

Semesterarbeit

im Fach

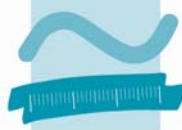
Ausgewählte Kapitel der Kartographie

**Dasymetrische Modellierung der
Verteilung von Populationen**

Themasteller: Prof. Dr. J. Schweikart / Dipl.-Geogr. R. Poppschütz

Vorgelegt im Studiengang Master of Science, Geodäsie und Kartographie

An der



TECHNISCHE FACHHOCHSCHULE BERLIN
University of Applied Sciences

Berlin, März 2008

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis II

Abbildungsverzeichnis III

Tabellenverzeichnis IV

Abkürzungsverzeichnis V

Bevölkerungsdichte 22

1 Einleitung 6

 1.1 Das Problem 7

 1.2 Die Lösung 8

2 Dasymetric Mapping 9

 2.1 Etymologie des Begriffs 9

 2.2 Definition 10

 2.3 Ziel und Methodik 10

 2.4 Herstellung einer dasymetrischen Darstellung 12

 2.4.1 Die statistischen Daten der Populationsdichte 14

 2.4.2 Die Zusatzdaten 14

 2.4.3 Die dasymetrische Methode 14

 2.4.3.1 Modifying Areal Weighting Methode 14

 2.4.3.2 Binary Methode 16

 2.4.3.3 Intelligent Dasymetric Mapping 17

3 Vorteile und Nachteile 18

4 Vergangenheit und Gegenwart 19

5 Anwendungsgebiete 20

 5.1 Anwendungsbeispiele 20

Literaturverzeichnis 24

Weiterführende Literatur 25

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1-1: Choroplethenkarte (Individuen pro km²) (nach CHEN ET AL. 2004) (SCHULTE 2007) 6

Abb. 1-2: Choroplethenkarte (links), dasymetrische Karte (rechts) (SCHULTE 2007) 8

Abb. 2-1: Mit CORIN-Landnutzungsdaten von der Choroplethen- zur dasymetrischen Karte (THIEKEN 2007)..... 11

Abb. 2-2: Prozess des Dasymetric Mapping (SCHULTE 2007) 13

Abb. 2-3: Modifying Areal Weighting Methode mit Algorithmus von Gallego (SCHULTE 2007)..... 16

Abb. 5-1: Bevölkerungsdichte in Berlin und Brandenburg (SCHULTE 2007) 20

Abb. 5-2: Bevölkerungsdichte in Deutschland (THIEKEN 2007) 21

Abb. 5-3: Binary und Modifying Areal Weighting Methode im Vergleich (BIELECKA 2004)..... 22

Abb. 5-4: Einheitswohnvermögen in Deutschland (THIEKEN ET AL. 2006)..... 23

<http://referate.ben-net.de>

Tabellenverzeichnis

Tab. 2-1: Ausgangskoeffizient der Landnutzungskategorien nach Gallego und
Peedell..... 15

<http://referate.benneten.de>

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
Bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
et al.	et alii
etc.	et cetera
u.a.	und andere(s)
usw.	und so weiter
z.B.	zum Beispiel

<http://referate.benneten.de>

1 Einleitung

Eine wichtige Grundlage für verschiedene Planungszwecke, z.B. im Geomarketing sind demografische Daten. Besonders bei Naturkatastrophen, Seuchen etc. bzw. dem Katastrophenmanagement spielt das Wissen über die genaue Bevölkerungsverteilung eine entscheidende Rolle (BRAUMANN 2004). Diese Verteilung wird meist über die Darstellung selbiger analysiert. Die Darstellung von Populationen hat grundsätzlich zwei Auf-

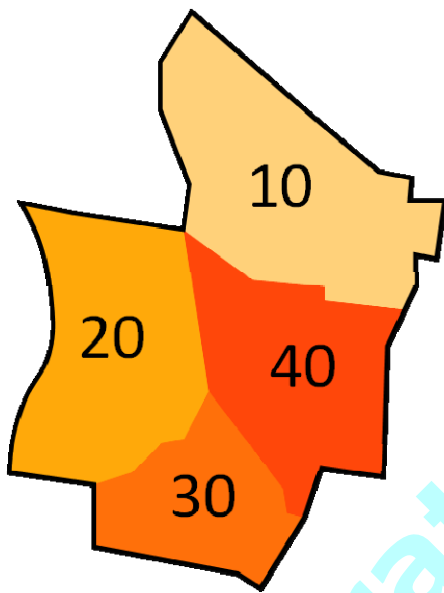


Abb. 1-1: Choroplethenkarte (Individuen pro km²) (nach CHEN ET AL. 2004) (SCHULTE 2007)

gaben. Zum einen die Darstellung von Dichte und Ausbreitung einer Population und zum anderen, soll sie als Herleitung einer quantitativen Schätzung der Populationsdichte für spätere Analyse Zwecke dienen. Die Darstellung erfolgt traditionell, wie in Abbildung 1-1 zu sehen, in Form einer Choroplethenkarte (BIELECKA 2004). Da es sich bei dieser Form der Darstellung um eine relativ einfache handelt, schließt sie die Möglichkeit einer detaillierten räumlichen Analyse der Populationsverteilung nahezu gänzlich aus. Populationen können Lebensformen vielerlei Gattung umfassen, aber gerade humanoide Populationen konzentrieren sich in relativ kleinen Räumen, z.B. in Dörfern, Städten usw. Daraus ergibt sich, dass die exakte Darstellung der Bevölkerungsverteilung mittels Choroplethenkarte sehr problematisch ist.

So bemerkten Langford und Unwin (LANGFORD, UNWIN 1994), dass es drei signifikante Probleme mit

Choroplethenkarten gibt.

Erstens, die Zählseinheiten auf die abgebildet wird sind für die bequeme Datensammlung willkürlich festgelegt, so dass große Polygone für Gebiete mit niedriger und kleine Polygone für Gebiete mit hoher Populationsdichte entstehen. Zweitens, die Zählseinheiten

fungieren als „low-pass Filter“¹, welche die hohen und niedrigen Werte generalisieren und die räumlichen Besonderheiten des kartierten Phänomens entfernen. Da die Grenzen willkürlich sind, wirken sie kontraproduktiv auf den Interpretationsgewinn aus den Daten und darüber hinaus wird den großen Polygonen mehr Beachtung geschenkt als der tatsächlichen Datenvermittlung.

Drittens, Zähleinheiten differenzieren nicht zwischen physiografischen Einheiten wie Seen, Flüsse, Wälder, Felder usw. Daraus folgt, die Darstellung ist inkorrekt, da diese Gebiete als bewohnt dargestellt werden.

Das heißt, Choroplethenkarten stellen die Population aggregiert in administrativen Einheiten dar und vermitteln den Eindruck, die Population wäre homogen über die gesamte Fläche verteilt, selbst wenn Teile der Fläche in Wirklichkeit unbewohnt sind.

Eine weitere Einschränkung wird auch als das “modifiable areal unit problem” (MAPU) beschrieben (OPENSHAW 1983). Dabei handelt es sich um eine Situation, in der die Modifizierung der Grenzen und Maßstab der Datenaggregation das Ergebnis der räumlichen Datenanalyse signifikant beeinflusst.

Openshaw stellt fest, dass es oft unklar ist, ob das Ergebnis der statistischen Untersuchung einen Bezug zu den real in der Region lebenden Individuen hat oder es sich um eine strikte mathematische Berechnung auf Basis der betreffenden räumlichen Einheit handelt (OPENSHAW 1983).

