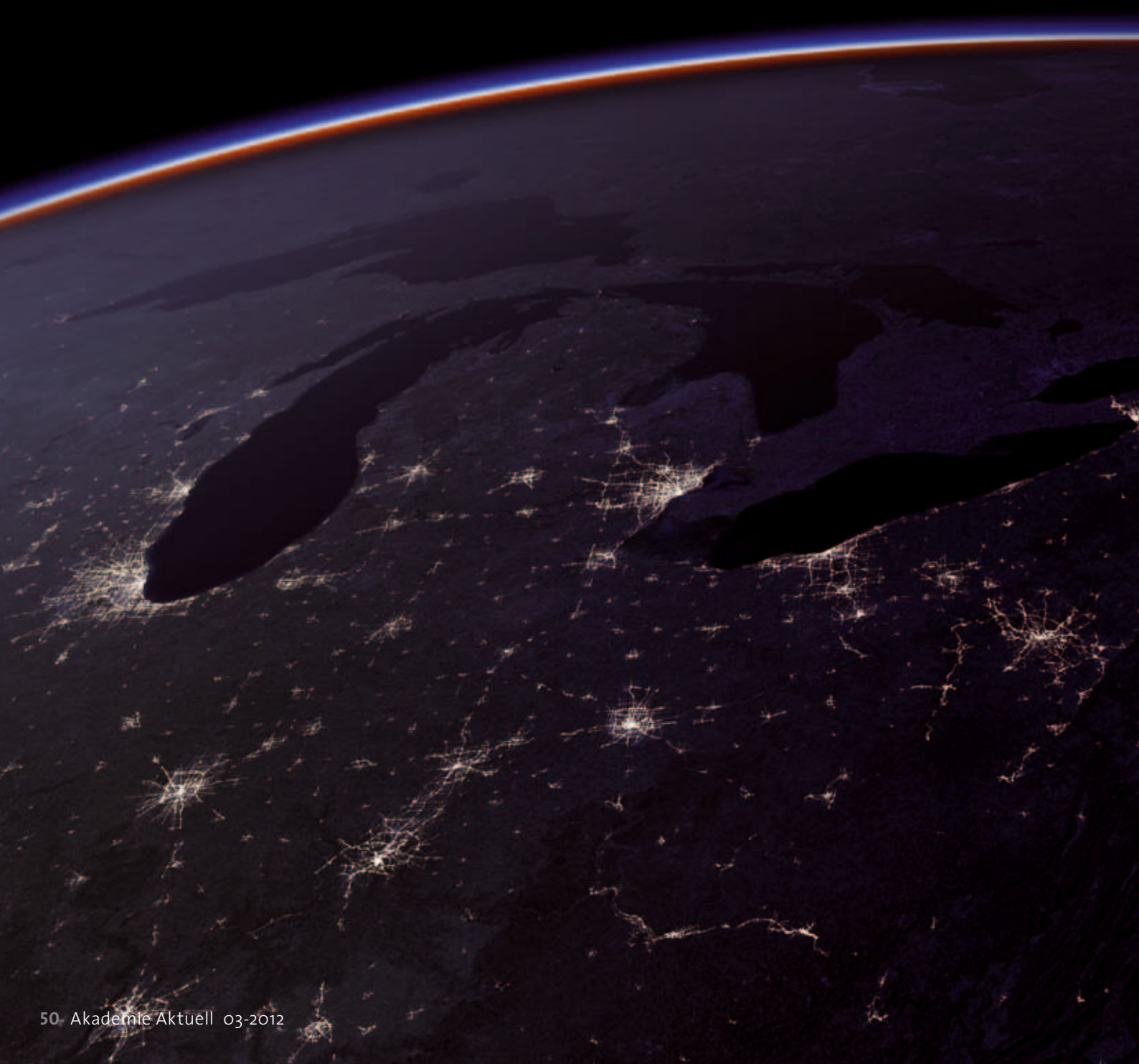


Workshop

DIE ZUKUNFT UNSERER




Abholzung der Wälder, Verlust der Biodiversität, Bevölkerungswachstum – welchen Beitrag kann die Geodäsie zur Erforschung des Globalen Wandels leisten? Diese Frage stand im Mittelpunkt eines Workshops der Deutschen Geodätischen Kommission in der Bayerischen Akademie der Wissen-

