

2 Aufgabenfelder und Wirkungsbereiche

Ernst JÄGER, Karlheinz JÄGER, Cord-Hinrich JAHN, Theo KÖTTER,
Günther STEUDLE, Udo STICHLING, Joachim THOMAS und Werner ZIEGENBEIN

Zusammenfassung

Die Aufgabenfelder und Wirkungsbereiche des Geoinformationswesens basieren auf teilweise jahrhundertealten Prinzipien, sind aber dennoch einem steten Wandel hinsichtlich der rasanten technischen Entwicklung, der sich daran orientierenden Methoden sowie der gesellschaftlichen Anforderungen unterworfen. Unter diesem Blickwinkel werden der jeweilige Stand und die aktuellen Entwicklungen im geodätischen Raumbezug, der Geotopographie, des staatlichen und kommunalen Liegenschaftswesens, der Landentwicklung, der Immobilienwertermittlung, des Städtebaus sowie des freien Berufs betrachtet.

Messtechnisch ausgerichtete Fachdisziplinen profitieren dabei insbesondere von der Satellitenpositionierung und der zunehmenden Automatisierung der Geodatenverarbeitung. Gesellschaftspolitisch ausgerichtete Berufsfelder konzentrieren sich auf die Erhaltung und Förderung lebenswerter Wohnräume in städtischen und ländlichen Gebieten. So gelten zwei Schwerpunkte in diesem Kapitel auch dem Dorfbau, einmal zur Sicherung dörflichen Wohnens und Arbeitens mit dem Blick auf die Auswirkungen entwicklungsspezifischer Maßnahmen (2.4) und einmal unter dem Blickwinkel höchst aktueller Gegenwarts- und Zukunftsaufgaben für die Dorfentwicklung, die einen Beitrag zur Bewältigung der baulichen und funktionalen Auswirkungen von Schrumpfungsprozessen und Funktionsverlusten in ländlichen Räumen leisten soll (2.6).

Aus Nutzersicht spielen die Verfügbarkeit, die Zuverlässigkeit, die Aktualität und die interdisziplinäre Verknüpfbarkeit aller Geodaten eine immer wichtigere Rolle. Auch dieser Aspekt wird in vielen Stellen dieses Kapitels beleuchtet, da die weitgesteckten Aufgabenfelder allesamt der Daseinsvorsorge – also als Infrastruktur für Verwaltung, Wirtschaft und Bürger – dienen.

Summary

The scope of duties and spheres of activities in the field of geoinformatics are based on centuries-old principles. Nevertheless they are constantly changing in response to rapid technical developments, new methods and social requirements. From this perspective, the current status and recent developments in the different fields of activity are described and related to geodetic reference systems, geotopography, state-controlled and municipal real estate affairs, rural and urban development, real estate appraisals, and affairs of legally licensed surveyors.

Disciplines concerned with measurement techniques will benefit in particular from satellite positioning and the increasing automation in data processing. Those disciplines which deal

with socio-political questions will concentrate more on maintaining and promoting liveable living spaces in urban and rural areas. Thus, one emphasis in this chapter is placed on upgrading villages to strengthen rural living and working and their consequences (chapter 2.4) while another chapter (2.6) focuses on the challenging topic of village development: a highly up-to-date present and future task for the rural development which should contribute to the coping of structural and functional effects of shrinking processes and functional losses in rural areas.

From the customer's point of view, the availability, reliability, timeliness and interdisciplinary combination of spatial data will play an increasingly important role. This aspect will be touched on in several places in this chapter as all related topics serve as infrastructural basis for administrations, economy and private customers.

2.1 Geodätischer Raumbezug

2.1.1 Die Messtechniken

Als eine der bedeutendsten Messtechniken der vergangenen zwei Jahrzehnte haben sich die Verfahren mittels satellitengestützter Vermessung, allgemein als *GNSS-Technologie* (GNSS: Global Navigation Satellite System) bezeichnet, herausgestellt und in der Praxis Einzug gehalten (HECKMANN & JAHN 2010). Zunächst wurde das amerikanische GPS, später dann das russische GLONASS jeweils als eigenständiges System eingesetzt. Inzwischen haben Hard- und Softwarehersteller sowie Diensteanbieter und Nutzer die beiden Systeme in ihren Applikationen zusammengeführt. Dieses war konsequent, da die gängigen GNSS-Empfänger heute die Daten beider Systeme standardmäßig empfangen und verarbeiten.

