NACHRICHTEN

der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung

Niedersachsen

Hannover
Nr. 4
49. Jahrgang
4. Vierteljahr 1999
H 6679

NACHRICHTEN
der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung

Nr. 4 · 49. Jahrgang
Hannover · Dezember 1999

Herausgegeben vom
Niedersächsischen Innenministerium,
Hannover

Die Beiträge geben nicht in jedem Falle die Auffassung der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung wieder

Schriftleitung:
Ministerialrat Dr. Hartmut Sellge,
Lavesallee 6, 30169 Hannover
(Niedersächsisches Innenministerium)

Verlag, Druck und Vertrieb:
Landesvermessung und Geobasisinformation
Niedersachsen – LGN –
Podbielskistraße 331, 30659 Hannover

Erscheint einmal vierteljährlich
Bezugspreis: 3,00 DM pro Heft zuzüglich Versandkosten

Inhalt

Stündl
Aktuelle Entwicklungen im amtlichen Vermessungswesen 176

Steinbach
Anforderung der Nutzer an die Geobasisdaten der VKV 180

Seifert
Bericht über die Fortbildungsveranstaltung „Raumbezugssysteme der Zukunft" 192

Dr. Jahn, Wegener, Feldmann-Westendorff
SA*POS*® in Niedersachsen 208

Strerath
Überführung des LS 100 nach ETRS 89 in Niedersachsen 220

Schulz
Baulandbereitstellung – Bodenordnung mit Einsatz städtebaulicher Verträgen 234

Buchbesprechungen 237

Anschriften der Mitarbeiter dieses Heftes 239

Redaktionsschluss 240

Aktuelle Entwicklungen im amtlichen Vermessungswesen

– Bericht über die Fortbildungsveranstaltung 2/1999 –

Von Dieter Stündl

Die diesjährige Fortbildungsveranstaltung bündelte unter ihrer Sammelüberschrift zwei Themenbereiche: Zum einen IuK-Entwicklungen - mit dem umfangreicheren Anteil an der Gesamtveranstaltung - und zum anderen die Verwaltungsreform. Beiden Themenbereich gemeinsam waren die über den aktuellen Stand hinausreichenden Aspekte und Szenerien zukünftiger Entwicklungen.

Der Vortrag **„Technologieentwicklungen im IuK-Bereich"** von Herrn Prof. Dr. Appelrath, Universität Oldenburg vermittelte zu vier Themen gegenwärtige und zukünftige Entwicklungen.

- Die Rechner- und Kommunikationsentwicklung der nächsten Jahre wird uns PC mit Taktraten bis 10 GHz und durchgängige Glasfasertechnologie bescheren. Obwohl die Dezentralisierung von Rechnerleistungen eher gebremst wird, werden die Kommunikationsnetze der Zukunft kaum auszulasten sein. Die Internet-Nutzung wird über Mehrwertdienste - wie Electronic Commerce (eC) - und elektronischen Zahlungsverkehr zunehmend in betriebliche Prozesse integriert.
- Innovative Softwaretechnologien werden beispielsweise die Nutzung von verteilten Datenbank- und Applikationsebenen ermöglichen, die räumlich und administrativ untereinander und von der Präsentationsebene getrennt sind. Damit bekommen Internet-Technologien und -Protokolle eine zentrale Bedeutung.
- Die am Markt befindlichen GIS-Systeme lassen sich in GIS-Klassen einteilen:
  1. *Standard-GIS:* z.B. SICAD/OPEN (SICAD GEOMATICS), ALK-Giap (AED), Arcinfo (ESRI) SMALLWORLD (SMALLWORLD Systems).
  2. *Desktop-GIS:* z.B. ArcView (ESRI), SICAD/SD (SICAD GEOMATICS), Map&Guide (CAS), MapInfo (MapInfo).
  3. *Geodaten-Server:* z.B. Internet Data Server (SICAD).
  4. *Komponentenbasierte Geo-Viewer:* z.B. GeoMedia (Intergraph), MapGuide (Autodesk), MapObjekts (ESRI). Jede Klasse hat neben eigenen Vorteilen jedoch auch Nachteile, entweder wenn es darum geht GIS-Komponenten in Fachanwendungen einzubetten oder via Internet auf Geodaten zuzugreifen. Das zukunftsträchtige Konzept heißt „Komponentenbasierte Inter-/Intranet-Geodaten-Informationssysteme".
- Der Universität Oldenburg angegliedert ist OFFIS, das Oldenburger Forschungs- und Entwicklungsinstitut für Informatikwerkzeuge und -Systeme (www-igis.OFFIS.uni-oldenburg.de). Hier wurde „InterGIS" konzipiert, das die Vorteile der zuvor genannten vier GIS-Klassen vereinigt und damit als zur Zeit bestes GIS-System bezeichnet werden kann.

Praxisorientiert, jedoch ebenfalls mit Zukunftserwartungen trugen die Herren Steinbach, BEB Erdgas und Erdöl GmbH, Hannover und Stippich, Kreisverwaltung Landkreis Harburg zum Thema **„Anforderungen der Nutzer an die Geobasisdaten der VKV - Stand und Entwicklungstendenzen"** vor. Der Beitrag von Herr Steinbach, aus der Sicht eines Energieversorgers, ist in diesem Heft der NACHRICHTEN abgedruckt.

Herr Stippich beleuchtete das Thema aus der Sicht einer Kommunalverwaltung und stellte dazu zunächst REGIS vor. Mit dem **Re**gion-**G**rundstücks-**I**nformations**s**ystem REGIS werden alle entscheidungsrelevanten Daten auf einem System geführt. ALB- und ALK-Daten gehören ebenso dazu wie die Verknüpfung zur digitalisierten DGK5. Desweiteren die Einbindung der Daten zur Bauleitplanung, Verkehrsplanung, etc.

REGIS wird unter Windows NT an 180 Arbeitsplätzen - davon 30 externe Arbeitsplätze - eingesetzt und verwendet Standard-Software-Produkte. Es besitzt eine Benutzerverwaltung, kann andere Fachschalen implementieren und hat Internet-Zugang. Der Einsatz von REGIS beschränkt sich auf wenige Anwender, darunter auch die Kreisverwaltung Nordhorn.

Zur Zeit wird die automationsgestützte Verbindung des Baulastenverzeichnisses beim Landkreis mit dem ALB des zuständigen Katasteramtes projektiert.

Als zukünftiges Erfordernis stellte Herr Stippich insbesondere die Anforderungen an eine erhöhte Aktualität der Eigentümerangaben im ALB in den Vordergrund.

Beginnend mit den Betrachtungen im Bereich der IuK-Entwicklungen im allgemeinen und der Nutzeranforderungen im besonderen, lenkte der folgende Vortragsblock auf die **„IuK-Entwicklungen in der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung"**.

Die gegenwärtigen Entwicklungen im IuK-Bereich sind Voraussetzung und Folge der sich wandelnden Verwaltung. Herr MR Dr. Sellge charakterisierte dieses mit den Schlagworten: Wandel der Organisationsstrukturen, Dezentralisierung, Kundenorientierung. Insbesondere die Kundenorientierung erfordere ein zukunftsorientiertes Geobasisdaten-Management. Die notwendigen Weiterentwicklungen dazu sind:

- Landesweite Einrichtung von ALK, ATKIS®-DLM 25/2 und ATKIS®-DGM 5®
- Einführung des **T**opographie-**I**nformations**m**anagement TIM und ALK/Stufe 2
- Integration von ALB, ALK und ATKIS®
- Veredelung von Geobasisdaten zu kundenorientierten Marktprodukten und GIS-Service
- Erhebung der Bereitstellungskosten

Die besondere Bedeutung, die dieser Entwicklung beigemessen wird, kommt auch darin zum Ausdruck, daß allein für ALK und ATKIS® jährlich 40 bis 50 MioDM investiert werden.

Herr VmD Rossol stellte den zweiten Aspekt des Themas vor: „Stand und Entwicklungen im Bereich Kommunikationstechnik".

