



## Kartographie – eine selbständige, integrative und spannende Wissenschaft

Manfred F. Buchroithner, Dresden

### Kurzfassung

Ausgehend von kartographiehistorischen Darlegungen und wissenschaftstheoretischen Überlegungen wird versucht, anhand einiger Beispiele den integrativen Charakter der Geodatensvisualisierung zu beleuchten. Dabei spielen Datenerfassung, -prozessierung und -analyse ebenso eine Rolle wie eine optimierte nutzergerechte Darstellung. Die vorgestellten Anwendungsprojekte reichen von TLS-basierten unterirdischen 3D-Kartierungen in den Alpen bis zu multitemporalen dreidimensionalen Auswertungen von satellitenbasierten Gletscheraufnahmen für die Hochgebirge Zentralasiens.

**Schlüsselwörter:** Kartographie, Epistemologie, Terrestrisches Laserscanning, Fotorealistische 3D-Modelle, 3D-Visualisierung, Höhlensvisualisierung, Gletscher-Monitoring

### Abstract

Taking statements about the early history of cartography and epistemological reflections as an outset, the author tries to illuminate the integrative character of geodata visualization giving some exemplary cases. They show the role of data acquisition, data processing and data analysis and, first of all, a user-friendly visualisation. The presented application projects reach from TLS-based subterraneous 3D mapping in the Alps to multitemporal three-dimensional analyses of spaceborne glacier imagery for the high-mountain ranges of Central Asia.

**Keywords:** Cartography, Epistemology, Terrestrial Laser scanning, Photorealistic 3D Models, 3D Visualisation, Cave Visualisation, Glacier Monitoring

### 1. Ein kurzer epistemologisch orientierter Abriss

Die Medizin gilt als eine „uralte“ *Wissenschaft und Kunst*, die es *seit Menschengedenken* gibt. Sie bedient sich unterschiedlicher Methoden und „tools“ wie der Chemie bzw. Pharmazie, der Digitalen Bildanalyse und heutzutage in zunehmendem Maße der Robotik. Dies alles mit einem *Endziel*: ein gesunder Mensch.

Trotz aller Komplexität und Diversität der Medizin – zum Beispiel Neuro- oder Herzchirurgie, HNO-Arzt usw. – besteht in der Öffentlichkeit und in Fachkreisen kein Zweifel: man spricht von *der Medizin und dem Arzt*.

Wie sieht es nun bei der Kartographie aus? Hier sind das *Endziel* autoplausible, genaue Geovisualisierungen. Als „tools“ bedient sich die Kartographie der „Vermessung“ im weitesten Sinne, der Fernerkundung, der Digitalen Bildanalyse sowie heute in zunehmendem Maße digitaler „Krokis“ (vgl. *Open Street Mapping*). Historisch gesehen ist die Kartographie – ebenso wie die Medizin – eine uralte *Technik und Kunst*. Offiziell wurde die Kartographie 1949 von der United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) unter Einbindung von weltführenden Vertretern der Kartographie und UNO-Experten als *selbständige Wissenschaft* anerkannt (U.N. Publication 1949/II/19: S. 8) [1]. Zehn Jahre spä-

ter erfolgte die Gründung der International Cartographic Association (ICA), welche heute offizielle Vertreter von 80 Ländern umfasst und weltweit Empfehlungen für die Kartengestaltung und die Forschung auf dem Gebiet der Kartographie herausgibt.

Und wie ist hier die öffentliche und fachliche Meinung? Gibt es (heute noch) *die Kartographie, den Kartographen*, der sich verschiedener „tools“ der Datengewinnung und -prozessierung bedient und trotzdem als *Kartograph* gesehen wird?

Bereits im Jungpaläolithikum, ca. 25 000 v. Chr., finden wir erste kartenähnliche Darstellungen: In Dolní Věstonice nahe Pavlov (Pöllau), 35 km südlich von Brünn in Südmähren, wurde die sogenannte „*Mährische Landkarte*“, auch *Pavlov-Karte* genannt, gefunden, eine in einen Mammutstoßzahn gravierte kartographische Darstellung von Mäandern des Flusses Dyje, von Relief- bzw. Erosionsformen und einer jungpaläolithischen Siedlung.

Abgesehen von dem weltbekannten „Allround-Geowissenschaftler“ Alexander von Humboldt haben berühmte Kartographen wie Conrad Gyger, Matthias Oeder, Adam Friedrich Zürner, Peter Anich, Guillaume-Henry Dufour und Sven Hedin, aber in jüngerer Zeit auch Eduard Imhof, Wolfgang Pillewizer, Erik Arnberger usw. vielfach selbst ihre kartographischen Daten im Gelän-

de aufgenommen/gemessen (vgl. Buchroithner 2007) [2]. So wussten sie genau, wie exakt ihre Karten wirklich waren und was sie darstellten (vgl. heute Open Street Mapping).


Aber: Wo ist die Kartographie im allgemeinen Kontext der Wissenschaften positioniert? Welchem Wissenschaftstyp gehört sie an? Was charakterisiert sie? Sind die Konzepte und Prinzipien in der Kartographie originär oder von anderen Wissenschaften abgeleitet?

Durch obige Fragestellungen motiviert, versuchen wir am Institut für Kartographie der TU Dresden eine Analyse der Kartographie hinsichtlich ihres technologischen Kontexts und ih-

res Beitrags zur wissenschaftlichen Erkenntnis durchzuführen. Wie sieht nun die Ausgangssituation aus? Rudi Ogrisek (1987) [3] wertet Geographie und Geodäsie als „die Mutterdisziplinen“ der Kartographie.

