

Vom Ende der analogen Landkarten, über digitale Rasterdatenkarten und web-basierende Kartendienste bis zur automatisch generierten 3D-Live-Map

Ralf Schneider

Inhalt

- 1 Mit ATKIS-Daten zum Geo-Web, Geo-Portalen, GDI und Open Data
- 2 Von amtlichen Karten-CD's zu GIS - Anwendungen
- 3 Der Kartengigant Google, das Entstehen der Neogeographie, OpenStreetMap
- 4 Fernerkundung und Laserscanning ermöglichen neue Kartenwelten
- 5 Die Zukunft der digitalen Kartenwelt im Zeitalter der autonomen Verkehrsmittel

1 Mit ATKIS-Daten zum Geo-Wb, Geo-Portalen, GDI und Open Data

Die Einstellung der analogen amtlichen topographischen Karte 1 : 25.000 (TK 25) wurde mit einem Beschluss der AdV (Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland) im Jahre 1985 eingeleitet. Es begann mit der Konzeptentwicklung ein bundesweit einheitliches System ATKIS (Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem) aufzubauen.

Traditionell ist es eine Aufgabe der Landesvermessungsämter topographische Grundlageninformationen zu erfassen und bereitzustellen. Es galt die reale Landschaft in Form von Landschaftsobjekten in ein DLM (Digitales Landschaftsmodell) abzubilden. „*ATKIS® ist ein ehrgeiziges, groß angelegtes Projekt der deutschen Landesvermessung, das nicht nur die bisherigen topographischen Landeskartenwerke ablösen, sondern darüber hinaus neue Modellierungstypen für digitale Anwendungen anbieten und damit auch neue Anwendungsformen erschließen soll.*“¹

Mit ATKIS werden digitale geotopographische Informationen im Vektordatenformat erfasst. Es stellt die öffentlich-rechtliche Datenbasis für die Anbindung geothematischer Fachdaten dar. Zu den bereitgestellten digitalen Erdoberflächenmodellen gehören das DGM (Digitale Geländemodelle), DLM (Digitale Landschaftsmodelle), DTK (Digitale Topographische Karten) und DOP (Digitale Orthophotos). ATKIS besteht aus zwei Teilkomponenten, dem DLM und dem DKM.

¹ Siehe HARBECK, ROLF (2001): 15 Jahre ATKIS®, und die Entwicklung geht weiter. - In: Vermessung Brandenburg. Heft Nr. 1, S. 3.

Definitionen

Digitale Landschaftsmodelle (DLM) beschreiben die Landschaft durch adressierte und georeferenzierte topographische Objekte, die durch Attribute näher bezeichnet und nach Objektarten klassifiziert sind. Sie werden im Vektordatenformat (als Punkte, Linien, Flächen) geführt und sind für Anwendungen bestimmt, bei denen die Fachdatenverknüpfung, die Analyse von Sachverhalten und die Abfrage von Informationen im Vordergrund stehen. Sie bilden die Arbeitsgrundlage eines Geographischen Informationssystems (GIS).

Digitale Geländemodelle (DGM) beschreiben ergänzend zu den Landschaftsmodellen die Geländeoberfläche durch linien- oder gitterförmig angeordnete, nach Lage und Höhe georeferenzierte Punktmengen. DGM werden im Gitterformat geführt und sind für Anwendungen geeignet, bei denen die Höhenlage oder das Gelände in die Auswertung mit eingeschlossen werden soll.

Digitale topographische Karten (DTK) beschreiben die Landschaft durch kartographisch-geometrisch generalisierte und signaturierte Objekte, deren Attribute die graphische Ausprägung im Einzelnen festlegen. DTK werden im Vektorformat geführt und im Vektor- oder Rasterformat bereitgestellt.

Digitale Orthophotos (DOP) beschreiben die Landschaft durch orthophotoskopisch entzerrte, georeferenzierte, lagerichtige Luftbilder. DOP werden im Rasterformat geführt und eignen sich für Anwendungen, bei denen die Betrachtung der photographisch exakt abgebildeten, aktuellen Landschaft oder der darin zugeordneten Objekte im Vordergrund stehen.

Digitales Kartographisches Modell (DKM) ist ein Bestandteil von ATKIS und zeigt ein zweidimensionales Sekundär-Kartenmodell in digitaler Vektor- oder Rasterform. Es leitet topographische Karten verschiedener Maßstäbe aus dem DLM ab, es ist signaturbasiert und je nach Maßstab generalisiert. Die Signaturen des DKM sind im ATKIS-Signaturenkatalog (ATKIS-SK) festgelegt. Geodaten werden als die Rohstoffe des 21. Jahrhunderts bezeichnet.

Die Landesvermessung in Rheinland-Pfalz war eine der ersten Verwaltungen, die sich schon sehr früh dem Thema Digitalisierung zuwandte und die neue Dimension erkannte. Es galt nun die über Jahrhunderte weiterentwickelten analogen Techniken, wie z.B. Zeichnen mit Tusche und Ziehfeder oder Gravieren mit dem Gravurring von Kupferplatten und Lithografiesteinen zum Drucken, zugunsten von Bit und Bytes aufzugeben.

Der ATKIS-Objektartenkatalog ersetzte das von den Topographen benutzte Musterblatt, der Mauszeiger ersetzte den Zeichenstift und wurde zum digitalen Erfassungsgerät.

Am Anfang stand die Datengewinnung. Es wurde eine stufenweise und bedarfsgerechte Erfassung in drei Stufen gewählt. 1995 wurde die erste Stufe und im Mai 2002 wurde die zweite Realisierungsstufe abgeschlossen. Das Basis-DLM/3 (dritte und letzte Ausbaustufe) ist nicht nur inhaltlich erweitert, sondern auch hinsichtlich der Qualität und Aktualität der ATKIS-Daten wesentlich verbessert worden.

Der Objektartenkatalog (ATKIS-OK) ist hierarchisch aufgebaut und ist in sieben Objektbereiche untergliedert. Diese werden in Objektgruppen unterteilt, welche in Objektarten aufgeschlüsselt werden.²

Es gelten Erfassungskriterien wie:

- 1 Vollzählige Erfassung: Alle Objekte einer Objektart, die den Erfassungsgrundlagen zu entnehmen sind, werden erfasst.
- 2 Definition von Mindestgrößen: Festlegung, ab welcher Größe / Ausdehnung ein Objekt für ATKIS erfasst wird.
- 3 Modellierungsvorschriften: Festlegung, in welchem Objekttyp (Punkt, Linie oder Fläche) ein Objekt erfasst wird.
- 4 Topographischer Inhalt:
 - Punktoobjekte (Turm, Baum, Windrad, Denkmal),
 - Linienobjekte (Straße, Weg, Fluss, Leitung),
 - Flächenobjekte (Vegetation, Gewässer, Naturschutzgebiet, Verwaltungseinheit).

Ein wichtiges Ziel war die bisherige Lagegenauigkeit der analogen TK 25 von +/- 12 m in der neu entstehenden DTK 25 (Digitalen Topographischen Karte 1 : 25.000) auf +/- 3 m zu verbessern. Man bediente sich zur Erfassung unterschiedlicher Informationsquellen, wie der DGK 5 (Deutsche Grundkarte 1 : 5.000), sowie Orthophotos im Bildmaßstab 1 : 5.000 und für Waldgebiete des Bildmaßstabs 1 : 34.000. Daneben wurde auch die TK 25 als Informationsquelle benutzt.

Weitere Quellen waren Netzknotenkarten und Bauwerkskarten der Straßenverwaltung, Straßen und Brückenkarten der Bundeswehr, Stromkarten der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung, Direktionskarten und Streckenpläne der Deutschen Bundesbahn und Netzpläne der Energieversorger.

² Siehe BEUS, W. (1991): Konzeption, Entwicklungsstand und Nutzungsmöglichkeiten des amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems (ATKIS). - In: Nachrichtenblatt der Vermessungs- und Katasterverwaltung Rheinland-Pfalz, Heft 2/91, S. 49.

Vom DLM zum DKM

Die Landesvermessungsämter müssen laut gesetzlicher Grundlage topographische Kartenwerke im Maßstab 1 : 25.000, 1 : 50.000 und 1 : 100.000 vorhalten. Es lag nahe aus dem erfassten ATKIS-Basis - DLM 25 - Datenbestand mittels automatischer Ableitungsprozesse ein DLM 50 - Datenbestand abzuleiten. Die Ableitung eines DLM mit niedriger Auflösung aus einem DLM höherer Auflösung wird als Modellgeneralisierung³ bezeichnet.

