

# Eigenschaften von Kombinationen graphischer Variablen

ERNST SPIESS, Zürich

Mit 24 Textabbildungen

## Inhalt

Grundlegende Darstellungsprinzipien . . . . .	325
Graphische Variablen (nach BERTIN) . . . . .	326
Eigenschaften von Kombinationen graphischer Variablen . . . . .	329
Verschiedene Kombinationsformen . . . . .	333
Kombinationen mit quantitativer Wirkung . . . . .	334
Kombinationen mit ordnender Wirkung . . . . .	335
Kombinationen mit trennender Wirkung . . . . .	335
Überlagerung von Komponenten . . . . .	335
Schlußbemerkungen . . . . .	337
Zusammenfassung . . . . .	337
Summary . . . . .	338
Résumé . . . . .	338

In seinem Werk „Sémiologie graphique“ [2] unternimmt Jacques BERTIN den vielversprechenden Versuch, die vielgestaltigen Darstellungsmittel der Kartographie in die grundlegenden Bausteine zu zerlegen, zu analysieren und ihre visuellen Eigenschaften und spontanen Ausdrucksfähigkeiten zu charakterisieren. Aus den gewonnenen Erkenntnissen heraus werden Darstellungsgesetze aufgebaut, welche in jedem einzelnen Falle die für eine Karte wirksamste Darstellungsform zu finden erlauben. Es wird dabei das Ziel verfolgt, aus der Karte rasch und möglichst selbstverständlich auf eine Frage die richtige Antwort herauslesen zu können. Bei dieser Betrachtungsweise bleibt der Karteninhalt als solcher an sich Nebensache, wie das aus methodischen Gründen schon vor 1962 von Eduard IMHOF [3] gefordert wurde. Über die graphische Form der Karte entscheiden allein Informationsgehalt und -Strukturen der einzelnen Komponenten eines Themas.

In der praktischen Anwendung, vor allem für thematische Karten, bereitet diese Theorie einige Schwierigkeiten. Diese begründen sich auf die Tatsache, daß schon die Analyse der gegebenen Informationen zu vorläufigen Entscheidungen zwingt. Der Einsatz der Darstellungsmittel ist keineswegs eindeutig und zwingend, sondern läßt dem Kartenredaktor meistens noch ein breites Experimentierfeld offen. Das gilt besonders für alle Fälle in denen die graphischen Variablen nicht in ihrer elementaren Form, sondern in Kombinationen

eingesetzt werden. In der Praxis treten diese Veränderlichen fast immer kombiniert auf, wie zum Beispiel in Farbskalen und Strukturrasterskalen. Aus unserer Anschauung heraus beurteilen wir diese Kombinationen zum Teil anders als BERTIN. Es soll deshalb im folgenden versucht werden, die Vielfalt möglicher Kombinationen graphischer Variablen aufzuzeigen und deren Eigenschaften anhand einiger Beispiele zu untersuchen und zu umschreiben. Im umfassenden Rahmen der Darstellungsfragen behandelt dieses Thema zwar nur ein kleines Detail. Es kann aber doch auch grundsätzlich interessant sein, als Prüfstein der methodisch neuen Vorschläge von BERTIN.

### Grundlegende Darstellungsprinzipien

Völlige Übereinstimmung der inhaltlichen und graphischen Aspekte von Sachverhalten und ihrer graphischen Darstellung in der Karte schafft die beste Voraussetzung für ein spontanes und richtiges Erkennen von Beziehungen und Zusammenhängen. Die nachstehenden Prinzipien der Zuordnung können noch so trivial anmuten, Tatsache ist, daß sie immer wieder mißachtet werden. Die Folge sind mühsam zu lesende und schwierig zu interpretierende Karten voller Täuschungen und Mißverständnisse. Die Information wird in solchen Karten auf höchst unwirksame Weise vermittelt. Solche Mißerfolge können zu einem großen Teil vermieden werden, wenn die folgenden Grundsätze beachtet werden:

Gleiches	— gleich darstellen
Verschiedenes	— verschieden darstellen
Geordnetes	— graphisch nach gleicher Ordnung darstellen
Quantitatives	— quantitativ schätzbar, zählbar oder meßbar darstellen
Gemeinsames	— zusammenfassend darstellen
Zusammengehörendes	— auch in seiner Gesamtheit als zusammengehörend gestalten
Gegensätzliches	— kontrastierend darstellen.

Diese elementaren Forderungen werden heute noch allzu häufig verletzt, so auch in Abbildung 1. Die Umsetzung einer eindeutig geordneten Reihe von Mengenintervallen in graphische Form weist eine deutliche Unstetigkeit in der Skala auf, die in der Karte zu völlig falschen Aussagen führen muß.

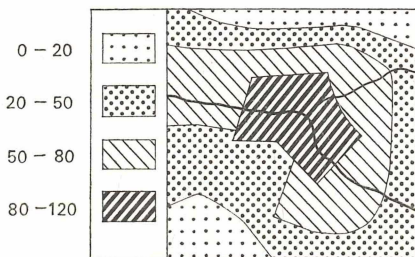


Abb. 1. Durchbrechen einer geordneten Stufenfolge durch ein zu helles Muster.

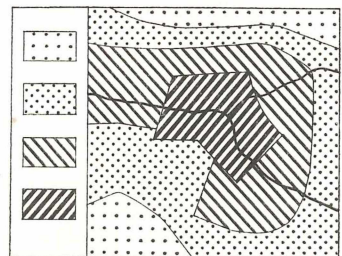


Abb. 2. Den Daten entsprechende, stetig wachsende Stufenfolge.

