

Benjamin Hennig

## Globalisierung und Anthropozän in neuen Kartenwelten

Schlagworte: Geovisualisierung, GIS, Kartographie, Kartenanamorphote, Anthropozän, Globalisierung

### 1 Einleitung

“The role of geography is to analyse and explain the phenomena of the landscapes that surround us, as well as to monitor the nature of human society and the economic, social, political and cultural lives that we live” (DORLING/FAIRBAIRN 1997: 1).

Karten und andere Formen geographischer Visualisierung sind ein zentraler Bestandteil der Darstellung geowissenschaftlicher Forschung. Sie fördern jedoch nicht nur das reine Sachverständnis, sondern beinhalten auch analytische Elemente, die zu einem entsprechenden Erkenntnisgewinn führen können.

Die Visualisierung sozialwissenschaftlicher Daten fand ihren Anfang in den frühen Tagen der Industrialisierung in Europa. Alle wichtigen Methoden der statistischen Analyse und ihrer aussagekräftigen graphischen Darstellung sind im 19. Jahrhundert entwickelt worden und bilden bis heute das Fundament sozialwissenschaftlicher Forschung.

Kartographische Praxis war nie auf die bloße Produktion von Karten beschränkt, sondern immer eng mit der Analyse von Daten und ihrer Darstellung in und außerhalb von Karten verbunden. Kartographische Methoden sind somit ein Bestandteil der Entwicklungen sozialwissenschaftlicher Arbeitsweisen während der Industrialisierung und in ihrem Wesen ein fester Bestandteil der Analysewerkzeuge von Geographen und Sozialwissenschaftlern geworden.

Bei den immer komplexeren Wechselwirkungen zwischen dem Menschen und seiner Umwelt gelangen konventionelle kartographische Methoden jedoch an die Grenze ihrer Darstellungsfähigkeit. Die vornehmlich im 19. Jahrhundert entwickelten Techniken sind vielfach nicht in der Lage, die Komplexität der globalisierten Welt und der Auswirkungen auf die Umwelt in ihrem gesamten Ausmaß verständlich zu machen.

Digitale Technologie – als Kommunikationswerkzeug selbst ein Bestandteil dieser Globalisierungsprozesse – führte zu einer stetig wachsenden Menge von Daten, die den Zustand der Erde in allen Dimensionen beschreiben. Die Notwendigkeit zum Verständnis dieser Datenmengen macht ihre Darstellung in visueller Form wichtiger denn je. Somit können aussagekräftige Visualisierungen einen wichtigen Beitrag zum Verständnis der Zusammenhänge von diesen komplexen Prozessen schaffen, die in enger Wechselwirkung miteinander stehen.

Nahezu alle Bereiche der Wissenschaft profitieren von geographischer Datenerhebung und ihrer Analyse mit geowissenschaftlichen Methoden. Geographie als Wissenschaft vom Raum sollte die führende Rolle übernehmen diese Zusammenhänge zu verstehen. Eine breitere und integrierte Perspektive ist die Stärke der Geographie, die die Umwelten des Menschen und der Natur mit ihren Wechselwirkungen erklären kann, und so die weiteren Implikationen menschlichen Handelns auf die Zukunft des Planeten zu verstehen (JOHNSTON et al. 2002).

Kartographie verbindet die verschiedenen Teilbereiche der Geographie und trägt zur verständlichen Darstellung geographischen Wissens bei. CRAMPTON (2010) beschreibt Kartographie als ein bedeutendes Werkzeug bei der Erzeugung räumlichen Wissens. Er sieht in ihr die Aufgabe, neue Methoden zu entwickeln und so die Erkenntnisse der geographischen Forschung in die visuelle Form zu übertragen. Auch in anderen Wissenschaften werden analytische Visualisierungen zunehmend als wichtiger Bestandteil der Forschung erkannt, mit denen in der Komplexität von Daten Muster ersichtlich werden, die mit konventionellen Methoden oftmals unentdeckt blieben.

Die Forschungsarbeit, auf der dieser Artikel basiert, wurde im Rahmen des Worldmapper-Projektes erstellt. Sie präsentiert eine neue kartographische Methode, die auf zentralen Entwicklungen statistischer und kartographischer Theorien aufbaut und diese zu einer neuen Kartenprojektion weiterentwickelt (HENNIG 2013a). Die neue Kartenprojektion wird in der englischen Originalfassung der Arbeit als Gridded Cartogram bezeichnet, was in deutscher kartographischer Fachterminologie einer Kartenanamorphote (zunehmend auch im Deutschen Kartogramm genannt), basierend auf einem Raster oder Gitternetz, entspricht. Daher wird der neue Kartentyp im Folgenden als Rastertransformati-  
onskarte bezeichnet.

Wichtigstes Element der neu entwickelten Kartentechnik ist die Fähigkeit, jegliche quantitative Information der physischen und menschlichen Umwelt in ihrem realen Ausmaß zu visualisieren, und dabei gleichzeitig einen geographischen Bezug zum physischen Raum mit hoher Präzision zu erhalten. Damit lassen sich neuartige Karten erstellen, mit denen zentrale Fragestellungen der Menschheit und des globalen Wandels aus einer neuen Perspektive betrachtet und verstanden werden können.

## 2 Forschungsziele und thematische Einordnung

Die spezifische Fragestellung der hier vorgestellten Forschungsarbeit (HENNIG 2013a) beschäftigte sich mit einer Verbesserung der Kartogramme, die im Rahmen des Worldmapper-Projektes erstellt wurden. Das Worldmapper-Projekt besteht aus einer Sammlung von mehreren hundert Karten, in der zentrale Datensätze internationaler Institutionen wie den Vereinten Nationen in Kartogrammen visualisiert wurden. Geographie und Kartographie sind das Fundament des Projektes, das über das kartographische Element hinaus das Ziel hat, eine Zustandsanalyse der globalisierten Welt im 21. Jahrhundert zu präsentieren. Damit ergab sich für die vorliegende Forschungsarbeit die Fragestellung, wie Globalisierungsprozesse das Raumverständnis und die Wahrnehmung der Welt verändert haben (vgl. ALTBACH 2004; CHORTAREAS/PELAGIDIS 2004; HOEKSTRA/HUNG 2005; LO/MARCOTULLIO 2000; STULZ 2005). Diese Prozesse standen schon immer in enger Wechselwirkung zu kartographischer Arbeit, wie das Beispiel der Mercator-Projektion als vielleicht bekannteste Kartendarstellung der Welt verdeutlicht.

Mercators Weltkarte und das zugrundeliegende mathematische Konzept, das die Schiffsnavigation auf den Weltmeeren erheblich vereinfachte, fielen in eine Zeit, in der große Teile der Erde noch unbekannt waren. Mit seiner neuen Kartenprojektion (und weiteren Innovationen dieser Zeit) wurden die großen Entdeckungsreisen und die Eroberung von vormals aus europäischer Sicht unbekannter Territorien möglich, was damit sinnbildlich gleichzeitig für die Anfänge der Globalisierung steht (CRANE 2003).