Ziel soll die kartographische Ableitung eines DKM (Digitales Kartographisches Modell) sein mit entsprechender Generalisierung. 2002 wurde das AdV-Forschungs- und Entwicklungsprojekt ATKIS-Generalisierung (ATKIS-GEN) gestartet.

„Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung von automatischen Prozessen für die Modellgeneralisierung und die Kartographische Generalisierung sowie die Realisierung eines Produktablaufs für die verschiedenen Datenbestände des Maßstabsbereiches 1 : 50.000 aus dem Basis-DLM.“⁴

„Die Anforderungen der automatischen Generalisierung an die AAA-Datenbestände⁵ sind Vollständigkeit, Konsistenz und Homogenität.“⁶

Die Ergebnisse lassen sich in gedruckten Karten und auf den Geoportalen der Länder ansehen. In den letzten 15 Jahren wurde viel Knowhow, Zeit, Forschergeist und Steuergeld aufgewendet, um den jetzigen Kartenstand der DTK 50 und DTK 100 präsentieren zu können. Ein wichtiger Grund diesen Weg zu gehen war, dass die bisherige TK 50 das meist gedruckte Kartenwerk der Landesvermessungsverwaltungen war, mit der Bundeswehr als Hauptabnehmer.

Doch wer konnte schon 2002 voraussehen, wie die Kartenwelt im Jahr 2017 aussehen würde. Waren über Jahrhunderte hinweg fest definierte Maßstäbe und Druckformate statisch festgelegt, war eine Blatteinteilung der Karten unabdingbar und war die Schrift ein wesentlicher Kartenfaktor, so stellt sich heute die digitale Kartenwelt in der Benutzung komplett anders dar, das dynamische WebMapping⁷ hat die traditionellen analogen (gedruckten) Karten abgelöst.

³ Siehe SCHÜRER, D. (2002): Ableitung von digitalen Landschaftsmodellen mit geringerem Strukturierungsgrad durch Modellgeneralisierung. – Diss. Bonn (Schriftenreihe des Instituts für Kartographie und Topographie der Rheinischen Friedrich-Wilhelm-Universität Bonn, Heft 28).

⁴ Siehe SCHÜRER, D. (2009): **Titel bitte ergänzen!** - In: Nachrichtenblatt der Vermessungs- und Katasterverwaltung Rheinland-Pfalz 52, Heft 1/2009, S. 4.

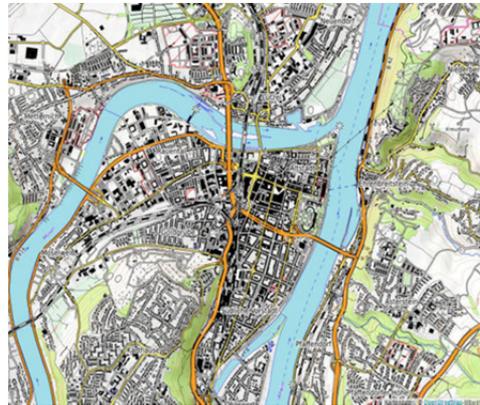
⁵ <http://www.geodatenzentrum.de/docpdf/basis-dlm-aaa.pdf> (abgerufen 04.09.2017).

⁶ Siehe MORGENSTERN, D. u. SCHÜRER, D. (2004): Modellgeneralisierung - Theoretische Ansätze und praktische Erfahrungen. - In: Kartographische Nachrichten, Heft 4, S. 77.

⁷ https://www.uismedia.de/downloads/roadshow/webgis_webmapping_BW.pdf (abgerufen 08.10.2017).



TK 25 im Geoportal, © LVermGeo RLP



© OpenStreetMap-Mitwirkende © OpenTopoMap



TK 50 aus DLM 25 generalisiert, VermGeo RLP



TK 100 aus DLM 25 generalisiert, © LVermGeo RLP

Abb. 1: Topographische Karten: TK 25, OpenTopoMap, TK 50 und TK 100

Es wird nicht mehr mit festen Maßstäben gearbeitet, die Webkarten sind zoombar geworden. Aus einer groben Übersicht lässt sich beliebig schnell bis auf den Gebäudeumring mit Hausnummer in die Karte hineinzoomen. Der Maßstab wird kaum noch zur Kenntnis genommen, denn die gesuchte Information steht im Mittelpunkt. Was so aussieht wie Generalisierung per Zoomen, dem geht in Wirklichkeit intensive Kartenvorarbeit per Software voraus. Die Kartendaten werden in verschiedenen Maßstäben (der sogenannten Maßstabspyramide) ins Rasterformat vorprozessiert und in gekachelter Form abgespeichert, um dann zur Visualisierung schnell angezeigt werden zu können.

Mittlerweile gibt es im Open-Source Bereich Softwarepakete mit denen die amtlichen Generalisierungsprozesse (ATKIS-GEN) nahezu kostenlos nachgebaut werden können. „Die guten Ergebnisse im Falle der OSM-Karten (OpenStreetMap) waren Anlass, diese Software auch für das hier vorgestellte Projekt einzusetzen. Bei Mapnik handelt es sich

um freie Software.⁸ Mapnik ist eine Werkzeugsammlung zum Rendern von Karten. Unter Rendern versteht man das Zeichnen von Karten (GeodatenInfraStruktur, GDI⁹ und GeoPortale).¹⁰

Die Geodaten der öffentlichen Verwaltungen liegen an den verschiedensten Stellen vor. Es ist eine Infrastruktur notwendig, damit die Geodaten einem großen Nutzerkreis zur Verfügung gestellt werden können. Es gilt Normen und Standards der Europäischen Union einzuhalten (INSPIRE).¹¹ Nur so ist es möglich, dass die Geodaten der unterschiedlichsten Anbieter miteinander kompatibel werden und durch Verknüpfen eine höhere Wertschöpfung erfahren. Das Suchen und das Auffinden der Geodaten in der GDI wird durch Metadaten¹² sehr erleichtert. Metadaten (Daten über Daten) beschreiben Inhalt, Herkunft und Qualität. Sie geben Auskunft über den Ansprechpartner, Nutzungsbedingungen und auch über die Kosten.

In Deutschland werden die Anbieter und die Nutzer der Geodaten über Geoportale miteinander verknüpft. Jedes Bundesland und der Bund selbst sind mit einem eigenen Geoportal im Internet vertreten.

„Das GeoPortal.rlp soll als Vermittler zwischen Nutzern und Anbietern von Geodaten, Geoinformationen und Diensten agieren. Neben dem zentralen Zugang zu den Geodaten des Landes sind die Bereitstellung von Diensten sowie speziellen Anwendungsapplikationen und Szenarien (z.B. Koordinatentransformation, Datenvisualisierung und -bereitstellung) wesentliche Bestandteile. Außer den Landesbehörden präsentieren sich auch kommunale Stellen mit ihren Daten und Diensten im GeoPortal.rlp. Durch den Online-Zugriff auf die verteilten Datenquellen der jeweils zuständigen Stellen, deren Informationen gemeinsam dargestellt werden können, wird eine hohe Aktualität gewährleistet. Das GeoPortal.rlp stellt Informationen über Geodaten, deren Halter, sowie integrierte Funktionalitäten usw. zur Verfügung (Metadaten, kostenfreie GIS-Viewer, etc.) und bietet die Möglichkeit, sich mit anderen Nutzern und Anbietern auszutauschen.“¹³

⁸ Siehe KUNZ, P. (2012): Ableitung von topographischen Webkarten aus amtlichen Geobasisdaten. - In: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie [Hrsg.]: Tagungsband FOSSGIS 2012. Frankfurt a.M., S. 124.

⁹ <http://www.geoportal.de/DE/GDI-DE/gdi-de.html?lang=de> (abgerufen 12.10.2017).

¹⁰ <http://www.geoportal.de/DE/Geoportal/Suche/suche.html?lang=de> (abgerufen 18.10.2017).

¹¹ <http://www.geoportal.de/DE/GDI-DE/INSPIRE/inspire.html?lang=de> (abgerufen 11.10.2017).

¹² http://www.geoportal.de/DE/GDI-DE/INSPIRE/Metadaten/metadaten_artikel.html?lang=de (abgerufen 11.10.2017).

¹³ <http://www.geoportal.rlp.de/> (abgerufen 11.10.2017).

Mit dem Landschaftsinformationssystem Rheinland-Pfalz (LANIS)¹⁴ stellt die Natur-
schutzverwaltung Rheinland-Pfalz eine Online-Verbindung Ihrer Daten auf der Basis
von amtlichen GeoBasisDaten zum Bürger her.