Für die folgenden Überlegungen wurde davon ausgegangen, daß diese Prinzipien ohne Einschränkungen berücksichtigt werden. Es kann ausnahmsweise durchaus notwendig sein, davon in einzelnen Punkten abzuweichen und andere Gesichtspunkte in den Vordergrund zu stellen. So ist nicht auszuschließen, daß z. B. in Inventarkarten die Frage nach allen gleichartigen Elementen, etwa nach der Verbreitung einer nur sporadisch vorkommenden Pflanzenart als zweitrangig behandelt wird gegenüber dem einzelnen wichtigen Standort.

BERTIN bezeichnet die diesen Grundsätzen zugrunde liegenden Eigenschaften der graphischen Ausdrucksmittel als deren Organisationsstufen. Er unterscheidet nach der Art der Wirkung der bildlichen Aussage auf den Betrachter der Karte:

- # auflösende
- ≡ verbindende
- ≠ aufteilende
- O ordnende
- Q quantitative Wirkung.

Unsere Beispiele mit Flächenmustern bauen alle auf denselben Konturen auf, doch werden ihnen von Fall zu Fall verschiedene Organisationsstufen zugeteilt. Die größeren Zahlenwerte der Legenden verkörpern zahlenmäßig gegebene Mengen, die Werte 1 bis 5 eine geordnete ansteigende Stufenfolge, Buchstaben dagegen gleichwertig nebeneinanderstehende, aber voneinander differenzierte Kategorien. Abbildung 4 ist das einzige flächenhafte Beispiel, das unmittelbare quantitative Eindrücke vermittelt. Die beiden Pfeile in Abbildung 3 verbinden Flächenstücke mit stetig wachsender Stufenfolge, die übrigen Linien die ein- und derselben Kategorie zugehörigen Flächen, welche auch in ihrer gesamten regionalen Verbreitung erkannt werden sollen. Einen mehr oder weniger starken auflösenden Effekt zeigen die beiden Abbildungen 4 und 5, wogegen die Abbildungen 6 bis 8 durch eine sich über das gesamte einbezogene Gebiet verbindend wirkende Gleichmäßigkeit auszeichnen.

#### *Graphische Variablen (nach BERTIN)*

Jedes Zeichen einer Karte kann auf einen Punkt, eine Linie oder auf eine Fläche bezogen werden. Diesselbe Aussage gilt dabei für alle Punkte innerhalb oder außerhalb der durch ihre Kontur gegebenen Fläche oder für alle Punkte derselben Linie.

Dieses Zeichen kann einerseits jede vorgegebene Lage ( $x_j, y_j$ ) auf der Koordinatenebene einnehmen. Diese unverrückbare geographische Zuordnung ist charakteristisch für die Karte gegenüber allen andern graphischen Darstellungen. Andererseits kann dieses Zeichen zusätzlich noch variiert werden nach

- G Größe
- H Helligkeit
- K Korn oder Rasterweite
- C Farbrichtung (Farbe)
- O Orientierung
- F Form.

In den fiktiven Beispielen Abb. 4 bis 8 mit flächenhafter Darstellung von Stufenfolgen und mosaikartigen Strukturen wird jeweils nur eine dieser sechs Variablen verändert. Aus reproduktionstechnischen Gründen wird auf Farbvariationen überhaupt verzichtet, obwohl sie in diesem Zusammenhang in mancher Beziehung eine bedeutende Rolle spielen.

Einem Größenzeichen (Abb. 4) wird proportional der Fläche, die es einnimmt, ein fester Wert zugeordnet. Es gilt somit die Beziehung „je größer,

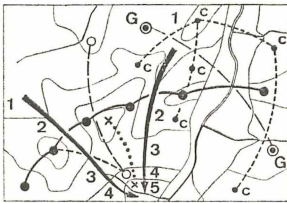


Abb. 3.

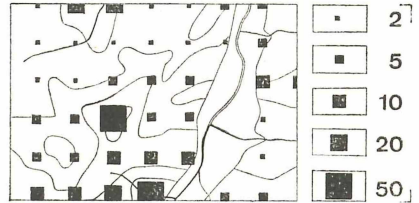


Abb. 4.



Abb. 5.



Abb. 6.



Abb. 7.

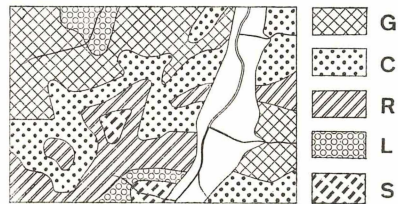


Abb. 8.

Abb. 3 bis 8: Ausdruckskraft der rein graphischen Variablen.

Abb. 3. Verlauf stetiger Stufenfolgen, Zusammenfassen verstreuter Gebiete; Abb. 4. Variable Größe; Abb. 5. Variable Helligkeit; Abb. 6. Variables Korn oder Rasterweite; Abb. 7. Variable Orientierung; Abb. 8. Variable Form.

desto mehr“, wobei diese Signaturgrößen zahlenmäßig direkt miteinander verglichen werden können, sei es durch ausmessen, abzählen oder meistens durch abschätzen.

Mit der zunehmenden Verdunklung eines Zeichens, also einer Variation der Helligkeit (Abb. 5), wird eine steigende Zunahme einer Qualität oder Menge in direkte Beziehung gebracht, und zwar nach der Regel „je dunkler, desto mehr, desto besser, desto höher etc.“. Ein echter quantitativer Vergleich ist auf Grund von Tonwerten allein aber nie möglich. Entscheidend ist einzig die eindeutige Einordnung nach Rang in einer Stufenfolge.

