



HAL
open science

Das „MAUP“: Modifiable Areal Unit - Problem oder Fortschritt?

Malika Madelin, Claude Grasland, Hélène Mathian, Lena Sanders, Jean-Marc Vincent

► **To cite this version:**

Malika Madelin, Claude Grasland, Hélène Mathian, Lena Sanders, Jean-Marc Vincent. Das „MAUP“: Modifiable Areal Unit - Problem oder Fortschritt?. 2009. halshs-00424589

HAL Id: halshs-00424589

<https://shs.hal.science/halshs-00424589>

Preprint submitted on 24 Dec 2009

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publi es ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou priv es.

Das „MAUP“: Modifiable Areal Unit – Problem oder Fortschritt?

Malika Madelin
Claude Grasland
Hélène Mathian
Léna Sanders
Jean-Marc Vincent

Sowohl in der planerischen Praxis als auch in der Raumforschung sind Einblicke in die räumliche Verteilung sozialer oder natürlicher Phänomene oft wichtig. In der Regel geht es dabei um die Darstellung räumlicher Disparitäten, um die Identifizierung von Konfliktbereichen und Diskontinuitäten und um das Verständnis der allgemeinen Prinzipien, die der räumlichen Ausprägung eines Phänomens im Zusammenhang mit anderen Phänomenen zugrunde liegen. Die klassischen und üblichen Werkzeuge dafür sind die thematische Kartographie, statistische Analysen und räumliche Modellierungen. Ein grundlegendes Problem dabei aber ist, dass die Ergebnisse solcher Analysen abhängig sind von der Definition der untersuchten Raumeinheiten. Dieses Problem ist als das *Modifiable Areal Unit Problem* (MAUP = Problem der veränderbaren Gebietseinheit) dokumentiert und wurde von Openshaw¹ umfassend untersucht. Die Konsequenzen daraus können sowohl für die Raumwissenschaft als auch für die Planungspraxis bedeutend sein.

Im klassischen Kontext der Raumplanung erscheint dem Planer die Auswahl der Raumgliederung und der Betrachtungsebene für geographische Analysen meist offensichtlich. Sie entsprechen der verfügbaren Information im Bearbeitungsmaßstab (z. B. Kreise, Bezirke). Arbeitet man allerdings auf internationaler Ebene und setzt sich mit heterogenen Datengrundlagen und den Auswirkungen einer unterschiedlichen Gebietsabgrenzung in Programmen zur Entwicklung von Fachpolitiken auseinander, treten die Fragen nach der Betrachtungsebene und der Gliederung der Raumeinheiten deutlicher in den Vordergrund.

Dieser Frage hat sich auch das Europäische Raumbeobachtungsnetzwerk (ESPON) angenommen. Ziel des ESPON-Projekts 3.4.3² war es, die verschiedenen Aspekte des MAUP zu untersuchen. Dabei wurde der Ansatz verfolgt, einerseits die Tragweite des MAUP anhand von aktuellen Fallstudien

der Projektpartner und verschiedener Beispielanalysen von ESPON-Indikatoren zu verdeutlichen und andererseits verschiedene Ansätze zu präsentieren und zu diskutieren, mit denen mögliche resultierende Fehlerquellen bei der Interpretation berücksichtigt und verringert werden können. Abschließend wurde versucht, darauf aufbauend einige allgemeine Empfehlungen zur Verbesserung von bestehenden und zukünftigen Forschungsergebnissen in den ESPON-Programmen zu geben, insbesondere mit Blick auf das kommende ESPON II.

Dieser Beitrag fasst die Kernaussagen der Forschungsarbeiten im Rahmen dieses Projekts zusammen. Im ersten Teil erfolgt eine Definition des MAUP vom aktuellen wissenschaftlichen Standpunkt aus. Danach werden anhand mehrerer Beispiele die potenziellen Auswirkungen von Änderungen der Raumabgrenzungen auf Ergebnisse der angewandten Forschung im Bereich der Raumplanung erläutert. Abschließend erfolgt eine Diskussion mehrerer kartographischer Vorschläge, bei denen es weniger um eine Lösung des MAUP als um eine Weiterentwicklung des Verständnisses von multiskalieren sozioökonomischen Phänomenen geht.

1 Was ist das „MAUP“?

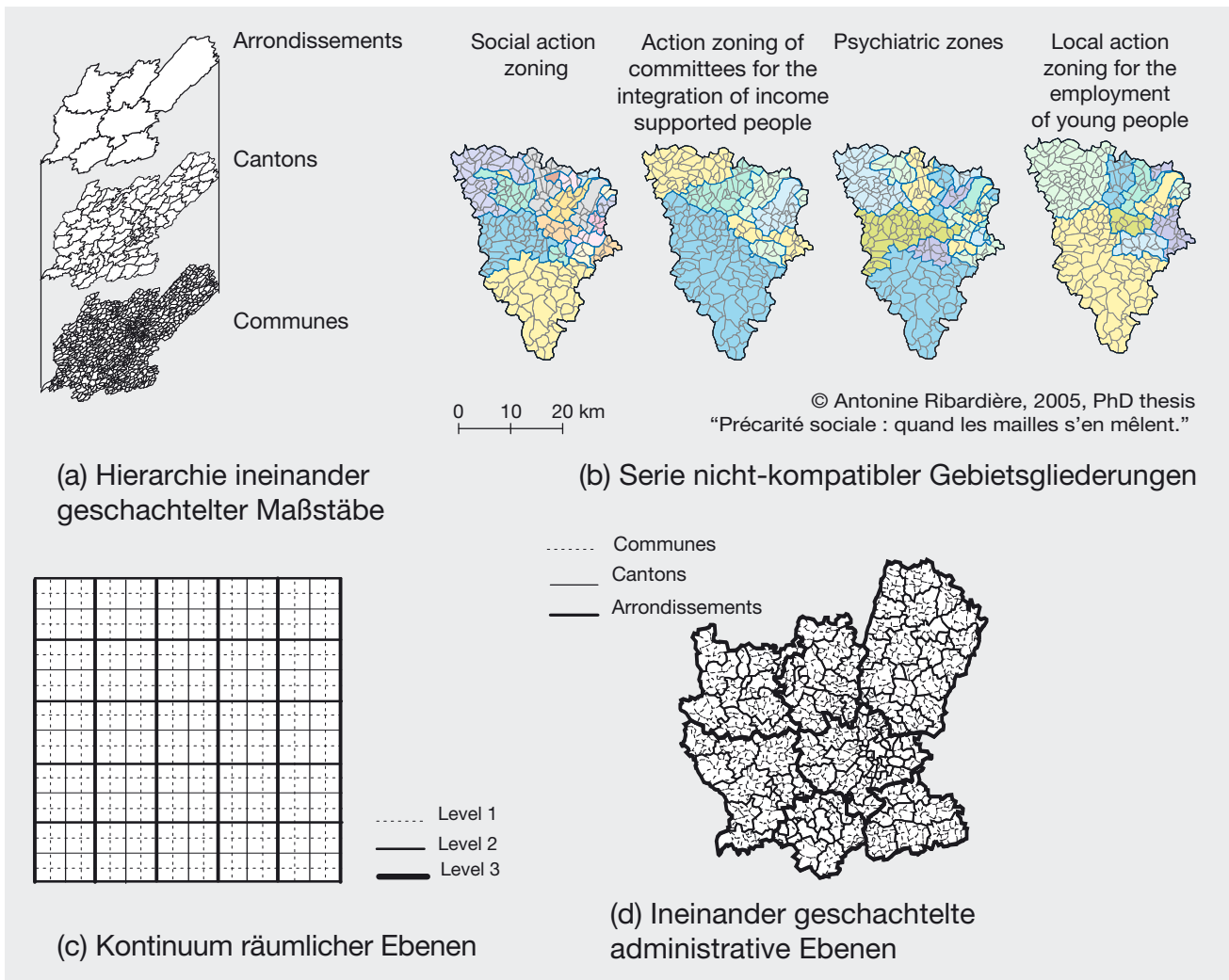
Das Modifiable Areal Unit Problem (Problem der veränderbaren Gebietseinheit) oder abgekürzt MAUP beschreibt die Anfälligkeit der Ergebnisse von kartographischen oder statistischen Analysen und jeder Form von räumlicher Modellierung gegenüber der Definition der untersuchten Raumeinheiten. Dies könnte sich z. B. in einer Fehlinterpretation bei der Analyse räumlicher Muster sozialer Phänomene äußern und sowohl für die Wissenschaft (wenn es darum geht, die zugrunde liegenden Mechanismen zu verstehen) als auch für die Planungspraxis schwerwiegende Konsequenzen haben.

Malika Madelin
UMR PRODIG
(CNRS, Université Paris 7)
2, rue de Valette
75005 Paris
Frankreich
E-Mail : malika.madelin@gmail.com

Claude Grasland
Hélène Mathian
Léna Sanders
UMR Géographie-cités
(CNRS, Université Paris 7,
Université Paris 1)
13, rue du Four
75006 Paris
Frankreich
E-Mail : claude.grasland@parisgeo.cnrs.fr
Helene.mathian@parisgeo.cnrs.fr
Lena.sanders@parisgeo.cnrs.fr

Jean-Marc Vincent
LIG-IMAG
(CNRS, INRIA, Université
Joseph Fourier - Grenoble 1)
38400 Saint Martin d'Hères
E-Mail : jean-marc.vincent@imag.fr

Abbildung 1
 Gebietsgliederungen und ihre Verhältnisse zueinander



Das MAUP manifestiert sich auf zwei Arten:

- *Maßstab bzw. räumliche Betrachtungsebene*: Die Gebietsgliederungen der EU nach der Systematik der Gebietseinheiten für die Statistik (NUTS = Nomenclature of Territorial Units for Statistics³) sind ein Beispiel für ineinander geschachtelte Ebenen administrativer Gebiete.
- Art und Weise der *räumlichen Gebietsgliederung (Zonierung)* für eine bestimmte Betrachtungsebene (Abb. 1).

Mit anderen Worten variieren die Ergebnisse je nach der in einer Analyse verwendeten räumlichen Gliederung (Zonierung). Zum Beispiel kann es passieren, dass eine Analyse einen negativen Zusammenhang zwischen Wohlstand und Bevölkerungsdichte andeutet, während die nächste genau das Gegenteil ergibt. Weiterhin ist es möglich,

dass eine Karte desselben Indikators mit der einen Zonierung ein polyzentrisches Muster aufzeigt, während mit einer anderen Zonierung ein monozentrisches Muster sichtbar wird. Solche widersprüchlichen Ergebnisse können natürlich für Entscheidungsträger verwirrend sein.

Maßstab und Zonierung definieren die räumliche Auflösungsgenauigkeit bei der Beschreibung eines Phänomens. Egal ob das Gliederungssystem gleichmäßig⁴ oder ungleichmäßig ist, in jedem Fall wirkt die räumliche Betrachtungsebene als ein Filter bei der Betrachtung des Phänomens. Die Auswahl eines räumlichen Gliederungssystems bedeutet daher einerseits eine Einschränkung, bietet sich andererseits aber auch als Werkzeug zur Wissensgenerierung an.

