Quo vadis geodesia? ... Sic erit pars publica

Volker Schäfer

Das Symposium mit der Diskussion zur Zielbestimmung für die wissenschaftliche Geodäsie wäre aus der Sicht eines Angehörigen der amtlichen Vermessungswesens Baden-Württemberg unvollständig, wenn sie dieses nicht auch eines Seitenblicks würdigen würde.
Das amtliche Vermessungswesen mit seiner gesetzlichen Aufgabe, die für ein Staatswesen allgemeingültigen Geo-Bezugssysteme festzulegen und sie auf der Erde vorzuzeigen, ist Partner und Nutznießer der geodätischen Wissenschaft, aber durchaus auch Fordernder.

Die Geschichte des heute noch maßgeblichen Lagebezugssystems in Deutschland kann als bekannt vorausgesetzt werden. Sie war von der möglichsten Einheitlichkeit des Deutschen Hauptdreiecksnetzes im Sinne der Vorstellungen des Deutschen Reiches nach 1870 geprägt. Sie litt unter der Teilung Deutschlands und der Ausrichtung in einem seiner Teile nach Osten.
Das Einheitliche Astronomisch-Geodätische Netz der Staaten des ehemaligen Warschauer Paktes unter Nutzung der Beobachtungen des Reichsdreiecksnetzes mit der Datumsfestlegung Pulkowo und in Verbindung mit dem Referenzellipsoid von Krassowskij (System 42/83) weicht erheblich vom DHDN ab. Die Differenzen, bezogen auf ETRF89, sind laut Ihde, ZfV 1994 Seite 192 ff bereits in den Translationen u, v und w in den Achsen X, Y und Z:

DHDN	–>	ETRF	+582 m,	+105 m	und	+414 m
S 42	–>	ETRF	+24 m,	-123 m	und	-94 m

Die Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) in der Gestalt der neuen Einheit seit 1990 haben die Chancen genutzt, welche die erforderliche Zusammenführung des DHDN und des Systems 42/83 bot. Sie haben die Technologie der weltweiten Satellitenmessverfahren eingesetzt und in wenigen Jahren den Grundstein für ein deutschlandeinheitliches und vielleicht noch großräumigeres Bezugssystem ETRS89 gelegt.
Zugleich haben sie sich in Kenntnis der Anforderungen und Mühen entschieden, ETRS89 mit den Punkten des ETRF89 zu lokalisieren und zum künftigen Bezugssystem für Landesvermessung und Liegenschaftskataster zu bestimmen. Darüberhinaus ist die AdV 1996 über die Innenministerkonferenz an die Bundesregierung mit der Bitte herangetreten, in Brüssel für ein europaweit einheitliches Bezugssystem ETRS89 und Abbildungssystem UTM einzutreten. Die Bundesregierung hat dem Ersuchen entsprochen; Resonanzen seitens der EU sind noch nicht erkennbar. Spätestens mit dem europäischen Galileo-Satellitennavigationsplan wird ein einheitliches Bezugssystem überfällig.

Baden-Württemberg wird den Beschluss der AdV von 1995 zur Einführung und Anwendung von ETRS89 und UTM umsetzen:

„...

3. Für die Aufgaben der Grundlagenvermessung wird das Bezugssystem ETRS89 Zug um Zug wie folgt eingeführt:
   a) Lagefestpunktfeld
   Im Lagefestpunktfeld wird das neue Bezugssystem zunächst zusätzlich zu den bestehenden Systemen entsprechend den vom Plenum der AdV bestätigten Festlegungen des Arbeitskreises „Grundlagenvermessung“ kurzfristig eingeführt. Die zuständigen Landesvermessungsbehörden stellen im ETRS 89 für hinreichend viele Punkte dreidimensionale Koordinaten bereit, so daß neue und alte Messungen bei Bedarf im ETRS 89 ausgewertet oder alternativ Koordinaten aus den bisherigen Systemen in das ETRS 89 transformiert werden können.

b) Höhenfestpunktfeld und Schwerefestpunktfeld
Bei der Berechnung von Normalhöhen im System des DHHN 92 sind die Parameter des GRS 80 und die Nivellementpunkt-Koordinaten im System des ETRS 89 zu verwenden. Zur Bestimmung von Parametern für 3D-Koordinatentransformationen sind mindestens die Punkte des DREF-Netzes (Hierarchiestufe B), erforderlichenfalls auch die Punkte der Hierarchiestufe C (z.B. BWREF) einzunivellieren.

