Gute Kartographische Praxis im Gesundheitswesen

Arbeitskreis Medizinische Geographie, Deutsche Gesellschaft für Geographie (DGfG)
Arbeitsgruppe Health Geography, Deutsche Gesellschaft für Epidemiologie (DGEpi)
Leibniz-Institut für Länderkunde (IfL)
Erstellung und Verantwortlichkeit (erste Auflage):
Jobst Augustin (Initiator und Koordinator), Thomas Kistemann, Daniela Koller, Sebastian Lentz, Werner Maier, Jana Moser, Jürgen Schweikart

unter Mitarbeit von:
Sigrid Droste, Christian Hanewinkel, Ramona Hering, Christoph Höser, Boris Kauhl, Dorothea Lemke, Eric Losang, Sandra Mangiapane, Ron Pritzkuleit, Nico Reinke, Holger Scharlach, Martina Scharlach, Pascal Schöpe, Rebekka Schulz, Georg Sedlmeir, Dagmar Starke, Neeltje van den Berg

Danksagung:
Wir bedanken uns bei der Arbeitsgruppe Erhebung und Nutzung von Sekundärdaten (AGENS), insbesondere den Sprechern Enno Swart und Peter Ihle, für die kritische Durchsicht des Erstentwurfs und die konstruktiven Anmerkungen sowie bei Mario Gehoff für das Lektorat der GKPiG.

Juli 2016
Zitierhinweis:


Kontakte bei Rückfragen und Anregungen:

- Dr. Jobst Augustin (jo.augustin@uke.de)
- Dr. Werner Maier (werner.maier@helmholtz-muenchen.de)
- Prof. Dr. Jürgen Schweikart (schweikart@beuth-hochschule.de)


Anmerkung: Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Männliche Bezeichnungen im Text sind geschlechtsneutral zu verstehen.
Inhalt

Einleitung ................................................................................................................................. 6

1. Grundlagen .......................................................................................................................... 8
  1.1 Arbeitsvorbereitung ........................................................................................................ 9
    Empfehlung 1.1.1: Karte, Grafik oder Tabelle? ................................................................. 9
    Empfehlung 1.1.2: Ziel der Karte .................................................................................. 10
    Empfehlung 1.1.3: Zielgruppe ....................................................................................... 10
    Empfehlung 1.1.4: Ethik, Datenschutz und Urheberrechte .......................................... 10
    Empfehlung 1.1.5: Eigenschaften der zur Verfügung stehenden Daten ....................... 10
    Empfehlung 1.1.6: Publikationsform der Karte ............................................................ 11
    Empfehlung 1.1.7: Ausgabeformat der Karte ................................................................. 11
    Empfehlung 1.1.8: Ressourcen .................................................................................... 11
  1.2 Datenaufbereitung ........................................................................................................ 12
    Empfehlung 1.2.1: Datenauswahl und Datenaufbereitung ......................................... 12
    Empfehlung 1.2.2: Auswahl der Kartengrundlage ......................................................... 12
    Empfehlung 1.2.3: Wahl der raumbezogenen Einheiten ............................................. 13
    Empfehlung 1.2.4: Umgang mit Gebietsreformen ....................................................... 13

2. Kartenerstellung ................................................................................................................ 14
  2.1 Räumliche Verteilung der Variablen ........................................................................... 14
    Empfehlung 2.1.1: Interpolation von Punktdaten ......................................................... 14
    Empfehlung 2.1.2: Zufällige Muster ............................................................................. 14
  2.2 Kartenproduktion ........................................................................................................ 15
    Empfehlung 2.2.1: Thema der Karte .......................................................................... 15
    Empfehlung 2.2.2: Kartenrandangaben ....................................................................... 15
    Empfehlung 2.2.3: Ordnung und Balance in der Karte ............................................... 15
    Empfehlung 2.2.4: Kartentypen .................................................................................... 16
    Empfehlung 2.2.5: Mehrschichtige Karten ................................................................. 18
    Empfehlung 2.2.6: Kartenprojektion ........................................................................... 20
    Empfehlung 2.2.7: Signaturen ..................................................................................... 20
    Empfehlung 2.2.8: Flächensignaturen ....................................................................... 22
    Empfehlung 2.2.9: Klassifizierung ............................................................................. 22
    Empfehlung 2.2.10: Kartenbeschriftung .................................................................... 24
    Empfehlung 2.2.11: Zusätzliches Interpretationsmaterial ............................................ 25
2.3 Webbasierte und digitale Kartographie ............................................................... 25
   Empfehlung 2.3.1: Gesamtkonzept ................................................................. 25
   Empfehlung 2.3.2: Ressourcen ................................................................. 25
   Empfehlung 2.3.3: Animationen ............................................................. 26
   Empfehlung 2.3.4: Barrierefreiheit ............................................................ 26
   Empfehlung 2.3.5: Ausgabe der Karten ......................................................... 26