schaften. Sechs Experten stellten ihre Sicht auf den Globalen Wandel dar und beleuchteten die Rolle, die die Geodäsie dabei spielt. Damit soll ein Diskussionsprozess in Gang gesetzt werden, der einerseits die Bedeutung des Globalen Wandels für zukünftige Forschungsfelder der Geo-

däsie und andererseits die Bedeutung der Geodäsie zur Bewältigung der Herausforderungen rund um den Globalen Wandel betont und so langfristig zu einer nachhaltigen Entwicklung unserer Umwelt beiträgt.

ERDE

VON CHRISTIAN HEIPKE, THEO KÖTTER, JÜRGEN KUSCHE, WOLFGANG NIEMEIER



Geodäsie und Globaler Wandel: die Ballungszentren an der Ostküste der Vereinigten Staaten von Amerika bei Nacht. Die Aufnahme stammt, wie die übrigen Luftbilder dieses Beitrags, aus dem Bildband „Globaler Wandel. Die Erde aus dem All“, den das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt 2008 veröffentlichte.

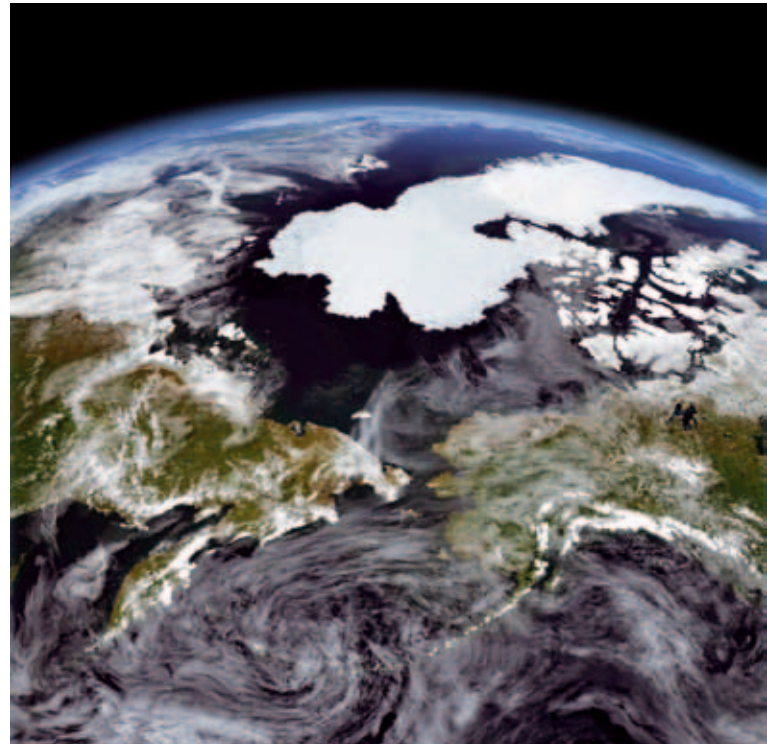
KLASSISCH BETRACHTET ist die Geodäsie die Wissenschaft der Ausmessung und Abbildung der Erdoberfläche; Geodäten waren aber zugleich immer schon die „Notare“ von Grund und Boden. Heute erfasst die Geodäsie die Erde und ihre unterschiedlichen Lebensräume einschließlich ihrer Veränderungen in verschiedenen räumlichen und zeitlichen Skalen; sie analysiert, interpretiert, visualisiert, dokumentiert und bewertet die gewonnenen Informationen. Schließlich modelliert, simuliert und gestaltet sie Entwicklungen aufgrund verschiedener Szenarien und unterstützt Entscheidungsprozesse. Die Geodäsie schafft damit eine unverzichtbare und belastbare, qualitativ hochwertige sowie aktuelle und zuverlässige Daten- und Informationsgrundlage über den Lebensraum Erde und stellt diese über effiziente Geodateninfrastrukturen zahlreichen anderen Disziplinen zur Verfügung. Sie zieht daraus im interdisziplinären Kontext aber auch selbst Schlüsse, leitet Prognosen ab und entwickelt Strategien für die nachhaltige Entwicklung und die Gestaltung von Veränderungsprozessen.

