

# Geodäsie in einer digitalen Zukunft

## *Erwartungen aus einer amtlichen Perspektive<sup>1</sup>*

Dr. Klement Aringer



### **Zusammenfassung**

Die Digitalisierung ist Realität und wird die Geodäsie – wie alle Lebensbereiche – beeinflussen durch neue Techniken in der Datenerfassung, -auswertung und -verwaltung sowie der Präsentation. In einer digitaler Zukunft sind Geodaten ein wesentliches Element. Mögliche und wünschenswerte Folgerungen für das amtliche Vermessungswesen als Teil der Geodäsie werden ausgelotet in Bezug auf die amtlichen Aufgaben wie Geodätischer Raumbezug, Kataster sowie Geotopographie und Kartographie.

### **1. Einführung**

Die Bayerische Vermessungsverwaltung hat 2011 auf 50 Jahre erfolgreichen Einsatz der elektronischen Datenverarbeitung zurückgeblickt (Scheugenpflug et al., 2011). Das Jubiläum erinnert an das Gründungsdatum der Automationsstelle am Bayerischen Landesvermessungsamt im Jahr 1961. Insofern stellt sich die Frage, was neu ist, wenn gegenwärtig der Begriff „Digitalisierung“ permanent auf Fachtagungen, in Zeitschriften und sogar im Feuilleton von Zeitungen diskutiert wird. Brynjolfsson und McAfee (2015, S. 112) sprechen aktuell vom Beginn des zweiten (digitalen) Maschinenzeitalters (nach der industriellen Revolution, ausgelöst durch die Erfindung der Dampfmaschine) mit den prägnanten Merkmalen einer anhaltenden exponentiellen Weiterentwicklung der Computertechnik, unerhört großer Datenmengen und In-

<sup>1</sup> Nach einem Vortrag bei der Fachtagung und 70. Mitgliederversammlung des DVW Bayern e. V. am 12. Mai 2017 in Schweinfurt

novationen durch Neukombinationen, bis hin zu Maschinen, die kognitive Arbeiten bewältigen können, wie Erkennung von Mustern und komplexer Kommunikation. Die Entwicklung in der Computertechnik zeigt der Vergleich des 1996 schnellsten Computers der Welt mit einer Sony Playstation von 2008 (Tabelle 1).

1996 - ASCI Red	2008 – Sony Playstation 3
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Schnellster Computer der Welt               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Kosten \$55 Mio.</li> <li>○ 177 m<sup>2</sup> Fläche</li> <li>○ 1 Teraflop (1997: 1,8) Rechenoperationen Tera steht für 10<sup>12</sup>, bei Teraflops also für eine Billion Berechnungen pro Sekunde.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Spielkonsole               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Kosten \$500</li> <li>○ 0,1 m<sup>2</sup> Fläche</li> <li>○ 1,8 Teraflop Rechenoperationen</li> <li>○ 64 Millionen Mal verkauft</li> </ul> </li> </ul>

Tabelle 1: Vergleich von Rechenleistungen

Ein Merkmal der stattfindenden Digitalisierung ist ihr Wirken über die Technik hinaus als gesellschaftliche Transformation, die sich auf die Durchdringung aller Lebensbereiche<sup>2</sup> mit IT und die damit verbundenen Möglichkeiten bzw. Veränderungen bezieht (z. B. Alt und Puschmann, 2016). Im Zusammenhang mit der Digitalisierung werden häufig die in Abb. 1 aufgeführten Begriffe genannt, die als wesentliche Elemente den Raum der Digitalisierung aufspannen, wobei die Aufzählung nicht abschließend ist.

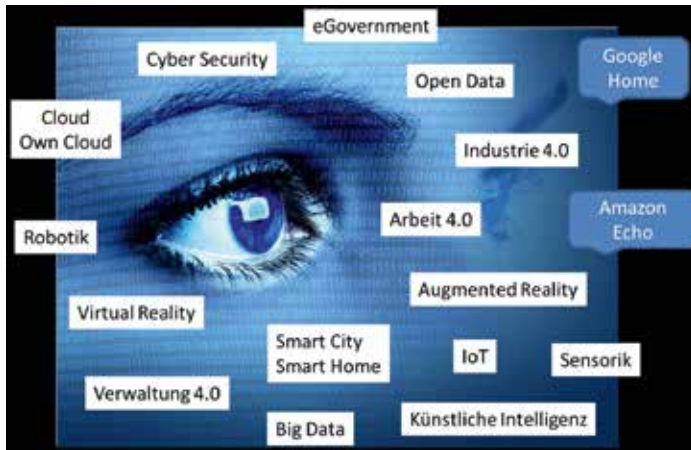


Abb. 1: Begrifflichkeiten im Zusammenhang mit der Digitalisierung

<sup>2</sup> Im D21-Digital-Index 2015 (Herausgeber: Initiative D21 e. V.) wird der Begriff „Durchdringung des Alltags“ verwendet.

## 2. Treiber der Digitalisierung

Die Digitalisierung beeinflusst die klassischen Felder der Geodäsie, die Datenerfassung, die Auswertung und Organisation von Daten und deren Präsentation entscheidend. Das Spektrum der Methoden der Datenerfassung erweitert sich derzeit ständig, sowohl quantitativ als auch qualitativ: Bei der Satellitenpositionierung mit neuen Systemen wie Galileo, bei der Generierung von Satellitendaten mit neuen, für alle Nutzer frei zugänglichen Systemen wie z. B. den Sentinel-Satelliten des Copernicus<sup>3</sup>-Programms. Zusätzliche Möglichkeiten bietet die starke Verbreitung von Unmanned Aerial Vehicles (UAV) und terrestrischem Laserscanning von Fahrzeugen aus, und schließlich die Weiterentwicklung im Bereich der digitalen Photogrammetrie mit Bildmatching-Verfahren und der Verwendung von Schrägbildaufnahmen, die insbesondere bei Gebäuden zusätzliche Informationen der Gebäudefassaden liefern. Wesentliche Impulse sind auch von den enormen Investitionen der Automobilindustrie in das autonome Fahren zu erwarten, das für die Fahrzeugnavigation realweltnahe dreidimensionale Darstellungen der Fahrbahnen und deren näherer Umgebung im Bereich weniger Zentimeter erfordert. Die amtliche Vermessung ist gegenwärtig sehr gut aufgestellt im Bereich Satellitenpositionierung und digitale Photogrammetrie. Der Einsatz von UAVs, Mobile-Laserscanning und die Nutzung von Satellitendaten konnte in der amtlichen Vermessung die etablierten Verfahren noch nicht verdrängen. Einige Länder nutzen die neuen Möglichkeiten jedoch ergänzend zu den etablierten Verfahren in Projekten, um Erfahrungen zu sammeln.

