



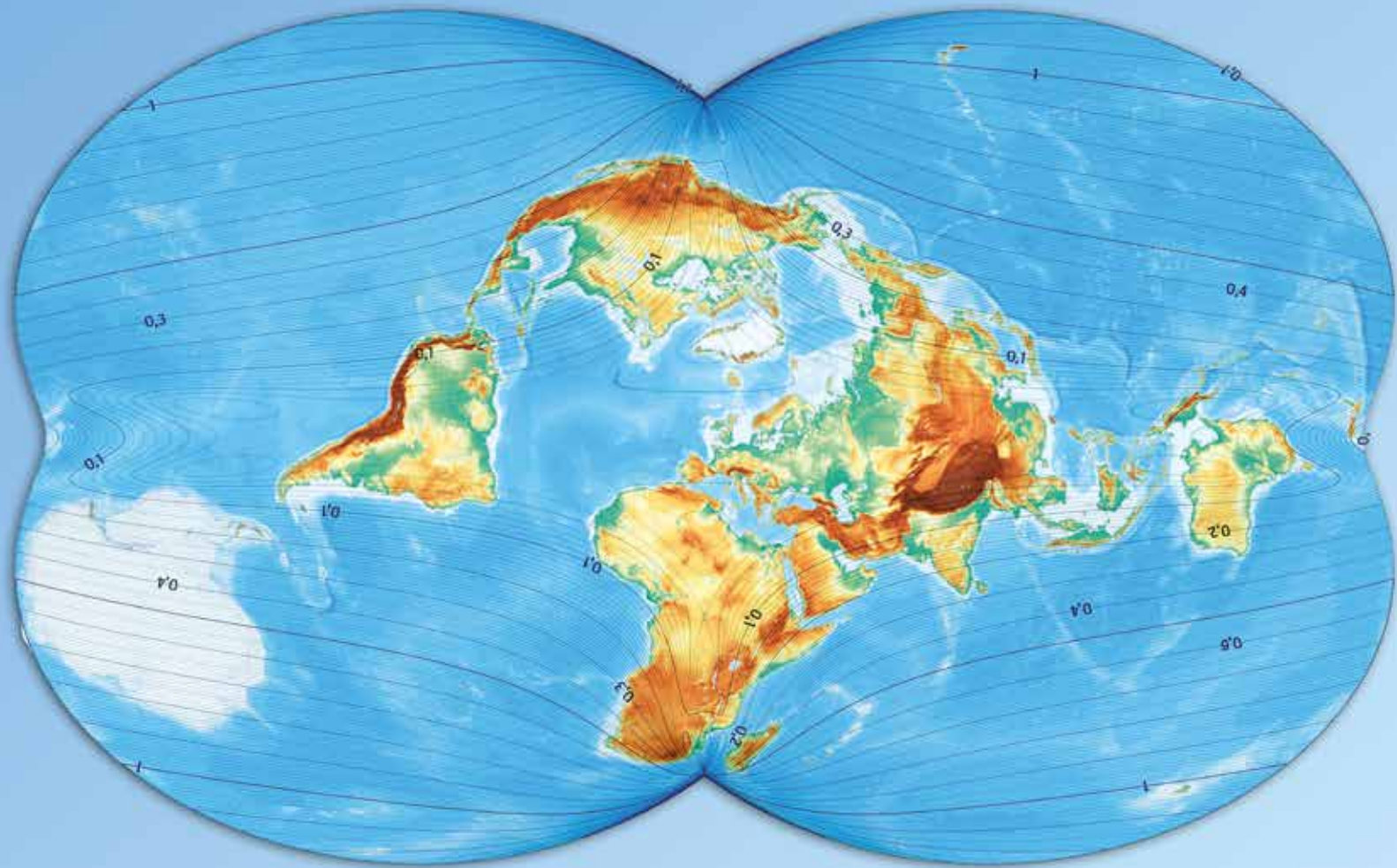
# Kartographische Nachrichten

*Journal of Cartography and Geographic  
Information*

Herausgegeben von der DGfK e. V. –  
Gesellschaft für Kartographie und Geomatik  
Organ der DGfK, SGK und ÖKK