Unter dem Begriff „Globaler Wandel“ wird eine Vielzahl von Prozessen und Einzelphänomenen zusammengefasst, die durch geogene und anthropogene Einflüsse geprägt sind und sich teilweise gegenseitig erheblich beeinflussen. Dazu gehören vor allem der Klimawandel, die fortschreitende Bodendegradation und der Verlust an Biodiversität. Aber auch Bevölkerungswachstum und demographische Veränderungen, die Verstärkerprozesse sowie die Globalisierung der Wirtschaft und deren Folgen für den Warentransport und den Verkehr sind Teil des Globalen Wandels. Der Globale Wandel betrifft damit nicht nur Prozesse und Phänomene auf einer globalen Skala, sondern führt ganz konkret auch zu Veränderungen auf nationaler, regionaler und lokaler Ebene. Im Auftrag des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) heißt es dazu: „Die Eingriffe des Menschen in die natürliche Umwelt haben ein globales Ausmaß erreicht. Besonders der Klimawandel, der Verlust biologischer Vielfalt, die Bodendegradation, die Verknappung und Verschmutzung von Süßwasser sowie die Übernutzung der Meere zählen zu den weltweit voranschreitenden kritischen Veränderungen der natürlichen Umwelt. Diese Ver-

änderungen werden durch die Ausbreitung nicht nachhaltiger Lebensstile und Produktionsweisen sowie eine steigende Energie- und Ressourcen-nachfrage verursacht und beschleunigt. Auch absolute Armut und Bevölkerungswachstum sind wichtige Faktoren. Eine Folge dieses Globalen Wandels ist die wachsende Verwundbarkeit aller Gesellschaften. Neben Industrieländern sind vor allem die am wenigsten entwickelten Länder gegenüber Naturkatastrophen, Nahrungskrisen und Erkrankungsrisiken anfällig. Dadurch werden zunehmend Entwicklungschancen behindert und globale Sicherheits- und Gerechtigkeitsfragen aufgeworfen. In den letzten Jahren wurde daher immer deutlicher, dass die globalen Umwelt- und Entwicklungsprobleme nur durch eine grundlegende Transformation bisheriger Wirtschaftsweisen zu bewältigen sind. Den Globalen Wandel nachhaltig zu gestalten, ist die große Herausforderung für Politik und Wissenschaft.“ (www.wbgu.de/auftrag/auftrag/)

Diese Herausforderungen des Globalen Wandels sind für die zukünftige Entwicklung der Geodäsie von entscheidender Bedeutung. Das Fach kann zu diesen Themen substantielle Beiträge liefern und hat dies in der Vergangenheit mehrfach bewiesen. Beispiele sind die Bereitstellung eines hochgenauen und zuverlässigen globalen

Geodäsie und Globaler Wandel: Modellierte Eisbedeckung der Arktis im Jahr 2070. Die Ausdehnung des Eises wird erheblich zurückgehen, die heute vereisten Nordost- und Nordwestpassagen werden schiffbar sein.