Mit den neuen Möglichkeiten der Massendatenerfassung steigen auch die Herausforderungen bei der Weiterverarbeitung der Daten und der Gewinnung von Informationen aus diesen Daten. Ein terrestrischer Laserscanner erzeugt in wenigen Sekunden 1 Million dreidimensionaler Punktdaten mit Zentimetergenauigkeit. Eine große Herausforderung ist hier die Extraktion von Informationen in Form von Objekten, Flächen oder Linienstrukturen. Hier ist der verstärkte Einsatz von Methoden der Künstlichen Intelligenz zu erwarten, ohne die die Überführung großer Mengen sensorischer Eingangsdaten in Objekte und Muster nicht mehr zu bewältigen sein wird.

Bezüglich der Präsentation von Daten werden mit den Methoden virtueller Welten (Virtual Reality – VR) und der erweiterten Realität (Augmented Reality – AR) völlig neue, innovative Darstellungsformen von Daten angeboten. Die Programmierung von VR- und AR-Anwendungen erfordert hohes Spezialwissen. Für den Bereich der amtlichen Vermessung ist nicht zu erwarten, dass hier in einem größeren Umfang Eigenentwicklungen stattfinden werden. Die Systeme und Apps müssen – soweit ein Bedarf für amtliche VR- und AR-Anwendungen gesehen wird – eingekauft werden. Generell sind VR- und AR-Anwendungen hervorragend geeignet, die Kommunikation der öffentlichen Verwaltung mit dem Bürger zu fördern. Eine Anwendung mit den amtlichen Geodaten könnte z. B. darin bestehen, geplante Bauvorhaben von Gemeinden und Städten für Gemeinderäte und Bürger zu visualisieren, so dass die

---

3 vormalig GMES

Bebauung auf der grünen Wiese - einschließlich der neuen Grenzen, Straßen und Gebäude - von jedem Standpunkt aus virtuell mit einem Tablet betrachtet werden kann.

### 3. Geodätischer Raumbezug

#### 3.1 Integrierter Geodätischer Raumbezug 2016

Der geodätische Raumbezug nach Lage, Höhe und Schwere ermöglicht es, Objekte räumlich zueinander in Bezug zu setzen und ist damit unabdingbare Voraussetzung für raumbezogene Informationen, Bewertungen, Darstellungen und Simulationen verschiedener Fachdisziplinen. Zusätzlich fordert der Aufbau einer Geodateninfrastruktur beim Bund, bei den Ländern und bei den Kommunen sowie der Bedarf der Europäischen Union (EU) an staatenübergreifenden Geodaten ein universelles Bezugssystem (Heckmann et al., 2015).

Das Plenum der AdV (AdV, 2016) hat daher am 21. September 2016 einstimmig beschlossen, einen neuen geodätischen Raumbezug in Lage, Höhe und Schwere einzuführen – den integrierten Raumbezug 2016. Diese Entscheidung beruht auf den Ergebnissen der Messkampagnen der Jahre 2006 bis 2012 mit verfeinerten Mess- und Auswertetechniken. Kern ist die Neumessung von 250 Geodätischen Grundnetzpunkten nach Lage, Höhe und Schwere mit geforderten Genauigkeiten von 1 mm in der Lage und 2 mm in der Höhe, wobei ergänzend das Nivellementnetz 1. Ordnung komplett neu vermessen wurde.

Der neue Lagebezug wird als **ETRS89/DREF91, Realisierung 2016** bezeichnet, bei höherer innerer Genauigkeit und nur geringfügigen Abweichung zu den bisherigen Werten. Die Auswirkungen z. B. im Kataster führen i. d. R. zu keinen zu berücksichtigenden Koordinatenänderungen. Er wurde zum 31.12.2016 in Deutschland eingeführt.

Das neue **Deutsche Haupthöhennetz 2016 (DHHN2016)** wurde zum 30. Juni 2017 in den Ländern eingeführt, als Höhen über Normalhöhen-Null (NHN).

Das Schwerefestpunktfeld wurde im Messungszeitraum durch Absolut-Schweremessungen ergänzt und validiert, und bildet nun das **Deutsche Hauptschwerenetz 2016 (DHSN2016)**. Damit liegt auch eine verbesserte Datenbasis für ein neues Quasigeoid vor, das **German Combined QuasiGeoid (GCG)**<sup>4</sup>. Damit hat Deutschland einen zukunftsfähigen Raumbezug geschaffen, der es erlaubt, physikalische Höhen aus GNSS-Messungen mit einer Genauigkeit von einem Zentimeter im Flachland, zwei Zentimetern in Gebirgsregionen und fünf Zentimetern im Meeresbereich abzuleiten.

---

4 Das GCG2016 ist konsistent zum DHHN2016, dem DHSN2016 und dem ETRS89/DREF91 Realisierung 2016 und löst das bisherige GCG2011 ab.

Die AdV hat mit den Entscheidungen zur Einführung des Integrierten Geodätischen Raumbezugs 2016 eine wegweisende Entscheidung getroffen. Mit dem integrierten geodätischen Raumbezug 2016 ist Deutschland, was die Anforderungen an einen modernen geodätischen Raumbezug betrifft, bestens für die digitale Zukunft gerüstet.

### 3.2 Precise Point Positioning - PPP

Bei den aktuellen EPS-, HEPS- und HPPS-Diensten von SAPOS erfolgt die Fehlereliminierung (Satellitenbahnfehler, Satellitenuhrfehler, Code-Fehler, ionosphärische- und troposphärische Fehler, ...) durch Differenzbildung zwischen den Beobachtungen des Rovers (Beobachters) und der Referenzstation. Seit längerem wird an einer GNSS-Auswertetechnik zur präzisen Positionsbestimmung gearbeitet, die im Gegensatz zu herkömmlichen, differenziellen Auswertansätzen ohne unmittelbare Verfügbarkeit von Beobachtungen einer Referenzstation bzw. eines Referenzstationsnetzes auskommt (Heßelbarth, 2009; GIM International, 2017; ESA Navipedia, 2017). Ein Vorteil von PPP ist eine geringere zu übertragende Datenmenge. Bei differentiellen Verfahren sind immer größere Datenmengen von der Referenzstation zum Rover zu übertragen, da man in der Praxis einen möglichst genauen, zuverlässigen und stabilen Dienst haben möchte, der alle Systeme wie GPS, GLONASS, BEIDU und GALILEO nutzt. PPP erlaubt auch den Einsatz von Radioübertragungstechnik von den GNSS-Satelliten zu den Beobachtungsstationen, womit Einschränkungen des Mobilfunks überwunden werden können. PPP-Verfahren werden in der Praxis bereits eingesetzt bzw. als Dienste angeboten (z. B. Trimble, Hexagon, John-Deere).



