

# Kartographie als Instrument in der Epidemiologie<sup>1</sup>: Methodologische Überlegungen für den neuen Schweizer Krebsatlas

Matthias Bopp

Geographisches Institut der Universität Zürich

Bereits um die Mitte des letzten Jahrhunderts wurden die ersten Karten über die räumliche Verteilung von Mortaliätsdaten erstellt, spätestens um die Jahrhundertwende auch in der Schweiz [1, 2]. Mittlerweile sind Karten in der Epidemiologie eine Selbstverständlichkeit. In unserer Zeit der Vorliebe für optische Reize scheint der Trend zu Graphiken und Abbildungen ungebrochen. Mit dem Computer lassen sich Dokumente schnell und in grosser Zahl herstellen, neuerdings direkt am Arbeitsplatz (sog. «Desktop Publishing»). Eine entsprechende Entwicklung im Bereich der Kartographie ist abzusehen [3].

Eine *Graphik* hat je nach Anwendungsbereich verschiedene *Funktionen*:

1. Speicherung von Information («künstliches Gedächtnis»)
2. Wiedergabe der vorhandenen Information durch ein möglichst einfaches graphisches Bild
3. Überblick, Aufzeigen von Zusammenhängen

Graphiken der ersten Art werden besser durch eine Tabelle ersetzt. Graphiken der zweiten Art sind nur angezeigt, falls sie einfacher als eine Tabelle zu lesen sind. Graphiken der dritten Art stellen ein *eigenständiges Kommunikationsmittel* dar. Da sie jedoch Auswahl, sachgerechte Vereinfachung und Konzentration auf Beantwortung der wichtigsten Fragen bedingen, stellen sie höhere Anforderungen an den Autor. Bei allen Graphiken ist der Detaillierungsgrad auf den Informationsgehalt der Daten abzustimmen.

*Karten* sind eine spezielle Art von Graphiken und daher ebenfalls nach den genannten Kriterien zu bewerten. Ist die räumliche Komponente nur zweitrangig, sind andere graphische Darstellungen (Diagramme etc.) meist besser geeignet. Die folgenden Überlegungen sind Resultate der Entwicklungsarbeit an einem Krebsatlas der Schweiz [4]. Sie wollen die gewählten Methoden begründen, schliessen aber andere Lösungsmöglichkeiten nicht aus.

## Zweck und Eigenschaften einer Karte

Karten, sowohl topographische als auch thematische, sind kein genaues Abbild, sondern nur ein Modell der Wirklichkeit (bzw. der Wirklichkeitsvorstellung des Autors [5]). Das Ausmass des von Kartenauteur und Kartenleser gemeinsam als «Ausschnitt der Wirklichkeit» empfundenen Bereichs ist stark von der Befol-

gung von Regeln einer Syntax abhängig; im Extremfall bleibt eine Leermenge übrig.

Die Karte dient der raschen Erfassung raumbezogener Information. Sie kann eine Tabelle veranschaulichen, nicht aber ersetzen. Nur die Karte ermöglicht eine vollständige Wiedergabe der Information «topographische Nähe». Eine besondere Stärke liegt in der Vergleichbarkeit: Die konstante Bezugsform erlaubt es, beliebige Karten desselben Gebiets einander gegenüberzustellen. Dabei können alle unbewusst in Kartenform im Gedächtnis gespeicherten «Bilder» nutzbringend in eine Interpretation einfließen [6, 7].

Analog zu den Graphiken lassen sich bei Karten *drei Typen* unterscheiden:

1. Karten als Datenverzeichnis (z. B. Stadtplan)
2. Karten für eine erste Visualisierung von Daten
3. Karten als Kommunikationsmittel

Diesen Typen entsprechen *drei Stufen des Erfassens* [6, 8]:

1. Elementare Stufe: Im Zentrum des Interesses liegt der Einzelwert (Beispiel einer typischen Fragestellung: «Wie gross ist der altersstandardisierte Mortalitätsquotient (standard mortality ratio, SMR) für die Krankheit X im Kanton Bern?»). Eine Tabelle liefert die Antwort rascher und genauer.
2. Mittlere Stufe: Hier beschäftigt man sich mit einer Gruppe von Elementen (typische Fragestellung: «In welchen Kantonen liegt die SMR für die Krankheit X zwischen 110 und 120?»). Auch hier genügt im Prinzip eine Tabelle; u. U. kann die Karte das Resultat einprägsamer übermitteln. Die Wiedergabe der geographischen Lage von Tabellenwerten ist kein vorrangiges Ziel.
3. Obere Stufe: Die Suche nach einem Überblick, nach räumlichen Mustern und wichtigen Trennlinien ist wichtiger als Detailinformationen (typische Fragestellung: «Besteht bei der Krankheit X ein Ost-West-Gradient?»). Kartographische Kommunikation ist nur auf der oberen Stufe des Erfassens möglich: *Karten sollen ein «Sehen» ermöglichen, nicht bloss ein mühsames «Lesen»!*

## Prinzipielle Verzerrungsgefahren

Bei fast allen Karten aus dem Bereich der Epidemiologie werden statistische Mittelwerte durch die flächen-

hafte Einfärbung von administrativen Einheiten dargestellt (sog. Choroplethen oder Flächendichtenkarten). Andere Kartentypen (z. B. Punkt-, Diagramm- und Isolinienkarten sowie dreidimensionale Darstellungen) sind in der Epidemiologie wenig verbreitet und werden hier nicht berücksichtigt. Bei Karten und Tabellen ist mit Informationsverzerrungen zu rechnen:

