

Geodätischer Raumbezug 2015 in Nordrhein-Westfalen

Jens Riecken

Zusammenfassung

Mit der Einführung von ETRS89 und der Nutzung des Satellitenpositionierungsdienstes der deutschen Landesvermessung (SAPOS®) hat der geodätische Raumbezug in Deutschland einen Umbruch eingeleitet. Seit einigen Jahren bestimmen zunehmend die rückläufigen Ressourcen die hoheitliche Aufgabenwahrnehmung. Technische Innovationen können dabei helfen, die erforderliche Neuausrichtung zu gestalten.

Für Nordrhein-Westfalen soll mit dem vorliegenden Beitrag eine Strategie für den geodätischen Raumbezug 2015 skizziert werden, der als hoheitliche Kernaufgabe flächendeckend realisiert und in Echtzeit bereitgestellt wird, und zwar unter Berücksichtigung des Grundsatzbeschlusses der AdV für den einheitlichen Raumbezug des amtlichen Vermessungswesens in der Bundesrepublik Deutschland (AdV 2004).

Summary

With the introduction of the ETRS89 and the use of the Satellite Positioning Service of the German National Survey (SAPOS®) the geodetic spatial reference in Germany has started a strategic change. At the same time declining resources determine the state acting. Technological innovations could help to design the necessary reorientation.

In this paper a strategy for the geodetic spatial reference 2015 will be scratch for North-Rhine Westphalia, Germany. As the kernel state task the geodetic reference has to be provided state wide and up to date and under consideration of the decisions and principles of the AdV, the Working Committee of the Surveying Authorities of the States of the Federal Republic of Germany (AdV 2004).

1 Bundesweite Strategie für einen einheitlichen Raumbezug

Zeitnah nach der Wiedervereinigung hatte die Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) die Einführung des ETRS89 als einheitliches Bezugssystem für die Bereiche Landesvermessung und Liegenschaftskataster beschlossen, ohne jedoch näher die künftige Realisierung und Bereitstellung des Raumbezugs zu beschreiben. Der Aufbau des SAPOS® war in den 90er-Jahren die wichtigste Aufgabe der Grundlagenvermessung und band so viele Kapazitäten, dass daneben kaum weitere strategische Entscheidungen zur Zukunft des Raumbezugs getroffen werden konnten. Angesichts des sich damals noch entwickelnden Bewusstseins für das Potenzial der

neuen Technik unterblieb eine umfassende Abschätzung der Folgen für die klassischen Festpunktfelder, sodass diese erst heute in der vollen Tragweite sichtbar werden. Rückblickend war die Entscheidung zur Einführung des ETRS89 nicht nur aus gesamtdeutscher Sicht der richtige Schritt zur Harmonisierung im amtlichen deutschen Vermessungswesen, gerade vor dem Hintergrund von INSPIRE hat sich diese vor fast zwanzig Jahren getroffene Entscheidung bestätigt.

Mit dem ETRS89 als Bezugssystem und SAPOS® als Dienst werden bereits auf der Angebotsseite Realisierung und Bereitstellung des Raumbezugs mit dem Nutzerinteresse zusammengeführt, Messergebnisse unmittelbar im Zielsystem zu erzeugen – erstmals in der 200-jährigen Geschichte von Landesvermessung und Liegenschaftskataster! Zusammen mit der durchgängigen Modellsicht im AFIS®-ALKIS®-ATKIS®-Konzept steht SAPOS® nicht zuletzt auch für die zunehmende Integration der Aufgaben von Landesvermessung und Liegenschaftskataster. Mit SAPOS® wird besonders deutlich, dass die Landesvermessung eine Rolle als Dienstleister für das Liegenschaftskataster wahrnimmt.

Die in 2001 begonnene Diskussion zur Zukunft der Festpunktfelder (Irsen 2006) mündete im Herbst 2004 in einen AdV-Beschluss zur Strategie für den einheitlichen Raumbezug des amtlichen Vermessungswesens in der Bundesrepublik Deutschland (AdV 2004). Danach wird der Raumbezug des amtlichen Vermessungswesens in Deutschland durch ein bundeseinheitliches, homogenes Raumbezugspunktfeld realisiert, das aus vier Komponenten besteht:

- Geodätische Grundnetzpunkte (GGP) im Bezugssystem ETRS89
- Referenzstationspunkte (RSP) im Bezugssystem ETRS89

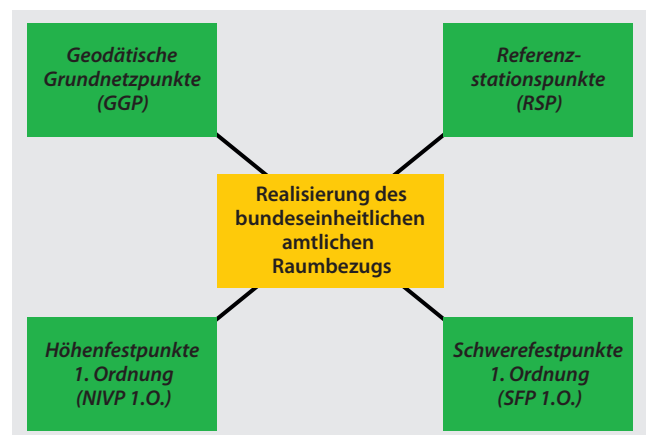


Abb. 1: Realisierung des bundeseinheitlichen Raumbezugs (AdV, 2004)

- Höhenfestpunkte 1. Ordnung im Bezugssystem DHHN92
- Schwerefestpunkte des Schweregrundnetzes und des Schwerenetzes 1. Ordnung im Bezugssystem DHSN96

Ergänzend wurde den Bundesländern zugestanden, »ihren« Raumbezug aufgrund länderspezifischer Gegebenheiten durch weitere Festpunkte zu ergänzen, wobei Umfang und Dichte auf Länderebene entschieden werden. Es zeigt sich heute, dass die Bundesländer besonders im Lagefestpunktfeld unterschiedliche Strategien für Verdichtungsnetze unterhalb der GGP verfolgen.

