

Auf dem Weg zu einer besseren Gesundheit – welchen Beitrag kann der Einsatz von Geoinformationssystemen liefern?

Jürgen SCHWEIKART

Zusammenfassung

GIS-Technologien liefern bei der Visualisierung und Analyse gesundheitsrelevanter Daten einen wichtigen Beitrag. Ausbreitungsprozesse von Krankheiten werden modelliert, um medizinische Interventionen zu steuern, medizinische Infrastruktur kann mit einem GIS effektiver geplant und genutzt werden, um Kosten zu sparen u. v. m. Zunehmend, aber immer noch zögerlich, etablieren sich GI-Systeme) im weiten Feld von Gesundheit und Krankheit als Werkzeug. Stand lange Zeit die Visualisierung, das Health Mapping, im Vordergrund, übernehmen heute analytische Funktionen eine zunehmend zentrale Funktion.

1 Einleitung

Bereits im 19. Jahrhundert entwickelte sich die kartographische Erfassung und Darstellung von Krankheiten zu einer klassischen Methode der Medizinischen Geographie. Das wohl berühmteste Beispiel ist die Kartierung der Krankheitsfälle während eines Choleraausbruchs 1854 in London durch den Arzt Dr. John Snow (1813-1858), die vielfach immer wieder aufgegriffen und variiert wurde bis hin zu einer Analyse der historischen Daten in einem GIS (KOCH 2004, CLIFF & HAGGETT 1988). Die damals daraus folgende Intervention belegt eindrucksvoll, wie effektiv eine raumbezogene Analyse von Mortalität sein kann. Der Arzt sammelte, verarbeitete, analysierte und interpretierte die raumbezogenen Sterblichkeitsdaten und generierte eine Hypothese, aus der er eine Handlungsanweisung ableitete. Er stellte fest und validierte, dass es einen Zusammenhang zwischen der öffentlichen Wasserversorgung und den Sterbefällen an Cholera gibt. Die Wasserpumpe, die er als Ursprung der Epidemie identifizierte, wurde demontiert. Mit dieser Maßnahme gelang es, cholerabedingte Erkrankungen und Todesfälle zu stoppen.

2 GIS Anwendung in der Gesundheit

Die heute anstehenden Aufgaben sind zwar in ihrer Komplexität kaum mit den damaligen zu vergleichen, die verfügbaren Instrumente jedoch auch nicht. Die Karten von damals und ihre meist visuelle Bewertung werden heute durch die Analysen ausgereifter GI-Systeme ersetzt. Die Kartierung von Krankheiten blieb als Methode bis heute erhalten. Im Rahmen der GIS hat sie jedoch einen neuen Stellenwert erhalten. Die isolierte Kartierung von Einzelercheinungen wie Erkrankungen, Todesfälle oder medizinischer Infrastruktur steht

nicht mehr im Mittelpunkt, sondern es ist das Ziel, alle wichtigen Faktoren in ihrer Gesamtheit zu erfassen und in einem System zu vereinen.

Die moderne Medizinische Geographie öffnet sich nicht nur modernen wissenschaftlichen Methoden, hier insbesondere den GI-Systemen, sondern auch dem Einfluss benachbarter Disziplinen (BENTHAM et al. 1991). Die behandelten Fragestellungen umfassen neben der Geographischen Epidemiologie (Krankheitsökologie) insbesondere die Geographie des Gesundheitswesens, die sich mit räumlichen Aspekten der Planung von Dienstleistungseinrichtungen der Gesundheit und deren Akzeptanz sowie Inanspruchnahme befasst.

Methodisch steht heute häufig die explorative Datenanalyse im Mittelpunkt, wobei das Ziel verfolgt wird, Hypothesen zu generieren sowie Modelle und Szenarien zu entwickeln. Dem interaktiven Charakter eines raumbezogenen Informationssystems wird dabei ein besonders hoher Stellenwert in der Forschung beigemessen. Das Potenzial eines GIS steckt in der Möglichkeit, den geographischen Bezug der gesundheitsrelevanten Variablen einzubeziehen und zu untersuchen.