3

2017



R. Böhm et al.:  
**Erdabbildung  
in neuer Form**

K. Kerkovits:  
**Kegeleentwürfe**

G. Pápay:  
**Eckerts Karten-  
wissenschaft**

Indexed in Scopus  
67. Jahrgang

**KIRSCH  
BAUM**

# Erdabbildung in neuer Form – Eine Betrachtung zu Hajime Narukawas Weltkarte

*Earth projection in a new shape.*

*A review on Hajime Narukawa's World Map*

Rolf Böhm, Bad Schandau; Wolf Günther Koch, Dresden; Werner Stams, Radebeul

In größeren Abständen treten fachfremde Persönlichkeiten spektakulär mit „neuen Weltkarten“ hervor. Das löst ein Medienecho aus, das bald abebbt. Mit zeitlichem Abstand folgt in der Fachpresse eine nüchterne wissenschaftliche Einschätzung und Wertung. Im vorliegenden Beitrag steht die AuthaGraph-Weltkarte, die der japanische Designer Hajime Narukawa entwickelt hat, im Zentrum der Betrachtungen. Einleitend wird auf den Vorgängere Entwurf, die Dymaxion-Weltkarte von Richard Buckminster Fuller, gleichfalls eine Polyederabbildung, eingegangen. Sodann erfolgt ein kurzer Rückblick auf die in den 1970er-Jahren von Arno Peters propagierte Weltkarten-Projektion. Die neue japanische Weltkarte ist eine dreieckbasierte Polyederabbildung. Vom Urheber und nachfolgend von einflussreichen Medien wird sie als die präziseste Weltkarte angepriesen und als Vorteile ihre annähernde Flächentreue, die gestreckte Darstellung, die Möglichkeit der lückenlosen Aneinanderreihung (engl. tessellation), die vollständige Darstellung des Kontinents Antarktika und die günstige Ausschnittsbildung genannt. Im Folgenden werden diese angeblichen Vorteile relativiert oder widerlegt sowie Nachteile genannt und erläutert. Diese liegen u. a. in der Formverzerrung und der unregelmäßigen Gradnetzstruktur. Es zeigt sich, dass die „Neuentwicklung“ keine Alternative zu den bewährten flächentreuen und vermittelnden Planisphären ist.

■ Schlüsselwörter: Weltkarte, Kartennetzentwürfe, Polyederabbildung, Kartenverzerrung

*Every now and then "new best map projections" were presented by amateurs often causing a medial hype, which was of course soon after rapidly fading. Thereinafter technical literature follows and provides a scientific assessment and evaluation. The issue of this article is the "AuthaGraph World Map" of Hajime Narukawa, a Japanese developer and designer. We start with the Dymaxion World Map of Richard Buckminster Fuller, also a polyhedral projection and thus a precursor of Narukawa, followed by Peters' Projection from the 1970s. The new Japanese world map is a polyhedral map projection. It is referred to as the most precise world map by developer and media. Its outstanding features are an almost equal-area property, its advantageous shape, the possibility of seamless tessellation, the complete representation of the continent of Antarctica and the potential of cropping. This paper discusses both advantages and disadvantages, e. g. shape distortions and deformed graticule. It demonstrates: The new development is no alternative to established equal-area and distortion-compensating planispheres.*

■ Keywords: World map, map projections, polyhedral projection, map distortion

Bei nahezu 400 Kartennetzentwürfen, die für die Verebnung des Erdkörpers – eine der Grundaufgaben der Kartographie – zur Verfügung stehen, müsste man meinen, dass die mathematisch-geometrischen Möglichkeiten vollständig ausgeschöpft sind, um alle Wünsche von Kartenherstellern für die unterschiedlichsten Nutzer zu erfüllen, und das seit einem halben Jahrhundert.

Trotzdem wird von Zeit zu Zeit zur Abbildung der gesamten Erde als Planisphäre ein neuer Vorschlag unterbreitet, und dabei vom Urheber meist auffällig behauptet, sein Entwurf sei nun der beste. Natürlich ist es das gute Recht der Autoren, die jeweiligen Vorzüge ihrer Entwicklungen als geeignet her-

auszustellen. Begründungen pflegen sich aber nur teilweise der mathematisch-naturwissenschaftlichen Tradition folgend auf dafür geeignete Kriterien (Tissot'sche Indikatoren; Kawrayski-Airy-Kriterium etc.) zu stützen. Zumeist sind es jedoch primär den Zeitumständen geschuldete Behauptungen oder auch einfache Auffassungen politisch-kultureller Natur.

So hat bereits der US-amerikanische Architekt, Konstrukteur und Designer *Richard Buckminster Fuller*, bekannt u. a. durch seine aus sphärischen Dreiecken konstruierten „geodätischen Kuppeln“, 1943 eine Weltkarte entwickelt (patentiert 1954), der er den Namen *Dymaxion Map* gab (Fuller 1943, Abb. 1). Es ist dies eine dreieckbasier-

te Polyederabbildung, abgeleitet aus einer Ikosaeder-Einteilung der sphärischen Erdoberfläche in 20 gleich große Dreiecke. Diese Darstellung kann unter die *vermittelnden zerlappten Entwürfe* eingeordnet werden. Als wichtigsten Vorteil gab er an, dass auf diese Weise aus „dynamisch-kosmischer Sicht“ ohne dominierende Himmelsrichtungen der gesellschaftspolitische Ost-West-Gegensatz besser demonstriert werden könne. Wichtig war für ihn die Form- und Flächentreue der Kontinente; die Ozeane beließ er in Zerlappung. Stefan Riese, ein deutscher Designer, hat die Dymaxion-Karte geradezu euphorisch bewundert und gewürdigt; bei praktischen Kartographen waren dagegen recht kritische Töne zu vernehmen (Riese 2003). Die Tissot'schen Indi-



Abb. 1: Weltkarte „Dymaxion“ (Quelle: Dymaxion map) mit eingetragenen Verzerrungsellipsen

katrizen (Abb. 1) zeigen den Eindruck einer annähernd flächen- und formtreuen vermittelnden Abbildung, bei welcher die Zerlappung allzu große Flächenfehler automatisch verhindert.