- Die bisherige Verbindung der VKB mit dem IZN über das IZNnet (X.25) mit sternförmiger Netztopologie ermöglichte Datenübertragungsraten von maximal 19,2 Kbit/s. Geplant ist der Aufbau eines neuen Netzwerks, IZNnet (CISCO-HDLC), das die VKB über weitere Router - dann in Baumstruktur - mit dem IZN verbindet. Die Übertragungsraten steigen damit auf 64 Kbit/s. Netzintern werden Datenübertragungsraten von 34 Mbit/s erreicht.
- Der Abruf von ALB-Daten durch die Öffentlich bestellten Vermessungsingenieure wird ermöglicht durch den Internetzugang über ISDN. Zusätzlich zum normalen ISDN-fähigen Netzabschluß S_0 ist zwischen diesem und dem PC ein ISDN-IP-Router (CISCO 1003) vorzusehen. Die Datenübertragungsrate erreicht 64 Kbit/s und der PC kann in ein eigenes Netzwerk eingebunden werden.
- Die Nutzung von E-Mail mittels Netz-PC (NT-Client) wird künftig durch die Einbindung eines Mail-Servers „KA" in das LAN jeder VKB/KA ermöglicht. Via IZNnet und Mail-Server „Land-Ni" gelangt der Anwender in das öffentliche Netz. Teilnehmer im öffentlichen Netz erreichen mit der E-Mail-Adresse der VKB zunächst den Mail-Server des IZN und mittelbar den Mail-Server der VKB/KA.

Der dritte und letzte Aspekt befaßte sich mit „Stand und Entwicklungen von Hard- und Software". Herr VmOAR Elmhorst berichtete über folgende Schwerpunkte:

- Hard- und Software- Konzepte zur Lösung unserer Fachaufgaben haben eine immer komplexere Wechselwirkung mit IuK-Konzepten der „Außenwelt". In eine IuK-Gesamtstrategie sind einzubinden die Entwicklungen der Bereiche Geobasisdaten ALKIS®/ATKIS®, Dezentrale Anwendungen und IZN-Dienstleistungen.
- Mit dem Bereich ALKIS®/ATKIS® sind gewichtige Aufgaben verbunden, wie, Übergang von ALB und ALK nach ALKIS®, Harmonisierung von ALKIS® und ATKIS®, Auskunftsystem ALB/ALK landesweit und im Internet, Dokumentenverwaltung mit FODIS und Nachfolge für SICAD-DIGSY.
- Bei den dezentralen Anwendungen sind vor allen die Fragen der Nachfolge für die MX-/RM-Rechner mit den Programmsystemen ABO, AGN und AKS und der landesweiten Einführung des KLR-Programmsystems (Baan) zu beantworten.
- Das Dienstleistungsangebot des IZN ist unter Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen auf den Einsatz von dezentralen Lösungen zu prüfen, z.B. ob ein Umstieg von ATKIS® auf SICAD/open finanzielle Vorteile bringt.

Antworten und Lösungen werden erarbeitet durch Arbeitsgruppen, die mit zeitlicher Befristung einen Untersuchungsauftrag erhalten, um ein Grobkonzept und Realisierungsvorschläge zu entwickeln. Beispielhaft für viele andere Arbeitsgruppen wurde der Untersuchungsauftrag für ein graphisches Feldbuch vorgestellt.

Nach dieser Gesamtschau der IuK-Entwicklungen innerhalb - teilweise auch außerhalb - der VKV wurde es mit dem nächsten Beitrag, von Herrn Ltd.VmD Boldt, wieder spezieller und konkreter. Er berichtete über den **Stand des Pilotprojektes FODIS**. Diese Abkürzung steht für ein Informationssystem zur automatisierten Verwaltung von Fortführungsdokumenten also Vermessungsrisse, Fortführungsrisse, Niederschriften kurzum sämtliche Dokumente die anläßlich einer Liegenschaftsvermessung entstanden. FODIS ist damit ein DMS, ein Dokumenten-Management-System.

Die Anwenderwünsche, wie, schneller und sicher Zugriff, einfache Recherche und Arbeitszeitersparnis wurden in der Projektzielsetzung ergänzt durch Fragen nach der Methode (scannen oder/und Mikrofilm), nach dem Informationsgehalt (schwarz/weiß, halbton, farbig), nach Datenabgabe und Wirtschaftlichkeit.

An der Ausschreibung zur Beschaffung eines geeigneten DMS beteiligten sich 16 Bewerber. Nach Auswahl und Zuschlag an die Firma Kisters, Aachen wurde Mitte 1998 mit der Pilotierung begonnen und Ende 1998 abgeschlossen.

Die Ergebnisse und Erkenntnisse lassen sich wie folgt komprimieren:

- Hard-/Software-Voraussetzungen sind neben einem leistungsstarken PC und zusätzlichem NT-Server, ein Farb-Scanner im Format A0, und ein RAID-Speichersystem. Zweckmäßig kann es auch sein, einen Farbscanner A0 zentral vorzuschalten und vor Ort nur einen S/W-Scanner A3 zu installieren. Als Betriebssystem dient WINDOWS-NT mit Standard-Software und einer Informix-Datenbank (DiRA). Die Kosten beliefen sich auf ca. 90.000 DM.
- Erfassen der Originale durch scannen (schwarz/weiß, tlw. farbig), dabei werden 17 Dokumenttypen unterschieden.
- Die Digitalisierleistung liegt bei Einsatz einer Arbeitskraft bei 300 bis 350 Dokumente/Tag. Ergebnisse von Reproduktionen mittels Laserdrucker sind gut bis sehr gut.
- Die Datenabgabe geschieht am einfachsten mittels CD; eine Netzeinbindung ist zukünftig vorgesehen.
- Das Ergebnis einer Kostenschätzung zeigt, daß der Einrichtungsaufwand nach Fertigstellung sich durch Personaleinsparungen in einem Zeitraum von ca. drei Jahren amortisiert.
- Zur Zeit noch bestehende Nachteile: Speichermedien für 300...400 GByte sind teuer, farbige Ausdrucke zeitraubend und teuer, Konzept für Laufendhaltung noch nicht entwickelt.

Obwohl der Vortrag deutlich machte, mit welchem Aufwand und den daraus resultierenden Kosten die Einrichtung von FODIS verbunden ist, so scheint es doch zur Zeit keinen anderen Weg zu geben unsere Vermessungsdokumente in das digitale Zeitalter hinüberzuretten. Allein die sinkenden Hardware-Kosten und die Amortisation in einem überschaubaren Zeitraum stimmen optimistisch.

Seit Anfang Mai diesen Jahres läuft ein Pilotverfahren zur Bereitstellung von Daten des Liegenschaftskatasters im Internet. Herr VmD Krumbholz gab den für viele Zuhörer überraschend weit entwickelten Stand der ALB- und ALK-Nutzung wieder. Der Vortrag wurde inzwischen im Heft 2/1999 der NACHRICHTEN veröffentlicht.

Der zweite große Themenkreis der Fortbildungsveranstaltung läßt sich unter der gemeinsamen Überschrift Verwaltungsreform, mit den Themen Staatsmodernisierung, VKV als Dienstleistungsbetrieb und Vertriebspartnerschaft, zusammenfassen.

Das Thema **„Staatsmodernisierung in Niedersachsen"** leitete Herr Dr. Thörmer, Nieders. Staatskanzlei, ein mit der Frage: Warum Staatsmodernisierung? Neben der ursächlichen Begründung nicht mehr finanzierbarer Personalkosten im öffentlichen Dienst, ging er auf grundlegende Strukturveränderungen der Aufgabenwahrnehmung zwischen Staat und Gesellschaft ein. Diese Veränderungen erfordern zweierlei: Zum einen müssen Behörden und Institutionen flexibler werden, um auf neue Anforderungen schneller reagieren zu können und zum anderen muß die Gesellschaft, der einzelne Bürger, Gruppen und Verbände in die Lage versetzt werden sich stärker für Aufgaben zu engagieren, die der Staat nicht mehr leisten kann und sollte.

Die Verwaltungsreform war bisher vor allen Dingen eine Binnenmodernisierung, die mit einer entsprechenden Mittelausstattung eine Vielzahl von Reformprojekten unterstützte. Eine zentrale Rolle nehmen dabei die neuen Steuerungsinstrumente (SIN) ein. Beginnend mit der Kosten-Leistungs-Rechnung bei über 30 Behörden fügen sich bei den ersten Dienststellen der Produkthaushalt, die Budgetierung, das Controlling bzw. das Berichtswesen an. Die Katasterverwaltung arbeitet bereits mit einem budgetierten Gesamthaushalt.

Zu den neuen Steuerungsinstrumenten zählen aber auch Personal- und Qualitätsmanagement und Bürgerorientierung. Mit Einführung des automatisierten Kassenwesens (P53) werden bei den ersten Behörden alle Elemente des neuen Steuerungsmodells eingeführt sein. Dieser ganzheitliche Ansatz wird in der VKV aber auch beim Nieders. Landesamt für Bezüge und Versorgung NLBV in Kürze realisiert.