Mit der Entdeckung der Welt begann auch ihre zunehmend komplexere Beschreibung, die neue Darstellungsformen notwendig machte. Aus Humboldts Reisen entstand z.B. der Humboldt/Berghaus Atlas, der eines der frühen Beispiele für die Integration von analytischen Elementen und Graphen in Karten ist (ROBINSON/WALLIS 1967).

Der physischen Beschreibung der Welt folgte die soziale Beschreibung der Welt, also der Gesellschaften, die sich mit der Industrialisierung im 19. Jahrhundert erheblich stratifizierten und diversifizierten (THROWER 1999). Damit ergab sich in den industrialisierenden Ländern zunehmend die Notwendigkeit der Sammlung von Informationen und Daten über die Bevölkerung. Die ersten modernen Volkszählungen fallen in die Zeit des ausgehenden 18. Jahrhunderts. Diese führten zur Entstehung der modernen Sozialwissenschaften und zur Entwicklung nahezu aller heute gängigen statistischen Methoden, welche zudem im Kartenbild Eingang fanden. So dienten Karten nicht länger nur der reinen Darstellung der

physischen Realität, sondern auch der Darstellung sozioökonomischer Daten. Auch hier wurden nahezu alle zentralen Kartographietechniken entwickelt, die bis heute gängige Praxis sind. Das 19. Jahrhundert wird daher vielfach als das goldene Zeitalter der Statistik und Visualisierung gesehen, das in seiner Signifikanz und Menge an Innovation bis heute relevant ist (FRIENDLY 2008; FRIENDLY/DENIS 2001).

Digitale Technologie führte in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts vor allem zu einer effizienteren, aber auch immer komplexeren Möglichkeit der Analyse und Darstellung geographischer Daten der Umwelt und Gesellschaft (FABY/KOCH 2010; TURNER 2006). Sie förderte zudem die Fähigkeit, mit immer weniger Aufwand immer größere Datenmengen zu erheben, und letztendlich diese auch miteinander zu verknüpfen. Damit spiegelt die wachsende Komplexität von Daten und ihrer Verarbeitung die gesellschaftlichen Entwicklungen wieder. Die weitere Diversifizierung der globalen Gesellschaft geht mit einer sich stark verändernden Wahrnehmung der Welt durch die anhaltende reale und virtuelle Vernetzung einher (ABLER et al. 1975).

Während die gesellschaftlichen Veränderungen an die radikalen Umbrüche vom Übergang zur Industriegesellschaft im 18. und 19. Jahrhundert erinnern, so haben sich unsere Methoden, diese Veränderungen in visueller Form darzustellen, kaum verändert. Das Anthropozän, das Geologen als Folge der erheblichen Veränderungen des Planeten durch den Menschen zu einem neuen geologischen Zeitalter ausgerufen haben (CRUTZEN 2002; CRUTZEN/STOERMER 2000), wird bis heute auf Karten gezeigt, die auf Techniken basieren in denen der physische Raum zentrale Bedeutung hat. Die Orte menschlichen Handelns sind jedoch auf wenige physische Räume begrenzt: Mehr als die Hälfte der Weltbevölkerung lebt mittlerweile in Städten, und 95% der Weltbevölkerung lebt auf nur 10% der Landoberfläche (NELSON 2008).

Integriertes und interdisziplinäres geographisches Denken, das die Mensch-Umwelt Beziehungen in den Vordergrund rückt, hat zu neuen Raumkonzepten geführt, in denen der physische Raum nicht als einzige bestimmende Raumgröße relevant ist. Vielmehr existieren viele räumliche Dimensionen in denen der Mensch lebt und handelt (MASSEY 2005; AMIN/THRIFT 2005). Diese theoretischen Konzepte bedürfen daher anderer Kartenkonzepte, wenn man die Karte als Manifestierung der Geographie, und Kartenprojektionen als Übersetzung räumlicher Vorstellung in visuelle Form versteht. Die Karten, die in einem konventionellen Atlas zu sehen sind, stellen somit nur eine Dimension der vielen Räume dar, die die heutige globalisierte Welt prägen.

Kartogramme wurden in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts als alternatives Kartenkonzept

weiterentwickelt (wenn auch erste konzeptionelle Überlegungen solcher Karten bereits im 18. Jahrhundert gemacht wurden), da die Erstellung durch die zugrundeliegende mathematische Komplexität erst mit der Einführung von digitaler Technologie erheblich erleichtert wurde. Die digitale Wende in der Kartographie begann mit den ersten computergestützten statistischen Analysen und der Entwicklung von Geographischen Informationssystemen als geographische Analysewerkzeuge. Erste funktionierende technische Konzepte entstanden in den 1960er Jahren, doch erst in den 1980er Jahren fand die digitale Kartographie Einzug in reguläre Arbeitsweisen (TOBLER 2004).

In den Geowissenschaften wurden Geographische Informationssysteme in den 1990er Jahren populärer und stellen heute das wichtigste Werkzeug bei der Analyse räumlicher Daten dar (DICKMANN/ZEHNER 2001). Mit der Verbreitung des Internets hat sich auch die digitale Kartographie erheblich verändert. Das Worldmapper-Projekt steht im Zentrum dieses Wandels. Es basiert auf digitalen Analysetechniken und auf zunehmender digitaler Datenverfügbarkeit (DORLING/BARFORD/NEWMAN 2006; *Sasi Research Group*/NEWMAN 2006). Zudem nutzt es das Internet als zentrale Kommunikationsplattform, um so einen einfachen Zugang zu Daten, Karten und Ergebnissen für alle Nutzergruppen – von Akademikern und Schulen bis zur interessierten Öffentlichkeit – zugänglich zu machen. Es erklärt die globalisierte Welt und ist gleichzeitig ein Bestandteil der digitalen Welt, die selber ein Ergebnis der Globalisierungsprozesse ist.

Die ursprünglichen Worldmapper-Karten zeichnen sich durch ihre simple Gestaltung aus (Abbildung 1). Eine Karte zeigt genau ein Thema, und eine durchgängige graphische Gestaltung erlaubt einen raschen optischen Zugang zu den Karten, in denen jedes Land der Welt gemäß eines Indikators

wie Bevölkerung, Armut, Gesundheit, oder Wirtschaftskraft in seiner Größe verändert wird. So sind in der Weltbevölkerungskarte China und Indien die dominierenden Elemente, die wesentlich größer sind als zum Beispiel ein flächengroßes Land wie Russland, das nur eine geringe Bevölkerung aufweist. Trotz der Transformation und Verzerrung behalten die Länder ihre ursprüngliche Form, was die Lesbarkeit der Karte entsprechend vereinfacht.

