

Welches Potenzial haben Geoinformationssysteme für das bevölkerungsweite Gesundheitsmonitoring am Robert Koch-Institut?

Which potential do geographic information systems have for the population-wide health monitoring of the Robert Koch Institute?

ZUSAMMENFASSUNG

Geoinformationssysteme (GIS) sind in den letzten Jahren fester Bestandteil in der Public-Health-Forschung geworden. Durch vielfältige Analysewerkzeuge bieten sie die Möglichkeit, gesundheitsrelevante Fragestellungen innovativ zu beantworten. Neben modernen Kartierungs- und Visualisierungsoptionen eröffnet die Nutzung von GIS für das bundesweite Gesundheitsmonitoring am Robert Koch-Institut (RKI) die Möglichkeit, die Wohnumgebung objektiv als Einflussfaktor auf die Gesundheit und das Gesundheitsverhalten der Bevölkerung zu erfassen und mit den eigenen Surveydaten auf verschiedenen geographischen Ebenen zu verknüpfen. Neben physischen Faktoren wie Klima, Vegetation oder Landnutzung sowie Faktoren der bebauten Umwelt, können zusätzlich sozioökonomische und soziodemografische Daten, Versorgungsaspekte und Umweltbelastungen an Erhebungsdaten angedockt und in Auswertekonzepte integriert werden. Somit bieten Geoinformationssysteme für das Gesundheitsmonitoring am RKI ein erweitertes Potenzial, um bundesweite, repräsentative und aussagekräftige Ergebnisse präsentieren zu können.

ABSTRACT

In recent years, Geographic Information Systems (GIS) have become an integral part of public health research. They offer a broad range of analyses tools which enable innovative solutions for health related research questions. GIS provide up-to-date mapping and visualization options to be used for national health monitoring at the Robert Koch Institute (RKI); furthermore, it allows to gather objective information on the residential environment as an influencing factor on population health and on health behavior, and to link this information with RKI survey data at different geographic scales. Besides using physical information, such as climate, vegetation or land use, as well as information on the built environment, the instrument allows to link socioeconomic and sociodemographic data, information on health care and environmental stress to the survey data and to integrate them into concepts for analyses. Therefore, Geographic Information Systems expand the potential of the RKI to present nationwide, representative and meaningful health monitoring results.

EINLEITUNG

Bereits seit vielen Jahren werden in den Gesundheitswissenschaften geographische Methoden verwendet. Zu den berühmtesten Anwendungen gehört die Bestimmung des Cholera-Ausbruchsherdes bei der Londoner

Epidemie von 1854 durch John Snow (Vandenbroucke 2013). Seit den 1950er Jahren begannen die ersten Entwicklungen, die das Zeitalter von computergestützten Geoinformationssystemen (GIS) einläuteten (Fradelos et al. 2014). Seither haben sich die Möglichkeiten für Analysen und Visualisierungen

MARTIN THIBÉN,
HILDEGARD
NIEMANN, GIANNI
VARNACCIA,
ALEXANDER
ROMMEL, ANDREA
TETI, HANS
BUTSCHALOWSKY,
KRISTIN MANZ,
JONAS DAVID
FINGER, LARS
ERIC KROLL,
THOMAS ZIESE

Rechtlicher Hinweis:
Dieser Artikel wurde im Bundesgesundheitsblatt im Dezember 2017 erstveröffentlicht (DOI 10.1007/s00103-017-2652-4). Er liegt hier in einer gekürzten Version vor.



FOTO

©Tim / Fotolia.

räumlicher Daten erheblich weiterentwickelt (Lyseen et al. 2014). Die traditionelle Methode, die Ausbreitung von Krankheiten in Form von Karten darzustellen, wird seit Mitte der 1980er Jahre durch neuere Anwendungen mithilfe von GIS ergänzt. Dabei stehen insbesondere die Analysemöglichkeiten von GIS im Mittelpunkt wissenschaftlicher Beiträge und einer zeitgemäßen Public-Health-Forschung (Lyseen et al. 2014; Schweikart, Kistemann 2004).

WAS SIND GEO-INFORMATIONSSYSTEME?

GIS sind rechnergestützte Managementsysteme zur Verarbeitung von Daten mit Raumbezug. Diese bestehen aus Geodaten (Geobasis- bzw. Geofachdaten) und aus Sachdaten, die diesen attributiv zugeordnet werden können. GIS ermöglichen das Erfassen, Verwalten, Integrieren, Verarbeiten, Analysieren und Visualisieren raumbezogener Informationen (Fradelos et al. 2014). Sie stellen wertvolle Werkzeuge dar, um das Verständ-

nis komplexer Zusammenhänge von Gesundheit und Einflussfaktoren zu steigern (Nykitofuk, Flaman 2011) (**TABELLE I**).