Etwa drei Jahrzehnte später trat 1974 der Historiker Arno Peters (1899–1975) mit einer angeblich neu entwickelten flächentreuen, „postkolonialistischen“ Weltkarte spektakulär hervor. Diese sollte die „Dritte Welt“ besser zur Wirkung bringen, erwies sich aber als deutlich gestaltverzerrend. Der Schnittzylinderentwurf mit längentreuen Breitenkreisen bei 45° führt zu einer Verkürzung des Äquators um ca. 30 % auf 28.400 km und zum Flächenausgleich zu einer entsprechenden Nord-Süd-Dehnung in Äquatornähe bei bleibender Ost-West-Dehnung in Polnähe. Trotzdem gab der „führende deutsche Geograph“ Carl Troll (1899–1975) dem Peters-Entwurf ein durchweg positives Gutachten mit auf den Weg. In einer peinlich wirkenden Selbstreklame hat Peters die Reaktionen der Weltpresse von Washington bis Moskau zu seiner Neukreation zusammenfassend publiziert, was offensichtlich Wirkung gezeigt hat. Immerhin machte der Ökumenische Welttrat der Kirchen sie zu seiner offiziellen Weltkarte; global arbeitende Hilfsorganisationen übernahmen sie für ihre Öffentlichkeitsarbeit und es erschien ein in der Schweiz und in England bearbeiteter eigener „Peters Atlas“ als Weltatlas (1989). Von der Fachwelt wurden aber nach und nach einvernehmlich die unübersehbaren Nachteile aufgedeckt und zugleich auf ältere, bereits vorhandene Vorgängere-entwürfe (z. B. Gall's orthographische Projektion 1855; Behrmanns flächentreue Projektion von 1910) verwiesen (vgl. Deutsche Gesellschaft für Kartographie 1981), was aber auf die Medien keine Wirkung hatte.

Nach weiteren vier Jahrzehnten liegt nun ein weiterer derartiger Fall vor. Wieder ein-

mal macht die Nachricht von einem angeblich noch besseren und genaueren Weltkartentwurf die Runde. Der Japaner Hajime Narukawa, Architekt und Designer, will, ausgehend von den Grundprinzipien von Fullers Dymaxion-Weltkarte, eine neue, die nunmehr präziseste (!) Abbildung entwickelt haben, welche er *AutaGraph-Weltkarte* nennt (Abb. 2). Neue Räume sollen mittels dieser Kartendarstellung, vom Autor auch als „unendliches Multiversum“ bezeichnet, durch „geometrische Meditationen“ erschlossen werden, Ozeane und Polarregionen im Zeitalter des Klimawandels und der zunehmend überanspruchten Ressourcen mehr in den Blickpunkt treten.

Obwohl Narukawa schon 1999 seine eigenwillige Weltkarte in Japan veröffentlicht hat (Authagraph Map 2015), bringen urplötzlich Anfang November 2016 die Online-Ausgaben der „Welt“, der „taz“, der „Berliner Zeitung“, des Fernsehsenders „n-tv“ und auch Printmedien (z. B. Harms 2016) Berich-

te mit aufsehenerregenden Titeln, wie „*Neue Weltkarte – so haben Sie die Welt noch nie gesehen*“, „*Kartographie-Revolution: Japaner entwickelt neue Weltkarte mit richtigen Proportionen*“ oder „*Weltkarte: Diese Karte ist genauer als die alte Weltkarte*“ usw. Diese Texte ähneln ihrem Stil nach frappierend den Reaktionen der Zeitungen auf die Peters-Projektion Mitte der 1970er-Jahre. Die DGfK hat im Dezember 2016 einen gleichfalls journalistisch geprägten Beitrag von Inga Schlegel (Hafen City University Hamburg) in der Rubrik „Die bemerkenswerte Karte“ auf ihre Homepage gestellt: „*Die genaueste Karte der Welt: It's all about Flächentreue*“. Dass mit dieser neuen Abbildung etwas nicht zu stimmen scheint, dürfte einigen Journalisten trotzdem aufgefallen sein: „*Seltam anzuschauen, ...*“ (n-tv, 4.11.2016). Anlass für die zahlreichen Wortmeldungen war offensichtlich die Verleihung des japanischen „Good Design Grand Award“ 2016 für diese Karte an den o. g. Architekten und Designer. Grundlagen der verschiedenen Beiträge und Artikel, denen Abbildungen und teilweise Videos (bei Webbeiträgen, beispielsweise die Animation *AuthaGraph on Vimeo*) beigelegt sind, waren offensichtlich die werbebetonten Lobeshymnen der von Narukawa gegründeten Firma *AutaGraph*. Beim genauen Lesen ist festzustellen, dass Erklärungen, Begründungen, Vergleiche und Wertungen ziemlich einheitlich diesen englischsprachigen Internettexen entstammen. Als *Vorteile* werden angeführt:

1. die annähernde Flächentreue,
2. die gestreckt verbundene Darstellung aller Kontinente und Ozeane ohne zent-