Der in unseren Studien verwendete Ansatz entspricht der in der Wissenschaftstheorie üblichen Vorgehensweise. Als Grundlage dient das allgemeine Klassifikationsthema der Wissenschaften nach Charles S. Peirce (1903) [4] sowie Willard V. Quine (1961) [5] und Mario Bunge (1998) [6], welches zwischen Formal- und Realwissenschaften unterscheidet. Als weitere Grundlage diente der von David Harvey (1969)

Science Type	Science Classification	Sciences, disciplines
1st Type	Formal sciences	Logic, Mathematics
2nd Type	Basic sciences	Physics, Chemistry, Biology
3rd Type	Physical/Natural sciences	Geology, Climatology, Geomorphology, Glaciology, etc.
	Social/Human sciences	Sociology, History, Economics, Politics, Anthropology, etc.
4th Type	Geographic sciences	Physical Geography, Human Geography, Regional Geography



Tab. 1: Geographie im Kontext der Wissenschaften (nach Harvey 1969 [7])

Science Type	Science Classification	Sciences, disciplines
1st Type	Formal sciences	Logic, Mathematics
2nd Type	Basic sciences	Physics, Chemistry, Biology
3rd Type	Physical/Natural sciences	Geodesy, Astronomy, Geology, Climatology, Geomorphology, Glaciology, etc.
	Social sciences	Sociology, History, Economics, Politics, Anthropology, etc.
	Human sciences	Psychology, Semiotics, Hermeneutics, Phenomenology, etc.
4th Type	Geographic sciences	Physical Geography, Human Geography, Regional Geography
	Cartographic sciences	Topographic Cartography, Thematic Cartography

Tab. 2: Kartographie im Kontext der Wissenschaften (aus Azócar & Buchroithner 2009 [8]).

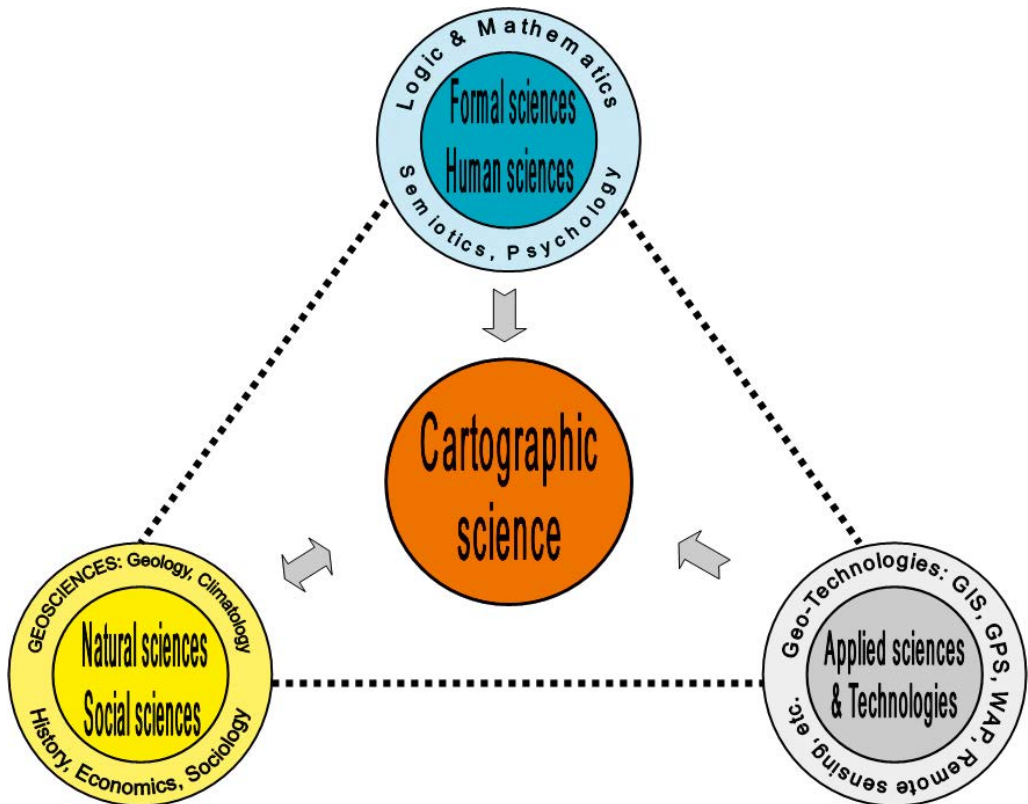


Abb. 1: Kartographie im Kontext der Wissenschaften (Entwurf Buchroithner 2010).

[7] entwickelte wissenschaftstheoretische Rahmen der Geographie auf Basis des neopositivistischen Paradigmas (vgl. Tabelle 1).

Wie aus den Tabellen 1 und 2 ersichtlich, sind die Formalwissenschaften, welche die Hauptbasis der Kartographie darstellen, im Klassifikationsschema der Wissenschaften „weit weg“ von dieser angeordnet. Auf dem „Nukleus“ der Formalwissenschaften und den unverzichtbar unterstützenden Humanwissenschaften aufbauend dient die Kartographie der Darstellung raumbezogener Phänomene sowohl der Natur- als auch der Sozialwissenschaften (vgl. auch Abb. 1). Weitgehend wird geglaubt, dass die Kartographie ihren wissenschaftlichen Status lediglich deshalb besitzt, weil sie Technologien benutzt, welche auf Prinzipien basieren, die von den Angewandten oder Grundlagenwissenschaften stammen. Es erhebt sich die Frage, ob letztere Feststellung stimmt.