3. Glossar .............................................................................................................. 27

4. Zitierte Literatur ............................................................................................. 31

5. Weiterführende Informationen .......................................................................... 32

Abbildungen

   Abbildung 1: Prozess der Erstellung von Karten ................................................. 8
   Abbildung 2: Darstellung wenig und ausreichend differenzierter Einzelwerte in einer Karte 9
   Abbildung 3: Grade der Generalisierung am Beispiel der Küste Skandinaviens .......... 12
   Abbildung 4: Unterschiedliche Arten von Diagrammkarten ................................. 17
   Abbildung 5.1: Beispiel einer einfachen Choroplethenkarte und einer mehrschichtigen Diagrammkarte ................................................................. 18
   Abbildung 5.2: Darstellung unabhängiger und abhängiger Themen in Karten ............. 19
   Abbildung 6: Minimaldimensionen für gedruckte Karten ...................................... 21
   Abbildung 7: Effekte unterschiedlicher Klassifizierungsverfahren bei jeweils identischen Ausgangsdaten ................................................................. 23
   Abbildung 8: Beispiel für eine schlecht und eine gut beschriftete Karte ..................... 24
   Abbildung 9: Beispiel von Karten mit nicht freigestellter und freigestellter Schrift .......... 29
   Abbildung 10: Kartenblatt mit Kartenfeld, Kartenrand, Kartenrahmen ...................... 29
   Abbildung 11: Möglichkeiten der Darstellung des Maßstabs ................................. 30
Einleitung

Hintergrund und Verantwortlichkeit


Ziel und Zielgruppe

Die „Gute Kartographische Praxis im Gesundheitswesen (GKPiG)“ soll eine Orientierungshilfe in Form von Empfehlungen zur Erstellung und Interpretation von Karten mit gesundheitlichem Bezug nach aktuellen wissenschaftlichen Standards bieten. Die kartographische Bearbeitung gesundheitlicher Fragestellungen soll durch die GKPiG nicht eingeengt werden, sondern vielmehr als Unterstützung für nichtkartographisch/­geographisch ausgebildete Akteure verstanden werden.

Verfahren der Erstellung und Aktualisierung der GKPiG

Unter Koordination von Dr. Jobst Augustin formierte sich im Mai 2012 eine interdisziplinäre Gruppe von Experten aus den Bereichen Epidemiologie, Versorgungsforschung, Öffentlicher Gesundheitsdienst, Geographie und Kartographie.

Im Dezember 2012 wurden im Rahmen eines Workshops am IfL in Leipzig als nächster Schritt interne Arbeitsgruppen zu den verschiedenen Themenfeldern der GKPiG gebildet. Die Ergebnisse der Arbeitsgruppen wurden auf zwei weiteren Workshops in Hannover (Niedersächsisches Landesgesundheitsamt) und in Bonn (Institut für Hygiene und Public Health der Universität Bonn) diskutiert und weiter ausgearbeitet.


Um einen Mindeststandard der Kartenqualität im Gesundheitswesen zu etablieren, sollen die vorliegenden Empfehlungen denjenigen, die über keine oder geringe Kenntnisse in der Kartenerstellung verfügen, als Kompass und Richtschnur dienen. Die bei der Erstnennung im Text kursiv hervorgehobenen Begriffe werden im Glossar gesondert erläutert. Darüber hinaus befinden sich am Ende der GKPiG Hinweise zu weiterführender Literatur und nützliche Links.


Juli 2016
1. Grundlagen


Abbildung 1: Prozess der Erstellung von Karten.

1.1 Arbeitsvorbereitung


Empfehlung 1.1.1: Karte, Grafik oder Tabelle?

Vorab sollte geprüft werden, ob eine Karte zum Zweck der Informationsvermittlung notwendig und sinnvoll ist.

Karten sollten dann eingesetzt werden, wenn Daten vorliegen, die raumbezogene Verteilungsmuster aufzeigen. Ein Einsatz von Karten zur Darstellung weniger oder wenig differenziert Einzelwerte ist meist nicht sinnvoll (Abbildung 2).

Abbildung 2: Darstellung ausreichend (a) und wenig (b) differenzierter Einzelwerte in einer Karte.
**Empfehlung 1.1.2: Ziel der Karte**

Karten kommunizieren raumbezogene Sachverhalte. Sie sollen über ein Thema informieren und die Beantwortung spezifischer Fragestellungen unterstützen. Die Darstellungsform der Karte ordnet sich diesem Zweck unter.