4. Das derzeit verwendete Blattschnittsystem der analogen Topographischen Kartenwerke bleibt vorerst unverändert bestehen. Das Bezugssystem ETRS 89 wird baldmöglichst in den analogen Topographischen Kartenwerken in den Maßstäben 1:10 000 und kleiner eingeführt, indem das Koordinatengitter des UTM-Systems angegeben wird. Eine Umstellung auf neue runde Blatteckwerte kann erst in Frage kommen, wenn die analogen Kartenausgaben aus ATKIS gewonnen werden können.
5. Es ist erforderlich, die Basisinformationssysteme „Automatisierte Liegenschaftskarte (ALK)“, „Automatisiertes Liegenschaftsbuch (ALB)“ und „Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (ATKIS)“ in demselben Bezugs- und Abbildungssystem zu führen. Länder, in denen die Einführung des ETRS 89 und UTM bereits jetzt geboten ist, können kurzfristig auf diese Systeme umstellen. Die anderen Länder führen ihre Arbeiten bis zur vollständigen Einrichtung von ALK, ALB und ATKIS im bisherigen System fort und stellen spätestens danach die Basisinformationssysteme geschlossen auf ETRS 89 und UTM um.
6. Um Anforderungen überregionaler Nutzer auf Bereitstellung von ALK- und ATKIS-Daten im Bezugssystem ETRS 89 und im Abbildungssystem UTM erfüllen zu können, soll von den Arbeitskreisen „Informations- und Kommunikationstechnik“, „Liegenschaftskataster“ und „Topographie und Kartographie“ untersucht werden, wie diesen Nutzerwünschen entsprochen werden kann.

...“.

Wie umfangreich die Aufgabe eines Systemwechsels ist, ergibt sich aus wenigen auf Baden-Württemberg bezogenen Angaben: Im Land existieren jeweils rund 60 000 Punkte des amtlichen Lage- und Höhensystems und 120 DREF- und BWREF-Punkte, dazu kommen rund 700 000 Aufnahmepunkte als Verdichtungsstufe in der Lage. Nur geschätzt werden können die koordinierten Grenzpunkte, Gebäudeeckpunkte und Punkte der Katastertopographie mit Gauß-Krüger-Koordinaten; es sind in etwa 80 Millionen in der staatlichen Vermessungsverwaltung. Mit der Fertigstellung der digitalen Liegenschaftskarte und des Festpunkt-Informationssystems sind sie alle digital verfügbar.

Es ist im Lande zeitweise diskutiert worden, ob der AdV-Beschluss im Hinblick auf die in den letzten Jahrzehnten energisch vorangetriebene Einrichtung des Aufnahmepunktfeldes mit dem Ziel eines flächendeckenden Koordinaten-Katasters nicht finanziell zu aufwendig und sachlich sogar überflüssig ist. Ein Blick auf die Transformation DREF91- DHDN mit dem identischen Punkt Potsdam (Anlage 1 - Verschiebungsvektoren im Maßstab ca. 1 : 300) mit globalen Transformationsparametern zeigt, was der verantwortliche Umgang des Vermessungswesens der Gegenwart mit seiner Zukunft gebietet.
Auch die Verhältnisse in Baden-Württemberg auf der Basis einer Transformation anhand von identischen Punkten (Anlage 2 - Verschiebungsvektoren im Maßstab ca. 1 : 10) bestätigen die Notwendigkeit eines zukunftsorientierten globalen Bezugssystems.

Die Vermessungsverwaltung Baden-Württemberg hat ein digitales Modell der Landestopographie (Digitales Landschaftsmodell DLM) erstellt sowie eine Version im Datenumfang der Topographischen Karte 1 : 25 000 (ohne Gebäude und Höhen) auf den Markt gebracht. Die dritte Dimension (Digitales Höhenmodell DHM) wird derzeit ausgeschrieben und soll möglichst 2000 in Gestalt eines Höhenrasters mit generell 10 m-Abstand und 2 m-genau für Boden sowie Vegetations- und Bebauungsobergrenze vorliegen; auf Anforderung soll der Datenbestand bis auf 0,50 m aufgelöst werden.
In der Liegenschaftskarte ALK sind bereits für 85 % des Flurstücksbestands Eigentum und Nutzung digital dokumentiert; bis 2005 wird auch der Rest umgesetzt sein. Die entsprechende textliche Liegenschaftsbeschreibung liegt schon seit 1994 vollständig digital vor. Die Kommunikation

zwischen Vermessungsverwaltung und Datennutzer wird auf Internet-Technologie umgestellt:
Es bestehen in Baden-Württemberg somit beste Voraussetzungen für das Vorhaben. Dies würde den genannten AdV-Beschluss zwingend erforderlich machen, läge er nicht bereits vor.