In den kommenden Jahren wird sich dieses Bild zunehmend verändern (GPS-WORLD 2011). Die heutigen GNSS-Systeme werden durch den im Jahr 2011 beginnenden globalen Aufbau des europäischen Galileo-Systems ergänzt. Im Oktober 2011 (EU 2011) werden die ersten beiden operativen Galileo-Satelliten vom Europäischen „Satellitenbahnhof“ in Kourou, Französisch-Guayana, gestartet, womit die Ära der Europäischen Satellitennavigation beginnt und 2018 mit 18 Satelliten drei Services (den *Open Service*, den *Public Regulated Service* und den *Search-and-Rescue Service*) sowie eine dritte Trägerfrequenz (L5) angeboten wird. Der Galileo-Endausbau ist nach Vorstellung der Europäischen Union nun für 2019 geplant.

Die Navigationssysteme GPS und GLONASS befinden sich gegenwärtig in einer Erneuerungsphase. Beim GPS-System werden neue Satelliten gestartet, die über eine dritte Frequenz und verbesserte Codesignale (z. B. L1C) verfügen und damit zu einem echten Konkurrenzsystem zu Galileo werden. GLONASS wird zudem mit neuen Satelliten ausgestattet, die eine vollständig veränderte Technologie besitzen (GLONASS wird von der frequenz- zur codebasierten Technologie weiterentwickelt) und damit für geodätische Anwendungen wesentlich interessanter werden.

Zukünftig wird auch das chinesische COMPASS-System für Positionierungsaufgaben zur Verfügung stehen, dessen Aufbau sich bisher auf den asiatischen Raum beschränkt. China plant bis zum Jahr 2020 ein globales Navigationssystem mit insgesamt 35 Satelliten, von denen 27 Satelliten einen GPS/GLONASS/Galileo ähnlichen Systemaufbau haben. Acht

weitere Satelliten werden in geostationären Bahnen platziert, um ergänzende bzw. verbesserte Daten des Systems an die Nutzer zu übermitteln. Die Signale der geostationären Satelliten können allerdings durch ihre räumliche Stellung „am Himmel“ (die Satelliten sind in der scheinbaren Sonnenbahn, der Ekliptik, stationiert) eher durch erdgebundene Funkschatten gestört sein, als die Daten der räumlich verteilten Navigationssatelliten.

Unter der Annahme, dass zukünftig vier globale Navigationssysteme zur Verfügung stehen, steigt die Anzahl der vorhandenen Satelliten auf weit über hundert an. Dieses hat zur Folge, dass aus der Gesamtmenge der gesendeten Satellitensignale aller Navigationssatelliten ein nachrichtentechnisches *Grundrauschen* entsteht, das physikalisch/technisch nicht beliebig aufgelöst werden kann. Die Verwendung beliebig vieler Satelliten wird demnach nicht möglich sein, sodass HEIN (2010) von einer zukünftig begrenzten Anzahl von etwa 70 nutzbaren Satelliten ausgeht.

Darüber hinaus werden *Signal-Interferenzen* spürbar erhöht, da alle Navigationssysteme zukünftig im L1-Band (1575,42 MHz) senden und Überlagerungen der Signale erheblich zunehmen werden. Weiterhin ist mit einer wachsenden Nutzung ergebundener Kommunikationsverfahren (z. B. Digitalfunk) im Sendebereich der Navigationssatelliten zu rechnen. Dieses führt zu einer immer stärkeren Einschränkung des Frequenzspektrums und zu einer wachsenden Überlagerung der Signale (Interferenzen). Neue Verfahren der Nachrichtentechnik und der Signalverarbeitung sowie ein deutlich verändertes Antennendesign der Empfangsantennen werden die Folge sein. Die aktuellen Entwicklungen auf dem Gebiet der GNSS-basierten Software-Empfänger (DLR 2011) sind ein erstes Beispiel dieser neuen technologischen Ausrichtung. Das Angebot einer *dritten Trägerfrequenz* (L5) erlaubt hingegen für hochgenaue Anwendungen diverse neue Linearkombinationen und führt bei einem erheblich verringerten Code-Rauschen zu sehr viel schnelleren Mehrdeutigkeitslösungen. Damit lässt sich die geodätische Nutzung hinsichtlich der Genauigkeit und Zuverlässigkeit noch weiter steigern.