Als Veränderung des Kornes bezeichnet BERTIN eine Variation der Zahl der Formelemente pro Längeneinheit. Man könnte sie auch als Rasterweite bezeichnen. Nimmt die Zahl der Formelemente ab, so muß das Korn gröber werden, wenn die Helligkeit nicht verändert werden darf. Wir definieren dies als eine positive Kornvariation ( $K^+$ ). Grobes Korn scheint in der Regel vorn zu liegen, das feinste Korn kennzeichnet die hinterste Ebene des Bildes. Dieser visuelle Effekt ist allerdings meistens schwach. Die ordnende Wirkung verschiedener Rasterweiten ist wesentlich schwächer als diejenige der Variablen Helligkeit. Nach unserer Auffassung wirkt stark unterschiedliches Korn in einem Bild graphisch eher unnatürlich und gezwungen. Man vergleiche in diesem Zusammenhang etwa die Abb. 17 mit den fünf anstoßenden, die alle starke Veränderungen der Rasterweiten aufweisen. Es ist außerdem

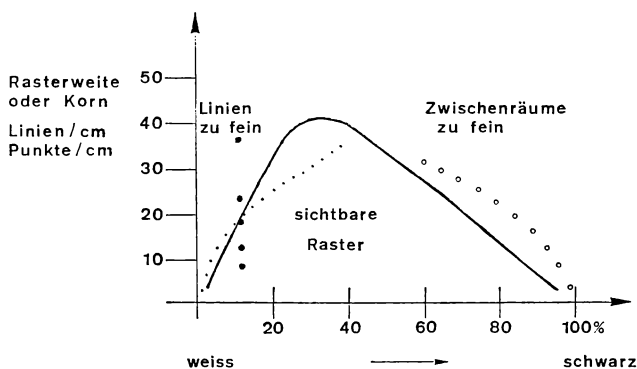


Abb. 9. Variationsbreite des Kornes sichtbarer Raster in Abhängigkeit von der Helligkeit.

zu beachten, daß eine reine Variation des Kornes (Abb. 6) gleiche Helligkeit voraussetzt, was bei üblicher Betrachtungsdistanz recht schwierig zu beurteilen ist. Grobes Korn erscheint aus der Nähe betrachtet eher heller, offenbar eine Folge der visuell selbständig gewordenen großen weißen Zwischenräume. Abbildung 9 zeigt, daß die Variation der Rasterweite gewissen Grenzen unterliegt. Vergleichsweise wurden die fünf verschiedenen Korngrößen der Abb. 6 ebenfalls ins Diagramm eingetragen. Die Form des feinsten Kornes der Stufe 1 kann vom bloßen Auge nicht mehr deutlich erkannt werden. Das größte Korn andererseits ist bekanntlich abhängig von der Größe der Flächenstücke, die damit belegt werden.

Bei der Variablen Farbe ist ganz besonders darauf hinzuweisen, daß immer nur Farben gleicher Helligkeit in eine reine Farbreihe gehören. Sobald wir verschiedene helle Farben zulassen, was in Praxis fast die Regel ist, haben wir es mit einer Kombination ( $H \times C$ ) zu tun, die dann ein mehr oder weniger starkes ordnendes Element aufweist.

Formen mit einer oder zwei ausgesprochen dominierenden Richtungen lassen sich in relativ beschränkter Zahl nach verschiedener Orientierung differenzieren. Durch Drehen der Abb. 7 wird man sich überzeugen, daß ein senkrecht stehender Raster immer eine Nuance heller erscheint, als derselbe Raster in andern Lagen. Nebenbei sei auch auf eine störende optische Täuschung, auf die scheinbare Verzerrung der Legendfelder durch Schrägschraffuren, hingewiesen.

Schließlich steht uns ein großer Formenreichtum zur Verfügung (Abb. 8). Gleiche Formen unter einer Anzahl anderer können nur individuell erfaßt werden und nicht in ihrer Gesamtheit, in ihrer regionalen Streuung.

Wenn nur eine einzige Variable verändert wird, so bleiben alle andern konstant. Wir können dann von einer Signaturenreihe mit reinen Variablen sprechen (Abb. 4 bis 8). Werden mehrere Variablen gleichzeitig miteinander variiert, so entsteht eine kombinierte Skala (Abb. 10 und ff.). Ihnen gelten zur Hauptsache die folgenden Überlegungen.

*Eignung der 6 reinen Variablen oder ihre Organisationsstufe*

Tabelle 1		auflösend # verbindend,	≠	O	Q
Graph. Variable		zusammen- fassend	trennend, aufteilend	ordnend	quantitativ
G	Größe	#	≠	O	Q Q
H	Helligkeit	#	≠	O O	nur
K	Korn	≡	≠	O	bei
C	Farbe	≡	≠ ≠	Verzicht auf spontanes Erkennen	
O	Orientierung	≡	≠	regionaler Zusammenhang zu empfehlen.	
F	Form	≡	(≠)		

Die Tabelle 1 gibt einen Überblick über die besondere Eignung der reinen Variablen. Deutlich kommt zum Ausdruck, worin die Stärke jeder einzelnen liegt. Läßt sich beispielsweise eine Inhaltskomponente nach einer vorgegebenen, unverrückbaren Ordnung gliedern, so ist für den Aufbau dieser Ordnung im Bilde keine andere Variable als die Hell-Dunkel-Reihe besser geeignet. Andererseits muß aber gewarnt werden vor der Anwendung einer Variablen von höherer Organisationsstufe, als sie durch das gestellte Problem verlangt wird. Der Kartenleser wird sonst dazu verleitet, mehr in die Karte hineinzuinterpretieren, als eigentlich nach der Legende beabsichtigt ist. So geben Punktsignaturen variabler Größe sofort Anlaß zu quantitativ vergleichenden Schätzungen, trotzdem die Legende nur eine Einordnung in ein festes Intervall mit weiten Grenzen vorsieht. Oder es werden oft Farbtöne unterschiedlicher Helligkeit verwendet, obwohl das Thema gar keine Bevorzugung irgend einer Stufe oder keine feste Rangordnung zuläßt.

*Eigenschaften von Kombinationen graphischer Variablen*

BERTIN weist darauf hin, daß sich aus den sechs graphischen Variablen 63 Kombinationen aufbauen lassen. Wir gehen aber nicht einig mit seiner Auffassung, daß jede Kombination die Eigenschaften der beteiligten Variablen mit der höchsten Organisationsstufe übernehme. Sowohl die Kombinationsmöglichkeiten, wie auch deren Eigenschaften müssen wesentlich differenzierter betrachtet werden. Wir begründen unsere abweichende Ansicht anhand der beiden Figuren in [2] auf Seite 186 (Abb. 10).