Abb. 2: Prinzip der PPP-Verfahren

Die AdV hat dazu eine PPP-Testumgebung für sog. SSR-Datenströme<sup>5</sup> eingerichtet. Am Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (LDBV) erfolgte in diesem Zusammenhang ein erfolgreicher Test der Trimble CenterPoint-Software. Zu erwarten ist, dass private Diensteanbieter weiter in die PPP-Technik investieren. Es ist daher sehr zu begrüßen, dass sich der Arbeitskreis Raumbezug der AdV intensiv mit der PPP-Technik befasst, auch um künftige Anforderungen von Kunden erfüllen zu können und ggf. neue Kunden zu gewinnen.

<sup>5</sup> SSR = State Space Representation, im Gegensatz zu OSR = Observation Space Representation

### 3.3 SAR-Interferometrie – InSAR

Mit den Sentinel-Satelliten 1a und 1b stehen zwei Radarsatelliten und damit auch Radarsignale mit Wiederkehrzyklen von bis zu 6 Tagen kostenfrei zur Verfügung. Höher aufgelöste, kostenpflichtige Daten bietet z. B. TerraSAR-X. In der Radarinterferometrie wird von Experten ein hohes Potential u. a. im geodätischen Raumbezug gesehen. Radarinterferometrische Auswertungen kann man z. B. nutzen, um Höhenbewegungen eines Objekts im Zyklus der Satellitenaufnahmen zu bestimmen. Das Objekt muss die elektromagnetischen Wellen zurückstreuen, am besten über sog. Corner-Reflektoren (Abb. 3), aber auch andere stabile, metallische Objekte können dazu benutzt werden. Erfahrungen von Nordrhein-Westfalen haben vielversprechende Ergebnisse bei der Überwachung instabiler Gebiete gezeigt. Weitere Länder wie Baden-Württemberg und Niedersachsen zeigen ebenfalls Interesse am Test der InSAR-Methode bei der Überwachung von Bodenbewegungen.

Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, BGR, hat bereits erfolgreich Bodenbewegungen im Bereich relevanter Infrastruktur (z. B. Deiche, Brücken) mit satellitenbasierter SAR-Interferometrie erfasst. Ein bereits erstellter Kerndatensatz für

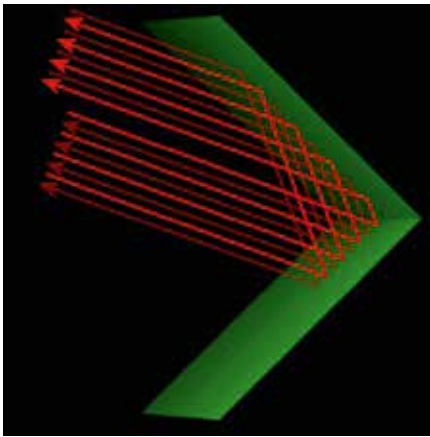


Abb. 3: Prinzip der satellitenbasierten SAR-Interferometrie

Deutschland basiert auf bundesweiten Sentinel-1 Daten; zusätzliche Auswertungen für ausgewählte Regionen basieren auf hochauflösten SAR-Daten z. B. von TerraSAR-X (BGR, 2017).

Die Erwartung ist, dass man bezüglich der Genauigkeit in die Dimensionen eines Präzisionsnivelements vorstoßen kann. Als Vision kann man sich ein amtliches radarinterferometrisches Festpunktfeld vorstellen, das im Zyklus der Radarsatelliten Höhenänderungen erfasst. Ob man ein solches Festpunktfeld flächendeckend aufbaut oder nur in Gebieten, in denen größere Höhenänderungen erwartet werden, ist anhand der Ressourcen zu entscheiden. Die AdV hat

dazu eine Projektgruppe „SAR-Interferometrie“ eingerichtet, um Erfahrungen durch die testweise Installation von Corner-Reflektoren zu sammeln. Eine Zusammenarbeit mit der BGR könnte Synergien – auch finanzielle – und eine weitere Verbreitung der Methode fördern.

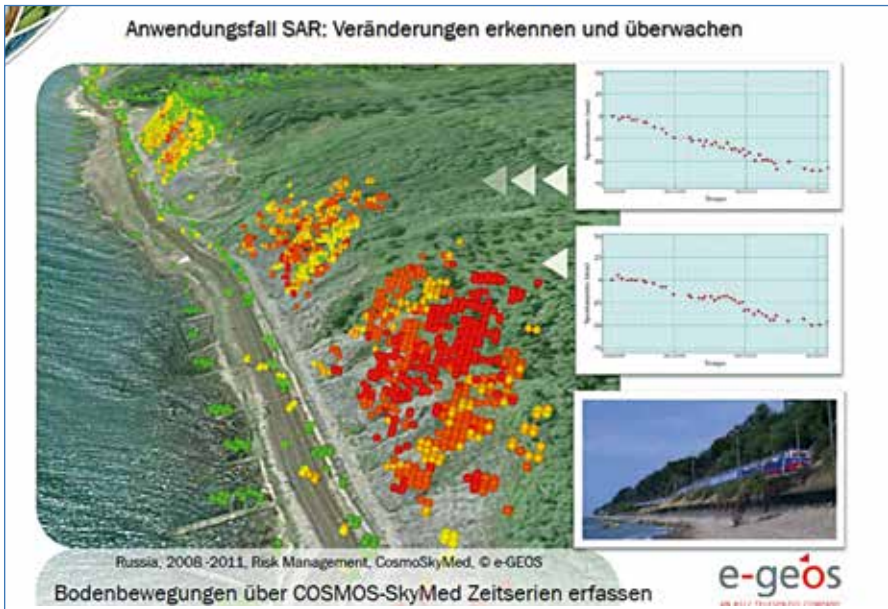


Abb. 4: Darstellung der Höhenänderungen für ein Hangrutschungsgebiet, ausgewertet von der Firma e-geos.

## 4. Kataster

ALKIS, das Amtliche Liegenschaftskataster Informationssystem, ist seit Dezember 2015 in allen Ländern der Bundesrepublik Deutschland als Datenmodell und Anwendung implementiert und läuft im Echtbetrieb. Ein großer Erfolg. Darüber hinaus werden Hauskoordinaten, Hausumringe und LoD1-Gebäudemodelle länderübergreifend durch die „Zentrale Stelle“ bei der Bezirksregierung Köln, Abteilung Geobasis NRW bzw. ab 1.1.2018 beim LDBV vertrieben. Geplant ist ferner ein zentraler Darstellungsdienst für Flurstücksinformationen. Generell sieht die AdV in der Bereitstellung von Geodaten über Geodatendienste ein strategisches Handlungsfeld (Schleyer et al., 2015). Für das Kataster stellt sich die Frage, ob es noch weitere interessante Entwicklungen gibt, die Thema einer Digitalisierungsstrategie sein könnten.