Wer gleichwohl noch zweifelte, dem wurde durch den Beschluss der Landesregierung Baden-Württembergs vom Oktober 1998 zur flächendeckenden Einrichtung des Satellitenpositionierungsdienstes der AdV (SAPOS-Bezugssystem) mit vernetzten SAPOS-Festpunkten bis 2001 wohl endgültig deutlich, dass der Weg zu einem zukunftstauglichen Lagebezugssystem konsequent fortgesetzt wird. Und mit den im Juli 1999 von den Landesregierungen von Baden-Württemberg und Bayern beschlossenen Vernetzung und Standortplanung an der Landesgrenze und gegenseitigem Datentransfer entsteht ein, auch wirtschaftlich interessanter, flächendeckender SAPOS-Südblock.

Die Einrichtung von SAPOS liegt vor allem in wirtschafts- und industriepolitischer Hinsicht, daneben aber ebenso im Hinblick auf die Eigenanwendung der Vermessungsverwaltung, im Interesse des Landes:

- Ein satellitengestütztes Navigations- und Ortungssystem mit den Funktionalitäten von SAPOS ist Teil einer modernen informationstechnischen Infrastruktur und daher für den Wirtschaftsstandort Baden-Württemberg unverzichtbar.
- Ein verlässlicher Markt für satellitengestützte Navigationsprodukte in Hard- und Software ist Vorbedingung für die Industrie, in die Entwicklung der nächsten Generation dieser zukunftsträchtigen Navigationstechnologie zu investieren.
- SAPOS wird Teil des amtlichen geodätischen Bezugssystems der Landesvermessung werden und dadurch eine nachhaltige Kostensenkung im Vermessungswesen bewirken. Die Vermessungsverwaltung kommt damit ihrer Verpflichtung zur Aufgabenerledigung mittels moderner, zukunftsweisender Technologie nach.

Die getroffene Entscheidung der Landesregierung sichert zum einen auf Dauer den bislang pilothaft vom Landesvermessungsamt und dem Südwestrundfunk mittels UKW/RDS-Radio betriebenen Datendienst für differentielles GPS im Bereich von wenigen Metern. Von der Verfügbarkeit dieses SAPOS-Dienstes gehen insbesondere die Verkehrsleitsysteme (Telematik und Auto-Navigation), das Flottenmanagement in der Produktelogistik und die Hilfsdienste aus.
Zum anderen wird binnen kurzem ein zentimetergenauer Datendienst mit der Möglichkeit für eine sofortige Auswertung an Ort und Stelle im deutschlandeinheitlichen amtlichen Bezugssystem der Landesvermessung für Süddeutschland dauerhaft garantiert.

Als Folge werden die Gauß-Krüger-Koordinaten (DHDN) von UTM-Koordinaten (DREF) abgelöst. Es wird keine systematische Verdichtung des BWREF erfolgen; das gewohnte herkömmliche Arbeiten „vom Großen ins Kleine“ entfällt also. Eine weitergehende flächenhafte und bedarfsunabhängige Verdichtung des Aufnahmepunktfeldes ist eingestellt.

Mit diesen Weichenstellungen einher geht auch die Konsequenz für die Messtechniken der Zukunft: Für viele der derzeit zigtausend markierten Festpunkte entfällt durch die etwa 20 elektronischen SAPOS-Festpunkte die Notwendigkeit zur Unterhaltung. Und auch die altbekannte Hierarchie nach Ordnungen wird sich weitgehend auflösen: TP und AP, für die keine ETRS-Koordinaten benötigt werden, verlieren ihre bis dato praktisch unbegrenzt geltende Verfügbarkeitsgarantie. Daran wird sich die Technik der Positionsbestimmung auszurichten haben.

Mit der Integration von hochgenauen GPS-Bestimmungen in das spannungsbehaftete Landeskoordinatensystem stellt sich konkret die Frage, ob die geodätischen Netze nunmehr nicht dynamisch aufgefasst werden müssen. In den Verwaltungen war bislang unter der Betrachtungsweise der sog. Nachbarschaftstreue die statische Betrachtungsweise bestimmend. Für Baden-Württemberg wurde 1998 die Ausgleichung mit beweglichen Anschlusspunkten als Regelverfahren im Aufnahmepunktfeld eingeführt.
Im amtlichen Höhenbezugssystem für Deutschland ist die Entscheidung für die Normalhöhen

gefallen; sicher ein sich noch fortsetzender Anlass für entschiedenes Pro und Kontra in sachkundiger Bewertung.
Die AdV hat dafür (auszugsweise) folgende Aussagen mit ihrer Entscheidung verbunden:

- Die Ausgleichung erfolgt zwangsfrei in geopotentiellen Koten.
- Das Niveau des DHHN92 wird festgelegt durch Übernahme der geopotentiellen Kote des Knotenpunktes Wallenhorst (bei Osnabrück) aus dem derzeit gültigen europäischen Nivellementnetz REUN86, welches am Nullpunkt des ehemaligen Pegels Amsterdam angeschlossen ist.

