'. Landesgrenzen und Landesnamen haben den gleichen Farbton und stehen dadurch optisch in einer Ebene.

Das Gradnetz kann wegen der dünnen Linien nur in Cyan oder Grau gedruckt werden. Da schon die Höhenlinien und Landesgrenzen grau sind, habe ich mich für Cyan entschieden.

Am Cyan-Vollton der Flüsse kann die gegenseitige Beeinflussung benachbarter Farbtöne sehr schön gezeigt werden : Einige Flüsse durchlaufen alle Farbschichten, das satte Cyanblau kommt jeweils unterschiedlich zur Wirkung. Um den räumlichen Eindruck noch zu verstärken, könnten die Flüsse entsprechend der Höhenstufen unterschiedlich intensiv gefärbt sein. Es ergäbe sich innerhalb eines Flusses dann ein stufenartiger Tonverlauf von z.B. 50 bis 100 Prozent Cyan.

Die Ortssignaturen leuchten mit ihrer gelben Füllung, etwa entsprechend der künstlichen Beleuchtung der Städte.

Die Farben der Höhenschichten setzen sich wie folgt zusammen :

	<u>&lt;0</u>	<u>0-100</u>	<u>100-200</u>	<u>200-500</u>	<u>500-1000</u>	<u>1000-2000</u>	<u>&gt;2000</u>	<u>m</u>
cyan	3	13	18	15	10	10	0	%
magenta	0	0	0	10	25	42	64	%
gelb	0	8	25	35	50	69	89	%
schwarz	3	0	0	0	0	0	0	%

Die Farben der Tiefenschichten sind :

	<u>Schelf</u>	<u>Meeresboden</u>	<u>Tiefseebecken</u>	<u>Tiefseeegraben</u>	
cyan	25	30	45	70	%
magenta	0	0	0	0	%
gelb	0	0	0	0	%
schwarz	0	3	10	30	%

Die Einstellungen für die **Farbflächenmodulation** sind :

**Basisschummerung :**

alle Meeresteile : Farbton 180 / Sättigung 50

	<u>0-100</u>	<u>100-200</u>	<u>200-500</u>	<u>500-1000</u>	<u>1000-2000</u>	<u>&gt;2000</u>	<u>m</u>
Farbton	150	110	61	25	20	0	
Sättigung	100	50	20	30	20	0	

Für die Höhenschicht <0m war keine eigene Modulation nötig. In den Karten des Alexander kann in dieser Höhenschicht auf eine Schummerungsdarstellung verzichtet werden.

**Schatten :**

Nur für die Schicht ≥2000m :

Vordergrundfarbe einstellen : Cyan 45, Magenta 32, Gelb 32, Schwarz 10 %.

Dann kolorieren mit Farbton 0 und Sättigung 0.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit befaßt sich allgemein gesagt mit der digitalen Herstellung von Höhengschichtenkarten. Digitale Herstellung bedeutet hier die Umwandlung analog bereits vorliegender Kartenoriginale (wie Geländeschummerung und Höhenlinien), die Neuerstellung der Schrift und Punktsignaturen nach den Vorgaben aus der Generallegende, sowie die Neugestaltung der Geländedarstellung mit Hilfe der Farb-flächenmodulation. Die **Entwicklung einer Farbflächenmodulation** für die Höhen-schichtenkarten des ALEXANDER war das Ziel der Arbeit. 'Farbflächenmodulation' heißt : Anlegen der Schummerung nicht wie bisher üblich in Schwarz, sondern soweit wie möglich in den Farben der darunter liegenden Höhengschichtenflächen.