Durch die Kombination der variablen Größenpunkte mit verschiedenen

Signaturformen ( $G \times F$ ) wird die quantitative Aussage stark beeinträchtigt. Niemand wird ohne vorheriges gründliches Einprägen der Legende spontan erkennen, daß das Kreuz einen zweieinhalb mal größeren Wert als das Dreieck darstellt. Der unvoreingenommene Leser wird auch hinter den verschiedenen

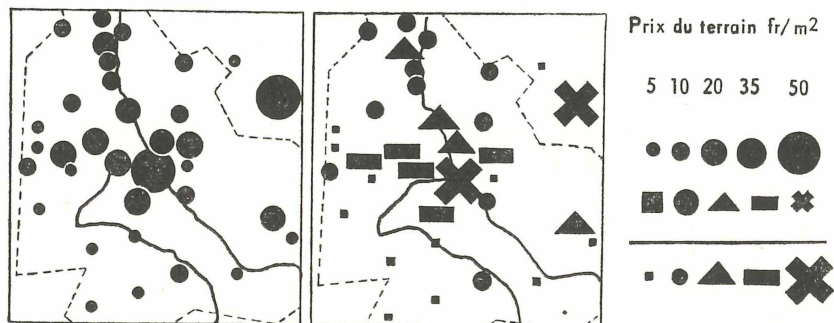


Abb. 10. Beeinträchtigung der Mengenaussage durch die Kombination der Größenpunkte mit verschiedenen Signaturformen.

Signaturen verschiedene Dinge vermuten, nach dem Grundsatz „Verschiedenes wird verschieden dargestellt“. Andererseits gibt die rechte Figur viel rascher Auskunft auf die Frage: „In welchem Gebiet beträgt der Landpreis Fr. 35/m<sup>2</sup>?“ Die Antwort kann auch viel zuverlässiger gegeben werden als anhand der linken Figur. Die Aufgliederung der Stufen nach Regionen wurde durch diese

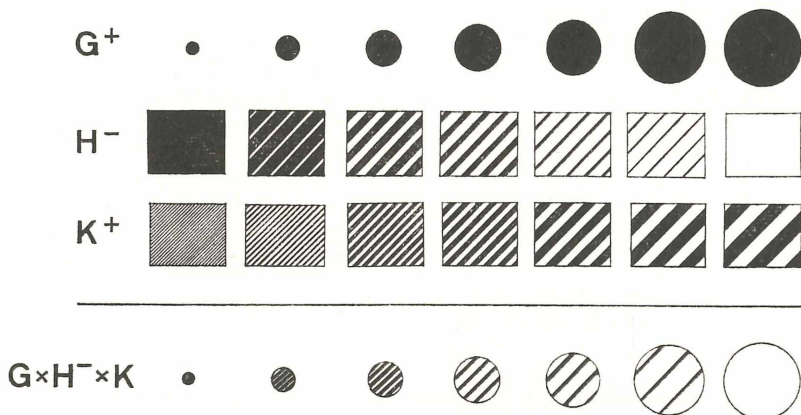


Abb. 11. Gegenläufige Kombination der Helligkeit mit Größe und Korn.

Kombination wesentlich erleichtert. Ähnliche Ergebnisse stellen wir auch bei den flächenhaften Elementen fest. Gegenüber der Abb. 5 wird in der Abb. 17 der Aufbau einer klaren Ordnung durch die Kombination mit den Variablen Orientierung und Form etwas beeinträchtigt, zugunsten einer bessern Differenzierung.

Aus dieser Anschauung heraus und auf Grund mehrfacher Überprüfung können die folgenden vier Hauptregeln für Kombinationen abgeleitet werden:

1. Eigenschaften, die in jeder an der Kombination beteiligten reinen Variablen vorhanden sind, verstärken sich.
2. Eigenschaften, die nicht allen beteiligten Variablen eigen sind, werden abgeschwächt oder beeinträchtigt.
3. Die auflösende Eigenschaft einer einzigen beteiligten Variablen (G oder H) überträgt sich auf die gesamte Kombination.
4. Die Variablen Größe, Helligkeit und Korn können unter sich in wachsendem oder abnehmendem Sinne kombiniert werden. Bei gleichläufiger Kombination wird die ordnende Wirkung verstärkt, bei gegenläufiger dagegen stark reduziert oder sogar in Frage gestellt (vgl. Abb. 11 bis 13).

Die zu erwartenden Eigenschaften einer Kombination können mit Hilfe der Tabelle 1 und den obigen Regeln durch den folgenden Formalismus gefunden werden:

$$\begin{array}{cccccc} \text{Zu Abb. 10:} & G & QQ & O & \neq & \# \\ & F & & & (\neq) & \equiv \\ \hline & G \times F & Q & \neq \neq & \# & \end{array}$$

$$\begin{array}{cccccc} \text{Zu Abb. 11:} & G & QQ & O & \neq & \# \\ & H^- & & OO^- & \neq & \# \\ & K & & O & \neq \neq & \# \\ \hline & G \times H^- \times K & Q & \neq \neq & \# & \end{array}$$

$$\begin{array}{cccccc} \text{Zu Abb. 17:} & H & & OO & \neq & \# \\ & O & & & \neq & \equiv \\ & F & & & (\neq) & \equiv \\ \hline & H \times O \times F & & O & \neq \neq & \# \end{array}$$

Man ist damit allerdings nur in der Lage, die allgemeine Tendenz aufzuzeigen. Im Detail spielen noch eine Reihe anderer Faktoren mit.