Der Vorteil der Simplizität ist jedoch auch das Problem der Worldmapper-Karten: Der Detailgrad, der in den Karten dargestellt werden kann, ist auf Länderebene limitiert. Somit bieten diese Karten keine sinnvolle Basis für die Darstellung anderer Themen als das des gewählten Indikators. Die darauf aufbauende Forschungsarbeit beschäftigte sich deshalb mit der Frage, wie diese Technik weiterentwickelt werden kann, um das zugrundeliegende Prinzip so zu optimieren, dass die resultierenden Karten ähnlich vielseitig wie eine konventionelle Karte eingesetzt werden können: Als Basiskarte für die Darstellung weiterer räumlicher Informationen.

### 3 Methoden

Die Weiterentwicklung vom Kartogrammen zu einer Kartenprojektion (HENNIG et al. 2010; HENNIG 2013a) stellt einen bedeutenden Schritt in der Möglichkeit kartographischer Praxis dar. Das Ziel der Entwicklung einer neuen Methode, in der andere Dimensionen als der physische Raum bei gleichzeitiger Erhaltung der geographischen Referenz und Genauigkeit berücksichtigt werden, konnte durch eine Anpassung der bislang üblichen anamorphen Kartentechniken erreicht werden.

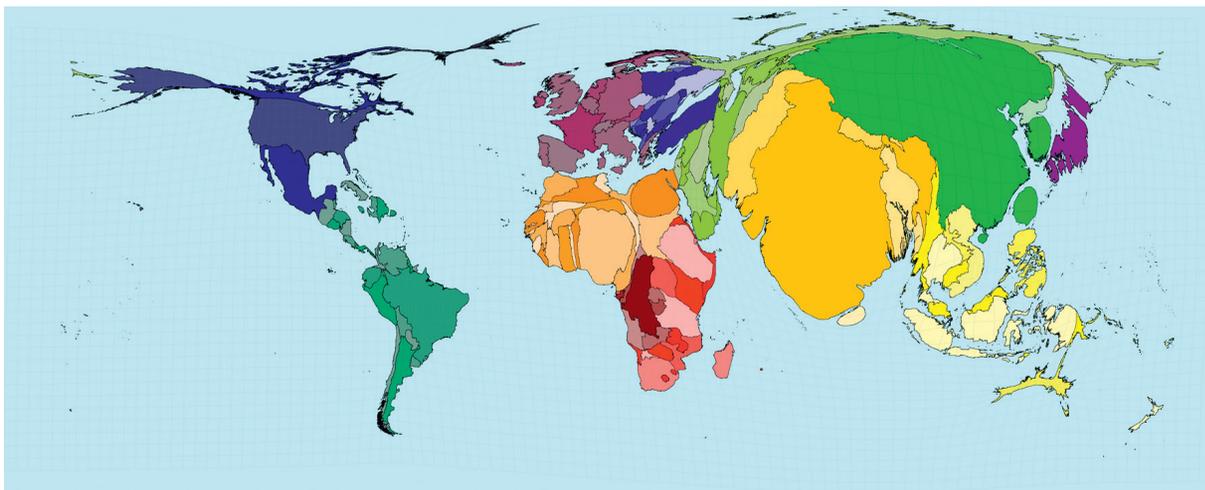


Abb. 1: Kartographische Darstellung der Weltbevölkerung aus dem Worldmapper-Projekt

(Abbildung nach HENNIG 2013)

Konventionelle Kartogramme basieren auf dem Konzept, eine administrative Einheit, wie ein Land, gemäß eines quantitativen Maßes in seiner Größe so zu verändern, dass die quantitative Information ähnlich wie in einem Tortendiagramm in Relation zu den anderen Ländern gezeigt wird. Die zugrundeliegende Basiskarte stellt hierbei das geographische und kartographische Element der Darstellung dar. Da jedoch Länder (und administrative Grenzen) im Prinzip willkürliche Abgrenzungen sind, basiert die Karte auf diesen willkürlichen Grenzen. Im Falle von Veränderungen dieser Basiseinheiten, etwa wenn Länder sich teilen oder vereinigen, ändert sich das vollständige Kartenbild. Die Basis der Kartentransformation ist somit kein unabhängiges Element im Raum, wie dies der physische Raum ist.

Die Lösung des Problems irregulärer Raumelemente wurde dadurch erreicht, dass die Kartentransformation nicht länger auf willkürlichen Raumeinheiten basiert. Stattdessen wird die Landoberfläche in ein gleichmäßiges Gitternetz unterteilt, das aus gleich großen Rasterzellen besteht. Diese werden dann mit den entsprechenden quantitativen Informationen (z.B. der Bevölkerungszahl) verknüpft. Statt einzelne Länder zu verändern, wird diese Information nun über eine mathematische Funktion nach physikalischen Prinzipien (beschrieben von GASTNER/NEWMAN 2004) in eine Rastertransformationskarte umgewandelt, in der jede Rasterzelle nach ihrem individuellen Datenwert vergrößert oder verkleinert wird.

Durch das gleichmäßig verteilte Raster weist die transformierte Karte nicht mehr die rasch ver-

gleichbaren ursprünglichen Landformen auf. Dafür beinhalten die veränderten Rasterzellen die Referenz zu ihrer realen Position im physischen Raum, sodass weitere räumliche Informationen auf der neuen Karte korrekt verortet werden können und in Relation zu dem Indikator dargestellt werden, nach welchem die Karte verändert wurde. Das transformierte Raster trägt zudem zu einer Lesbarkeit der Karte bei, in der das Ausmaß der Transformation daran erkannt werden kann, wie sehr eine Rasterzelle vergrößert oder verkleinert wurde. Das daraus entstehende Muster erzeugt einen lebhaften Eindruck davon, wie sich die Transformation auf das Kartenbild auswirkt.

Die Entwicklung der Methode erforderte eine umfassende Analyse existierender Bevölkerungsdaten, auf deren Basis die technische Umsetzung entwickelt wurde. Die Bevölkerungszahlen als Basisindikator wurde dabei nicht nur deshalb gewählt, weil in den letzten 15 Jahren erhebliche Fortschritte in der detailgenauen Beschreibung der globalen Bevölkerungsdichte gemacht wurden, sondern auch, weil die Verteilung der Bevölkerung ein zentrales Raumelement bei der Erklärung der Welt und der Wechselwirkungen zwischen Mensch und Umwelt darstellt.