1.1 Das Problem

Die Hauptprobleme der Choroplethenkarte sind demnach:

Dass die Population auf willkürlich gewählte Zähleinheiten aggregiert ist und daher kein Zusammenhang zur realen Verteilung besteht und demnach eine detaillierte räumliche Analyse der Bevölkerungsverteilung ausgeschlossen ist.

Außerdem wird nicht zwischen bewohnbaren und unbewohnbaren Gebieten unterschieden, so dass die Choroplethenkarte eine homogene Verteilung der Population innerhalb der Zähleinheit suggeriert, was meist unzutreffend ist.

¹ dt. **Tiefpass**, bezeichnet in der Elektronik Filter, die Signalanteile mit Frequenzen unterhalb ihrer Grenzfrequenz annähernd ungeschwächt passieren lassen, Anteile mit hohen Frequenzen dagegen abschwächen

1.2 Die Lösung

Eine Lösung für dieses Problem bietet eine Form der Darstellung, die der Mann der 1938 den Namen Choroplethenkarte prägte, eben Jener bereits von Beginn an vorzog. John Kirtland Wright (1891–1969), ein U.S.-amerikanischer Geograf und Geosoph (Studium des geografischen Wissens unter universalen Aspekten), sowie Direktor der Amerikanischen Geografischen Gesellschaft, hielt die dasymetrische Darstellung, der Choroplethen-Darstellung für überlegen. (ACHTUNG: die eingedeutschte Bezeichnung ist (noch) nicht existent, richtiger ist „dasymetric“ mehr dazu in 2.1). Er warnte vor dem Gebrauch der seit 1826 von Charles Dupin eingeführte Choroplethen-Darstellungstechnik, unterstrich die Vorteile der dasymetrischen Darstellung und versuchte ihr zu einer höheren Popularität zu verhelfen.

Eine dasymetrische Darstellung ist ein Weg, diese Einschränkung der Genauigkeit zu reduzieren. Durch den dasymetrischen Prozess werden die administrativen Einheiten in kleinere, mehr Karten relevante Einheiten, aufgespalten (OPENSHAW 1983).

Das bedeutet nichts anderes, als die Disaggregation der in Zähleinheiten aggregierten Daten, was zu einer genaueren bzw. realistischeren räumliche Verteilung der Population führt.

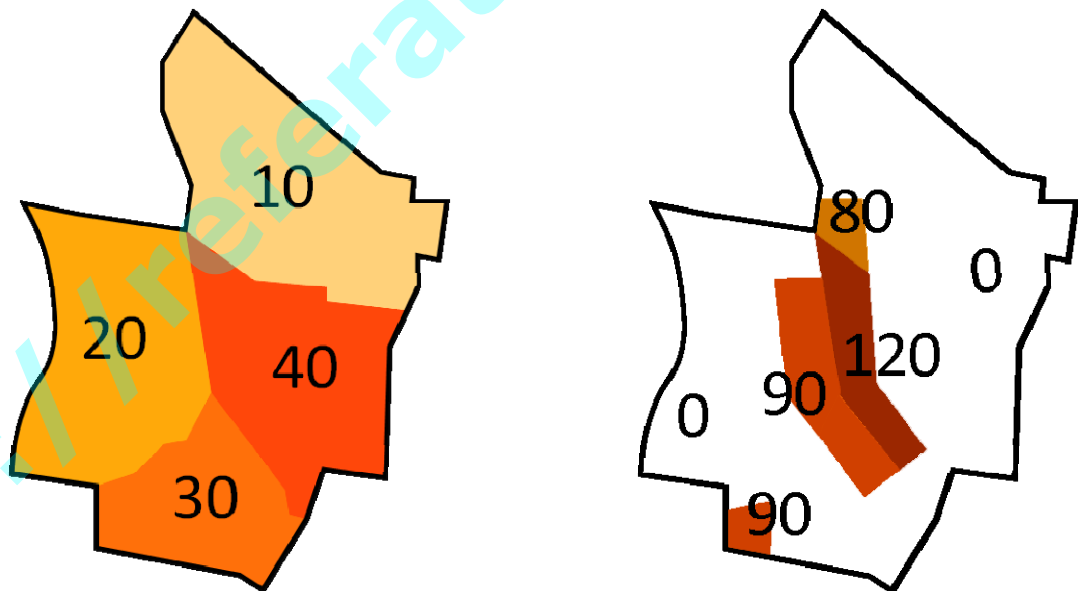


Abb. 1-2: Choroplethenkarte (links), dasymetrische Karte (rechts) (SCHULTE 2007)

2 Dasymetric Mapping

Es gibt viele kartographische Ausdrucksformen. Obwohl etwas Ähnliches in Thematische Kartographie auf Seite 14 (ARNBERGER 1997) dargestellt wird, ist gerade im deutschsprachigen Raum die Darstellungsform des „Dasymetric Mapping“ nahe zu unbekannt. Das obwohl sie eine Vielzahl von Möglichkeiten offeriert, die die Choroplethenkarte nicht liefern kann.

2.1 Etymologie des Begriffs

Nach stichprobenartiger Untersuchung scheint kaum jemandem der Begriff „Dasymetrische Darstellung“ oder „Dasymetric Mapping“ zu Ohren gekommen zu sein. Das ist auch im Falle der „Dasymetrische Darstellung“ kein Wunder. Denn die Worte „Dasymetrie“ oder „dasymetrisch“ existiert in der deutschen Sprache nicht. Eine Suche bei der größten Internetsuchmaschine Google im November 2007 ergab keine Treffer für „dasymetrisch“ oder „Dasymetrie“. Der Begriff „Dasymetrische“ hingegen ergab 22 Treffer, fünf davon in niederländischer Sprache. Das ist wahrlich nicht ausreichend um von der Dudenredaktion aufgenommen zu werden. Es belegt aber die vereinzelte Verwendung in der deutschsprachigen Geowissenschaft.

Die einzige offizielle Verwendung in der deutschen Sprache ist das ähnlich klingende „Dasymeter“, der Luftwaage. Ein Gerät zur Demonstration des Auftriebs in der Luft, die 1650 von Otto von Guericke erfunden wurde.

Tatsächlich aber wurde „Dasymetrie“ aus dem Englischen inoffiziell übertragen und bezieht sich auf „Dasymetric“ bzw. „Dasymetric Mapping“.

„Dasymetric“ wiederum wurde abgeleitet von „dasýs“, griechisch für Dichte, lateinisch auch „dénus“ und fand im Englischen seine Ausprägung als „density“.

Somit kann man also sagen „Dasymetric Mapping“ ist zu übersetzen mit „Dichtemessende Kartierung“.

Obwohl es kein offiziell zugelassener deutscher Begriff ist werde ich ihn in diesem Text verwenden, denn da „dasymetric“ auf „ic“ endet, lässt sich daraus schwer ein deutsches Adjektiv bilden. Z.B. würde „dasymetric(al) Darstellung“ merkwürdig klingen. Daher benutze ich für Vorgänge oder Beschreibungen das eingedeutschte „Dasymetrie“ oder „dasymetrisch“, den Prozess als solchen nenne ich aber „Dasymetric Mapping“.

2.2 Definition

Eine Definition für das Dasymetric Mapping liefert unter anderem Professor Borden D. Dent in Cartography: Thematic Map Design (DENT 1999).

Er beschreibt das Dasymetric Mapping als Methode der thematischen Kartographie und ihre Form als der Choroplethenkarte ähnliche quantitative Karte, die meist in Verbindung mit Populationsdarstellungen, hauptsächlich der Dichte, Anwendung findet. Besonders häufig ist sie in der Risikoanalyse und -kartierung zur Ermittlung der Anzahl der betroffenen Bevölkerung vorzufinden (THIEKEN 2007).