Bis zum Jahr 2003 sind - weitere - 5 000 Stellen in der Landesverwaltung einzusparen um den gegenwärtigen Anteil der Personalkosten von 42 % am Gesamthaushalt nicht wachsen zu lassen. Dabei werden im Wege der Aufgabenkritik Personaleinsparungen geprüft die deutlich über den obligatorischen 1 % bis 2 % liegen:

- Wegfall von Aufgaben durch IuK-Einsatz oder mangels Nachfrage
- Synergieeffekte, die durch Abbau redundanter Aufgabenwahrnehmung und vermeidbarer Schnittstellen eintreten, ganz nach dem Motto „Zwei plus zwei gleich vier Komma fünf".
- Einsatz von Benchmarking durch länderübergreifende Vergleiche von Institutionen und Behörden.
- Aufgabenverlagerungen auf nachgeordnete Behörden, auf Institutionen mit ähnlichem Aufgabenumfang oder Wirkunkskreis oder durch Zusammenarbeit mit Privaten.
- Privatisierung, sofern Aufgaben durch die öffentliche Hand nicht genauso effektiv erledigt werden können wie durch Private.

Zukünftig muß der Staat zwar gewährleisten, dass Aufgaben wahrgenommmen werden (Gewährleistungsverantwortung), er muß aber nicht überall die Erledigung der Aufgaben selbst vollziehen (Vollzugsverantwortung). Zur Entwicklung dieser Grundeinstellung ist das Leitbild vom „aktivierenden Staat" in einer „aktiven Gesellschaft". die mit persönlichem Engagement bisher vom Staat wahrgenommene Aufgaben übernimmt, hilfreich. Im aktivierenden Staat werden hierarchische Steuerungen zurückgefahren, um Bürgerbeteiligung auf allen Ebenen zu ermöglichen.

Der moderne Staat soll weniger Behörde als vielmehr Dienstleister sein. Eine Aussage des vorangegangenen Vortrags die nahtlos auf den folgenden überleitete. Das Thema **„Die Zukunft der VKV als Dienstleistungsbetrieb"**, ließ beim Zuhörer die Vermutung aufkeimen, da wisse jemand (ein Externer!) mehr über die Zukunft unserer Verwaltung als der Insider. Doch sehr schnell wurde klar, dass es Herrn Prof. Dr. Schütz von der Fachhochschule Hildesheim-Holzminden in seinem Vortrag um die Voraussetzungen für einen - erfolgreichen - Dienstleistungsbetrieb ging.
Das Thema gliederte Prof. Schütz in drei Aspekte:

1. *Der Kurs:* Verbalakrobatik oder neuer Ansatz?
   - Der ernsthafte Kurs auf den Dienstleistungsbetrieb beginnt mit der Beantwortung der Fragen: Sind die Mitarbeiter verfügbar, drücken sich die Mitarbeiter verständlich aus, übernehmen die Mitarbeiter Verantwortung, sind die Mitarbeiter kompetent und freundlich und sind die Mitarbeiter effizient? Einschränkungen an dieser Stelle bedeuten Abstriche beim Ziel.
   - Als Barrieren gegen eine starke Kundenorientierung gelten: Fehlender Leidensdruck (auch ohne Kunden geht´s uns gut), Routine in den Abläufen, Vorschriften-Dschungel, Ab-Teilungs-Egoismen und schlechte Vorbilder. Insbesondere im letzten Fall gilt: „To walk like you talk".
2. *Die Ideen:* Kundenorientierung im Korsett
   - Kundenorentierung geht alle an. Verschaffen Sie auch dem Innendienst Kundenkontakte.
   - Marketing ist nicht zu verwechseln mit Öffentlichkeitsarbeit. Marketing ist gekennzeichnet durch die „4 P´s": Promotion, Product / Service, Place und Price
   - Servicedenken heißt nicht Pampering des Kunden. Also keine kostenlosen „Zusatzleistungen" die mit dem Produkt / Service nichts zu tun haben.
   - Wirklich überzeugend wirken Dienstleistungen erst, wenn konkrete und relevante Leistungsversprechen des Anbieters mit ihnen verknüpft sind. Beispielsweise „Wir sind für unsere Kunden erreichbar" oder „Wir kommunizieren verständlich".
   - Passen Sie die Geschäftsprozesse den Kundenbedürfnissen an.
   - Professionelle Dienstleister überprüfen kontinuierlich die Zufriedenheit ihrer Kunden.
3. *Die Steuerleute:* Zaunkönige gesucht
   - Goldene Regel: Die Werte, die Servicekräfte im Umgang mit Kunden zeigen, sind ein Spiegelbild der Werte, die Führungskräfte im Umgang mit Servicekräften zeigen.

Der Vortrag von Prof. Schütz, der hier nur in kurzer Zusammenfassung wiedergegeben wird, kann für möglichst viele Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der VKV zur Einstimmung auf den Dienstleistungsbetrieb empfohlen werden. Fortbildungstermine lassen sich vereinbaren.

Die Förderung der Kundenorientierung und des Absatzes der Produkte sind die vorrangigen Ziele der Vertriebspartnerschaft zwischen VKB und LGN. Mit der Erarbeitung eines Konzeptes für die inhaltliche, organisatorische und informationstechnologische Umsetzung wurde eine Arbeitsgruppe „Vertriebspartnerschaft" (Leitung: Herr MR Ueberholz) beauftragt. Dieser Arbeitsgruppe angegliedert sind die Unterarbeitsgruppen „Präsentation der VKV im Internet" (Leitung: Herr VmD D. Kertscher) und „Bestellservice, Datenbereitstellung" (Leitung: Herr VmD Rossol).

Herr D. Kertscher berichtete aus der Unterarbeitsgruppe **„Präsentation der VKV im Internet"** über den Projektauftrag und den Arbeitsstand.

Der Projektauftrag umfaßte die Erarbeitung eines Gesamtkonzeptes für eine Internet-Präsentation der VKV nach inhaltlichem Aufbau, technischer Realisierung und ggf. Verknüpfung mit bereits bestehenden Homepages. Die Präsentation der Landesdienststellen soll einheitlich sein und damit auch den Konzerngedanken umsetzen. Zur Gestaltung sind die Design-Regeln der Staatskanzlei zu beachten.

Der Arbeitsstand wurde eindrucksvoll an Hand der Musterpräsentationsseiten demonstriert. Von der Begrüßung, über Produktbeschreibungen und Methoden, Organigramme und Übersichten, Gesetzestexte und News bis zum Internet-Shop beinhaltete die Musterpräsentation alles was man zum Internetauftritt benötigt und das in einer klaren, ansprechenden Gestaltung. Die Homepage ist erreichbar unter: www.vkv-ni.de.

Eine einheitlich gestaltete Anfahrtsskizze wird die Arbeitsgruppe für jede Behörde / jedes Katasteramt liefern. Vom Foto des Dienstgebäudes ab bestimmt jede VKB den Einstieg ins Internet sowie den Darstellungsinhalt und -umfang selbst.

Aus der Unterarbeitsgruppe **„Bestellservice, Datenbereitstellung"** berichtete Herr Rossol über den Stand der Entwicklung.

Neben der Präsentation der VKV im Internet ist der Bestellservice, auch E-Commerce, eine wichtige Komponente. Zur Konzeption dieser Komponente sind die unterschiedlichen Nutzerprofile hinsichtlich verwendetem Browser, der Sicherheits- und Zahlungsvorstellungen, des Kenntnisstandes, der Anforderungen an geometrische und fachliche Selektionskriterien, Reaktionsverlangen, Sprachen und Graphikauflösung zu beachten. Zusätzlich erfordern Kundenorientierung und Absatzförderung eine einfache, nachvollziehbare Preisgestaltung.

Der erste Schritt zum Bestellservice über den Internet-Shop ist für konfektionierte, analoge Produkte realisiert. Eine Shop-Statistik gibt Auskunft über die Zahl der Bestellungen und Produkte, sowie die Bewertung (1 bis 6) der Shop-Lösung durch die Kunden. In der kurzen Zeit von Mai bis Juni 1999 gingen ca. 4 % der Bestellungen für CD, Topographische Karten, historische - und Freizeitkarten über den Internet-Shop ein. Die Kunden beurteilten die Shop-Lösung überwiegend mit der Note 2. Pro Woche sind ca. 180 Besucher im Internet-Shop.