Referenzrahmens für den Nachweis aktueller geodynamischer Prozesse, die Erfassung sämtlicher raumrelevanter Daten und Informationen des Systems Erde, die Erfassung und Analyse von Schwankungen des Meeresspiegels und von Veränderungen der Landbedeckung und Landnutzung sowie die Früherkennung von Naturgefahren wie Hangrutschungen oder Bodensenkungen. Hierzu zählt auch die Erarbeitung von Szenarien, Anpassungsstrategien und Steuerungsmöglichkeiten für urbane Ballungsgebiete, Dörfer und Regionen vor dem Hintergrund des demographischen und wirtschaftlichen Wandels.

Der Workshop

Der Workshop war in die Jahrestagung der DGK eingebettet. Das Grußwort sprach der Präsident der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Karl-Heinz Hoffmann. Er ging insbesondere auf die anerkannte Bedeutung der Geodäsie für die Bayerische Akademie und auf die Einbindung innerhalb des zukünftigen geowissenschaftlichen Bereiches ein.

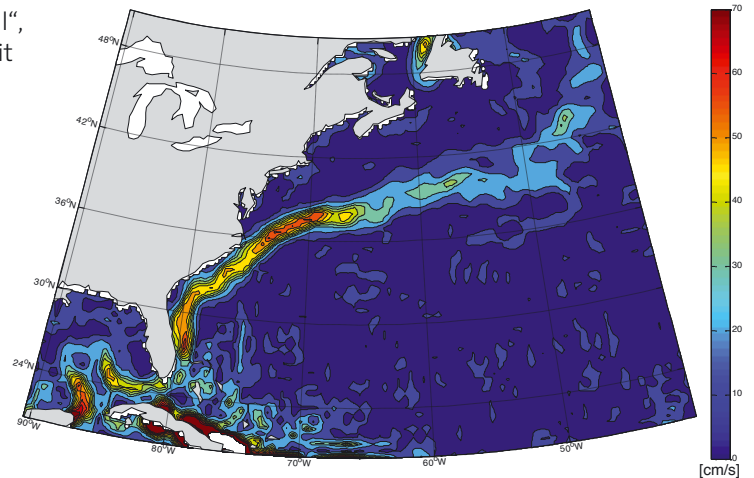
Klimawandel und Klimaschutz

Den Eröffnungsvortrag hielt Gernot Klepper vom Institut für Weltwirtschaft der Universität Kiel zum Thema „Globaler Wandel: globale und lokale Herausforderungen“. Er ist auch Vorsitzender des Nationalen Komitees für Global Change Forschung (NKGCF) der DFG und des BMBF. Er stellte Klimawandel und Klimaschutz in den Mittelpunkt seines Vortrags und fasste realistische Prognosen zum Anstieg der globalen Temperatur und der Kohlenstoffdioxidkonzentration in der Atmosphäre zusammen, die auf der Grundlage vielfältiger Messungen und Modellierungen entstanden sind. Klepper ging auch auf die großen politischen und wirtschaftlichen Interessenskonflikte ein, die sich bei der Diskussion über die Verursacher des Wandels und die Betroffenen seiner Folgen zeigen – etwa beim Handel mit Emissionszertifikaten. Schließlich beschrieb er unter dem Stichwort „Climate Engineering“ technische Möglichkeiten, um der Erderwär-

Geodäsie und Globaler Wandel: „El Mar de plástico“ nahe des spanischen Almería ist die weltweit größte Ansammlung von Folienkulturen. Künstliche Bewässerung hat die andalusische Provinz zu einer Obst- und Gemüseammer Europas gemacht.