Zu berücksichtigen ist:

- dass alle Inhalte vollständig und objektiv dargestellt und erläutert werden;
- ob die Karte als Zwischenschritt für weitere Analysen (z. B. zur Hypothesengenerierung) dient oder ob sie publiziert werden soll.

**Empfehlung 1.1.3: Zielgruppe**


Die Komplexität der Karte (Informationsdichte, Darstellungsform) muss der jeweiligen Zielgruppe angepasst sein. Hierbei ist zu beachten, ob es sich um Betrachter mit Expertenkenntnissen oder um Betrachter mit geringen oder keinen Vorkenntnissen handelt. Es empfiehlt sich, vor der Publikation die Verständlichkeit des Kartenentwurfs von einem unabhängigen Betrachter prüfen zu lassen.

**Empfehlung 1.1.4: Ethik, Datenschutz und Urheberrechte**


Zu berücksichtigen sind:

- Leitlinie 1 der Guten Epidemiologischen Praxis (GEP) zur Ethik [Hoffmann et al. 2008];
- Gesetzliche Bestimmungen des Datenschutzes;
- Auflagen des Datenlieferanten;
- Urheberrechtlicher Schutz/Nutzungsbedingungen der Geometrie- und Sachdaten, auch von Teilen davon.

**Empfehlung 1.1.5: Eigenschaften der zur Verfügung stehenden Daten**

Die Eigenschaften der zugrunde liegenden Daten bestimmen die Form der Präsentation und legen gleichzeitig die Restriktionen für die Wahl der Darstellungsmethode fest.

Zu berücksichtigen sind:

- das Skalenniveau der Daten;
- die Unterscheidung in qualitative oder quantitative Merkmale;
• die Unterscheidung zwischen relativen und absoluten Angaben;
• die zugrunde liegenden raumbezogenen Einheiten;
• die Beschaffenheit der Geometriedaten wie Punkte, Linien, Flächen, Raster;
• zeitliche Bezüge.

Empfehlung 1.1.6: Publikationsform der Karte

Die Publikationsform hat Einfluss auf die Darstellungsmethode und sollte bei der Vorbereitung beachtet werden.

Zu berücksichtigen ist:
• ob die Publikation in gedruckter oder digitaler Form erfolgt;
• ob bei digitalen Karten der Inhalt statisch oder dynamisch-interaktiv gestaltet werden soll;
• ob in dem Publikationsmedium in Farbe oder in Graustufen publiziert werden kann.

Empfehlung 1.1.7: Ausgabeformat der Karte

Gedruckte und digitale Karten haben unterschiedliche technische Darstellungseigenschaften (Auflösung der Darstellung). Daher können Karten häufig nicht in ein anderes Format übernommen werden, ohne dass es zu Informationsverlusten kommt.

Zu berücksichtigen ist:
• dass Ausgabeformat, Maßstab und darzustellendes Gebiet voneinander abhängig sind. Sie müssen vor Beginn der Kartengestaltung festgelegt werden, da sie diese beeinflussen (Abbildung 2);
• dass der Grad der Generalisierung sowie die Wahl des Maßstabs in Abhängigkeit von Publikation und Fragestellung erfolgt.

Empfehlung 1.1.8: Ressourcen

Personelle, technische und finanzielle Ressourcen haben einen erheblichen Einfluss auf Erstellung und Qualität der Karte.

Notwendig sind:
• ausreichende personelle Ressourcen mit entsprechender Arbeitszeitkapazität und Fachwissen;
• eine geeignete technische Ausrüstung (Hard- und Software) sowie Fachliteratur, Gebrauchsanweisungen etc.;
• Wartung von Hard- und Software;
• Pflege der Applikationen bei webbasierten interaktiven Karten.
1.2 Datenaufbereitung

**Empfehlung 1.2.1: Datenauswahl und Datenaufbereitung**


Spezielle Aspekte wie Standardisierung (Alter, Geschlecht) oder Auswahl der Stichprobe (z. B. Risikopopulation) sind zu beachten.

**Empfehlung 1.2.2: Auswahl der Kartengrundlage**

Für die Karte ist eine auf das Thema reduzierte topographische Grundlage auszuwählen.

Es ist zu sicherzustellen:

- dass die *Kartengrundlage* geeignet ist, damit sich der Betrachter im dargestellten Gebiet orientieren kann;
- dass der Grad der Generalisierung an den verwendeten Maßstab angepasst ist (Abbildung 3);
- dass der gewählte Gebietsstand dem Stand der Daten entspricht.