- Die gezeigte Information wird auf die Gesamtfläche der administrativen Einheiten bezogen, obwohl die entsprechenden Werte in den Untergebieten differieren können (z. B. Bevölkerungsdichte, Mortalität etc.). Durch die Mittelung von Untereinheiten geht die Variation innerhalb einer Raumeinheit verloren. Je bevölkerungsreicher die Raumeinheit, desto stärker der Mittelungseffekt; die Apriori-Wahrscheinlichkeit, in eine Extremklasse zu fallen, ist nicht für alle Gebiete dieselbe. Umgekehrt ist eine hohe SMR in bevölkerungsarmen Regionen oft statistisch nicht signifikant.
- Administrative Grenzen sind stark von politisch-historischen Bedingungen geprägt und meist nicht optimal für das gewählte Thema. Dies gilt u. a. für

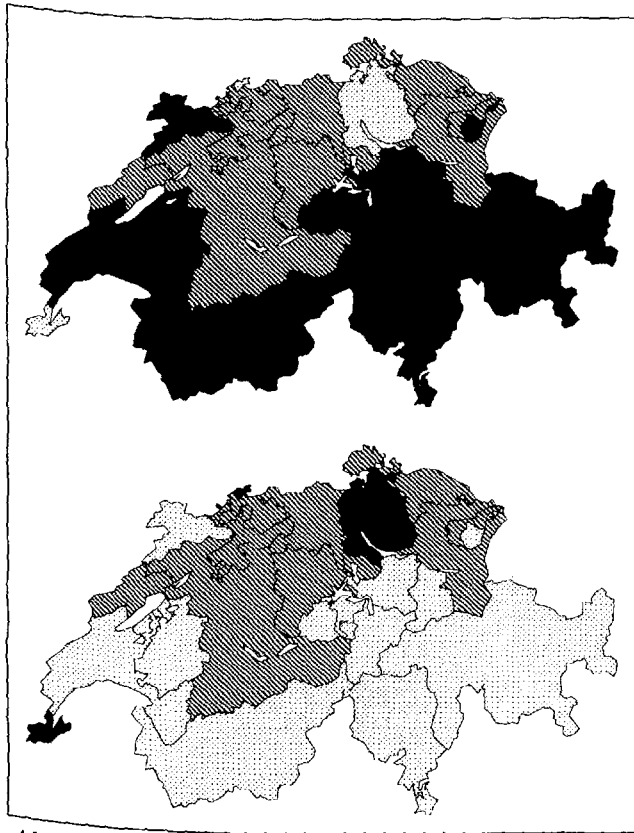


Abb. 1. Optisches Übergewicht dünn besiedelter Gebiete: Die hellgrauen Kantone vereinigen gleich viele Einwohner auf sich wie die dunkelgrauen. Ein vorwiegend in den dünn besiedelten Gebieten auftretendes Merkmal vermittelt den Eindruck, fast das ganze Land sei betroffen. Eine quantitativ identische Erscheinung in den dicht besiedelten Kantonen erscheint demgegenüber weniger dramatisch. Man beachte, dass dunkle Flächen auffälliger wirken als gleich grosse helle.

die Zusammenfassung von Gemeinden zu Kantonen und Bezirken. Kantonskarten verwischen z. B. die meist grosse Ähnlichkeit von Toggenburg und Appenzell-Ausserrhodon sowie die häufige Diskrepanz von Deutsch- und Welschwallis.

- Grossflächige dünnbesiedelte Gebiete erhalten bei Choroplethenkarten graphisch ein zu grosses Gewicht (Abb. 1). Dazu nur ein Beispiel: Der Kanton Basel-Stadt zählt mehr Einwohner als der Kanton Graubünden, verfügt aber nur über  $\frac{1}{192}$  der Fläche Graubündens. Hohe relative Werte – dazu gehört auch die ein relatives Risiko ausdrückende SMR – bedeuten nicht unbedingt hohe absolute Werte («Fallzahlen»).
- Bei den meisten thematischen Karten werden die Datenwerte zuerst klassiert und darauf alle zur gleichen Klasse gehörenden Raumeinheiten mit demselben Signaturmuster dargestellt. Dabei wird die Information von einer Ratio-Skala auf eine Ordinal-Skala reduziert. Je nach Wahl der Klassengrenzen sieht die Karte völlig anders aus. Da unbewusst alle mit demselben Muster versehenen Gebiete als «gleich» interpretiert werden, kann der Leser stark beeinflusst werden.

#### Probleme der Klassenbildung

Die Regeln zur Klassenbildung sind in der Praxis nicht alle gleichzeitig erfüllbar:

- *Grundregel: Der wesentliche Charakter der Daten muss erhalten bleiben.* Die Klassengrenzen sollten mit relativen Minima der Häufigkeitsverteilung zusammenfallen. Die Verwendung derselben Klassengrenzen für ganze Kartenserien ist daher nicht zulässig.
- Klassen, die auf der Karte nicht vorkommen, sind zu vermeiden.
- Jede Klasse soll etwa gleich viele Beobachtungen enthalten.
- Die Klassen müssen den gesamten Wertebereich umfassen; es darf keine Überschneidungen zwischen einzelnen Klassen geben.
- Die Klassenzahl soll in einem vernünftigen Verhältnis zur Zahl der Beobachtungen stehen (Detaillierung auf Informationsgehalt abstimmen!).
- Die Signaturmuster müssen eine logische Abfolge einhalten (z. B. kontinuierlich von hell nach dunkel).