Mit dem Ausbau der verschiedenen Systemkomponenten in den globalen Navigationssystemen werden die Bedeutung und die Einsatzmöglichkeiten der GNSS-Technologien noch weiter steigen und besonders für die zuverlässige *Bestimmung der Höhenkomponente* in Echtzeit neue Anwendungen eröffnen. Da die GNSS-Technologie geometrische Höhen über einer Rechenfläche (Ellipsoid) liefert, erfordert der Übergang auf physikalische Höhen (am Schwerefeld orientiert) ein entsprechend hochgenaues Quasigeoid. In der AdV wird heute das GCG05 (German Combined Quasigeoid 2005) verwendet (BKG 2011, IFE 2011). Durch die zu erwartende Steigerung der Genauigkeit und Zuverlässigkeit der GNSS-Höhenbestimmung werden höhere Erwartungen der Nutzer insbesondere an die Bereitstellung der Höhenkomponente des *SAPOS®-HEPS*-Diensts gestellt. Für den Einsatz satellitengestützter Höhenbestimmungen mit einer 1-cm-Genauigkeit ist allerdings die Entwicklung eines „*Millimetergeoids*“ (in der Praxis ein Quasigeoid) erforderlich.

Die Voraussetzungen für diese Arbeiten auf dem Gebiet der Quasigeoidmodellierung werden momentan durch die Wiederholungsmessung des *Deutschen Haupthöhennetzes* (DHHN) geschaffen. Dieses Großprojekt der AdV wird nach gegenwärtigem Stand bis in das Jahr 2012 verlängert und liefert dann eine Fülle hochgenauer *Präzisionsnivelllements-, GNSS- und Absolutschwerekedaten*. Durch die integrative Verknüpfung der verschiedenen Messsensoren auf identischen bodenvermarkten Punkten innerhalb des Projekts wird das auf diesen Daten gelagerte zukünftige Quasigeoid einen hohen Nutzen für die Praxis bieten,

vorausgesetzt, dass die der Modellierung zugrunde liegenden Daten zur Fortschreibung der amtlichen Bezugssysteme bzw. deren Realisierungen verwendet werden. Die höhere Genauigkeit wird zu neuen Anwendungen bei den Kunden des Raumbezugs führen und deren Erwartung an eine bedarfsgerechte *zeitnahe Aktualisierung* der zur Quasigeoidbestimmung notwendigen Daten (Lage-, 3D- und Höhenkoordinaten, Schwerewerte) steigern. Hier wird sich ein Aufgabenfeld der Zukunft ergeben.

Zur weiteren Verbesserung der Datenbasis eines erneuerten Quasigeoids werden in den kommenden Jahren vermehrt *Schweremessungen* mit Relativgravimetern in den Landesteilen eingesetzt, die bislang nur unzureichend mit diesen Messungen abgedeckt sind bzw. deren Qualität nicht mehr den Anforderungen zukünftiger Quasigeoidmodellierungen entsprechen.

2.1.2 Die Festpunktfelder

Der Einsatz der GNSS-Technologie hat in den *klassischen Lagenetzen* dazu geführt, dass die Erhaltungs- und Erneuerungsmaßnahmen nahezu eingestellt wurden. Diese Netze sind heute noch in den Bundesländern von besonderer Bedeutung und stehen vor dem Übergang der amtlichen Bezugssysteme (DHDN nach ETRS89). Die klassischen Festpunkte werden dabei für die Transformationsmodelle benötigt.

Mit dem Beschluss der AdV zum Aufbau des *bundeseinheitlichen Festpunktfelds* im Jahr 2004 wurde der Weg zu einem integrierten Festpunktfeld gelegt, das einerseits aus den Höhen- und Schwerenetzen besteht (DHHN und DHSN: Deutsches Hauptschwerenetz), andererseits aus den *SAPOS®*-Referenzstationen sowie den neu definierten Geodätischen Grundnetzpunkten (GGP). Die GGP zeichnen sich dadurch aus, dass sie die zentralen Komponenten des geodätischen Raumbezugs (Lage, geometrische und physikalische Höhe, Schwere) in einem 3D-vermarkten Festpunkt (Punkt oder Station) vereinigen. Die Einbindung weiterer Messsensoren in ein zukunftsorientiertes integriertes Festpunktfeld (Grundwassermessstellen, Pegel, Wettersensoren, ...) führt zu einem erweiterten Verständnis des integrierten Raumbezugs. Darüber hinaus wird in einigen Bundesländern ein stärkeres Gewicht auf eine bedarfsgerechte Einrichtung landesspezifischer GGP (im Sinne von Geosensoren) gelegt, die z. B. in Bodenbewegungsgebieten dem tatsächlichen Verhalten der Erdoberfläche folgen und beispielsweise für Kataster- oder Ingenieurvermessungen als Kontrollpunkte dienen können. Die Bedeutung dieser Kontrollpunkte wird bei einem steigenden Bedarf an satellitengestützter Vermessung spürbar zunehmen, um das Genauigkeitskriterium der *Nachbarschaftstreue* weiterhin zu erfüllen. Die klassische Aufteilung der Lagenetze in Ordnungen wird dagegen nicht weiter verfolgt.