Weitere Entwicklungsschritte umfassen die Einbindung eines elektronischen Bezahlsystems und die Bereitstellung von digitalen Daten: ALB, ALK, DLM, DGM, Punktdaten, Rasterdaten, SA*POS*®.

Die Arbeitsgruppe „Vertriebspartnerschaft", zuständig für die Entwicklung des Konzeptes **„Kundenorientierte Aufgabenerledigung"**, hat wesentliche Teile erarbeitet. Herr VmD Steinhauer stellte aus dem Gesamtkonzepte folgende Komponenten vor:

- *Einbezogene Produkte:* In den Produktkatalog sind zunächst alle Produkte der VKV einbezogen (umfassender Ansatz) soweit es um die Auftragsannahme geht. Ausnahmen sind dann denkbar, wenn ein besonderer Beratungsbedarf erforderlich ist. Die Grobstruktur des Produktkatalogs gliedert sich wie folgt:
  1. Liegenschaftskataster
  2. Nachweise der Landesvermessung
  3. Topographische Karten
  4. Wertermittlung
  5. GIS-Service
  6. Graphik-Service

Der GIS-Service umfasst die Beratung und Unterstützung beim Einsatz von Geobasisdaten und von Fach-GIS, die auf Geobasisdaten beruhen. Weitere Serviceaufgaben sind auftragsbezogene ergänzende Erhebungen von geobasisdatennahen Daten und Consulting. GIS-Service-Leistungen müssen im Zusammenhang mit dem Einsatz von Geobasisdaten stehen und sind projektbezogen d.h. zeitlich begrenzt abzuwickeln.

- *Verfahren der Vertriebspartnerschaft:* Unabhängig von der umfassenden Zuständigkeit der Vertriebspartner für die Auftragsannahme ist für die Auftragsabwicklung eine Stelle federführend. Diese ist dem Kunden gegenüber verantwortlich und zuständig für die Abrechnung. Die Federführung kann in Abhängigkeit vom Umfang und bestehender Kundenbindungen vereinbart werden. Kleinaufträge wickelt der Kunde mit dem Vertriebspartner seiner Wahl ab. Aufträge für Consulting stehen grundsätzlich unter Federführung LGN.
- *Abrechnung zwischen den Vertriebspartnern:* In Abhängigkeit vom Grad der Auftragserledigung (Auftragsannahme / Produkterstellung) durch den nicht originär zuständigen Vertriebspartner wird es ein Erlös-Splitting geben. Die Erlösanteile liegen produktbezogen zwischen 10 % und 100 % für die umfassende Auftragserledigung durch den nicht originär zuständigen Vertriebspartner.

Das Resümee dieser Veranstaltung lautet, auf Leitsätze komprimiert:

- Die VKV als Erstellerin der Geobasisdaten muß Kunden gegenüber als **ein** Dienstleister auftreten. Dazu ist das gemeinsame Verständnis als ein Konzern zu kultivieren.
- Künftig müssen Anforderungen aus Kundensicht gegenüber langfristig angelegten Entwicklungskonzeptionen mehr Gewicht erhalten.
- Die Bedeutung der Verwaltung wird durch die starke Einbindung in die sich entwickelnde Informationsgesellschaft und die damit verbundenen Technologien eher gefestigt, wenn nicht gar gesteigert.
- Die Vorträge der Professoren Appelrath und Schütz waren gelungene Ergänzungen der „konzerninternen" Themen und mehr als nur der Blick über den Zaun. Denn nur wer zuläßt, daß Zäune errichtet werden, ist gezwungen darüber zu schauen.

Anforderung der Nutzer an die Geobasisdaten der VKV - Stand und Entwicklungstendenzen aus der Sicht eines Energieversorgers

– Überarbeiteter Vortrag anlässlich der Fortbildungsveranstaltung 2/1999 –

Von Dieter Steinbach, BEB Erdgas und Erdöl GmbH, Hannover

0 Gliederung

1. Aufgabenstellungen der BEB als Energieversorger
   1.1 Geschäftsauftrag
   1.2 Geschäftsprozesse
   1.3 Gesetzliche Grundlagen
2. Nutzung von Geobasisdaten
   2.1 Status
   2.2 Unterstützung von Geschäftsprozessen
      2.2.1 PAVEZ
      2.2.2 ADMIS
      2.2.3 GIS
3. Entwicklungstendenzen
   3.1 Kooperationen
   3.2 Internet, Intranet
   3.3 ALB
   3.4 ALK
   3.5 ATKIS
4. Zusammenfassung

1 Beschreibung der Aufgabenstellungen der BEB als Energieversorger

Das Geschäft der BEB Erdgas und Erdöl GmbH, dem Unternehmen Erdgas, ist die Aufsuchung, Gewinnung und der Verkauf von Erdgas und Erdöl. Die BEB spielt für die Erdgasversorgung in der Bundesrepublik eine bedeutende Rolle. Etwa 20 % des Erdgasbedarfes der Bundesrepublik Deutschland werden von BEB abgedeckt.

1.1 Geschäftsauftrag

Der Geschäftsauftrag der BEB umfaßt folgende Tätigkeiten:

- Erdgas-/Erdölvorkommen aufsuchen und erschließen
- Die Produkte Erdgas und Erdöl fördern und vermarkten
- Erdgaseinkaufsverträge abschließen und Erdgas importieren
- Die Produkte Erdgas, Schwefel und Erdöl aufbereiten, konditionieren, an die Abnehmer liefern und abrechnen
- Die erforderliche technische Infrastruktur einrichten, betreiben und aufbauen

Die BEB ist in die Geschäftsbereiche Upstream und Downstream gegliedert. Seit vielen Jahren ist das Erdgas unser Hauptprodukt. Deutschland ist in Konzessionsgebiete eingeteilt, in denen durch die zuständigen Behörden die Rech-