Im Wesentlichen haben sich zwei inhaltliche Schwerpunkte herausgebildet, um GI-Systeme einzusetzen:

- In der Epidemiologie, vor allem in so genannten ökologisch-epidemiologischen Studien.
- In der Gesundheitssystemforschung, die eine zentrale Aufgabe von Public Health ist.

2.1 Einsatzmöglichkeiten in der Epidemiologie

Ökologisch-epidemiologische Studien beschreiben und analysieren Beziehungen zwischen der geographischen Variation von Krankheiten und Risikofaktoren. Zu den Risikofaktoren zählen Expositionen gegenüber biologischen, chemischen oder physikalischen Umweltagenten, aber auch soziale, ökonomische und Verhaltensfaktoren. Die GIS-gestützte Analyse epidemiologischer Daten in einer ökologischen Studie wird in drei Schritte untergliedert: erstens in die Identifizierung eines möglichen Gesundheitsproblems, zweitens in den Nachweis, dass ein beobachtetes räumliches Muster von Krankheitsfällen signifikant von einem erwarteten Muster abweicht und drittens in die ökologische Analyse.

Meist steht am Anfang eine Verbreitungskarte, um mögliche Gesundheitsprobleme zu identifizieren. Dabei beeinflussen mehrere Faktoren die Ergebnisse: die Wahl der Grenzen der betrachteten Raumeinheiten, der Kartentyp und die Populationsgrößen. Bei Inzidenzkarten treten extreme Werte eher in Raumeinheiten mit kleinen Bevölkerungen auf, bei Wahrscheinlichkeitskarten ist es umgekehrt. Mit GIS können die Raumeinheiten flexibler und problemorientiert abgegrenzt werden. Damit wird ein Teil dieser Probleme überwunden.

Auffällige räumliche Muster können mit raumbezogenen Autokorrelationstests statistisch untersucht werden. Statistische Verfahren, um räumliche Cluster zu identifizieren, haben in den letzten Jahren größere Beachtung gefunden, um eine signifikante Abweichung von erwarteten Verteilungsmustern von Krankheitsfällen zu bestätigen. Dabei werden distanzbasierte von gebietsbasierten sowie lokale von globalen Verfahren unterschieden. Die geographisch-ökologische Analyse beruht auf dem Prinzip der räumlichen Korrelation von Gesundheitsdaten und Risikofaktoren. Die Exposition einer Population gegenüber einem

Risikofaktor wird also z. B. für Luftschadstoffe über die Immission ihres Wohnortes abgeschätzt. Dieses Verfahren erweist sich oft sogar als verlässlicher als die Erhebung individueller Expositionsdaten (MORGENSTERN 1998). Das Verfahren setzt die räumlich differenzierte Kartierung von Umweltrisikofaktoren voraus, eine Aufgabe, für die sich der Einsatz von GIS anbietet.

Umweltrelevante Daten zu Wasser, Boden und Luft liegen in der Regel in Form von Punktmessungen vor, aus denen das räumliche Immissionsmuster abgeschätzt werden muss. Viele GIS bieten eine Reihe von Interpolationstechniken an, z. B. die Trendoberflächenanalyse als globales oder das Kriging als lokales Verfahren (BRIGGS & ELLIOTT 1995), um aus den Punktinformationen eine flächendeckende Immissionsschätzung abzuleiten. So werden aus punktorientierten Einzelmessungen Flächen interpoliert.

Der Kern ökologischer Studien ist es, Gesundheits- und Expositionsdaten räumlich zu verknüpfen, dazu stellen GI-Systeme die Funktionen bereit. So erlaubt das Overlay-Konzept die Überlagerung unterschiedlich zugeschnittener Raumeinheiten. Neue Einheiten, z. B. Gitternetze, können kreiert werden. Die Pufferfunktion ermöglicht die Abgrenzung von Gebieten mit erhöhter Umweltbelastung. Abstandskalkulationen erlauben die Berücksichtigung distanzabhängiger Expositionen (BRIGGS & ELLIOTT 1995).