Die *Erneuerung des DHHN* in den Jahren 2006 bis 2011/2012 ist die erste gesamtdeutsche Neumessung seit der Neueinrichtung des Haupthöhennetzes in den Jahren 1912 bis 1938 (DHHN12). Der Vergleich der aktuellen Epochennetzmessung mit älteren Messdaten wird aussagekräftige Informationen über Höhenänderungen im DHHN liefern (erste Analysen zeigen Höhenänderungen bis 50 mm in größeren Netzteilen). Dieses wird eine Reihe weiterführender Fragen und Entscheidungen nach sich ziehen, von denen einige hier zusammengestellt sind:

- Ist die Einführung eines neuen Höhenbezugssystems notwendig, ggf. im europäischen Kontext?
- Ist die Einführung einer neuen amtlichen Höhenbezugsfläche notwendig?

- Welche Folgen ergeben sich für die Nutzer und die Daten führenden Stellen?
- Werden die verbliebenen Linien des DHHN noch zeitnah gemessen?
- Welche Auswirkungen haben die Ergebnisse auf die nachgeordneten Höhennetze?
- Wie gestaltet sich die Zukunft des Präzisionsnivelllements?
- Ändern sich die Messverfahren in den Höhennetzen?
- Welche nationalen und internationalen Rahmenbedingungen sind zu berücksichtigen?

Die Projektergebnisse erlauben erstmals die Verknüpfung des Präzisionsnivelllements mit GNSS-Verfahren und Absolutgravimetrie in einer gemeinsamen Messepoche und definieren folgerichtig eine *Nullepoche des integrierten Raumbezugs* in Deutschland. Das DHHN-Projekt liefert durch die GNSS-Messkampagne 2008, in der 250 Bodenpunkte als GGP bestimmt wurden (davon 100 mit absoluten Schwerewerten), einen Anteil zu einem neuen *Geodätischen Grundnetz (GGN)* höchster Qualität. Dieses Netz, das durch die Länder weiter ausgebaut wird, gewährleistet – sofern eine ausreichende Gesamtanzahl an GGP realisiert wird – die physische Sicherung des terrestrischen Raumbezugssystems für Deutschland. Zur Erhaltung der GGP werden hohe Anforderungen an die Unveränderlichkeit der Marken und die damit verbundene Überwachung und Überprüfung gestellt.

Definiert man die GGP als physische Realisierung des Geodätischen Grundnetzes für Deutschland, so müssen die Anforderungen an dieses Netz und an dessen Punkte beschrieben und einheitlich umgesetzt werden:

- Kriterien für GGP, um eine ausreichende Sicherung und Repräsentation des Raumbezugs zu gewährleisten:
 - Physische Verbindung zur festen Erde (dauerhafte stabile Vermarkungen),
 - hohe Stabilität und Qualität der 3D-Vermarkungen,
 - Einrichtung als lage- und höhenstabile Rahmen Netz,
 - Gesamtanzahl der Punkte über Flächen- oder Abstandsbedingungen definieren,
 - fachliche Bedarfsoorientierung für weitere Verdichtungen (Bodenbewegungsgebiete repräsentieren),
 - Berücksichtigung der jeweiligen Messverfahren in Abhängigkeit der angestrebten Nachbarschaftsgenauigkeiten im Netz,
 - Berücksichtigung von Nutzeranforderungen.
- Die Arbeiten zum weiteren Aufbau des Geodätischen Grundnetzes müssen einheitlich in Deutschland und in Kampagnenmessungen erfolgen, um eine hohe relative Genauigkeit dieses Netzes zu gewährleisten.
- Regelmäßige Überwachungen (länderweise Sichtkontrollen, HEPS-Messungen) und einheitlich abgestimmte Überprüfungen (im Länderverbund durchgeführte hochpräzise Messungen) bei signifikanten Änderungen (z. B. in Bodenbewegungsgebieten) in und zwischen den Netzen des GGN, DHHN und DHSN sind erforderlich.
- Einrichtung von *Benutzungspunkten* im Sinne frei zugänglicher exzentrischer Tagesmarken zur Bereitstellung „*integrierter Punktinformationen*“ (3D-Koordinaten, physikalische Höhen, ...) für den Nutzer und zum Schutz der GGP als interne Punkte.
- Zukünftige Epochenmessungen können aussagekräftige Ergebnisse über das kinematische oder dynamische Verhalten der Erde auch über große Landesteile hinweg liefern.
- Einbindung des Geodätischen Grundnetzes in internationale Netze, ebenfalls mit dem Ziel, Bewegungen der Erdoberfläche zu ermitteln.