**Abbildung 3: Grade der Generalisierung am Beispiel der Küste Skandinaviens. Die Karte soll im Maßstab 1:30.000.000 publiziert werden. Die Ausgangsdaten der linken Karte sind für einen größeren Maßstab bestimmt. Dadurch erscheint die norwegische Fjordküste als schwarzes Band. Durch die starke Generalisierung in der rechten Karte geht die Eigenschaft der Fjordküste verloren.**
Empfehlung 1.2.3: Wahl der raumbezogenen Einheiten

Die räumliche Aggregationsebene (z. B. administrative Raumeinheiten) sollte der Forschungsfrage angemessen gewählt werden.

Es können bei der Wahl der raumbezogenen Einheiten die nachstehend ausgewählten Probleme auftreten:


In solchen Fällen sollten zeitliche Aggregationen (unter Verlust zeitlicher Trends), raumbezogene Aggregationen (unter Verlust räumlicher Trends) oder Glättungen (z. B. Bayesian Smoothing = Gewichtung von Raten entsprechend der Bevölkerungsgröße) vorgenommen werden.

Bei räumlich aggregierten Daten ist zu beachten, dass die Aussagen nicht auf Individual-Ebene zurückgeführt werden können (Datenschutz).

Empfehlung 1.2.4: Umgang mit Gebietsreformen

Es sollte geprüft werden, ob im Beobachtungszeitraum Gebietsreformen stattgefunden haben und ob die Daten gegebenensfalls aktualisiert werden müssen.

Gebietsreformen können auf jeder raumbezogenen Ebene eintreten. Es muss geprüft werden, ob die Untersuchungsregionen zu den untersuchten Zeitpunkten vergleichbar sind/waren.

Das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung bietet für Gebietsreformen auf Anfrage spezifische Umsteigeschlüssel (ab 1990) in Form von Tabellen an [Milbert 2010].
2. Kartenerstellung

2.1 Räumliche Verteilung der Variablen

Empfehlung 2.1.1: Interpolation von Punktdaten

Bei der Interpolation von Punktdaten (z. B. Messpunkte) ist das adäquate statistische Verfahren zu verwenden.

Die Anforderungen der jeweiligen Verfahren an die verwendeten Daten sind zu beachten. Mögliche Verfahren sind unter anderem: Kernel Density Estimation (KDE) für diskrete Daten, Inverse Distance Weighting (IDW) und Kriging für räumlich kontinuierliche Daten.

Empfehlung 2.1.2: Zufällige Muster

In der Karte ist nicht zu erkennen, ob räumliche Muster zufällig sind. Dies ist mit räumlich-statistischen Methoden zu prüfen.

Folgende Methoden werden empfohlen:

- Räumliche Autokorrelation

  Als „Räumliche Autokorrelation“ wird das Phänomen beschrieben, wenn die Werte benachbarter Gebiete sich stärker gleichen als die Werte voneinander weiter entfernter Gebiete. Der Test auf Autokorrelation ist eine zwingende Voraussetzung für die spätere Anwendung von Methoden der Inferenzstatistik (z. B. Korrelation, lineare Regression etc.). Liegt eine räumliche Autokorrelation vor, sind die Daten nicht unabhängig voneinander und die Inferenzstatistik kann nicht angewendet werden. Zur Beurteilung dienen globale Maße der räumlichen Autokorrelation (z. B. Global Moran’s I).

- Clusteranalyse


- Grenzeffekte


- Konfidenzintervalle

  In der Karte sind Konfidenzintervalle schwer darstellbar. Um Fehlinterpretationen zu vermeiden, sollten Konfidenzintervalle, ergänzend zur Karte, in Tabellenform oder im Fließtext angegeben werden.
2.2 Kartenproduktion

Empfehlung 2.2.1: Thema der Karte

Jede Karte steht in Beziehung zu einer Fragestellung und hat ein eindeutiges Thema.

Zu beachten ist:

- dass das Thema im Titel oder der Abbildungsunterschrift kurz, prägnant und unmissverständlich formuliert wird;
- dass die Themen in der Karte behandelt werden, die in einer Beziehung zur übergeordneten Thematik stehen;
- dass mehrere Informationsebenen in einer Karte dargestellt werden, wenn diese in einem sachlichen Zusammenhang stehen.

Empfehlung 2.2.2: Kartenrandangaben

Zu den Kartenrandangaben gehören Titel, Legende, Maßstab, Quellenangaben, ggf. ein Impressum und ein Nordpfeil. Die Kartenrandangaben sind zum Verständnis und zur Auswertung der Karte erforderlich, sollten aber keine unnötigen Angaben enthalten.