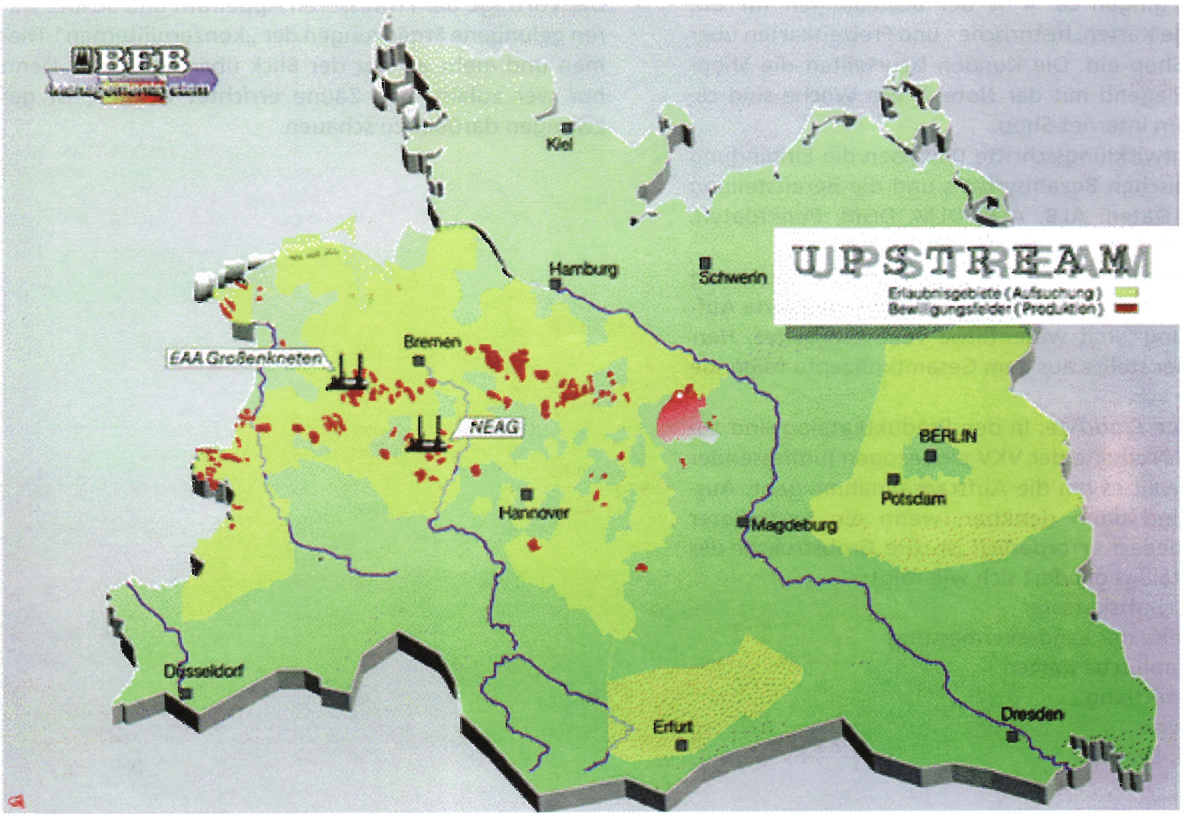


Bild 1

te zur Aufsuchung (Erlaubnisfeld) und Gewinnung (Bewilligungsfeld) von Kohlenwasserstoffen erteilt werden (Bild 1). Der betriebliche Schwerpunkt der BEB-Aktivitäten liegt in Norddeutschland, wo sich der größte Teil der einheimischen Kohlenwasserstoffreserven befindet. In verschiedenen dezentralen, im wesentlichen über Niedersachsen verteilten Betriebsstätten, arbeitet die Hälfte aller Mitarbeiter. Die planenden und verwaltenden BEB-Mitarbeiter sind überwiegend in der Hauptverwaltung in Hannover zusammengefaßt.

Knapp die Hälfte des Erdgases, das wir gegenwärtig den Kunden zur Deckung ihres Bedarfes liefern, wird aus den Niederlanden, aus den norwegischen bzw. dänischen Nordseefeldern und aus Rußland importiert. Unsere Erdgaskunden sind Ferngasgesellschaften im weiteren auch kommunale Versorgungsunternehmen, Industriebetriebe und Kraftwerke.

Unsere Kunden werden über ein Transportsystem von derzeit rund 3.700 km beliefert, das BEB teilweise in Zusammenarbeit mit weiteren Partnern - über viele Jahre mit hohem Kapitaleinsatz - aufgebaut hat (Bild 2). Die Aktivitäten der BEB finden überwiegend im ländlichen Raum statt. Dort wo der lückenlose Bestand von Geobasisdaten nicht immer gegeben ist. Die Geobasisdaten unterstützen alle Prozesse und Aktivitäten im Zusammenhang mit Bedarf, Rechten und Veränderungen an Grundstücken, die für Aufsuchungs-, Produktions-, Transport- und Speicherbetriebe einschließlich der Errichtung ihrer technischen Einrichtungen benötigt werden.

1.2 Geschäftsprozesse mit Bezug zu Geobasisdaten der VKV

Beginnend mit den Aktivitäten während der Aufsuchungsphase und endend mit den abschließenden Aktivitäten zur Feldesräumung, begleiten diese Prozesse die gesamte Lebensdauer der Geschäftsinteressen an den beanspruchten Grundstücken. Den Anfang macht der Geschäftsprozess der Grundstücksbeschaffung, die z.B. beim Neubau von Anlagen zwingend erforderlich ist, bis zur Wiederherstellung der Grundstücke, die der Rückgabe vorausgeht. Folgende Aktivitäten mit Bezug zu Geobasisdaten sind erforderlich:

- Klärung der Rechts- und Konsortialverhältnisse für die Inanspruchnahmen und Beschaffung von Land
- Vermessungsarbeiten/Führung des Bergmännischen Risswerkes
- Administration von Grundstücken, Grundstücks- und Leitungsrechten, Nutzungsverträgen, Umfeldbetreuung, Entschädigungen
- Erweiterung und Pflege des Datenbestandes über Bergbauberechtigungen sowie konsortiale Beteiligungen, Bohrungen und Leitungen
- Mitwirkung an Informationsveranstaltungen für Behörden, Landvolk und Grundeigentümer

Die wesentlichen Unternehmenswerte in diesem Geschäftsfeld sind die Bergbauberechtigungen, Bohrungen, Leitungen und Stationen. Die Geobasisdaten der VKV entwickeln sich allmählich zu Grundlagen für Fachinformationssysteme in den verschiedenen Unternehmensbereichen. Der Bedarf an digitalen Informationen und die Einsatzmöglichkeiten haben in den letzten Jahren stetig zugenommen und sie werden mit Ausbau der Verfügbarkeit von Geobasisdaten weiter ansteigen.

1.3 Gesetzliche Grundlage für unsere Tätigkeiten

Als Bergbauunternehmen ist das Bundesberggesetz und die daraus abgeleiteten Verordnungen die gesetzliche Grundlage für unsere Aktivitäten im Produktionsbereich. Der Gesetzgeber räumt uns dabei auch das Recht auf Grundabtretung ein. Nach dem Energiewirtschaftsgesetz unter-