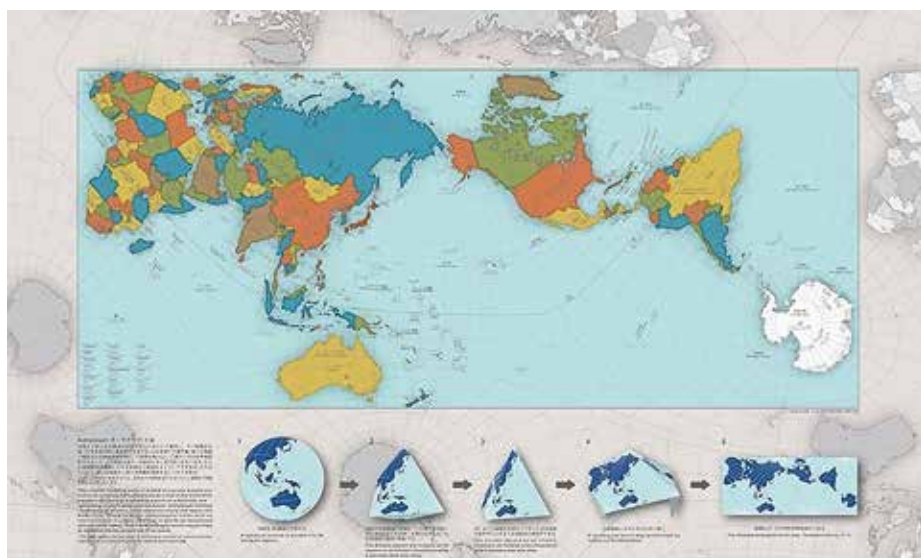


Abb. 2: Auf Umfeld erweiterte Weltkarte von Hajime Narukawa (AuthaGraph World Map) mit Schema der Transformation der Erdoberfläche zur ebenen Karte (Quelle: Authagraph, hier enger beschnitten)

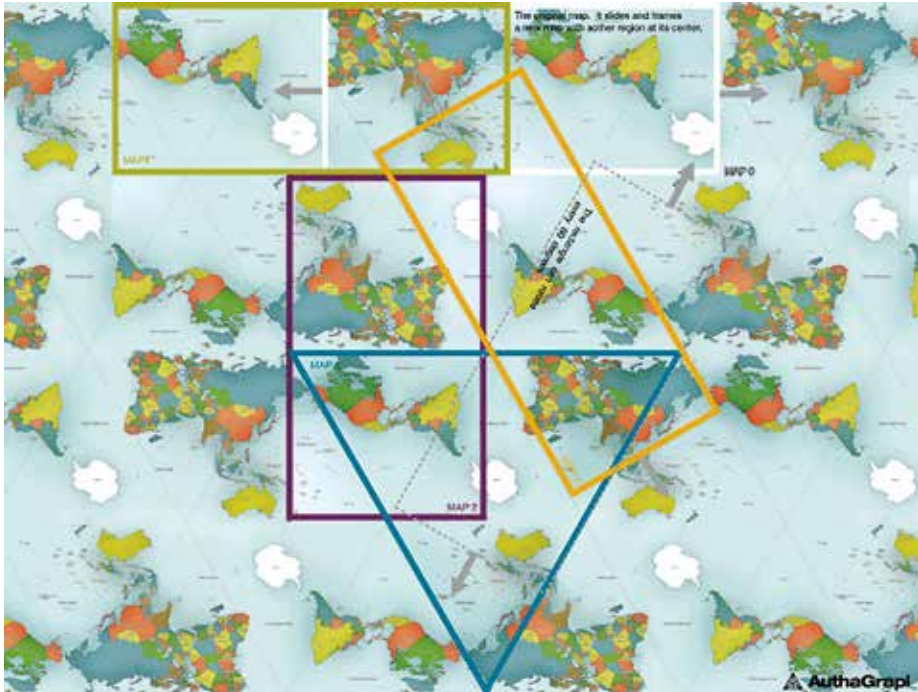


Abb. 3: Ausschnittsbildung mit jeweils neuen Kartenzentren in einem System aneinandergereihter AuthaGraph-Weltkarten (Quelle: Autagraph)

- ralen Kontinent, aber mit dem Stillen Ozean im Zentrum
- 3. die Möglichkeit der lückenlosen Aneinanderreihung (engl. tessellation, vgl. Abb. 3) von derartigen Weltkarten, um beispielsweise die Flugbahn von Satelliten anschaulich wiederzugeben
- 4. die formgerechte und vollständige Darstellung des Kontinents Antarktika mit der Botschaft, dass dieser Kontinent (obwohl auf der pazifikzentrischen Darstellung in der „Ecke“ liegend) von den drei großen Weltmeeren umgeben ist
- 5. die Möglichkeit, anders orientierte Erdkarten zu finden oder gezielt Kartenausschnitte zu bilden ohne sichtbare Schnitte mit jeweils neuer Festlegung des Kartenzentrums.

Die neue Weltkarte greift – wie bereits erwähnt und auch von Narukawa angegeben – die Idee von Buckminster Fuller (und anderen) auf, gründet sich jedoch nicht auf ein Polyeder mit 20 Dreiecken, sondern mit 96. Wie diese Zahl zustande gekommen ist, wird nicht hinreichend erklärt. Sie ergibt sich offensichtlich aus der Größe und Anlage des Dreiecksystems (Abb. 4 bzw. AuthaGraph Map 2015).