Daraus ergeben sich (laut Weber, ZfV 1995 Seite 196 ff) u.a. folgende Vorteile für die Benutzer :

- Normalhöhen sind optimal mit ellipsoidischen Höhen kombinierbar. Dies ergibt sich daraus, dass sie geodätisch bestimmte Abstände von dem Quasigeoid sind, das unter Verwendung von Parametern des GRS80 zu berechnen ist und durch den Nullpunkt des ehemaligen Amsterdamer Pegels verläuft.
- Falls z.B. für den Wasserbau exakte Angaben über den Verlauf einer Niveaufläche benötigt werden, kann auf vorliegende geopotentielle Koten der Nivellementpunkte mit Normalhöhen zurückgegriffen werden.

Für die Nivellementpunkte 1. Ordnung liegen bereits Normalhöhen vor; die für die Berechnung der Normalhöhen für die 2. und 3. Ordnung erforderlichen Schweremessungen werden zügig vorangetrieben. Nach Plänen der AdV sollen ab 2002 die Punkthöhen grundsätzlich in dem neuen deutschlandeinheitlichen Bezugssystem DHHN92 bekanntgegeben werden.

In anderen Angelegenheiten ist die Vermessungsverwaltung zugegebenermaßen durchaus von der Fragestellung „Quo vadis geodesia?“ berührt:
Bezüglich wirtschaftlicher und zugleich präziser Höhenmessverfahren blickt die Landesvermessung erwartungsvoll in Richtung der geodätischen Lehrstühle in der Hoffnung auf Unterstützung. Was die Verwaltungen für die Zukunft benötigen, sind Vorgehensweisen zur GPS-gestützten Höhenbestimmung. Die bisherigen Messmethoden sind zu aufwendig und kommen für notwendige, bisher jedoch nicht periodisch mögliche Wiederholungs-Messkampagnen nicht in Frage. Andererseits ist die Kenntnis über Bewegungen der Erdoberfläche und Massenverschiebungen nicht nur in extrem erdbebengefährdeten Gebieten unerlässlich.

Untersuchungen zur Verwendbarkeit der GPS-Messverfahren zur qualifizierten Höhenbestimmung (z.B. Lux, Strauss, AVN 1998 Seite 291 ff) kommen auf Höhengenauigkeiten von unter 1 cm bis 2 cm mit durchaus aber größeren einzelnen Abweichungen. Vorschläge, im Nivellementnetz unterhalb der 2. Ordnung die bisherigen Genauigkeitsanforderungen herabzusetzen und so den Einsatz von GPS zur Gebrauchshöhenbestimmung zu ermöglichen, entschärfen das Problem des Aufwands bei konventionellen Präzisionsnivellements für periodische Wiederholungsmessungen in den Nivellementnetzen 1. und gegebenenfalls 2. Ordnung nicht.
Ein anderer wichtiger Themenkomplex darf ob der technischen Fragestellungen aber keinesfalls unerwähnt bleiben.
Mit einiger Sorge beobachtet die Vermessungsverwaltung von Baden-Württemberg Bestrebungen zur Verlagerung der Gewichte der Lehrinhalte in den Studienordnungen. Es wird nicht in Frage gestellt, dass der Arbeitsmarkt Öffentlicher Dienst für Geodäten bei weitem nicht mehr so aufnahmefähig ist wie in der Vergangenheit. Aber nach Ansicht von Praktikern wird der Bedarf an aufeinander abgestimmten sowie bedarfsorientierten Geodaten günstige Berufschancen für Geodäten eröffnen.
Die Voraussetzung für sich am Markt behauptende „Geo-Datenprovider“ sind neben qualifiziertem geodätischen und informationstechnischem Grundlagenwissen insbesondere auch ein ebensolches von Wesen und Aussagekraft amtlicher Geodaten und ihrer Verwendung in Planung, Wirtschaft und Verwaltung. Insofern ähneln sich die Anforderungen an die Studieninhalte bei den Vermessungsverwaltungen und dem allgemeinen Arbeitsmarkt sehr stark.
Die Universitäten sind aufgerufen, den Spagat zwischen Studiendauer und weitgefächertem Berufsfeld zu beherrschen.

Anlage 1

DREF 1991
Deutsches Referenznetz im ETRS 89

"Globale" Transformation vom DREF91 ins DHDN mit dem ident. Punkt Potsdam

● ITRF
⊙ EUREF D/NL 93
◎ EUREF 89
○ DREF

Kartographie und Druck: Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen 1996

Anlage 2

Restklaffungen der Transformation DREF und DHDN

Maßstab der Vektoren ~ 1:10