2 Der geodätische Raumbezug früher und heute

Das Gesetz über die Landesvermessung und das Liegenschaftskataster (VermKatG NRW) vom 1. März 2005 legt in §1 fest, dass das amtliche Vermessungswesen den

| | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------|
| Liegenschaftskataster | Liegenschaftskarte | ALK | ALKIS® + GDI |
| Topographische Landesaufnahme | Topographische Landeskarten | ATKIS® | ATKIS® + GDI |
| Realisierung Bereitstellung Raumbezug | Festpunkte/Nachweise | Festpunkte Pfiff (NRW) | Festpunkte AFIS® SAPOS® |
| | analog | digital | dienstebasiert |
| | ca. 1800 | ca. 1980 | ca. 2005 |

Abb. 2: Bereitstellung in Landesvermessung und Liegenschaftskataster

einheitlichen geodätischen Raumbezug einrichtet. Es erhebt hierzu Festpunktdaten und unterhält einen Positionierungsdienst. Die Realisierung des geodätischen Raumbezugs erfolgt seit Beginn der Landesvermessung über dauerhaft vermarkte Festpunkte an der Erdoberfläche, zu denen heute auch die Referenzstationspunkte des SAPOS® gehören, dazu später mehr. Die Bereitstellung des Raumbezugs erfolgt zum einen dienstebasiert durch SAPOS®, zum anderen durch vermarkte Festpunkte und den Auszügen aus den Nachweisen beziehungsweise aus entsprechenden Informationssystemen der Nachweise (in Nordrhein-Westfalen gegenwärtig in der Umstellung/Weiterentwicklung der Festpunktauskunft »Pfiff« in das Amtliche Festpunktinformationssystem AFIS®).

Der Gesetzgeber weist dem einheitlichen geodätischen Raumbezug hohe Bedeutung zu, denn er stellt den

geometrischen Bezug aller Geobasisdaten her und ist in Verbindung mit ihnen als Grundlage für alle raum- und bodenbezogenen Informationssysteme, Planungen und Maßnahmen der Landesverwaltung und der Kommunen zu verwenden. Andere öffentliche und private Stellen sollen die Daten verwenden. Durch die INSPIRE-Richtlinie hat der einheitliche Raumbezug eine zusätzliche europäische Dimension erlangt, da er als Annex-I-Thema künftig europaweit harmonisiert bereitgestellt werden muss.

Die traditionelle Einteilung des geodätischen Raumbezugs in eine lage- und in die höhenmäßige Bearbeitung leitet sich aus der grundsätzlich unterschiedlichen Definition der zugrunde liegenden Bezugssysteme für Lage und Höhe ab. Während Lageangaben stets auf einer mathematisch-geometrischen Bezugsfläche basieren, gründen sich Höhensysteme meist auf physikalisch-dynamisch definierten Bezugsflächen. Hieraus folgen auch die verschiedenen Verfahren der Lage- und Höhenmessung, einerseits geometrisch bestimmt und andererseits durch den Bezug zur Lotlinie dynamisch begründet. Die Realisierung der Bezugssysteme für die Lage, die Höhe und die Schwere erfolgt durch dauerhaft vermarkte Festpunkte an der Erdoberfläche, für die jeweils Koordinaten, Höhen oder Schwerewerte in den jeweiligen Bezugssystemen bestimmt und nachgewiesen werden. Neben der Bestimmung der Referenzwerte dieser Punkte mittels Messungen im Felde erfordert die Pflege und Erhaltung der Festpunkte einen großen und kostenträchtigen Personaleinsatz. Seit der Automation und mit dem Fortschritt der Messtechnik, insbesondere seit der Nutzung satellitengestützter Messverfahren, haben sich die Arbeiten im Raumbezug vollständig verändert.

Die Nutzung der satellitengestützten Messtechnik GPS (heute GPS/GLONASS) und die Einführung von SAPOS® führten in Nordrhein-Westfalen zu einer Reduktion der Personalressourcen von dem Sollstand 1975 bei der Zusammenlegung mit der ehemaligen Außenstelle Münster von 115 Beschäftigten in der trigonometrischen Abteilung (Spata 2006) auf heute rund 45 im geodätischen Raumbezug der Landesvermessung. Einhergehend war der Raumbezug in Nordrhein-Westfalen seit den 90er-Jahren mehrfach von Organisationsänderungen betroffen (Abb. 3). Heute, mit der Integration der Landesvermessung als Abteilung 7 in die Bezirksregierung Köln, wird die Aufgabe in zwei Teildezernaten des Dezernates 71 »Raumbezug, Datenstandards« wahrgenommen. Dieses Dezernat steht mit seinen beiden anderen Teildezernaten für die fachliche Integration der Aufgaben von Landesvermessung und Liegenschaftskataster.