Statistische Verteilung und räumliche Ausprägung

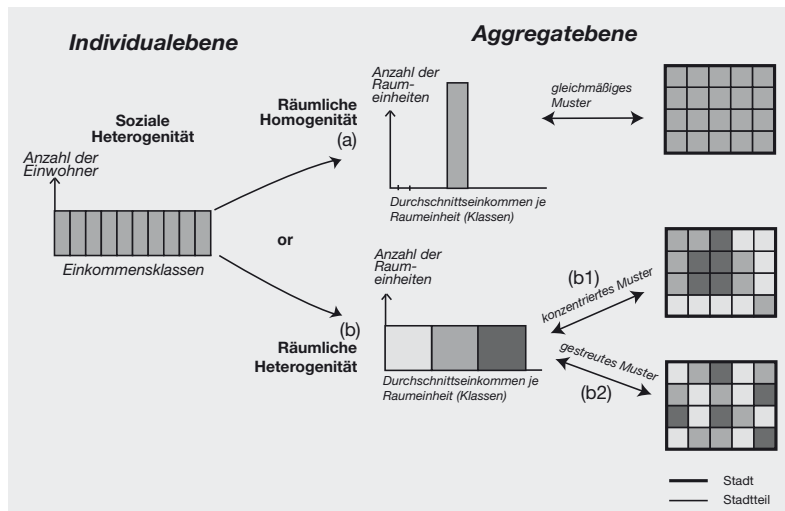
Um zu verstehen, was beim MAUP eigentlich passiert, ist es zunächst notwendig, die häufig verwechselten Begriffe der *statistischen* und der *räumlichen* Verteilung eines Phänomens zu präzisieren.

Diese Verwechslungsgefahr hat ihren Ursprung im angemessenen bzw. unangemessenen Verhältnis zwischen den Grundraumeinheiten, der Analyseebene und der Ausprägungsebene, auf der ein Phänomen tatsächlich räumlich organisiert ist. Dieses Maßstabsproblem ist aus politischer Sicht entscheidend, denn es ist die Grundlage der Unterscheidung zwischen sozialer Kohäsion (der Reduzierung von Disparitäten zwischen Individuen oder Haushalten) und territorialer Kohäsion (der Reduzierung von Disparitäten zwischen Gebieten).

Dies lässt sich an einem Beispiel illustrieren. Beginnend auf der Mikroebene werden in Abbildung 2 Individuen nach ihrem Einkommen beschrieben: Das erste statistische Diagramm zeigt eine gleichmäßige Verteilung. Dies beschreibt eine *heterogene* Situation aus sozialer Sicht, da alle Einkommensklassen gleich stark sind: Es gibt gleich viele Haushalte mit niedrigem, mittlerem und hohem Einkommen. Um die räumliche Dimension der Einkommensverteilung darstellen zu können, müssen die Individuen durch eine Aggregierungsfunktion in räumlichen Einheiten zusammengefasst werden. Durch diesen Schritt kommt eine gewisse Uneindeutigkeit ins Spiel. Während der Umwandlung von Individuen zu Raumeinheiten transformiert die Aggregation das beobachtete Phänomen völlig. Auch wenn es nicht immer offensichtlich ist, stellen doch alle Formen der Aggregation eine Transformation dar. Dessen sollte man sich bewusst sein, selbst wenn nur von einer räumlichen Ebene zu einer höheren Ebene aggregiert wird.

Abbildung 2 zeigt, dass es für die statistische Verteilung eines Merkmals auf Individuenebene (in diesem Fall dem Einkommen) mehrere mögliche Verteilungen auf Aggregatebene gibt. Weiterhin kann sich eine statistische Verteilung auf Aggregatebene (b) auf verschiedene räumliche Verteilungsmuster (b1 und b2) beziehen. Es ist bei der Untersuchung von räumlichen Informati-

Abbildung 2
Statistische Verteilung, räumliche Organisation

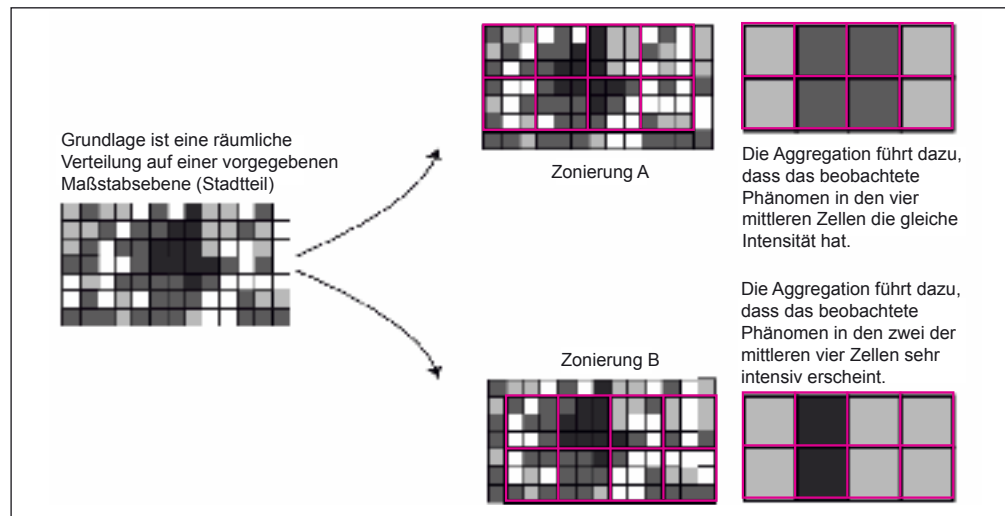


onen daher äußerst wichtig, die Beobachtungsebene sehr bewusst zu wählen.

In diesem Beispiel ist eine gemischte Situation (hohe Heterogenität) durch eine gleichmäßige Verteilung des Einkommens gekennzeichnet, wenn sie auf der Ebene von Individuen betrachtet wird. Auf der Aggregatebene z. B. eines Stadtteils kann man das durchschnittliche Einkommen pro Einwohner berechnen. Die soziale Heterogenität, die sich auf der Individualebene beobachten lässt, könnte sich dann entweder in einer räumlichen Homogenität (a) oder einer räumlichen Heterogenität (b) ausdrücken. Für die Fragestellung des MAUP von Interesse ist weiterhin die Tatsache, dass eine statistische Verteilung mit verschiedenen räumlichen Mustern im Zusammenhang stehen kann, je nach den zugrunde liegenden Prozessen der Lokalisierung. Während Fall b2 beispielsweise einen sehr lokalen Segregationsprozess beschreibt, bezieht sich Fall b1 auf einen Segregationsprozess, der auf einer höheren räumlichen Ebene stattfindet. Umgekehrt glättet die Aggregation in Fall a die lokale Heterogenität und produziert ein homogenes Muster.

Dies sind sehr theoretische Beispiele. In den meisten Fällen wird sich ein weniger ausgeprägtes Bild ergeben. Dennoch zeigen die Beispiele, wie komplex die räumliche Dimension allein bei der Beschreibung der Ausprägung einer einzigen Variable und wie wichtig ein bewusstes Vorgehen ist, um Veränderungen in statistischen Beziehungen zu verstehen.

Abbildung 3
Einfluss der Zonierung auf die Wahrnehmung eines Phänomens (theoretisches Beispiel)



Unterschiedliche räumliche Verteilungen je nach Gebietsgliederung

Die statistische Karte ist eine von vielen möglichen Darstellungsformen eines untersuchten Phänomens. Die Wahrnehmung seiner gesamten Ausprägung ist abhängig von der Gebietsgliederung und dem Maßstab. In Abbildung 3 sind zwei theoretische Aggregationen desselben Ausgangsdatensatzes mit gleicher räumlicher Auflösung dargestellt. Nur eine kleine Verschiebung des Rasterursprungs kann zu völlig unterschiedlichen Wahrnehmungen des Phänomens führen. Dieser *Zonierungseffekt* (Veränderung aufgrund der Gebietsgliederung bei gleichem Maßstab) lässt sich häufig beobachten⁵: Das Kartenbild des Phänomens kann ohne das Hintergrundwissen über die Bedeutung der für die Darstellung verwendeten Raumeinheiten nicht verstanden und interpretiert werden.

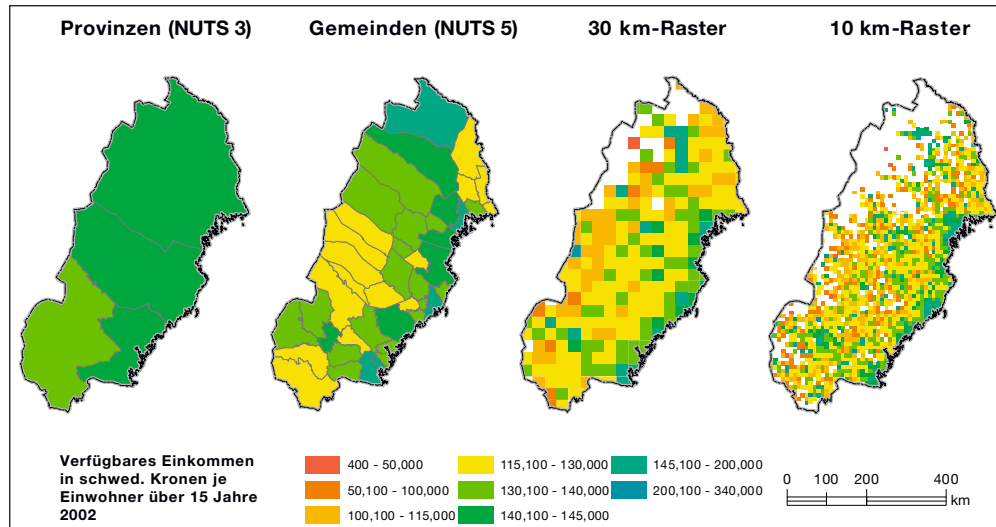
Die Wahrnehmung der gesamten Ausprägung hängt aber nicht nur von der Gebietsgliederung, sondern auch vom Maßstab ab. In einem Fallbeispiel aus Schweden⁶ wurde eine systematische Reihe von multiskalieren Analysen auf der Basis von administrativen Einheiten und gleichmäßigen Rasterzellen (Grids) angefertigt, um die Kombination des Zonierungseffekts und des *Maßstabseffekts* zu illustrieren. In Abbildung 4 wird das

Pro-Kopf-Einkommen in Nordschweden in vier räumlichen Auflösungsstufen und zwei Arten von Gebietsgliederungen (administrative und gleichmäßige Grids⁷) dargestellt. Es lässt sich gut erkennen, wie der Maßstabseffekt das Phänomen glättet. Man erkennt auch, wie interessant eine multiskalierte Darstellung ist und wie die Karten für die verschiedenen Maßstabsebenen sich gegenseitig gut ergänzen.