Es fällt auf, dass Narukawa über Fuller hinaus auf eine Darlegung des Kenntnisstandes zu Polyederabbildungen konsequent verzichtet. Insbesondere fehlen Hinweise auf die jüngere, leicht zugängliche und deutlich weiterführende Entwicklung von van Wijk

(Myriahedral Projection von 2008, Furuti 2015). Auf einem geometrischen Körper fußende Abbildungen werden im Englischen als *Polyhedral Maps* bezeichnet. Die Entwürfe beruhen auf einem anderen Prinzip als die im 19. Jahrhundert in Europa benutzten Polyederentwürfe, die gewölbte Gradnetzmaschen als ebene Trapezflächen projizieren (z. B. Preußische Polyederprojektion mit Trapezen in Blattschnittgröße).

Bei den hier vorgestellten Polyederentwürfen für die Erde wird die Kugel durch einen Vielflächner (Polyeder) ersetzt. Die einzelnen Teilflächen lassen sich an den Kanten zu einem polygonalen Netz auffalten. Die dabei auftretenden Verzerrungen sind dort und an den Ecken am größten, weil hier die Poly-

ederflächen am weitesten von der Kugeloberfläche entfernt sind. Mit zunehmender Anzahl der Flächen nehmen die Verzerrungswerte ab. Völlige Abbildungstreue und damit Verzerrungsfreiheit wäre theoretisch bei unendlich vielen Teilflächen erreicht. Da jedoch zu viele Flächen mehr Lücken und Richtungswechsel in der ungefalteten ebenen Karte erzeugen, sollte die Anzahl der Teilflächen begrenzt bleiben (s. a. Furuti 2015).

Narukawa hat mit 96 Teilflächen offensichtlich noch nicht das Optimum erreicht. Er verweist darauf, dass Bemühungen im Gange seien, mit noch kleineren Dreiecken zu arbeiten, um den Grad der Flächentreue zu verbessern; die Karte sei wissenschaftlich noch mit einigen Mängeln behaftet. Wie sind nun die oben angeführten *Eigenschaften* der „präzisesten Weltkarte“ zu werten?

Zu 1.

Die angenäherte Flächentreue soll wohl das markanteste Merkmal der Abbildung sein. Zahlenmäßige und graphische Belege hierfür (z. B. Tissot-Indikatrizten) fehlen allerdings bisher und sind mangels Angabe einer Formel auch nicht nachprüfbar. Von den vielfältigen GIS-gestützten Möglichkeiten der Analyse und graphischen Darstellung von Verzerrungen (Mulcahy & Clark 2001) wird nicht Gebrauch gemacht. Im Kartenbild sind visuell starke Gestalt- bzw. Formverzerrungen erkennbar, die auf entsprechend große Winkel- und Streckenverzerrungen hindeuten. Vergleicht man das Kartenbild mit einem Globus, der bekanntlich das unverzerrte Bild der Erde zeigt, so bietet die Narukawakarte ein stark verunstaltetes Erdbild. Hochgradig verzerrt ist die Form von Südamerika, aber auch die von Afrika und der übrigen Landmassen. Das muss beim Betrachter zu falschen geographischen

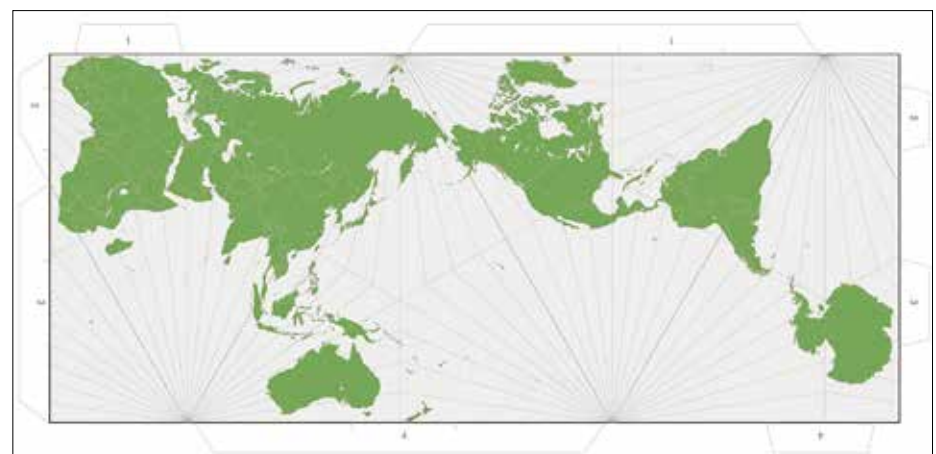


Abb. 4: System der Dreiecke in der AuthaGraph-Weltkarte (Quelle: AuthaGraph Map. Theory of Earth System Design 2015)

Vorstellungen führen. Man bedenke: Wer in den letzten 200 Jahren in Deutschland eine Schule besucht hat, lernte einen Schulatlas kennen, der die Gestalt der Kontinente zumindest auf Erdteilkarten im Rahmen der Zeichengenauigkeit richtig abgebildet hat. Mit der gewählten Methode ist es nicht möglich, die Kontinente in dem gewohnten Gradnetz zu erfassen, da das geographische Netz kein rechtschnittiges System bildet (Abb. 6). Narukawa selbst gesteht: „Unsere Projektionsmethode bringt die Längen- und Breitengrade komplett durcheinander“ (Askari 2016). Aber zur Beurteilung eines verebneten Erdbildes dient seit alters die Ausprägung des Gradnetzes mit seiner jedermann geläufigen einfachen Grundstruktur aus Breitenkreisen und Meridianen, die sich rechtschnittig kreuzen und vom Äquator zu den Polen hin sich gesetzmäßig verschmälernde Trapeze bilden. Wird diese Grundordnung in der Abbildung nicht erkennbar, kann nicht von einem adäquaten Erdbild gesprochen werden. In der vorgelegten Karte sind die Gradnetzlinien größtenteils zu unregelmäßigen Gebilden geformt. So führt auch die aus der Abbildung nicht erkennbare weitgehende Flächentreue zu keinem brauchbaren, sinnvoll anwendbaren Ergebnis.