Aus obigen Aussagen und (unter anderem) Tabelle 3 ergeben sich folgende Schlussfolgerungen: Die gegenwärtige epistemologische Rolle der Kartographie im Kontext der Wissen-

schaften behandelt die Beziehungen zu diesen oder ihren Zweigen, berücksichtigt aber nicht die „hierarchische Ordnung“ zwischen den Wissenschaften. Obwohl (noch immer?) hinsichtlich ihrer Entwicklung theoretischer Grundlagen auf einem „niedrigeren“ Niveau als die Geographie, nützt die Kartographie jedoch Postulate der Wissenschaften des Typs 1, der Formalwissenschaften. Neben der Einordnung als Informations- und Kommunikationswissenschaft, muss die Kartographie heute auch den Wissenschaften vom Typ 4, den Umweltwissenschaften, zugeordnet werden. Details zu diesem Thema können der Publikation [9] entnommen werden.

Der der Kartographie zustehende wissenschaftliche Status beruht unter anderem auf ihrem Einsatz von Technologien, die auf den soliden Grundlagen von Angewandten und Grundlagenwissenschaften basieren. Aus epistemologischer Sicht ist dies jedoch nicht ausreichend.

Die Kartographie ist – aus Sicht der TU Dresden – aufgefordert, zusätzlich zu ihrer wohl entwickelten und modernen Methodik ihre eigene

Science Classification	Sciences, disciplines	Major Methodologies & Technologies
Formal sciences	Logics, Mathematics	Calculation, Computation, Modelling/Simulation
Basic sciences	Physics, Chemistry, Biology	Calculation, Computation, Modelling/Simulation, Experiments
Applied sciences	Electronics, Software Engineering, Nanotechnology, etc.	Calculation, Computation, Modelling/Simulation, Prototyping
Environmental sciences	Geographic and Geomatic sciences, <i>Cartographis science</i>	Remote Sensing, Geographic Information Systems, Global Positioning Systems, Digital Photogrammetry, Program- ming, etc.

Tab. 3: Methoden und Techniken im Kontext der Wissenschaftsklassifikation (aus Buchroithner & Azocar 2011 [9]).

aktuelle wissenschaftstheoretische Basis zu schaffen. Hier besteht Nachholbedarf!

## 2. Integrativ und spannend – einige Applikationsbeispiele

Spätestens seit den weltweit durch die Presse gegangenen falschen Feststellungen des *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* sind Hochgebirgs- und vor allem Gletscherforschung, nicht zuletzt aufgrund der Trinkwasserproblematik, in aller Munde. Seit 1973 stellen sie auch einen der Forschungsschwerpunkte des Autors dar und bilden den Rahmen für die im Folgenden gebrachten Beispiele.

### 2.1 3D-Kartierung der Dachsteinsüdwand- höhle

Da von verschiedenen Speläologen, so auch vom Autor, die Vermutung gehegt wird, dass zwischen der Dachsteinsüdwandhöhle im Süden und dem gewaltigen Hierlatz-Höhlsystem bei Hallstatt im Norden unter dem gesamten Dachsteinmassiv (Oberösterreich/Steiermark) eine „begehbare“ Verbindung von knapp 10 km Luftlinie besteht, hat sich das Institut für Kartographie der TU Dresden seit dem Jahre 1996 in mehreren Kampagnen der 3D-Vermessung der Dachsteinsüdwandhöhle (47° 28' 00.85" Nord und 13° 36' 31.92" Ost; Eingang 1834 m Seehöhe; Österr. Höhlenkatalog No. 1543/28) gewidmet. Nach initialen Kampagnen mit Hängekompass und Querprofilaufnahmen wurde im Winter 2007 eine Vermessung von Ramsauer Dom und Schladminger

Schacht (unter anderem 60 m freihängendes Abseilen) mittels des terrestrischen Laserscanners (TLS) Riegl LMS Z420i durchgeführt. Die technischen Schwierigkeiten und Details der Kampagne sowie die Ergebnisse sind in der Zeitschrift Photogrammetrie-Fernerkundung-Geoinformatik in dem Artikel „Terrestrial Laser Scanning for the Visualization of a Complex Dome in an Extreme Alpine Cave System“ im Jahre 2009 publiziert worden (Buchroithner & Gaisecker, 2009) [10]: Datenerfassung, -prozessierung und endgültige Visualisierung aus „einer Hand“, jener des Kartographen. Es konnte gezeigt werde, dass sehr kompliziert geformte komplexe Räume nur dynamisch adäquat visualisiert werden können, was impliziert, dass hier *Softcopies* den Analogdarstellungen bei weitem überlegen sind.

### 2.2 3D-Kartierung des vereisten Teils der Eisriesenwelt

Die Eisriesenwelt, die nach einhelliger Meinung aller Experten größte Eishöhle der Erde, liegt etwa 50 km südlich der Stadt Salzburg und ist eine touristisch erschlossene, kommerziell geführte Höhle. Nach Aussage der Höhlenverwaltung reichten die bisherigen Schätzungen der vereisten Fläche dieses Höhlensystems von „annähernd 10 000 m<sup>2</sup>“ bis „mehr als 40 000 m<sup>2</sup>“: also Abweichungen um einem Faktor von über 400 Prozent! Zudem stellt das Höhleneis ja *das* Tourismuspotential der Region dar. Wie sieht es nun mit der Dynamik des Eises in Zeiten des *Global Warming* aus? Geht es zurück, oder gibt



**Abb. 2:** Abbildung eines TLS-Scans mit dem Faro Photon 20/120 in der äußeren Eisriesenwelt vom 7. April 2010. Oben: Scan-Punktwolke. Unten: Synchron aufgenommenes Digitalfoto zum Drapieren der Bildtextur.

es gar einen Inversionseffekt? Eine erste Referenzmessung sollte hier Klarheit schaffen und die Grundlage für ein späteres Eis-Monitoring darstellen.