2.2 Analyse und Planung von Gesundheitssystemen

Die „Gesundheitssystemforschung befasst sich mit Bedarf, Inanspruchnahme, Ressourcen, Strukturen, Prozessen, Ergebnissen und zuschreibbaren Resultaten (Outcomes) von systemischorganisierten Ansätzen der Krankheitsverhütung, -bekämpfung oder -bewältigung – d. h. von ganzen Gesundheitssystemen, Subsystemen und größeren Institutionen bzw. Programmen – und verknüpft diese Elemente analytisch-bewertend.“ (SCHWARTZ & BUSSE 2003, 518). Ein wichtiger Aspekt in diesem komplexen Gefüge ist die Organisation des Versorgungssystems. Spätestens bei dessen Analyse ist die raumbezogene Sicht notwendig und GIS das passende Werkzeug. Angebot und Nachfrage von Leistungen des Gesundheitssystems sind raumbezogen und können somit georeferenziert werden. Arztpraxen und Krankenhäuser, das System der Notfallversorgung, Pflege und Rehabilitation sind fest mit dem Raum verbunden. Die Bevölkerung mit ihren demographischen und sozioökonomischen Merkmalen als Nutzer der Dienste folgt unterschiedlichen geographischen Mustern. Die Anwendungen von GIS in der Gesundheitssystemforschung lassen sich direkt aus den Standardfunktionalitäten ableiten.

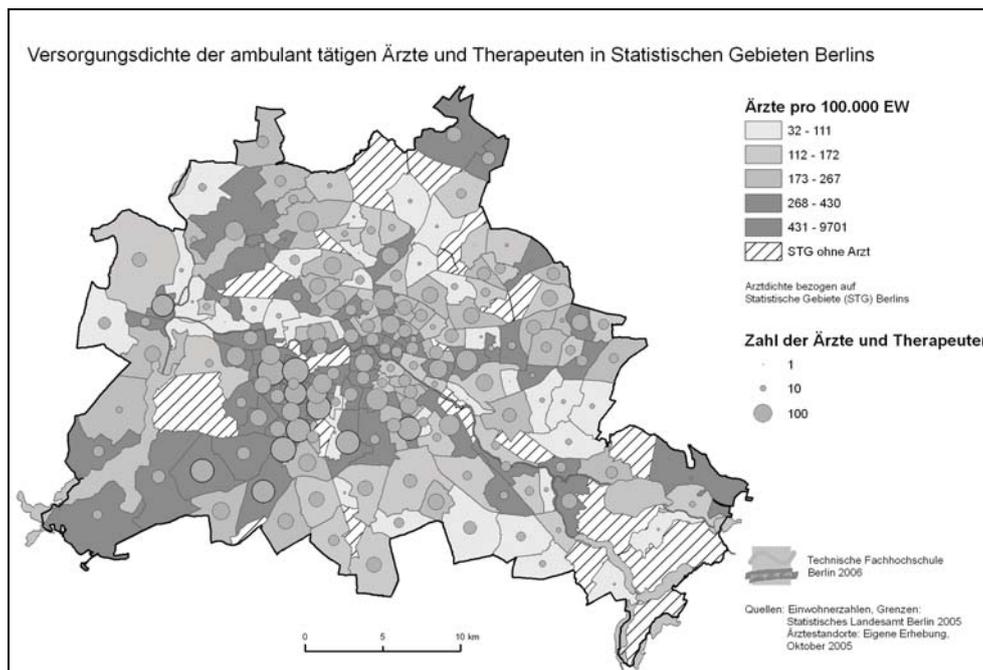


Abb. 1: Ambulant tätige Ärzte je 100.000 Einwohner 2005 auf Ebene der statistischen Gebiete (Datenquelle: Statistisches Landesamt Berlin und eigene Erhebung)

Der Zugang zum Gesundheitswesen, der Weg zum Haus oder Facharzt kann mithilfe der Grundfunktionalität eines GIS analysiert werden (TRAUB 2002). Werden Distanzen gebildet, können daraus abgeleitete Karten Versorgungslücken visualisieren. Punkthaft erfasste Daten, wie Standorte von ambulanten medizinischen Einrichtungen, können mithilfe geometrischer Transformationen in Linien- und Flächenmodelle überführt werden. In diesem Zusammenhang kann auch die Pufferfunktion von GIS genutzt werden. Mit diesen Methoden kann noch eindrücklicher gezeigt werden, wie intensiv ein Gebiet versorgt ist bzw. wo Versorgungslücken bestehen.