Die Verwaltungsstrukturreform erfolgte unter der politischen Vorgabe »Privat vor Staat« und führte zu einem drastischen Personalabbau im Außendienst des geodätischen Raumbezugs, für den lediglich ein landeseigener Messtrupp verblieb. Zur Sicherstellung der erforderlichen Außendiensttätigkeiten, also der Feldvermessungsarbeiten, wurden umfangreiche Vergabemittel bereitgestellt. Binnen zwei Jahren wurden damit die Erfassungsarbeiten

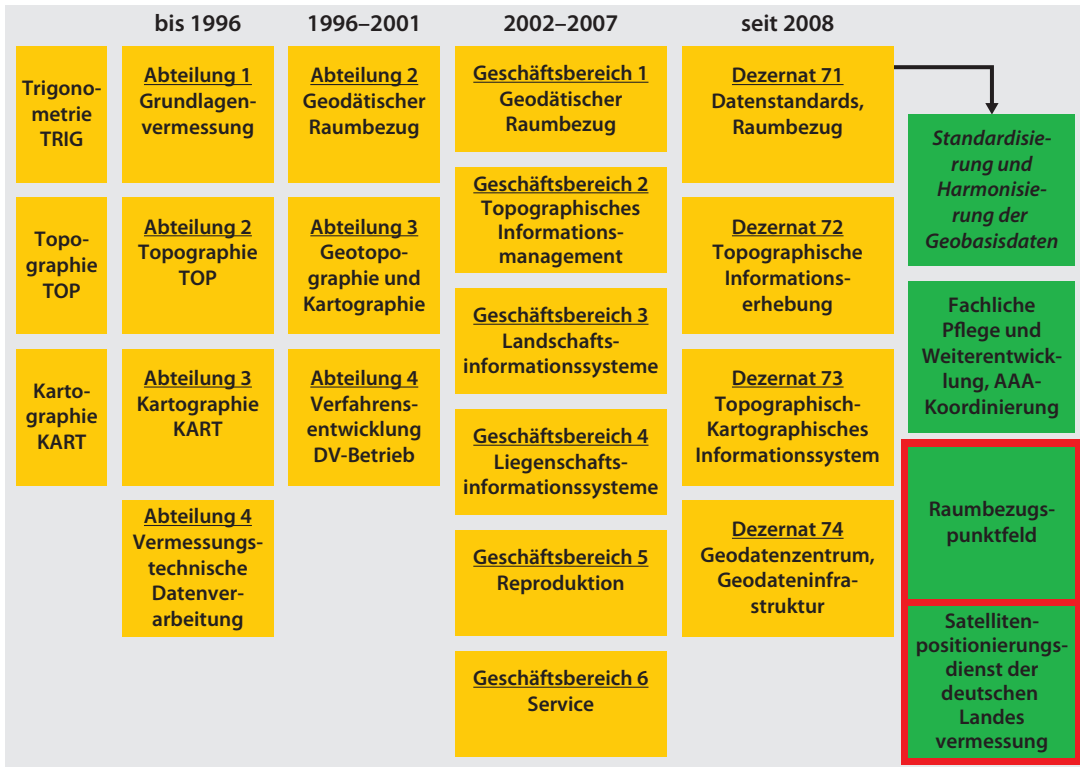


Abb. 3: Organisatorische Entwicklung der Landesvermessung

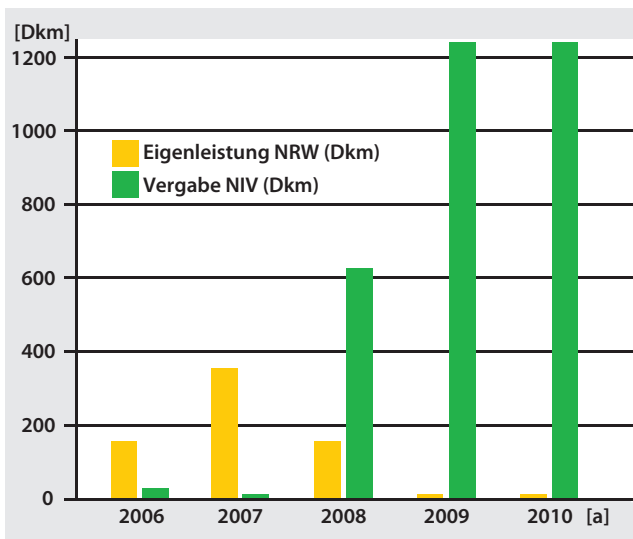


Abb. 4: »Privat vor Staat« am NRW-Beispiel der nivellistischen Messungen

fast vollständig privatisiert, im Folgenden dargestellt am Beispiel der Vergaben im Höhenbezugspunktfeld.

3 Lagebezug wird 3D-Raumbezug

Der bisherige amtliche Lagebezug in Nordrhein-Westfalen geht zurück auf die Königlich Preußische Landesaufnahme nach 1875. Als Folge der technischen Entwicklung der elektronischen Streckenmessung wurden mittels Trilateration in allen Bundesländern Netzerneuerungen vorgenommen, so entstand in NRW das Netz77 (Irsen 2006).

Durch die zivile vermessungstechnische Nutzung des GPS, in Europa erstmals 1983 von der nordrhein-westfälischen Landesvermessung eingesetzt, wurden hochgenaue 3D-Koordinatenbestimmungen möglich. Nachdem anfänglich diese Messmethode für die Bestimmung von Punktabständen, also Strecken, genutzt wurde, wurde mit der Einführung des ETRS89 das Messsystem zum Zielsystem. SAPOS® als amtlicher Korrekturdatendienst ermöglicht in Echtzeit eine hochgenaue 3D-Koordinatenbestimmung beziehungsweise 2D-Lagekoordinatenbestimmung im ETRS89/UTM und ist im Tagesgeschäft das zentrale Messwerkzeug.