Laut Dent ist eine Charakteristik, die sie von der Choroplethenkarte abgrenzt, dass die statistische Oberfläche einer dasymetrischen Karte als Konstrukt aus Zonen mit einheitlichen Werten dargestellt wird, bei der die Abgrenzung der Zonen auf Basis der Wertunterschiede erfolgt (DENT 1999). Diese Zonen sind getrennt durch Schwellen, die durch rapide Änderung der Werte definiert sind (MCCLEARY 1969).

2.3 Ziel und Methodik

Das Ziel, ist die Modellierung einer genaueren räumlichen Verteilung von Populationen, als es bei der Choroplethenkarte möglich ist und deren Darstellung in Karten (THIEKEN 2007).

Genauer ist das Ziel, die Darstellung statistischer Oberflächendaten mittels größt möglicher Zerteilung der Fläche in Zonen deren Grenzen die darunterliegenden Unterscheide in der statistischen Oberfläche wiedergeben (MENNIS; HULTREN 2008). Stan Openshaw sagt zum Vergleich, dass die dasymetrische Methode eine quantitative Variable auf Grenzen, abgeleitet vom Charakter der Datenzusammensetzung, darstellt. Er nennt es eine Form der räumlichen Interpolation, die Zusatzdaten nutzt, um Populationsdaten von einem Satz räumlicher Einheiten in einen anderen zu transformieren (OPENSHAW 1983). Die Transformation vollzieht sich in Gestalt der Schaffung dasymetrischer Zonen. Diese entstehen durch das Verschneiden der Zonen der aggregierten Daten mit denen der unterstützenden Daten, z.B. der Landnutzung die ihrer Seits aus Zonen der verschiedenen Nutzungsklassen bestehen. Somit entstehen mehr und differenzierte Zonen, die eine Disaggregation der Daten erlauben, um selbst in Gebieten, in denen die Daten aggregiert aufgenommen wurden, eine genauere Darstellung als die der Ausgangsdaten zu ermöglichen (siehe Abbildung 2-1). Eine dasymetrische Darstellung ist demnach ein Weg, diese Einschränkung der Genauigkeit zu vermeiden. Durch den dasymetrischen Prozess

werden die administrativen Einheiten in kleinere, mehr Karten relevante Einheiten, aufgespalten (OPENSHAW 1983).

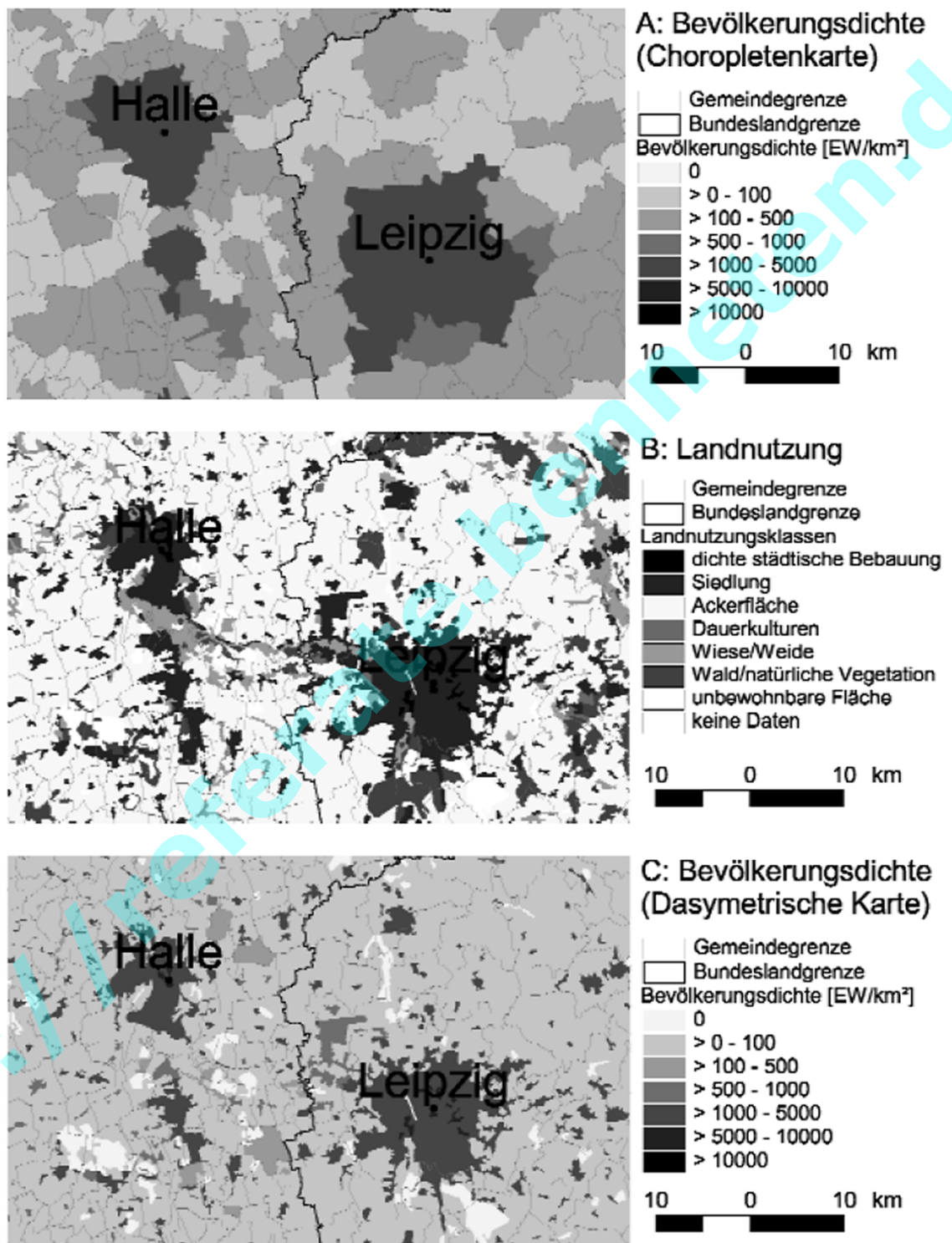


Abb. 2-1: Mit CORIN-Landnutzungsdaten von der Choroplethen- zur dasymetrischen Karte (THIEKEN 2007)

Das Wichtigste beim Dasymetric Mapping ist, laut Professor George F. McCleary, die Absicht und die Ausführung der Zusammenführung der Daten bei der Kartenherstellung durch den Kartographen. Des Weiteren schreibt er, es gäbe mehrere verschiedene Typen oder Formen der dasymetrischen Methode. McCleary hält 1969 die für die zweckmäßigste, die eine „innere Anpassung“ erfordert. Wenn man eine dasymetrische Oberfläche mittels der Methoden der innere Differenzierung entwickelt, sollte der Kartograph alle Elemente, die einen Einfluss auf das Muster der Zusammensetzung der dasymetrischen Zonen und auf die Schwellen der Variablen haben die er darstellen will, zum tragen bringen (MCCLEARY 1969).

Das heißt der Kartograph definiert in der Karte Gebiete, mit denselben numerischen Werten, welche die dasymetrischen Zonen bilden. Die Zonen grenzen sich zueinander durch starke Gefälle der Werte ab. Die Methode benötigt intensive Arbeit bei der Produktion, viele Datenquellen und sorgfältig ausgewählte, im Zusammenhang stehende Vergleichskarten und -daten.