### 4.1 Kataster der öffentlich-rechtlichen Eigentumsbeschränkungen - ÖREB

Ein Blick in die Schweiz zeigt, dass dort mit dem „Kataster der öffentlich-rechtlichen Eigentumsbeschränkungen“, kurz „ÖREB“, bereits ein erfolgreicher Schritt in eine Erweiterung des Aufgabenspektrums des Katasters gegangen wurde. Im ÖREB der



Schweiz werden öffentlich-rechtliche Eigentumsbeschränkungen, die räumliche Auswirkungen auf das Grundeigentum haben, erfasst und dargestellt (Münch 2015, S. 7ff). Die verfolgten Ziele sind:

- Erhöhung der Rechtssicherheit durch eine Erweiterung des bisherigen Katasters
- Gewährung der Zugänglichkeit zum ÖREB-Kataster
- Gewährleistung der Harmonisierung und Homogenität der Daten
- Garantie der Vollständigkeit der gewählten Datensätze und damit
- Erhöhung des Mehrwerts des Katasters.

Konkret wurden in der Schweiz Eigentumsbeschränkungen erfasst u. a. aus den Bereichen Raumplanung, Infrastrukturanlagen, belastete Standorte, Grundwasserschutz, Lärmzonen und Waldabstandslinien. Durch den online über die kantonalen Geoportale frei zugänglichen ÖREB-Kataster kann jeder Interessierte aktuelle Informationen zu öffentlich-rechtlichen Eigentumsbeschränkungen abrufen. Angeregt durch die Regelungen in der Schweiz wurde das Thema in zwei Masterarbeiten am Lehrstuhl für Bodenordnung und Landentwicklung der TU München (Prof. Walter T. de Vries) bearbeitet.

Schelchshorn (2015) arbeitete zu dem Thema ÖREB einen umfangreichen Fragenkatalog aus, den er möglichen Nutzern vorlegte. Von 341 Rückmeldungen bewerteten 280 oder 82 Prozent die Frage „Denken Sie, dass ein ÖREB-Kataster in Bayern (mit Online-Auskunft) für Ihre Arbeit Vorteile bringen könnte?“ mit „Trifft voll und ganz zu“ bzw. mit „Trifft zu“, also eine hohe Zustimmungquote. Münch (2015) fand 400 öffentlich-rechtliche Einschränkungen in 40 Gesetzen und schlug davon eine Auswahl von 41 ÖREB für Deutschland bzw. Bayern vor, aus den Bereichen Raumplanung, Infrastruktur, Wasser- und Gewässerschutz, Bauwesen, Natur- und Umweltschutz, Zollgrenzen und militärische Schutzbereiche. Interessant ist, dass 90 Prozent der Befragten die Verzahnung von ÖREB-Kataster und Liegenschaftskataster wichtig schien. Als besonders wichtig wurden in diesem Zusammenhang als Nutzerwünsche die Qualitätsmerkmale Aktualität, Genauigkeit, Vollständigkeit und Verbindlichkeit genannt.

Der Geodät könnte hier voll seine Kompetenz bei der konzeptionellen Arbeit und bei der Digitalisierung von Gebietsabgrenzungen unterschiedlichster Festsetzungen von Eigentumsbeschränkungen in diversen Maßstäben einbringen, gerade in der Zusammenarbeit mit anderen Verwaltungen. Es ist zu hoffen, dass das Thema ÖREB-Kataster auch in Deutschland aufgegriffen wird. Das ÖREB-Kataster macht Sinn, bringt einen Mehrwert und die technischen Voraussetzungen für die Erfassung und Verwaltung dieser Daten sind gegeben. Ein klassisches Digitalisierungsprojekt, das den Landesvermessungsverwaltungen enormen Zuspruch brächte. Was es braucht, ist Mut für einen Vorreiter, der die gesetzlichen Voraussetzungen dafür schafft.



## 4.2 3D-Kataster

Historisch bedingt ist der darstellende Teil des Katasters zweidimensional aufgebaut. Ein erster Schritt in die dritte Dimension sind die LoD1 und LoD2-Modelle für Gebäude, die im Modell LoD1 bereits bundesweit zur Verfügung stehen und sich im LoD2-Modell im Aufbau befinden. Insbesondere in dicht bebauten Gebieten und in Städten werden Flächen immer intensiver genutzt, sowohl über- als auch unter der Erdoberfläche. Wir haben unterschiedlichste Nutzungen im Untergrund, beginnend bei Infrastruktureinrichtungen wie S- und U-Bahnen bis zu Geschäften in mehreren Etagen des Untergrunds. Das Thema der dritten Dimension ist bereits auf der Agenda der FIG. Die Kommission 7 der FIG führte eine weltweite Umfrage zum Stand und zu möglichen Plänen zur Einführung eines 3D-Katasters durch, bei der sich auch die AdV beteiligte, auch wenn hierzulande noch keine diesbezüglichen Einführungsbestrebungen beabsichtigt sind (Seifert, 2015). Dass weltweit Interesse an dem Thema „3D-Kataster“ besteht, zeigen auch die vielen Beiträge, die zu den bislang vier Workshops der FIG seit 2011 eingereicht wurden.

Ein anderes Beispiel sind die Niederlande, wo Prof. J. Stoter/TU Delft intensiv an der Modellierung und Darstellung von 3D-Räumen – auch im Kataster – arbeitet (Stoter et al., 2016). So wurde der Bahnhof von Delft mit seinen Untergeschossen bereits modellhaft in einem 3D-Kataster erfasst. Die Forschung hat hinsichtlich der Herausforderungen in der Modellierung, Datenerfassung, Datenprozessierung und der datenbanktechnischen Führung von Volumenflurstücken in den letzten Jahren erhebliche Fortschritte gemacht, auch wenn Begriffsdefinitionen noch nicht einheitlich verwendet werden.

Allerdings verfolgen derzeit nur wenige Länder (Norwegen, Australien, Israel, Niederlande, Ungarn) die Einführung eines 3D-Katasters mehr oder weniger intensiv (Seifert 2013). Der Schweizer Bundesrat hat 2011 den Auftrag gegeben zu prüfen, „wie durch eine Ausweitung der amtlichen Vermessung und des ÖREB-Katasters in den Untergrund sowie durch die Harmonisierung des Leitungskatasters den Anforderungen nach 3D-Daten für die Planung im Untergrund Rechnung getragen werden kann (zitiert bei Käser und Åström Boss, 2017). Seifert (2013) sieht ein 3D-Kataster für Deutschland „durchaus in Reichweite“, verweist aber auch auf die zu schaffenden rechtlichen und organisatorischen Voraussetzungen und die Frage nach einem möglichen Mehrwert eines 3D-Katasters. Ähnlich wie beim ÖREB-Kataster bereits in den beiden Masterarbeiten (siehe 3.1) erfolgt, bräuchte es für ein 3D-Kataster eine Befassung mit den erforderlichen Rechts- und Datengrundlagen und einer Evaluierung des Mehrwerts anhand potentieller Nutzer. Es ist davon auszugehen, dass der Bedarf zunächst in den Städten verstärkt auftritt. Ein stufenweises Vorgehen, bei dem man sich in einem ersten Schritt auf ein Stockwerkskataster beschränkt, wäre ebenfalls denkbar. Im Falle einer positiven Bewertung eines 3D-Katasters könnten die Vermessungsverwaltungen auch auf diesem Feld ihre Kompetenz im Hinblick auf Mehrwerte durch Digitalisierung zeigen.