Besonders die ersten drei Regeln werden häufig nicht eingehalten [10]. Die Einteilung in Klassen bedeutet bereits Interpretation und sollte erst nach dem Studium der Werteverteilung vorgenommen werden. Das Erkennen von Stufen sollte Ziel und nicht Mittel des graphischen Verfahrens sein! Eine auf Minima in der Häufigkeitsverteilung abgestimmte Wahl der Klassengrenzen ist selbst dann zu bevorzugen, wenn unregelmässige Intervalle entstehen. In der Praxis wird man allerdings oft damit konfrontiert, dass es zu wenige oder zu viele Minima gibt. Weniger gut, wenn auch verbreitet, ist die Festsetzung von Klassengrenzen

nach einem mathematischen Prinzip. Die Verwendung runder Zahlen als Klassengrenzen ist bei schiefen oder unregelmässigen Verteilungen – also meistens – nicht angebracht.

**Konsequenzen für den Schweizer Krebsatlas**

Der Atlas setzt sich zum Ziel, ein Maximum an Information graphisch aufzubereiten und gleichzeitig die oben erwähnten Verzerrungsgefahren möglichst gering zu halten.

**Wiedergabetechnik**

*Farbe vs. Schwarzweiss*

Ob man durch Farbdruck bessere Karten erzielt, ist umstritten [6, 7, 8]. «Die Verwendung von verschiedenen Farben um eines dekorativen oder ästhetisch befriedigenden Aussehens willen dient nicht der Prägnanz, wenn die verschiedenen Farben nicht den Kategorien irgendeiner Komponente entsprechen» [6]. Neben technischen Problemen (u.a. farbtreue Wiedergabe, Passgenauigkeit) und hohen Kosten hat die Verwendung von Farben auch ihre Tücken. Hauptqualität der Farbe ist ihre ausgesprochen selektive Wirkung. Ein korrekter Farbeinsatz zur Darstellung eines Gradienten beschränkt sich auf die kalte oder die warme Farbskala (z. B. [11]). Dabei nimmt das Auge nur die Abstufung nach der Helligkeit, nicht aber nach dem Farbton wahr. Wird diese Regel missachtet, entsteht ein irreführender Eindruck ([12], Karten über Leberzirrhose und Hirngefässkrankheiten). Verwendet man beide Farbskalen, muss die Abfolge der einzelnen Farben dem Farbspektrum folgen [13, 14]. Ein Wechsel der Grundfarbe bei SMR=100 lässt zufällige Abweichungen vom Landesmittel die ganze Karte dominieren. Der genaue Wert SMR=100 ist zudem stark vom Bezugsstandard abhängig (z. B. ganze Schweiz oder nur Romandie). Kosten und Schwierigkeiten bei der Farbwahl [15] sprechen eher für ein Schwarzweissverfahren (wie [16]).

*Klassierte vs. unklassierte Karten*

Die mit der Klassenbildung verbundenen Nachteile können durch die Verwendung von *klassenlosen Karten* vermieden werden: Die Symbolhelligkeit variiert kontinuierlich von einem hellen zu einem dunklen Raster, wobei – zumindest theoretisch – unendlich viele Zwischenstufen existieren. Weil jeder Variablenwert direkt zum Ausdruck gebracht wird, bleibt ein Maximum an Information erhalten, insbesondere auch die oft beträchtliche Variation, die durch Klassenbildung unterdrückt wird (Abb. 2). Auf dem Kartenbild erscheinende Trennlinien und räumliche Muster entsprechen der Datenverteilung und nicht Vorlieben des Kartenautors. Der Leser kann die Kartenanalyse des Autors überprüfen. Im schlimmsten Fall entsteht eine kontrastarme Karte, nie jedoch werden kleine Unterschiede stärker hervorgehoben als grosse. Die Erstellung von in sich vergleichbaren Kartenserien ist daher unbedenklich. Als Kartierprogramm wird das am