Eine Woche lang waren zwei Gruppen von Kartographiestudenten der TU-Dresden, unterstützt von Höhlenführern und einem Mitarbeiter der Firma Faro, unter Leitung des Autors bei Minusgraden und vergleichsweise hoher Luftfeuchtigkeit Anfang April 2010 mit zwei terrestrischen Laserscannern Faro Photon 20/120 in der Höhle unterwegs. Die mittels hochgenauer Vermessungen an das Österreichische Bundemeldenetz angehängten 158 360°-Scans und ca. 2 000 hochaufgelösten Texturbilder (über 28 Gigabyte Daten) werden nach der äußerst aufwendigen Datenprozessierung in einem fotorealistischen 3D-Modell der Eisriesenwelt resultieren, welches dann verschiedentlich Verwendung finden wird.

Um sicherzustellen, dass auch wirklich die „wahre“ Eisoberfläche bei der Aufnahme erfasst wurde, und der Laserstrahl nicht etwa tiefer in

das Eis eindringt, sind auf Initiative des Verfassers zuvor in Zusammenarbeit mit einem Physiker der Firma Faro Tests durchgeführt worden. Erste Berechnungen erbrachten 27 890 m<sup>2</sup> Eisoberfläche. Abb. 2 zeigt beispielhaft die von einem Standpunkt aus aufgenommenen Scan- und Bilddaten.

### 2.3 Gletscherkartierungen und Kartenaktualisierung in der Brenta-Gruppe

Im August 2008 wurde auf Initiative der Alpenvereinskartographie von zwei Mitarbeitern des Instituts für Kartographie der TU Dresden und dem Autor eine Gletscheraktualisierung in der Brenta-Gruppe, dem Gebiet der seinerzeit (1908) berühmtesten Gebirgskarte der Erde, durchgeführt. Hierzu dienten neben dem überschweren Long-Range-TLS Riegel LPM-321 (samt Autobatterie) auch *geotagged* Fotografien, die zum Gutteil stereoskopisch aufgenommen wurden. Die seit der letzten Auflage (2005) eisfrei gewordenen Gebiete wurden vom Verfasser auf der Basis von ultrahoch aufgelösten Satellitenbildern

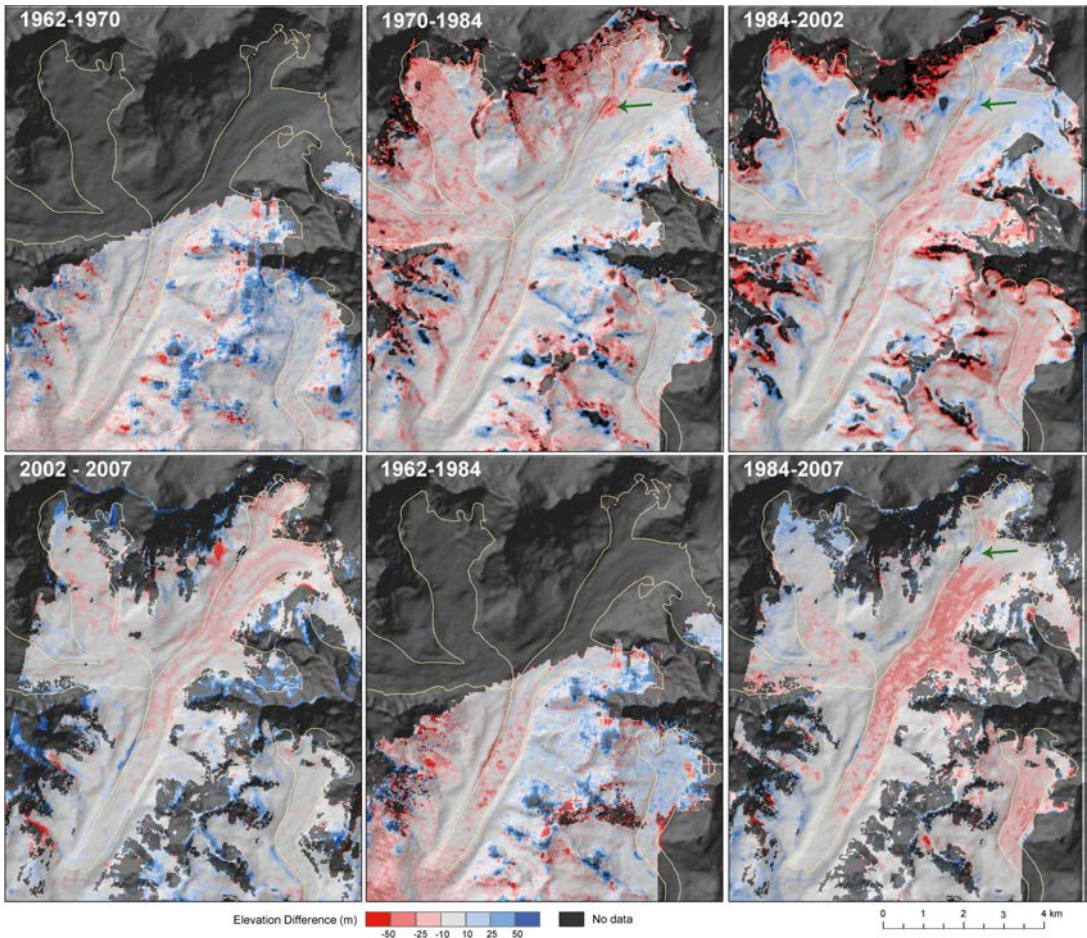


Abb. 3: Aus Stereo-Satellitenbilddaten abgeleitete differenzielle DGMs des Khumbu-Gletschers für verschiedene Zeitabschnitte (aus Bolch et al., 2010 [13], weitere Erläuterungen im Text).

mit Fels- und Geröllzeichnung im Stile der Erstauflage von Leo Aegerter und Hans Rohn händisch ergänzt und die Karte dann im praktikablen Maßstab 1:15 000 gedruckt. Die Publikation in der Zeitschrift *Erdkunde* „The Centennial Edition of the 1908 Alpenverein Map of the Brenta Massif, Italy. (Map Supplement: Gruppo di Brenta 1:15000. Special Edition on the Occasion of the 100th Anniversary of the First Edition)“ gibt die bei diesem Projekt aufgetretenen wissenschaftlichen Probleme und technischen Details wieder (Buchroithner & Himpel, 2010) [11].