*„Die Urheber- und Lizenzrechte der Geofachdaten des LANIS basieren auf der Open
Database Licence und ermöglichen bei Quellenangabe und Copy left eine kostenlose
Nachnutzung. Die Quellenangabe lautet: Die Daten/Karten/Produkte wurden unter
Verwendung der amtlichen Geofachdaten des Landschaftsinformationssystems Rhein-
land-Pfalz erzeugt. Sie unterliegen der Open Database Lizenz.“¹⁵*

Die Bezirksregierung Köln (Geobasis NRW) zeigt mit TIM-online 2.0¹⁶ sehr eindrucks-
voll was Nordrhein-Westfalen an Open Data zu bieten hat, sowohl auf Karten wie auf
Sachdaten bezogen.

2 Von amtlichen Karten-CD's zu GIS-Anwendungen

Es war ein langer Weg bis die analoge TK 25 endgültig von der DTK 25 aus ATKIS-
Daten abgelöst werden konnte. Die zunehmende Nachfrage nach digitalen Daten als
Ersatz oder Ergänzung der analogen Karte ab den Neunzigerjahren musste auf andere
Weise bedient werden.

Daher wurden seit 1994 im Landesvermessungsamt Rheinland-Pfalz mit einem Lüscher-
Trommelscanner digitale Rasterdaten von Topographischen Karten erzeugt. Diese
Daten geben den Inhalt einer topographischen Karte exakt wieder, es sind Bilddaten,
die aber nicht im Sinne der ATKIS-Philosophie nach Objektarten strukturiert sind. Man
spricht von dummen Daten, auch wenn mittels Georeferenzierung ein Koordinatenab-
griff möglich ist und diese Bilder als Hintergrundinformationen in GIS (Geographische
Informationssysteme) Verwendung finden.

Im Frühjahr 1997 erfolgte erstmals die digitale Fortführung von binären Rasterdaten der
TK 25 – Folien durch interaktive Bearbeitung mit SICAD/open.¹⁷ Mit diesen gescannten
Landkartenwerken konnten mit entsprechender GIS-Software auch die bisher üblichen
Pergamentpapier-Übersichten abgelöst werden. Die CD-ROM war ein idealer Daten-
und Programmträger für diesen digitalen Zwischenschritt in der Zeit ab 1996. Ein erstes

¹⁴ http://map1.naturschutz.rlp.de/kartendienste_naturschutz/index.php (abgerufen 23.09.2017).

¹⁵ <http://www.naturschutz.rlp.de/?q=fachinformationen> (abgerufen 23.09.2017).

¹⁶ <https://www.tim-online.nrw.de/tim-online2/index.html> (abgerufen 09.10.2017).

¹⁷ <https://books.google.de/books?id=0anZAQAAQBAJ&pg=PA37&lpg=PA37&dq=Siemens+Sicad/open&source=bl&ots=TrchJYcMQa&sig=b9bG2bx2AcjSrDER0q5k8eoGHU&hl=de&sa=X&ved=0ahUKEwjsudTEzvWAhVFWxQKHQ7QBQwQ6AEISjAH#v=onepage&q=Siemens%20Sicad%20Fopen&f=false> (abgerufen 12.10.2017).

internes Projekt in Rheinland-Pfalz war der Aufbau eines digitalen Luftbildinformationssystems (LUBIS) im Bereich der Photogrammetrie.¹⁸

Als im Landesvermessungsamt Rheinland-Pfalz erste EDV-technische Vorüberlegungen für die Realisierung von LUBIS angestellt wurden, gab es am Markt für den PC keine geeignete GIS-Software. Es wurden mit dem Koblenzer Informatiker und Softwareentwickler HERMANN JOSEF HILL (Hill4GIS) gemeinsam Softwarebausteine entwickelt, mit denen in den darauffolgenden Jahren bis zur TK 25mobil im Jahre 2012 etliche CD-Produkte und GIS-Linien entstanden.

Neben reinen Karten-CDs wie der DigTK 100, der DigTK 25 und deren Nachfolger TK 25plus entstanden auch CDs für Fachanwender, so zum Beispiel die CD-Serie BoRiWEGA (Bodenrichtwerte der Gutachterausschüsse) aus dem Bereich der Katasterverwaltung, wo die Richtwerte von Grund und Boden mit digitalen Katasterkarten verknüpft wurden.¹⁹ Die CD-Serie LaWa 25 (Landschaft im Wandel) ermöglichte die Betrachtung von 200 Jahren Geschichte der TK 25 – ein Konzept, das auch vom Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen mit der HistoriKa 25²⁰ und später der TK 25History²¹ in leicht geänderter Form übernommen wurde.

Neu war auch, dass schon sehr früh mittels GPS-Daten (Global Positioning System) permanent ein direkter Raumbezug zur Karte hergestellt werden konnte.²² Erstmals war man ab 1998 in der Lage mittels Notebook georeferenzierte Daten im Außendienst vor Ort zu erfassen. Mit dem PDA (Personal Digital Assistant), einem Vorläufer des Smartphones, war das Anzeigen von Karteninformationen aus der Westentasche möglich.²³

Eine sehr spannende und bis dahin einmalige Aufgabenstellung war das Fuchsköder-Projekt.²⁴ Hier wurden zur Bekämpfung der Tollwut von Füchsen Köder mit Impfstoff aus dem Hubschrauber abgeworfen.

¹⁸ Siehe SCHNEIDER, R. (2000): Das Luftbild-Informationssystem des Landesvermessungsamtes. - In: Nachrichtenblatt der Vermessungs- und Katasterverwaltung Rheinland-Pfalz, Heft 3, S. 158.

¹⁹ Siehe DARSCHIED, H. u. SCHNEIDER, R. (2003): Digitale Bodenrichtwerte der Gutachterausschüsse „BORIWE GA. - In: Nachrichtenblatt der Vermessungs- und Katasterverwaltung Rheinland-Pfalz, Heft 2, S. 75.

²⁰ Siehe CAFFIER, A. (2006): HistoriKa25 – von der analogen Karte zum digitalen Geobasisdatenprodukt. - In: Nachrichtenblatt der öffentlichen Vermessung, NÖV NRW, Heft 3, S. 70-74.

²¹ <http://www.tk25history.de/> (abgerufen 12.10.2017).

²² Siehe BECKERS, H. u.a. (1996): Das Programmsystem COMPAS – Ein rheinland-pfälzischer Beitrag zum Echtzeit-Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessung. - In: Nachrichtenblatt der Vermessungs- und Katasterverwaltung Rheinland-Pfalz 1996, S. 145.

²³ Siehe SCHNEIDER, R. (2002): Die Karte in der Westentasche. - In: GeoBit 2/2002, S. 24.

²⁴ Siehe SCHNEIDER, R. (2000): SAPOS-EPS mit Echtzeitvisualisierung im Hubschrauber beim Ausbringen von Fuchsködern. Vortrag auf dem 3. SAPOS-Symposium am 23. Mai 2000 in München.

Mit SAPOS-EPS (GPS-Satelliten Echtzeit Positionierungs-Service)²⁵ wurden erstmals die Abwurfpositionen in Echtzeit registriert und georeferenziert auf der TK 25 eingetragen.

Mit PGIS – Gemeinsame Fachdatenbank mit GIS-Anbindung innerhalb der Generaldirektion Kulturelles Erbe Rheinland-Pfalz entstand mit der Hill4GIS-Software unter der Federführung von Dr. ULRICH HIMMELMANN, Direktion Landesarchäologie Rheinland-Pfalz, Außenstelle Speyer eine bundesweit viel beachtete GIS-Lösung der Denkmalpflege.²⁶ Um dem neuen Weltkulturerbe (2005) dem Limes, gerecht zu werden wurde vom Landesvermessungsamt Rheinland-Pfalz eine interaktive LIMES-CD entwickelt und am Markt platziert.²⁷

Mit ZORA²⁸ (Zeichnen, Orientieren, Rechnen, Auskunft) begann 2007 im Erdkundeunterricht im Saarland eine neue Zeitrechnung.²⁹ Mit Modulen aus der Hill4GIS-Software entwickelte MATHIAS KREUTZER vom Saarländischen Landesvermessungsamt eine Software, mit der die Schüler beispielsweise eigene Karten erstellen, stadtplanerische Maßnahmen simulieren oder den Schulweg auswerten können. Weiterhin entstand die CD-ROM-Serie TK 50 von der Fa. Dornier für die gesamte Bundesrepublik³⁰ als AdV-Auftrag der Länder. Noch zu nennen wäre die Firma Megatel aus Bremen, die in dieser Zeit auch rasterkartenbasierende CD-ROM-Produkte auf den Markt brachte.