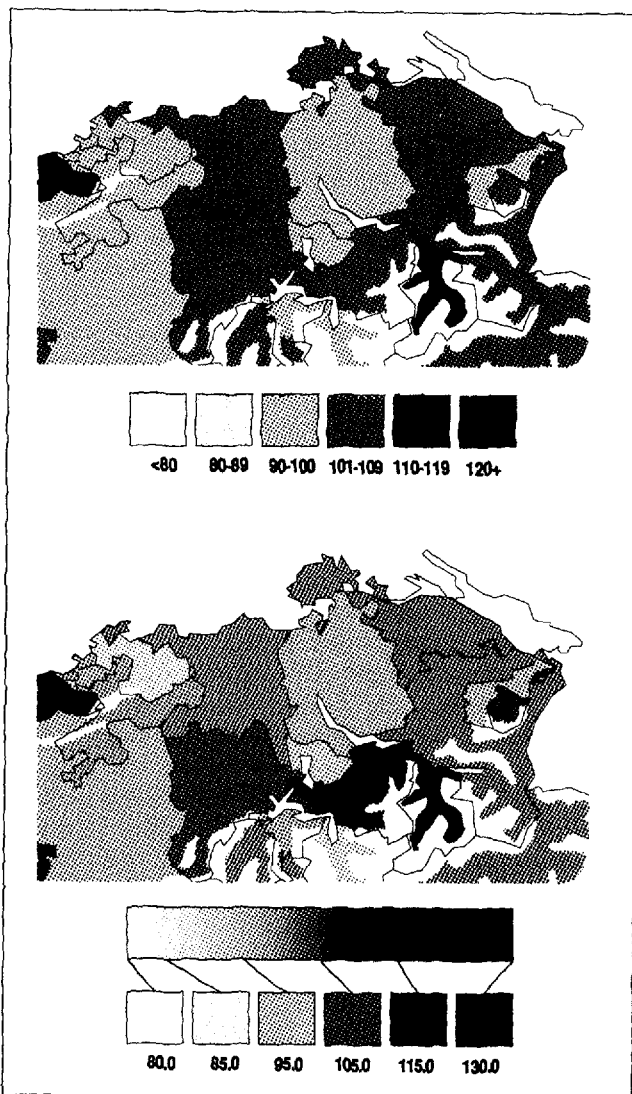


Abb. 2. Gesamtsterblichkeit der Männer 1979–82 auf Kantonsbasis, oben in «traditioneller» Weise mit klassierten Werten, unten unklassiert. Zur Vergleichbarkeit werden beide Male dasselbe Signaturmuster und derselbe Kontrastumfang zwischen Minimal- und Maximalwert verwendet (Klassengrenzen analog zu [12]). In der klassierten Version hebt sich der Kanton Solothurn (SMR=99) deutlich vom Kanton Aargau (101) ab; der mehr als viermal so grosse Unterschied zum Kanton Baselland bleibt unerkannt. Die auffällige Trennlinie Rheinfelden-Aarau-Zofingen-Napf lässt sich aus den Daten nicht begründen, während das erhöhte Risiko in der Innerschweiz (LU, SZ) auf der oberen Karte zu wenig zum Ausdruck kommt.

Geographischen Institut der Universität Zürich für eine Verwendung auf MacIntosh-PCs entwickelte PS-Copam verwendet, welches auf dem für Grossrechner und Pen-Plotter konzipierten Programm Copam [17] aufbaut.

Als Nachteil handelt man sich etwas Aufwand für ein «Umgewöhnen» ein. Die Legende kann nicht mehr – wie in Karten mit Klasseneinteilung – für jedes auf der

Karte vorkommende Symbol ein explizites Kästchen abbilden. Das Abschätzen eines Datenwertes erfolgt durch visuelle Einstufung auf dem vertikalen Symbolbalken und Interpolation zwischen den benachbarten und mit einem genauen Wert versehenen Beispielkästchen.

Der Einwand, bei klassenlosen Darstellungen sei es schwierig, den Datenwert für eine bestimmte Raumeinheit abzuschätzen, verkennt das Grundziel der kartographischen Information: Wichtig ist nicht das Aufzählen von Datenwerten, sondern die Frage nach räumlichen Mustern (z.B. Nord-Süd, Zentrum-Peripherie, Sprachregionen etc.). Im Gedächtnis haften bleiben ohnehin nur Karten-«Bilder».

Die Wahl einer allen Abbildungen gemeinsamen unteren und oberen Grenze (SMR 50 bzw. 150) garantiert gleiche Abbildung gleicher relativer Risiken, ohne wichtige Trennlinien zu verwischen. Lediglich SMRs unter 50 oder über 150 werden nicht mehr weiter unterschieden; sie treten ohnehin meist nur bei geringer Bevölkerungszahl der Region oder einer seltenen Todesursache auf, vermitteln also fast nie echte Information.

#### Überbetonung dünn besiedelter Gebiete

Die graphische Überbetonung dünn besiedelter Gebiete kann bei keiner Choroplethenkarte vermieden werden. Durch Aussparen grösserer unbewohnter Flächen, wie vom Bundesamt für Statistik praktiziert

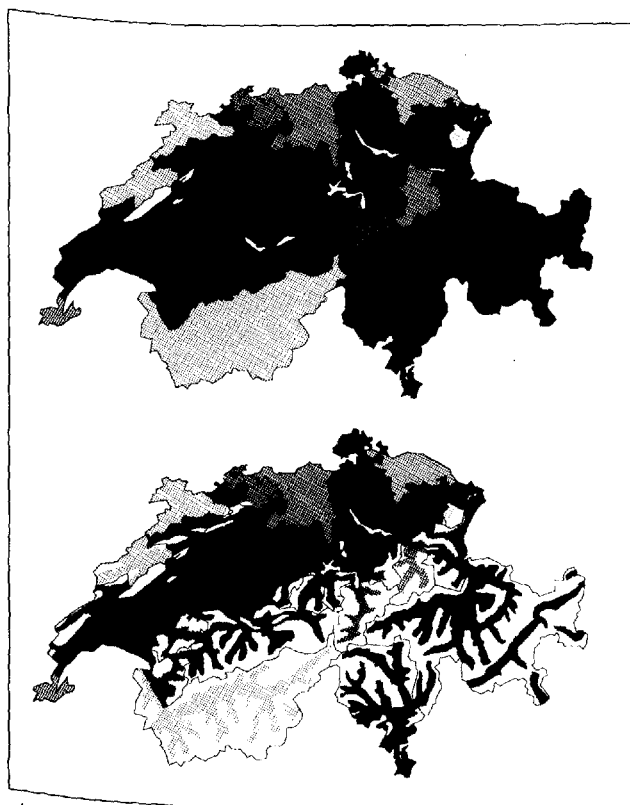


Abb. 3. Reduktion des optischen Übergewichts der weniger dicht besiedelten Kantone durch Aussparen unbewohnter Gebiete.

[12], kann sie um mehr als die Hälfte reduziert werden. Dieses bisher stets mit Farbdruck verbundene Vorgehen wird von uns schwarzweiss umgesetzt. Damit die administrativen Grenzen optisch nicht mit jenen zu den unbewohnten Gebieten interferieren, werden erstere in eckigen, letztere in runden Formen wiedergegeben. Zudem sind nur die administrativen Grenzen ausgezogen (Abb. 3).