Die Arbeit besteht aus 2 Hauptteilen :

Im 1. Teil ist die Herstellung der Südamerika-Höhenschichtenkarte aus dem ALEXANDER-Schulatlas des Klett-Perthes-Verlags beschrieben. Dabei gehe ich auf einige Besonderheiten und Schwierigkeiten im Herstellungsablauf ein. Die Entwicklung des neuen Gestaltungskonzeptes für die Geländedarstellung in allen Höhengschichtenkarten des ALEXANDER war die eigentliche Aufgabe, die Südamerika-Karte sollte als Beispielkarte dazu dienen. Ziel der Entwicklung war die Verschmelzung der farbigen Höhengschichten mit der Schräglichtschummerung. Die Höhengschichten sollten auch in den Schattenpartien der Schummerung voneinander unterscheidbar sein, und die Geländedarstellung sollte insgesamt verbessert werden. Bisher zeigte die Schräglichtschummerung nur große Höhenunterschiede, es gab keine zusammenhängende Geländemodulation. Die Schatten lagen einzeln auf den Höhengschichten und konnten von vielen Lesern nicht mehr als Geländezeichnung erkannt werden. Die nötigen Verbesserungen konnten nur gelingen durch eine farbflächen-modulierte Geländedarstellung. Die Schräglichtschummerung wurde soweit wie möglich mit den Eigenfarben der einzelnen Höhengschichten erzeugt. Die wichtigen Schritte bis zur besten Lösung sind mit einer Testreihe aufgezeigt.

Das besondere und noch recht neue in der Kartenherstellung war die Kombination von Raster- und Vektordaten : Die Geländedarstellung mit Höhengschichten und Schräg-lichtschummerung wurde mit Rasterdaten erzeugt, die anderen Karteninhalte wurden in Form von Vektordaten digitalisiert. Höhenlinien, Küstenlinien und Gewässer wurden automatisch vektorisiert und dann in Freehand nachgebessert. Als Anhalt hierfür und für die Neudigitalisierung der Schrift und Ortssignaturen diente ein Scan (TIFF-Bild). Die Oberflächendatei mit der Geländedarstellung (aus Photoshop) konnte erst am Schluß, also zur Filmbelichtung, mit den Linienelementen und der Schrift (aus Freehand) kombiniert werden. Die Ergebnisse der Entwicklung

sind in der Südamerika-Höhenschichtenkarte und im gesamten Arbeitsablauf zur digitalen Herstellung von Höhenschichtenkarten festgehalten. Das Gestaltungskonzept der Südamerika-Karte soll im Zuge der Digitalisierung auf alle Höhenschichtenkarten des ALEXANDER übertragen werden. Mit der neuen Karte und ihrem Herstellungsablauf war die gestellte Aufgabe gelöst.

Der 2. Teil der Arbeit befaßt sich mit einigen wichtigen Aspekten zum Entwurf von Höhenschichtenkarten. Er enthält den theoretischen Hintergrund für eine, wie im ersten Teil gezeigte, praktische Kartenherstellung. Im Gegensatz zur Analog-Digital-Wandlung in der Herstellungstechnik haben sich die theoretischen Grundlagen für die Gestaltung von physischen Karten in den letzten Jahren nicht verändert. Somit kann auch ältere Literatur, aus der Zeit vor der elektronischen Bildverarbeitung, heute noch wichtige Beiträge zum Entwurf von Höhenschichtenkarten liefern. Obwohl sich bei der Kartenherstellung mit einem Programm wie Photoshop viele neue Möglichkeiten und Arbeitserleichterungen bieten, bleiben die Gesetze der Graphik und der visuellen Wahrnehmung dennoch die gleichen. Die Geländeschummerung ist das Kernstück der neuen Karte, deshalb wird ihr ein eigenes Kapitel gewidmet. Einige Gedanken zur Lesbarkeit von kartographischen Darstellungen allgemein und von physischen Karten habe ich im Kapitel 'Anschaulichkeit und Naturähnlichkeit' zusammengefaßt. Die neue Südamerika-Höhenschichtenkarte wird im Anschluß an die Abhandlung zur Farbgestaltung mit einigen anderen möglichen Lösungen verglichen. Die wichtigsten geschichtlichen Entwicklungsschritte der Höhenschichtenkarte (als Kartentyp) und die Vor- und Nachteile der einzelnen Gestaltungskonzepte werden aufgezeigt. Das besondere und neue der ALEXANDER-Karte, nämlich die durchgehende Farbflächenmodulation, wird dabei deutlich.