## 5. 3D-Topographisches Landschaftsmodell – 3D-TLM und Kartographie

### 5.1 3D-TLM

Bei den Themen Geotopographie und Kartographie sind es zwei Fragen, die sich aufdrängen: Erstens die Frage nach dem Bedarf und dem Aufbau eines Topographischen 3D Landschaftsmodells (3D-TLM) und zweitens die Frage nach der Zukunft der Karte bzw. der Karte der Zukunft.

In der Topographie wurde seit jeher die dritte Dimension (Höhe) bei der Datenerfassung berücksichtigt. Die Darstellung beschränkte sich in der Vergangenheit jedoch i. d. R. auf zwei Dimensionen (Karten) mit der ergänzenden Darstellung von Höhenkonten, Höhenlinien und Schummerung. Viele Planungen und Bestandsvermessungen erfolgen jedoch bereits dreidimensional und werden dreidimensional präsentiert. Die bestehenden Methoden der Datenerfassung, Datenverarbeitung, Datenhaltung und der Präsentation der Mess- und Auswertergebnisse erlauben heute dreidimensionale topographische Landschaftsmodelle. Amtliche 3D-TLM führen z. B. die Schweiz (swisstopo<sup>6</sup>, 2017) und die Niederlande (The Netherlands' Cadastre, Land Registry and Mapping Agency<sup>7</sup>, 2017). Die Bedeutung von 3D-TLM für die Umsetzung der Energiewende, Lärmschutz, Stadt- und Landschaftsplanung, Katastrophenhilfe usw. ist offensichtlich (Seifert et al., 2016). Im Bereich des digitalen Planens und Bauens werden die Entwicklungen beim BIM, dem Building Information Modelling, und Smart Cities vorangetrieben. Hier sind 3D-Modelle Standard.

Die Vermessungsverwaltungen verfügen über hochgenaue Laserscanningdaten, digitale Luftbilder, Digitale Geländemodelle (DGM), Digitale Oberflächenmodelle (DOM), LoD1- bzw. LoD2-Modelle der Gebäude und das ATKIS-Basismodell. Die Voraussetzungen für die Realisierung eines 3D-TLM sind somit gegeben, auch wenn dazu noch zusätzliche Investitionen erforderlich sind. Denn es ist nicht damit getan, die oben genannten hochgenauen 3D-Daten einfach mit dem ATKIS-Basismodell zu kombinieren. Die Schwierigkeiten liegen im Detail:

- Unterschiedliche Genauigkeiten der Daten
- Generalisierung und kartographische Verdrängung, die dazu führen kann, dass im gemeinsamen Modell Straßen Gebäude überlagern oder dass in Bezug auf das DGM das Wasser „bergauf“ fließen müsste
- Über- und Unterführungen
- Aber auch das Thema der 3D-Darstellung von Flächen ist nicht trivial

---

6 Produktname: swissTLM3D

7 Produktname: 3DTOP10NL

Die AdV hat eine Arbeitsgruppe eingerichtet, um Wege zu einem 3D-TLM in einer Machbarkeitsstudie aufzuzeigen. Sie empfiehlt für die 3D-Modellierung die Erstellung eines 3D-TLM im Datenformat CityGML auf der Grundlage der vorhandenen Daten des ATKIS Basis-DLM, des DGM und des DOM. Das bestehende AAA-Modell könnte hierzu um die Modellart 3D-Topographie erweitert werden. Eine reine Visualisierung von 3D-Daten wäre der einfachste Weg zu einem 3D-Datenbestand, wird aber als nicht ausreichend erachtet.

Für die Zukunft ist mit einer verstärkten Nachfrage und Nutzung von 3D-Modellen für Visualisierung, Planung, Analysen, Simulationen und Statistik zu rechnen. Building Information Modelling wird sich bei der Planung von Gebäuden und Bauwerken weiter etablieren (zunächst in Großprojekten, später auch in kleineren Projekten) und 3D-Bauwerke zur Übernahme anbieten. In vielen Städten Europas entstehen Smart City Projekte. Ein 3D-TLM wäre damit eine entscheidende Investition in die digitale Zukunft.

## **5.2 Karte der Zukunft – Zukunft der Karte**

Das Spektrum der Erwartungen der Nutzer an die Eigenschaften einer Karte und damit auch an ihre Verwendung und ihren Einsatz bei den Nutzern wird immer größer, sowohl für Fachaufgaben als auch im Freizeitbereich. Ähnlich verhält es sich mit dem Angebot an Karten. Allein im BayernAtlas finden sich die „Topographische Karte“ in verschiedenen Maßstäben und Signaturierungen, die „Ortskarte 1:10.000“, die „Parzellarkarte“ und die „Webkarte“. Aus dem nichtamtlichen Bereich kommt eine beinahe nicht mehr zu überblickende Anzahl an digitalen Angeboten von Google bis Open Street Map sowie Karten für die verschiedensten Sport- und Freizeitbetätigungen hinzu. Welche dieser Karten man mehr nutzt, hängt von verschiedenen Faktoren ab wie Zweck, Inhalt, Performance, Kosten, online- oder offline-Nutzung, usw. Für manche Menschen sind zur Orientierung Navigationsgeräte völlig ausreichend nach dem Motto: „Die Karte der Zukunft ist der Nordpfeil“. Wieder andere Nutzer wollen bereits in 3D-Landschaften wandern, am besten digital eingebündelt in einer smarten Brille als Augmented Reality. Und um die Vielfalt noch zu erhöhen, haben wir noch die **Papierkarte**, an die wiederum andere Anforderungen gerichtet werden.