#### Darstellung von Signifikanzen

Die wenigen in der epidemiologischen Literatur gefundenen graphischen Darstellungen von Signifikanzen (z. B. Kombination von Rate und Signifikanz als Flächenfüllung [18] bzw. reine Signifikanzkarten [19]) konnten nicht überzeugen. Die im Bereich des Desktop Publishing vorhandenen Rastergeräte (Laserdrucker, Lichtsatzgeräte) laden dazu ein, ihre speziellen Eigenschaften auszunützen. Da später gezeichnete Informationen alles schon Gezeichnete überschreiben, ist es möglich, *Signifikanzen direkt in die Graphiken zu integrieren*. Signifikant hohe Werte werden mit «+»-Symbolen, signifikant tiefe Werte mit «=»-Symbolen gekennzeichnet ( $p < 0.05$ : 1 Symbol,  $p < 0.01$ : 2 Symbole,  $p < 0.001$ : 3 Symbole; aus Gründen des graphischen Gleichgewichts wird bewusst nicht das «-»-Symbol verwendet).

#### Räumliche Bezugsbasis

Hinter jeder Karte über die Verteilung von Krankheiten oder Todesursachen steckt der Versuch, regional und damit indirekt auch sozial bedingte Einflussfaktoren herauszufinden. Eine besondere Stärke der klassenlosen Darstellung liegt in der *Kombinationsmöglichkeit von Karten auf verschiedenen Aggregationsniveaus, kartenähnlichen Darstellungen und Diagrammelementen in einem einheitlichen Wertmassstab*. Da auch kleine Unterschiede sichtbar bleiben, sind diese Graphiken sowohl einzeln als auch im Quervergleich lesbar. Speziell in einer Kartenreihe ermöglichen sie durch den Einbezug von unabhängigen Variablen ein vertieftes räumliches Verständnis.

Aus politischen Gründen unerlässlich ist eine Darstellung auf *Kantonsbasis*, obwohl der bevölkerungsreichste Kanton 85mal mehr Einwohner zählt als der bevölkerungsschwächste. Häufigere Todesursachen werden zusätzlich auf *Regionskarten* abgehandelt. Dazu werden die im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms «Regionalprobleme» gebildeten 106 MS-Regionen verwendet, eine Einteilung, die auf soziokulturelle und ökonomische Tatbestände Rücksicht nimmt.

Ein bevölkerungsproportionales Diagramm liefert die SMR-Werte für die *neun grössten Schweizer Städte*; selbst die kleinste lässt bevölkerungsmässig noch sechs Kantone hinter sich. Ausserdem erhalten die Stadtkantone Basel und Genf mit den anderen Städten eine adäquate Vergleichsbasis.

Als weiteres Diagramm wird die auf dem Zentrum-Peripherie-Ansatz sowie dem relativen Anteil der drei

Wirtschaftssektoren beruhende *Regionstypisierung* aus dem Strukturatlas Schweiz [20] übernommen (C-P: Zentrum-Peripherie-Achse, I: Landwirtschaft, II: Industrie, III: Dienstleistungen; alle Rechtecke sind bevölkerungsproportional).

Die *Kategorisierung der Schweizer Gemeinden nach ihrer Einwohnerzahl 1970* ist ein Indikator für Stadt-Land-Unterschiede. Die Stufen wurden so festgesetzt, dass jede der sieben Gruppen etwa gleich viele Einwohner umfasst.

Die grosse Bedeutung sprachlich-kultureller Einflüsse für die Schweiz ist bekannt. Deshalb war eine Einteilung nach *Sprachregionen* angezeigt. Die Deutschschweiz wurde zusätzlich dreigeteilt in Alpen/Voralpen sowie eine östliche bzw. westliche Hälfte von Mittelland und Jura, wobei die «Ost»-«West»-Grenze zwischen den Kantonen Aargau und Luzern einerseits,

Zürich und Zug andererseits verläuft (in Anlehnung an [20] und [21]). Zur Darstellung wurde speziell ein bevölkerungsproportionales Schema entwickelt (Abb. 4), das dem demographischen Gewicht der einzelnen Landesteile gerecht wird.

#### Praktische Anwendung an einem Beispiel

Als Beispiel diene das Atlasblatt über die weibliche Leberzirrhose (Abb. 5). Aus der Kantonsdarstellung lässt sich ein erhöhtes Risiko in vier Westschweizer Kantonen ableiten, aber nicht in allen lateinischen Kantonen wie bei den Männern. Die in der Sprachregionendarstellung ausgewiesene signifikant tiefere Rate im Alpen/Voralpengebiet ist aus der Kantonskarte nicht ersichtlich. Die Städtedarstellung zeigt bei den Frauen für die fünf Grossstädte hohe SMRs im Gegensatz zu den Städten mit weniger als 100000 Einwohnern, während bei den Männern die Stadt Bern signifikant unter dem Landesmittel bleibt. Das mit der Einwohnerzahl steigende Mortalitätsrisiko äussert sich im Gemeindegrössenschema bei den Frauen viel einheitlicher: Offenbar besteht hier ein deutlicher Stadt-Land-Gradient. Das Regionstypenschema deutet ebenfalls auf diesen (Gross)Stadteffekt: Signifikant erhöht sind nur die Grossstadtzentren, während im Gegensatz zu den Männern kein peripherer Raumtyp (untere Hälfte des Raumtypendiagramms) das Landesmittel übertrifft. Beiden Geschlechtern gemeinsam sind die signifikant unterdurchschnittlichen Werte der überwiegend in der Deutschschweiz gelegenen industriellen Mittel- und Kleinzentren. Die Zusammenschau erlaubt einen differenzierteren Blick auf die sozioregionale Verteilung der weiblichen Zirrhose.