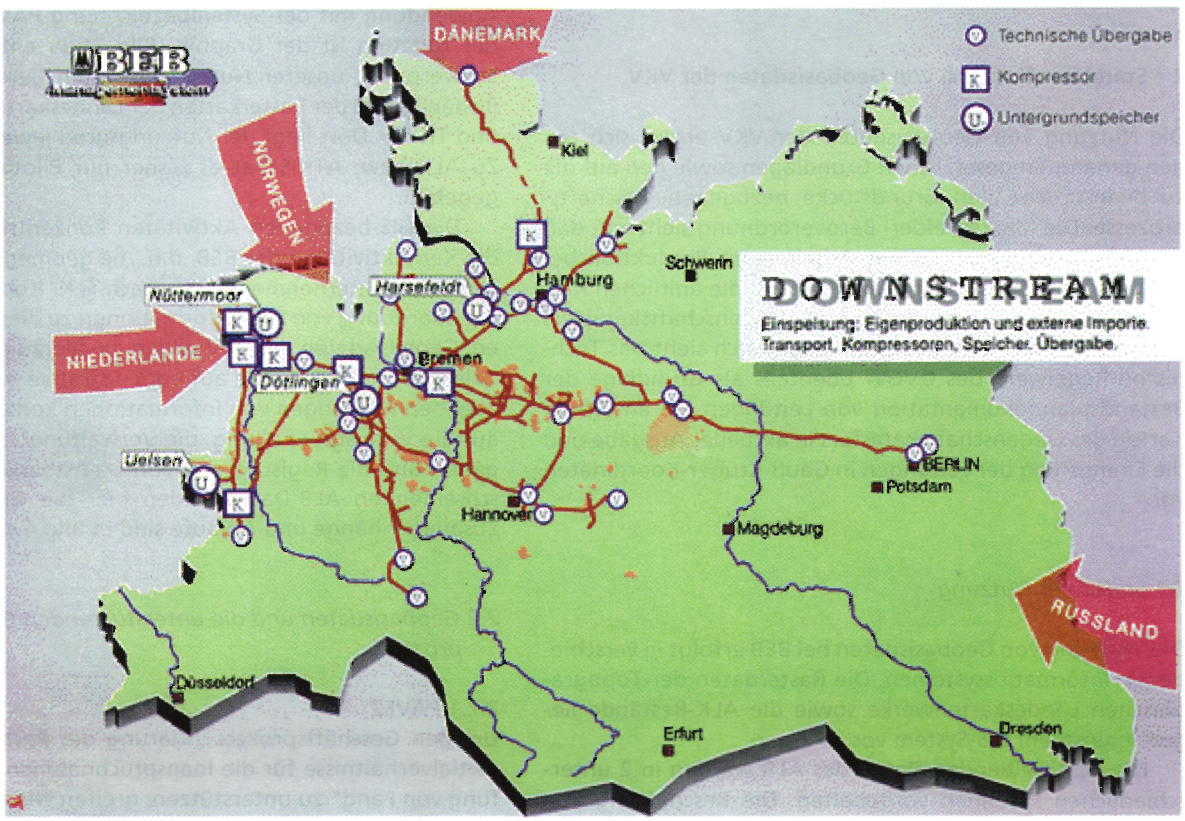


Bild 2

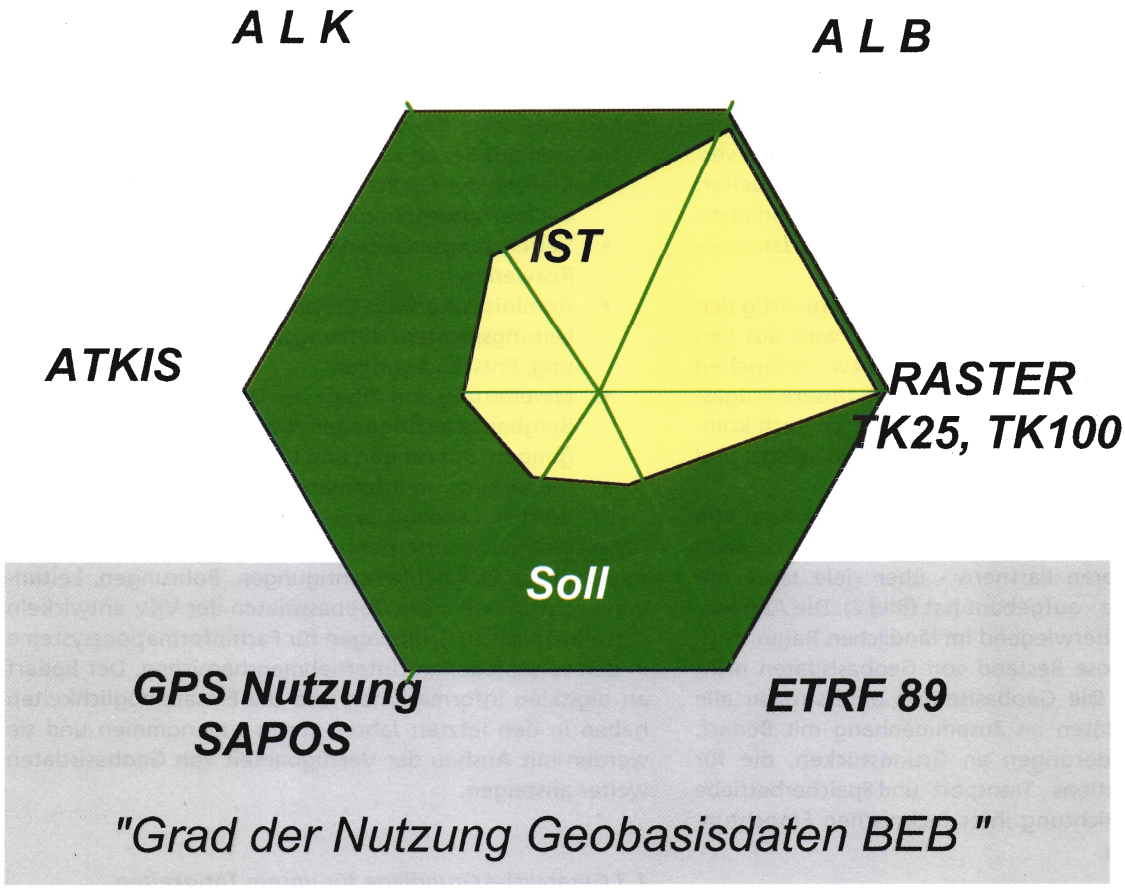


Bild 3

steht die Energiewirtschaft der Aufsicht des Bundes. Die BEB ist im Verteilungsbereich als überregionaler Energieversorger tätig. Auf Antrag des Unternehmens kann der Wirtschaftsminister die Enteignung oder Beschränkung von Grundeigentum für zulässig erklären. Neben gesetzlichen Grundlagen sind für unsere Tätigkeiten auch die technischen Regeln des DVGW bzw. die Normen des DIN relevant.

2 Stand der Nutzung von Geobasisdaten der VKV

Die Nutzung von Geobasisdaten der VKV ergibt sich aus den genannten gesetzlichen Grundlagen sowie den auf die zu beanspruchenden Grundstücke bezogenen Geschäftsprozesse. Die Markscheider- Bergverordnung sieht vor, daß den vermessungstechnischen Arbeiten im Produktionsbereich die Gauß-Krüger-Koordinaten und die amtlichen Karten der Landesvermessung und des Liegenschaftskatasters zugrunde liegen. Für den Transportbereich sieht das Technische Regelwerk des DVGW ebenfalls als Grundlage der Bestandsplandokumentation von Leitungen die amtlichen Karten des Liegenschaftskatasters in aktueller Ausgabe und die Einmessung der Leitungen in Gauß-Krüger-Koordinaten vor.

2.1 Status der Nutzung

Die Nutzung von Geobasisdaten bei BEB erfolgt in verschiedenen Informatiossystemen. Die Rasterdaten der Topographischen Landeskartenwerke sowie die ALK-Bestände liegen in unserem GIS-System vor.

Die beschreibenden Daten des ALB werden in 2 unterschiedlichen Systemen vorgehalten. Die Beschaffung von Land und die Administration von Leitungs- und Grundstücksrechten sowie den zugehörigen Nutzungsverträgen erfolgt unter Nutzung des Datenbanksystems ORACLE. Das System trägt die interne Bezeichnung ADMIS. Die zur Klärung von Rechts- und Konsortialverhältnissen erforderlichen Flurstücksdaten, die unsere privaten Bergbaurechte dokumentieren und sichern, liegen unter einer ADABAS/NATURAL Anwendung mit der Systembezeichnung PAVEZ. Der Grad der Nutzung ist der Graphik (Bild 3) zu entnehmen. Der Schwerpunkt unserer Nutzung liegt im Bereich der ALB-Bestände und der Rasterkarten der Landeskartenwerke TK25 und TK100. Dort liegt der Nutzungsgrad jeweils bei 100 %. Zu ALK bzw. ATKIS hat es bisher nur Pilotanwendungen gegeben.

Die GIS-bezogenen Aktivitäten konzentrieren sich auf die Kernaktivitäten der BEB, d.h. die geometrische Ausprägung der Unternehmensassets nach G.K. Koordinaten und die Zuordnung von Sachinformationen zu diesen Geometrien. Geobasisdaten der VKV bilden die hierzu erforderlichen Orientierungshilfen. Die auf administrative Aktivitäten bezogenen Nutzungen von Informationen konzentrieren sich auf die Vertragserstellung, die Verwaltung von Flächenangaben und die Registrierung von Dienstbarkeiten. Die beschreibenden ALB-Daten bilden hier die Grundlage. Die Zusammenhänge und Abläufe sind in Bild 4 dargestellt.

2.2 Geobasisdaten und die unterstützenden Geschäftsprozesse

2.2.1 PAVEZ

Um den Geschäftsprozess „Klärung der Rechts- und Konsortialverhältnisse für die Inanspruchnahmen und Beschaffung von Land" zu unterstützen, greifen wir auf die Daten-

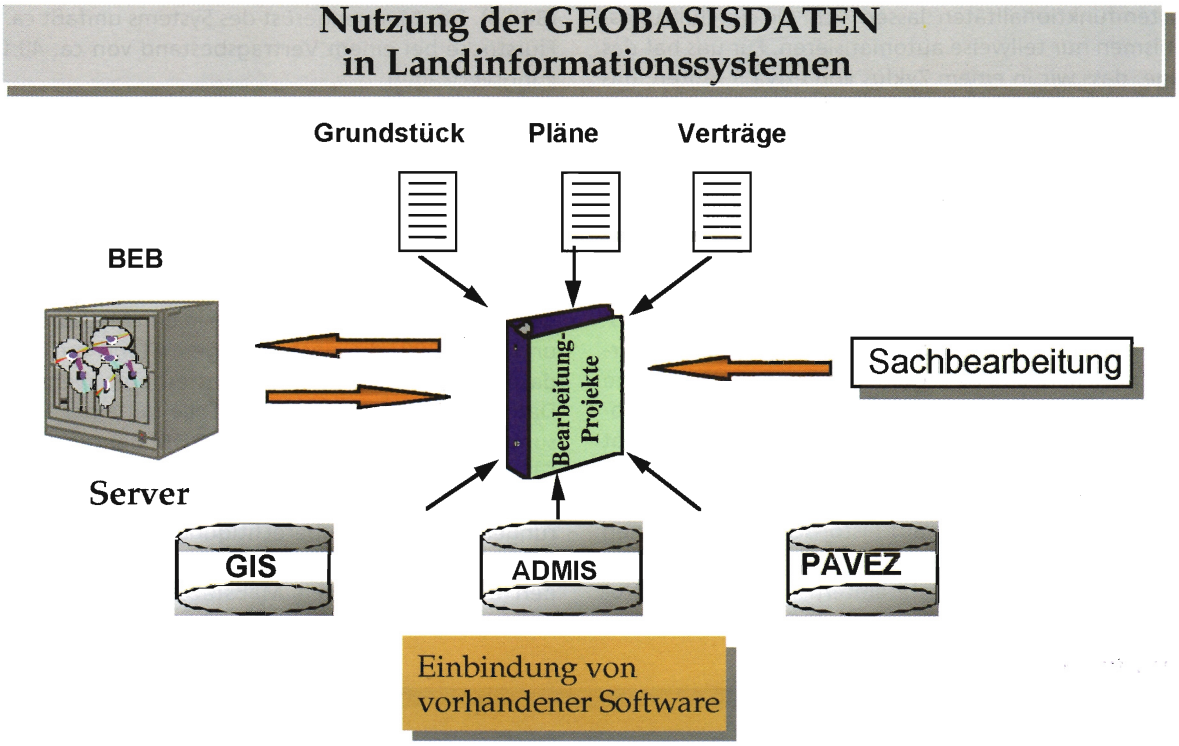


Bild 4

bestände des ALB zurück. Wir sind seit Einführung des automatischen Liegenschaftsbuches in Niedersachsen Kunde der Landesverwaltung für die Abnahme von selektierten ALB-Daten.