## 2.4 Multitemporale und AI-gestützte (3D-) Gletscherkartierungen

Wie unter anderem im letzten „Assessment Report (AR) 4“ des *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* im Jahre 2009 von der Working Group (WG) I berichtet, ist der Trend

einer weltweiten Gletscherreduktion definitiv nachweisbar. Vor diesem Hintergrund sind Methodenentwicklungen für Kartierungen von Gletscheränderungen mittels automationsgestützter Auswertung von Satellitenbilddaten und deren konkrete Durchführung wichtig.

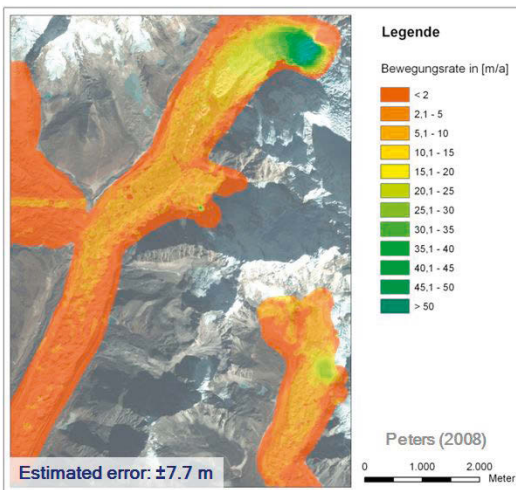
### 2.4.1 Kartierung von Änderungen der Eisvolumina

*Corona* ist der Name der ersten U.S.-amerikanischen Spionagesatelliten (Einsatzzeitraum 1960 – 1972). Die darauf installierten stereoskopischen Streifenkameras mit der Bezeichnung *KH (Key Hole)* nahmen mit einem Stereowinkel von 30° auf. 1995 gab Präsident Bill Clinton die „*Declassification*“ der Corona-Daten bekannt. Im Zuge einer multitemporalen Eisoberflächenkartierung von nepalesischen Everest-Gletschern, vor allem des berühmten Khumbu-Gletschers, wur-

den vom Kartographen-Team der TU Dresden weltweit zum ersten Male Stereobilddaten der ersten Spionagemission (*KH-1*) vom Dezember 1962 ausgewertet und detaillierte DGMS erstellt. Im Vergleich mit Geländemodellen basierend auf Corona *KH-4B* (aus 1970), Cartosat-1, IRS *P-5* sowie ASTER ließen sich somit erstmals über einen Zeitraum von mehr als vier Dekaden die Eismassenverluste exakt quantifizieren. In den Publikationen von Bolch et al. (2008) [12], Bolch et al. (2010) [13] und Pieczonka et al. (2011) [14] sind sämtliche Details dazu und vor allem auch die Genauigkeitsgrenzen angegeben. Der spezifische Massenverlust ist mit  $0.32 \pm 0.08 \text{ mw.e.a}^{-1}$  allerdings nicht größer als der globale Durchschnitt in diesem Zeitraum.

#### 2.4.2 Kartierung von Gletscherfließgeschwindigkeiten

Ohne an dieser Stelle auf die methodischen und Genauigkeitsaspekte der Geschwindigkeitsbestimmung des Gletscherfließens mittels automatischem *pattern matching* oder manuellem *feature tracking* einzugehen, soll hier kurz der kartographischen Darstellung Raum gegeben werden. Die Bewegungsvektoren wurden der Arbeit von Bolch et al. (2008) [15] entnommen, in der auch weitere Details zur Datenprozessierung und den oben erwähnten Punkten enthalten sind.

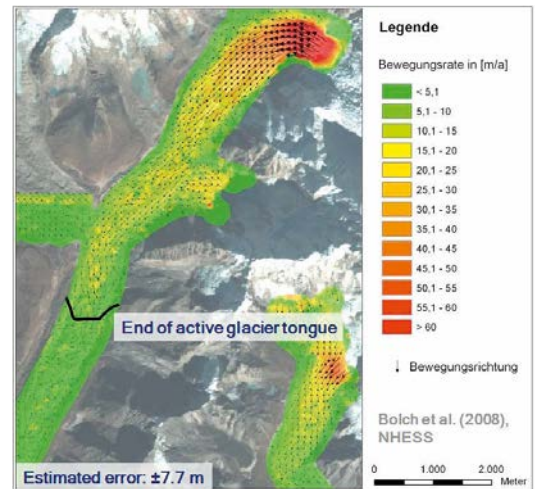


**Abb. 4:** Kartographische Darstellung von Oberflächenfließgeschwindigkeiten und Fließrichtungen des Khumbu-Gletschers nach dem sog. Ampelprinzip, berechnet aus Ikonos-Aufnahmen von 18. 12. 2000 und 19. 11. 2001. Die Länge der Geschwindigkeitsvektoren reicht von < 10 m (kurz) bis > 60 m pro Jahr (lang)

Basierend auf der Theorie der sogenannten „*opponierenden Farben*“ des Sächsischen Hirnforschers Karl Ewald Konstantin Hering (1834 – 1918), der bereits die antagonistische Wirkung der Farben Rot und Grün beschrieb, wurden die beiden Prinzipien, das *Ampelprinzip* (Grün: hohe Geschwindigkeit; Rot: niedere Geschwindigkeit/Stagnation) und das *Prinzip des Gefahrenausmaßes* (Grün: niedere Gefahr; Rot: hohe Gefahr/Ankündigungseffekt), ausgetestet. Abb. 4 und 5 zeigen deren Applikation auf die Gletscherbewegung. In Glaziologenkreisen hat sich insbesondere im Unterschied zu anderen Thematiken letzteres Prinzip durchgesetzt.