In den größeren Gliederungsebenen erscheint die räumliche Ausprägung als homogene Regionen mit einem Nord-Süd-Gefälle (auf NUTS 5-Ebene), während das 30 km-Raster eher einen lateralen Aufbau mit einem West-Ost-Verlauf suggeriert. Aufgrund der Form der administrativen Gebiete ist dieser Verlauf in den entsprechenden Karten viel untypischer. Beim 10 km-Raster ist das Muster noch mosaikartiger.

Die Position räumlicher Brüche oder Barrieren in der Verteilung eines Phänomens ist ein weiterer wichtiger Punkt in diesem Zusammenhang. In manchen Fällen sind administrative Grenzen funktionale Grenzen, z. B. in Bezug auf Fachpolitiken wie Planung, Sozialpolitik, Steuerwesen usw. Wenn diese administrativen Gebiete jedoch als räumliche Einheiten für die Darstellung soziodemographischer Phänomene eingesetzt werden, könnten augenscheinliche Ungleichmäßigkeiten in Wirklichkeit nur Artefakte sein.

Abbildung 4
Einfluss der Zonierung auf die Wahrnehmung eines Phänomens (empirisches Beispiel)



Unterschiedliche Beziehungen zwischen Phänomenen je nach Betrachtungsebene und Größe der Beobachtungseinheiten

Die Darstellung und Interpretation räumlicher Phänomene kann je nach Abgrenzung der Raumeinheiten eine beachtliche Bandbreite aufweisen. Dies lässt sich am Beispiel des Urbanisierungsprozesses der letzten 50 Jahre gemessen an der Entwicklung der in den Städten lebenden Bevölkerung illustrieren: Definiert man „Stadt“ als den Bereich innerhalb der Stadtgrenzen, ist ein abnehmender Trend der Urbanisierung zu beobachten und könnte man auf eine Theorie der „Gegen-Urbanisierung“ schließen. Anders sieht es aus, wenn die Abgrenzung auf funktionalen Stadtregionen (functional urban areas, FUA) basiert. Dann ist zu erkennen, dass der Konzentrationsprozess sich weiter fortsetzt.⁸ Beide Schlussfolgerungen ergänzen sich eher, als dass sie sich widersprechen: Sie verdeutlichen den Maßstabsbereich der Veränderungen in Stadtgebieten.

Abseits des rein kartographischen Gesichtspunkts ist die Tragweite des MAUP auch bei statistischen Analysen erkennbar, wenn es darum geht, die Intensität, Signifikanz und Vorzeichen von Beziehungen zwischen Variablen zu erkennen. Solche Analysen helfen, die Verbindungen zwischen verschiedenen Phänomenen und – in Fällen, in denen die statistischen Einheiten gleichzeitig räumliche Einheiten sind – zwischen verschiedenen räumlichen Mustern zu erforschen.

Dabei sollte der Nutzer sich aber bewusst sein, dass der Wert einer Berechnung (z. B. ein Korrelations-Koeffizient) sich in Abhängigkeit von der Gebietsgliederung auf der Ebene der räumlichen Betrachtung ändern kann.⁹ Dies bedeutet, dass es häufig nicht sinnvoll ist, die Berechnungsergebnisse auch auf andere Maßstäbe oder Gebietsgliederungen zu übertragen. Es bedeutet aber auch, dass eine weitere Erforschung der Mechanismen, die solche möglichen Abweichungen erzeugen, zu einem besseren Verständnis der räumlichen Unterschiede führt.

Inwieweit ist das MAUP ein Problem?

Es wurde bereits gezeigt, dass kartographische Darstellungen und statistische Analysen von Phänomenen zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können, je nachdem welche räumlichen Bezugseinheiten verwendet werden. Aber ist dies wirklich ein Problem, wie der Begriff „MAUP“ es suggeriert? In manchen Fällen trifft das offensichtlich zu. Dennoch lässt sich keine allgemeingültige Systematik ableiten. Openshaw, der auf diesem Feld Grundlagenforschung geleistet hat, verweist darauf, dass „sich für Geographen in einem bestimmten Themenbereich durchaus eine übereinstimmende Definition der untersuchten Objekte formulieren lässt. Wären diese Objekte auf eine nicht zufällig gewählte Art und Weise definiert, wäre das Problem der räumlichen Aggregation gegenstandslos“¹⁰.

Warum ist es ein „unechtes“ Problem?

Abweichungen in den Ergebnissen statistischer Analysen aufgrund des Maßstabs erzeugen auf eine gewisse Weise auch neue Erkenntnisse über das beobachtete Phänomen. So ist das Erkennen von Maßstabsebenen, auf denen z. B. eine räumliche Segregation auftritt bzw. nicht auftritt, sehr hilfreich für das Verständnis einer Sozialstruktur.

Und warum ist es ein wirkliches Problem?

Der wichtigste Aspekt des Problems betrifft internationale und historische Vergleiche: Haben die Raumeinheiten in einer Analyse in den verschiedenen Staaten wirklich die gleiche Bedeutung, und das womöglich zu zwei verschiedenen Zeitpunkten? Es ist nicht immer leicht festzustellen, ob Abweichungen in Analyseergebnissen durch die tatsächlichen räumlichen Prozesse oder aber durch die unterschiedliche Bedeutung der Beobachtungseinheiten zustande gekommen sind.

2 Beispiele für das MAUP aus der Planungsforschung¹¹

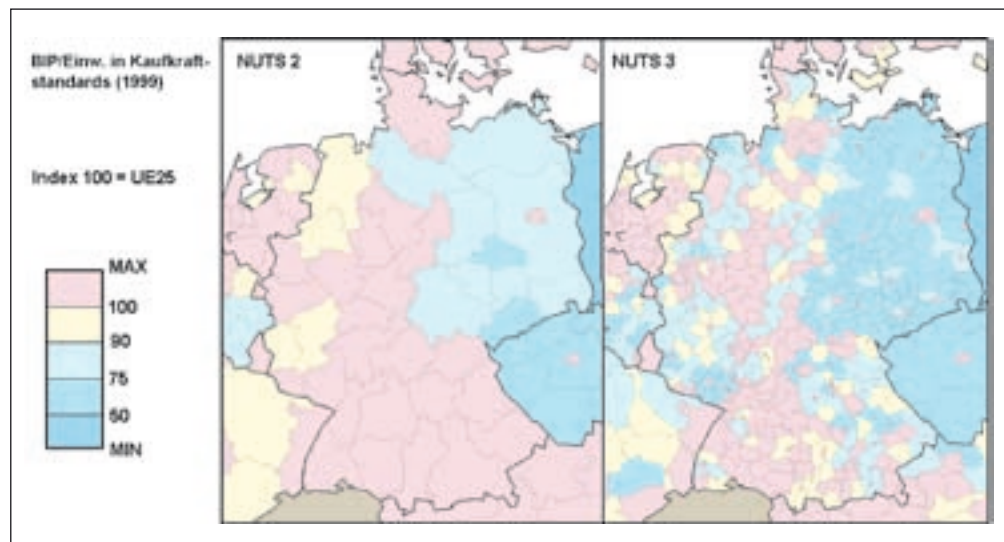
In diesem Kapitel wird das MAUP in der Planungsforschung anhand beispielhafter Analysen ausgewählter klassischer Indikatoren näher beschrieben. Die Frage nach dem etwaigen Einfluss von Änderungen räumlicher Gliederungen auf die angewandte Forschung im Bereich der Raumplanung wurde bereits regelmäßig im Rahmen des ESPON-

Programms diskutiert. Für diesen Beitrag wurden die am häufigsten eingesetzten Indikatoren wie Bruttoinlandsprodukt (BIP), Arbeitslosenquote usw. eingesetzt, um mehrere Beispiele mit zunehmender Komplexität, von der einfachen univariaten Analyse bis hin zu räumlichen Analysewerkzeugen zu geben.

Einfluss der NUTS-Einteilung auf die kartographische Wahrnehmung der Ergebnisse

Wie bereits dargestellt, hat die Auswahl der räumlichen und statistischen Bezugseinheiten einen wichtigen Einfluss auf die Wahrnehmung der Ergebnisse. Um dies zu belegen, bietet sich der Vergleich zweier Karten über die regionale Verteilung von niedrigem Wohlstand (gemessen am BIP je Einwohner in Kaufkraftstandards) im Jahr 1999 in Deutschland an (Abb. 5). Die Karten wurden auf NUTS2- und NUTS3-Ebene erstellt. Als Klassengrenzen wurden die Indexwerte 90, 75 und 50 definiert, wobei ein Indexwert von 100 dem EU25-Durchschnitt entspricht. Die Veränderung des kartographischen Erscheinungsbildes ist beeindruckend: Auf NUTS 1-Ebene (hier nicht abgebildet) haben alle ostdeutschen Länder außer Berlin relativ niedrige Wohlstandswerte für 1999, während alle westdeutschen Länder relativ hohe Werte haben. Dadurch wird das Bild eines absoluten West-Ost-Gegensatzes hervorgerufen. Der Eindruck dieses Gegensatzes beginnt sich auf NUTS2-Ebene mit dem Erscheinen lokaler Abweichungen sowohl

Abbildung 5
Einfluss der Zonierung auf die Wahrnehmung eines Phänomens (empirisches Beispiel)



im westlichen als auch im östlichen Teil zu ändern. Auf NUTS3-Ebene erscheint ein völlig anderes Bild mit einem Farbmosaik, das ein Nebeneinander von Gebieten mit sehr unterschiedlichen Wohlstandswerten sowohl im östlichen Teil (wo einige städtisch geprägte Kreise über dem EU-Schnitt liegen) als auch im westlichen Teil (wo viele ländliche Kreise blau gefärbt sind) zeigt. Der Vergleich dieser beiden Karten offenbart daher unterschiedliche räumliche Muster geringen Wohlstands.

Die Veränderungen der visuellen Muster zeigen sich nicht immer so dramatisch wie in diesem Fall. Er macht aber doch deutlich, dass der Informationsinput für eine Politikberatung, die sich auf solche räumlichen Analysen der Regionalentwicklung stützt, je nach räumlichem Aggregationsgrad sehr unterschiedlich sein wird.