Am Schluß wird ein eigener Entwurf für die Gestaltung von Höhenschichtenkarten vorgestellt. In ihm sind die zuvor genannten Möglichkeiten in der Farbgestaltung besser ausgeschöpft.

Die Rationalisierung in der Kartenherstellung schränkt den Gestaltungsspielraum beim Kartenentwurf ein (mit 4 Farben lassen sich natürlich wesentlich weniger Farbtöne realisieren als mit 8 Farben). Trotzdem muß sie nicht zwangsläufig eine Verschlechterung der Kartenqualität bedeuten. Es geht weiterhin um die optimale Nutzung der vorhandenen technischen Möglichkeiten. Erst die elektronische Bildverarbeitung machte eine wie in dieser Arbeit gezeigte Farbmodulation auch rationell durchführbar. Ob sich die Anstrengungen beim Entwurf und bei der Kartenherstellung gelohnt haben, entscheidet sich beim Druck.

## LITERATURVERZEICHNIS

- ARNBERGER, Erik und KRETSCHMER, Ingrid 1975 : Wesen und Aufgaben der Kartographie - Topographische Karten. Band 1 aus : Arnberger, Erik : Die Kartographie und ihre Randgebiete - Enzyklopädie. Franz Deuticke. Wien.
- BERTIN, Jaques 1974 : Graphische Semiologie. Walter de Gruyter. Berlin, New York.
- BRUNNER, Hans; GÖTZ, Helfried; BÖHLIG, Klaus 1978 : Lehrbuch für Kartographiefacharbeiter, Teil 1. VEB Hermann Haack, Geographisch-Kartographische Anstalt Gotha / Leipzig.
- CONRAD-MARTIUS, Hedwig 1929 : Farben. In : Festschrift für Edmund Husserl zum 70.Geburtstag. Ergänzungsband zum Jahrbuch für Philosophie und phänomenologische Forschung. Max Niemeyer Verlag. Halle a.d. Saale.
- DITTMANN, Lorenz 1959 : Bemerkungen zur Farbenlehre von Hedwig Conrad-Martius. In : Hefte des kunsthistorischen Seminars der Universität München : 5. Über Farbe, Licht und Dunkel. Selbstverlag des kunsthistorischen Seminars der Universität München. München.
- ECKERT, Max 1921 : Die Kartenwissenschaft. Vereinigung wissenschaftlicher Verleger Walter de Gruyter & Co. Berlin und Leipzig.
- GEOGRAPHISCH-KARTOGRAPHISCHES INSTITUT MEYER 1979 : Meyers Großer Weltatlas. Bibliographisches Institut AG. Mannheim.
- GEORG PHILIP LIMITED 1993 : Internationaler Weltatlas. Xenos Verlagsgesellschaft mbH. Hamburg.
- GERRITSEN, Frans 1984 : Entwicklung der Farbenlehre. Muster-Schmidt. Göttingen, Zürich.
- GOLPON, Roland 1988 : Reproduktionsfotographie. Polygraph Verlag. Frankfurt am Main.
- GROSSER, Konrad 1985 : Der Ausdrucksgrad kartographischer Darstellungen - Implizite und explizite Gestaltungskonzeptionen. In : Fortschritte in der geographischen Kartographie. VEB Hermann Haack, Geographisch-Kartographische Anstalt. Gotha.
- HAKE, Günter 1982 : Kartographie I. Walter de Gruyter. Berlin, New York.
- HERRMANN, Christian 1972 : Studie zu einer naturähnlichen topographischen Karte 1:500000. Geographisches Institut der Universität. Zürich.