Zu beachten ist:

- Titel, Legende und Quellenangabe sind unverzichtbar.
- Falls ein Maßstab notwendig ist, sollte statt einer numerischen Maßstabsangabe immer ein graphischer Maßstab vorgezogen werden, insbesondere wenn beispielsweise absehbar ist, dass die Karte für die jeweiligen Zwecke noch vergrößert oder verkleinert wird (nähere Erläuterung und Beispiel siehe Glossar).
- Alle in der Karte verwendeten Quellen müssen genannt werden. Diese müssen jedoch nicht zwingend Bestandteil der Kartenrandangaben sein, da Quellen an anderer Stelle genannt werden können.
- Eine Abbildungsunterschrift kann den Titel ersetzen.
- Die Legende erklärt die verwendeten Signaturen.
- Die Legende muss logisch aufgebaut, aussagekräftig und leicht verständlich sein.

Empfehlung 2.2.3: Ordnung und Balance in der Karte

Die Anordnung der Kartenrandangaben und die Positionierung des Kartenfeldes haben Einfluss auf die Lesbarkeit der Karte. Alle Elemente einer Karte (Kartenbestandteile) sind so anzuordnen, dass sie die zentrale Aussage der Karte unterstützen.

Zu beachten ist:

- die zentrale Positionierung von Elementen im Kartenfeld. Es werden verstärkt Elemente wahrgenommen, die in der Mitte des Kartenfeldes positioniert sind, während Elemente am Rand oftmals wenig Beachtung finden;
• dass eine Anordnung entlang der Hauptlese- und Betrachtungsrichtung (von oben links nach unten rechts) zuerst betrachtet wird;
• die Herstellung einer einheitlichen, aus sich heraus verständlichen Abbildung, wobei Hilfslinien dazu dienen können, dies zu erreichen.

Empfehlung 2.2.4: Kartentypen

Die Eigenschaften der Daten bestimmen den Kartentyp. Es kann zwischen quantitativen / qualitativen Eigenschaften auf der einen und absoluten/relativen auf der anderen Seite unterschieden werden. Der passende Kartentyp ergibt sich somit aus der Kombination der Eigenschaftspaare.

quantitative, absolute Daten  →  Diagrammkarte
quantitative, relative Daten    →  Choroplethenkarte
qualitative Daten              →  Standortkarte

Zu beachten ist:

• Standortkarten (Abbildung 4a) zeigen die Lage von Objekten/Eigenschaften.
• Choroplethenkarten (Abbildung 4b) sind flächenbezogene Darstellungen. Den Gebietseinheiten werden flächenfüllende Muster oder Farbabstufungen zugewiesen, dazu werden in der Regel klassifizierte Daten verwendet. In Choroplethenkarten werden relative Werte visualisiert, da das Darstellen von absoluten Werten in Flächen zu Fehlinterpretationen führt.
• Diagrammkarten (Abbildung 4c, d) repräsentieren den Wert der Daten durch eine proportionalen Wiedergabe.
• Quantitäten werden durch Variationen von Größe oder Helligkeit dargestellt.
• Qualitäten werden durch Variationen der Form oder des Farbtons visualisiert.
• Der ausgewählte Kartentyp sollte so einfach wie möglich und so informativ wie nötig sein.
**Empfehlung 2.2.5: Mehrschichtige Karten**

Mehrschichtige Karten sind Karten, auf denen sich mehrere Darstellungen innerhalb einer Karte überlagern, z. B. eine Choroplethenkarte mit einer Diagrammkarte. Mehrschichtige Karten sind keine eigene Darstellungsform, sondern eine Kombination der beschriebenen Formen.

In einer mehrschichtigen Karte wird entweder eine Variable in verschiedenen Darstellungsformen abgebildet oder es werden mehrere Variablen dargestellt. In vielen Fällen ist es sinnvoll, eine Variable sowohl in ihrer relativen als auch absoluten Ausprägung darzustellen (Abbildung 5.1). Werden mehrere, inhaltlich verschiedene Variablen in einer Karte dargestellt, sollten die Variablen in einer Beziehung stehen (Abbildung 5.2).

Abbildung 5.1: Beispiel einer einfachen Choroplethenkarte (a) und einer mehrschichtigen Diagrammkarte (b) auf Grundlage einer Variablen. Choroplethenkarten geben keine Auskunft über die Anzahl der Fälle. Deshalb wurde auf einer zweiten Informationsebene die absolute Anzahl der Pflegebedürftigen flächenproportional dargestellt.
Abbildung 5.2: Darstellung unabhängiger und abhängiger Themen in Karten.
**Empfehlung 2.2.6: Kartenprojektion**

Die dreidimensionale Erde kann nicht verzerrungsfrei auf einer zweidimensionalen Karte abgebildet werden. Eine Abbildung mit gleichzeitiger Winkel- und Flächentreue ist nicht möglich.