Daten werden in einem GIS auf thematischen Schichten, so genannten Layern, hinterlegt, die miteinander in Beziehung gesetzt werden können. Bei den Geodaten lassen sich Vektor- und Rasterdaten unterscheiden.

Vektordaten (bzw. -layer) lassen sich wiederum in Punkt-, Linien- und Polygonlayer differenzieren. Punktlayer können beispielsweise geographische Koordinaten von Einrichtungen, wie Fast-Food-Restaurants, Arztpraxen oder Spielplätzen, aber auch regional auftretende Ereignisse wie Straftaten oder Krankheitsfälle umfassen. Linienlayer enthalten Informationen zu mehreren zusammenhängenden Punkten (z.B. Straßen oder Grenzen). Polygonlayer beschreiben Flächen, z.B. administrative Gebiete wie Stadtteile oder Postleitzahlengebiete. Beispiele für über Polygonlayer bereitzustellende Informationen sind etwa regionale Versorgungsgrade mit Ärzten (sog. Arztdichte) zu regionalen Einheiten

wie Stadtgebieten oder Versorgungsregionen. Vektorlayer können auch mit Daten zur Luftverschmutzung im Rasterformat verschnitten werden. Über statistische Analysen können Zusammenhänge hergestellt sowie Raummuster aufgezeigt und visualisiert werden (Schweikart, Kistemann 2004; Fletcher-Lartey, Caprarelli 2016).

Rasterdaten sind Geodaten, die auf einer Matrix, das heißt einem Gitter aus horizontalen Zeilen und vertikalen Spalten als Menge von entweder Bildelementen (Pixel) oder unterschiedlichen Werten (z.B. modellierte Messwerte) in den Zellen gleicher Größe abgebildet werden. Den einzelnen Zellen werden jeweils Werte zugeordnet durch die der in der Zelle abgebildete Raum beschrieben wird (z.B. die Staubbelastrung in einem 1x1 km Raster).

GIS IN DER PUBLIC-HEALTH-FORSCHUNG

In den letzten Jahren wurde in der Public-Health-Forschung zunehmend der Einfluss der Umwelt auf die menschliche Gesundheit

diskutiert (Augustin, Koller 2017; Lemke et al. 2015; Luan, Law 2014). Das transdisziplinäre Fach der Gesundheitsgeographie definiert sich neben inhaltlichen Aspekten auch über die Anwendung von Werkzeugen zur Analyse und Visualisierung räumlicher Daten auf medizinische und gesundheitswissenschaftliche Fragestellungen (Augustin, Koller 2017; Lemke et al. 2015). Diese Applikationen werden inzwischen als fester Methodenbestandteil in der Public-Health-Forschung verstanden (Fradelos et al. 2014; Lyseen et al. 2014; Fletcher-Lartey, Caprarelli 2016; Rosenberg 2013).

Der Einsatz von GIS in der Public-Health-Forschung ist vielfältig (Nykitofuk, Flaman 2011; Luan, Law 2014; Graves 2008). Die Einsatzmöglichkeiten lassen sich in drei Bereiche unterteilen:

1 krankheitsökologische Untersuchungen, die sich mit den gesundheitlichen Einflüssen der Umwelt auf die Entstehung von Krankheiten und deren Verbreitung auseinandersetzen,

TABELLE I
Wichtigste Analysetechniken von Geoinformationssystemen. Quelle:
Eigene Darstellung nach
Kistemann et al. (2002).

ANALYSETECHNIK	ERLÄUTERUNG
Datenbankabfrage	Identifikation von Objekten auf Grundlage von benutzerdefinierten Auswahlkriterien
Geometrische Berechnungen	Bestimmung von Abständen, Längen, Flächen, Höhenunterschieden etc.
Verschneiden, Ausschneiden, Verbinden von Geometriedaten	Generierung neuer Variablen, z.B. kann geprüft werden, welche Messpunkte in einer bestimmten Fläche liegen
Pufferbildung	Konstruktion von Zonen festgelegter Größe um Punkte, Linien oder Flächen
Dichteschätzung	Schätzung der räumlichen Dichte von geometrischen Objekten (Punkt-, Linien- und Kerndichteanalyse)
Interpolation	Schätzung fehlender Daten auf Grundlage raumbezogener Zusammenhänge und Verteilung bekannter Daten
Glättung	Konstruktion generalisierter Muster von Attributdaten als Oberflächen
Analyse raumbezogener Verteilung	Prüfung raumbezogener Daten auf Korrelation und Cluster unter Verwendung von Visualisierungstechniken und geostatischen Methoden (z.B. Korrelations-, Erreichbarkeits-, Mobilitäts-, Cluster- und Netzwerkanalysen)
Indexbildung	Berechnung von Indizes (z.B. über die Fußgängerfreundlichkeit (Walkability) der Wohnumgebung)
Modellierung und Simulation	Entwicklung von Modellen und Szenarien, insbesondere raum- und zeitbezogene Verbreitungs- und Ausbreitungsmodelle

- 2 Disparitäten in der Gesundheitsversorgung, also räumliche und soziale Unterschiede, die über den Zugang zu medizinischer Versorgung bestimmen sowie
- 3 Risikofaktoren und Ressourcen, zu denen auch Einflüsse der sozialen und physischen Umwelt sowie Lebensstilfaktoren (Gesundheitsverhalten) gehören.