Die AdV definierte in 2004 in der bereits erwähnten Strategie die Realisierung des Raumbezugs gemäß Abb. 1 (AdV 2004). Es ist dabei nicht ausgeschlossen, dass SAPOS®-Referenzstationspunkte (RSP) Geodätische Grundnetzpunkte (GGP) sein können. Nordrhein-Westfalen konkretisierte diesen Interpretationsspielraum frühzeitig und definierte die RSP grundsätzlich als GGP!

Die AdV legte folgende Spezifikation für die Geodätischen Grundnetzpunkte fest:

- Punktabstand bis 30 km
- 3D-Vermarkung
- mindestens 2 Punkt-Sicherung
- satellitengeodätisch hochgenau bestimmte ETRS89-Koordinaten
- Anschluss an das amtliche Höhenfestpunktfeld mittels Präzisionsnivellement im System DHHN92
- periodische Überwachung
- Erhaltungsmaßnahmen und Ersatzpunktbestimmung bei Zerstörung
- Anschluss an das amtliche Schwerefestpunktfeld

In Abweichung zu dieser Empfehlung werden GGP in Nordrhein-Westfalen grundsätzlich nicht mit einer 2 Punkt-Sicherung versehen. Es werden ausschließlich Hilfspunkte in dem Umfang vermarktet, wie sie zum Auffinden und zur Grobüberwachung der GGP nötig sind. Im Rahmen der empfohlenen periodischen Überwachung wird mittels GNSS-Messungen die Unversehrtheit der GGP überprüft. Bei Zerstörung oder Beschädigung werden Ersatzpunkte gesetzt.

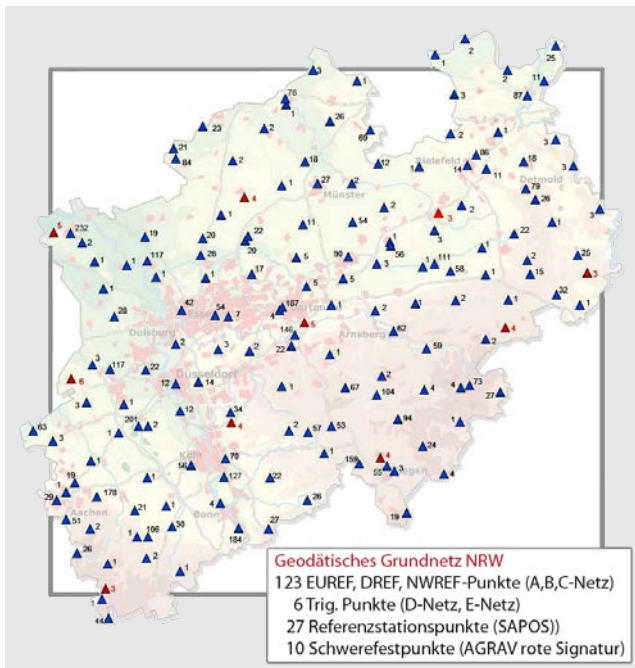


Abb. 5: Geodätische Grundnetzpunkte in Nordrhein-Westfalen

In Nordrhein-Westfalen wird der geodätische Raumbezug über 166 GGP realisiert, bestehend aus 129 in verschiedenen GPS-Kampagnen bestimmten TPs (C,D, E-Netz), 27 SAPOS®-Referenzstationspunkten und 10 mittels Absolutgravimetrie bestimmten Schwerefestpunkten (AGRAV).

Um RSP als GGP zu führen, werden in Nordrhein-Westfalen exzentrische Bodenpunkte als Hilfspunkte genutzt (wo möglich identisch mit ehemaligen TP-Stationspunkten), an denen Höhen- und Schwerebezug mit hoher Genauigkeit und »geringem« Aufwand messbar sind. Es erfolgt eine Übertragung dieser Information auf den RSP (= GGP). Als Alleinstellungsmerkmal zu allen anderen GGP wird an den RSP der dreidimensionale Raumbezug kontinuierlich im Rahmen des SAPOS®-Qualitätsmanagements überwacht, neben einer periodischen Überprüfung der Schwere und Höhe an diesen Punkten. Als Geodätische Grundnetzpunkte tragen die Referenzstationspunkte zur Realisierung und zur Bereitstellung des Raumbezugs bei. Diese beiden Funktionen – Realisierung und Bereitstellung des amtlichen Raumbezugs – definieren das Alleinstellungsmerkmal von SAPOS® im Verhältnis zu anderen amtlichen Positionierungsdiensten

(vgl. auch Gemeinsames Positionspapier der AdV-BDVI-Kommission, 2010).