Einfluss der NUTS-Einteilung auf einfache univariate Analysen

Auch für die Erzeugung statistischer Tabellen mit zusammenfassenden Ergebnissen für die Politik sind die statistischen Effekte einer Gebietsgliederung entscheidend. Beispielsweise wurde die Anzahl der Regionen aller europäischen Staaten analysiert, in denen ein Wert des Wohlstandsniveaus von unter 75% des EU25-Durchschnitts des BIP pro Kopf in Kaufkraftstandards auftritt – dies ist theoretisch ein Kriterium für die Zuweisung von Strukturfonds. Allerdings handelt es sich hier um ein konstruiertes Beispiel, da zum einen einige periphere Regionen nicht berücksichtigt wurden und zum anderen der EU25-Durchschnitt für das Jahr 1999 angewandt wurde, in dem die EU nur 15 Mitgliedstaaten zählte.¹²

Das Beispiel zeigt, dass der Anteil von Strukturfondszuweisungen (Ziel 1) für die neuen Mitgliedstaaten sich anders darstellen würde, wäre er auf der NUTS1- oder NUTS3- statt auf der NUTS2-Ebene berechnet worden (Abb. 6). Hier manifestiert sich eine grundsätzliche Tendenz, dass der Anteil bei den neuen Mitgliedstaaten bei steigender Anzahl der Raumeinheiten abnimmt. Dies ist auch logisch, denn eine Erhöhung der Raumeinheiten bedingt das Erscheinen lokaler Extrema für Armut in West-Europa (und damit mehr förderfähige Regionen) und umgekehrt das Erscheinen lokaler Extrema für Wohlstand in den ärmsten europäischen Staaten (was wiederum deren

Abbildung 6
Einfluss der NUTS-Gliederung auf die jeweilige Zuweisung von Strukturfonds für EU15-Staaten und neue Mitgliedsstaaten (NMS10)

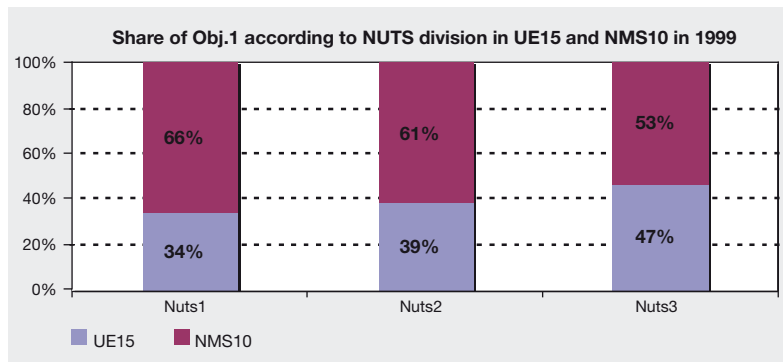
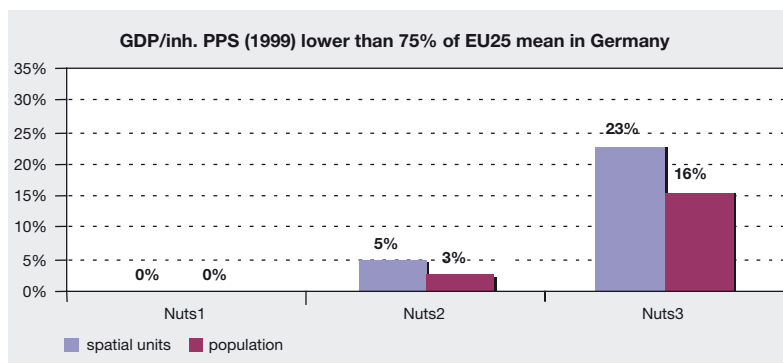


Abbildung 7
Einfluss der NUTS-Gliederung auf den Anteil der Raumeinheiten und der Bevölkerung unterhalb 75% des EU25-Durchschnitts für BIP/Einwohner in durchschnittlichen Kaufkraftstandards



Anteil an förderfähigen Regionen reduziert). Im Fall Deutschlands (Abb. 7) ist die Anzahl der förderfähigen Regionen für Ziel 1 gleich 0% auf NUTS1-Ebene, erhöht sich aber auf 1–5% auf NUTS2- und erreicht schließlich 10–20% auf NUTS3-Ebene. Die Wahl der räumlichen Bezugseinheit ist daher kein neutraler Faktor, und man kann wohl davon ausgehen, dass manche Staaten nicht zufällig größere oder kleinere Gebietseinheiten für die Auswahl ihrer NUTS-Gliederung gewählt haben.

Einfluss der NUTS-Gliederung auf die Raumtypenbildung

Typologien werden häufig genutzt, um räumliche Einheiten abzugrenzen, zu klassifizieren und zu beschreiben. Dies trifft insbesondere auf Typologien zu, in denen verschiedene Phänomene kombiniert werden, wie z. B. Matrix-Raumtypen oder andere komplexere Regionscluster.

In der Raumplanung möchte man z. B. häufig zwischen ländlichen und städti-

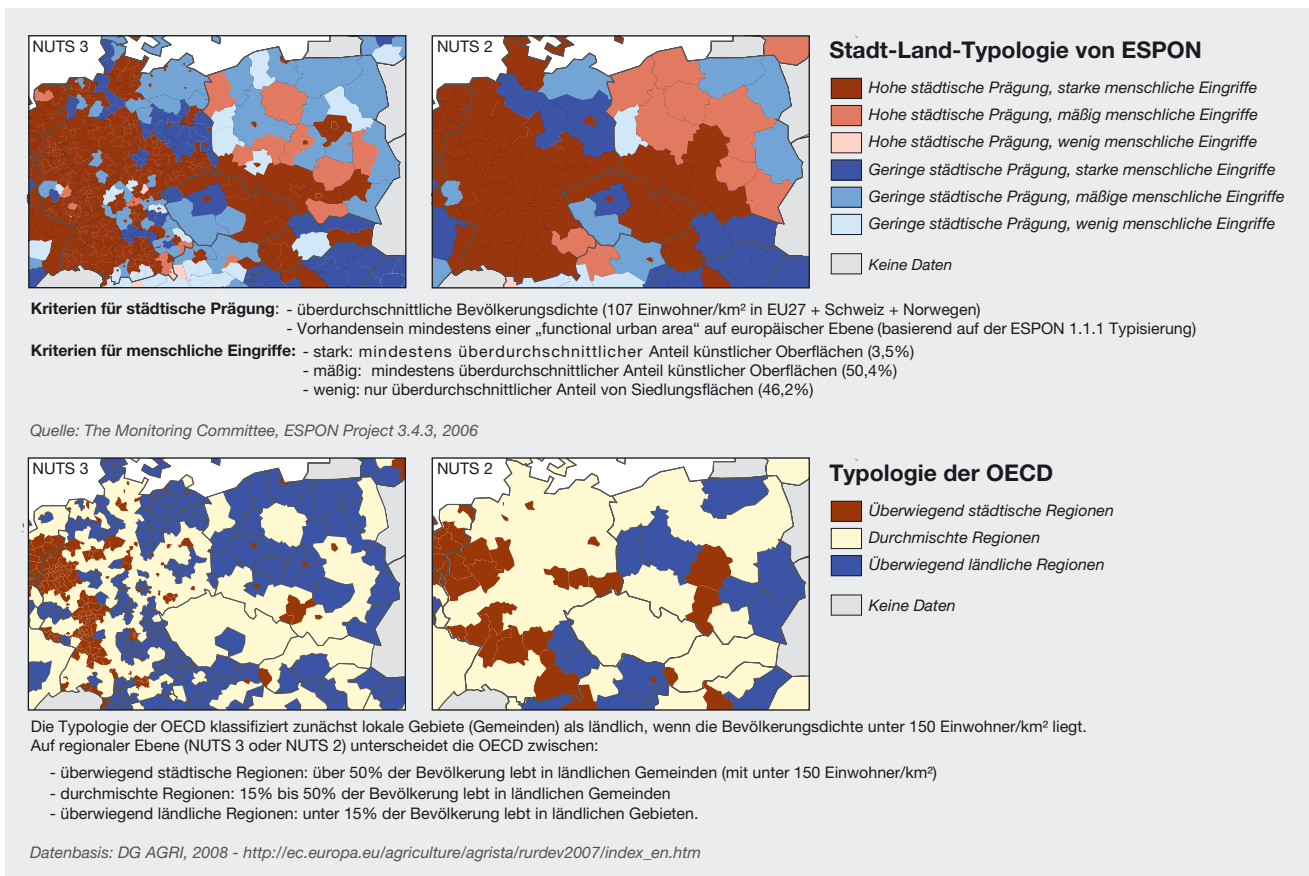
schen Räumen unterscheiden, wie auch im ESPON-Programm oder bei der OECD (vgl. Abb. 8). Die Stadt-Land-Typologie von ESPON¹³ basiert auf der Bevölkerungsdichte, auf einer Rangliste funktionaler Stadtregionen (functional urban areas, FUA) und Landbedeckungsdaten, während die OECD-Typologie nur auf der Bevölkerungsdichte beruht. Diese Typologien verwenden häufig Daten auf NUTS2-Ebene. Die Ergebnisse werden anschließend mit mehreren klassischen sozioökonomischen Indikatoren verglichen. Um den möglichen Einfluss der Auswahl einer NUTS-Ebene auf die Ergebnisse zu erforschen, wurde die Robustheit der Typologien gegenüber Änderungen der verwendeten NUTS-Geometrie getestet. Weiterhin erlaubt der Vergleich zwischen den Stadt-Land-Typologien von ESPON und der OECD eine Aussage über den Einfluss der jeweils verwendeten Kriterien.

Wie im Ausschnitt mit Deutschland, Österreich, Polen, Tschechische Republik und der Slowakei in Abbildung 8 zu erkennen ist, zeigt sich sowohl auf der NUTS2- als auch

auf der NUTS3-Ebene das gleiche übergeordnete räumliche Muster nach einer Stadt-Land-Typologie. Die Verteilung der Gebiete mit hoher bzw. niedriger städtischer Prägung (rot bzw. blau) ist ähnlich ungleichmäßig, egal welche Raumgliederung verwendet wird. Da alle ESPON-Kriterien maßstabsabhängig sind (Bevölkerungsdichte, Rangordnung des FUAs und Landbedeckung), können sie zudem durchweg räumliche Änderungen in der endgültigen Typologie hervorrufen.

Eine typische und häufige Veränderung kann auftreten, wenn ein oder mehrere städtische Gebiete in größere Regionen eingebettet sind (Deutschland, Polen). Diese städtischen „Enklaven“, die üblicherweise durch eine hohe Bevölkerungsdichte und starke menschliche Eingriffe charakterisiert sind, werden auf NUTS3-Ebene als einzelne Gebiete definiert. Im südöstlichen Teil Deutschlands (östliches Bayern) tritt so z. B. eine hohe Varianz in der Stadt-Land-Typologie auf NUTS3-Ebene auf, während

Abbildung 8
Stadt-Land-Typologie von ESPON und der OECD auf NUTS2 und NUTS3-Ebene (Vergrößerung auf Deutschland, Österreich, Polen, Slowakei und die Tschechische Republik)



dies auf NUTS2-Ebene nicht der Fall ist. Dieser Unterschied liegt an der Aggregation der Stadtkreise dort mit den umliegenden Landkreisen auf NUTS2-Ebene, während sie auf NUTS3-Ebene einzeln erhalten bleiben. Dieser Effekt der Integration einzelner städtischer Flächen (NUTS3) in großflächigere Gebiete auf NUTS2-Ebene ist ebenfalls deutlich in Polen erkennbar, das in der kartographischen Darstellung auf NUTS2-Ebene als eine zusammenhängende Zone mit städtischer Prägung erscheint.

Zusammenfassend zeigen diese Beispiele, wie sehr das MAUP – über seine kartographischen Aspekte hinaus – durch Effekte der Schwellenwertbildung und/oder die Kriterienauswahl bei Typologisierungen beeinflusst werden kann.