Als 1990 mit der Erfassung für ATKIS begonnen wurde, befand sich die IT-Welt in einem schnellen Aufstieg. Die bisher zur Verfügung stehenden teuren Großrechner waren für eine Erfassung und Visualisierung nicht geeignet. Es konnten keine graphischen Arbeitsplätze angebunden werden.

Im Heimbereich eroberten gerade die IBM-kompatiblen PCs (PersonalComputer) den Markt. Diese hätten zwar eine Erfassung möglich gemacht, aber für eine Datenhaltung und Verwaltung reichte die Speicherkapazität nicht aus. Man setzte innerhalb der AdV (Arbeitsgemeinschaft der deutschen Vermessungsverwaltungen) auf Rechner der mittleren Datentechnik, sogenannte Workstations, die mit dem Betriebssystem UNIX arbeiteten. Erstmals war ein vernetztes Arbeiten möglich. Die neuen Systeme schufen in den Verwaltungen neue Arbeitsfelder, wie Programmierer, Datenbankverwalter, Administratoren und System- und Netzwerkbetreuer.

²⁵ <http://www.sapos.de/eps.html> (abgerufen 12.10.2017).

²⁶ https://www.uni-trier.de/fileadmin/fb6/prof/WUS/BzAF_1_Faltblatt_Endversion.pdf (abgerufen 04.10.2017).

²⁷ <https://shop.buchhandlung-boettger.de/shop/item/9783896373625/der-limes-von-landesamt-fur-vermessung-und-geobasisinformation-rheinland-pfalz-jewelcase-fur-cd-cd-rom-dvd> (abgerufen 01.10.2017).

²⁸ <http://www.schulgeographen-saarland.de/files/5313/4156/8280/ZORA-Karten.pdf> (abgerufen 01.10.2017).

²⁹ https://www.saarbruecker-zeitung.de/saarland/saarland/zora-soll-erdkunde-unterricht-spannender-machen_aid-578999 (abgerufen 03.10.2017).

³⁰ https://www.geobasis-bb.de/verm_bb/pdf/200s69-72.pdf (abgerufen 28.09.2017).

Im neuen Jahrtausend wurde die Visualisierung und Datenauswertung nach und nach auf windowsbasierende Systeme der US-Firma ESRI³¹verlagert.

Im Zuge der Digitalisierung haben Papierkarten praktisch ausgedient, die Druckereien der Landesvermessungsämter sind aufgelöst, allenfalls wird der digitale Druck auf Bestellung noch angeboten, allerdings blattschnittfrei und in Vergrößerung oder Verkleinerung. Kartennutzung am PC, Tablet oder dem Smartphone sieht in Zeiten des Web-GIS anders aus. Früher musste die analoge Karte vom Benutzer dekodiert werden, Kartenlesen musste gekonnt sein, wollte man sich in der Örtlichkeit zurechtfinden. Heute übernimmt das GPS-Signal (Global Position System) automatisch die Positionsbestimmung und die Maßstabsfreiheit in den neuen digitalen Karten wird durch Fingerzoomen zum Finden der gesuchten Information genutzt. Einblendbare sensitive Bildsymbole (Icons) erweitern die graphische Sicht auf das Informative der realen Welt. So lassen sich Geodaten ganz neu erleben und mit dem eingebauten Routenplaner, ob für Autofahrer, Radfahrer oder Fußgänger, lässt sich schnell ein geeigneter Weg zum Zielpunkt finden. Sagte nicht schon BILL GATES 1995 die Macht der „*Information at your fingertips*“ voraus? Heute befinden sich alle Kartendaten in einem riesigen Topf in der Cloud³² und werden blitzschnell, mehr oder weniger gut kartographisch aufbereitet, dem Anwender zur Nutzung präsentiert. Statt eine Wanderkarte auf Papier zu benutzen, lädt man sich die entsprechende Wander-App aus den Internetstores kostenlos herunter.

Die Karte steht nicht mehr im Mittelpunkt der Betrachtung. Ab dem Jahr 2005 bekamen die amtlichen Karten, die immer für Kartenqualität, Genauigkeit, Vollständigkeit und Aktualität standen, auf einmal Konkurrenz. Vor allem Google Maps und OpenStreetMap bilden unsere Erde in komplett neuen Sichtweisen ab und haben den lange Zeit behördlich dominierten Marktplatz der Geodaten zum globalisierten Massenmarkt gemacht. Private Kartenhersteller haben das Datengold Karte als Informationsmedium entdeckt. Die Bedeutung der amtlichen Kartographie, einstmals eine Monopolstellung, nimmt mit den neuen Erfassungsmöglichkeiten nach und nach ab. Lieferten anfangs die Landesvermessungsämter den Navigationsgeräteherstellern noch Geobasisdaten, so haben diese sich inzwischen fast ganz davon gelöst und erfassen jetzt selber.

Das amtliche Geoinformationswesen hat eine enorme Konkurrenz bekommen und muss seine Rolle in der Gesellschaft neu definieren. Mit OPEN DATA³³ scheint ein erster Schritt gelungen zu sein. Amtliche Geo-Daten, die mit Steuergeldern erfasst und in Geo-Datenbanken geführt werden, können seit 2016 kostenfrei vom Nutzer heruntergeladen und genutzt werden.

³¹ <https://www.esri.com/en-us/home> (abgerufen 18.07.2017).

³² <https://www.fossgis.de/konferenz/2013/programm/events/577.de.html> (abgerufen 17.09.2017).

³³ <https://lvermgeo.rlp.de/de/geodaten/opendata/> (abgerufen 01.10.2017).

3 Der Kartengigant Google, das Entstehen der Neogeographie, OpenStreetMap

Vier Meilensteine haben unsere neue digitale Kartenwelt ermöglicht:

- 2000 GPS-Genauigkeitsverbesserung (Abschaltung von SA)³⁴ durch den US-Präsidenten CLINTON,
- 2004 Der Brite STEVE COAST gründet das OpenStreetMap-Projekt,
- 2005 Start von Google Maps für die Welt,
- 2007 Mit dem iPhone erfindet STEVE JOBS das Telefonieren neu.

Geoinformationen sind das Rückgrat unserer vernetzten Welt.

Als Geoinformationen gelten alle Informationen, die Eigenschaften – wie Lage, Beschaffenheit und Nutzung – eines Ortes beschreiben (80 % aller Informationen haben Raumbezug). Beispielsweise zeichnen Smartphones die Bewegungsmuster des Besitzers anonym auf. Räumlich ausgewertet können diese Geodaten vielfältig genutzt werden. In unserem Alltag sind wir täglich auf Rauminformationen angewiesen: Navigieren mit Google Maps oder die Koordination des öffentlichen Verkehrs wären ohne Geoinformationen unmöglich.

Google Maps ist ein Online-Kartendienst des US-amerikanischen Unternehmens Google Inc. Als der kostenlose Dienst im Jahre 2005 seinen Betrieb aufnahm, sorgten seine Möglichkeiten für Furore. Die Erdoberfläche wurde sowohl als Straßenkarte als auch als Luftbild und Satellitenkarte dargestellt. Routing und Navigationsmöglichkeiten mit Echtzeit-Verkehrsinformationen lassen herkömmliche Navis alt aussehen. Fußgänger- und Radfahreravigation ist inklusive Höhenprofil möglich. Mit der eingebauten Programmierschnittstelle (API)³⁵ lassen sich eigene Kartenanwendungen programmieren.

Die Auflösung der Satellitenbilder ist regional sehr unterschiedlich, in Großstädten sind Einzelheiten an Autos erkennbar. Polregionen ab 85,05113° Breite sind gar nicht verfügbar.³⁶

„Während der Krimkrise 2014 zeigte Google Maps in der russischen Version die Krim mit einer Grenzlinie abgetrennt von der Ukraine, in der ukrainischen Version gehörte die Halbinsel weiterhin dazu.“³⁷

³⁴ <https://www.heise.de/tp/features/Global-Positioning-System-ist-jetzt-fuer-die-zivile-Nutzung-genauer-3447120.html> (abgerufen 03.10.2017).

³⁵ <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/adding-a-google-map?hl=de> (abgerufen 25.09.2017).

³⁶ https://de.wikipedia.org/wiki/Google_Maps (abgerufen 12.10.2017).