Zu berücksichtigen ist:

- Sofern die Daten einen Bezug zur Fläche (z. B. Einwohnerdichte) haben, ist eine flächentreue Projektion zu wählen.
- Werden verschiedene Datensätze zusammengeführt, müssen alle Geometriedaten die gleichen Abbildungsparameter aufweisen.

**Empfehlung 2.2.7: Signaturen**

Sachdaten werden durch Signaturen visualisiert. Es werden Punkt-, Linien- und Flächensignaturen unterschieden.

Zu berücksichtigen ist:

- Signaturen sind so zu gestalten, dass sie eindeutig zugeordnet werden können.
- Signaturen sollten sich von der Basiskarte abheben, z. B. durch eine Freistellung.
- Minimaldimensionen der Signaturen sind einzuhalten (Abbildung 6) (Hake, Grünreich und Meng 2002).
- Sofern nationale oder internationale Standards für Signaturen existieren, ist zu prüfen, ob diese verwendet werden sollen.
- Im Vergleich zu den am Monitor betrachteten Karten haben gedruckte Karten eine höhere Auflösung. Diese erlaubt es, Karte und Signaturen detaillierter zu gestalten.
Empfehlung 2.2.8: Flächensignaturen

Flächensignaturen kommen in Choroplethenkarten sehr häufig zum Einsatz und unterliegen einem umfangreichen Regelwerk.

Zu berücksichtigen ist:

- Verschiedene Flächensignaturen müssen eindeutig voneinander zu unterscheiden sein.
- Beim Einsatz von Farben sollte deren Assoziation berücksichtigt werden (z. B. rot für Gefahr), da hierdurch die Aussage einer Karte beeinflusst werden kann.
- Farben werden unter Berücksichtigung des Ausgabemedium ausgewählt. Bei gedruckten Karten kann zusätzlich der Farbton verändert werden.
- Qualitative Daten sind durch die Variation des Farbtons bei gleicher Helligkeit darzustellen.
- Quantitative Daten sind durch die Variation der Helligkeit einer Farbe wiederzugeben. Bei vielen Klassen kann zusätzlich der Farbton verändert werden.
- Daten mit positiven und negativen Wertebereichen oder einem Schwellenwert können in einer bipolaren Farbreihe dargestellt werden. Für die Randklassen werden Komplementärfarben genutzt.

Empfehlung 2.2.9: Klassifizierung


Zu berücksichtigen ist:

- Eine Klasse „keine Daten vorhanden“ sollte gegebenenfalls berücksichtigt werden und sich visuell deutlich von einem Wert Null unterscheiden.
- Gebräuchliche Verfahren zur Klassenzuordnung sind vor allem: konstante Breite (äquidistante) Klassen, arithmetische oder geometrische Reihen, natürliche Brüche (Jenks), Quantile und Verfahren, die auf statistischen Parametern (z. B. Standardabweichung) Basieren (Abbildung 7).
- Die Klassifizierung sollte die Verteilung der Daten widerspiegeln.
- Die Flächensignaturen müssen voneinander unterscheidbar sein.
Abbildung 7: Effekte unterschiedlicher Klassifizierungsverfahren bei jeweils identischen Ausgangsdaten.
**Empfehlung 2.2.10: Kartenbeschriftung**

Neben der Legende ist die Schrift das wichtigste erläuternde Element der Karte und bringt dem Betrachter zusätzliche Informationen.

Zu berücksichtigen ist:

- Die *Kartenschrift* soll gut lesbar sein, sich deutlich vom Hintergrund abheben und harmonisch ins Kartenbild einfügen (Abbildung 8).
- Serifenlose Schriften sind zu bevorzugen (ein Beispiel für eine serifenlose Schriftart ist *Arial*, für eine serifenbetonten Schriftart *Times New Roman*).

*Abbildung 8: Beispiel für eine schlecht (a) und eine gut (b) beschriftete Karte.*
Empfehlung 2.2.11: Zusätzliches Interpretationsmaterial

Um die Interpretation zu erleichtern, sollte die Karte um zusätzliche Materialien ergänzt werden.


2.3 Webbasierte und digitale Kartographie

Empfehlung 2.3.1: Gesamtkonzept

Karten im Internet können mit interaktiven Tools versehen werden, mit denen der Nutzer die Karte seinen Interessen entsprechend verändern kann. Interaktive Karten zeichnen sich durch Auswahlmöglichkeiten aus, z. B. verschiedene Indikatoren und Datenjahrgänge oder räumliche Aggregationssebenen.