Am längsten wird Gesundheit anhand krankheitsökologischer Ansätze GIS-gestützt untersucht. Dabei werden vorwiegend Studien zur körperlichen und psychischen Gesundheit durchgeführt, die die Beschreibung geographischer Verbreitungsmuster einzelner Erkrankungen unter Berücksichtigung von Mortalität und Einflussfaktoren vorsehen (Graves 2008). Diese Art von Analysen liefern wichtige Hinweise zur Ätiologie und zur Epidemiologie von Infektionskrankheiten (Alexander et al. 2015) sowie seit neuestem vermehrt auch zur Entwicklung altersassozierter Krankheiten (Kauhl et al. 2016).

Als zweites Einsatzfeld von GIS in der Public-Health-Forschung gelten die räumlichen Analysen von Disparitäten in der Gesundheitsversorgung. Von besonderer Relevanz sind hierbei die geographischen Analysen (Butsch 2011) des Zuganges zu präventiv ausgerichteten Gesundheitsdienstleistungen (z.B. Lokalisation und Entfernung von Beratungsstellen, Vorsorgezentren und Impfstellen). Des Weiteren gehören zu diesem Einsatzfeld räumliche Auswertungen zur wohnortnahen, ambulanten oder stationären Versorgung (Henke et al. 2007; Voigtländer, Deiters 2015) sowie zur Versorgungsdichte im therapeutischen beziehungsweise rehabilitativen Bereich (Henke et al. 2007; Classen, Kistemann 2010).

Als drittes Einsatzfeld von GIS gilt der Bereich der Risikofaktoren und Ressourcen. Hier wird untersucht, welchen Einfluss Umweltfaktoren auf Gesundheitsdeterminanten (z.B. Gesundheitsverhalten) und Gesundheit haben. Die Merkmale dieses Einsatzfeldes können in salutogenetischer Hinsicht, das heißt im Sinne der Gesundheitserhaltung,

-förderung, sowohl als Gesundheitsressourcen (Nykiforuk, Flaman 2011; Krekel et al. 2016) als auch als Risikofaktoren (Lakes, Burkart 2016; Liu et al. 2014) betrachtet werden. Besonders häufig untersuchte Risikofaktoren sind soziale Disparitäten (Maier et al. 2014) und Umweltexpositionen, wie z.B. Lärm- oder Feinstaubbelastung (Babisch et al. 2014). In der Regel werden hierbei wohnortsbezogene Merkmale auf aggregierter Ebene (z.B. Gemeinde, Kreise oder Regionen) mit krankheitsspezifischen Incidenzen und Prävalenzen sowie mit weiteren gesundheitsrelevanten Dimensionen (z.B. gesundheitsbezogene Lebensqualität) in Zusammenhang gestellt.

STATUS QUO

In Deutschland wurden bereits viele verschiedene gesundheitsbezogene Studien mithilfe von GIS durchgeführt, was das Interesse für diese Methode in der Public-Health-Forschung verdeutlicht. Allerdings ist hervorzuheben, dass sich die bislang GIS-gestützt durchgeführten Studien vorwiegend auf ausgewählte Regionen oder Städte beschränken (Thißen et al. 2017). Analysen, die auf nationaler Ebene durchgeführt werden, kommen seltener vor. Die Verknüpfung von räumlich vorliegenden Wohnumgebungsdaten, wie zum Beispiel Umwelt- und Sozialdaten oder Daten zur medizinischen Versorgung mit bundesweiten repräsentativen Surveydaten (Primärdaten) aus dem Gesundheitsmonitoring am RKI, würden einen vielversprechenden und innovativen Fortschritt darstellen. So würde eine Ergänzung durch GIS-gestützte Analysen zum nationalen Gesundheitsmonitoring zusätzlich die Qualität der Gesundheitsberichterstattung des Bundes am RKI mit zeitgemäßen Techniken vervollständigen.