„Das Karten- und Bildmaterial von Google Maps unterliegt entsprechend den Lizenzbestimmungen von Google dem Copyright und darf weder von Privatpersonen noch von Firmen verwendet werden, wenn die Lizenzbestimmungen von Google nicht exakt eingehalten werden.³⁸ Zum Beispiel muss eine Privatperson, die ein Bild oder einen Ausschnitt aus Google Maps oder Google Earth benutzt, das Google-Logo in diesem Bild belassen, um die Lizenzbestimmungen nicht zu verletzen. Zudem ist in den allermeisten Fällen eine Genehmigung erforderlich.³⁹

„Die Nutzung von Google Maps im gewerblichen Rahmen ist grundsätzlich nur über die Google Maps API zulässig, für die eigene Allgemeine Geschäftsbedingungen gelten. Urheberrechtshinweise, Markenzeichen oder andere eigentumsrechtliche Informationen dürfen nicht aus dem Kartenmaterial entfernt werden.⁴⁰

Andere Kartendienste wie Apple Maps, Bing Maps und Here versuchen an den Erfolg von Google Maps anzuknüpfen.

„Aus einer Höhe von 11.000 Kilometern gesehen, scheint der Planet Erde aus der dunklen und leeren Tiefe des Weltraums aufzusteigen“, so beschreibt JERRY BROTTON⁴¹ das virtuelle Bild der Erde auf der Homepage von Google Earth.

Google Earth ist eine Software des US-amerikanischen Unternehmens Google Inc., die einen virtuellen Globus darstellt. Sie kann Satelliten- und Luftbilder unterschiedlicher Auflösung mit Geodaten überlagern und auf einem digitalen Höhenmodell der Erde zeigen.

Google Earth erweitert die Funktionalitäten zur Erkundung der Daten von Google Maps. Der Schwerpunkt liegt auf der dreidimensionalen Ansicht der Erde. Google Earth haben schätzungsweise mehr als eine halbe Milliarde Menschen heruntergeladen und das Produkt stellt alle bisherigen Karten und Atlanten in den Schatten. In Sekundenschnelle lässt sich jeder beliebige Ort heranzoomen und aus unterschiedlichen Perspektiven betrachten.

Es lassen sich Zeitreisen unternehmen. Neben den aktuellen Bildern kann man über das Uhrensymbol im 3D-Viewer den Zeitverlauf anhand von historischem Bildmaterial

³⁷ <http://www.sueddeutsche.de/politik/ukraine-im-umbruch-google-maps-spaltet-krim-fuer-die-russen-ab-1.1942196> (abgerufen 12.10.2017).

³⁸ Aus-der-Luft-Gucker tapen in die Abmahnfalle – Artikel bei Spiegel Online, vom 29. Februar 2008 (abgerufen 04.10.2017).

³⁹ Google-Genehmigungen – https://www.google.de/intl/de/permissions/brand_terms.html, 18.10.2017 (abgerufen 04.10.2017).

⁴⁰ Rechtsanwalt KELLER, MAX-LION: Google Maps auf der Website – was ist erlaubt, was nicht? - In: Akademie.de. 3. März 2010 (<https://www.akademie.de/wissen/google-maps-erlaubt-privat-gewerblich>, 18.10.2017).

⁴¹ <http://www.npr.org/2012/11/22/165727166/the-motive-of-the-mapmaker> (abgerufen 04.10.2017).

betrachten und beobachten, wie sich Orte im Lauf der Zeit verändert haben. Am Beispiel von Las Vegas und Warschau ist das eindrucksvoll nachvollziehbar.

Mit *Google Earth* kann man nicht nur um die Welt fliegen, sondern mit eigens erstellten KML-Dateien seine eigenen Daten integrieren. Die KML-Datei⁴² ist ein Dateiformat, das verschiedene geografische Daten enthält. Möglicherweise, so behauptet Google, sind wir die Letzten, die noch wissen, was es bedeutet, sich verlaufen zu haben. Gleichwohl bedient sich Google geometrischer Verfahren und Projektionen, wie sie bereits PTOLEMÄUS benutzte.

*„Jede Karte akzeptiert das Faktum, dass der Erdball nicht wirklich zutreffend auf einer ebenen Fläche kartografisch wiedergegeben werden kann.“*⁴³

Mit Google StreetView werden 360°-Bildansichten aus der Straßenperspektive dargestellt, die damit den Kartendienst Google Maps und das Programm Google Earth nochmals erweitern. Google StreetView ist außer in Deutschland (mit Ausnahmen einiger großer Städte) und Österreich weltweit verfügbar. In den beiden Ländern wurde befürchtet, dass potenzielle Einbrecher diesen Dienst zur Auskundschaftung von Einbruchobjekten missbrauchen könnten. Wegen vieler Eingaben zum Schutz der Privatsphäre, zum Datenschutz und zu anderen Persönlichkeitsrechten, verzichtete Google letztendlich in Deutschland nach erfolgter Erfassung auf eine Veröffentlichung des Bildmaterials.

Ende 2017 werden wieder die 3D-Google-Erfassungsautos auf Deutschlands Straßen unterwegs sein, Google wird dann mit diesem Daten- und Bildmaterial seine Google Maps fortführen. Google wird dann seinem Ziel, die Erde in drei Trillionen Bildern darzustellen wieder, ein Stück näher gekommen sein.

Die 360°-Panoramabilder werden mit speziell ausgerüsteten Pkw, Fahrräder oder auch von Einzelpersonen aus aufgenommen. Bei den Aufnahmen in Venedig wurden die Kamera und Lasersysteme in einer Gondel platziert. Mit einem Schneemobil wurden die Bilder der „Whistler Blackcomb Ski Slopes“ für die Olympischen Winterspiele in Vancouver (Kanada) aufgenommen.⁴⁴ Mit Google StreetView ist die Menschheit dem virtuellen Reisen am Bildschirm schon ganz schön nah gekommen.

Ziel von Google war es von Anfang an mit den kostenlosen GIS-Komponenten Werkzeuge bereitzustellen, um das eigentliche kommerzielle Geschäft auszubauen. Es

⁴² <http://desktop.arcgis.com/de/arcmap/10.3/manage-data/kml/what-is-kml.htm> (abgerufen 01.10.2017).

⁴³ BROTTON, JERRY (übersetzt von MICHAEL MÜLLER): Die Geschichte der Welt in zwölf Karten. - Deutsche Ausgabe, München 2014.

⁴⁴ Google Street View: Olympia-Panoramen aus Vancouver. - In: netzwelt.de. 10.Februar 2010.

entstand ein Modell für E-Commerce, das Wirtschaftswissenschaftler auch als „Google-nomics“ bezeichnen.

OSM und Neogeographie

2004 gründete der Brite STEVE COAST das OpenStreetMap-Projekt (OSM).⁴⁵ Es ist ein eindrucksvolles Beispiel was Neogeographie zu leisten vermag. OSM steht für die geographische Meinungsfreiheit. Der Spiegel bezeichnete OSM am 26. Mai 2008 treffend als Wikipedia der Navigation. OSM ist nicht amtlich oder offiziell, ist kein hierarchisch geführtes Projekt, nicht vollständig und nicht überall aktuell. In OSM werden von Nutzern („Mappern“) bereitgestellte oder gesammelte Daten zusammengetragen und dann anderen Nutzern frei zur Verfügung gestellt. Erstmals kann ein Mapper seinen unmittelbaren Lebensbereich so kartographisch und humangeographisch abbilden, wie er ihn sieht. Der Weg zu einer Karte im Maßstab 1 : 1 ist gestartet. Es entsteht ein Weltbild von „realer Virtualität“.

OSM ist eine große Geo-Datenbank, in die man erfasste Daten bearbeiten, korrigieren und hochladen,⁴⁶ und aus der man Daten herunterladen kann.⁴⁷ Grob vereinfacht besteht das OSM-Projekt aus vier Komponenten:

- 1 Editoren zur Bearbeitung der selbst erfassten Daten,
- 2 Datenbank für die Datenhaltung,
- 3 Renderer zur Kartenerstellung,
- 4 Viewer zur Kartenanzeige.

Prinzipiell handelt es sich bei OpenStreetMap um Objekte, die eine geographische Information speichern und über sogenannte „Tags“ eine Bedeutung erhalten. Das Datenmodell⁴⁸ besteht aus drei Objekttypen: den Nodes (Punkte), den Ways (Linien/Flächen) und den Relations (Relationen). OSM hatte am 4.8.2017 laut OSMstats⁴⁹ 4.090.720 Members. In der Datenbank befanden sich 4.008.437.920 Nodes, 427.903.781 Ways und 5.133.890 Relations.