Zu berücksichtigen ist:

- Es sollte während der Konzeption des Webauftritts berücksichtigt werden, ob eine interaktive oder eine statische Karte verwendet werden soll.
- Es muss im Vorfeld entschieden werden, welche Interaktionsmöglichkeiten dem Kartennutzer ermöglicht werden sollen. Durch freie Auswahlmöglichkeiten des Farbschemas und der Klassifizierung kann das veränderte Kartenbild unter Umständen zu unbeabsichtigten (Fehl-)Interpretationen führen.
- Die Veränderungsmöglichkeiten interaktiver Karten sollten für den Nutzer selbsterklärend sein.

Empfehlung 2.3.2: Ressourcen

Bei der Darstellung von digitalen/webbasierten Karten im Internet ist zu berücksichtigen, dass jede Internetanwendung ein Wartungskonzept benötigt.

Ein Wartungskonzept beinhaltet eine Administration, regelmäßige Updates, Aktualisierungen bei neuen Browserversionen sowie Backups. Für die Gewährleistung der laufenden Aktualisierungen müssen sowohl finanzielle wie personelle Ressourcen vorhanden sein.
Empfehlung 2.3.3: Animationen

Animationen ermöglichen die Visualisierung von zeitlichen und/oder räumlichen Veränderungen.

Bei interaktiven Karten mit Animation ist zu berücksichtigen, dass dem Betrachter der Karte die Möglichkeit gegeben wird, die Animation anzuhalten oder neu zu starten. Es ist von Vorteil, wenn die Geschwindigkeit der Animation frei gewählt werden kann.

Empfehlung 2.3.4: Barrierefreiheit

Karten im Internet sollten barrierefrei nutzbar sein.

Beim Aufbau der webbasierten Karte sollte man sich an den Vorgaben der „Barrierefreien Informationstechnik-Verordnung (BITV)“ orientieren, siehe hierzu: www.bitvtest.de.

Empfehlung 2.3.5: Kartenausgabe

Webbasierte Karten sind nicht allein auf Darstellungen im Internet beschränkt, sondern können als Bilddatei offline gespeichert oder ausgedruckt werden.

Der Ersteller der Karte sollte berücksichtigen, dass die Möglichkeit des Exports von Karten besteht. Dies muss bei der Kartenerstellung, insbesondere bei interaktiven Karten, beachtet werden. Die Exportdatei bzw. die gedruckten Karten sollten mindestens folgende Elemente beinhalten: Legende, Quellenangaben, Datenstand der in der Karte dargestellten Indikatordaten und Copyright der Geobasisdaten.
3. Glossar

Aggregation
Zusammenfassung von Daten. Es wird zwischen raumbezogener, zeitlicher und sachlicher Aggregation unterschieden.

Animation

Ausgabemedium
Karten können auf unterschiedlichen Medien ausgegeben werden. Dazu gehören Bildschirme und Druckträger. Bildschirme unterscheiden sich in Größe und Auflösung (LCD-Displays, Tablets, Smartphones, Beamer etc.) voneinander, Druckträger durch Größe und Material (Papier, Folie etc.).

Ausgabeformat
Bei gedruckten Karten ist dies die physikalische Größe des Papiers (Breite x Höhe). Bei digitalen Karten ist dies das Dateiformat mit den jeweiligen Eigenschaften (PDF, JPEG, TIFF etc.).

Auflösung
Punktdichte der Ausgabe. Sie wird beim Druck in dpi (dots per inch), bei der Anzeige auf Displays in Pixel gemessen. In der Regel ist die Bildschirmauflösung geringer als die Druckauflösung, d. h. pro Flächeneinheit werden weniger Punkte dargestellt.

Choroplethenkarte (Flächendichtekarte)

Diagrammkarte

Freistellung
Abbildung 9: Beispiel von Karten mit nicht freigestellter (a) und freigestellter (b) Schrift.

**Generalisierung**

**Geometriedaten**
Daten, die geometrische Elemente in ihrer Lage beschreiben. Im Vektordatenmodell basieren die Daten auf Punkten, die durch x- und y-Koordinaten definiert und bei Höhendaten durch eine z-Koordinate ergänzt werden. Im Rasterdatenmodell dienen Pixel als Träger sowohl der geometrischen Daten als auch der Sachdaten.

**Inverse Distance Weighting (IDW)**

**Kartenbestandteile**
Grundlegende Objekte des Kartenblatts wie Kartenfeld, Legende, Angaben zum Maßstab, Impressum, Kartenrand etc.

**Kartenfeld**
Teil des Kartenblattes, welcher die Daten in ihrem raumbezogenen Kontext zeigt (Abbildung 10).
Abbildung 10: Kartenblatt mit Kartenfeld, Kartenrand, Kartenrahmen [mod. nach Olbrich et al. 2002].

Kartengrundlage (Basiskarte)
Stellt den Bezug zum Raum her. Dazu zeigt sie ausgewählte topographische Informationen wie beispielsweise Städte, Flüsse oder Verkehrswege.