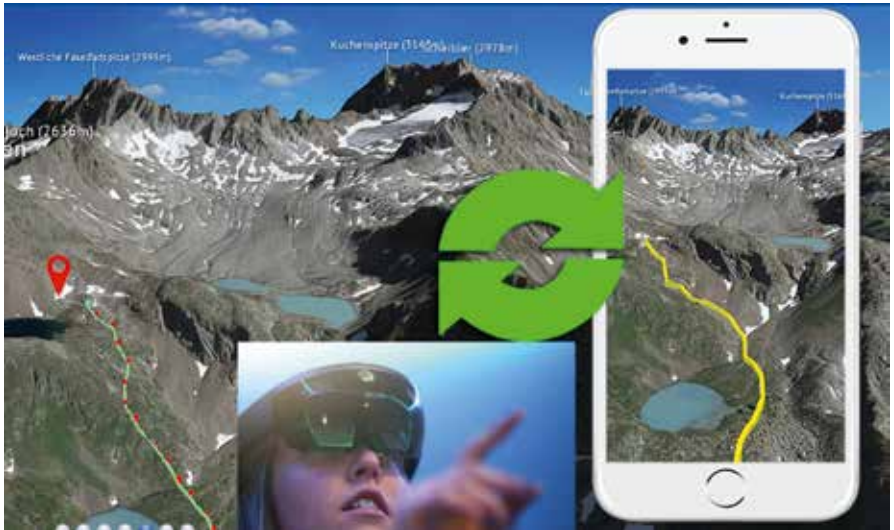


Abb. 5: Virtuelle und erweiterte Realitäten



Abb. 6: Beispieldatensatz einer 3D-Karte (Garching)

Die Automobilindustrie benötigt für das autonome Fahren hochgenaue dreidimensionale Karten mit Genauigkeiten in der Lage von 1 – 2 cm und 5 mm in der Höhe, was praktisch Realwelt-Karten des Straßenraums bedeutet.

BMW, Audi und Daimler haben sich 2015 zusammengeschlossen und die ehemalige Kartensparte von Nokia für 2,8 Mrd. EURO gekauft. Auch ein Kennzeichen der Digitalisierung: Plötzlich entsteht eine Kooperation von Konkurrenten auf einem Gebiet, das ohne Allianzen von einer Firma allein nicht mehr geschultert werden kann. Nach Aussage von Harald Krüger<sup>8</sup>, Vorstandsvorsitzender von BMW, wird jetzt über die Aufteilung der Wertschöpfung der Welt in 10 Jahren entschieden.

Die Frage, welchen Beitrag die Vermessungsverwaltungen zu 3D-Karten für die Autofirmen leisten können, wird unterschiedlich diskutiert – von "große Chancen" bis "ja, vielleicht können wir einen kleinen Beitrag leisten". Positiv gesehen, können einige amtliche Datensätze wie das DGM oder Teile von ATKIS für die Automobilhersteller interessant sein. Eine realistische Chance, 3D-Daten mit den geforderten Genauigkeiten flächendeckend und aktuell über die Vermessungsverwaltungen bereitzustellen, dürfte an den finanziellen und personellen Ressourcen scheitern. Es stellt sich eher die Frage, ob in Kooperation mit Datensammlern wie z. B. HERE, die amtlichen Datenbestände bei bestimmten Objekten punktuell noch rascher aktualisiert werden könnten.

Die AdV beschäftigt sich schon seit längerem mit der Frage nach der Karte der Zukunft, insbesondere im Arbeitskreis Geotopographie – AK GT (Osterhold, 2015). Zur Frage „Benötigen wir in der Zukunft noch eine (amtliche) Karte?“ (Osterhold 2016) wurden folgende Thesen oder besser Forderungen aufgestellt:

- Aktualität vor Produktvielfalt und vor Qualität
- Zukünftig werden alle AdV-Produkte der Geotopographie über Dienste angeboten.
- Automation vor Interaktion
- Zentrale Stellen (wenige für alle)
- Standardprodukte durch Optimierung des AdV-Produktkataloges

In einem zweiten Thesenblock werden frei parametrisierbare Methoden und Werkzeuge gefordert, um Anforderungen wie

- flexible Wahl hinsichtlich des **Maßstabs**
- flexible Wahl des **Inhalts**
- flexible Wahl des **Ausschnittes**
- flexible Wahl der **Signaturierung**

---

<sup>8</sup> Aussage beim Digitalisierungskongress 2017 in der BMW-Welt am 28.4.2017

künftig zu erfüllen. Der Kunde könnte damit individuelle Druckausgaben, 3D-Visualisierung, Präsentationsgrafiken etc. erzeugen.

Die in den beiden Thesen des AK GT enthaltenen Forderungen sind revolutionär; vor allem die These „Aktualität vor Produktvielfalt und vor Qualität“ wird noch viele Diskussionen hervorrufen. Die Forderung nach einer Steigerung der Aktualität ist zwingend, beispielsweise sollte und könnte eine Straße bereits mit ihrer Eröffnung im digitalen Datenbestand erfasst sein! Aktualität vor Qualität könnte, um heiße Diskussionen zu entspannen, auch so interpretiert werden, dass im Zweifelsfall, z. B. bei begrenzten Ressourcen, der Aktualität der Vorrang einzuräumen ist. Weitgehende Automation vor Interaktion wird für viele Länder auf Grund eines zurückgehenden Personalbestands die Ultima Ratio sein! Hier wird auch die Frage zu klären sein, inwieweit zumindest DTKs in verschiedenen Maßstäben aus dem ATKIS-Basis-DLM generiert werden können. Die Zusammenarbeit der Länder untereinander wird sich schon aus Ressourcengründen verstärken (müssen). Mit der Verwaltungsvereinbarung über die Kooperation im amtlichen deutschen Vermessungswesen besteht dazu ein verbindliches Regelwerk (Didinger 2015).

Die gewünschte Flexibilität hinsichtlich der Wahl des Maßstabs, des Inhalts, des Ausschnittes und der Signaturierung ist als Forderung und für die Positionierung in einem schwierigen Marktumfeld nachvollziehbar und wünschenswert, aber wohl aufwändig zu realisieren.

Glaubt man dem CEO von HERE, Edzard Overbeek<sup>9</sup>, dann gehört die Zukunft der 4D-Karte (Zeit als vierte Dimension), die aufgrund aktuellster Daten präzise Vorhersagen, z. B. über Parkplatzsituationen und Verkehrsströme erlaubt. Im Hintergrund erforderlich sind Techniken des deep learning und neuronaler Netze.

**Bleibt noch die Frage nach der Zukunft der gedruckten Karten.** Beim Druck denkt man zunächst an einen Auflagedruck, bestes Papier und hochwertigen Vierfarb-Offsetdruck. Das LDBV ist dafür bestens gerüstet, vor allem seit 2015 eine KOMORI Lithrone S444-Druckmaschine neu beschafft wurde. Die Beschaffung erfolgte, weil nach wie vor ein Markt für den Auflagedruck gesehen wird. Print on Demand bietet sich bei geringeren Auflagen oder individuellen Kartenzuschnitten an, so dass man künftig beide Schienen bedienen muss. In einem Beitrag über die Zukunft der Karte hat sich Buchroithner (2016) als Kartenliebhaber geoutet und die Zukunft der Karte wie folgt eingeschätzt: **„Es kann sein, dass sich gedruckte Karten zu Luxusgütern entwickeln, zwar in geringerer Auflage, aber umso wertvoller.“** Diese vorsichtige Einschätzung berücksichtigt sowohl das Vordringen neuer innovativer digitaler Karten, die „ihren“ Nutzerkreis finden werden, als auch die Vorteile gedruckter Karten als ästhetisches und bewährtes Informationsmedium, die auch künftig „ihre“ Nutzer finden werden (wenn auch etwas weniger).