#### 4 Ergebnisse

Die Weltbevölkerungskarte, die nach der neuen Methode erstellt wurde (Abbildung 2), zeigt das Potential

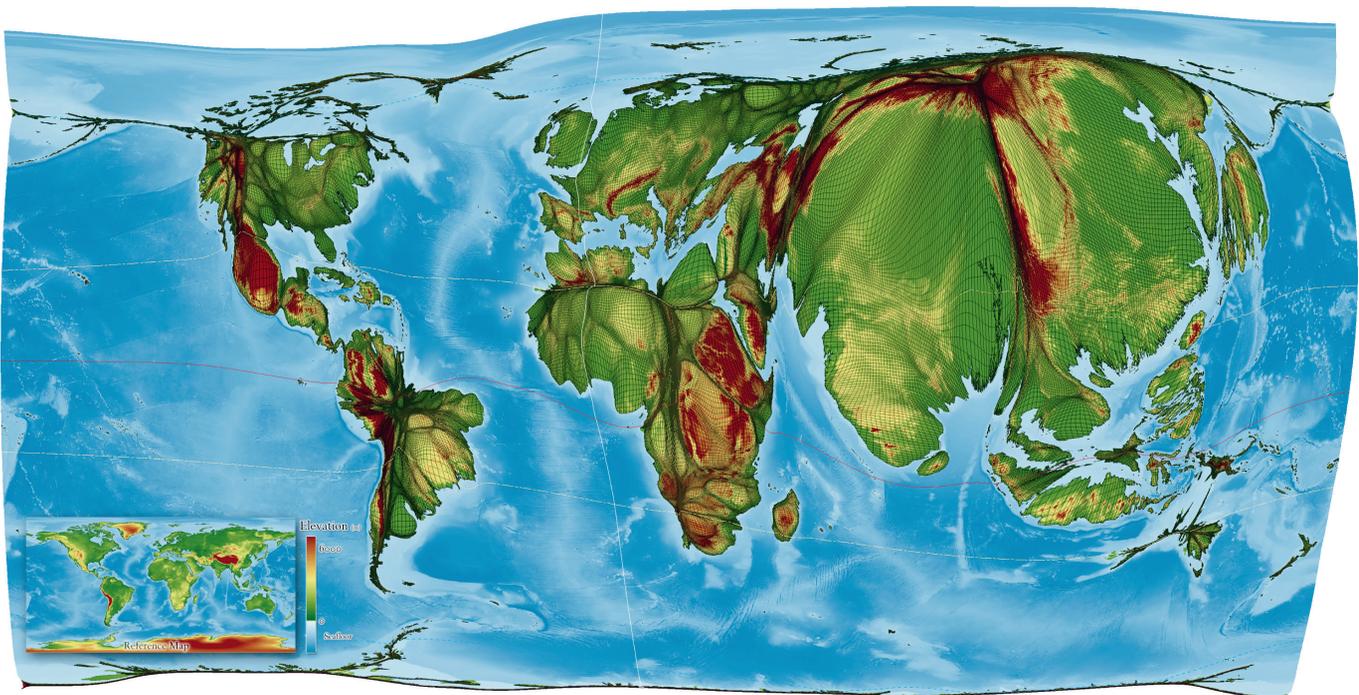


Abb. 2: Weltbevölkerungskarte basierend auf einer Rastertransformation

(Abbildung nach HENNIG 2013a)

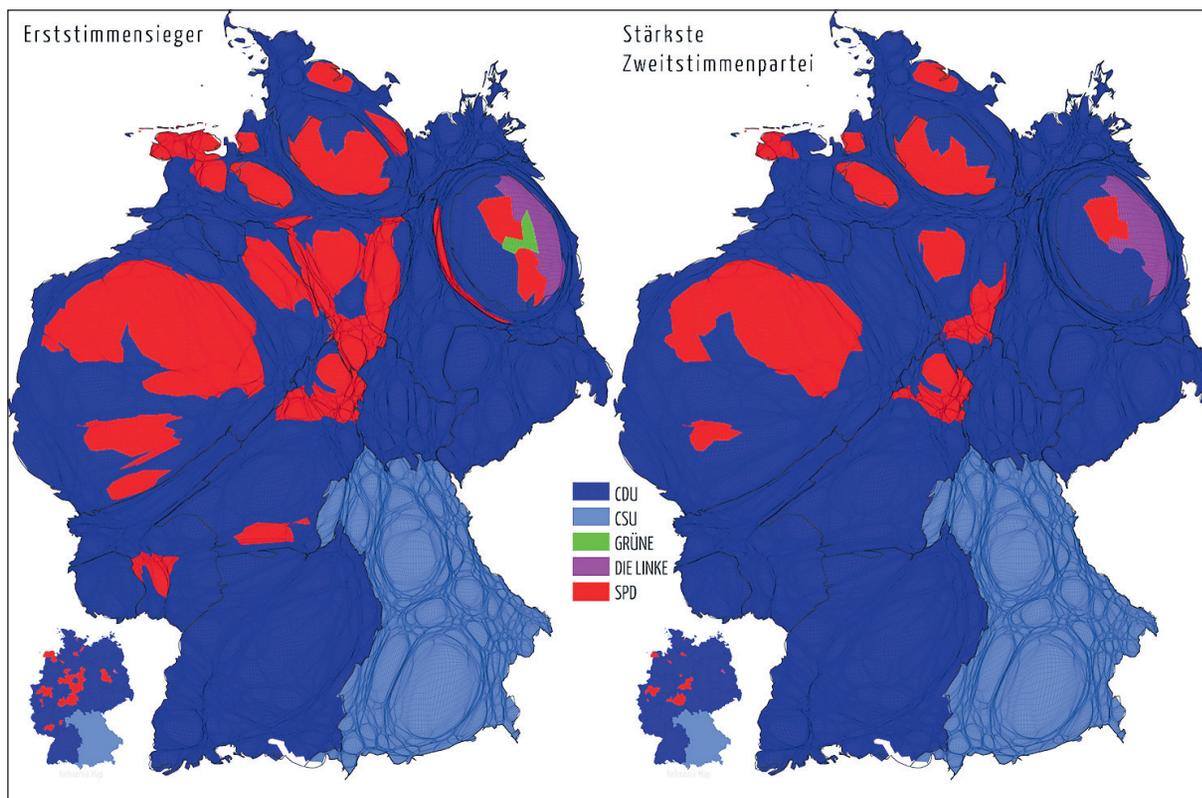


Abb. 3: Ergebnisse der Bundestagswahl 2013

(Abbildung nach HENNIG 2014)

der Karte als alternative Kartenprojektion und als Basiskarte für den anthropogenen Raum. Bereits die Überlagerung der Topographie verdeutlicht dies in ihrem einzigartigen Charakter, der im visuellen Erscheinungsbild an physische Weltkarten erinnert. Die Formen der Landfläche hingegen wirken zunächst befremdlich, da die Karte die am dichtest bevölkerten Räume in den Vordergrund stellt. Von den Gebirgen der Erde bleiben dadurch z.B. nur wenige Gebiete deutlich sichtbar, da in den höchst gelegenen Gebieten der Erde oftmals nur wenige Menschen leben. Sichtbare Ausnahmen mit dichter Besiedlung höher gelegenen Gebieten bilden unter anderem die Region um Mexiko City oder das Hochland von Äthiopien.