Geodätische Weltraumbeobachtungen machen den Golfstrom sichtbar.

mung zu begegnen. „Es ist sinnvoll“, so Klepper, „die Aufnahmefähigkeit der CO₂-Senken inklusive der CO₂-Verpressung im Boden, aber auch in den Ozeanen und im Zuge des so genannten Air Capturing, zu erhöhen. Im Vergleich dazu sind die aktuellen, recht visionären Konzepte – etwa zur Reduktion der Sonneneinstrahlung und zur Erhöhung der Abstrahlung von Erdwärme – zwar billiger und kurzfristiger realisierbar, langfristig aber weniger wirkungsvoll.“



Das Gesamtsystem „Erde“

Die nächsten beiden Vorträge nahmen die Erde als Ganzes ins Blickfeld. Maik Thomas (Institut für Meteorologie der Freien Universität Berlin und Leiter der Sektion Erdsystem-Modellierung am Deutschen GeoForschungszentrum Potsdam) sprach über „Beiträge der Geodäsie für die Modellierung der Erdsystemdynamik“. Er stellte den Zusammenhang zwischen einer konsistenten Modellierung der verschiedenen Teilbereiche des Erdsystems wie der Ozeane, der Hydrosphäre und Kryosphäre sowie der festen Erde auf der Grundlage physikalischer Erhaltungssätze heraus. Anhand beeindruckender Beispiele zeigte er, wie der Stand der Forschung durch die Schwerefeldsatelliten CHAMP, GRACE und GOCE in den letzten Jahren erheblich erweitert wurde. Während sich durch geodätische Beobachtungen typischerweise Gesamteffekte messen lassen, ermöglicht es die physikalische Modellierung in Verbindung mit geeigneten lokalen Beobachtungsverfahren, die einzelnen Effekte zu trennen. „Dabei gilt“, so Thomas, „dass vom Menschen verursachte Effekte des Globalen Wandels gemeinsam mit natürlichen Veränderungen wie z. B. Erdbeben auftreten. Diese beiden Gruppen können nicht getrennt voneinander betrachtet werden.“ Der Globale Wandel kann daher nur begriffen werden, wenn man das Gesamtsystem „Erde“ versteht. Erst dann lassen sich z. B. geodätisch gemessene Eismassenänderungen als zuverlässige Randbedingungen für Klimavorhersagen verwenden. Die aus der Geodäsie stammenden hochgenauen Beobachtungsverfahren, Messdaten und Referenzsysteme dienen in diesem Zusammenhang sowohl als Eingangsinformationen für die Gesamtmodellierung als auch zur Kalibrierung der Modelle und damit zur Verbesserung der daraus abgeleiteten Prognosen.

Globale geodätische Mess- und Beobachtungsverfahren standen auch im Zentrum des Beitrags „Globaler Wandel, GGOS und GEOSS“ von Markus Rothacher vom Institut für Geodäsie und Photogrammetrie der ETH Zürich. Er erklärte: „Der Globale Wandel zeichnet sich u. a. durch eine Überlagerung ‚schleichender‘ Langzeittrends – also Anstieg des Meeresspiegels, Änderungen der Eisbedeckung, Landnutzungsänderungen – und schnell ablaufender Ereignisse, etwa Hangrutschungen, Bodensenkungen, Überflutungen usw., aus.“ Während zur Erfassung von Langzeittrends lange Messreihen verbunden mit einer homogenen Prozessierung vorliegen müssen, ist für die Erfassung plötzlicher Ereignisse die Verarbeitung der Messdaten in Echtzeit eine wesentliche Voraussetzung. „Vor diesem Hintergrund“, so Rothacher, „hat sich die Group of Earth Observation (GEO) die Aufgabe gestellt, durch konzeptionelle Zusammenführung der verschiedenen existierenden und zukünftigen Erdbeobachtungssysteme das Global Earth Observation System of Systems (GEOSS) zu schaffen.“ Innerhalb von GEOSS bildet das Global Geodetic Observing System (GGOS) die geodätische Komponente und die metrologische Basis für viele Arten von Beobachtungsdaten. Neben der Erfassung der Daten ist die gemeinsame, d. h. fachübergreifende Verarbeitung auf der Grundlage konsistenter Modelle eine Kernaufgabe von GGOS.