Dem amtlichen Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessung kommt die zentrale Bedeutung sowohl bei der Bereitstellung als auch bei der Realisierung des Raumbezugs zu. Da die »klassischen« Trigonometrischen Punkte (TP) mit ihrer Genauigkeit nicht mehr von den mit SAPOS® in Katastergenauigkeit be-

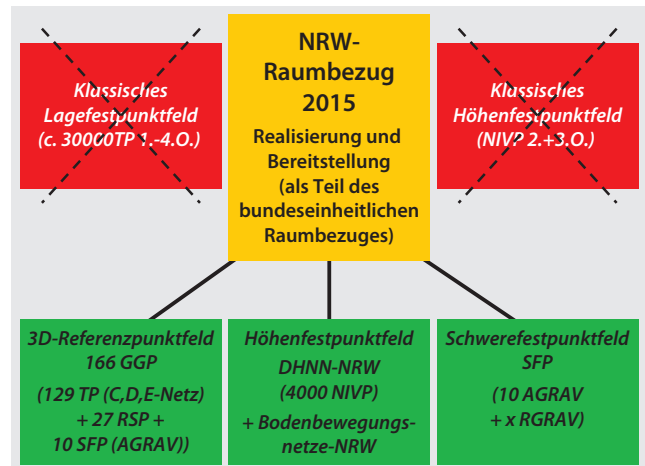


Abb. 6: NRW Raumbezug 2015

stimmen Punkten zu unterscheiden sind, könnten diese Punkte des Liegenschaftskatasters für das sehr unwahrscheinliche Szenario des Ausfalls von SAPOS® unmittelbar die »Rückfallsicherung« im Raumbezug übernehmen und sowohl die Realisierung als auch mit den dazugehörigen Nachweisen die Bereitstellung des Raumbezugs »im Tagesgeschäft« gewährleisten. Gleichwohl kommt den 166 GGP aufgrund ihrer hohen Qualität eine herausragende Bedeutung vor allem bei der Sicherung des Raumbezugs und den dazugehörigen Nachweisen zu. Aus diesem Grund hat Nordrhein-Westfalen unterhalb der GGP – im Gegensatz zur Strategie anderer Bundesländer – auf eine weitere landesspezifische Punktverdichtung verzichtet. Es wird langfristig eher zu untersuchen sein, ob eine weitere Ausdünnung der GGP möglich ist, ggf. bis auf die 27 Referenzstationspunkte.

Mit SAPOS® wird die 200-jährige Konzeption der Hierarchiestufen in geodätischen Netzen überwunden, da SAPOS® flächendeckend und hochaktuell in Echtzeit den Raumbezug mit der erforderlichen Koordinatengenauigkeit für das Liegenschaftskataster bereitstellt. Folgerichtig hat Nordrhein-Westfalen die Pflege im bestehenden Festpunktfeld der TP vollständig eingestellt und führt diese Informationen ausschließlich als historischen Nachweis. Bei Bedarf können TP künftig als Punkte in das kommunalisierte Liegenschaftskataster übernommen werden. Es ist vorgesehen, im Nachgang oder mit dem Umstieg des Liegenschaftskatasters auf ALKIS® die TP dem jeweiligen Katasteramt zur Übernahme als Punkte des Liegenschaftskatasters anzubieten. Aus der AAA-Modellsicht können sie jedoch nicht als TP in das Liegenschaftskataster übernommen werden, da diese Objektart nicht für

das ALKIS® modelliert wurde. Die Katasterbehörde wird entscheiden müssen, ob und welche TP von ihr übernommen und in das ALKIS® migriert werden. Die Landesvermessung wird der Katasterbehörde die erforderlichen Daten zur Verfügung stellen.

4 Höhenbezug

Das heutige amtliche Höhenbezugssystem, das Deutsche Haupthöhennetz 1992 (DHHN92), entstand im Nachgang der Wiedervereinigung als Gesamtausgleichung der vorhandenen Nivellementmessungen in Ost und West und Verbindungsmessungen zwischen den bestehenden Netzen. Die Gebrauchshöhen sind als Normalhöhen nach Molodenski berechnet und werden als Höhen über Normalhöhennull (NHN) bezeichnet. Bezugsfläche ist das Quasigeoid, das unter Verwendung von Parametern des GRS80 berechnet ist und durch den Nullpunkt des ehemaligen Amsterdamer Pegels verläuft.

Mit dem Ziel der Schaffung eines bundeseinheitlichen, neuen Raumbezuges hat die AdV den Beschluss zur Erneuerung des DHHN gefasst (AdV 2005). Damit werden folgende Ziele angestrebt:

- Erneuerung des Höhennetzes
- Modellierung und Verbesserung des Quasigeoids
- Schaffung von Undulationsmodellen
- Schaffung von Gebrauchshöhen mit hinreichender Genauigkeit mittels Satellitentechnik

Zur technischen Umsetzung werden in Deutschland Präzisionsnivellements auf den Linien des DHHN und auf Abrundungslinien gemessen, verbunden mit den epochengleichen GNSS-Messungen auf 250 speziell vermarkten Punkten und Absolutschweremessungen auf 100 dieser Punkte.

Mit der Erneuerung des DHHN und der Verbesserung des Quasigeoids (verbunden mit der Ableitung von Undulationsmodellen) werden Gebrauchshöhen mit steigender Genauigkeit mittels Satellitentechnik (SAPOS®) bestimmbar werden. Vor diesem Hintergrund wurden die Messungen im Höhenfestpunktfeld 2. und 3. Ordnung in bodenbewegungsfreien Gebieten in Nordrhein-Westfalen eingestellt. Beigebrachte Messungen sollen jedoch bei Bedarf durch die Landesvermessung an das DHHN rechentechnisch angeschlossen werden. Kernaufgabe bleiben die Erhaltung eines hinreichend dichten und flächendeckenden Punktfel-

des als »DHHN-NRW« und der Nachweis von Höhenänderungen in Bodenbewegungsgebieten.