Die ALB-Bestände werden von uns genutzt, um die sogenannten Erdölaltverträge, es handelt sich dabei um private Bergbauberechtigungen die vor 1935 vereinbart wurden, abzuwickeln. Hierzu werden Bestände des ALB's im wesentlichen die Flurstücks-, Bestands- und Eigentümerangaben bezogen. Ein Auszug des von uns verarbeiteten Datenbestandes ist in beiliegender Abbildung Bild 5 aufgeführt. Etwa 10 % der Niedersächsischen Landesfläche unterliegen diesen sogenannten Erdölaltverträgen.

Daraus ergibt sich ein Mengengerüst von ca. 200 000 Flurstücken, die wir vorhalten für diese Anwendung. Unsere Aufgabe besteht darin, die Rechte aufrecht zu erhalten, d.h. die Bestände müssen regelmäßig fortgeführt und aktualisiert werden, da für die Aufrechterhaltung der Verträge Zahlungen von uns zu leisten sind.

Da diese Verträge überwiegend gemarkungsbezogen abgeschlossen wurde, bestellen wir diese Bestände durch Angabe von Gemarkung und Flur. Auf Grund der derzeiti-

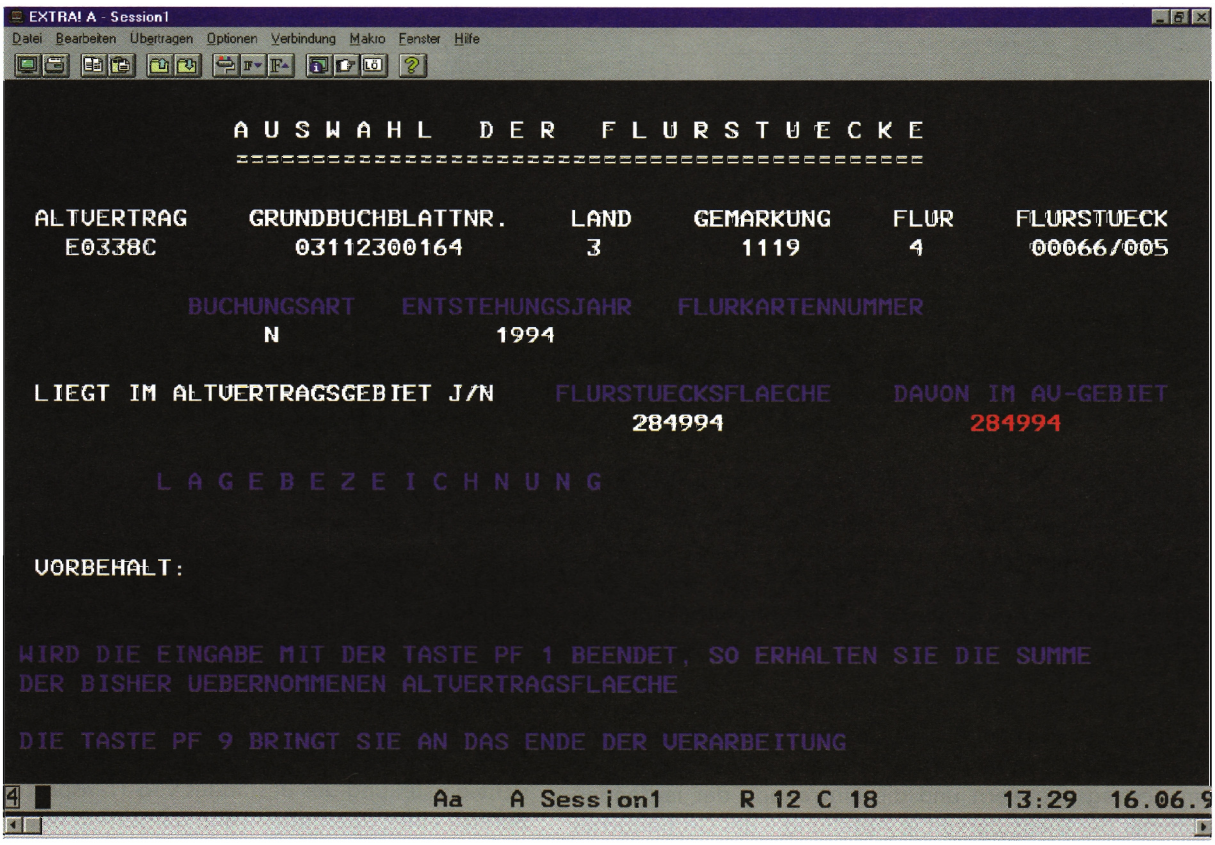


Bild 5

gen Systemfunktionalitäten lassen sich die Fortführungsmechanismen nur teilweise automatisieren. Für uns hat das zur Folge, dass wir in einem Zyklus von etwa 5 Jahren, das entspricht dem Zeitraum der Wartegeldzahlungen, die Fortschreibungen der Verwaltung nachvollziehen müssen.

Darüber hinaus sind die Eigentümerinformationen sehr oft nicht ausreichend, so dass sie von uns ergänzt werden müssen. Es ist also erforderlich, zu den Adressinformationen des ALB sogenannte eigene Adressinformationen in den Datenbestand aufzunehmen und auch abzugleichen. Bei Einleitung von Flurbereinigungsverfahren in Altvertragsgebieten ist es zusätzlich erforderlich, entsprechende Flurstückskennzeichen einzupflegen, damit der auf die alte Katastersituation bezogene Rechtszustand auch nach Abschluß der Flurbereinigungsverfahren dokumentiert bleibt (Vorbehaltsflächen). Auf Grund des Fortführungszykluses von 5 Jahren ist es teilweise erforderlich, zusätzlich zur EDV-gestützten Bearbeitung auf historische Informationen des Liegenschaftsbuches zurückzugreifen. Hierzu werden dann bei den jeweiligen Katasterämtern Auszüge aus historischen Flurstücksdokumentationen angefordert.

(Bild 6). Das Mengengerüst des Systems umfaßt ca. 100 000 Flurstücke bei einem Vertragsbestand von ca. 40 000 Nutzungsverträgen.

2.2.3. GIS

Die Rasterdaten der amtliche Landeskartenwerke der VKV unterstützen die Geschäftsprozesse „Erweiterung und Pflege des Datenbestandes über Bergbauberechtigungen sowie konsortiale Beteiligungen, Bohrungen und Leitungen". Grundlage für Erlaubnis- und Bewilligungsfelderdarstellungen sind die Landeskartenwerke in den Maßstäben 1:25.000 und 1:100.000, die nach heutigem Stand auf den Rasterdaten des LGN basieren. Die Rasterdaten werden als TIFF-Dateien in der farbigen Kombifolie mit einer Scann-Auflösung von 200 L/cm von einer CD-ROM übernommen und im GIS georeferenziert. Die Karten werden jeweils betriebsintern verwendet, um Betriebseinrichtungen, Leitungen, Bohrungen und Bergbauberechtigungen nach den Vorgaben des Bundesberggesetzes darzustellen. Betriebsintern werden die verschiedenen Maßstabsstufen und Karten der Landeskartenwerke als eigene Objektklassen und Objekte