#### 2.4.3 Automationsgestützte Kartierung schuttbedeckter Gletscher

Basierend auf ersten Ansätzen von Bishop et al. (2001) [16], Paul et al. (2004) [17] sowie Bolch & Kamp (2006) [18] wurden von Buchroithner & Bolch (2007) [19] sowie von Bolch et al. (2008) [20] und vor allem von Buchroithner et al. (2011) [21] Verfahren zur automationsgestützten Kartierung schuttbedeckter Gletscher entwickelt und beschrieben. Die in Dresden entwickelte Vorgehensweise ist morphometriebasiert, verwendet auch thermale Information und legt großen Wert auf einen „Schattenausgleich“ (von Informatikern irreführenderweise als „*Shading*“ bezeichnet).



**Abb. 5:** Kartographische Darstellung von Oberflächenfließgeschwindigkeiten und Fließrichtungen des Khumbu-Gletschers nach dem sog. Prinzip des Gefahrenausmaßes, berechnet aus Ikonos-Aufnahmen von 18. 12. 2000 und 19. 11. 2001. Die Länge der Geschwindigkeitsvektoren reicht von < 10 m (kurz) bis > 60 m pro Jahr (lang). Leicht verändert nach Bolch et al. (2008) [15]. Vergleiche Abb. 4.

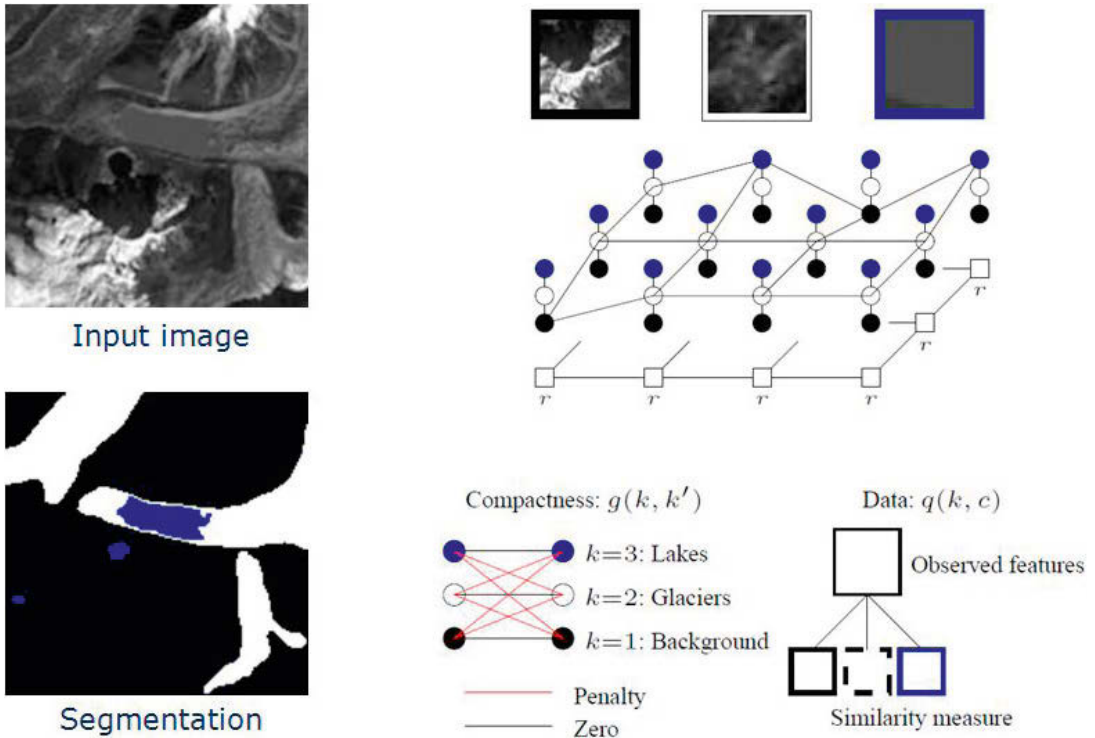


Abb. 6: Visualisierung der Segmentierungsidee im KI-basierten Klassifizierungssystem für schuttbedeckte Gletscherzungen der TU Dresden. Verfasser: D. Shlezinger, TU Dresden (vgl. Buchroithner et al., 2011 [21])

Ein KI-gestützter Ansatz versucht, das Wissen und die Geländekenntnisse eines Experten in ein selbstlernendes System zu integrieren, das auf einem probabilistischen *Gibbs-Markov-Modell* aufbaut. Jüngste Tests zeigten, dass bei minimaler anfänglicher Interaktion eines *operators* die besten Ergebnisse erzielt werden (Buchroithner et al., 2011) [21]. Abb. 6 gibt einen Eindruck, wie versucht wird, eine bestmögliche Stabilität des Lernprozesses auf der Basis „robusten“ menschlichen Wissens zu erreichen.

### 3. Und alles portabel autostereoskopisch visualisiert ...

Dass bei all den oben geschilderten Projekten die Dreidimensionalität der Geodaten eine große Rolle spielt, ist wohl evident. Daher befasst sich das Dresdener Team um den Autor seit Jahren mit der „echt-dreidimensionalen“, d.h. autostereoskopischen Visualisierung. Die aktuellen Trends auf diesem Gebiet sind in einem vom Verfasser herausgegebenen Buch (Buchroithner, 2011) [22] und in zusammengefasster Form in einem Artikel von Knust & Buchroithner 2010 [23] beschrieben. Die jüngste in Dresden betriebene Entwicklung ermöglicht es, auf einem Smartphone mit Touch

Screen-Funktion (z.B. iPod touch 3rd generation) via *3DeeSlide* Geodaten autostereoskopisch, d. h. brillenlos, zu betrachten. Dass hier die Gruppe um den Verfasser mit dem Technologiepionier *Spatial View Inc.* (Toronto, San Francisco, Dresden; <<http://www.spatialview.com/>> [24]) zusammenarbeiten kann, ist erfreulich. Unter <<http://3deecentral.com/catalog/product/8180>> [25] kann hier weitere Information abgerufen werden.