Diese sehr grundlegenden Beobachtungen verdeutlichen das analytische Potential der neuen Kartenprojektion. Die Kritik an konventionellen anamorphen Kartendarstellungen, dass diese nur den Nutzwert eines Diagramms haben, ist hier nicht länger gültig. Stattdessen lässt sich diese Weltbevölkerungskarte als Grundlage verwenden, in der jedes raumrelevante Thema sowohl aus den Sozial- als auch den Naturwissenschaften in Relation zur Bevölkerung gezeigt werden kann (HENNIG 2013b; HENNIG 2013c).

Im Rahmen der Forschung wurden zahlreiche Anwendungsbeispiele aus den Bereichen der Human- und Physischen Geographie untersucht, die den Mehrwert

einer analytischen Betrachtung des jeweiligen Themas aus Bevölkerungssicht aufzeigen. Eines der Beispiele dafür ist die Darstellung von Wahlergebnissen, in denen die konventionelle Kartendarstellung zu einer Überbetonung der Ergebnisse in den ländlichen Gebieten führt, während eine Bevölkerungskarte auf Basis der Rastertransformation die Verteilung der Wahlergebnisse mit ihren realen Anteilen an Stimmen zeigt (Abbildung 3).

Um die Projektion methodisch umfassend zu prüfen und ihre Potentiale zu testen, wurde sie zudem mit anderen kartographischen Darstellungskonzepten verglichen. Gegenüber den ursprünglichen Worldmapper-Karten ist die neue Methode als Basiskarte für die Darstellung weiterer Themen überlegen, auch wenn ihre Lesbarkeit anfänglich eine längere Einarbeitung erforderlich machen kann. Im Vergleich zu konventionellen Karten sind vor allem die Fragestellung und der Anwendungszweck von Bedeutung, nach denen eine bestimmte Visualisierungsform gewählt wird. Jede kartographische Technik hat dabei ihre eigenen Vor- und Nachteile.

Die neue Projektion wurde zudem erfolgreich auf verschiedenen Maßstabsebenen getestet. Im Rahmen der Forschungsarbeit wurde mit der neuen Kartentechnik ein Bevölkerungsatlas für alle Länder der Welt erstellt (HENNIG 2009). Auf größerem Maßstab wurde exemplarische Anwendungen untersucht, wie

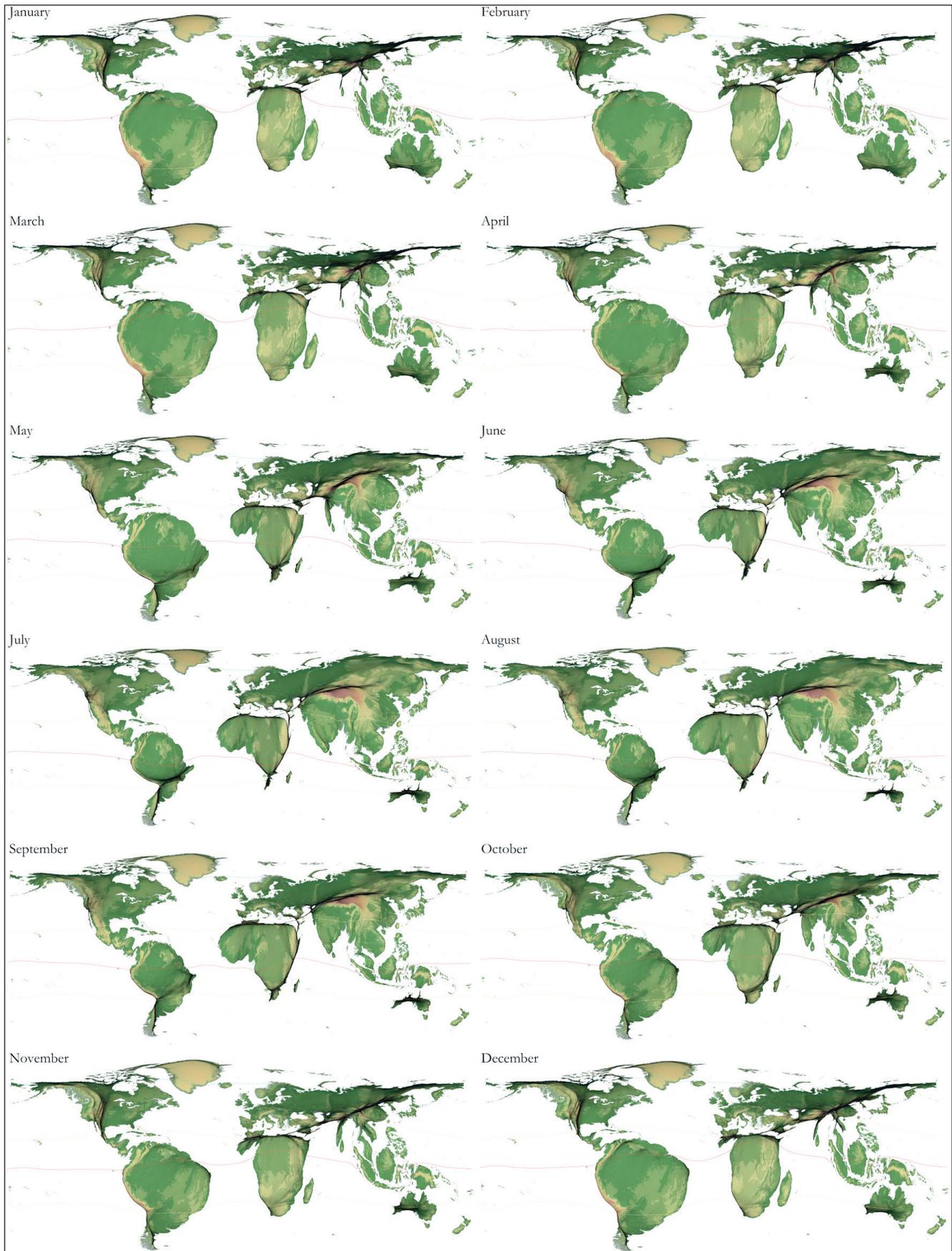


Abb. 4: Rastertransformationskarte der globalen Niederschlagsvariabilität

(Abbildung nach HENNIG 2013a)

z.B. die Palästinensergebiete (in denen die disperse Siedlungsstruktur von besonderer geographischer Bedeutung ist, vgl. HENNIG 2013a) und London als Beispiel für einen sehr dicht besiedelten urbanen Raum (HENNIG 2014).

Rastertransformationskarten sind in ihrem Charakter konventionellen Kartenprojektionen sehr ähnlich: Die Details, die sich in der Karte darstellen lassen, steigen mit größeren Kartenmaßstäben, sodass z.B. die Bevölkerungsverteilung in der Weltbevölkerungskarte generalisierter erscheint als in kleinräumigeren Darstellungen auf regionaler oder lokaler Maßstabsebene.