Als Anforderungen an die Messungen im DHHN-NRW wurde definiert:

- ausreichende Dichte an präzisen Höheninformationen auf den DHHN-Linien (Punktabstände in der Regel weniger als 1200 Meter)
- Anbindung aller GNSS- und AGRAV-Punkte an die DHHN-Linien
- Anbindung aller SAPOS®-Stationen an die DHHN-Linien
- Anbindung aller Geodätischen Grundnetzpunkte an die DHHN-Linien
- Abstimmung mit den Höhenfestpunktfeldern der Nachbarländer

Die Landesfläche von Nordrhein-Westfalen ist in den Regionen Ruhrgebiet, linker Niederrhein, Ibbenbürener-, Erkelenzer- und Aachener Steinkohlerevier, Rheinbraungebiet und Eifel bergbaulichen und tektonischen Einflüssen ausgesetzt. Dadurch treten teils massive Änderungen in Lage, Höhe und Schwere auf, weshalb sie in festgelegten zyklischen Beobachtungszeiträumen messtechnisch wiederholt bestimmt werden müssen. In diesen Gebieten werden Präzisionsnivellements als sogenannte Leitnivellements mit dem Ziel durchgeführt, diese Gebiete in kurzen Messepochen an stabile Gebiete rechnerisch anzuschließen (Riecken et al. 2010). Während im Tagebau aufgrund der Grundwasserspiegelsenkungen »nur« Höhenänderungen von wenigen Metern verzeichnet werden, betragen die Höhenänderungen im Ruhrgebiet teilweise über 20 Meter. Aus dem Vergleich der preußischen Höhenaufnahmen seit Ende des 19. Jahrhunderts mit aktuellen Geländemodellen aus Laserscanbefliegungen wurde

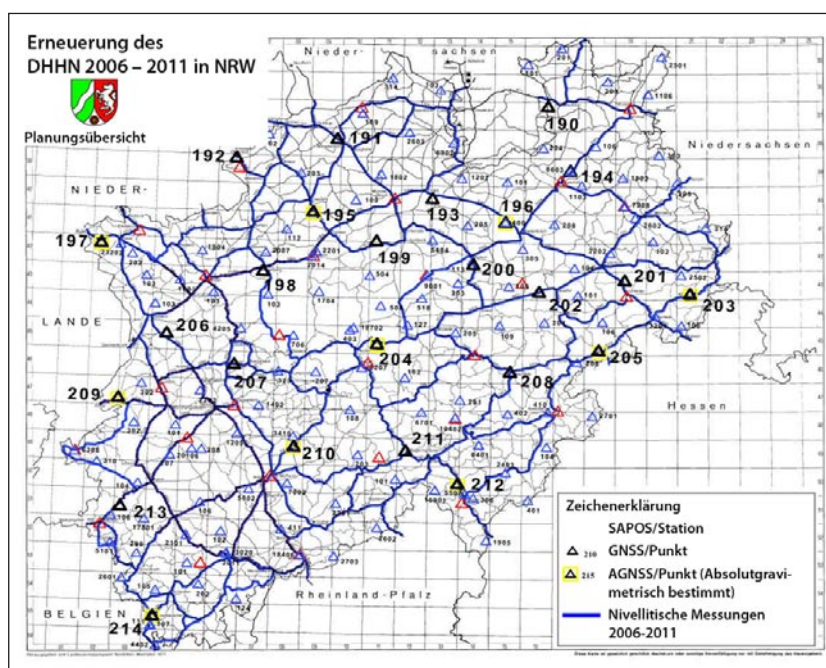


Abb. 7: Erneuerung des DHHN in NRW

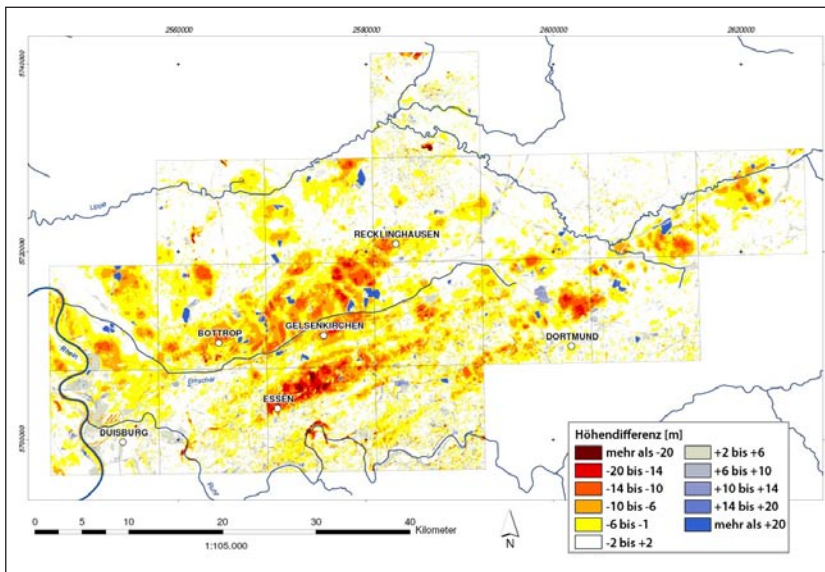


Abb. 8: Bodenbewegungen im Ruhrgebiet ca. 1900 bis heute

erstmalig eine flächenhafte Darstellung der Höhenänderung über den Gesamtzeitraum des Bergbaus für das Ruhrgebiet abgeleitet (Harnischmacher 2010).