Mobilität der Zukunft

Was sind die lokalen Auswirkungen des Globalen Wandels? Mit dieser Frage befassten sich die nächsten drei Vorträge des Workshops. Bernhard Friedrich vom Institut für Verkehr und Stadtbaugesamtheit der Technischen Universität Braunschweig sprach über das Thema „Wie viel Geodäsie braucht die Mobilität?“. Er diskutierte zunächst die vielen Faktoren, die Einfluss auf

die Mobilität der Menschen haben, u. a. die Verstädterung, die Verknappung und damit Verteuerung der fossilen Energie, die Umwelt- und Klimabelastung, der wohlstandsbedingte Anstieg des Motorisierungsgrades, die zunehmende Individualisierung und das veränderte Mobilitätsverhalten der Bevölkerung, aber auch technische Entwicklungen wie Fahrzeugnavigationssysteme und Funkkommunikation sowie steigende Anforderungen an die Verkehrssicherheit. Der Fokus seiner Ausführungen lag auf dem Straßenverkehr. „Das zukünftige Fahrzeug wird emissionsarm, leicht, klein und vorausschauend

gemeinsame konsistente Repräsentation der Ergebnisse in einer räumlichen Datenbank angewiesen. Sie tauschen z. B. Informationen über den aktuellen Straßenzustand oder über Staus vor Baustellen aus und tragen so zur Vermeidung gefährlicher Situationen bei. Idealerweise legen sie gewisse Strecken in einem Verband (Pulk) zurück. „Geodätische Mess- und Analysetechniken stellen daher einen wichtigen Baustein der Mobilität der Zukunft dar“, bilanzierte Friedrich.

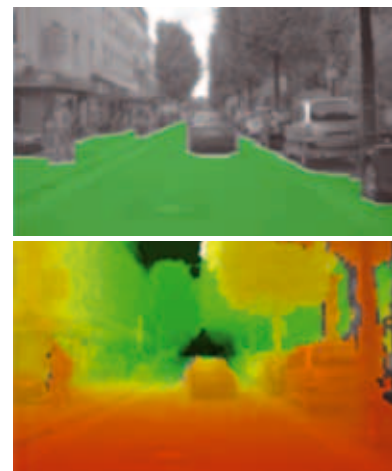
Demographischer Wandel: „weniger, grauer, vereinzelter, bunter“

Der Beitrag von Paul Gans vom Lehrstuhl für Wirtschaftsgeographie der Universität Mannheim trug den Titel „Komponenten und Ursachen des demographischen Wandels – Fragestellungen für die Geodäsie“. Unter den Stichworten „weniger, grauer, vereinzelter, bunter“ stellte er auf der Grundlage umfangreicher statistischer Erhebungen eine Prognose für die Bevölkerungsentwicklung der nächsten Jahrzehnte in Deutschland und im Vergleich dazu in Europa vor. „Während die Bevölkerung bis 2050 in Deutschland und in manchen süd- und osteuropäischen Ländern, u. a. in Italien, Polen, Rumänien, Ungarn,

Russland, schrumpft“, erklärte Gans, „wird sie sich in einigen nord- und westeuropäischen Ländern, z. B. Irland, den Niederlanden, Frankreich, Schweden und Spanien, signifikant erhöhen.“ Einen wesentlichen Einfluss auf diese wahrscheinlichen Entwicklungen haben der Wertewandel in der Gesellschaft, der zu einem veränderten regenerativen Verhalten führt, und die räumlich differenzierte wirtschaftliche Entwicklung, die regionale und internationale Wanderungsbewegungen auslöst und verstärkt. Der Wertewandel in der Gesellschaft spiegelt sich insbesondere in der veränderten Bedeutung der Familie, dem gestiegenen Stellenwert der wirtschaftlichen Unabhängigkeit von Mann und Frau, der Rolle und Dauer der Ausbildung, der Individualisierung und Auflösung tradierter sozialer Strukturen sowie im Bedeutungsverlust sozialer Autoritäten wider. Angesichts der Gleichzeitigkeit gegenläufiger und kleinräumiger heterogener demographischer Entwicklungen, die auch innerhalb der einzelnen Länder stattfinden, plädierte Gans für einen Paradigmenwechsel in der Raumplanung. „Siedlungen und Infrastrukturen müssen auch in Schrumpfsregionen an die quantitativ und qualitativ veränderten Bedürfnisse von Bevölkerung und Wirtschaft angepasst werden. Ein