### Resümee

Ein Spitzenmediziner, der nur theoretisch wissenschaftlich arbeitet, wird schwerlich ein wirklich guter Arzt sein. In der Kartographie verhält es sich ähnlich: nur eine permanente Rückkopplung zwischen theoretischen Entwicklungen und graphischen/technologischen Entwicklungen wird wirklich langfristig zu optimierten kartographischen Produkten führen. Kartographie kommt von *charta* und *graphein* – Karten zeichnen. Und dafür auch – wie seinerzeit ein Peter Anich oder ein Sven Hedin – die Daten selbst zu erfassen, gibt nicht nur die Gewissheit, dass diese auch stimmen (!), sondern macht auch Spaß. Dann ist Kartographie das, was sie ursächlich war: *eine integrative, spannende Wissenschaft*.



## Danksagung

Anlass für das Verfassen obiger Zeilen ist die Zuerkennung der Hopfner-Medaille an den Autor. Sie spiegeln in stark verkürzter Form einen Teil des am 11. November 2010 gehaltenen Festvortrags wider. Dass es zu diesem Ereignis kommen konnte, ist mir wohl gesonnenen Kollegen, die augenscheinlich meine wissenschaftlichen geo-orientierten Arbeiten und Leistungen schätzen, zuzuschreiben. Dafür möchte ich vielemals danken. Mein herzlicher Dank gilt meinen Studenten, Doktoranden, Mitarbeitern und Kollegen, die mitgeholfen haben, die in diesem Vortrag präsentierten Projekte erfolgreich einzuwerben und durchzuführen. Ich weiß es sehr wohl zu schätzen, dass es die Österreichische Geodätische Kommission war, die hier in synergetischer und holistischer Denkweise eine – wie ich meine – beispielhaft zukunftsorientierte Entscheidung bei der Auszeichnung eines *Kartographen* getroffen hat. Hierfür ebenfalls mein Dank, ich bin mir der großen Ehre bewusst. Bei den vielen wohlthönenden Worten anlässlich der Verleihung benötigt man schon ein gewisses Maß an Zurückhaltung, um das zu vermeiden, was François de La Rochefoucauld so beschrieb: „C'est plutôt par l'estime de nos propres sentiments que nous exagérons les bonnes qualités des autres, que par l'estime de leur mérite; et nous voulons nous attirer des louanges, lorsqu'il semble que nous leur en donnons.“ „... il faut des rites.“ Sagt der Fuchs in *Le Petit Prince* von Antoine de Saint-Exupéry.

– Qu'est-ce qu'un rite? dit le petit prince.

– C'est aussi quelque chose de trop oublié, dit le renard. C'est ce qui fait qu'un jour est différent des autres jours, une heure, des autres heures. ...

Dass ich so einen „Ritus“, „anderen Tag“, eine „andere Stunde“ erleben durfte, verdanke ich nicht zuletzt meiner lieben Frau und meinen Kindern. Ihnen an dieser Stelle meinen Dank auszudrücken, ist alles andere als eine übliche Platitude.

## Referenzen

- [1] *United Nations* (1949): Publication 1949/I/19: S. 8
- [2] *Buchroithner, M. F.* (2007): An Educational Film about the Cartographic Œuvre of Sven Hedin. Proceedings of the 23rd International Cartographic Conference, Moscow, Russia, 4.-10. August 2007, CD-ROM.
- [3] *Ogrissek, R.* (1987): Theoretische Kartographie, VEB Hermann Haack, Geographisch-Kartographische Anstalt (Gotha).
- [4] *Peirce, C. S.* (1903): The Essentials of Pragmatism. Reprinted in: Buchler, J. (Hrsg.): *Philosophical Writings of Peirce*. Dover Publications (New York). S. 251–268.
- [5] *Quine, W.* (1961): From a Logical Point of View. Harvard University Press (Harvard), 2. Auflage.
- [6] *Bunge, M.* (1998): Philosophy of Science: From Problem to Theory. Transaction Publishers (New Brunswick, USA, und London, UK).
- [7] *Harvey, D.* (1969): Explanation in Geography, Eduard Arnold (London).
- [8] *Azócar Fernández, P. & Buchroithner, M. F.* (2009): Cartography in the Context of Sciences: Theoretical and Technological Considerations. International Cartographic Conference, Proceedings 2009, Santiago de Chile. CD-ROM.
- [9] *Buchroithner, M. F. & Azócar Fernández, P.* (2011):

Cartography in the Context of Sciences: Theoretical and Technological Considerations. The Cartographic Journal, 1 (in Druck).