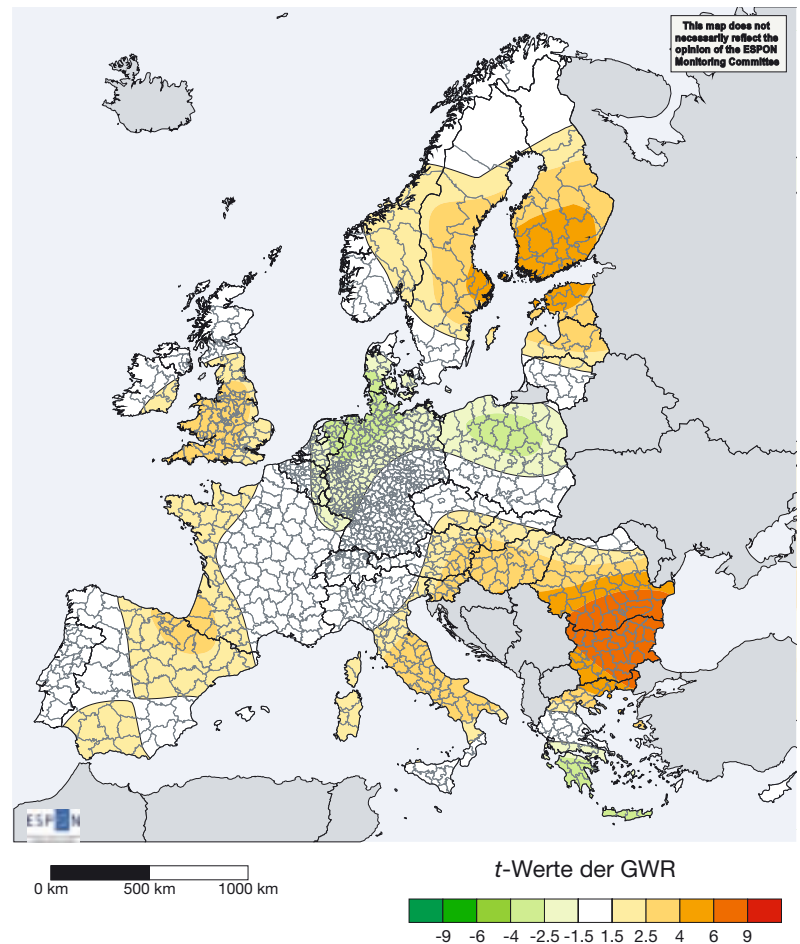
Einfluss der NUTS-Einteilung auf Beziehungsanalysen und geographisch-gewichtete Regression

Für diesen letzten Teil wurde die Stabilität der Beziehung zwischen zwei Variablen, dem BIP je Einwohner (in Kaufkraftstandards) und der Bevölkerungsveränderung zwischen 1995 und 2000 untersucht. Auf der Ebene der Staaten (NUTS0) erklärt die Wohlstandsveränderung weitestgehend die Bevölkerungsveränderung (der Korrelationskoeffizient r beträgt 0,77): Je höher das BIP/Ew. in Kaufkraftstandards eines Landes, desto höher ist sein Bevölkerungswachstum zwischen 1995 und 2000. Allerdings kann dieser hohe Zusammenhang auf den anderen Ebenen nicht beobachtet werden ($r = 0,27$ auf NUTS2- und $0,13$ auf NUTS3-Ebene; alle Beziehungen sind signifikant). Dieses Ergebnis zeigt, dass die Beziehungen, die sich aus einem Datensatz ableiten lassen, vom Analysemaßstab abhängen.

Weiterhin unterstellt man bei globalen Analysen über ein Untersuchungsgebiet insgesamt eine schwerwiegende Hypothese: Es wird eine räumliche Stetigkeit der Beziehung angenommen, womit lokale Abweichungen in der Beziehung zwischen zwei Variablen vernachlässigt werden. Tatsächlich „nimmt man in der Regel an, dass statistische Ergebnisse oder Parameterschätzungen im Raum konstant sind, was unter manchen Umständen eine höchst fragliche Annahme sein dürfte“¹⁴.

Eine Methode zur Umgehung der Hypothese der räumlichen Stetigkeit ist die Anwen-

Abbildung 9
Lokales Regressionsmodell zwischen Bevölkerungsentwicklung (1995–2000) und BIP/Ew. (2000)



derung der geographisch-gewichteten Regression (GWR), mit der lokale Abweichungen bei der Parameterschätzung von unabhängigen Variablen berücksichtigt werden.¹⁵ Die räumlichen Abweichungen in solchen Modellen werden erkennbar, wenn man die verschiedenen lokalen Regressionsparameter über den Untersuchungsraum in der Karte darstellt.

Abbildung 9 stellt ein lokales Regressionsmodell zwischen der Bevölkerungs- und Wohlstandsentwicklung dar. Hier zeigt sich die räumliche Abweichung des *Student's t-Parameters*¹⁶ der GWR über ganz Europa auf NUTS3-Ebene. Die negativen t-Werte in grün stehen für eine lokal negative Beziehung zwischen Bevölkerungs- und Wohlstandsentwicklung; die Farbintensität bezeichnet die Intensität der Beziehung. Umgekehrt sind die lokalen positiven Beziehungen zwischen diesen beiden Variablen in rot dargestellt. Die weißen Zonen in der Karte stehen für nichtsignifikante Beziehungen.

Fazit

Mit diesen ausgewählten Praxisbeispielen konnte die MAUP-Thematik sowohl aus statistischer als auch aus kartographischer Sicht dargestellt werden. Empirische Anwendungen zeigen, dass die NUTS3-Ebene wesentlich anfälliger gegenüber dem MAUP ist als die NUTS2-Ebene, was mit der hohen Heterogenität der Einheiten auf der niedrigeren Ebene erklärt werden kann: Verschiedene geographische Objekte, die in ihrer Bandbreite städtische Gebiete, Randgebiete und ländliche Räume umfassen, werden teils in der gleichen Raumeinheit vermergt und teils als einzelne Einheiten isoliert.

Abschließend sollte betont werden, dass die durch unterschiedliche Raumgliederungen bedingten Abweichungen zwischen Ergebnissen nicht als Problem, sondern als Faktor für Erkenntnisfortschritte wahrgenommen werden sollten. Werden die Unterschiede korrekt analysiert, liefern sie einen Erkenntnisgewinn über die räumliche Organisation, befördern Fortschritte in der Raumplanung und stimulieren neue und innovative Wege der Kartographie und Raumanalyse.

3 Alternative kartographische Methoden zur Entschärfung des MAUP

In den vorigen Kapiteln wurden verschiedene Aspekte des „Modifiable Areal Unit Problem“ erläutert und diskutiert. Es wurde dargestellt, dass das MAUP weniger als ein Problem, sondern mindestens ebenso sehr als ein wichtiger Antrieb für Innovationen im Bereich der Kartographie sowie statistischer und räumlicher Analysen angesehen werden kann.

Aus sozioökonomischer Sicht lassen sich drei Hauptgründe für das MAUP zusammenfassen:

- Erstens ist die Bevölkerung nicht gleichmäßig über den Raum verteilt und ist somit ein Kompromiss zwischen Bevölkerungsgewichtung (statistischer Verteilung) und Flächengewichtung (kartographischer Darstellung) zu erzielen.
- Zweitens bewirken territoriale Abgrenzungen wie alle Diskretisierungen eine Filterfunktion auf die räumliche Ausprägung von statistischen Verteilungen, die ursprünglich kontinuierlich im Raum sind.

- Drittens sind die hinter räumlichen Ausprägungen liegenden Prozesse enorm komplex und wirken meistens auf mehreren räumlichen Maßstabsebenen.

Die wichtigste wissenschaftliche Schlussfolgerung ist, dass es keine mechanische Lösung des MAUP gibt, dafür aber viele neue Denkanstöße und Methoden. Diese reichen von der Beobachtung bis hin zur Darstellung über Analysen, die wiederum eine Robustheit der verschiedenen Darstellungsformen sicherstellen. Abschließend sollen daher einige alternative kartographische Methoden vorgestellt werden, die das MAUP zwar nicht lösen, aber auf ein besseres Verständnis sozioökonomischer, multiskalierter Phänomene abzielen. Um die Vergleichbarkeit der verschiedenen Lösungen bzw. alternativen Methoden zu erleichtern, wird in allen Beispielen die gleiche Variable, das Bruttoinlandsprodukt je Einwohner (BIP/Ew.) im Jahr 2000 verwendet.

Glättungsmethoden

Das Ziel einer Darstellung sozioökonomischer Daten als Kontinuum im geographischen Raum ist die Abstraktion des beobachteten Phänomens. Man kann Maxima oder Minima, Anziehungs- oder Abstoßungspole usw. definieren, die übergeordneten räumlichen Tendenzen des Phänomens erklären und Informationen auf einer höheren Ebene als jener der Datenerfassung generieren.

Die Auswahl der Glättungsmethode ist allerdings keine technische Detailfrage, sondern eine sehr wichtige Entscheidung, die nicht nur auf Grundlage der schlichten Verfügbarkeit entsprechender Werkzeuge oder persönlicher Intuition gefällt werden sollte.¹⁷ Führt man sich die Eigenart der verfügbaren Daten vor Augen, bei denen es sich in der Regel um flächenhafte Daten auf NUTS2- oder NUTS3-Ebene mit einer gewissen statistischen Unsicherheit¹⁸ handelt, erscheinen die Methoden zur Interpolation punkthafter Daten als nicht geeignet. Sie sollten nicht für die Herstellung von Oberflächenkarten verwendet werden. Viele dieser klassischen Funktionen wie Nearest Neighbour und Kriging sind in GIS integriert. Damit erzeugte Oberflächenkarten bleiben von der ursprünglichen Raumgliederung abhängig und sind letztlich nur eine mehr oder weniger unscharfe Version dessen, was man ohnehin in der Chorople-

thenkarte (Abb. 10) erkennen kann. Sie sind daher eher tückisch und sollten vermieden werden, weil sie irrtümlicherweise eine Lösung für ein Problem vorgaukeln, während sie nur mehr Verwirrung stiften.

Im folgenden Beispiel wurde stattdessen die Nachbarschaftspotenzialmethode verwendet, in der das räumliche Muster un-

abhängig vom Aggregationsgrad der ursprünglichen Daten ist. Sie wurde von C. Grasland erarbeitet und durch die Hypercarte research group¹⁹ weiterentwickelt. Abbildung 11 zeigt das Ergebnis dieser Interpolationsmethode für das BIP je Einwohner auf NUTS3-Ebene mit einer Gauss'schen Glättung und einem Radius von 100 km.