Kartenprojektion

Kartenrandangaben

Kartenschrift

Kartentyp
Die Typisierung einer Karte ist abhängig von der gewählten kartographischen Methode. Die am häufigsten verwendeten Kartentypen sind Standortkarten, Diagrammkarten und Choroplethenkarten.

Kernel Density Estimation (KDE)
Interpolationsverfahren, um aus Punktdaten eine kontinuierliche Fläche basierend auf der räumlichen Dichte der jeweiligen Punktdaten zu generieren. Das Ergebnis ist ein Raster, das die Dichte eines bestimmten Merkmals pro Fläche angibt. Zur Darstellung bevölkerungsabhängiger Kennzahlen eignet sich die sogenannte duale Kernel Density Estimation.

Kriging
Eine geostatistische Interpolationsmethode, um basierend auf den Attributen von bekannten Punkten die Attribute an unbekannten Punkten zu schätzen. Ein Unterschied zum Inverse Distance Weighting (IDW) besteht darin, dass Kriging zusätzlich eine simple Methode (Berücksichtigung der Varianz) enthält, um den Schätzfehler für die vorhergesagten Werte mithilfe eines Variogramms zu ermitteln.

Legende
Zeichenerklärung, welche die in der Karte verwendeten Signaturen erläutert.
Maßstab

Die Maßstabszahl definiert das Verhältnis einer Länge auf der Karte zu deren Entsprechung in der Natur. Der Maßstab wird gewöhnlich in schriftlicher Form als „1:Maßstabszahl“ angegeben, alternativ kann ein graphischer Maßstab (Maßstabsbalken) verwendet werden (Abbildung 11).

Abbildung 11: Möglichkeiten der Darstellung des Maßstabes.

Modifiable Area (l) Unit Problem (MAUP)

Daten können auf verschiedene räumliche Einheiten aggregiert werden. Dadurch entstehen unterschiedliche räumliche Muster, die auf den (z. B. administrativen) Grenzen der gewählten Einheiten beruhen. Das Modifiable Area(l) Unit Problem hat nicht nur einen Einfluss auf die Verteilung räumlicher Muster, sondern auch auf die Ergebnisse von Korrelations- und Regressionsanalysen.

Signatur

Aus Maßstabsgründen nicht darstellbare Objekte und Sachverhalte werden in Karten als Signaturen dargestellt. Es wird zwischen Punkt-, Linien- und Flächensignaturen unterschieden.

Skalenniveau (Messniveau)


Small Numbers Problem (SNP)

Wenn Raten auf kleinen Bevölkerungszahlen Basieren, können starke Schwankungen auftreten. Die hohe Varianz dieser Raten kann in diesem Falle auf die kleinen Bevölkerungszahlen (Small Numbers) zurückgeführt werden und ist statistisch unzulässig.

Standortkarte

Zeigt die Lage von Objekten, wie Beispielsweise Krankenhäuser und deren Eigenschaften. Es werden qualitative Sachdaten vermittelt.
4. Zitierte Literatur


5. Weiterführende Informationen

Literatur:

Frei zugängliche Geometriedaten für Deutschland:

- Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (http://www.bkg.bund.de)

Nützliche Links:

- Gebietsreform-Umrechnungsverfahren:
  - Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (http://www.bbsr.bund.de)

- Gestaltung von Karten:
  - http://www.typebrewer.org/

- Farbgestaltung in Karten:

- Generalisierung von Geometrien:
  - http://www.mapshaper.org/

Barrierefreie Gestaltung von Websites:

- "Barrierefreie Informationstechnik-Verordnung (BITV)": "BIK -Barrierefrei informieren und kommunizieren" (http://www.bikonline.infoBzw. direkt über www.bitvtest.de ➔ Der BITV-Test ➔ Verzeichnis der Prüfschritte)

- European Blind Union EBU "Guidelines" (http://www.euroblind.org ➔ Resources ➔ Guidelines)

- W3C "Richtlinien zur barrierefreien Webgestaltung (WCAG) 2.0" (http://www.w3.org/Translations/WCAG20-de/)

Open-Source-Software:

- Räumliche Autokorrelation, räumliche Regressionsmodelle, Nachbarschaftsbeziehungen:
  - OpenGEODA: http://geodacenter.asu.edu/ogeoda

- Clusteruntersuchungen:
  - SaTScan: http://www.satscan.org/

- Glättungen:
  - WinBUGS: http://www.mrc-bsu.cam.ac.uk/software/bugs/

- Geographische Informationssysteme:
  - gvSIG: http://www.gvSIG.com/en
  - Quantum-GIS: http://www.qgis.org/de/site/