Als Umsetzung der Vorgabe »Privat vor Staat« wurde das Präzisionsnivelement, das den weit überwiegenden Teil der Erhebungsarbeiten im Raumbezug ausmacht, seit 2008 nicht mehr durch das Land durchgeführt, sondern vergeben (vgl. Abb. 4). Nur in geringem Umfang wurden eigene Messungen des Landes im Bereich der Unterirdischen Festlegungen, bei Messungen in die Niederlande hinein und bei »Sondermessungen« wie dem Stromübergangsnivelement vorgenommen.

Kernaufgabe im geodätischen Raumbezug bleibt die Qualitätssicherung während der Vorbereitung, Durchführung und Abnahme/Auswertung der Messungen. Die Erfahrungen bei der Durchführung der nivellitischen Arbeiten im DHHN haben diese Vorgehensweise bestätigt (Schuler et al. 2010, Riecken et al. 2010).

Nach Abschluss der Messungen und Auswertung des DHHN 2006–2011 wird von den Bundesländern im Rahmen der AdV über die Einführung der Ergebnisse als aktuelles amtliches Höhenbezugssystem für Deutschland zu entscheiden sein. Verdichtungen unterhalb des DHHN werden künftig in Nordrhein-Westfalen nur in den Bodenbewegungsgebieten vorgenommen. Hierzu sind diese Gebiete hinreichend genau zu identifizieren und fortzuschreiben. Der Aktualisierungszyklus ist je nach individueller Situation festzulegen. In Übereinstimmung mit einem Vorschlag des Arbeitskreises Raumbezug (AdV 2010) sollen die Verdachtsgebiete künftig nach folgenden drei geschätzten Höhenänderungsraten differenziert werden: > 3 mm/Jahr, > 1 cm/Jahr, > 10 cm/Jahr. Die in Nordrhein-Westfalen gegenwärtig vorhandenen Unterlagen zu bekannten Verdachtsgebieten mit Bodenbewegungen sind entsprechend aufzubereiten.

Als strategisches Ziel im Raumbezug Nordrhein-Westfalens soll die Bereitstellung des Höhenbezugs künftig erfolgen

- für hochgenaue Anforderungen (<5 mm) durch nivellitischen Anschluss an das DHHN;
- für weniger genaue Gebrauchshöhen (<3 cm) durch Nutzung von SAPOS®;
- für flächenhafte Anforderungen voraussichtlich durch Nutzung satellitengestützter radiometrischer Fernerkundungsverfahren in Verbindung mit weiteren GNSS-Messtechniken und dem klassischen Präzisionsnivelement;
- unter Bereitstellung eines aktuellen Nachweises von Bodenbewegungen.

5 Schwerebezug

Heutige Grundlage des Schwereniveaus in Deutschland ist das Deutsche Schweregrundnetz 1994 (DSGN94). Durch Einrechnung des Deutschen Hauptschwerenetzes 1982 in dieses Grundnetz entstand in den alten Bundesländern das Deutsche Hauptschwerenetz 1996 (DHSN96), während es in den neuen Bundesländern durch Neumessung entstand (AdV 1999).

Mit der zunehmenden Nutzung satellitengeodätischer Verfahren nimmt die Bedeutung der Schwereinformationen zu, da sich nur mit ihnen die Verbindung zwischen mathematisch-geometrischen und physikalisch-dynamisch definierten Bezugsflächen herstellen lässt. Nur durch die Nutzung von Schwerewerten wird künftig ein Quasigeoid und damit einhergehend ein Undulationsmodell mit cm-Genauigkeit Realität werden können. Erst damit wird die Ableitung von »genaueren« Gebrauchshöhen mittels SAPOS® realisierbar sein und das Nivelement wird seine heutige Bedeutung teilweise verlieren. SAPOS® würde folglich auch im Bereich der Höheninformation zur primären Bereitstellungskomponente des Raumbezugs werden.

Durch die bei der Erneuerung des Haupthöhennetzes in 2009 erfolgten Absolutschweremessungen (in Nordrhein-Westfalen auf 10 AGRAV-Punkten, Abb. 4) und weiteren geplanten Relativschweremessungen ab 2010 sollen die erforderlichen Datengrundlagen geschaffen werden.

6 Stabilität des geodätischen Raumbezugs

Untersuchungen zur Stabilität der geodätischen Raumbezugssysteme werden künftig eine erhöhte Bedeutung erlangen. Die Erdoberfläche ist nicht stabil, sondern führt Bewegungen aus, die tektonisch, bodenmechanisch oder anthropogen verursacht sind. Die vermarkten Festpunkte

als Realisierung des geodätischen Raumbezugs sind den Bewegungen der Erdoberfläche unterworfen und fungieren somit als Geosensoren. Durch die immer genauer werdenden satellitengestützten Messverfahren können inzwischen auch kleine Bewegungsraten der Erdoberfläche über große Entfernungen zuverlässig ermittelt werden. Noch besteht das Problem nicht ausreichend modellierter/beherrschbarer Fehlereinflüsse bei hochgenauen Lage- und Höhenbestimmungen (<5 mm), die sich mit echten Bodenbewegungen überlagern.

Das Interesse vieler Nutzergruppen an langzeitstabilen Koordinaten widerspricht den Anforderungen anderer Nutzer nach Genauigkeit und Aktualität des Raumbezugs. Die zuständigen Landesvermessungsbehörden haben die Aufgabe, die verschiedenen Bedürfnisse an die Definition, Realisierung und Bereitstellung der amtlichen geodätischen Raumbezugssysteme miteinander in Einklang zu bringen.