Abbildung 10
BIP je Einwohner auf NUTS2- und NUTS3-Ebene als Choroplethe

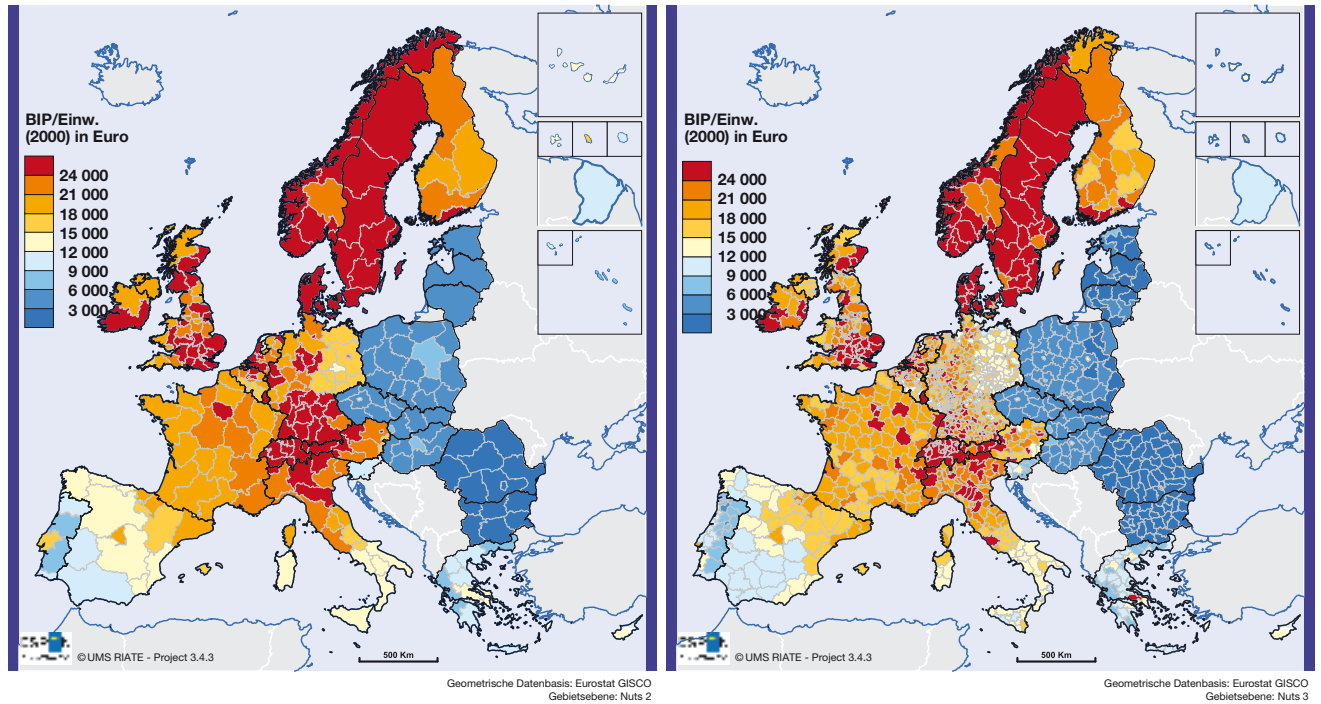
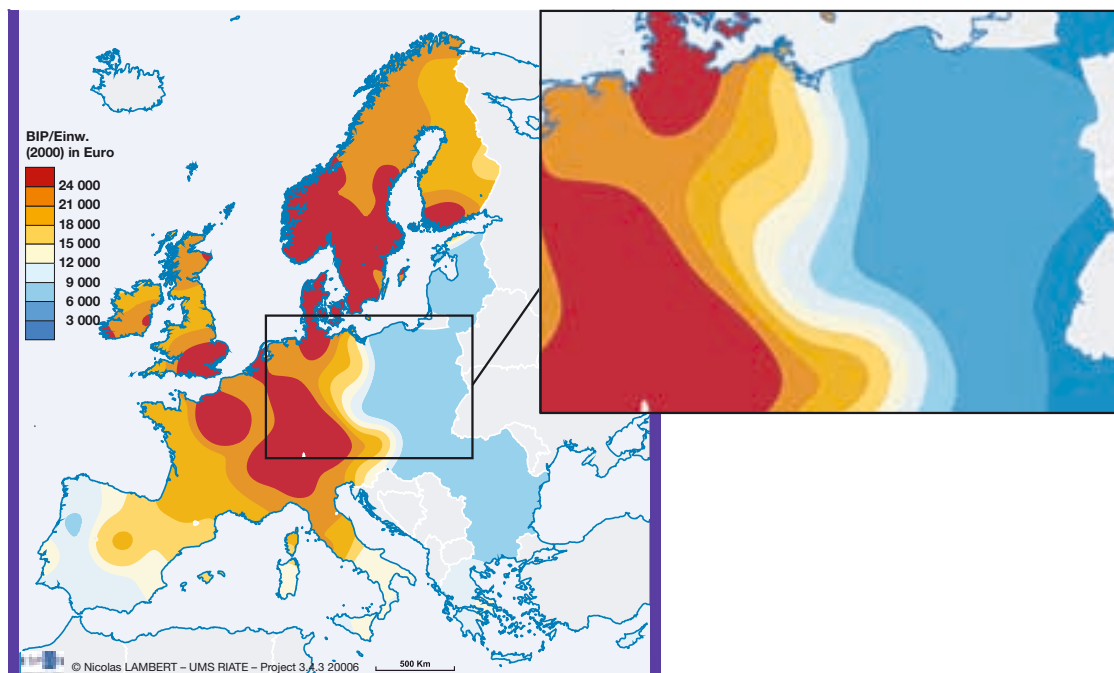


Abbildung 11
BIP je Einwohner auf NUTS3-Ebene nach der Gauss'schen Glättungsmethode



Kartographie von Quoten und Visualisierung ihrer Bezugsgrößen

Da es sich bei den klassischen sozioökonomischen Indexwerten und Indikatoren überwiegend um Verhältniswerte (Quotienten aus zwei Zählvariablen) oder um als Synthese gebildete Intensitätsparameter handelt, die sich nicht addieren lassen, nutzen die meisten thematischen Karten in diesem Bereich die Choroplethen-Methode, also die Darstellung der Lebensbedingungen der Bevölkerung in den Gebieten durch Füllen der jeweiligen Flächen mit Farbabstufungen oder Mustern. Problematisch bei dieser Darstellungsform ist, dass die visuelle Wahrnehmung der Übersichtsdarstellung proportional zu den räumlichen Bezugseinheiten und nicht ihrer wirtschaftlichen oder demographischen Größe ist (vgl. Abb. 10).

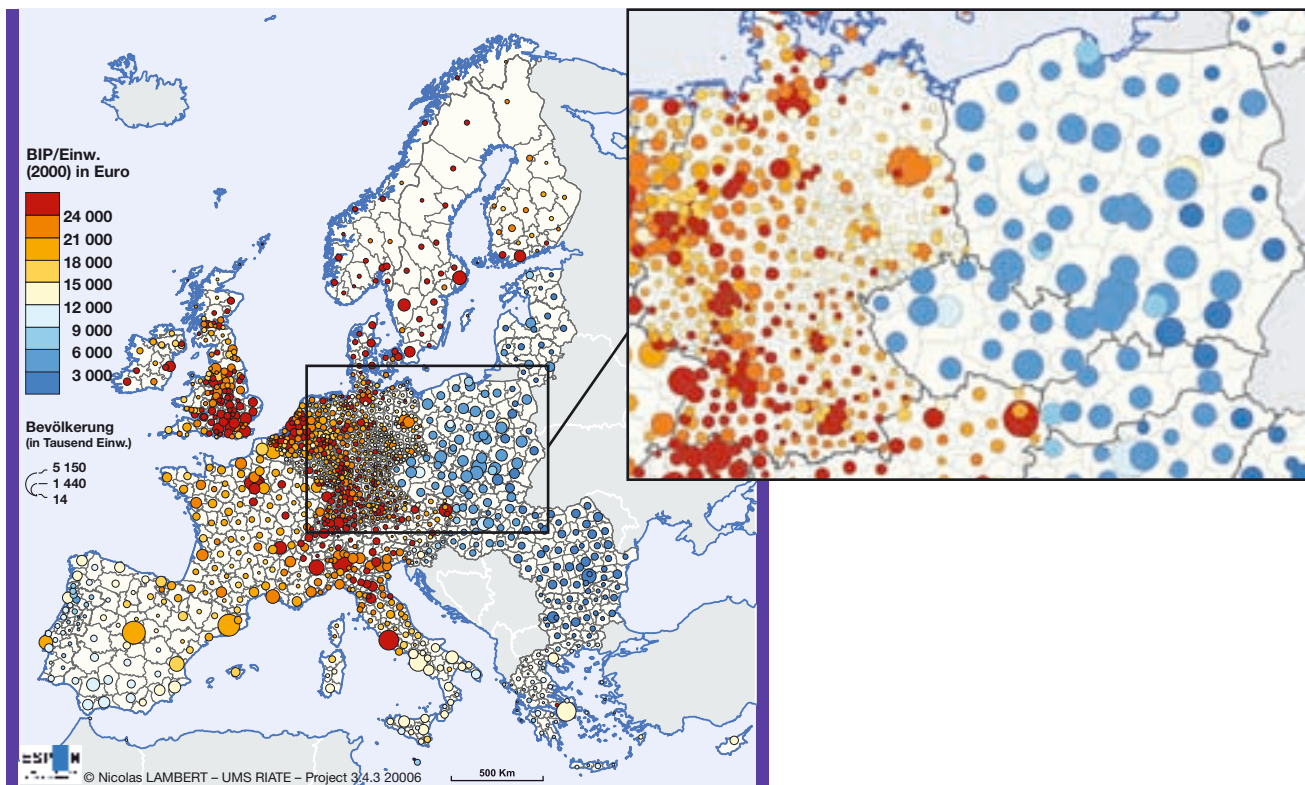
Abbildung 12 zeigt eine Alternative zur Überwindung dieses Darstellungsproblems auf. Hier wird der Nenner des Indikators (also die Bevölkerung) als Größenvariable für Proportionalsymbole genutzt. Im Vergleich zur klassischen Choroplethenkarte, in der nur das BIP/Ew. dargestellt wird, gibt diese Darstellung ein deutlich klareres Bild von den ökonomischen Disparitäten in den

ESPON29-Gebieten. Denn es werden zwei einander ergänzende Informationen (BIP/Ew. und Bevölkerung) miteinander kombiniert, letztlich sogar drei, da sich aus dem Verhältnis der Kreissymbolgröße zur Bezugsflächengröße auch die Bevölkerungsdichte ableiten lässt. Diese Karte beantwortet also die Frage „Wo leben Menschen in Regionen mit hohem/niedrigem Pro-Kopf-BIP“, während die klassische Choroplethenkarte nur die Frage „Wo sind die Flächen der Regionen mit hohem/niedrigem Pro-Kopf-BIP“ beantwortet. Dies ist ein nicht zu vernachlässigender Unterschied!