---

9 Quelle: <http://360.here.com/2017/03/28/4d-mapping-can-change-world/>

## 6. Herausforderungen und Chancen der Digitalisierung

Durch die hohe Präsenz des Themas Digitalisierung in Politik, Wirtschaft, bei Bürgern und den Medien ist es für eine Verwaltung unabdingbar, seine digitale Kompetenz in Produkten, Diensten und als Ansprechpartner zu zeigen durch

- Präsenz gegenüber der Politik
- Präsenz gegenüber Bürger und Wirtschaft
- Präsenz innerhalb der öffentlichen Verwaltungen
- Starke Berufsverbände

Wichtig ist, dass sich alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter einer Verwaltung dieser Öffnung bewusst sind. Nicht sichtbar zu sein, wird heute häufig mit **unbedeutend sein** in Verbindung gebracht. Den Berufsverbänden kommt insbesondere in der Nachwuchswerbung, der Darstellung in der Öffentlichkeit und im Kontakt zur Wirtschaft eine wesentliche Rolle zu. Der DVW-Bayern hat es z. B. in hervorragender Art und Weise geschafft, Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung in der Task Force „Nachwuchswerbung Geodäsie“ zusammenzubringen, um in der Bayerischen Woche der Geodäsie erfolgreich gemeinsam Nachwuchsarbeit zu betreiben.

Als Voraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung der Digitalen Transformation werden immer wieder folgende Punkte genannt:

- Es braucht eine Digitalisierungs-Agenda und sie muss von „**Oben**“ **gewollt und gefördert** werden. Einhergehend damit braucht es neue Kompetenzen bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Ausbildung und Fortbildung kommt eine Schlüsselrolle zu.
- **Interdisziplinarität** ist gefordert, weil ständig neue Themen auftauchen, im Bereich der Vermessung z. B. BIM und Smart City. Beides geht ohne Geodaten nicht. Die amtliche Vermessung muss sich in diese neuen Aufgaben einbringen.
- Die Bedeutung von **Kooperationen** wurde schon am Beispiel Audi, BMW und Daimler beim autonomen Fahren erläutert. Hier gilt es, Berührungspunkte abzubauen, z. B. beim Thema Crowd Sourcing oder in der Zusammenarbeit mit Firmen wie HERE.
- Die **Zusammenarbeit** mit Unis und Hochschulen wird in Bayern bereits intensiv gepflegt. Luft nach oben ist sicher noch in der Zusammenarbeit mit der Wirtschaft.
- Und schließlich gehört **Netzwerken** zur selbstverständlichen Aufgabe von Führungskräften - auch in Verwaltungen.



Die Bayerische Vermessungsverwaltung hat in den letzten 15 Jahren ihre Kompetenz im Bereich der Digitalisierung ständig ausgebaut. Mit der **Einführung des Art. 12a VermKatG** (1.1.2002), der vorschreibt, dass für die Einrichtung und Führung raumbezogener Informationssysteme in der öffentlichen Verwaltung grundsätzlich die Daten der Vermessungsverwaltung zu verwenden sind, wurde der Grundstein für die breite Nutzung der amtlichen Geodaten gelegt. Weitere Meilensteine waren die **Einrichtung der Geschäftsstelle GDI-Bayern am LDBV** im Jahr 2004 (Keller, 2007) und die Rahmenvereinbarungen mit dem Gemeinde-, Städte- und Landkreistag sowie die **Ressortvereinbarungen** (2009). Sie haben wesentlich zur weiteren Verbreitung der Geodaten beigetragen. Schließlich noch die Übertragung des Breitband- und WLAN-Ausbaus sowie der BayernLabs als neue Aufgaben. Eine weitere Stärkung des LDBV erfolgte durch die Übertragung der Verantwortung für das **IT-Dienstleistungszentrum** zum 1.1.2014 (Aringer und Socher, 2015).

Um die bayerische Perspektive zu verlassen, ein Blick auf einige andere Länder und dortige Überlegungen:

Vanden Berghe (2016), Präsidentin des IGN Belgien und Präsidentin von EuroGeographics sieht die Entwicklung der amtlichen Vermessung

vom <b>Datensammler</b>	zum	<b>Daten-Integrator</b> und weiter
vom <b>Daten-Integrator</b>	zum	<b>Daten-Broker</b> .

Kummer (2017) sieht im Modell des „Aktivierenden Staats“ die Chance für die amtliche Vermessung, sich über ein **leistungsstarkes Geodatenmanagement** zu profilieren. Killiches (2014) sieht das Landesamt in Brandenburg als „**Zentraler Geodienstleister**“. Der Kern dieser strategischen Ausrichtung der Vermessungsverwaltungen ist auf eine Stärkung der Position innerhalb der öffentlichen Verwaltung gerichtet. Diese Entwicklung ist auch bei den Vermessungsverwaltungen in anderen Ländern zu beobachten und uneingeschränkt zu begrüßen.

In Abb. 7 sind die bestehenden Kernaufgaben der Bayerischen Vermessungsverwaltung (rot umrandet) zusammengefasst: Landesvermessung, Kataster und die Führung von Geoinformationssystemen, die Geodateninfrastruktur, dann die neuen Aufgaben mit dem Betrieb des IT-Dienstleistungszentrums Bayern und schließlich als bayerische Spezialität, die Zuständigkeit für die Landesluftbilddaten.



Abb. 7: Aufgabenportfolio der Bayerischen Vermessungsverwaltung

Weitere Aufgabenfelder im Zeichen der Digitalisierung bieten sich in den vier Themen im grün umrandeten Feld an: Aufbau einer Geo-IT-Plattform, die wesentlich über eine Geo-IT-Infrastruktur hinausgeht und auch Kompetenz in den Fachsystemen umfasst, die von den anderen Verwaltungen betrieben werden. Damit ist man auch in der Lage, Daten, den Zugriff auf die Daten und Dienste smart zu organisieren und anzubieten. Das bedingt entsprechende Kapazitäten für Beratungen zu Themen wie Standards, Dienste, generell Geo-Wissen und die Archivierung auch in der Form der Langzeitarchivierung. Das führt schließlich zur Rolle des Treibers beim Geo-Government. Mit der vorhandenen Kompetenz im Bereich Offset- und Digitaldruck, könnte eine zentrale Rolle als staatlicher Karten- und Druckdienstleister eingenommen werden.