Die meisten am Markt existierenden Daten sind nicht frei und offen und auch nicht editierbar, In OSM sind die Daten frei und offen und falls man in OSM einen Fehler entdeckt, kann man ihn direkt editieren.

⁴⁵ <https://de.wikipedia.org/wiki/OpenStreetMap> (abgerufen 14.09.2017).

⁴⁶ <http://josm.openstreetmap.de> (abgerufen 01.10.2017).

⁴⁷ <https://overpass-turbo.eu/> (abgerufen 01.10.2017).

⁴⁸ http://www.ioer-monitor.de/fileadmin/Dokumente/Symposium_2012/Goetz_Marcus-4.DFNS.pdf (abgerufen 03.10.2017).

⁴⁹ <https://osmstats.neis-one.org/?item=members> (abgerufen 03.10.2017).

Die Aktualität ist ein großer Vorteil von OSM gegenüber anderen kommerziellen Karten- und Datenanbietern. Zudem besteht mit dem Konzept der „Tags“ die Möglichkeit, beliebig viele Informationen, die für die Gemeinschaft von Interesse sein könnten (wie Sehenswürdigkeiten, Parkbänke, Briefkästen, Elektroladestationen etc.) zu hinterlegen.⁵⁰

Nicht zuletzt aufgrund dieser Vorteile basieren immer mehr Projekte aus freier Wirtschaft und öffentlicher Verwaltung auf OpenStreetMap. Was OSM kurzfristig zu leisten vermag, zeigte sich bei einer Naturkatastrophe, dem verheerenden Erdbeben auf Haiti im Januar 2010. In nur zwei Tagen wurde hier quasi aus dem Nichts eine Karte geschaffen.⁵¹ Aus den Satelliten- und Luftaufnahmen, die vor der Katastrophe aufgenommen worden waren, digitalisierte die Community die Daten für OSM ab. Unterstützt wurden sie dabei auch von Mappern vor Ort. So wurde aus dem weißen Fleck eine Grundlagenkarte für die Hilfsdienste.

Dass OpenStreetMap mehr ist als ein Hobby-Kartografen-Projekt, zeigte sich auch bei der Naturkatastrophe in Fukushima im März 2011. Nach einem Erdbeben und einem Tsunami wurden unzählige Straßen zerstört und waren plötzlich unpassierbar. Die Folge: Eben noch aktuelles Kartenmaterial ist von einer Sekunde auf die andere unbrauchbar. *„Am Beispiel Fukushima lässt sich gut darstellen, was für ein enormes Potenzial in OpenStreetMap steckt“*, so Professor ALEXANDER ZIPE.⁵² Schon kurz nach der Katastrophe hätten sich weltweit Hunderte von Freiwilligen zusammengeschlossen und die aktuelle Zerstörung und Überflutungen in die OpenStreetMap eingearbeitet. Binnen Stunden konnten so beispielsweise die Rettungskräfte auf aktualisiertes Kartenmaterial zurückgreifen. Aus den vielen OSM-Projekten sollen zwei besonders herausgestellt werden.

1. Die Onlinekarte Wheelmap.org⁵³ für Rollstuhlfahrer:

2010 hatte RAÚL KRAUTHAUSEN die Idee: Eine Karte für Rollstuhlfahrer, die mit einem einfachen Ampel-System anzeigt, ob ein Ort barrierefrei ist oder nicht.

„Vor OpenStreetMap wäre eine solche Anwendung überhaupt nicht möglich gewesen - zu teuer, zu kompliziert, einfach nicht umzusetzen. Erst der freie Zugriff auf das Daten-

⁵⁰ <http://www.flopp.net/> (abgerufen 10.10.2017).

⁵¹ <https://voices.nationalgeographic.org/2012/07/02/crisis-mapping-haiti/> (abgerufen 09.10.2017).

⁵² <http://www.geog.uni-heidelberg.de/gis/zipf.html> (abgerufen 09.10.2017).

⁵³ <https://wheelmap.org/map#/?lat=50.346008140120624&lon=7.586231231689452&q=Koblenz&zoom=14> (abgerufen 03.10.2017).

material hat uns Rollstuhlfahrern ein großes Stück persönlicher Freiheit zurückgegeben“, ist sich RAÚL KRAUTHAUSEN sicher.⁵⁴

2. Die Topographische Karte OpenTopoMap.org⁵⁵

Das Projekt OpenTopoMap verfolgt das Ziel, aus den Daten der im Internet frei verfügbaren Weltkarte OpenStreetMap (OSM) automatisiert freie zoombare Karten zu generieren, welche dem Stil der amtlichen topographischen Karten der deutschen Landesvermessung angepasst sind. Die OSM-Daten werden in eine lokale Datenbank eingespeist und im Folgenden mittels CSS-Stilskripten an eine Rendering-Software übergeben, die daraus Kacheln in mehreren Zoomstufen produziert. Im Zuge der Kartenerstellung werden Algorithmen eingesetzt, welche klassische kartographische Aufgaben, wie beispielsweise das Generalisieren von Gebäuden und Häuserblocks, automatisiert durchführen.

Die Karte soll sowohl zur Orientierung im Innenstadtbereich wie auch als Wanderkarte nutzbar sein. Hierzu wird zwischen Detailreichtum und Lesbarkeit für jede Zoomstufe in aufwändiger Kleinarbeit die passendste Lösung gesucht und umgesetzt. Zur plastischen Höhendarstellung werden die OSM-Daten mit SRTM-Daten^{56 57} (Shuttle Radar Topography Mission, amerikanisch-deutsch-italienische Shuttlemission) ergänzt. Hier wurde mit einem 60-Meter-Ausleger bei der Shuttlemission ein digitales Höhenmodell der gesamten Erde aufgenommen.

Lizenz OSM

Die nach dem Wikipedia-Prinzip erstellten Karten von OpenStreetMap lassen sich so verwenden, ohne dass Abmahnungen drohen oder sonstige Beschränkungen gelten. Man darf OpenStreetMap ohne Nachfrage verwenden, wenn man die Quelle nennt und darauf hinweist, wie man sie nutzen darf. Die von den Mitwirkenden der OpenStreetMap zusammengetragene Datenbank steht unter der „Open Database License“ (ODbL). Diese Lizenz legt im Kern fest, dass man die Daten auf beliebige Weise und auch zu kommerziellen Zwecken verwenden darf, wenn man die Gemeinschaft der OpenStreetMap-Mitwirkenden nennt sowie die Lizenz nennt oder verlinkt.

Die allgemeine Nennung „(c) OpenStreetMap-Mitwirkende“ reicht dabei aus. Außerdem schreibt sie vor: Wer die Daten bearbeitet und veröffentlicht, muss die Änderungen allen unter gleichen Bedingungen zur Verfügung stellen wie das Original. Diese Bedin-

⁵⁴ <http://locationinsider.de/interview-raul-krauthausen-arbeitet-an-verschiedenen-projekten-fuer-mehr-barrierefreiheit/> (abgerufen 04.10.2017).

⁵⁵ <https://opentopomap.org/#map=14/50.35945/7.59756> (abgerufen 01.10.2017).

⁵⁶ http://www.unigis.at/fernstudien/UNIGIS_professional/Materialien/module/modul3/srtm.pdf.

⁵⁷ <https://de.wikipedia.org/wiki/SRTM-Daten> (abgerufen 01.10.2017).

gung nennt sich „Share-Alike“ und ist ähnlich auch aus anderen freien Lizenzen für Software oder Inhalte bekannt.

4 Fernerkundung und Laserscanning ermöglichen neue Kartenwelten

Luftbilder und Satellitenaufnahmen beinhalten zum Zeitpunkt der Aufnahme eine absolute Dokumentation der realen Landschaft. Die Inhaltsfülle und Detailgenauigkeit wird von der Auflösung des Bildes bestimmt. Sie sind vielseitig interpretierbar und für einen vielfältigen Nutzerkreis von großem Interesse. Sie sind stichtagsbezogene Zeitzeugen der Landschaftsentwicklung und stehen jederzeit und auf Dauer für Auswertungen und Visualisierungen zur Verfügung.

Die Messbildkunst hat sich über die reine Bildbetrachtung hinaus stetig weiterentwickelt. Seit den 1950-er Jahren haben Luftbilder eine große Bedeutung für die Auswertung geotopographischer Daten zur Fortführung der Landeskartenwerke.