Kartogramme

Die zuvor beschriebene Methode kann auf NUTS3-Ebene wegen der sehr heterogenen Flächengrößen der Bezugseinheiten und Verdrängungsproblemen weniger geeignet sein. Darüber hinaus hat die Verwendung von Proportionalsymbolen sowohl auf NUTS2- als auch NUTS3-Ebene den Nachteil, dass die Analyse von räumlichen Heterogenitäten und territorialen Ungleichheiten entlang von Landesgrenzen erschwert wird. Das Auge muss größere Sprünge machen, um Regionscluster mit ähnlichen Ei-

Abbildung 12
BIP je Einwohner in Kombination mit der Bevölkerung auf NUTS2-Ebene 2000



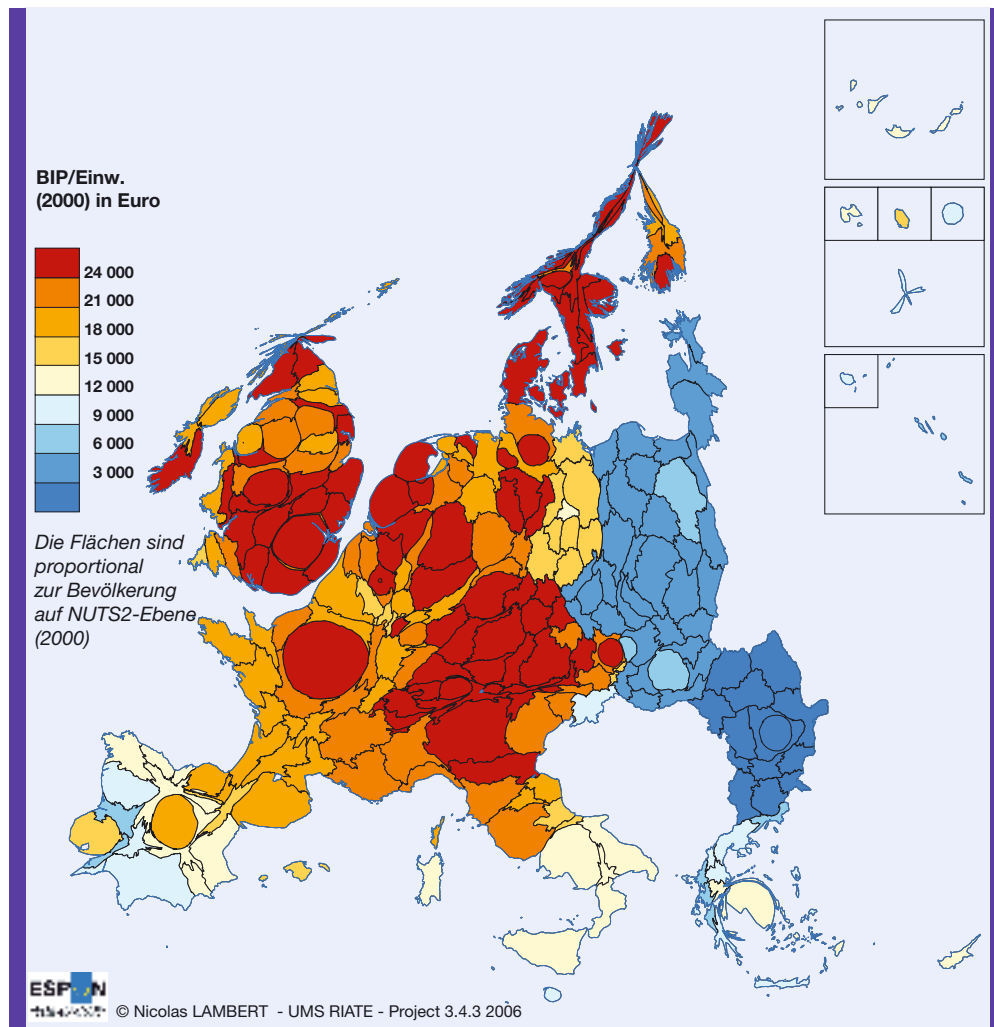
Geometrische Datenbasis: Eurostat GISCO
Regional Level: Nuts 2

genschaften oder Bruchlinien zwischen homogenen Regionen erkennen zu können.

Eine weitere Alternative für die kartographische Darstellung ist daher das Kartogramm (Flächenkartogramm). Diese Methode ist von besonderem Interesse, da sie wie in der klassischen Choroplethenkarte die räumliche Kontinuität des Phänomens bewahrt, gleichzeitig aber die Visualisierung von Größeneffekten wie mit Proportionalsymbolen ermöglicht.²⁰ Abbildung 13 zum Beispiel verschafft einen klaren und vollständigen Eindruck der Verteilung des BIP auf die Einwohner innerhalb der ESPON29-Staaten.

Der Leser kann unmittelbar die wichtigsten Regionen aus demographischer Sicht (über die Flächengröße) und die Regionen mit hohen bzw. niedrigen Indikatorwerten zum BIP/Ew. (über die Farbe) erkennen. Die Region „Inner London“, die wie andere Metropolregionen mit geringer Flächengröße, aber hoher Einwohnerzahl (z. B. Hamburg, Brüssel, Wien, Athen) auf der klassischen Karte kaum zu erkennen ist, kann hier sehr leicht identifiziert werden. Auf der anderen Seite sind Regionen mit großer Fläche und sehr geringer Bevölkerung wie Nordskandi-

Abbildung 13
BIP je Einwohner 2000 im bevölkerungsproportionalen Kartogramm (NUTS2)



navien, Schottland oder ländliche Regionen Spaniens dramatisch geschrumpft.

Der MAUP-Effekt ist daher in wertproportionalen Kartogrammen deutlich reduziert. In diesem Sinne sind Kartogramme Ausdruck einer wissenschaftlichen oder politischen Auswahl, und es ist nicht unbedeutend, welche Transformationsmethode verwendet wird. Die Darstellung von territorialer Kohäsion, sozialer Kohäsion oder wirtschaftlicher Wettbewerbsfähigkeit impliziert jeweils unterschiedliche kartographische Werkzeuge. Sind z. B. die Lissabon-Strategie und Wettbewerbsfähigkeit Hauptziele der EU, wäre die angemessene kartographische Darstellung ein Kartogramm der Regionen proportional zu ihrem Bruttoinlandsprodukt und nicht zu ihrer Bevölkerungszahl oder Flächengröße (um zum Beispiel die Arbeitslosenquote darzustellen). Was man auf solchen Karten erkennen könnte, wären die größten und wettbewerbsfähigsten Regionen.

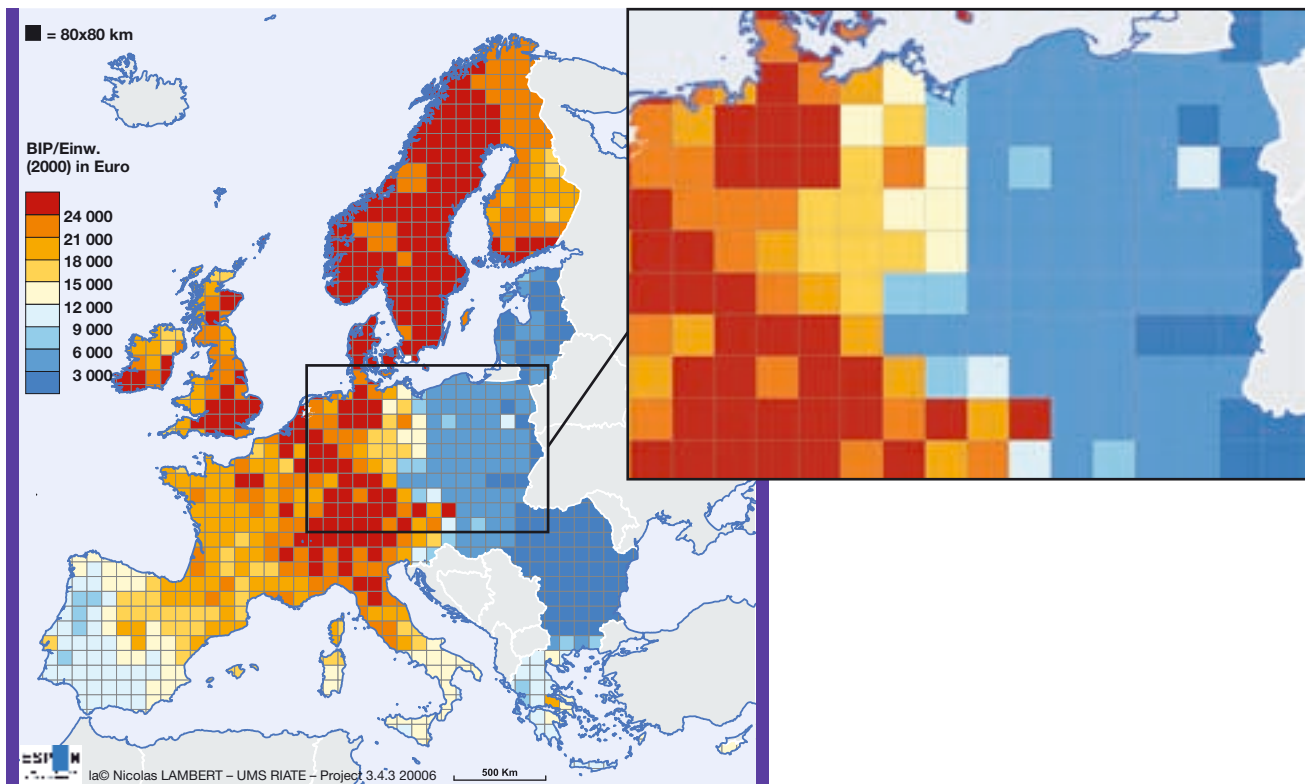
Gridding-Methoden

Die Fallstudie für Schweden (ESPON 3.4.3, 2006) hat ein hohes Interesse an Gridding-Methoden für die räumliche Analyse von

sozialen Sachverhalten im Allgemeinen und für die Raumplanung im Besonderen herausgestellt. Analysen auf der Basis von amtlichen Abgrenzungen können in ihrer Genauigkeit bereichert werden, wenn sie durch weitere Analysen auf der Grundlage von Grids in verschiedenen Größen mit einem maßstabsübergreifenden Blick auf interessante Phänomene ergänzt werden.²¹ Ausgehend von der pragmatischen Annahme, dass es noch längere Zeit schwer sein wird, solche flächendeckenden Datensätze auf lokaler Ebene wie in Schweden (mit einer geographischen Auflösung des Zensus von 100m) für das gesamte ESPON29-Gebiet zu erhalten, wurden für diese Studie Grid-Karten aus den für die NUTS3-Ebene vorhandenen Daten erarbeitet.

Abbildung 14 zeigt die Verteilung des Bruttoinlandsprodukts für ein 80x80km-Grid. Im Vergleich zu Karten mit anderen Zellengrößen erscheint dies als der beste Kompromiss zwischen der bestmöglichen Darstellung räumlicher Unterschiede und der Vermeidung von Zuordnungsungenauigkeiten durch die Umwandlung von NUTS-Gebieten in Gridzellen. Die Abstraktion durch die Umwandlung in das Grid stellt einerseits einen Vorteil dar, da der Leser so

Abbildung 14
Rasterung des BIP/Ew. 2000 (80 km Raster)



auf das Gesamtmuster anstatt auf lokale Besonderheiten gestoßen wird. Nachteilig ist dagegen, dass es für Raumplaner vor Ort nicht möglich ist, ihr Gebiet zu erkennen, und dass keine nationalen Grenzen mehr sichtbar sind.