#### Schlussfolgerung

Die Herstellung einer Karte ist ein komplexer Prozess, bei dem viele Regeln berücksichtigt werden müssen. Angesichts der verschiedenen Anforderungen sind mehrere Lösungen möglich. Die in einem Atlas geforderte Vergleichbarkeit bringt gegenüber einer Einzelkarte Einschränkungen mit sich, ermöglicht andererseits die Verwendung zusätzlicher Graphikelemente, deren methodische Begründung für eine Einzelkarte zu aufwendig würde. Damit wird wesentlich mehr Information vermittelt als in bisherigen Publikationen über die geographische Verteilung der Mortalität in der Schweiz.

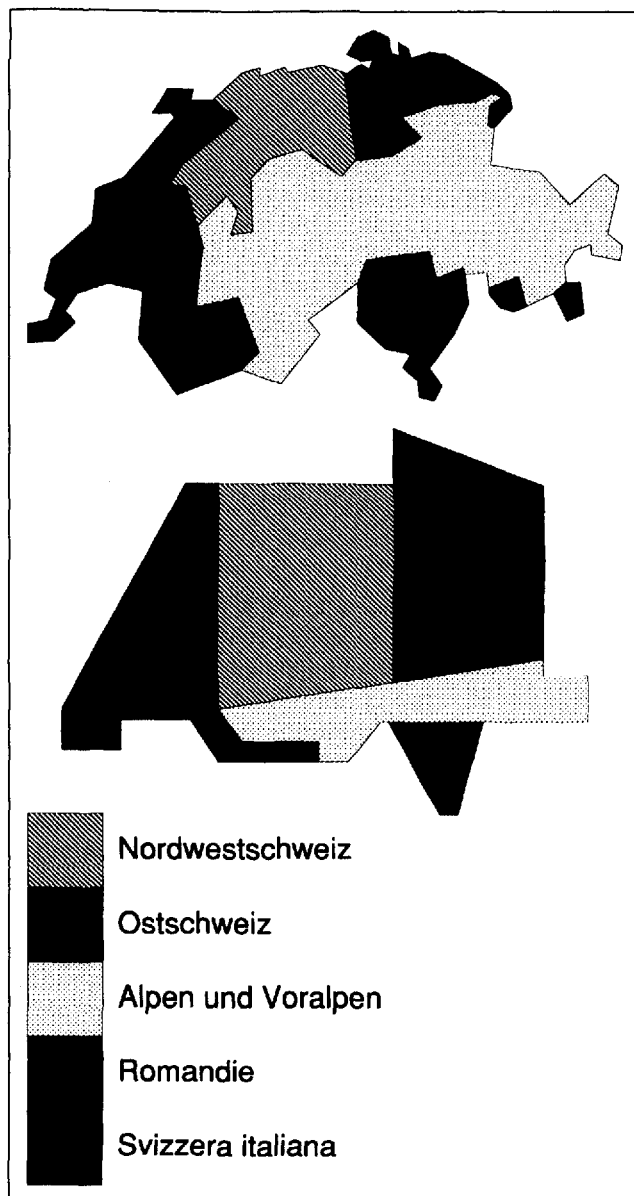


Abb. 4. Die «Sprachregionen» der Schweiz, oben lagertreu, unten bevölkerungsproportional