- HEUPEL, Aloys 1979: Kartographische Automation und ihre Forderung an die Gestaltung von Karten. In : Kartographische Aspekte in der Zukunft. Deutsche Gesellschaft für Kartographie e.V. Bielefeld.
- IMHOF, Eduard 1958 : Naturalistik und Abstraktion in der kartographischen Geländedarstellung. In : Kartographische Nachrichten, Heft 1 / 58. Velhagen & Klasing. Bielefeld.
- IMHOF, Eduard 1965 : Kartographische Geländedarstellung. Walter de Gruyter. Berlin.
- ITTEN, Johannes 1987 : Kunst der Farbe - Studienausgabe. Otto Maier. Ravensburg.
- KLETT-PERTHES 1993 : Alexander Schulatlas. Ernst Klett Schulbuchverlag GmbH. Stuttgart.
- KOCH, Markus 1994 : Die kombinierte Vektor- und Rasterdaten-Verarbeitung bei Schulatlaskarten am Macintosh. Diplomarbeit an der Fachhochschule Karlsruhe, im Auftrag des Ernst Klett Schulbuchverlags Stuttgart.
- KONFERENZ DER KANTONALEN ERZIEHUNGSDIREKTION 1976 : Schweizer Mittelschulatlas. Orell Füssli Graphische Betriebe AG. Zürich.
- KÜPPERS, Harald 1972 : Farbe. Callwey. München.
- LIBER KARTOR AB 1994 : Der Grosse Marco Polo Weltatlas. Mairs Geographischer Verlag. Ostfildern.
- OTT, Gerhard 1986 : Zum Verständnis der Farbmischung im Sinne Goethes. In : Der Farbenkreis. Verlag Freies Geistesleben. Stuttgart.
- PAWLIK, Johannes 1978 : Goethe Farbenlehre. DuMont Buchverlag. Köln.
- PEUCKER, Karl 1970 : Geländedarstellung. Meridian Publishing Co. Amsterdam. Unveränderter Nachdruck von : Peucker, Karl 1908 : Schattenplastik und Farbenplastik - Beiträge zur Geschichte und Theorie der Geländedarstellung. Artaria & Co. Wien.
- SALISTSCHEW, Konstantin A. 1967 : Einführung in die Kartographie, Band I. VEB Hermann Haack, Geographisch-Kartographische Anstalt Gotha / Leipzig.
- SCHIEDE, Heinrich 1957 : Praktische Farbenpsychologie in Karten. In : Kartographische Studien. Haack-Festschrift zum 85. Geburtstag. (Ergänzungsheft Nr. 264 zu Petermanns Geographischen Mitteilungen). VEB Hermann Haack. Gotha.
- SCHMIDT, H. 1958 : Farbige Geländedarstellung. In : Kartographische Nachrichten 1958 / Heft 3. Velhagen & Klasing. Bielefeld.

SCHOPPMAYER, Johannes 1992 : Farbe - Definition und Behandlung beim Übergang zur digitalen Kartographie. In : Kartographische Nachrichten, Heft 4 / 92.

Kirschbaum Verlag. Bonn.

SYDOW, Emil von 1842 : Methodischer Hand-Atlas für das wissenschaftliche Studium der Erdkunde. Justus Perthes. Gotha.

SYDOW, Emil von 1850 : Schul-Atlas. Justus-Perthes. Gotha.

STEURER, Christoph 1981 : Theoretische Grundlagen der kartographischen Kommunikation. Band 13 aus : Beiträge aus dem Seminarbetrieb und Arbeitsbereich

des Ordinariats für Geographie und Kartographie. Institut für Geographie der Universität Wien.

ZEISS, Carl 1977 : Handbuch für Augenoptik. Carl Zeiss. Oberkochen.



## **EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG**

Hiermit erkläre ich, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig, d.h. nur mit Hilfe der angegebenen Hilfsmittel, erstellt habe.

Stuttgart, den 5. April 1995



Stephan Wondrak

Hinweise zu diesem PDF-Dokument :

Es handelt sich um eine neu erstellte Kopie der Diplomarbeit von 1995. Der Text war noch als Worddatei vorhanden und konnte praktisch 1:1 übernommen werden. Lediglich die Laufweite der Buchstaben hat sich geringfügig geändert, weshalb es eine leichte Verschiebung bei den Seitenzahlen gab.

Die farbigen Abbildungen basieren auf Scans der originalen Cromalin-Proofs. Kleine Farbverschiebungen sind deshalb möglich.

Zürich, den 18. Oktober 2010

Stephan Wondrak