Mit der Entwicklung der Fallbeispiele zeigte sich ein über die Frage der Visualisierung von Bevölkerung hinausgehendes Potential der Transformationsmethode (HENNIG à PI papers). Während die Bevölkerungskarte eine alternative Basiskarte darstellt, mit der Themen in Relation zur Bevölkerung analysiert werden können, so ist das zugrundeliegende Prinzip auf jegliche quantitative Information anwendbar, die in einer entsprechenden Datenqualität vorliegt.

Rastertransformationskarten wurden so auch für eine Reihe weiterer Themenfelder realisiert, die das Spektrum geographischer Forschung verdeutlichen. So können Bevölkerungswachstum und Bevölkerungsrückgang in ihrem quantitativen Ausmaß, oder der ökologische Fußabdruck der Menschheit visualisiert werden.

Aus dem Bereich der physischen Geographie und Klimaforschung wurden Niederschlagsdaten im Jahreszeitenverlauf analysiert und visualisiert (Abbildung 4), die eine zeitliche Veränderung berücksichtigen und so dynamische Phänomene wie z.B. den Einfluss der Monsunregen veranschaulichen. Weitere Themen, die im Rahmen der Arbeit untersucht wurden, umfassten unter anderem Biodiversität, Wirtschaftskraft, und Kindersterblichkeit.

## 5 Relevanz

Die im Rahmen dieser Forschungsarbeit entwickelten Rastertransformationskarten sind in ihrer Eigenschaft gleichwertig mit anderen geographischen Kartenprojektionen, wie die Überprüfung der Methode und die Anwendung auf vielfältige relevante geographische Fragestellungen aufzeigen konnte. Die neue Methode ist die erste wirkliche Kartenprojektion überhaupt, die auf einer anderen Raumkonzeption jenseits des physischen Raumes basiert, und gleichzeitig den Anforderungen an eine Kartenprojektion standhält. Die Projektion stellt damit eine der wenigen wirklichen Innovationen im Bereich von Kartenprojektionen dar, die gleichzeitig eine dringend notwendige Alternative zu Karten bietet, die auf dem physischen Raum basieren.

Mit der Nutzung der Bevölkerungskarte als Basis können Themen aus einer Perspektive verstanden werden, aus der sie wirklich relevant sind. Im Gegensatz zu konventionellen Karten wird hier der unbevölkerten Landoberfläche kein Platz gegeben, und so die eigentliche Dimension des anthropogenen Raumes gezeigt. Jedes Thema, das aus Sicht des Menschen von Bedeutung ist, kann mit dieser Kartentechnik entsprechend visualisiert und neu interpretiert werden.

Mit der Erweiterung der Rastertransformation auf andere Themenfelder konnte zudem eine neue Form der Visualisierung quantitativer räumlicher Daten etabliert werden. Diese macht das Grundkonzept von Kartogrammen erstmals auch jenseits der Sozialwissenschaften zu einer interessanten Alternative geowissenschaftlicher Datenvisualisierung. Veränderungen des Klimawandels können z.B. in ihrem realen Ausmaß und in ihrer Dynamik gezeigt werden und damit zu einem neuen Verständnis der vielfältigen Geographien des Planeten beitragen.

Nie zuvor wurde die Menschheit und ihre vielfältigen Umwelten in dieser Form in Karten gezeigt. Indem der räumliche Kontext der Menschen und der Umwelt als quantitative Einheit betrachtet wird, können ansonsten schwer nachvollziehbare Daten und Informationen visuell erlebbar gemacht werden.

Visuelles Denken ist eine Grundeigenschaft des Menschen, sodass diese Form der Wissensvermittlung das intuitive Verständnis komplexer Zusammenhänge erheblich vereinfachen kann. Dies kann bis hin zu einem Erkenntnisgewinn und zur Entdeckung von Relationen führen, die in der klassischen Analyse von Rohdaten ansonsten unbemerkt blieben.

Eine Karte sagt mehr als tausend Worte. Und eine Karte kann tausende und Millionen von Datenwerten in einem Bild zeigen und gleichzeitig verständlich machen. Die Karten, die im Rahmen dieser Arbeit entwickelt wurden, sind ein Wegbereiter, um ein neues Verständnis der Menschheit zu erlangen. Sie zeigen die vielfältigen sozialen und physischen Dimensionen, die die Komplexität unserer Lebenswelten ausmachen.

Der Einfluss des Menschen auf den Planeten spielt dabei eine immer wichtigere Rolle, wie das Konzept des ökologischen Fußabdrucks exemplarisch aufzeigt (Abbildung 5). Auf einer normalen Weltkarte ist dieser kaum aussagekräftig, da die Größe eines Landes wenig über die Zahl der Menschen aussagt, die den entsprechend dargestellten Lebensstil repräsentiert. Wechselt man die Perspektive und sieht dieselben generalisierten Daten aus Sicht der Bevölkerungsverteilung, so erscheint der verschwenderische Lebensstil der wohlhabenderen Regionen wie Deutschland wenig problematisch, weil relativ betrachtet wenige Menschen so leben. Die Karte zeigt jedoch auch, wie viele Menschen diesem Lebensstil nacheifern. Dies lässt erahnen, welche Probleme entstehen, wenn