Bei der Analyse der verschiedenen Nutzeranforderungen hat die Projektgruppe »Stabilität der Festpunktfelder« des Arbeitskreises Raumbezug der AdV (AdV 2010) identifiziert, dass die Bereitstellung langzeitstabiler geodätischer Raumbezugssysteme nach Lage und Höhe getrennt behandelt werden muss. Das amtliche Lagebezugssystem ist Grundlage für den geometrischen Nachweis der Liegenschaften. Hier werden langzeitstabile und rechtssichere Lagekoordinaten gefordert, die in der Örtlichkeit auch eindeutig und zweifelsfrei reproduziert werden können. Von der digitalen Liegenschaftskarte als Basis für grundstücks- und gebäudebezogene Fachinformationen wird ebenfalls eine geometrische Stabilität erwartet. Das bedeutet, dass das amtliche Lagebezugssystem möglichst unverändert beibehalten werden muss.

Für das Höhenbezugssystem gelten diese Forderungen nur insoweit, als dass es eine langzeitstabile Höhenbezugsfläche gibt, die bundesweit einheitlich ist. Innerhalb dieses großräumig festgelegten Horizontes des DHHN sind jedoch vertikale Bewegungen der Erdoberfläche zu erfassen, zu dokumentieren und mit hoher Aktualität bereitzustellen. Hierzu sind dauerhaft entsprechende Überwachungs- und Überprüfungsarbeiten erforderlich, die dann auch in die amtlichen Nachweise einfließen. Gebiete mit signifikanten vertikalen Bodenbewegungen sind darüber hinaus in Übersichten darzustellen, um Nutzer amtlicher Höhenangaben über diesen Sachverhalt zu informieren.

7 Ausblick

Der geodätische Raumbezug hat in Nordrhein-Westfalen organisatorisch und technisch einen Umbruch erfahren. Die Nutzung des Satellitenpositionierungsdienstes der deutschen Landesvermessung (SAPOS®) hat traditionelle Aufgaben im Raumbezug größtenteils überflüssig gemacht, insbesondere die Arbeiten im TP-Feld. Mit der

Aufgabe des bisherigen TP-Feldes wurden 200 Jahre »TRIG« zum Abschluss gebracht.

Die Bereitstellung des amtlichen geodätischen Raumbezugs erfolgt zum einen dienstebasiert durch SAPOS®, zum anderen durch vermarktete Festpunkte und den Auszügen aus den Nachweisen. Die Festpunkte sollen zudem der Sicherung und unabhängigen Kontrolle des SAPOS® dienen, ergänzend zum kontinuierlichen SAPOS®-Monitoring. SAPOS® wird zur zentralen amtlichen Geodateninfrastrukturkomponente des Raumbezugs.

Die Bedeutung von SAPOS® bei der Höhenbestimmung wird zunehmen. Die in Nordrhein-Westfalen Ende 2009 erfolgte Integration von GLONASS in SAPOS® und künftig des europäischen Satellitennavigationssystems GALILEO werden das Potenzial für das Vermessungswesen weiter steigern (Elsner 2010). Der Raumbezug 2015 wird zunehmend auch geringere vertikale und horizontale Bodenbewegungen berücksichtigen können, die bisher bei der Genauigkeit der Realisierung der Bezugssysteme nicht aufzudecken waren. Bei der Realisierung und Bereitstellung werden die amtlichen Systeme ihre Existenzberechtigung behalten, da nur sie eine interessensneutrale Aufgabenwahrnehmung gewährleisten und damit letztendlich der Eigentumssicherungsfunktion des Liegenschaftskatasters dienen.

Literatur

- AdV: Berechnung des Deutschen Hauptschwerenetzes 1996 (DHSN96). AdV-Beschluss, Berlin 1999.
- AdV: Strategie für den einheitlichen Raumbezug des amtlichen Vermessungswesens in der Bundesrepublik Deutschland. AdV-Beschluss, Wismar 2004.
- AdV: Erneuerung des DHHN. AdV-Beschluss, Bonn 2005.
- AdV: Bericht der Projektgruppe »Stabilität der Festpunktfelder« des Arbeitskreises Raumbezug. Unveröffentlicht, Münster, 2010.
- AdV-BDVI-Kommission: Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessung. 2010.
- Elsner, C.; Balkenhol, G.: Kombinierte GPS-/GLONASS-Signale im Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessung SAPOS® in Nordrhein-Westfalen. In: NÖV 2/2010, 2010.
- Harnischmacher, S.: Quantification of Mining Subsidence in the Ruhr-District (Germany). Géomorphologie: relief, processus, environnement. (Accepted paper), 2010.
- Irsen, W.: Geodätischer Raumbezug in NRW – gestern, heute und zukünftig. In: NÖV 2/2006, S. 3–12, 2006.
- Schuler, H.-D.; Güth, H.-D.; Riecken, J.: Arbeiten im Projekt DHHN 2006–2011 in Nordrhein-Westfalen. In: NÖV 1/2010, S. 57–64, 2010.
- Riecken, J.; Boje, R.; Schuler, H.-D.; Schaefer, W.: Die Nutzung von Einfachmessungen für Präzisionsnivelements in Gebieten mit Bodenbewegungen in Nordrhein-Westfalen. In: zfv, in Vorbereitung, 2010.
- Spata, M.; Lindstrot, W.: Zur Neuorganisation des Landesvermessungsamtes NRW 1975 – ein Rückblick nach 30 Jahren. In: NÖV 1/2006, S. 24–33, 2006.

Anschrift des Autors

Dr. Jens Riecken
Innenministerium NRW, Referat 32
Haroldstraße 5, 40190 Düsseldorf
jens.riecken@im.nrw.de