**Liver cirrhosis**

*Cirrosi epatica*

**Females / Femmine**

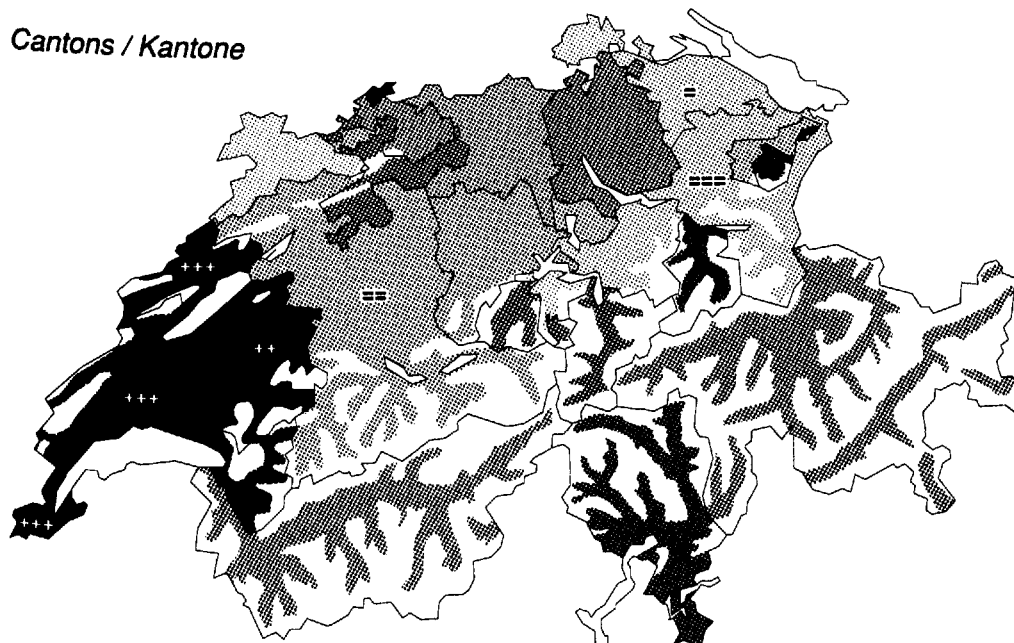
**1979-82**

**Leberzirrhose**

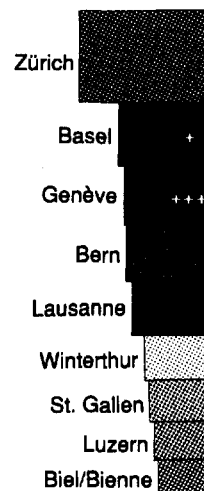
*Cirrhose du foie*

**Femmes / Frauen**

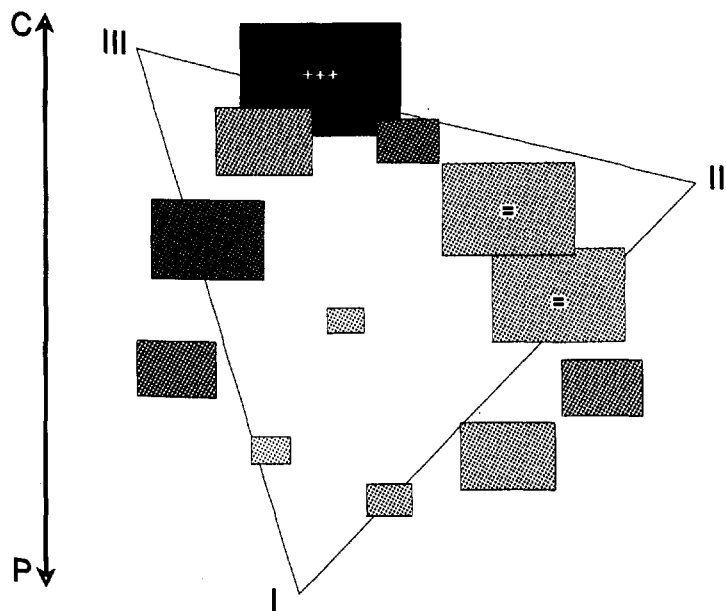
Cantons / Kantone



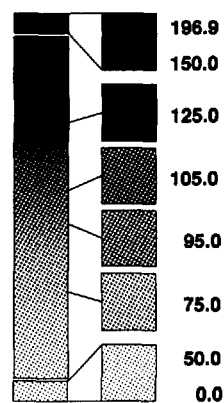
Cities / Städte



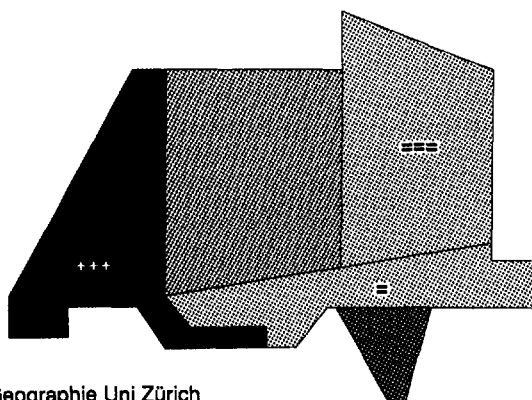
Types of MS-regions / MS-Regionstypen



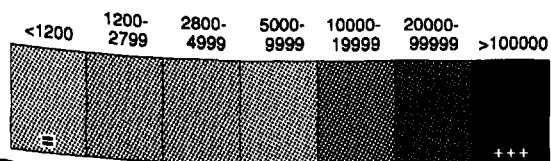
**Standardized mortality ratio (SMR)**  
**Standardisierter Mortalitätsquotient**



Language regions / Sprachregionen



by size of community / nach Gemeindegrösse



PS-COPAM: Geographie Uni Zürich

Abb. 5. Beispielkarte aus dem Schweizer Krebsatlas [4].

**Zusammenfassung**

Karten erreichen die beabsichtigte Wirkung beim Leser nur, wenn sie sich an bestimmte graphische Regeln halten. Ziel einer Karte ist nicht die Darstellung von Tabellenwerten, sondern das Aufzeigen von räumlichen Mustern und die Visualisierung von Trennlinien. Nach Diskussion einzelner methodischer Probleme (Informationsverzerrung, Klassenbildung, Farbanwendung) werden die Leitgedanken für den neuen Schweizer Krebsatlas dargelegt. Unter sich vergleichbare Karten, die den wesentlichen Charakter der Datenverteilung wiedergeben, verlangen nach einer klassenlosen Darstellung. Diese Methode erlaubt die Kombination von geographischen Karten mit Graphiken (9 Städte, 5 «Sprachregionen», 7 Gemeindegrößenklassen und 12 sozioökonomische Regionstypen). Signifikanzwerte werden leicht lesbar integriert. Weil im Atlas durchwegs ein einheitlicher Wertemassstab gilt, sind Karten und Graphiken sowohl einzeln als auch im Quervergleich lesbar. Beziehungen werden aufgedeckt, die bei einer herkömmlichen Karte nicht zum Ausdruck kommen.

**Résumé**

**La cartographie, instrument pour l'épidémiologiste: aspects méthodologiques concernant le nouvel atlas suisse du cancer**

Les cartes géographiques n'agissent sur le lecteur que si certaines règles graphiques sont observées. Le but de la carte géographique n'est pas une représentation de chiffres mais plutôt de modèles régionaux et leur démarcation visuelle. Il s'agit en résumé d'une «vue d'ensemble» et non pas d'une étude détaillée d'éléments.

Certains problèmes méthodologiques (informations trompeuses, classification des données, emploi et choix de couleurs) seront traités dans cet article. Ces réflexions sont à la source du nouvel atlas suisse du cancer. Les cartes choroplèthes à tons continus garantissent une représentation conforme aux données. Cette technique se prête à une intégration des diagrammes. La signification des SMR est partout indiquée. L'atlas suisse réunit graphiquement cartes cantonales et diagrammes (9 villes, 5 régions culturo-linguistiques, 7 groupes de communes selon leur importance démographique et 12 types de régions socio-économiques). Une échelle unitaire appliquée à tous les éléments graphiques permet une ample palette de comparaisons. Ce procédé visuel fait apparaître des relations nouvelles peut-être même inattendues.