2.4 Herstellung einer dasymetrischen Darstellung

Die Darstellungsmethode soll genauer als anderen sein, da sie Verteilung der Population realistischer darstellt. Für gewöhnlich wird Bevölkerung pro km², meist in aggregierten administrativen Einheiten und in Form von Choroplethenkarten angegeben. Da wie bereits erwähnt, eine homogene Verteilung von Populationen sehr unrealistisch ist, denn Menschen wohnen in Siedlungen und eher selten z.B. auf Landwirtschaftsflächen, in Wäldern, Gewässer etc., vermitteln diese Darstellungen ein falsches Bild (THIEKEN 2007). In Abbildung 2-1 werden aus einer Choroplethenkarte die auf Gemeindebasis die Bevölkerungsdichte zeigt und aus CORIN-Landnutzungsdaten² eine dasymetrische Darstellung. Allerdings besteht das Dasymetric Mapping nicht nur aus diesen zwei Elementen, sondern aus drei großen Elementen:

1. Die aggregierten statistischen Daten der Populationsdichte,
2. die Zusatzdaten (z.B. Landnutzung oder andere Fernerkundungsergebnisse) und
3. die dasymetrische Methode

Zu erst werden die vorhandenen Daten verschnitten. Aus den Zonen der aggregierten statistischen Daten und der der Zusatzdaten werden die dasymetrischen Zonen (siehe

² CORINE Land Cover (CLC) Datenbank von Landsat TM, MSS und SPOT Interpretationen

Abbildung 2-2). Diesen Zonen werden dann neu berechnete statistischen Daten mittels der dasymetrischen Methode, im Prinzip mathematische Formeln, zugeordnet (siehe Abbildung 2-2). Am Ende bestehen für die dasymetrischen Zonen neue Werte der Individuendichte, eine dasymetrische Karte ist entstanden.

**Flächennutzung - Binär
(Siedlungsfläche ja/nein)**

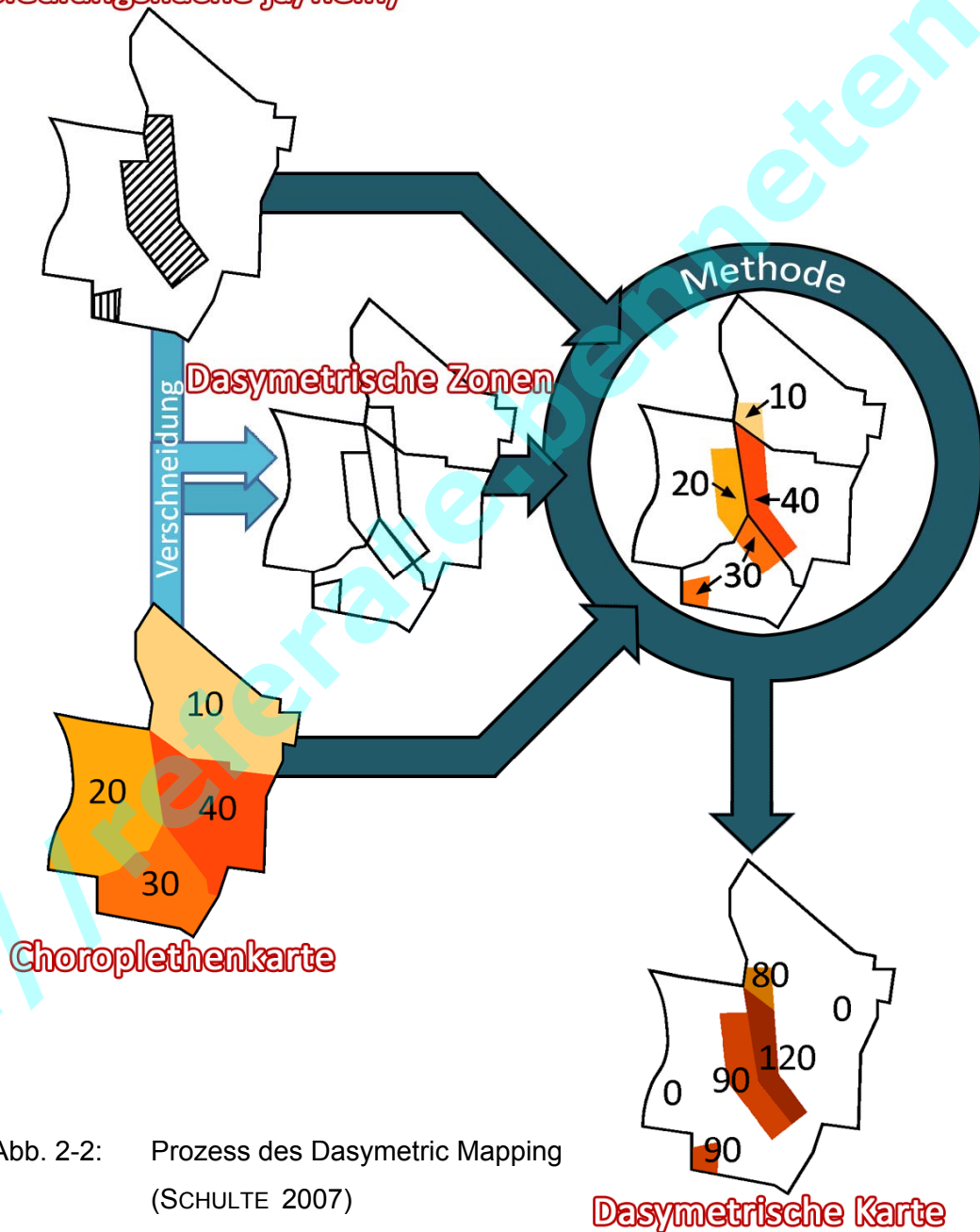


Abb. 2-2: Prozess des Dasymetric Mapping (SCHULTE 2007)

2.4.1 Die statistischen Daten der Populationsdichte

Daten über die Populationsdichte müssen als Ausgangsdaten vorliegen. Desto kleiner die Zählheiten, bzw. desto weniger stark die Daten aggregiert sind, umso genauer wird die Verteilung der Individuendichte am Ende des Dasymetric Mapping ausfallen.

2.4.2 Die Zusatzdaten

Die disaggregierend wirkenden Zusatzdaten zur Erzeugung der dasymetrischen Zonen können z.B. abgeleitete Landnutzungsdaten sein. Sie können fernerkundlich erworben sein, z.B. aus Interpretationen von Satellitenplattformen wie Landsat TM, MSS und SPOT. Unterstützende Zusatzdaten können auch Karten, statistische Informationen oder andere Daten z.B. aus dem Liegenschaftskataster sein. Weitere Informationen können auch Höhenangaben, Temperatur oder Hangneigungen sein, die eine z.B. menschliche Besiedlung ausschließen.

Eine Integration auch von Laserscannerdaten ist denkbar. Es können bspw. mit Lidardaten³ einfache Gebäudedetektionen durchgeführt werden. Darüber hinaus ist die Bestimmung der Gebäudehöhen möglich, aus denen sich Stockwerkszahlen ableiten und wiederum die Bewohnerzahl schätzen lassen (BRAUMANN 2006).

2.4.3 Die dasymetrische Methode

Dieser Verschneidungsprozess weist den Zonen ihre disaggregierten Werte zu. Diese Zuweisung wird durch unterschiedliche, vom Kartographen bewusst gewählte mathematische Formeln, dasymetrische Methoden genannt, gesteuert.