POTENZIALE FÜR DAS GE-SUNDHEITSMONITORING AM RKI

Ziel des Gesundheitsmonitorings am RKI ist es, im Auftrag des Bundesministeriums für Gesundheit zuverlässige Informationen über den Gesundheitszustand, das Gesundheitsverhalten und die gesundheitliche Versorgung der Bevölkerung bereitzustellen (Saß et al. 2017). Zum Gesundheitsmonitoring gehören die Studie „Gesundheit in Deutschland aktuell“ (GEDA) (Saß et al. 2017), die „Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland“ (KiGGS) (Kurth 2007) und die „Studie zur Gesundheit von Erwachsenen in Deutschland“ (DEGS) (Scheidt-Nave et al. 2012). Letztere beinhalten – zusätzlich zur Befragung – körperliche Untersuchungen und Tests. Die Daten sind Grundlage für die Gesundheitsberichterstattung des Bundes und für die Forschung zu wichtigen Public-Health-Themen (Kurth et al. 2009).

Bislang werden einfache kartografische Darstellungen sowie georeferenzierte Informationen auf unterschiedlichen Aggregationsniveaus (z.B. auf der Ebene von Kreisen oder Gemeindeverbänden) bereits themenspezifisch mit den Daten des Gesundheitsmonitorings verknüpft und im Rahmen multivariater Analysen ausgewertet (Maier et al. 2014; Rommel, Kroll 2017). Zentral für die Weiterentwicklung der Auswertungsmöglichkeiten großer Gesundheitsstudien ist die Möglichkeit, verschiedene georeferenzierte Daten miteinander zu verknüpfen (data linkage). So können neben sozialen Kontextfaktoren zusätzlich bisher nicht zugängliche oder nicht berücksichtigte gesundheitsrelevante Einflussfaktoren aus dem geographischen Wohnumfeld der Studienteilnehmenden personenbezogen erfasst und auf verschiedenen räumlichen Ebenen mit den Surveydaten verknüpft werden (Fradelos et al. 2014; Nykiforuk, Flaman 2011; Fletcher-Lartey, Caprarelli 2016; Buck et al. 2015).

Weiterhin eröffnen sich durch den Einsatz von Geoinformationssystemen innovative Visualisierungs- und Kartierungsoptionen

für Gesundheitsdaten mit Raumbezug (sog. „Health Mapping“ (Luther et al. 2016)). So können komplexe Inhalte oder Beziehungen anschaulicher vermittelt werden als mit konventionellen Präsentationstechniken (Nykiforuk, Flaman 2011).

Für viele Aspekte der gesundheitlichen Lage sind die Surveys des RKI die einzige verfügbare bevölkerungsweit aussagekräftige Datenquelle. In Verbindung mit ebenfalls bundesweit vorliegenden georeferenzierten Informationen ergibt sich somit zum ersten Mal die Möglichkeit einer bevölkerungsweiten Verknüpfung von Survey- und Geodaten, deren Potenzial für das Gesundheitsmonitoring im Folgenden anhand einiger Beispiele verdeutlicht werden soll.

PHYSISCHE UMWELT

Umwelt-Expositionen im Umfeld der Wohnung, die potenziell gesundheitliche Belastungen nach sich ziehen, könnten über die Koordinaten mit den epidemiologischen Gesundheitsdaten über die Wohnadresse in Bezug gesetzt werden (z.B. für Lärm (Ising, Kruppa 2004), Luftschadstoffe (UBA 2017), UV-Strahlung (RKI 2015), Wasser- oder Luftqualität (Valent et al. 2004)). Es können somit Expositionsbelastungen der Bevölkerung, die räumlich variieren, entweder dargestellt oder als zusätzliche Risikofaktoren in die statistische Auswertung mit aufgenommen werden. Ein eindeutiger Expositions-Wirkungs-Zusammenhang sollte dann durch entsprechende Evidenz belegt werden. Dieser Expositions-Wirkungs-Zusammenhang lässt sich mit grob modellierten oder aggregierten Expositionsdaten in GIS nur schwer nachweisen. Im Bereich des Monitorings geht es daher um das Aufzeigen der Belastung und das Erfassen der Merkmale der physischen und bebauten Umwelt, um anhand dieser Faktoren sowohl Aussagen zur Verteilung gesundheitsrelevanter Umweltbelastungen als auch zu Mehrfachbelastungen oder zum Zugang zu salutogenetischen Ressourcen treffen zu können.