In verallgemeinerter Form können wir für ein beliebiges Muster einer kombinierten Signaturenreihe schreiben:

$$M_r = G_i^{+-} \times H_j^{+-} \times K_k^{+-} \times C_l \times O_m \times F_n \quad (\times O_o^a \times F_p^a)$$

Die Indices r, i, j, k, l, m, n, o, p können ausgehend von 1 sowie beliebige ganzzahlige Werte annehmen, als sich innerhalb jeder einzelnen Variablen deutlich unterscheidbare Rastermuster herstellen lassen. So wären beispielsweise in unsern Legenden für Flächenmuster etwa 7 Helligkeitsstufen, 4 verschiedene Rasterweiten, 8 verschiedene Strichfarben, 5 Orientierungen und eine große Zahl verschiedener Formen miteinander kombinierbar. Unter diesen Annahmen und ohne Berücksichtigung der Variablen Größe kann jede einzelne Form zu 560 verschiedenen Mustern Anlaß geben. Daraus können wir für eine Reihe von Flächensignaturen die Auswahl treffen, wobei auf die gewünschten Eigenschaften Rücksicht zu nehmen ist. Diese schränken die fast unbegrenzten Möglichkeiten drastisch ein. Das Kriterium der mit dem Thema korrespondierenden Organisationsstufe bildet die Grundlage einer gezielten Auswahl aus der unabsehbaren Vielfalt.



### Punktsignaturen

Mit den beiden in Klammer gesetzten Faktoren wird auf eine Erweiterung hingedeutet, die nur bei punktbezogenen Signaturen zum spielen kommt. Bei diesen Zeichen können nicht nur die Figurenfüllungen variieren, sondern ebenso die äußere Orientierung und Form ( $O^a$  und  $F^a$ ). Ein Beispiel hierzu gibt die Abb. 12.

Im ganzen gesehen sind aber die Variationsmöglichkeiten der Punktsignaturen wegen der beschränkten Größe der Figuren ziemlich stark limitiert.

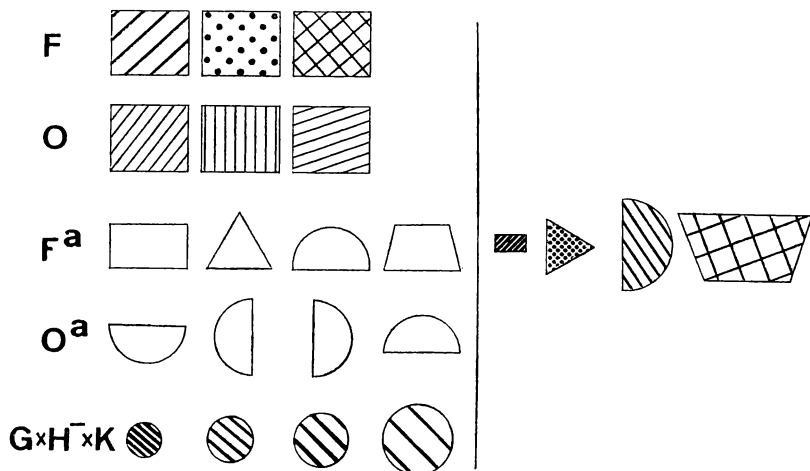


Abb. 12. Äußere Form und Orientierung von Punktsignaturen.

### Linien- und bandförmige Signaturen

Die aufgestellten Grundsätze gelten in gleicher Weise auch für linien- oder bandförmige Signaturen. Auch hier sind die Kombinationsmöglichkeiten infolge der geringen Linien- oder Bandbreiten beschränkt, wenn wir von der Vielfalt der Formen absehen wollen.

### Flächensignaturen

Flächensignaturen lassen sich unterteilen in modulierte Flächensignaturen (z. B. Schummerung) und in gleichmäßige Flächenmuster. Der gleichmäßige Flächenton wird aufgebaut durch regelmäßige Wiederholung desselben Bildelementes. Ist dies von bloßem Auge nicht mehr erkennbar, so bezeichnen wir das Flächenmuster als Tonrastrer. Dieser ist festgelegt durch seinen Raster-ton (H) in % der gedruckten Vollfarbe, durch seine Rasterweite (K) in Linien oder Punkten pro Längeneinheit, durch seine Farbrichtung (C), durch seine Rasterwinkelung (O), ausgehend von der Vertikalen und durch seine Grundform (F), einem Strich, Punkt, Kreuz etc. Unter den sichtbaren Flächenmustern unterscheiden wir Signaturenraster und Strukturraster, je nachdem, ob sie aus mehr bildhaften oder mehr geometrischen Formelementen aufgebaut sind.

Von einer Variablen Struktur (S) können wir ganz allgemein sprechen,

wenn die drei Variablen Korn, Orientierung und Form miteinander kombiniert sind und gleichzeitig variiert werden:

$$S_1 = K_k \times O_1 \times F_m$$

### Verschiedene Kombinationsformen

Unter den Kombinationsformen greifen wir zunächst den eher seltenen Fall ( $M = G_i \times H_j$ ) heraus, bei dem die beteiligten Faktoren noch deutlich sichtbar bleiben. Jeder Faktor veranschaulicht eine Inhaltskomponente, die Kombination aber eine zusätzliche neue, welche das Produkt der beiden andern ist. Die Mengendarstellung wird dann zwar in den Hintergrund gerückt, dagegen können gleichzeitig drei über das Produkt miteinander verbundene, geordnete Komponenten dargestellt werden.

In den meisten Fällen werden Kombinationen von Variablen nur zur Verstärkung bereits vorhandener Eigenschaften von Signaturreihen, hauptsächlich zu vermehrter Differenzierung oder besserer Trennwirkung benützt. Diese überzähligen Faktoren verbinden sich nach der symbolischen Schreibweise

$$\begin{aligned} M_1 &= G_1 \times K_1 \times H_1 \times C_1 \dots \\ M_2 &= G_2 \times K_2 \times H_2 \times C_2 \dots \quad \text{usw.} \end{aligned}$$

zu kombinierten Rastermustern, ohne daß die ursprünglichen Faktoren in der Kombination direkt noch sichtbar wären.