Die Flächentreue der neuen Weltkarte bewertet Narukawa auffallend einseitig, nämlich im Vergleich mit der Mercatorabbildung, die mit ihrer Winkeltreue für bestimmte Anwendungen in der Navigation Vorteile bringt, flächentreuen Netzen aber damit entgegensteht. Es wäre notwendig gewesen, hier den Vergleich mit bekannten flächentreuen Erdnetzen anzustellen, die meist zu ovalen Planisphären führen, weil diese die Winkel- und Gestaltverzerrungen minimieren (Mollweide, Albers u. a.). Ebenso werden die in der Praxis bewährten und häufig angewendeten vermittelnden Abbildungen (Winkels Tripel, Robinson u. a.), bei denen die Gestalt/Form der Kontinente weitgehend erhalten bleibt, konsequent ausgeblendet und damit die Nutzer in die Irre geführt.

#### Zu 2.

Die ungewohnte gestreckte Abbildung kann zwar zu neuen Sichtweisen führen, wenn auch (wie oben schon erwähnt) die Gefahr der Bildung falscher Raumvorstellungen besteht. Die Nordpolarregion ist unvollständig abgebildet. Das Fehlen eines „Zentralkontinents“ betont die Ozeanflächen, was für bestimmte Anwendungen durchaus legitim sein kann, würden sich auf diese nicht

die Zerlappungen konzentrieren und somit dort besonders große Raumfehler aufweisen [auftreten] (z. B. Atlantik). Das Netz mag zweifellos originell sein, doch sind die eingebürgerten Planisphären und Planigloben für die Wiedergabe fast aller denkbaren Erscheinungen und Sachverhalte aus Natur und Gesellschaft in erdweiter Wiedergabe noch am globus- bzw. kugelähnlichsten und damit auch am realitätsnächsten.

#### Zu 3.

Eine lückenlose Aneinanderreihung von Polyeder-Weltkarten hat bereits Lee (1965) realisiert und demonstriert (zit. bei Furuti 2015). Eine solche Erweiterung „über einmal Erde hinaus“ kann durchaus aufschlussreich sein, weil dann bestimmte Nachbarschaften sichtbar werden. Es können dabei aber auch irreführende Lagekonfigurationen entstehen. Davon kann sich der Betrachter leicht selbst überzeugen (Abb. 3). Die Lagebeziehungen zwischen den Kontinenten entsprechen teils der Realität, teils sind sie völlig unsinnig (z. B. Ostkaps Südamerikas (Kap São Roque) „von unten“ und „von oben“ aufeinander gerichtet, desgleichen die Küsten Westafrikas einander gegenüber – dazwischen Meeresfläche; zwei Nordpolarbecken direkt nebeneinander usw.). So bleibt es weitgehend eine künstlerische „Design-Kreation“. Darstellungen von Flugbahnen von Satelliten in Form einer durchgehenden Linie lassen sich auch mit anderen Projektionen erzielen, beispielsweise mit der schiefachsigen Mercatorprojektion (Robinson et al. 1995, S. 88–89). Auch die üblichen Flugbahnkarten ermöglichen eine anschauliche Wiedergabe.

#### Zu 4.

Wird besonderer Wert auf die Lage des Kontinents Antarktika in seiner ozeanischen Umgebung gelegt, dann lassen sich durch entsprechende Wahl der Lage der Abbildungsfläche mit verschiedenen bekannten Abbildungsarten geeignete Kartenbilder erzeugen, beispielsweise durch zusätzliche Darstellung eines Nord- und Südplaniglobes zu den üblichen Ost- und Westplanigloben (Snyder & Voxland 1989). Das gilt auch für das Nordpolargebiet mit den sich gegenüberliegenden Kontinenten Nordamerika und Asien, was in Narukawas Weltkarte bei dem gewählten pazifik-zentrischen Rahmen unvollständig und somit unbefriedigend wiedergegeben wird. Hinzu kommt, dass ein virtueller Globus (z. B. Google Earth, Google Map) beim heutigen Stand der Computertechnik am Bildschirm beliebig gedreht

werden kann, um Teile der Erdoberfläche in den Blickpunkt zu rücken.