Ein großes Potenzial bietet der Einsatz der GIS-Technologie in der Planung. Das Verschneiden und Überlagern von Geodaten kann genutzt werden, um aus bestehenden Daten Informationen neuer Qualität zu entwickeln. Für die Planung von Infrastruktur können alle gewünschten Eigenschaften definiert werden: Zugang zum öffentlichen Nahverkehr, Nähe zur Zielbevölkerung, Mindestabstand bestehender Einrichtungen usw. Mit Hilfe dieser Zieldefinitionen können z. B. Standorte optimiert werden.

Stehen wirtschaftliche Interessen im Mittelpunkt, werden GIS-Technologien sehr viel häufiger angewendet. Ein Beispiel ist die geographische Steuerung im Pharma-Marketing. In der Medikamentenversorgung spielt der verordnende Arzt eine zentrale Rolle. Er generiert eine spezifische Nachfrage, die u. a. von seinem Fachgebiet abhängt. Werden die Arztpraxen geokodiert und mit weiteren Informationen, wie Umsatz- und Absatzzahlen pharmazeutischer Produkte verschnitten, können mithilfe von GI-Systemen Marketing- und Vertriebsaktivitäten geplant und koordiniert werden.

3 Fazit

GIS-Technologien erschließen in allen Bereich von Gesundheit und Krankheit zweifellos neue Möglichkeiten. In der Vergangenheit und in der Zukunft fällt der Visualisierung der Daten auch weiterhin eine zentrale Rolle zu. Die Karte ist das Bindeglied zwischen dem vielfältigen Datenmaterial und dessen Nutzer. Jeder Karte geht ein kreativer Prozess voraus, einer explorativen Analyse unter Verwendung von GI-Technologien, die heute eine wichtige Rolle im Verarbeitungsprozess einnehmen. Dabei ist es immer wichtig, die Analysen mit fachlicher Kompetenz zu verbinden und methodische Beschränkungen zu berücksichtigen, um falsche Schlussfolgerungen in diesem sensiblen Bereich zu vermeiden.

Literatur

- CLIFF, A.D. & P. HAGGETT (1988): Atlas of Disease Distribution: Analytic Approaches to Epidemiological Data. London: Blackwell.
- BENTHAM, G., HAYNES, R & A. LOVETT (1991): Introduction. In: Social Science and Medicine, 33 (4): IX–X.
- BRIGGS, D.J. & P. ELLIOTT (1995): The use of geographical information systems in studies on environment and health. In: World Health Stat. Quarterly, 48: 85-94.
- KISTEMANN, TH., DANGENDORF, F. & J. SCHWEIKART (2002): New Perspectives on the use of Geographical Information Systems (GIS). In: Environmental Health Sciences. International Journal of Hygiene and Environmental Health, 205: 169-181.
- KOCH, T. (2004): The Map as Intent: Variations on the Theme of John Snow. In: Cartographica, 39(4): 1-14.
- MORGENSTERN, H. (1998): Ecologic studies. In: ROTHMAN K.J. & S. GREENLAND (1998): Modern Epidemiology. Philadelphia, 459-480.
- SCHWARTZ, F. W. & R. BUSSE (2003): Denken in Zusammenhängen: Gesundheitssystemforschung. In: Schwartz, F. W. et al. (Hrsg.): Das Public Health Buch, 2. Aufl. München: Urban & Fischer.
- SCHWEIKART, J. & T. KISTEMANN (Hrsg.) (2004): Geoinformationssysteme im Gesundheitswesen. Heidelberg: Herbert-Wichmann Verlag.
- SCHWEIKART, J. & T. KISTEMANN (2001): Geoinformationssysteme in der Medizinischen Geographie. In: Petermanns Geographische Mitteilungen, 3: 18-31.
- TRAUB, K.-P. (2002): GIS zur Analyse der ärztliche Versorgung. Beispiele aus dem Gesundheitsatlas Hamburg. In: GIS, 3: 6-10.