2.4.3.1 Modifying Areal Weighting Methode

Der dasymetrische Prozess der veränderlichen Flächengewichtung wird Modifying Areal Weighting Methode genannt. Für diesen entwickelten Javier Gallego und Steve Peedell 2001 (GALLEGO; PEEDELL 2001) den „Algorithmus von Gallego“. Dieser bedient sich einer iterativ ermittelten mittleren Populationsdichte für Landnutzungskategorien. Diese Landnutzungskategorien können z.B. durch gruppieren von Landnutzungsklassen mit ähnlicher Populationsdichte erzeugt werden (BIELECKA 2004) (siehe Tabelle 2-1). Errechnet wurde

³ Lidar steht für "light detection and ranging" und ist eine dem Radar ("radiowave detection and ranging") sehr verwandte Methode zur Entfernung- und Geschwindigkeitsmessung.

ein Ausgangskoeffizient für Landnutzungskategorien für Europa (GALLEGO; PEEDELL 2001).

Tab. 2-1: Ausgangskoeffizient der Landnutzungskategorien nach Gallego und Peedell

Landnutzungskategorie	Anzahl enthaltener CORINE Landnutzungsklassen	Ausgangskoeffizient U_c
Urbane Flächen	2	176
Industrie- und Gewerbeflächen	1	10
Landwirtschaftsflächen	4	3
Komplexe Muster (Streusiedlungen)	1	6
Wälder/halb-natürliche Vegetation	5	0,5
Unbewohnte Flächen	18	0

Für jede Einheit kann iterativ ein Satz Gewichtungs-Populationskoeffizienten der Landnuntzungskategorien errechnet werden, bis die Differenz zum Indikator δ stabil geworden ist. Der Differenzindikator δ_r für ein Gebiet r ergibt sich aus der Summe der absoluten Werte der Differenz zwischen der zugeordneten P_m^0 und der statistisch bekannten Populationszahl P_m (BIELECKA 2004).

$$\delta_r = \sum_{m \in r} |P_m^0 - P_m|$$

Um den Gewichtungs-Populationskoeffizienten in einer Einheit anzupassen, wird eine Korrelation ρ_{cr} zwischen dem Verhältnis von P_m^0 zu P_m und dem der Fläche der Landnuntzungskategorie in der Einheit (A_{cm}) zur Gesamtfläche der Einheit (A_m) berechnet (BIELECKA 2004).

$$\rho_{cr} = corr\left(\frac{P_m^0}{P_m}, \frac{A_{cm}}{A_m}\right)$$

Diese Korrelation kann anschließend verwendet werden um eine neues U_c zu berechnen.

$$U'_{cr} = U_c \left(1 - \frac{\rho_{cr} \times \delta_r}{2 \times P_r}\right)$$

Ein Beispiel zur veränderlichen Flächengewichtung:

Die gesamte Population (X) in einer Zählereinheit oder statistischen Einheit m () ist meist durch den relativen Wert aus Individuen pro Fläche aus einer Choroplethenkarte oder vergleichbare statistische Daten der Populationsdichte gegeben. Gesucht wird die Populationsdichte (Y) in einer Landnutzungskategorie c in Einheit m (). Dazu einige Formeln, Variablendefinitionen und ein Beispiel:

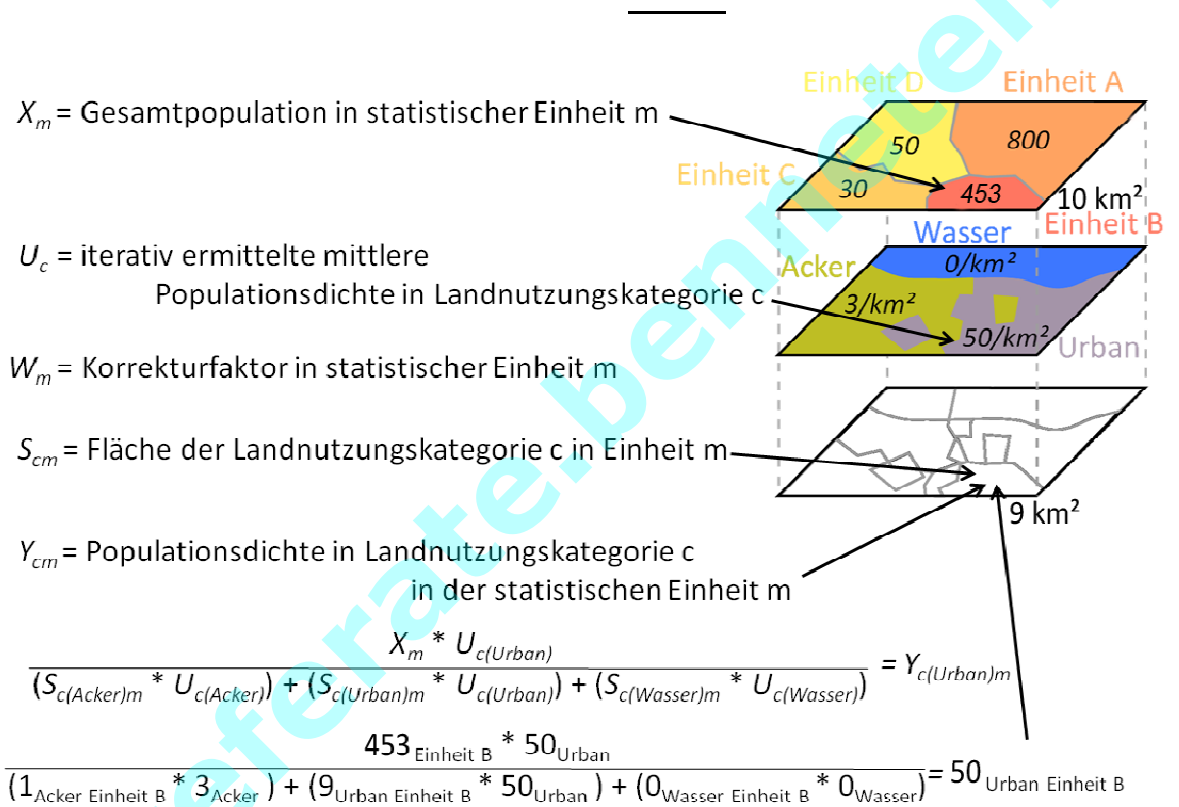


Abb. 2-3: Modifying Areal Weighting Methode mit Algorithmus von Gallego (SCHULTE 2007)

2.4.3.2 Binary Methode

Die Binary Methode bzw. der binäre dasymetrische Prozess wurde besonders von Langford und Unwinn 1994 (LANGFORD; UNWIN 1994) und Eicher und Brewer 2001 (EICHER; BREWER 2001) beschrieben. Die Individuendichte wird berechnet durch die Teilung der Anzahl der Individuen in einer Zählereinheit, durch die Fläche des bewohnten Teils. In Abbildung 2.2 kommt diese Methode bildhaft zum tragen.

Der Hauptvorteil dieser Methode ist seine Einfachheit. Es ist nur nötig Landnutzungsdaten in bewohnte und unbewohnte Flächen einzuteilen. Der Nachteil ist die Subjektivität der Reklassifikation, der Einfluss der Größe der kleinsten dargestellten Einheit und anderen Zusatzinformationen über das Gebiet (BIELECKA 2004).

2.4.3.3 Intelligent Dasymetric Mapping

Diese Methode, auch IDM genannt, die besonders von Jeremy Mennis und Torin Hultgren erforscht wird, beschäftigt sich mit dem Charakter der Beziehung zwischen Zusatzdaten und der erzeugten statistischen Oberfläche.