SOZIALE UMWELT

Für die Analyse des Zusammenhangs von sozialer Ungleichheit und Gesundheit, die eine der Kernaufgaben der Public-Health-Forschung darstellt, bilden Geoinformationssysteme in mehrfacher Hinsicht Nutzungspotenziale. Einerseits können sie genutzt werden, um regional aggregiert vorliegende Datenquellen, wie beispielsweise die Daten der Todesursachenstatistik, mit der regionalen sozioökonomischen Lage der Bevölkerung zum Teil auch kleinräumig in Beziehung zu setzen (Maier et al. 2012; Kroll et al. 2017). In Ermangelung von Individualdaten können so Hinweise auf das Ausmaß und die Entwicklung sozialer Unterschiede gewonnen werden. Zudem eröffnen die systematischen Auswertungs- und Aggregationsfunktionen der Geoinformationssysteme die Möglichkeit, Fragestellungen aus dem Bereich der Umweltgerechtigkeit zu untersuchen. So kann aufgezeigt werden, welche Bevölkerungsgruppen den besten Zugang zu räumlich ungleich verteilten Ressourcen haben oder umgebungsbezogenen Belastungen in besonderem Maße ausgesetzt sind (Dragano et al. 2007). Bei entsprechenden Analysen muss einschränkend berücksichtigt werden, dass sich die Effekte räumlicher Belastungen und Ressourcen analytisch nur schwer von der sozioökonomischen Komposition der Bevölkerung trennen lassen: So können sozial bessergestellte Bevölkerungsteile aufgrund ihrer materiellen Ressourcen einerseits in Wohngegenden mit besserer Infrastruktur und Lebensqualität ziehen, andererseits können sie auch die Situation ihrer Quartiere beeinflussen und so aus vormals benachteiligten Wohnquartieren prosperierende „Szenebezirke“ machen (McIntyre et al. 2002).

GESUNDHEITSVERHALTEN

Im Bereich der körperlichen Aktivität kann untersucht werden, wie bewegungsfreundlich die Wohnumgebung der Surveyteilnehmenden ist und ob bestimmte Umgebungsfaktoren mit ihrem Bewegungsverhalten

beziehungsweise ihrer körperlichen Fitness in Verbindung stehen. Dabei sind sowohl die Verfügbarkeit und die Erreichbarkeit von Bewegungsmöglichkeiten (z.B. Grün- und Freiflächen (Krekel et al. 2016), Spielplätze (Lakes, Burkart 2016) und Sportanlagen (Reimers et al. 2014)) als auch die Fußgänger- und Fahrradfreundlichkeit der Wohnumgebung von Interesse (Lakes, Burkart 2016). Im Bereich des Ernährungsverhaltens bieten sich ebenfalls interessante Forschungsfragen. So lässt sich z.B. untersuchen, welches Lebensmittelangebot im Wohnumfeld der Surveyteilnehmenden vorhanden ist und ob deren Ernährungsverhalten mit den verfügbaren Einkaufs- und Verpflegungsmöglichkeiten assoziiert ist (Burgoine et al. 2013). Relevant sind in diesem Zusammenhang unter anderem die Verfügbarkeit und Erreichbarkeit von Supermärkten, Discountern und Fast-Food-Imbissen (Lakes, Burkart 2016). Durch den Einsatz von verschiedenen Analyse-Werkzeugen (z.B. Distanzmessungen, Dichteschätzungen, Pufferbildung, Netzwerk- und Clusteranalysen) bieten GIS einen vielversprechenden Ansatz, um die adipogene Umwelt – also Umweltfaktoren, welche die Entstehung von Adipositas begünstigen – zu erforschen (Burgoine et al. 2013). So können Ansatzpunkte für Präventionsmaßnahmen, beispielsweise für eine gesundheitsförderliche Stadtplanung und -entwicklung in benachteiligten Gebieten, aufgezeigt werden (Lakes, Burkart 2016).

GESUNDHEITSVERSORGUNG

Um Versorgungsrealitäten kleinräumig untersuchen zu können und dementsprechend Entscheidungsprozesse optimal begleiten und unterstützen zu können, gewinnen GIS auch in der Versorgungsforschung zunehmend an Bedeutung (Schweikart et al. 2010). In den Kategorien der ambulanten Versorgung haben sich Hausärzte (Stentzel et al. 2016; Walter, Schweikart 2006), Fachärzte (Stentzel et al. 2016; Walter, Schweikart 2006; Pieper, Schweikart 2009) und Apotheken (Walter, Schweikart 2006) sowie in

der stationären Versorgung Krankenhäuser (Kottwitz 2014) als gut messbare Merkmale erwiesen. Die Verknüpfung der georeferenzierten Wohnadresse mit Versorgungsdaten kann unter anderem durch eine Dichteschätzung der ausgewählten Versorgungseinrichtungen in der Umgebung um die Wohnadresse (Walter, Schweikart 2006) oder durch eine Analyse raumbezogener Verteilungen in Form von Netzwerkanalysen (Stentzel et al. 2016; Pieper, Schweikart 2009) durchgeführt werden. Weiterhin stellen die Pufferbildung (z.B. 20 km Radius (Kottwitz 2014)) wie auch Clusteranalysen (Kottwitz 2014) etablierte Analysetechniken dar.