**Summary**

**Cartography, a Tool for the Epidemiologist: Methodological Points for the New Swiss Cancer Atlas**

Maps not following the syntactical rules of the graphical language entail the risk of being misunderstood. Maps aim at demonstrating spatial patterns and visualizing dividing lines. Representation of tabular values is not a principal goal. Maps should be "seen" as a whole, not be "read" element by element.

Some technical aspects of cartography are discussed (distortion of information, grouping of data, adequacy and use of colour). The guidelines for the new Swiss cancer atlas are based on these general principles. A continuous-shading technique avoiding class intervals is being used. It allows the combination of maps and diagrams of different aggregations of the same data using a common shading scale. Indications of significance are integrated into all figures. Geographical maps are enriched by diagrams showing data for 9 cities, 5 language regions, for a grouping by size of community and for a socioeconomic classification of regions. The universal shading scale enables to compare the figures separately and crossways. Relationships not apparent in a traditional map might be revealed.

**Literaturverzeichnis**

[1] Brooke EM. Géographie de la mortalité due au cancer en Suisse 1969-71. Lausanne: Institut universitaire de médecine sociale et préventive, 1975.  
 [2] Statistisches Bureau des Eidg. Departements des Innern. Graphisch-Statistischer Atlas der Schweiz. Bern 1897 (Neuaufgabe 1914).

[3] Herzog A. Desktop Mapping – Desktop Publishing in der Kartographie, ein Anwendungsbeispiel. *Geographica Helvetica*, 1988, 1: 21-26.  
 [4] Schüler G, Bopp M et al. Krebsatlas der Schweiz (in Vorbereitung).  
 [5] Kolacny A. Kartographische Information – ein Grundbegriff und ein Grundterminus der modernen Kartographie. *Int. Jb f Kartographie* 1970: 186-193.  
 [6] Bertin J. *Sémiologie graphique*. Paris: Gauthier-Villars, 1973<sup>2</sup> (deutsch: *Graphische Semiologie*. Berlin, New York: de Gruyter, 1974).  
 [7] Bonin S. *Initiation à la graphique*. Paris: Epi, 1983<sup>2</sup>.  
 [8] Bertin J. *La graphique et le traitement graphique de l'information*. Paris: Flammarion, 1977 (deutsch: *Graphische Darstellungen und die graphische Weiterverarbeitung der Information*. Berlin, New York: de Gruyter, 1982; english: *Graphics and Graphic Information Processing*, de Gruyter 1981).  
 [9] Dickinson GC. *Statistical mapping and the presentations of statistics*. London: Edward Arnold, 1973<sup>2</sup>.  
 [10] Imhof E. *Thematische Kartographie. Lehrbuch der allgemeinen Geographie*, Bd. 10. Berlin, New York: de Gruyter, 1972.  
 [11] Imhof E, Ed. *Atlas der Schweiz*. Bern 1965ff.: Bundesamt für Landestopographie.  
 [12] Bundesamt für Statistik (BFS). *Geographische Verteilung wichtiger Todesursachen in der Schweiz 1969/72 und 1979/82*. Statistische Berichte, Reihe 14. Bern: BFS, 1987.  
 [13] Kemp I, Boyle P, Smans M, Muir C. *Atlas of Cancer in Scotland 1975-1980. Incidence and epidemiological perspective*. Lyon 1985: IARC Sci Publ 72.  
 [14] Becker N, Frenzel-Beyme R, Wagner G. *Krebsatlas der Bundesrepublik Deutschland*. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo: Springer, 1984<sup>2</sup>.  
 [15] Bundesamt für Statistik (BFS). *Geographische Verteilung der Krebssterblichkeit in der Schweiz 1979/81. Beiträge zur schweizerischen Statistik*, Heft 119. Bern: BFS, 1984.  
 [16] Cislighi C, Decarli A, La Vecchia C, Laverda N, Mezzanotte G, Smans M. *Dati, indicatori e mappe di mortalità tumorale - Italia 1975-77*. Bologna: Pitagora, 1986.  
 [17] Brassel K, Utano J. *Design Strategies for Continuous-tone Area Mapping*. *The American Cartographer* 1979; 14, 2: 39-50.  
 [18] Centraal bureau voor de statistiek. *Atlas van de kankersterfte in nederland 1969-78*. Den Haag: staatsuitgeverij, 1980.  
 [19] Pickle LW, Mason TJ, Howard N, Hoover R, Fraumeni JF. *Atlas of U.S. Cancer Mortality Among Whites 1950-1980*. U.S. Dept. of Health and Human Services, 1987 (Publ. NIH 87-2900).  
 [20] Schuler M, Bopp M, Brassel K, Brugger E. *Strukturatlas Schweiz*. Zürich: Ex Libris, 1985<sup>2</sup>.  
 [21] Wüthrich P. *Alkohol in der Schweiz*. Frauenfeld, Stuttgart: Huber, 1979.

**Anmerkungen**

<sup>1</sup> Überarbeitete Fassung eines Referates im Rahmen der Journées scientifiques der Schweizerischen Gesellschaft für Sozial- und Präventivmedizin, Genf, Juni 1988.

**Dank**

Herrn Dr. G. Schüler, Leiter des Kantonalzürcherischen Krebsregisters, sei hier für Anregungen und die kritische Durchsicht des Manuskripts gedankt.

**Korrespondenzadresse:**

Matthias Bopp  
 Geographisches Institut der Universität Zürich-Irchel  
 Winterthurerstrasse 190  
 CH-8057 Zürich