Sie wird „intelligent“ genannt, da sie die Beziehungen herstellt die der Analyst sonst subjektiv durch sein Wissen herstellt. IDM stellt diese mit Hilfe von empirischer Sampling-Technologie her oder verbindet subjektive mit empirischen Methoden (MENNIS; HULTGREN 2008).

Die „intelligente“ Methode verbindet das Wissen des Analysten mit einer datenbasierten Methodologie, um den funktionalen Zusammenhang zwischen den Klassen der Zusatzdaten und der statistischen Oberfläche die dargestellt wird zu spezifizieren. Die datenbasierte Komponente sammelt empirisch Informationen über die Datendichte der einzelnen Klassen der Zusatzdaten und nutzt das Verhältnis der Klassendichte zur Neuverteilung der Population auf Unter-Quell-Zonenflächen (MENNIS; HULTGREN 2006)

3 Vorteile und Nachteile

Die Vorteile des Dasymetric Mapping wurden bereits erläutert und sind in der Hauptsache eine realistischere Verteilung der Population.

Nachteilig ist bspw., dass die Methode intensive Arbeit bei der Produktion, viele Datenquellen und sorgfältig ausgewählte, im Zusammenhang stehende, Vergleichskarten und Vergleichsdaten benötigt (DENT 1999). Auch dass das Ergebnis anhängig ist von der Durchführung und der Qualität der Erzeugung der dasymetrischen Zonen und der Methode der Verteilung der statistischen Werte ist, ist nachteilig. Auch eine Änderung der Grenzen der Zählinheit und des Maßstabs der Datenaggregation beeinflussen das Ergebnis der räumlichen Datenanalyse signifikant ("modifiable areal unit problem") (OPENSHAW 1983). Hier wie bei jeder Kartenproduktion entscheidet zudem letztlich der Kartograph über die Aussage der Karte. Der wohl größte Nachteil: durch die Komplexität der Erzeugung suggeriert das Ergebnis einen hohen Grad an Annäherung an die Realität, der nie absolut erreicht werden kann und nicht einmal teilweise gegeben sein muss.

4 Vergangenheit und Gegenwart

1826 führte der französische Mathematiker Pierre Charles François Dupin (1784 – 1873) die Darstellungstechnik, die heute als Choroplethenkarte bekannt ist, ein. Zirka 1860 entwickelte Pyotr Petrovich Semenov (1827 – 1914), Geograf und Statistiker, Leiter der *russischen geografischen Gesellschaft*, Vorsitzender des *Statistik-Komitees des Innenministeriums* und des *Zentralrats des Russischen Reiches*, die Methode der dasymetrischen Darstellung (SEMENOV 1857). John Kirtland Wright (1891 – 1969), U.S.-amerikanischer Geograf, Geosoph und Direktor der *amerikanischen geografischen Gesellschaft* versuchte ihr zu einer höheren Popularität zu verhelfen, in dem er vor dem Gebrauch der Choroplethenkarte, deren Name er 1938 geprägt hatte warnte und die in 2.3 sowie in 3. genannten Vorteile der dasymetrischen Darstellung unterstrich (WRIGHT 1947).

Die dasymetrische Methode wurde in den letzten dreißig Jahren, vermutlich auch davor, nicht oft in der thematischen Kartographie angewendet. Sie findet zur Zeit häufiger Anwendung bei Geoinformationssystemen, da ihre Funktionsweise der Verwendung von Layern als Filter in GI-Systemen entspricht.

Heute wird sie wieder zunehmend aktuell, denn desto größere Teile der Verwaltung der menschlichen Gesellschaft mit Geoinformationssystemen durchgeführt wird, um so häufiger wird sie, auch in Unkenntnis dass es sich um eine dasymetrische Methode handelt, eingesetzt. Besonders kommt sie dort zum Einsatz, wo Wissen über genaue Populationsverteilung wichtige Grundlage für Planungszwecke ist, z.B. im Geomarketing, Katastrophenmanagement, Critical GIS, Risikoanalyse zu Ermittlung der betroffenen Population usw.

Trotz der Wiederentdeckung des Dasymetric Mapping sind die durch den technischen Fortschritt erweiterten Möglichkeiten der Methode noch lange nicht ausgeschöpft. Dent ist der Auffassung, es müsse mehr auf diesem Gebiet getan werden (DENT 1999).

5 Anwendungsgebiete

Anwendungsbereiche können z.B. sein:

- Planungszwecke, z.B. im Geomarketing
- Im Katastrophenschutz/Katastrophenmanagement
- Vulnerabilitäts- und Expositionsarten
- Risikokartierung
- Bei Fragestellungen der Verwundbarkeit von Einrichtungen oder Kollektiven
- Analysen die eine quantitative Schätzung der Populationsdichte erfordern