2.1.3 Der Nachweis und die Bereitstellung

Im Zuge der weiteren Einführung von **AFIS®-ALKIS®-ATKIS®** werden auch die Datenbestände des Raumbezugs in das **AFIS®-Modell** überführt. Die Bundesländer migrieren gegenwärtig ihre Datenbestände in das neue Datenmodell, nachdem die Altdatenbestände an die Überführungsvorschriften angepasst wurden (Vormigrationen). Neben der reinen Datenmigration müssen auch die verwaltungsinternen Produktionsprozesse des Raumbezugs so umgestellt werden, dass die Daten aus den geodätischen Rechen- und Bearbeitungsschritten automatisiert und standardisiert in die AFIS®-Datenbanken einfließen. Nur die gemeinsame Bewältigung dieser beiden Teilaufgaben führt zu einer vollständigen Überführung in das **AAA®-Modell** und bietet die Gewähr für die zukünftige operative Nutzung in den Prozessen des geodätischen Raumbezugs, die durchaus länderübergreifend sein können.

Die mit dem AAA®-Übergang häufig parallel einhergehende Einführung des europäischen *Lagebezugssystems ETRS89/UTM* wurde inzwischen von mehreren Bundesländern vollzogen (siehe Abb. 2.1). Dieser Umstellungsstand verändert sich in derzeit in kürzeren Zeitabständen und kann von der Internetseite der AdV (<http://www.adv-online.de>) jederzeit aktuell abgerufen werden.

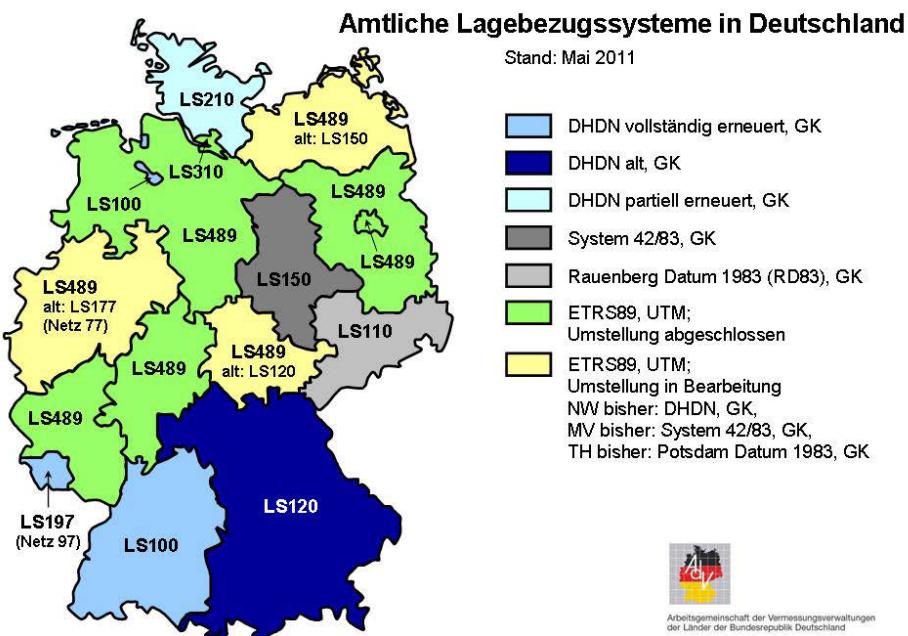


Abb. 2.1: Amtliche Lagebezugssysteme in Deutschland (Stand: Mai 2011)

Neben der reinen Speicherung von Punktinformationen (Koordinaten, Höhen- und Schwerwerte) in den AFIS®-Datenbanken existieren im Raumbezug weitere *Fachdatenbestände*. Dieses sind Messungsdaten, die im Rahmen der allgemeinen Erhaltungsarbeiten in den Festpunktfeldern anfallen, Metadaten des Raumbezugs und Rohdaten der SAPOS®-Referenzstationen sowie Daten anderer Dienststellen oder Fachfirmen, die Aufgaben mit An-