Die Kombination mehrerer Variablen gestattet häufig die Zahl der Abstufungen einer Signaturreihe zu erhöhen, oder wie man sagt, die Skala zu verlängern. Man geht dabei wie folgt vor:

$$\begin{array}{ll} M_{1a} = H_1 \times K_1 \times F_1 & M_{1d} = H_1 \times K_1 \times F_4 \\ M_{1b} = H_1 \times K_1 \times F_2 & M_{2a} = H_2 \times K_2 \times F_1 \\ M_{1c} = H_1 \times K_1 \times F_3 & M_{2b} = H_2 \times K_2 \times F_2 \\ & \text{usw.} \end{array}$$

In Fortsetzung des Beispiels der Abbildung 11 ergibt sich auf diese Weise die verlängerte Skala der Abbildung 13.

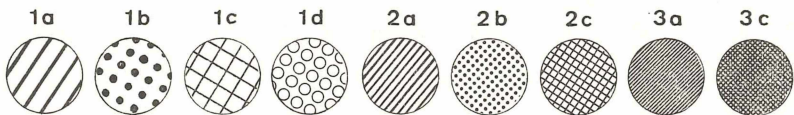


Abb. 13. Durch schrittweise Kombination verlängerte Signaturreihe.

Eine weitere Form läßt sich durch gegenseitiges Addieren einzelner Stufen aufbauen. Bei dieser bildlichen Überlagerung zweier Muster werden die ursprünglichen Beziehungen in der Regel stark verwischt. Praktisch entsteht eine neue Form und eine neue Gesamtheit des Rastermusters. Das feinere Korn wird maßgebend und die dunkleren Elemente dominieren in Bezug auf die Orientierung. Abb. 14 ist von der Form:

$$\begin{aligned} M_1 &= H_1 \times K_1 \times O_1 \times F_1 + H_1 \times K_3 \times O_2 \times F_2 \\ M_2 &= H_1 \times K_1 \times O_3 \times F_1 + H_2 \times K_2 \times O_1 \times F_1 \end{aligned}$$

usw.

## Kombinationen mit quantitativer Wirkung

Im folgenden soll die Eignung verschiedener Kombinationen nach Ordnungsstufen gegliedert kurz charakterisiert werden. Quantitative Angaben müssen als die höchste Stufe der Information, die in Karten dargestellt werden kann, betrachtet werden. Nach unsern Regeln können sie durch die reine graphische Variable Größe (G) allein am besten wiedergegeben werden. Jede Kombination mit einer andern Variablen reduziert die quantitative Aussagekraft (vgl. Abb. 10), verbessert aber andererseits die regionale Gruppierung nach gleichen Größen. Je schwächer die differenzierende Wirkung mitbenützter Variablen (K und O), desto besser kommen die Mengen zur Geltung.

Da die Größe G einer Signatur stufenlos verändert werden kann, müßten die mit ihr kombinierten überzähligen Faktoren dies gleichfalls gestatten. In der Praxis ist das zum Teil recht schwierig zu bewerkstelligen (H, K, C, O)



Abb. 14. Additiv kombinierte Flächenmuster.

und für die Form (F) überhaupt unmöglich. Man wird deshalb die Signaturengröße stufenlos ändern, die übrigen Variablen hingegen im Sinne einer verlängerten Skala abstufen. Die folgende Zusammenstellung der 48 möglichen Kombinationen ist nach abnehmender quantitativer Aussagekraft geordnet. Kombinationen, die mit Abbildungen belegt sind, sind unterstrichen.

G;GO;GK<sup>-</sup>, GK, GK-O, GKO;

GC, GCO, GK-C, GKC, GK-CO, GKCO;

GF, GOF, GK-F, GKF, GK-OF, GKOF, GCF, GCOF, GK-CF, GKCF,

GK-COF, GKCOF;

GH, GHO, GHK<sup>-</sup>, GHK, GHK-O, GHKO, GHC, GHCO, . . . GHKCOF.

Weitere 24 Kombinationen gehen aus der gegenläufigen Verbindung GH<sup>-</sup> hervor:

GH<sup>-</sup>, GH<sup>-</sup>O, . . . . . GH-KCOF.

Für die Beurteilung der Wirksamkeit der Mengendarstellung stellen wir die Formel offenbar am besten um:

$$M_r = G_i \times O_m \times (K^- \text{ oder } K)_k \times C_l \times F_n \times (H \text{ oder } H^-)_j$$

Für Punktsignaturen erweitern sich die Kombinationsmöglichkeiten an und für sich nochmals um 72 Reihen, wenn eine Drehung der ganzen Figur mitbezogen wird (O<sup>a</sup>) und schließlich um weitere 144, wenn die äußere Form der Signaturen (F<sup>a</sup>) mitverändert wird. Die letzte Gruppe vermittelt allerdings kaum noch irgendwelche quantitativen Aussagen (vgl. Abb. 10).

## Kombinationen mit ordnender Wirkung

Manche der soeben genannten Kombinationen verfügen sicher über eine teilweise ordnende Wirkung. Die verschiedenen Größen induzieren aber immer auch eine gewisse Quantität, wenn auch von recht unterschiedlicher Intensität. Wir beschränken uns deshalb auf 35 Kombinationen von der Form

$$M_r = H_j \times (K \text{ oder } K^-)_k \times O_m \times C_l \times F_n \quad (\times O_0^a \times F_p^a)$$

(G), H, K, K<sup>-</sup>;

HK, HO, HKO;

HC, HKC, HCO, HKCO, HF, HKF, HO<sup>-</sup>, HKOF, HCF, HKCF, HCOF, HKCOF;

HK<sup>-</sup>, HK<sup>-</sup>O, HK<sup>-</sup>O, HK<sup>-</sup>C, HK<sup>-</sup>CO, HK<sup>-</sup>F, HK<sup>-</sup>OF, HK<sup>-</sup>CF, HK<sup>-</sup>COF;

KO, KC, KCO, KF, KOF, KCF, KCOF.