5.1 Anwendungsbeispiele

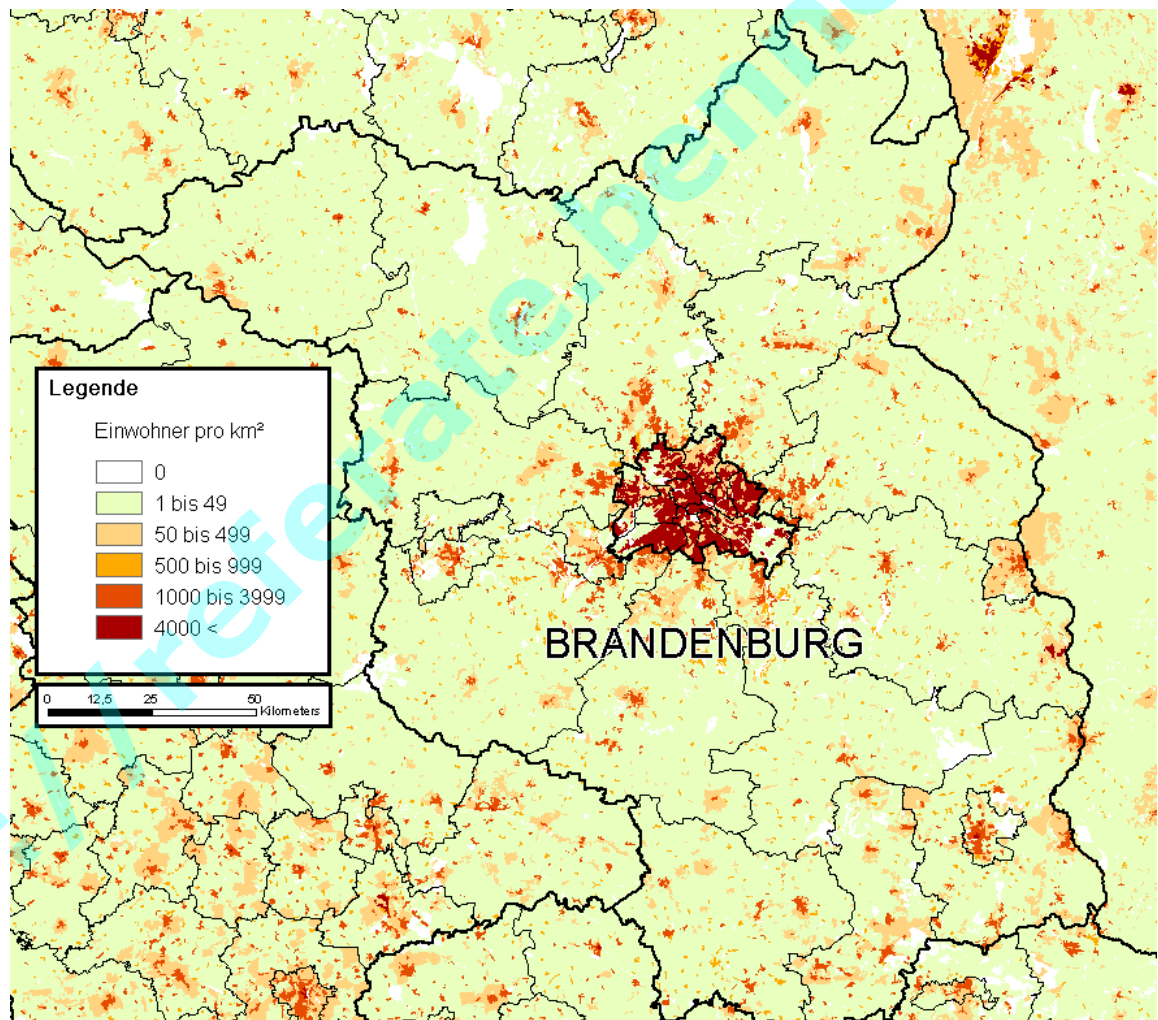


Abb. 5-1: Bevölkerungsdichte in Berlin und Brandenburg (SCHULTE 2007)

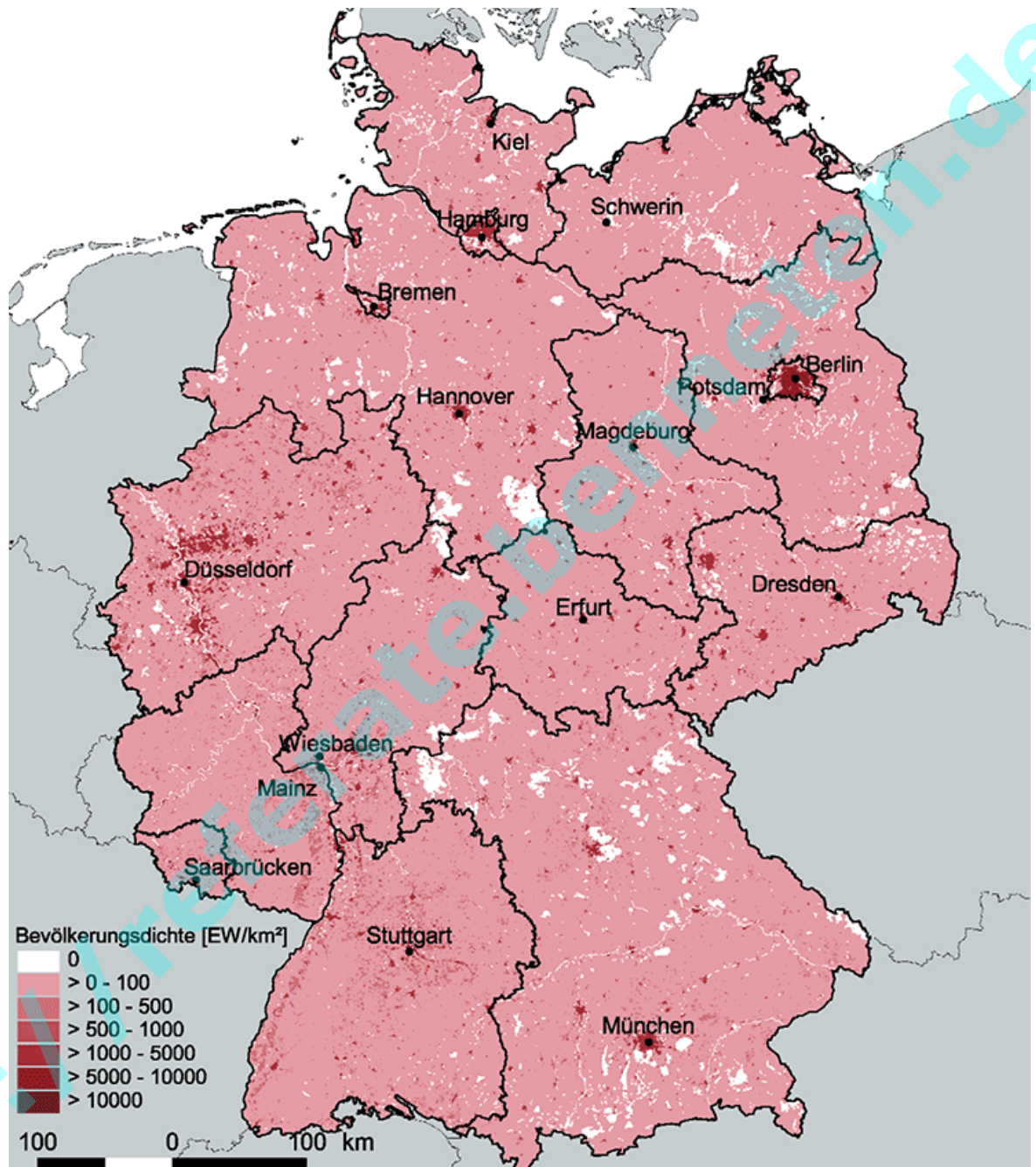
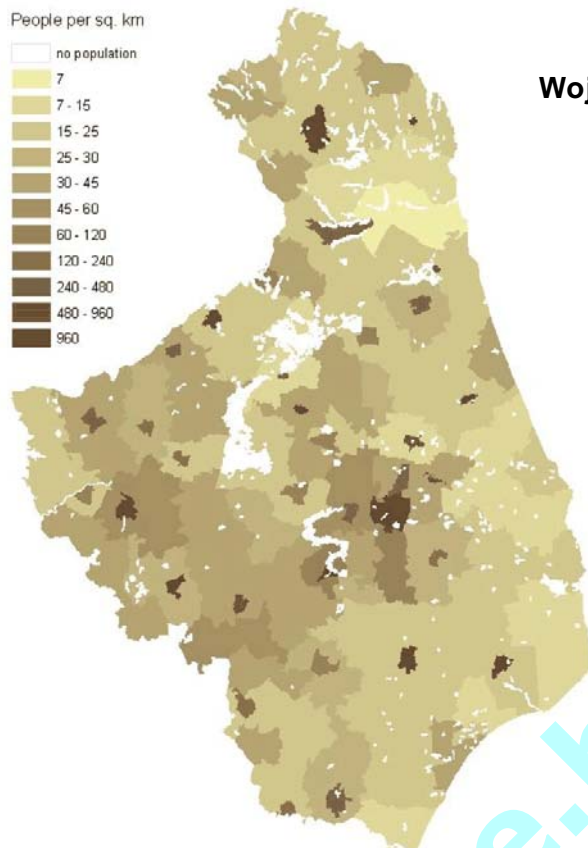


Abb. 5-2: Bevölkerungsdichte in Deutschland (THIEKEN 2007)



Bevölkerungsdichte

Wojewodschaft Podlachien (Polen)