Daraus ergibt sich für das Gesundheitsmonitoring das Potenzial, sowohl Aussagen über die Verfügbarkeit als auch über die Erreichbarkeit von Versorgungseinrichtungen auf verschiedenen räumlichen Ebenen (kommunal, regional, national) treffen zu können (Stentzel et al. 2016). So wäre es möglich, Versorgungsgrade (Über- und Unterversorgung) auf der Basis räumlicher Erreichbarkeit darzustellen und Disparitäten innerhalb einer Stadt oder zwischen urbanen und ländlichen Räumen herauszustellen (Pieper, Schweikart 2009). Zudem könnte die benötigte Zeit zum Erreichen der Versorgungseinrichtungen mittels unterschiedlicher Mobilitätsformen (zu Fuß, Fahrrad, Auto, Öffentlicher Personennahverkehr) untersucht werden (Stentzel et al. 2016; Walter, Schweikart 2006). In Verbindung mit Befragungsdaten zur Inanspruchnahme könnte außerdem der Einfluss regionaler Versorgungsstrukturen, beispielsweise in Distanzen ausgedrückt, auf deren tatsächliche Nutzung im Bedarfsfall analysiert werden (Koller, Mielck 2009).

FAZIT

Einflussfaktoren der bebauten, physischen und sozialen Umwelt sind für die menschliche Gesundheit und das Gesundheitsverhalten von großer Bedeutung. Gleichzeitig sind sie in vielen Fällen durch Gesetzgebung und (gesundheits-)politische Maßnahmen zu

beeinflussen. Neben den potenziell modifizierbaren Risikofaktoren und Ressourcen spielen die Gesundheitsversorgung sowie die körperliche und psychische Gesundheit eine zentrale Rolle für das Gesundheitsmonitoring am RKI und daraus resultierende Präventionsansätze. Daher sollte der Einsatz von Geoinformationssystemen im Rahmen des Gesundheitsmonitorings in Deutschland ausgebaut werden. Die Anwendungsmöglichkeiten von GIS können von einfachen Karten darstellungen über Dichte- oder Pufferanalysen bis zu Netzwerk- und Clusteranalysen oder modellierten Expositionsbelastungen reichen. Das Potenzial der Methode für das RKI zeigt sich insbesondere in Bezug auf das bevölkerungsweite Gesundheitsmonitoring, welches bundesweite, repräsentative und aussagekräftige Erkenntnisse für Deutschland liefert. GIS können z.B. in den Bereichen der Gesundheitsversorgung sowie der Risikofaktoren und Ressourcen, die sowohl das Gesundheitsverhalten als auch die körperliche und psychische Gesundheit beeinflussen, als Visualisierungswerkzeug und für räumliche Analysen eingesetzt werden. Bisher nicht zugängliche oder nicht berücksichtigte gesundheitsrelevante Einflussfaktoren aus dem geographischen Wohnumfeld können personenbezogen erfasst und mit den Surveydaten verknüpft werden (data linkage).

Die Erschließung der Zusammenhänge zwischen der geographischen Lage, den ökologischen Bedingungen sowie der physischen, der bebauten sowie der sozialen Umwelt und der Gesundheit ist prinzipiell von der lokalen bis zur internationalen Ebene möglich, da der Maßstab bei der Anwendung von Geoinformationssystemen keine Einschränkung darstellt. Daraus resultiert ein integrativer Ansatz bis hin zu Themen von „One Health“ und „Global Health“ (Augustin, Koller 2017). Darüber hinaus wird durch die voranschreitende Digitalisierung und die damit verbundene Ausweitung sowohl der Quantität als auch der Qualität raumbezogener Daten (Big Data), die Nutzung von GIS für eine innovative Public-Health-Forschung unerlässlich sein.