Die ordnende Wirkung kann, wie aus dem Vergleich von Abb. 5 mit den Abb. 15 bis 20 ersichtlich ist, durchaus gesteigert werden durch eine Verbindung mit dem Korn. Dagegen ist der Ordnungseffekt durch verschiedene Rasterweiten allein eher bescheiden (Abb. 18). Auch hier müßte für Punkt-signaturen auf die mögliche Erweiterung hingewiesen werden.

## Kombinationen mit trennender Wirkung

Wenn wir wieder alle Faktoren mit höherer Organisationsstufe ausschließen, um zu keinen Falschinterpretationen Anlaß zu geben, so verbleiben uns noch die 6 Kombinationen

$$M_r = C_l \times O_m \times F_n \quad (\times O_0^a \times F_p^a)$$

(G), (H), (K);

C, CO, COF, CF, O, OF, (F).

An unverfälschten Kombinationen verbleiben uns erstaunlich wenige. Es zeigt sich deutlich, daß der Farbe in Bezug auf die Eignung zur Darstellung regionaler Zusammenhänge eine hervorragende Bedeutung zukommt. An einfarbigen Kombinationen verfügen wir nur noch über diejenige zwischen Orientierung und Form, die beide nur beschränkt hierfür geeignet sind (Abb. 21 und 22).

Man wird deshalb wenn nötig von der schwachen Ordnungskraft des Kornes Gebrauch machen und die 7 folgenden Kombinationen zusätzlich beziehen:

(K), KC, KCO, KCOF, KCF, KO, KOF, KF.

Schließlich könnte man auch auf die variable Größe zurückgreifen, die in Verbindung mit einer Reihe anderer Faktoren ohnehin keine quantitative Wirkung mehr hat (z. B. GKFO etc.).

## Überlagerung von Komponenten

Nicht als Kombination zu betrachten ist der Fall der Überlagerung zweier Bilder. Es sei hier zur Vollständigkeit angefügt und mit den Abbildungen 23 und 24 illustriert. Die übergeordnete Komponente muß sich visuell vom Hinter-

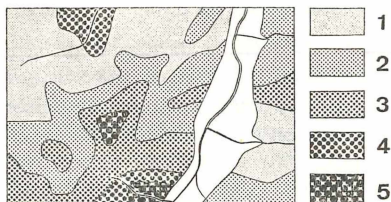


Abb. 15.



Abb. 16.



Abb. 17.

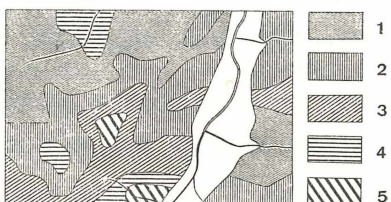


Abb. 18.

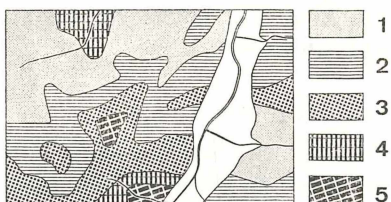


Abb. 19.



Abb. 20.

Abb. 15 bis 20: Signaturenreihen mit ordnender Wirkung.  
 Abb. 15. Helligkeit  $\times$  Korn; Abb. 16. Helligkeit  $\times$  gegenläufiges Korn; Abb. 17. Helligkeit  $\times$  Orientierung  $\times$  Form; Abb. 18. Korn  $\times$  Orientierung; Abb. 19. Helligkeit  $\times$  Korn  $\times$  Orientierung  $\times$  Form; Abb. 20. Helligkeit  $\times$  Orientierung  $\times$  Form  $\times$  gegenläufiges Korn.

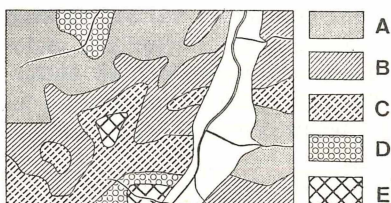


Abb. 21. Korn  $\times$  Form.



Abb. 22. Orientierung  $\times$  Form.

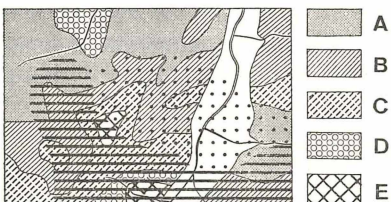


Abb. 23. Helligkeitsmäßig abgestufter Vordergrund auf gleichmäßigem Hintergrund.

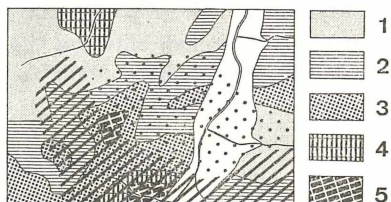


Abb. 24. Chaotische Überlagerung von zwei abgestuften Bildebenen.

grund genügend trennen lassen und ein Eigenleben führen können. Hierzu eignet sich besonders ein genügend grobes dunkles Korn. Es ist zu beachten, daß nur eines der beiden Bilder geordnete Stufen enthalten darf, sonst entsteht eine völlige Vermischung der beiden Ebenen (Abb. 24).