sein“, so Friedrich. „Es wird dem Fahrer bei vielen Routineaufgaben helfen.“ Geodätische Zukunftsaufgaben stellen sich sowohl bei der Planung, Errichtung und Unterhaltung geeigneter Verkehrsinfrastrukturen als auch bei der technischen Ausrüstung solcher Fahrzeuge. „Fahrerassistenzsysteme und Systeme zum autonomen Fahren werden Komfort und Fahrsicherheit verbessern“, erklärte Friedrich. Beides beruht auf einer vollständigen, präzisen und aktuellen Repräsentation der unmittelbaren Umwelt inklusive der sich bewegenden Objekte. Damit sind sowohl präzise Messungen, etwa auf der Grundlage digitaler Bilder, der Laser- und der Radartechnik als auch die Repräsentation der Umwelt in dynamischen Karten angesprochen. Schon länger existierende Einparkhilfen, die auf genauen Abstandsmessungen beruhen, sind dafür nur ein erstes Beispiel. Fahrzeuge, die automatisch auf andere Verkehrsteilnehmer Rücksicht nehmen und mit ihnen kooperieren und kommunizieren (social cars), sind auf vielfältige geodätische Messungen, auf Datenverarbeitung in Echtzeit und auf eine



Fahrzeug mit geodätischer Sensorik, Umgebungserfassung und Auswertung der durch die Frontscheibe aufgenommenen Bilder.

Information

Die Deutsche Geodätische Kommission (DGK) bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften vertritt seit ihrer Gründung 1952 die geodätische Forschung und Lehre in Deutschland. Zu ihren Aufgaben gehört u. a. die wissenschaftliche Forschung auf allen Gebieten der Geodäsie – von der Erdmessung und Erdbeobachtung über die Ingenieurgeodäsie und die Photogrammetrie bis hin zur Kartographie, Geoinformatik und zum Landmanagement.

Die DGK greift regelmäßig neue Themenfelder auf, die aus wissenschaftlicher bzw. gesellschaftlicher Sicht für die Geodäsie eine hohe Bedeutung besitzen. Der Globale Wandel, der im Fokus des hier vorgestellten Workshops stand, ist ein solches Thema, das viele Menschen direkt oder indirekt berührt und unsere Lebensumstände deutlich verändern wird.

wichtiges Handlungsfeld ist hierbei die Daseinsvorsorge: Das System der zentralen Orte muss weiterentwickelt werden, um deren wirtschaftliche Tragfähigkeit, Versorgungsqualität und Erreichbarkeit für eine alternde Gesellschaft in allen Teilräumen zu erhalten.“

Herausforderungen für den ländlichen Raum

Den letzten Vortrag des Workshops hielt Gerlind Weber vom Institut für Raumplanung und Ländliche Neuordnung der Wiener Universität für Bodenkultur. Sie sprach über „Aktuelle Herausforderungen ländlicher Räume – Konsequenzen für das Bodenmanagement“ und stellte vor allem die Belange des ländlichen Raumes in Deutschland und Österreich in das Zentrum ihrer Überlegungen, insbesondere die Konsequenzen von Globalisierung, demographischem Wandel, Klimaschutz und Energiewende sowie Staatsverschuldung. Ähnlich wie Paul Gans betonte sie die Notwendigkeit, Strategien der Raumplanung und des Bodenmanagements stringent auf die neuen Rahmenbedingungen und die sich abzeichnenden veränderten Bedarfslagen auszurichten. „Die Möglichkeit der Schrumpfung und damit die Notwendigkeit von Anpassung und Rückbau etwa bei der Ausweisung neuer Siedlungs- und Gewerbeflächen muss von Anfang an mit bedacht werden“, meinte Weber. „Vor diesem Hintergrund ist auch die Bautätigkeit neu zu bewerten. So wird etwa der Um- und Rückbau bestehender Anlagen zukünftig vielfach wichtiger werden als der Neu- und Ausbau, und das Bodenmanagement wird sich immer mehr zum Immobilienmanagement wandeln.“ „Hinzu kommt“, so Weber weiter, „dass die Globalisie-