#### Zu 5.

Eine Ausschnittsbildung ist im System aneinandergereihter AutaGraph-Weltkarten nicht beliebig möglich (Abb. 3). In bestimmten Lagen kommen unsinnige Konfigurationen zustande (vgl. zu 3.). Bei keinem Rechteckrahmen ist das Nordpolarbecken vollständig erfasst. Im Übrigen lassen sich Kartenausschnitte mit jeweils anderem Abbildungszentrum auch bei anderen Netzentwürfen problemlos bilden. Aber sinnvollerweise werden für den jeweiligen abzubildenden Raum entsprechend seiner Größe (Gebiet, Staat, Großraum, Erdteil) eigene Netzentwürfe zugrunde gelegt.

Abschließend ist festzustellen, dass die neue und annähernd flächentreue Weltkartenabbildung von Hajime Narukawa eine Möglichkeit der „Designer-Kartographie“ ist. Für die allermeisten Anwendungsfälle bringt sie jedoch keinen Nutzen, da die Abbildungsmöglichkeiten einer Kugeloberfläche in der Ebene äußerst vielfältig sind. Das gesamte Feld der Netzentwurflehre ist mathematisch abgeklärt und ausführlich in umfangreichen Monographien (vgl. z. B. Fiala 1957, Wagner 1962, Bugayevskiy und Snyder 1998, Grafarend und Krumm 2006) sowie inzwischen im Internet (z. B. Böhm 2017, Furuti 2015, 2017) veröffentlicht. Dass dabei die Möglichkeiten der Polyederabbildung nur randlich berücksichtigt sind, hat wohl seinen Grund darin, dass bei dem umfassenden Angebot an vorhandenen und zweckentsprechenden „konventionellen“ Lösungen für die Praxis wenig Bedarf besteht.

Die in der Deutschen Gesellschaft für Kartographie zusammengeschlossenen meist deutschsprachigen Fachkolleginnen und -kollegen stehen Neu- und Weiterentwicklungen in dem sehr alten und zugleich stets jung gebliebenen Arbeitsfeld der Kartennetzentwurflehre aufgeschlossen gegenüber. Aber selbst wenn berücksichtigt wird, dass Neuentwicklungen übertrieben optimistisch angepriesen werden, zeigen die Darlegungen zu den herausgestellten „Vorzügen“ der Narukawa-Weltkarte, dass hier viel Grundlegendes übersehen wurde und das Fazit daher sehr ernüchternd ausfällt. Es ist zu erwarten, dass die von dem japanischen Designer vorgeschlagene Abbildung wenig Chancen auf eine weite Verbreitung haben dürfte. Ob gewisse Verbesserungen bezüglich Lage und Form der Kontinente und im Gradnetzbild (Ciura 2016) einen wirklichen Nutzen bringen, muss bezweifelt

werden. Auch mit den vorhandenen Kartennetzentwürfen sind die von Narukawa ausdrücklich ins Blickfeld der Kartennutzung gerückten Problemstellungen ohne Weiteres lösbar.

#### Literatur

Askari, D. (2016): Kein Zentrum, keine Richtung. [www.taz.de/!5363686/](http://www.taz.de/!5363686/)

Authagraph. [www.authagraph.com](http://www.authagraph.com)

AuthaGraph on Vimeo. <https://vimeo.com/15432252> (28.3.2017)

AuthaGraph Map. Theory of Earth System Design, 2015. [narukawa-lab.jp/archives/authagraph-map/](http://narukawa-lab.jp/archives/authagraph-map/) (28.2.2017)

Authagraph-Projektion. <https://de.wikipedia.org/wiki/Authagraph-Projektion> (28.3.2017)

Bradley, A. D. (1946): Equal-Area Projections on Icosahedron. In: *Geographical Review*, Vol. 36, p. 101–104

Böhm, R. (2017): Die ganze Kartennetzentwurfslehre kurzgefasst. – [http://www.boehmwanderkarten.de/kartographie/is\\_netze.html](http://www.boehmwanderkarten.de/kartographie/is_netze.html) (3.2.2017)

Böhm, R. (2006): Variationen von Weltkartennetzen der Wagner-Hammer-Aitoff-Entwurfamilie. In: *Kartographische Nachrichten* 56 (2006), S. 8–16

Bugayevskiy, L. M.; Snyder, J. P. (1998): *Map Projections. A Reference Manual*. London: Taylor & Francis

Canter, F. (2002): *Small-scale Map Projection Design*. London: Taylor & Francis

Canter, F. (2016): World Map Projections. In: Monmonier, M. (Hrsg.): *The History of Cartography*, Vol. 6, p. 1172–1174

Ciura, M. (2016): *Reproducing the Authagraph World Map*. <https://marcinCiura.wordpress.com/2016> (28.3.2017)

Dahlberg, R. E. (1962): Evaluation of interrupted map projections. In: *Internat. Jahrb. f. Kartographie*, Bd. 2, Gütersloh, S. 36–54

Deutsche Gesellschaft für Kartographie (1981): Die sogenannte Peters-Projektion: Eine Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Kartographie. In: *Geogr. Rundschau* 33, S. 334–335

Dymaxion map – [https://en.Wikipedia.org/wiki/Dymaxion\\_map](https://en.Wikipedia.org/wiki/Dymaxion_map) (28.2.2017)

Evdenden, G. I. et al. (2008): *ibproj4: A Comprehensive Library of Cartographic Projection Functions*. <http://proj4.org/faq.html> (3.2.2017)