Binary Methode

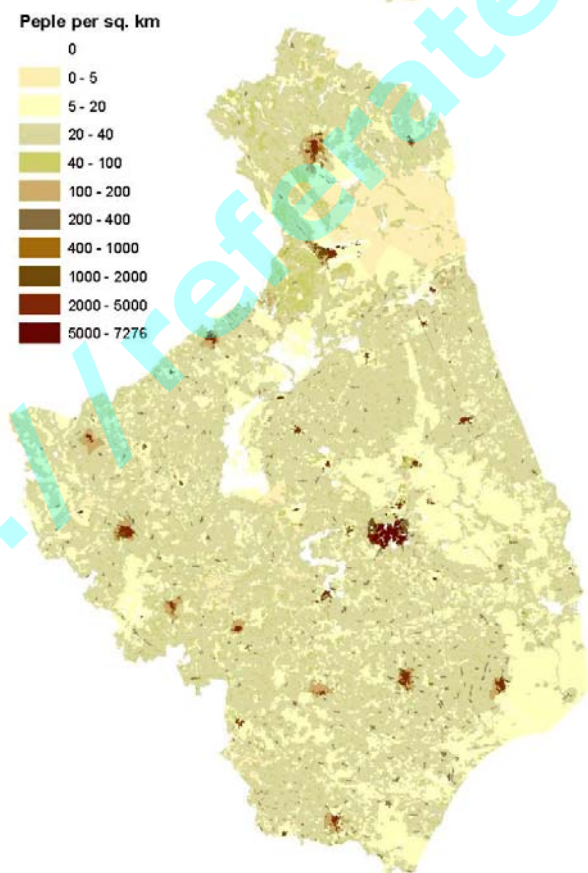
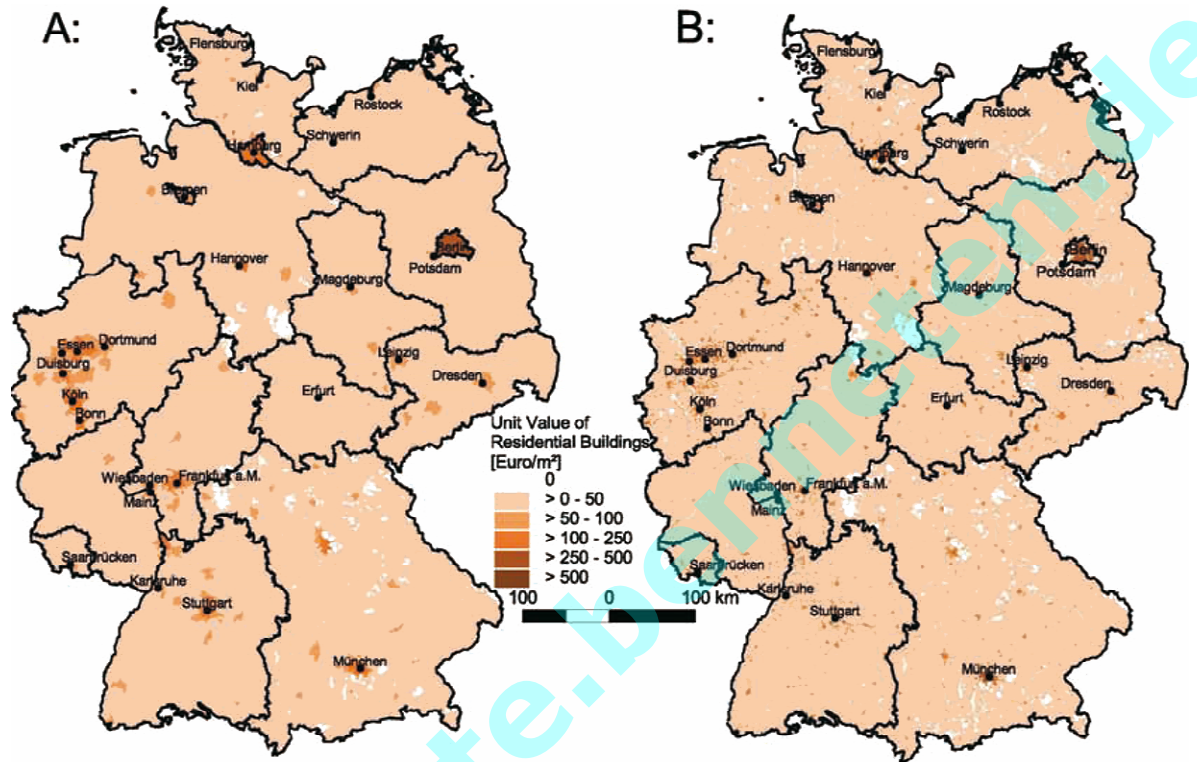


Abb. 5-3: Binary und Modifying Areal Weighting Methode im Vergleich (BIELECKA 2004)

Modifying Areal Weighting Methode



A Choroplethenkarte auf Gemeindeebene (aggregierte Daten)

B Dasymetrische Karte mit Landnutzungsdaten (disaggregierte Daten)

Abb. 5-4: Einheitswohnvermögen in Deutschland (THIEKEN ET AL. 2006)

Literaturverzeichnis

- Arnberger, Erik** (1997): Thematische Kartographie. 4. Auflage, Westermann, Braunschweig, S.16.
- Bielecka, Elzbieta** (2004): A dasymetric population density map of poland. Institut der Geodäsie und Karotgraphie, Warschau.
- Braumann, Birgit** (2006): Objektorientierte Gebäudedetektion in Laserscannerdaten und multispektralen Bildern. Diplomarbeit am Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der TU Wien, S.25.
- Dent, Borden D.** (1999): Cartography: Thematic Map Design. 5. Auflage, McGraw-Hill Publishing
- Chen, Keping et al.** (2004): Defining area at risk and its effect in catastrophe loss estimation a dasymetric mapping approach. Applied Geography 24, S.101.
- Eicher, Corey L.; Brewer, Cynthia A.** (2001): Dasymetric mapping and areal interpolation: implementation and evaluation. Cartography and Geographic Information Science 28, S.125-38.
- Gallego, Javier; Peedell, Steve** (2001): Using CORINE Land cover to map population density. Towards agri-environmental indicators. EEA Topic report 6, S.94-105.
- Langford, Mitchel; Unwin, David J.** (1994): Generating and mapping population density surface within a geographical information system. The Cartographic Journal 31, S.21-26.
- McCleary, George F. Jr.** (1969): The Dasymetric Method in Thematic Cartography. Unveröffentlichte Dissertation, Universität von Wisconsin.
- Openshaw, Stan** (1983): The modifiable areal unit problem. Concepts and Techniques in Modern Geography vol. 38.
- Semenov, Petr Petrovitch** (1857): Travels in the Tian'-Shan' 1856-1857.
- Thieken et al.** (2006): Risikokarten für Deutschland: erste Ergebnisse vom CEDIM. Zweijahresbericht 2004/2005, GeoForschungsZentrum Potsdam, S.141-152.
- Thieken, Annegret** (2007): Risikokartierung. GS Magazin Nr.165, S.50.
- Mennis, Jeremy; Hultren, Torrin** (2006): Intelligent Dasymetric Mapping and Its Application to Areal Interpolation. Cartography and Geographic Information Science, Volume 33, Nr. 3, Juli 2006, S.179-194.
- Mennis, Jeremy; Hultren, Torrin** (2008): Dasymetric Mapping and Areal Interpolation. – Online in Internet: <http://astro.temple.edu/~jmennis/research/dasymetric/index.htm> [Stand 27.03.2008]
- Wright, John Kirtland** (1947): Terrae Incognitae: The Place of Imagination in Geography. Annals of the Association of American Geographers 37, S.1–15.

Weiterführende Literatur25

Hofstee, P. and Islam, M. (2004) Disaggregation of census districts: better population information for urban risk management.

Mennis, Jeremy (2002): Using geographic information systems to create and analyze statistical surface of population and risk for environmental justice analysis. *Social Science Quarterly*, S.83.

Mennis, Jeremy (2003): Generating surface models of population using dasymetric mapping. *The Professional Geographer* 55, S.31-42.

<http://referate.benneten.de>