Der Umstieg von der analogen zur digitalen Bildbefliegung war ein weiterer Quantensprung, was die Auflösung und die Auswertung von Luftbildern betrifft. Die Trägersysteme der Sensoren, bisher Ballons, Hubschrauber, Flugzeuge und Satelliten, haben mit den Drohnen, sogenannte UAV (unmanned aerial vehicle), eine weitere schnelle und auch preiswerte Erweiterung erhalten. Mit Plug and Play Sensoren können diese UAV je nach Anwendung sehr schnell bestückt werden. Dies können Digitalkameras, Laserscanner, Hyperspektralkameras oder Radarsysteme sein. Stellvertretend soll hier die österreichische Firma Rieg⁵⁸ genannt werden.

Die Wirtschaft entdeckt immer mehr Anwendungsfelder für die damit erhobenen Daten. Der hohe Automatisierungsgrad erlaubt es sehr große Datenmengen zu analysieren und zu interpretieren. Das alles funktioniert auch in Echtzeit, so werden in Häfen angelieferte und abgefahrene Container quasi vom Satelliten gezählt. Mittlerweile ist es der Technischen Universität München gelungen aus, den Messwerten des Radarsatelliten TerraSAR-X vierdimensionale Punktwolken von Berlin, Las Vegas, Paris und Washington DC zu erstellen.⁵⁹

Das europäische Erdbeobachtungsprogramm *Copernicus* schafft eine moderne und leistungsfähige Infrastruktur für Erdbeobachtung und Dienstleistungen der Geoinformation.⁶⁰

⁵⁸ <http://www.riegl.com/products/unmanned-scanning/> (abgerufen 05.11.2017).

⁵⁹ VDV Magazin 4/2017 S. 300, Weltrekord bei der Auswertung von Satellitendaten.

⁶⁰ <http://www.d-copernicus.de/> (abgerufen 12.10.2017).

Schon einen Schritt weiter ist die US-Firma DigitalGlobe⁶¹ was die Kommerzialisierung individueller Satellitenbilder angeht. Dank der im August 2014 und 2016 gestarteten Satelliten "WorldView-3" und "WorldView-4", deren Auflösung bei 30 Zentimetern pro Bildpunkt liegt, ist das Unternehmen in der Lage allen Kunden superscharfe Aufnahmen der Erdoberfläche zu liefern.⁶²

ALS (Airborne Laserscanning)⁶³

Stereophotogrammetrie und Laserscanning sind grundsätzlich unterschiedliche Messmethoden. Während bei einer photogrammetrischen Aufnahme von einem passiven System, der Luftbildmesskamera, Luftbilder gewonnen werden und anschließend in den Überlappungsgebieten der Luftbilder mit Hilfe von Auswertegeräten gemessen wird, ist ein Laserscanner ein aktives System, das durch die Synchronisierung der Richtungs- und Distanzmessung meist zeilenweise Polarkoordinaten entlang eines Flugpfades liefert.

Beim Laserscanning wird die Erdoberfläche mit Hilfe eines Laserscanners abgetastet. Aus der Laufzeit des Impulses wird durch Puls- oder Phasendifferenzmessung die Entfernung zwischen dem Laserscanner und des Objektes bestimmt, wobei hier beachtet werden muss, dass unterschiedliche Materialien verschiedene Reflexionseigenschaften besitzen.

Der Laserstrahl wird durch ein Abtastsystem senkrecht zur Flugrichtung abgelenkt, integrierte GPS- und INS-Systeme⁶⁴ liefern Positionierung und Orientierung des Lasers. Es können der erste (first pulse), letzte (last pulse) oder beide Impulse gemessen werden, bei neueren Geräten zusätzlich die Wave-Form.⁶⁵ Der erste Impuls enthält Informationen über die Oberfläche, der letzte über den Bodenverlauf. Aus dem Unterschied der beiden Impulse kann man z.B. Waldhöhen bestimmen. Anwendung findet das Laserscanning u.a. bei der Datenerfassung für digitale Geländemodelle, DOM, Generierung von 3D-Stadtmodellen und auch bei Gletschervermessungen.

⁶¹ <https://www.digitalglobe.com/> (abgerufen 29.10.2017).

⁶² <http://www.spiegel.de/wissenschaft/weltall/satellitenfotos-zeigen-erde-mit-30-zentimetern-aufloesung-a-1020882.html> (abgerufen 29.10.2017).

⁶³ http://www.hochschule-bochum.de/fileadmin/media/fb_v/labore/photogrammetrie/3_5_Semester/18_Airborne_Laserscanning.pdf (abgerufen 29.10.2017).

⁶⁴ https://www.ikg.uni-hannover.de/fileadmin/ikg/staff/thesis/finished/documents/MA_Schlichting.pdf (abgerufen 29.10.2017).

⁶⁵ https://w3-mediapool.hm.edu/mediapool/media/dachmarke/dm_lokal/foschung_entwicklung/projekte/krzystek/hysurf/Reitberger_Krzystek_Stilla_DGPF_Jena_2009.pdf (abgerufen 10.09.2017).

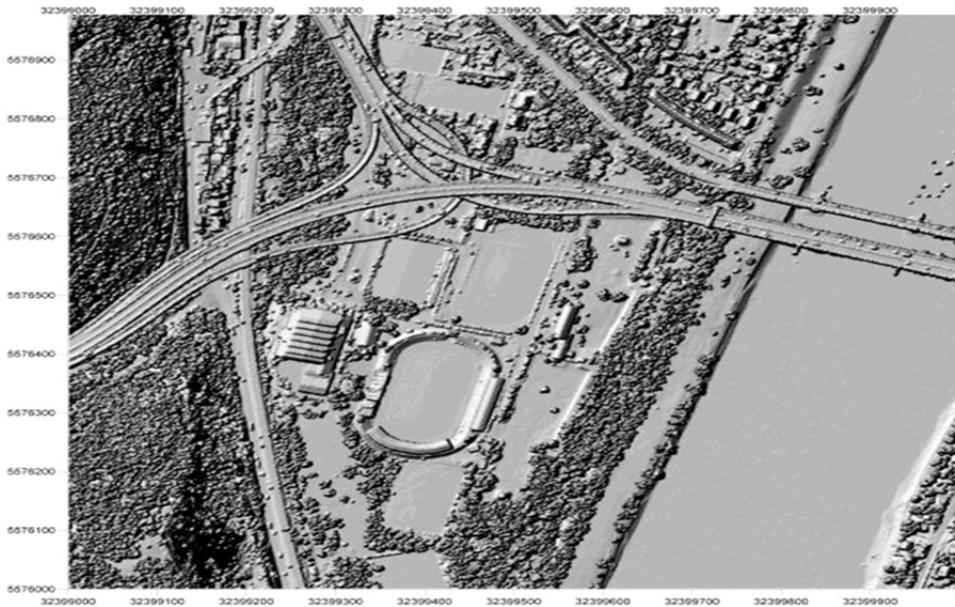


Abb. 2: Gerechnetes Digitales Oberflächenmodell (DOM) aus Laserpunktwolke Objekte (LPO) und Laserpunktwolke Gelände (LPG) mit einer Gitterweite von 1 Meter, © LVermGeo RLP

3-D

Bei der kombinierten Aufnahme mit einem terrestrischen 3D-Laserscanner und einer hochauflösenden kalibrierten Digitalkamera ergänzen sich die Vorteile der beiden Sensoren. Die hohe Auflösung der Digitalbilder und die schnelle und präzise Entfernungsmessung des Laserscanners ermöglichen die präzise und detaillierte 3D-Dokumentation komplexer Objekte. Die Stereobildzuordnung ermöglicht die Bereitstellung dichter 3D-Punktwolken für Gebäudefassaden unter anderem aus Aufnahmen von Mobile Mapping-Systemen oder Schrägluftbildern. Mit der Interpretation dieser in Punktwolken repräsentierten 3D-Struktur wird die automatische Erfassung detaillierter LoD3-Gebäudemodelle^{66 67 68} ermöglicht. Mit den enthaltenen Farbinformationen soll in Zukunft die Effizienz und Zuverlässigkeit des Verfahrens noch gesteigert werden.

Es entstehen virtuelle dreidimensionale Modelle eines Stadtgebietes, bei denen insbesondere Gebäude und Geländeformen aus unterschiedlichen Perspektiven plastisch hervorgehoben und betrachtet werden können. Erste Versuche für räumliche Stadtplä-

⁶⁶ <http://www.coors-online.de/3d-stadtmodelle/kapitel-7-das-gebaeudemodell/> (abgerufen 01.10.2017).