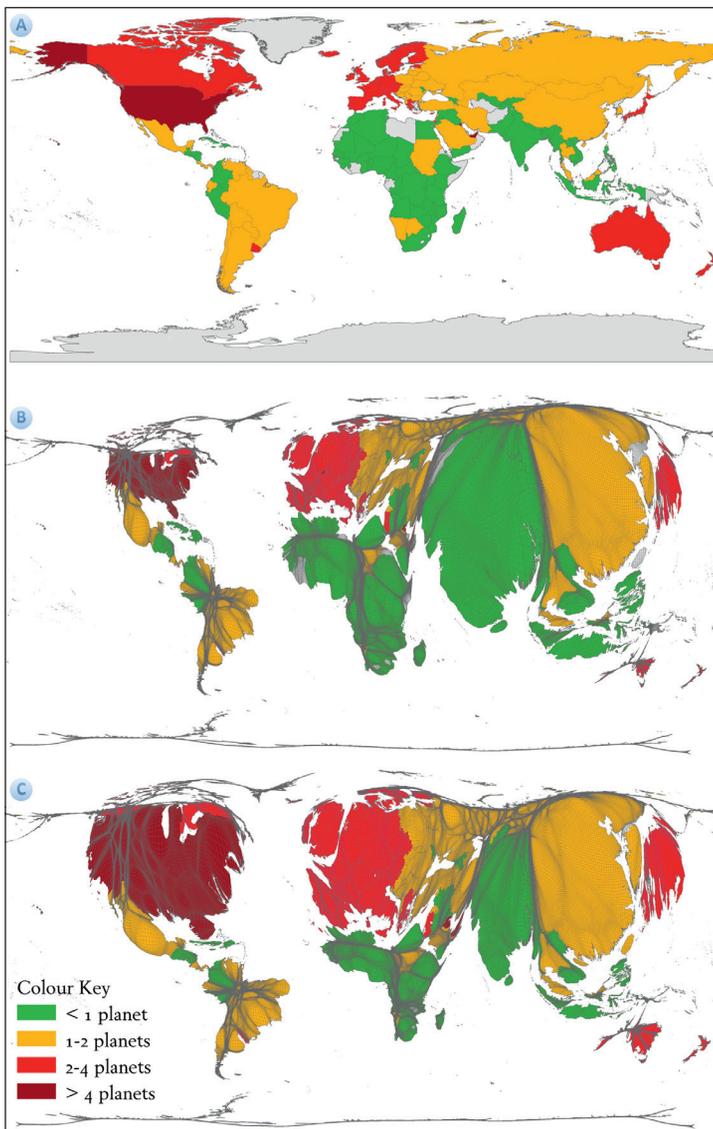


Abb. 5: Der ökologische Fußabdruck in einer konventionellen Karte (A), einer Bevölkerungsrastertransformation (B) und einer Rastertransformation des absoluten ökologischen Fußabdrucks (C)  
(Abbildung nach HENNIG 2013a)

jener Lebensstil auch in den bevölkerungsstarken Regionen der Erde gelebt werden würde, ohne dass neue Nachhaltigkeitskonzepte für einen steigenden Lebensstandard entwickelt werden. Wenn man dann den ökologischen Fußabdruck in sein reales quantitatives Ausmaß umrechnet, so wird zudem deutlich, wie verschwenderisch der Lebensstil der wenigen wohlhabenden Nationen im Vergleich zu den ärmeren Regionen ist, und welche extremen Ungleichheiten sich dadurch auf globaler Ebene ergeben.

Die bekannte Satellitenbilddarstellung der Erde bei Nacht ist daher weniger ein Bild der am dichtest bevölkerten Gebiete der Erde, sondern ein Bild von den Orten, an denen es sich die Menschen leisten können, den Nachthimmel mit Licht zu erhellen.

Dasselbe Satellitenbild transformiert nach einer Bevölkerungsprojektion zeigt eine andere Realität, eine Realität in der viele Menschen in Afrika, Asien und Südamerika in Dunkelheit leben (Abbildung 6).

Die komplexen Verbindungen zwischen den verschiedenen Dimensionen, die die Erde prägen, sowie ihrer geographischen Variation kommt bereits in diesen wenigen Beispielen zum Ausdruck. Sie zeigen, dass dieser Kartentechnik kaum Grenzen gesetzt sind. Die Karten sind der Teil einer neuen Weltbeschreibung, die an die Tradition geographischer Forschung der letzten Jahrhunderte anschließt und die eine Neuentdeckung unseres Planeten in einem neuen Zeitalter ermöglicht – dem Zeitalter des Menschen.

Die Analyse und Visualisierung weiterer Daten und Themenfelder ist erstrebenswert, sodass schrittweise ein neuer Atlas der Menschheit im 21. Jahrhundert entsteht. Dabei sollten nicht nur weitere Themenfelder erschlossen werden, sondern auch eine Vertiefung der entwickelten Ansätze weiter verfolgt werden. Eine Weiterentwicklung der Methode, um Städte und kleinräumigere Gebiete als Orte menschlichen Lebens und Handelns in neuen Formen verständlich zu machen, ist eine Herausforderung, die in der zunehmend urbanisierten Welt von besonderer Bedeutung ist.

Von technischer Seite ist es notwendig, die Anwendung der Methode soweit zu vereinfachen, dass diese einer breiteren Nutzergruppe in der Forschung aber auch in den Medien und der interessierten Öffentlichkeit leichter zugänglich ist. Eine Nutzung der Rastertransformation wie jede andere konventionelle Kartenprojektion, die per Mausclick realisiert werden kann, ist ein langfristiges Ziel, das jedoch (noch) einige ungelöste technische Herausforderungen mit sich bringt.

Solange dies eine spezialisierte Methode ist, ist es umso wichtiger, weitere Karten zu produzieren und deren Nutzung aktiv zu fördern, um die sich daraus ergebenden neuen Perspektiven als alternatives Bild von der Erde zu etablieren und damit ein neues Weltverständnis zu fördern, so wie Mercator im 16. Jahrhundert es – unwissentlich – für Jahrhunderte mit einer Kartentechnik für die Seenavigation erreicht hat.

500 Jahre nach Mercators Geburt ist es Zeit, unsere Sicht der Welt zu erweitern – weg von Karten, die Schiffen den Weg weisen, hin zu einer Navigationsgrundlage für die Reise in eine nachhaltige Zukunft der Menschheit.

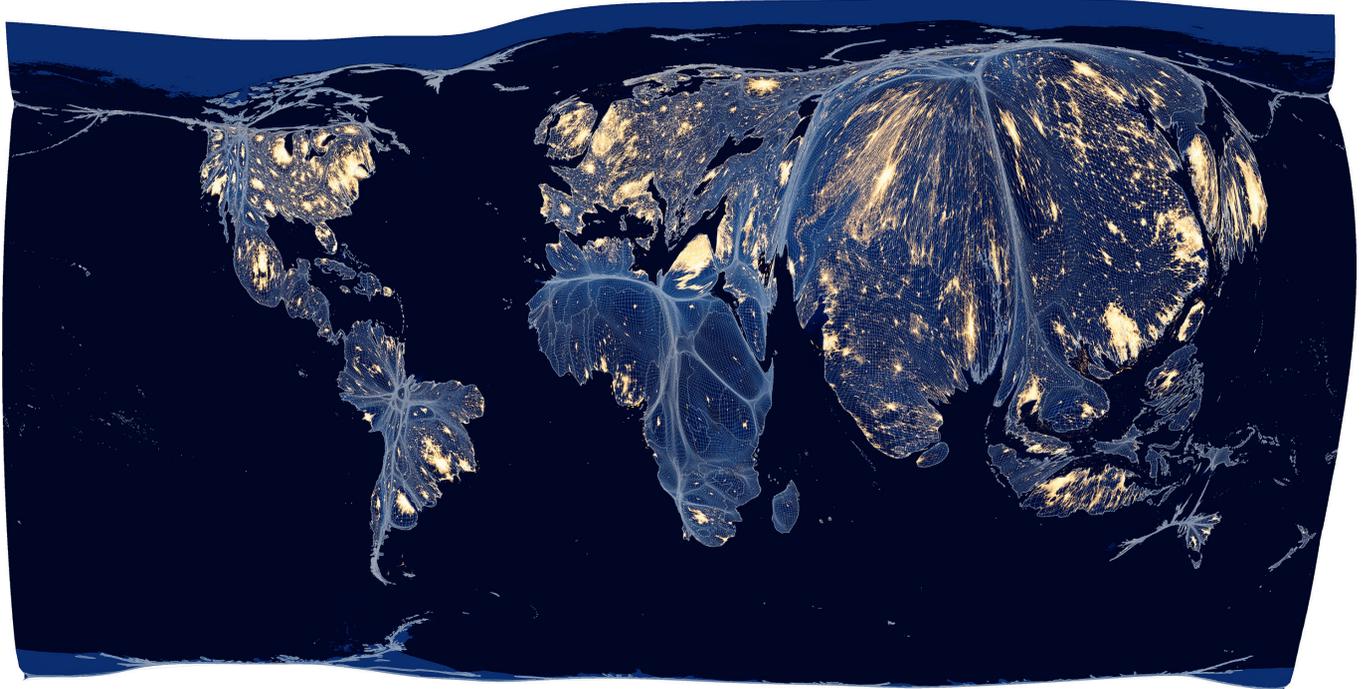


Abb. 6: Die Erde bei Nacht als Bevölkerungsprojektion

(Abbildung nach HENNIG 2013a)