Was im ersten Moment noch stark nach Wunschdenken klingt, könnte zu einer erfolgreichen Strategie ausgebaut werden, um als Vermessungsverwaltung einen entscheidenden Beitrag zur Gestaltung der Zukunft zu leisten. Dazu noch zwei Aussagen:

Zunächst von **Jeff Bezos**, dem Gründer von Amazon:

**„Es ist einfacher die Zukunft zu erfinden als sie vorherzusagen.“**

**Perikles** wird die Aussage zugeschrieben:

**„Es ist nicht unsere Aufgabe, die Zukunft vorherzusehen, sondern darauf vorbereitet zu sein.“**

Beide Aussagen können gute Ratgeber sein, um die Chancen, die im Thema „Digitalisierung“ stecken, für die amtliche Vermessung und die Geodäsie im Ganzen zu nutzen.

## Literatur

AdV (2016): Pressemitteilung von 25.10.2016, <http://www.adv-online.de/icc/extdeu/med/e28/e2840dc1-4b24-f751-f9d1-272572e13d63,11111111-1111-1111-1111-111111111111>, aufgerufen am 11.6.2017

Alt R. und Puschmann T. (2016): Digitalisierung der Finanzindustrie: Grundlagen der Fintech-Evolution. Springer Gabler, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg

Aringer K. und Socher F. (2015): Neuer Name, neue Aufgaben, neue Herausforderungen - Ein Jahr Landesamt und Ämter für Digitalisierung, Breitband und Vermessung. Mitt. Blatt DVW Bayern 2/2015

BGR – Bodenbewegungsdienst (2017): [https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/GG\\_Fernerkundung/Projekte/laufend/Radar/BBD.html](https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/GG_Fernerkundung/Projekte/laufend/Radar/BBD.html), aufgerufen am 11.6.2017

Brynjolfsson E. und McAfee A. (2014): The Second Machine Age. Börsenmedien AG, Kulmbach, 5. Auflage 2015

Buchroithner M. F. (2016): Will paper maps remain smart apps? Kartographische Nachrichten (KN) 1/2016

Didinger O. (2015): Der Lenkungsausschuss Geobasis. fub 6/2015

ESA Navipedia (2017): [http://www.navipedia.net/index.php/Precise\\_Point\\_Positioning](http://www.navipedia.net/index.php/Precise_Point_Positioning), aufgerufen am 11.6.2017

GIM International (2017): <https://www.gim-international.com/content/article/precise-point-positioning-from-combined-gnss>, aufgerufen am 11.6.2017

Heckmann B., Berg G., Heitmann S., Jahn C-H., Klauser B., Liebsch G. und Liebscher R. (2015): Der bundeseinheitliche geodätische Raumbezug – integriert und qualitätsgesichert. zfv 3/2015

Heßelbarth A. (2009): GNSS-Auswertung mittels Precise Point Positioning (PPP). zfv 5/2009

Käser C. und Åström Boss H. (2017): 3D-Kataster: Wohin geht's? Vortrag am 13.01.2017, swisstopo, Wabern bei Bern

Keller P., Roschlaub R. und Seifert M. (2007): Aufbau einer Geodateninfrastruktur Bayern (GDI-BY). Mitt. Blatt DVW Bayern 3/2007

Killiches Ch. (2014): Zentraler Geodienstleister Brandenburg - Zusammenführung von Geobasis- und Geofachdaten – Synergien und Wertschöpfungspotenzial. fub 3/2014

Kummer K. (2017): Strategische Ausrichtung der Geoinformationsbehörden in Deutschland. fub 1/2017

Münch M. (2015): Rechts- und Datengrundlagen für ein Kataster der öffentlich-rechtlichen Eigentumsbeschränkungen in Bayern – eine Evaluierung. Masterarbeit, Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt - Lehrstuhl für Bodenordnung und Landentwicklung, TUM

Osterhold M. (2015): Amtliche Geotopographie – Auslaufmodell oder bereit für die Zukunft? fub 5/2015

Osterhold M. (2016): Thesen zur amtlichen Karte der Zukunft. Intergeo Hamburg, Vortrag 13.10.2016

Schelchshorn P. (2015): ÖREB-Kataster in Bayern - Eine Evaluierung zu potentiellen Nutzern, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteilen. Masterarbeit, Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt - Lehrstuhl für Bodenordnung und Landentwicklung, TUM

Scheugenpflug S., Friedel K.-G., Walk R., Storch K., Groll H.-D., Hettmer W., Hampp D., Glock C. und Fröhlich H. (2011): 50 Jahre IT-Einsatz in der Bayerischen Vermessungsverwaltung. Mitt. Blatt DVW Bayern 4/2011 S. 321 ff.

Schleyer A., Luckhardt T. und Wandinger M. (2015): Amtliches Deutsches Vermessungswesen. fub 5/2015, S. 193

Seifert M. (2013): Blick in die Zukunft: Das 3D-Kataster. Mitt. Blatt DVW Bayern 3/2013

Seifert M., Gruber U., Riecken J. (2016): Multidimensional Cadastral System in Germany. Paper FIG Working Week 2016, abrufbar unter [http://www.gdmc.nl/3dcadastres/literature/3Dcad\\_2016\\_07.pdf](http://www.gdmc.nl/3dcadastres/literature/3Dcad_2016_07.pdf)

Stoter J., Ledoux H., Zlatanova S. und Biljecki F. (2016): Towards Sustainable and Clean 3D Geoinformation. In Thomas H. Kolbe, Ralf Bill und Andreas Donaubaue (eds.), Geoinformationssysteme 2016: Beiträge zur 3. Münchner GI-Runde, Wichmann Herbert, Munich, Germany, Februar 2016, S. 100–113., PDF unter <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:750cab40-386f-4cdc-9182-4dcabe0e8ad1?collection=research>

swisstopo (2017): <https://shop.swisstopo.admin.ch/de/products/landscape/tlm3D>,  
aufgerufen am 11.6.2017

The Netherlands' Cadastre, Land Registry and Mapping Agency (2017):  
<https://www.kadaster.nl/>, aufgerufen am 11.6.2017

Vanden Berghe I. (2016): Geospatial World Forum 23. – 26. Mai 2016, Rotterdam,  
Niederlande

### **Bildnachweis:**

Abb. 2: <http://www.geopp.de/de/the-gnss-smart-method/>

Abb. 5: 3D Realitymaps: <http://www.outdoor-guides.de/>; Microsoft: <http://www.toki-woki.com/microsoft-hololens-amazing-experience-ge-free-demo/>

Abb. 6: 3D Mapping Solutions, Holzkirchen