Fiala, F. (1957): *Mathematische Kartographie*. – Berlin: VEB Verlag Technik

Fisher, I. (1943): A World Map on a Regular Icosahedron by Gnomonic Projection. In: *Geographical Review*, Vol. 33, p. 605–619

Fisher, I.; Miller, O. M. (1944): *World Maps and Globes*. New York

Fuller, R. Buckminster (1943): *Dymaxion World*. In: *Life*, Vol. 14, No. 9, p. 41–55

Furuti, C. A. (2015): *Map Projections: Polyhedral Maps part 1*. <http://www.progonos.com/furuti/MapProj/Normal/ProjPoly.html> (28.2.2017)

Furuti, C. A. (2017): *Map Projections*. <http://www.progonos.com/furuti/MapProj/MapIndex/cartIndex.html> (28.3.2017)

Grafarend, E. W.; Krumm, F. W. (2006): *Map Projections*. Berlin: Springer 2006

Harms, T. (2016): Die Welt sieht ganz anders aus. In: *Berliner Zeitung* Nr. 259 v. 4.11.2016

Louis, H. (1961): *Allgemeine Geomorphologie. Lehrbuch der allgemeinen Geographie*. Berlin: de Gruyter

Mulcahy, K.; Clarke, K. (2001): Symbolization of map projection distortion: a review. In: *Cartography and Geographic Information Science*, Vol. 28, no. 3, p. 167–181

n-tv, o. V. (2016): Seltsam anzuschauen, aber präziser. Japaner entwirft neue Weltkarte. [www.n-tv.de/wissen/Japaner-entwirft-precisere-Weltkarte-article19010381.html](http://www.n-tv.de/wissen/Japaner-entwirft-precisere-Weltkarte-article19010381.html) (28.3.2017)

Riese, S. (2003): *Dymaxion World. Kartographische Revolution. Dokumentation*. Internat. School of Design, Köln

Šavrič, B.; Jenny, B.; White, D.; Strebe, D. R. (2015): User preferences for world map projections. In: *Cartography and Geogr. Inform. Science*, Vol. 42, No. 5, p. 398–409

Schlegel, I. (2016): Die genaueste Karte der Welt: It's all about Flächentreue. [www.dgfk.net/index.php?do=dbk&PHPSESSID=3a857ac0a26e51225107a1b5e9dec60e](http://www.dgfk.net/index.php?do=dbk&PHPSESSID=3a857ac0a26e51225107a1b5e9dec60e) (27. 2.2017)

Snyder, J. P.; Voxland, P. M. (1989): *An Album of Map Projections*. U. S. Geological Survey

Strebe, D. (2016a): Interrupted and Polyhedral Projections. In: Monmonier, M. (Hrsg.): *The History of Cartography*, Vol. 6, p. 1174–1177

Strebe, D. (2016b): Cultural and Social Significance of Map Projections. In: Monmonier, M. (Hrsg.): *The History of Cartography*, Vol. 6, p. 1177–1181

Wagner, K. (1941): Neue ökumenische Netzentwürfe für die kartographische Praxis. In: *Jahrbuch der Kartographie* 1941, p. 176–202

Wagner, K. (1949: 1. Aufl., 1962: 2. Aufl.): *Kartographische Netzentwürfe*. – Leipzig/Mannheim: Bibliographisches Institut

#### Über die Autoren

Dr.-Ing. Rolf Böhm, Bad Schandau. Ingenieurbüro für Kartographie. Interessensfelder: Kartographische Reliefdarstellungen, Kartennetzentwürfe, Kartographische Signographie.

E-Mail: [info@boehmwanderkarten.de](mailto:info@boehmwanderkarten.de)

Prof. i. R. Dr.-Ing. W. G. Koch, TU Dresden, Institut für Kartographie, Interessensfelder: Theoretische Kartographie, Kartengestaltung, Geschichte der Kartographie.

E-Mail: [wolf.koch@tu-dresden.de](mailto:wolf.koch@tu-dresden.de)

HS-Doz. i. R. Dr. sc. techn. Werner Stams (Jg. 1927), Dipl.-Geogr., Dr.-Ing., TU Dresden; Interessensfelder: Kartengestaltung, Thematische Kartographie, Geschichte der Kartographie, Technikgeschichte.

E-Mail: [werner.stams@stoisiek.de](mailto:werner.stams@stoisiek.de)

Manuskript eingereicht am 13.4.2017  
Nach Review angenommen am 5.5.2017

## Abo-Service · Beratung · Bestellung

### Abonnements und Vertrieb

Stephanie Hank

Telefon: (02 28) 9 54 53 - 35

E-Mail: [s.hank@kirschbaum.de](mailto:s.hank@kirschbaum.de)

### Sonderdrucke und Anzeigen

Elisabeth Kozur (Mediaberatung)

Telefon: (02 28) 9 54 53 - 26

E-Mail: [e.kozur@kirschbaum.de](mailto:e.kozur@kirschbaum.de)



Kirschbaum Verlag GmbH  
Siegfriedstraße 28 · 53179 Bonn, Postfach 21 02 09 · 53157 Bonn  
Telefon (02 28) 9 54 53 - 0, Telefax (02 28) 9 54 53 - 27  
Internet: [www.kirschbaum.de](http://www.kirschbaum.de)