LITERATUR

- Alexander KA, Sanderson CE, Marathe M et al. (2015): What factors might have led to the emergence of Ebola in West Africa? *PLoS neglected tropical diseases* 9:e0003652. DOI: 10.1371/journal.pntd.0003652.
- Augustin J, Koller D (2017): Geografie der Gesundheit: Die räumliche Dimension von Epidemiologie und Versorgung. Hogrefe. Bern.
- Babisch W, Wolf K, Petz M et al. (2014): Associations between traffic noise, particulate air pollution, hypertension, and isolated systolic hypertension in adults: the KORA study. *Environ Health Perspect* 122: 492–498.
- Buck C, Kneib T, Tkaczick T et al. (2015): Assessing opportunities for physical activity in the built environment of children: interrelation between kernel density and neighborhood scale. *Int J Health Geogr* 14 (35).
- Burgoine T, Alvanides S, Lake AA (2013): Creating obesogenic realities; do our methodological choices make a difference when measuring the food environment? *International Journal of Health Geographics* 12 (33).
- Butsch C (2011): Zugang zu Gesundheitsdienstleistungen. Barrieren und Anreize in Pune, Indien. Steiner Verlag.
- Classen T, Kistemann T (2010): Das Konzept der Therapeutischen Landschaften. *Geographische Rundschau* 62 (7-8): 40–46.
- Dragano N, Bobak M, Wege N, et al. (2007): Neighbourhood socioeconomic status and cardiovascular risk factors: a multilevel analysis of nine cities in the Czech Republic and Germany. *BMC Public Health* 7 (255).
- Fletcher-Lartey SM, Caprarelli G (2016): Application of GIS technology in Public Health: successes and challenges. *Parasitology* 143: 401–415.
- Fradelos EC, Papathanasiou IV, Mitsi D et al. (2014): Health Based Geographic Information Systems (GIS) and their Applications. *Acta Inform Med* 22: 402–405.
- Graves BA (2008): Integrative literature review: a review of literature related to geographical information systems, healthcare access, and health outcomes. *Perspectives in Health Information Management/AHIMA, American Health Information Management Association* (2008)5: 11.
- Henke S, Schweikart J, Walter N (2007): Versorgungsdichte und Wohnnähe in der ambulanten medizinischen Versorgung in Berlin im Jahr 2005. *Zeitschrift für amtliche Statistik Berlin Brandenburg* 5: 24–30.
- Ising H, Kruppa B (2004): Health effects caused by noise: evidence in the literature from the past 25 years. *Noise Health* 6: 5–13.
- Kahl B, Schweikart J, Krafft T et al. (2016): Do the risk factors for type 2 diabetes mellitus vary by location? A spatial analysis of health insurance claims in Northeastern Germany using kernel density estimation and geographically weighted regression. *Int J Health Geogr* 15: 38.
- Kistemann T, Dangendorf F, Schweikart J (2002): New perspectives on the use of Geographical Information Systems (GIS) in environmental health sciences. *Int J Hyg Environ Health* 205: 169–181.
- Koller D, Mielck A (2009): Regional and social differences concerning overweight, participation in health check-ups and vaccination. Analysis of data from a whole birth cohort of 6-year old children in a prosperous German city. *BMC Public Health* 9 (43).
- Kottwitz A (2014): Mode of birth and social inequalities in health: the effect of maternal education and access to hospital care on cesarean delivery. *Health Place* 27: 9–21.
- Krekel C, Kolbe J, Wüstemann H (2016): The Greener, the Happier? The Effects of Urban Green and Abandoned Areas on Residential Well-Being. *Ecological Economics* 121: 117–127.
- Kroll L, Schumann M, Hoebel J et al. (2017): Regionale Unterschiede in der Gesundheit – Entwicklung eines sozioökonomischen Deprivationsindex für Deutschland. *Journal of Health Monitoring* 2: 103–120.
- Kurth BM, Lange C, Kamtsiuris P et al. (2009): Gesundheitsmonitoring am Robert Koch-Institut. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 52: 557–570.
- Kurth BM (2007): Der Kinder- und Jugendgesundheitssurvey (KiGGS): Ein Überblick über Planung, Durchführung und Ergebnisse unter Berücksichtigung von Aspekten eines Qualitätsmanagements. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 50: 533–546.
- Lakes T, Burkart K (2016): Childhood overweight in Berlin: intra-urban differences and underlying influencing factors. *Int J Health Geogr* 15: 12.
- Lemke D, Mattauch V, Heidinger O et al. (2015): Wer trifft ins Schwarze? Ein qualitativer Vergleich der kostenfreien Geokodierungsdienste von Google und OpenStreetMap. *Gesundheitswesen* 77: 160–165.
- Liu C, Fuertes E, Tiesler CM et al. (2014): The associations between traffic-related air pollution and noise with blood pressure in children: results from the GINIplus and LISAplus studies. *Int J Hyg Environ Health* 217: 499–505.
- Luan H, Law J (2014): Web GIS-Based Public Health Surveillance Systems: A Systematic Review. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 3: 481–506.
- Luther S, Schweikart J, Scharlach H (2016): Gesundheit verbessern und fördern – Ein Schwerpunkt in der medizin-geografischen Forschung. *Public Health Forum* 24: 59–61.