⁶⁷ [http://wiki.quality.sig3d.org/index.php/Handbuch_f%C3%BCr_die_Modellierung_von_3D_Objekten_-_Teil_2:_Modellierung_Geb%C3%A4ude_\(LOD1,_LOD2_und_LOD3\)](http://wiki.quality.sig3d.org/index.php/Handbuch_f%C3%BCr_die_Modellierung_von_3D_Objekten_-_Teil_2:_Modellierung_Geb%C3%A4ude_(LOD1,_LOD2_und_LOD3)) (abgerufen 01.10.2017).

⁶⁸ https://www.ldbv.bayern.de/file/pdf/10554/Masterarbeit_Sylvia_Bratfisch.pdf (abgerufen 01.10.2017).

ne gab es schon 1521. Ein Zentrum dieser dreidimensionalen Techniken war die Freie Reichsstadt Augsburg.⁶⁹ Google hat schon sehr früh in New York die Gebäude mit Gebäudetexturen versehen und dreidimensional erlebbar gemacht. Auch Koblenz ist mittlerweile mit einzelnen Gebäuden dank Google in 3D erlebbar. Rheinland-Pfalz in 3D-Geodaten ist ein Onlineangebot des Landesamts für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz. Hier sind 3,5 Millionen Gebäude in der Detaillierungsstufe LoD2⁷⁰ (Level of detail) enthalten. Es bietet die Möglichkeit, Rheinland-Pfalz einfach und intuitiv in der dritten Dimension zu erleben.⁷¹

5 Die Zukunft der digitalen Kartenwelt im Zeitalter der autonomen Verkehrsmittel

Die Bereiche der Kartographie, Topographie, Photogrammetrie und überhaupt die Vermessung der Welt sind smart geworden. Berufsbilder, wie die des ehemals künstlerisch wirkenden Kartographen oder des traditionellen Vermessungsingenieurs sind im totalen Umbruch begriffen. Neue Berufsbilder, wie die des Geomatikers, Webdesigners / Entwicklers, Datenbankadministrators oder auch der des Geodatenmanagers sind entstanden. Bisherige traditionell von der Geodäsie beherrschte Zuständigkeitsbereiche werden zunehmend von Geographen, sowie Bau- und Maschinenbauingenieuren mitübernommen.

Die letzten 20 Jahre in der Entwicklung der neuen digitalen Kartenwelten waren stürmisch, aber wir stehen schon wieder vor herausragenden Neuerungen. Hatte man sich gerade erst an die Navis im Auto und zum Wandern gewöhnt, so bietet das Smartphone diese Dienste in Perfektion und Vielfalt kostenlos mit an. Man trägt die gesamte Welt je nach Speicherplatz offline in der Westentasche mit sich herum, z.B. mit der App MAPS.ME⁷², und schon zeigt sich am Horizont mit der 3D-Map, dass die technische Entwicklung und Benutzung von Karten im Zusammenhang mit selbstfahrenden Autos gerade erst begonnen hat. Selbstfahrende Autos werden sich wohl kaum auf die bisher so geschätzten amtlichen digitalen Daten verlassen, die nächste Kartenrevolution ist schon längst gestartet. Drei Konzerne erfassen die reale Kartenwelt und jeder von ihnen will Marktführer werden:

- 1 Google,
- 2 Here (mit den neuen Anteilseignern AUDI AG, BMW Group und Daimler AG erweitert um die chinesischen Firmen NavInfo und Tencent, den amerikanischen Chiphersteller Intel und den Staatsfonds GIC aus Singapur),
- 3 Tom Tom (in Kooperationen mit Apple und dem Automobilzulieferer Bosch).

⁶⁹ Stadtansichten damals und heute ARC Aktuell 2.2017 S. 18.

⁷⁰ https://lvermgeo.rlp.de/fileadmin/lvermgeo/pdf/produktblaetter/ProduktbeschreibungRP_LoD2.pdf (abgerufen 02.10.2017).

⁷¹ <http://www.rheinland-pfalz-in-3d.rlp.de/> (abgerufen 02.10.2017).

⁷² <https://www.netzwelt.de/download/23969-mapsme-offline-karte-routen-kostenlos.html> (abgerufen 01.10.2017).



Abb. 3: Smartphone und Smartwatch ergänzen sich, © Ralf Schneider und © OpenStreetMap-Mitwirkende

Nicht ohne Grund gehen die Prognosen davon aus, dass in 10 bis 15 Jahren die Autoindustrie mit dem Verkauf von digitalen Kartendaten mehr verdienen wird, als mit dem Verkauf ihrer Autos.

2017 ist Mercedes-Benz mit einem 10 % Anteil bei dem britischen StartUp what3words⁷³ eingestiegen, auch die Deutsche Bahn ist beteiligt und will mit einem hochpräzisen Ortungssystem etwa für Drohnen oder Kuriere stärker im digitalen Geschäft mitmischen. Mit drei Wörtern soll die Autonavigation in der neuen A-Klasse 2018 revolutioniert werden. Wenn der Fahrer eine 3-Wörter-Adresse, wie ///genau.freundin.tagebuch per Sprache oder Text eingibt, wird er auf das 3m*3m große Quadrat am Eingang der Mercedes-Benz-Produktionsstätte in Stuttgart-Untertürkheim hin navigiert.

Für das globale Adresssystem what3words wurde die Erde in 57 Billionen Quadrate mit 3m*3m Seitenlänge auf der Weltkarte nach dem Zufallsprinzip mit einem unverwechselbaren Namen aufgeteilt.

In Zukunft werden Karten zum zentralen Interaktionsmedium im Auto werden. Die Fahrumgebung wird von einer Datenschicht überlagert, die in Rechenzentren gespeichert und mit teilweise noch zu erfindenden Algorithmen ausgewertet wird. Die dazu

⁷³ <https://what3words.com/de/> (abgerufen am 20.1.2018)

notwendigen schnellen Datenleitungen zu und von den selbstfahrenden Autos sind eine Grundvoraussetzung, wir reden hier von Reaktionszyklen, die im Sekundenbereich liegen werden. Ohne präzise und aktuelle 3-D-Straßenkarten wird das autonome Fahren technisch nicht funktionieren. Der Aufwand für die genaue Vermessung ist immens und wird noch einige Zeit andauern. Allein in den USA müssen beispielsweise insgesamt 6,6 Millionen Straßenkilometer neu kartiert werden. Ist dieser erste Schritt getan, folgt schon der nächste: Selbstfahrende Autos werden ihre eigene Fahrgrundlage und ganz nebenbei Daten für die Karten der Zukunft sammeln. Bisher ist diese Technologie noch wenigen Spezialfahrzeugen vorbehalten, wie z.B. denen von Google oder der niederländischen Firma Cyclomedia, die 2017 in Koblenz für die EVM (Energieversorgung Mittelrhein) mit 3D-Laserscan Daten erfasst hat.⁷⁴

Der Weg hin zum autonomen Fahren beinhaltet Entwicklungen in drei Schlüsseltechnologiebereichen. Dazu zählen die Sensorik einschließlich Radar, LiDAR und visuelle Überwachung mittels Kamera, hochauflösende Landkarten sowie die Lokalisierung mit genauer Darstellung der aktuellen Fahrzeugumgebung. Die notwendigen Sensoren, wie Ultraschallsensoren (Echolotprinzip), Radarsensoren und Kamerasysteme sind heute schon in Autos eingebaut. LiDAR-Systeme (Light Detection and Ranging Systems)⁷⁵ sind momentan noch teuer und die Datenauswertung ist kompliziert. Sie sind aber zur Wahrnehmung des Umfeldes und zur Darstellung der beweglichen und unbeweglichen Umgebungsobjekte unabdingbar.

Aber die Zukunft kommt meist schneller als gedacht, auch GPS-Systeme waren mal teuer. So sind in dem neuen Tesla 3 bereits alle Hardwarekomponenten zum autonomen Fahren eingebaut, es bedarf lediglich eines kostenpflichtigen Software-Updates und die Zukunft kann beginnen.

⁷⁴ https://www.rhein-zeitung.de/region/lokales/koblenz_artikel,-evm-laesst-strassen-fotografieren-panoramafotos-und-gps-machen-das-planen-leicht-_arid,1634241.html (abgerufen 01.10.2017).

⁷⁵ <http://www.sueddeutsche.de/auto/autonomes-fahren-mit-lidar-sollen-autos-richtig-sehen-lernen-1.3106087> (abgerufen 02.10.2017).