Eine der vielversprechendsten Anwendungen von Gridding-Methoden ist nicht nur die Umwandlung von NUTS-Gebieten, sondern auch die Möglichkeit der Integration heterogener Datenbestände. Man kann dabei zwei potenzielle Anwendungsfelder unterscheiden:

- die Harmonisierung von Zeitreihen über Gebietsstandsänderungen hinweg (zum Aufbau einheitlicher räumlicher Datengrundlagen und für Zeitreihenanalysen, auch wenn dies sorgfältig durchdacht sein sollte)
- die thematische Abstimmung und Kombination heterogener Quellen raumbezogener Daten (soziodemographische Informationen zu administrativen Gebieten auf verschiedenen Maßstabsebenen wie NUTS2 oder NUTS3; Rasterdaten wie Corine Land Cover; Kilometrierungen von Verkehrswegen usw.).

Interaktive Kartographie

Aus kartographischer Sicht wird das MAUP mit Fragen des Maßstabs und des Grades der Aggregation verbunden. Beide stellen nicht unbedingt ein Problem dar, sondern eher eine Schwierigkeit, die damit zusammenhängt, dass sich verschiedene kartographische Lösungen mit den traditionellen Mitteln nicht auf demselben Blatt Papier unterbringen lassen. Zwar können eine konsequentere Ausnutzung der traditionellen kartographischen Darstellungsformen wie Kartogramme oder die Kombination mehrerer Variablen in einer Karte dem etwas abhelfen, jedoch sind solche Lösungen wegen ihrer Komplexität limitiert. Denn Nutzer sind nicht unbedingt in der Lage, Kartogramme zu interpretieren, auch können sie Probleme mit der gleichzeitigen Analyse einer Größen- und einer Intensitätsvariable haben.

Eine Alternative ist daher, zu komplexe Karten von vornherein zu vermeiden und stattdessen eine vielseitige Sicht mit mehreren einfach strukturierten Karten anzubieten. Da man das MAUP als einen Fortschrittsfaktor bei der Erkenntnisbildung ansehen kann,

sollten die technischen Möglichkeiten zur Analyse verschiedener Kartenansichten eines Phänomens, also innovative Methoden der Kartographie abseits der klassischen, statischen Karte weiter erforscht werden. MacEachren/Fraser und Openshaw et al. stellen dar, dass die dynamische Kartographie ein wichtiges Potenzial zur Entwicklung von Wissens- und Kommunikationswerkzeugen hat, das über die klassische statische Kartographie hinausgeht.²²

Aus wissenschaftlicher Sicht besteht das MAUP in erster Linie darin, dass es nicht möglich ist, eine einzige beste Kartendarstellung eines Phänomens zu bestimmen. Daraus folgt, dass unterschiedliche Karten sich nicht unbedingt widersprechen, sondern ergänzen. Entsprechend sollten solche technischen Möglichkeiten stärker ins Auge gefasst werden, die eine Analyse vielfältiger kartographischer Darstellungen desselben Phänomens ermöglichen.

Besonders vielversprechend erscheinen aus dieser Perspektive animierte Karten²³:

- Animation von Typologien: aufeinander aufbauende Typologien zur Begutachtung der Ergebnisse in verschiedenen Detaillierungsgraden anstatt gewöhnlicher „flacher Typologien“
- maßstabsübergreifende Animationen (skalare Animationen)²⁴: Änderungen des räumlichen Aggregationsgrades zur Visualisierung alternativer Darstellungen desselben Phänomens, zur nutzerdefinierten Auswahl des relevantesten Aggregationsgrades und zum Echtzeit-Vergleich der Alternativen
- kartographische Lupen.

Aus politischer Sicht stellen sich animierte Karten zunächst etwas problematisch dar. Denn in der klassischen normativen politischen Entscheidungsperspektive wird eine „offizielle“ Karte erwartet, eine einzig wahre und auf Papier gedruckte Fassung, ähnlich einem internationalen Vertrag. Interaktive Karten auf multimedialer Basis, die durch die politischen Entscheidungsfinder selbst veränderbar sind, sind daher heikel, können aus politischer Sicht aber durchaus innovativ sein.

Als Fazit bleibt – trotz dieser Alternativen: Das MAUP ist zwar ein Problem, birkt aber auch hohe Potenziale für die Wissensgenerierung!

Anmerkungen

- (1) Openshaw, S.: The modifiable areal unit problem. In: *Concepts and Techniques in Modern Geography* 38 (1984) 41; Openshaw, S., Clarke, G.: Developing spatial analysis functions relevant to GIS environments. In: *Spatial Analytical Perspectives on GIS*. Hrsg.: Fischer, M., Scholten, H., Unwin, D. - London 1996, S. 21–38
- (2) ESPON: European Spatial Planning Observation Network, www.espon.eu. ESPON 3.4.3, 2006: The modifiable areas unit problem. ESPON Scientific Support Project (www.espon.eu/mmp/online/website/content/projects/261/431/index_EN.html)
- (3) Die klassischen NUTS-Ebenen sind NUTS 0, 1, 2 und 3, die (in Deutschland) jeweils Staat, Bundesländern, Regierungsbezirken und Kreisen und kreisfreien Städten entsprechen.
- (4) Anmerkung des Übersetzers : z.B. ein quadratisches Raster (Grid)
- (5) Siehe z.B. Openshaw, S., Rao, L.: Algorithms for re-aggregating 1991 Census geography. In: *Environment and Planning A* 27 (1995), S. 425-446
- (6) Vorgestellt von M. Strömberg, K. Holme, E. Holm im Bericht zum ESPON-Projekt 3.4.3, 2006
- (7) Dieses Beispiel ist eine gute Darstellung der Bedeutung von Zonierungen. Eine Zonierung bezieht sich gleichzeitig auf die Abgrenzung von Zonen und deren Inhalt. Die ersten beiden Zonierungen in Abbildung 4 stehen in Verbindung mit einer normativen Kraft, dem Entscheidungsträger, während die letzteren beiden keine A priori-Bedeutung haben.
- (8) Am Beispiel des Städtesystems in Frankreich : Guerois, M., Paulus, F. : Commune-centre, agglomération, aire urbaine : quelle pertinence pour l'étude des villes ? In : *Cybergeo: Revue Européenne de Géographie* (2002) Nr.212 (<http://193.55.107.45/essoc/guerois/guerois.htm>)
- (9) Ravenel, L.: Dossier pédagogique: la présence d'étrangers entraîne-t-elle le vote pour l'extrême droite. In: *Espace, populations, sociétés* (2003) 3, S. 541-547; ESPON 3.4.3, 2006 (M. Strömberg, K. Holme, E. Holm für die schwedische und M. Charlton, J. Cheng, S. Fotheringham für die irische Fallstudie)
- (10) Openshaw, S. 1981
- (11) Anmerkung des Übersetzers : Im Original wird hier der Begriff Operational Researches (Ablauf- und Planungsforschung) verwendet. Er entstammt der Angewandten Mathematik und beschäftigt sich mit der Optimierung bestimmter Prozesse oder Verfahren (Quelle : http://de.wikipedia.org/wiki/Operations_Research).
- (12) Ausgewählt wurde absichtlich ein Beispiel, das nicht unmittelbar auf die aktuelle Debatte um die Reform der Strukturfonds anwendbar ist, um Reaktionen zu vermeiden, die durch den Schutz nationaler Interessen motiviert sein könnten . Nichtsdestotrotz liegt dieses Beispiel nahe genug an den Konfliktherden der politischen Debatte, um die Bedeutung des MAUP zu verdeutlichen. Es wäre kein Problem, dieses Beispiel auf aktuelle Daten anzuwenden.
- (13) Vergleiche ESPON-Projekt 1.1.2 – Stadt-Land-Beziehungen in Europa (www.espon.eu/mmp/online/website/content/projects/259/649/index_EN.html)
- (14) Brunson, C.F., Fotheringham, A.S., Charlton, M.: Geographically Weighted Regression: a Method for Exploring Spatial Nonstationarity. In: *Geographical Analysis* 28 (1996), S. 281–298
- (15) Fotheringham, A.S., Brunson, C.F., Charlton, M.E.: Geographically Weighted Regression: A Natural Evolution of the Expansion Method for Spatial Data Analysis. In: *Environment and Planning A* 30 (1999), S. 1905–1927
- (16) Für alle Karten, die mit der GWR-Methode produziert wurden, wurden die t-Werte verwendet. Die Summenwerte erlauben es, gleichzeitig Informationen zur Signifikanz, zum Vorzeichen der Beziehung und deren Intensität zu erhalten.
- (17) ESPON 3.4.3, 2006; vgl. auch Beitrag Rase i. d. Heft
- (18) In der Mehrzahl der Fälle wurden die ESPON-Daten auf der Basis gebietlicher Gliederungen durch Zählungen erhoben : die Zählung von Flächen, Menschen, Produktionsmengen usw. Indizes, die aus diesen Daten abgeleitet werden, stellen somit Kombinationen von Zählvariablen dar, die selbst nicht durch Zählung erfasst werden können, aber sich unmittelbar auf eine bestimmte Raumeinheit beziehen.
- (19) Grasland, C., Mathian, H., Vincent, J.M.: Multiscalar analysis and map generalisation of discrete social phenomena: Statistical problems and political consequences. In: *Statistical Journal of the United Nations Economic Commission for Europe* 17 (2000), S. 1–32
- (20) Vgl. auch Beitrag Burgdorf i. d. Heft
- (21) Vgl. auch Beitrag Wonka et al. i. d. Heft
- (22) MacEachren, A.M., Fraser, D.R.: Visualization in modern cartography. - Oxford 1994; Openshaw, S., Waugh, D., Cross, A. : Some ideas about the use of map animation as a spatial analysis tool. In : *Visualization in Geographic Information Systems*. Hrsg. : Unwin, D.J. ; Hearnshaw, H.M.. - Wiley 1994, S. 131–138
- (23) Vgl. Beitrag Hanewinkel i. d. Heft ??
- (24) Skalare Animationen finden sich in der Anwendung „ESPON Hyperatlas“ (www.espon.eu/mmp/online/website/content/tools/912/index_EN.html) und im „ESPON Web Gis“ (www.uehr.panteion.gr/espon/). Sie dienen der Untersuchung des Gesamtmusters eines Phänomens für ganz Europa mit großen Raumeinheiten (NUTS 1 oder NUTS 2) im Vergleich zu lokalen Unterschieden in Grenzgebieten mit einer höheren räumlichen Auflösung (NUTS 3 oder NUTS 5).

Der Beitrag war im Original in englischer Sprache verfasst. Die Übersetzung erfolgte durch Markus Burgdorf.