## Literatur

- ABLER, R. et al. 1975. Human geography in a shrinking world. North Scituate, MA: Duxbury Press.
- ALTBACH, P.G. 2004. Globalisation and the university: myths and realities in an unequal world. *Tertiary Education and Management*, 10 1, 3–25.
- AMIN, A.; THRIFT, N. 2005. What's left? Just the future. *Antipode*, 37 2, 220–238.
- CHORTAREAS, G.E.; PELAGIDIS, T. 2004. Trade flows: a facet of regionalism or globalisation? *Cambridge Journal of Economics*, 28, 253–271.
- CRAMPTON, J. 2010. Mapping: a critical introduction to cartography and GIS. Chichester: Wiley-Blackwell.
- CRANE, N. 2003. Mercator: the man who mapped the planet. London: Phoenix.
- CRUTZEN, P.J. 2002. Geology of mankind. *Nature*, 415, 23.
- CRUTZEN, P.J.; STOERMER, E.F. 2000. The 'Anthropocene'. *Global Change Newsletter*, 41, 17–18.
- DICKMANN, F.; ZEHNER, K. 2001. Computerkartographie und GIS. Braunschweig: Westermann.
- DORLING, D. et al. 2006. Worldmapper: The world as you've never seen it before. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 12 5, 757–764.
- DORLING, D.; FAIRBAIRN, D. 1997. Mapping: ways of representing the world (insights into human geography). Harlow: Pearson Education.
- FABY, H.; KOCH, A. 2010. From maps to neo-cartography. Online: [http://www.cartography-gis.com/pdf/64\\_Faby\\_Koch\\_Austria\\_paper.pdf](http://www.cartography-gis.com/pdf/64_Faby_Koch_Austria_paper.pdf), (last accessed 2014-08-01).
- FRIENDLY, M. 2008. A brief history of data visualisation. In: Chen, C. et al. *Handbook of data visualisation*, 15–56. Berlin/Heidelberg: Springer.
- FRIENDLY, M.; DENIS, D.J. 2001. The roots and branches of statistical graphics. *Journal de la Société Française de Statistique*, 11 1, 89–107.
- GASTNER, M.T.; NEWMAN, M.E.J. 2004. Diffusion-based method for producing density equalizing maps. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 101, 7499–7504.
- HENNIG, B.D. 2009. World population atlas. Online: <http://www.worldpopulationatlas.org>, (last accessed 2014-08-01).
- HENNIG, B.D. 2014. Londonmapper: A social atlas of London. <http://www.londonmapper.org> (last accessed 2014-08-01).
- HENNIG, B.D. 2014b. Views of the world. <http://www.viewsoftworld.net> (last accessed 2014-08-01).
- HENNIG, B.D. 2013a. Rediscovering the World: Map Transformations of Human and Physical Space. Heidelberg/New York/Dordrecht/London (Springer).
- HENNIG, B.D. 2013b. Gridded cartograms as a method for visualising earthquake risk at the global scale. *The Journal of Maps*, DOI:10.1080/17445647.2013.806229.
- HENNIG, B.D. 2013c. The human planet. *Environment & Planning A*, 45 3, 489–491.
- HENNIG, B.D. et al. (2010). Remapping the World's Population. Visualizing data using cartograms. *ArcUser*, 2010 1, 66–69.
- HOEKSTRA, A.Y.; HUNG, P.Q. 2005. Globalisation of water resources: International virtual water flows in relation to crop trade. *Global Environmental Change*, 15, 45–56.
- JOHNSTON, R.J. et al. 2002. Geographies of global change: remapping the world. Malden, MA: Wiley-Blackwell.
- LO, F.-C.; MARCOTULLIO, P.J. 2000. Globalisation and urban transformations in the Asia-Pacific region: A review. *Urban Studies*, 37 1, 77–111.
- MASSEY, D. 2005. For space. London: Sage.
- ROBINSON, A.H.; WALLIS, H.M. 1967. Humboldt's map of isothermal lines: a milestone in thematic cartography. *The Cartographic Journal*, 4 2, 119–123.
- Sasi Research Group; NEWMAN, M. (Worldmapper project). 2006. Worldmapper. Online: <http://www.worldmapper.org>, (last accessed 2011-06-01).

- STULZ, R.M. 2005. The limits of financial globalization. *The Journal of Finance*, LX 4, 1595–1638.
- THROWER, N.J.W. 1999. *Maps and civilization. Cartography in culture and society*. Chicago/London: The University of Chicago Press.
- TOBLER, W.R. 2004. Thirty-five years of computer cartograms. *Annals of the Association of American Geographers*, 94 1, 58–73.
- TURNER, A.J. 2006. *Introduction to Neogeography*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media.

## **Abstract**

In a world increasingly influenced by human action and interaction, we still heavily rely on mapping techniques that were invented to discover unknown places and explore our physical environment. Although the traditional concept of a map is currently being revived in digital environments, the underlying mapping approaches are not always capable of making the complexity of human-environment relationships fully comprehensible. Starting from how people can be put on the map in new ways, this contribution outlines the development of a novel technique that reprojects a map according to quantitative data, such as population. The new maps are called gridded cartograms as the method is based on a grid onto which a density-equalising cartogram technique is applied. The underlying grid ensures the preservation of an accurate geographic reference to the real world. It allows the gridded cartograms to be used as basemaps onto which other information can be mapped. This applies to any geographic information from the human and physical environment. These new maps are not limited to providing new insights from the perspective of people (such as better insights into electoral outcomes), but can show any quantitative geospatial data, such as rainfall. As demonstrated in this paper, the gridded cartogram technique is a viable and versatile alternative to other conventional map projections.

Tags: **Geovisualisation, GIS, Cartography, Cartogram, Anthropocene, Globalisation**

**Autor:** Dr. Benjamin Hennig ist Senior Research Fellow for Geovisualisation an der University of Oxford (Vereinigtes Königreich), [benjamin.hennig@ouce.ox.ac.uk](mailto:benjamin.hennig@ouce.ox.ac.uk).