rung für einen schärferen Wettbewerb zwischen den Regionen und vor allem zwischen Städten und Gemeinden sorgen wird.“ Neben den bisherigen Funktionen wachsen dem ländlichen Raum indessen zukünftig auch neue Aufgaben zu, etwa als Standort für den Anbau nachwachsender Rohstoffe und für die Erzeugung erneuerbarer Energien oder als Senke für Treibhausgase. „Die zusätzlichen Funktionen werden neue Möglichkeiten der regionalen Wertschöpfung schaffen und damit Entwicklungsimpulse bewirken“, ist Weber sicher. Zugleich ist aufgrund der neuen Flächenansprüche und Nutzungskonkurrenzen voraussichtlich mit höheren Preisen für Grund und Boden sowie mit erheblichen Nutzungskonflikten mit der Nahrungsmittelproduktion zu rechnen.

Fazit

Der Workshop zeigte, dass geodätische Forschungen, Methoden und Kompetenzen für viele Herausforderungen des Globalen Wandels von hoher Bedeutung sind. Die Geodäsie stellt den Bezugsrahmen und die Messverfahren zur Verfügung, ohne die viele Effekte des Globalen Wandels gar nicht oder nicht mit der notwendigen Genauigkeit, Zuverlässigkeit, Vollständigkeit und Aktualität erfasst, analysiert und interpretiert werden können. Dasselbe gilt, wenn es für Fahrerassistenzsysteme oder beim autonomen Fahren um Erfassung und Repräsentation statischer und dynamischer Objekte geht. Schließlich bedarf es in Zeiten des Klimawandels, zur Nahrungsmittel- und Energiesicherung sowie angesichts tiefgreifender demografischer Veränderungen verlässlicher Szenarien und Strategien für eine nachhaltige Nutzung der begrenzten Ressource Grund und Boden.

Diese Beispiele unterstreichen, dass alle Bereiche der Geodäsie einen Beitrag zur Erfassung, zur Beschreibung und zum Verständnis des Globalen Wandels sowie zur Bewältigung der damit verbundenen Herausforderungen liefern. Was bisher jedoch weitgehend fehlt, ist eine Darstellung des Gesamtbeitrages der Geodäsie zur Erforschung des Globalen Wandels. Die Deutsche Geodätische Kommission ist daher bestrebt, die Diskussion sowohl zwischen den Teilbereichen der Geodäsie als auch mit den Nachbardisziplinen zu intensivieren. Ziel ist es, das Verständnis der Rolle der Geodäsie im Globalen Wandel zu verbessern. ■

DIE AUTOREN

Prof. Dr.-Ing. Christian Heipke ist Professor für Photogrammetrie und Fernerkundung an der Leibniz Universität Hannover und Vorsitzender der Deutschen Geodätischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften.

Prof. Dr.-Ing. Theo Kötter (Lehrstuhl für Städtebau und Bodenordnung an der Uni Bonn), Prof. Dr.-Ing. Jürgen Kusche (Lehrstuhl für Astronomische, Physikalische und Mathematische Geodäsie, Uni Bonn) und Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Niemeier (Lehrstuhl für Geodäsie, TU Braunschweig) sind Mitglieder der Deutschen Geodätischen Kommission.