- Lyseen AK, Nohr C, Sorensen EM et al. (2014): A Review and Framework for Categorizing Current Research and Development in Health Related Geographical Information Systems (GIS) Studies. *Yearb Med Inform* 9: 110–124.
- Macintyre S, Ellaway A, Cummins S (2002): Place effects on health: how can we conceptualise, operationalise and measure them? *Soc Sci Med* 55: 125–139.
- Maier W, Scheidt-Nave C, Holle R et al. (2014): Area level deprivation is an independent determinant of prevalent type 2 diabetes and obesity at the national level in Germany. Results from the National Telephone Health Interview Surveys 'German Health Update' GEDA 2009 and 2010. *PLoS One* 9:e89661.
- Maier W, Fairburn J, Mielck A (2012): Regionale Deprivation und Mortalität in Bayern. Entwicklung eines Index Multipler Deprivation auf Gemeindeebene. *Gesundheitswesen* 74: 416–425.
- Nykiforuk CI, Flaman LM (2011): Geographic information systems (GIS) for Health Promotion and Public Health: a review. *Health Promot Pract* 12: 63–73.
- Pieper J, Schweikart J (2009): Kleinräumige Modellierung der vertragsärztlichen Versorgungssituation in Berlin. *Zeitschrift für amtliche Statistik Berlin Brandenburg* 2: 22–29.
- Reimers AK, Wagner M, Alvanides S et al. (2014): Proximity to sports facilities and sports participation for adolescents in Germany. *PLoS One* 9:e93059.
- RKI – Robert Koch-Institut (Hrsg.) (2015): Gesundheit in Deutschland. Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Gemeinsam getragen von RKI und Destatis. Berlin.
- RKI – Robert Koch-Institut (2017): Arbeitsgemeinschaft Influenza. <https://influenza.rki.de/> (Zugriff am: 11.08.2017).
- Rommel A, Kroll LE (2017): Individual and Regional Determinants for Physical Therapy Utilization in Germany: Multilevel Analysis of National Survey Data. *Phys Ther* 97(5): 512–523. DOI: 10.1093/ptj/pzx022.
- Rosenberg M (2013): Health geography: Social justice, idealist theory, health and health care. *Progress in Human Geography* 38: 466–475.
- Saß AC, Lange C, Finger JD et al. (2017): Gesundheit in Deutschland aktuell – Neue Daten für Deutschland und Europa Hintergrund und Studienmethodik von GEDA 2014/2015-EHIS. *Journal of Health Monitoring* 2: 83–90.
- Scheidt-Nave C, Kamtsiuris P, Gößwald A et al. (2012): German health interview and examination survey for adults (DEGS) - design, objectives and implementation of the first data collection wave. *BMC Public Health* 12: 730–730.
- Schweikart J, Pieper J, Metzmacher A (2010): Gis-basierte und indikatorengestützte Bewertung der ambulanten ärztlichen Versorgungssituation in Berlin. *Kartographische Nachrichten* 6: 306–313.
- Schweikart J, Kistemann T (2004): Geoinformationssysteme im Gesundheitswesen: Grundlagen und Anwendungen. Wichmann Verlag, Heidelberg.
- Stenzel U, Piegza J, Fredrich D et al. (2016): Accessibility of general practitioners and selected specialist physicians by car and by public transport in a rural region of Germany. *BMC Health Serv Res* 16: 587.
- Thißen M, Niemann H, Varnaccia G et al. (2017): Welches Potenzial haben Geoinformationssysteme für das bevölkerungsweite Gesundheitsmonitoring in Deutschland? *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 60: 1440–1452.
- UBA – Umweltbundesamt (2017): Aktuelle Luftdaten - Beurteilung der Luftqualität. https://www.umweltbundesamt.de/daten/luftbelastung/aktuelle-luftdaten#/start?s=q-64FAA==&_k=rd1piw (Zugriff am: 11. August 2017).
- Valent F, Little DA, Bertollini R et al. (2004): Burden of disease attributable to selected environmental factors and injury among children and adolescents in Europe. *The Lancet* 363: 2032–2039.
- Vandenbroucke JP (2013): Commentary: Snow's paper on 'offensive trades' with the benefit of 150 years of hindsight. *Int J Epidemiol* 42: 1235–1238.
- Voigtländer S, Deiters T (2015): Mindeststandards für die räumliche Erreichbarkeit hausärztlicher Versorgung: Ein systematischer Review. *Das Gesundheitswesen* 77: 949–957.
- Walter N, Schweikart J (2006): Räumliche Disparitäten in der ambulanten Gesundheitsversorgung Berlins. Eine GIS-basierte Analyse. In: Strobl J, Blaschke T, Griesebner G (Hrsg.): *Angewandte Geoinformatik 2006. Beiträge zu 18. AGIT-Symposium, Salzburg*. Heidelberg: Herbert Wichmann Verlag: 704–708.

KONTAKT

Martin Thißen M.Sc.
Robert Koch-Institut
Abteilung 2: Epidemiologie und Gesundheitsmonitoring
FG 24 Gesundheitsberichterstattung
Postfach 65 02 61
13302 Berlin
E-Mail: ThissenM[at]rki.de

[RKI]