- [10] *Buchroithner, M. F. & Gaisecker, Th.* (2009): Terrestrial Laser Scanning for the Visualization of a Complex Dome in an Extreme Alpine Cave System. Photogrammetrie • Fernerkundung • Geoinformation, Bd. 2009, H.4, S. 329–339.
- [11] *Buchroithner, M. F. & Himpel, Th.* (2010): The Centennial Edition of the 1908 Alpenverein Map of the Brenta Massif, Italy. (Map Supplement: Gruppo di Brenta 1:15000. Special Edition on the Occasion of the 100th Anniversary of the First Edition). Erdkunde, 64, 2, 195 – 202.
- [12] *Bolch, T., Buchroithner, M. F., Pieczonka, T. & Kunert, A.* (2008): Planimetric and Volumetric Glacier Changes in the Khumbu Himal, Nepal, since 1962 Using Corona, Landsat TM and ASTER Data. Journal of Glaciology, 54, 187, 592 – 600.
- [13] *Bolch, T., Pieczonka, T. & Benn, D. I.* (2010): Longest Time Series of Glacier Mass Changes in the Himalaya Based on Stereo Imagery. The Cryosphere Discussion Papers, 2010, No. 4, S. 2593–2613.
- [14] *Pieczonka, T., Bolch, T. & Buchroithner, M. F.* (2011): Generation and Evaluation of Multi-Temporal Digital Terrain Models of the Mt. Everest Area from Different Optical Sensors. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing (angenommen, in Überarbeitung).
- [15] *Bolch, T., Buchroithner, M. F., Peters, J., Bäßler, M. & Bajracharja, S.* (2008): Identification of Glacier Motion Patterns and Potential Dangerous Glacial Lakes at Mt. Everest Using Space Imagery. Natural Hazards and Earth System Sciences 8(6): 1329 -1340.
- [16] *Bishop, M., Bonk, R., Kamp, U. & Shroder, J. F.* (2001): Terrain Analysis and Data Modeling for Alpine Glacier Mapping. Polar Geography, 25, S. 182 - 201.
- [17] *Paul, F., Huggel, C. & Kääh, A.* (2004): Combining Satellite Multispectral Image Data and a Digital Elevation Model for Mapping of Debris-Covered Glaciers. Remote Sensing of Environment, 89, S. 510 - 518.
- [18] *Bolch, T. & Kamp, U.* (2006): Glacier Mapping in High Mountains using DEMs, Landsat and ASTER Data. *Proceedings of the 8th International Symposium on High Mountain Remote Sensing Cartography, 20.-27. März 2005, La Paz, Bolivien.* (= Grazer Schriften für Geographie und Raumforschung 41). S 37-48.
- [19] *Buchroithner, M. F. & Bolch, T.* (2007): An Automated Method to Delineate the Ice Extension of the Debris-Covered Glaciers at Mt. Everest Based on ASTER Imagery. *Proceedings of the 9th International Symposium on High Mountain Remote Sensing Cartography, 14–22 September 2006, Graz, Austria.* (= Grazer Schriften der Geographie und Raumforschung 43). S. 13–24.
- [20] *Bolch, T., Buchroithner, M. F., Kunert, A. & Kamp, U.* (2008): Automated Delineation of Debris-Covered Glaciers Based on ASTER Data. In: Gomarasca, M.A. (Hrsg.): *Geoinformation in Europe. Proceedings of the 27th EARSeL Symposium, 4–7 July 2007.* Bozen, Italy Rotterdam, Millpress, S. 403–410.
- [21] *Buchroithner, M. F., Shlezinger, D., Bolch, T. & Pieczonka, T.* (2011): Automated spaceborne mapping of debris-covered glaciers in high Asia. Geophysical Research Abstracts (angenommen).

[22] Buchroithner, M. F. (Hrsg., 2011): True-3D in Cartography. Springer Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. Autostereoscopic and Solid Visualisation of Geodata. In Druck.

[23] Knust, C. & Buchroithner, M. F. (2010): True-3D in cartography – recent methods and trends. In: Żyszkowska, W. & Spallek, W. (Eds.): "Main Problems of Contemporary Cartography 2010 – Digital Terrain Models in Cartography", University of Wrocław, Poland, 52-64.

[24] <http://www.spatialview.com/>. Letzter Zugriff 16.1.2011.

[25] <http://3decentral.com/catalog/product/8180>. Letzter Zugriff 16.1.2011.

**Anschrift des Autors**

Prof. Dr. Manfred F. Buchroithner, Institutsdirektor, Technische Universität Dresden, Institut für Kartographie, Helmholtzstrasse 10, 01062 Dresden, Deutschland  
 E-Mail: manfred.buchroithner@tu-dresden.de



## Erratum

Im Heft 4/2010 im Beitrag „Estimation of biodiversity relevant quantities from airborne laser scanning data“ (Seite 201 bis 210) sollten die Abbildungsbeschriftungen korrekt lauten:

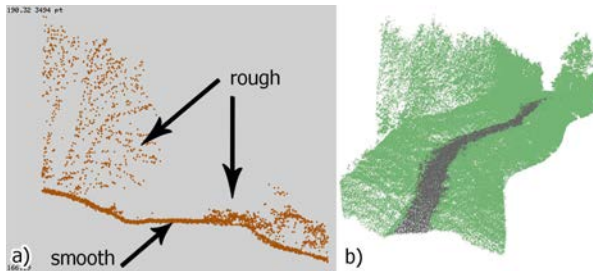


Fig. 3: (a) Profile of forest road (smooth surface) with roadside vegetation and overhanging trees (rough surface); (b) result of 3D segmentation of a forest road, black dots represent the road. [62]



Fig. 4: DSM produced from full-waveform ALS point cloud cut of at 2 m height difference to DTM. Individual and fallen trees are clearly visible. The two images on the right were taken on-site and geo-referenced with GPS. [62]



Fig. 5: (a) Orthophoto; (b) nCM (white = high); (c) ratio of points below 0.2 m and in between 0.2 and 2 m (black = only points below 0.2 m), linear structures correspond to fallen trees. [68]

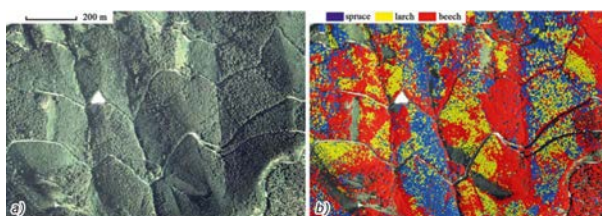


Fig. 6: (a) Orthophoto of forested area; (b) identified tree species spruce (blue), larch (yellow) and beech (red). [72]