### Schlußbemerkungen

Die Analyse aller graphischen Mittel und die Beurteilung deren Eigenschaften und wiederum die systematische Synthese zu kombinierten Signaturenreihen erlaubt ein Konzept aufzustellen, um die Auswahl aus einer Vielzahl von Möglichkeiten zu steuern. Dieses sollte dem Kartenautor die Aufstellung einer Legende erleichtern. In der Praxis wird man sich oft nicht genau an die Theorie halten können, weil die Beschaffung gut abgestimmter Strukturraster Schwierigkeiten macht oder ästhetische Gründe zu berücksichtigen sind. Mit den aufgestellten Regeln lassen sich recht zuverlässig auch die Folgen solcher Abweichungen abschätzen. Mit zunehmender Automatisierung der Herstellung bestimmter Kartentypen werden dem Kartographiker in zunehmendem Maße Entscheide in rascher Folge abverlangt werden. Die hierfür nötigen theoretischen Grundlagen müssen bereitgestellt werden, damit wenigstens die elementarsten Darstellungsfehler ausgemerzt werden können. Nur dann wird die thematische Karte das gewünschte nützliche Instrument bleiben.

### Literaturverzeichnis

- |   |   |
|---|---|
| <p>[1] ARNBERGER, Erik: Handbuch der thematischen Kartographie. Deuticke, Wien, 1966. 554 S., 24 Ktn., 150 Abb. Schrift.</p> <p>[2] BERTIN, Jacques: Sémiologie graphique. — Mouton und Gauthier-Villars, Paris, 1967. 431 S., zahlr. Abb.</p> <p>[3] IMHOF, Eduard: Thematische Kartographie, Beiträge zu ihrer Methode. —</p> | <p>In: ERDE, Berlin, 1962, Jg. 93, S. 74—116. 28 Abb.</p> <p>[4] IMHOF, Eduard: Über Entwicklung und Lehre thematischer Karten. — In: GEP Bulletin, Nr. 83, Zürich, 1969, Jg. 87. S. 25—28. 2 Ktn.</p> <p>[5] WITT, Werner: Thematische Kartographie. — Jänecke, Hannover, 1967. 767 S., 109 Abb.</p> |
|---|---|

### Zusammenfassung

Aufbauend auf den grundlegenden Arbeiten von Jacques BERTIN in seinem Werk „Sémiologie graphique“ wird eine Detailfrage innerhalb der graphischen Darstellung behandelt. Bei der Wahl der Darstellungsmittel für thematische Karten beschränkt man sich häufig nicht auf die reinen graphischen Variablen, Größe, Helligkeit, Korn, Farbe, Orientierung, Form, sondern verwendet sie in Kombinationen. Bei der Beurteilung der Bildwirkung solcher Kombinationen zeigt sich im wesentlichen, daß nur diejenigen Eigenschaften verstärkt werden oder zum mindesten erhalten bleiben, die allen beteiligten graphischen Variablen eigen sind; alle andern werden mehr oder weniger stark ihre ursprünglichen Eigenschaften verlieren. Das hat zur Folge, daß Kombinationen in der Regel eine bessere Differenzierung ergeben als die reinen Variablen. Dieser Aspekt gewinnt an Bedeutung besonders für einfarbige Karten, wenn auf die Trennwirkung verschiedener Farben verzichtet werden muß. Für die drei wichtigsten Bildaussagen, die Quantität, die Ordnung und die Trennwirkung, werden alle möglichen Kombinationen nach dem Grad ihrer Wirksamkeit zusammengestellt und mit einigen Beispielen mit Legenden aus verschiedenen Flächenmustern belegt. Alle diese Überlegungen gelten nur, wenn

die Karte nicht Zeichen für Zeichen, sondern über größere Teile gesamthaft betrachtet wird. In der Möglichkeit, regionale Strukturen herauslesen zu können, liegt aber der ganz besondere Wert der Karte.

### S u m m a r y

#### **Characteristics of Combinations of Graphic Variables.**

On the base of the publication "Sémiologie graphique" by Jacques BERTIN some problems in cartographic representation are discussed more in detail. The choice of the graphic means for a thematic map very often is not restricted to the pure graphic variables, namely size, value, grain, colour, orientation and form, but makes use of various combinations. An evaluation of the effectiveness of such combinations shows, that in general only those properties, that are common to all variables concerned, are reinforced or at least maintained; all other properties are more or less weakened. In consequence combinations give normally a better selectivity, than the pure variables. This is of special importance for one-coloured maps, because one no more disposes of colour, the best means for separation. For each of the three perceptions, quantity, order and selectivity all possible combinations are arranged according to their degree of effectiveness. These rules are demonstrated by some scales of mainly zonal patterns. All these considerations are valuable only for higher levels of map reading than the elementary one, sign by sign. The possibility to discover regional structures in a map is, of course, of utmost importance and value.

### R é s u m é

#### **Les propriétés des combinaisons de variables graphiques.**

En se basant sur les travaux de Jacques BERTIN dans son oeuvre „Sémiologie graphique“, un problème de détail de la représentation graphique est traité. Dans le choix des moyens graphiques pour des cartes thématiques, très souvent on ne se restraint pas sur les variables graphiques pures, notamment la taille, la valeur, le grain, la couleur, l'orientation et la forme, mais on les combine. L'évaluation de l'efficacité de telles images montre en général, que seulement les propriétés, qui sont communes à toutes les variables engagées, sont renforcées ou bien au moins retenues; toutes les autres propriétés sont plus ou moins affaiblies. Par conséquent les combinaisons de variables amènent généralement à une meilleure séparation des signes, que le font les variables pures. Ceci est autant plus important pour les cartes monochromes, qui nous imposent de renoncer sur la parfaite séparation par les couleurs. Pour chacune des trois perceptions, la quantité, l'ordre et la sélectivité, toutes les combinaisons possibles sont arrangées selon leur degré d'efficacité et accompagnées de quelques exemples avec des gammes de trames en implantation zonale. Toutes ces règles ne sont que valables, si le niveau de lecture de la carte n'est pas élémentaire. La possibilité de reconnaître dans une carte des structures régionales est sans doute de plus grande importance et valeur.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1970

Band/Volume: [112](#)

Autor(en)/Author(s): Spiess Ernst

Artikel/Article: [Eigenschaften von Kombinationen graphischer Variablen 324-338](#)