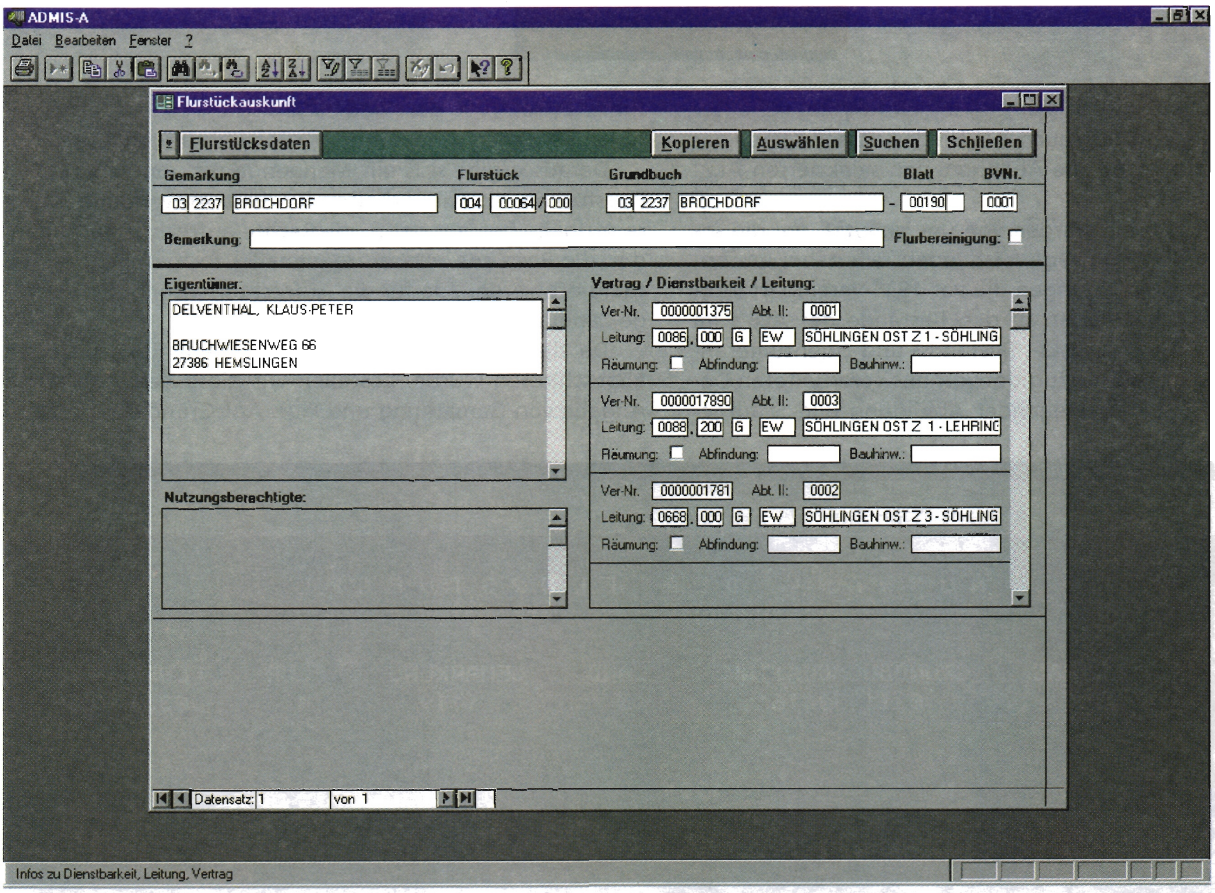


Bild 6

2.2.2 ADMIS

Eine vergleichbare Situation ergibt sich bei dem Geschäftsprozess „Administration von Grundstücken, Grundstücks- und Leitungsrechten, Nutzungsverträgen, Umfeldbetreuung, Entschädigungen" zu Neubauprojekten von Leitungen. Auch hier werden selektierte Datenbestände des ALB bei den jeweiligen Katasterämtern angefordert.

Wie auch bei den PAVEZ-Daten wird die Struktur der ALB-Daten streng eingehalten, um den regelmäßigen Datenabgleich sicherzustellen. Ergänzt werden die ALB-Bestände um Vertragsnummern und die Eintragung der laufenden Nummer der Dienstbarkeit in Abteilung II des Grundbuches geführt. Sie können so in verschiedenen Anwendungssystemen als Hintergrund abgelegt werden. Neben dem „Mastersystem" des Unternehmens für das Koordinatenmanagement, dem SMALLWORLD-GIS-System, werden sie in einem Zeichensystem der geologischen Exploration und für die seismische Akquisition, als Grundlage für ein Leitungsbefliegungssystem sowie für das Alarmierungswesen im Betriebsbereich eingesetzt. In der Technischen Planung dienen die topografischen Karten der Planung von Bohrungen und Leitungen. Beispielhaft ist im folgenden Bild eine Übersichtsdarstellung des Bestandes von Transportleitungen im Bereich einer Übergabestation dargestellt (Bild 7).

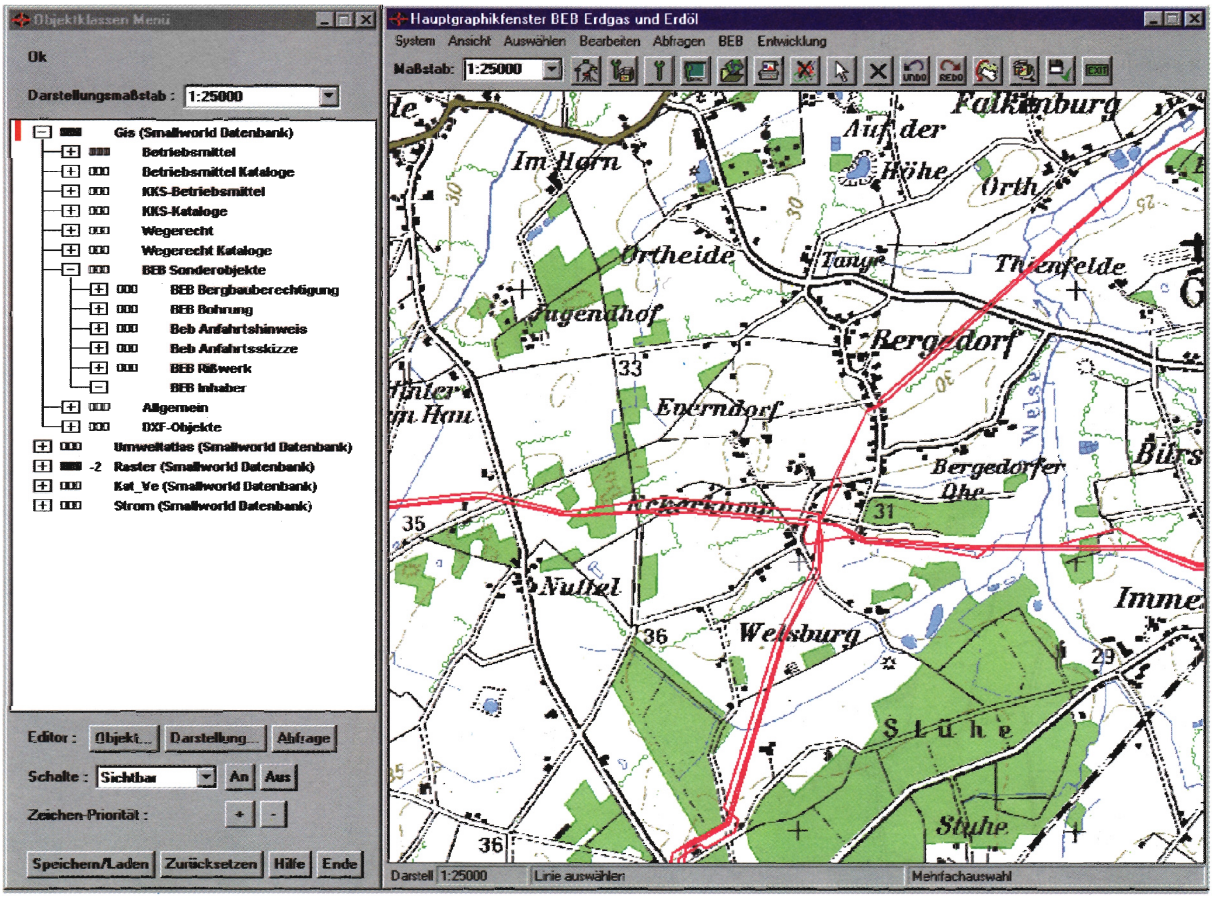


Bild 7

Mit der Bereitstellung der Rasterdaten konnte der Zugriff auf einheitiche Kartengrundlagen innerhalb des Unternehmens optimiert werden. Im Rahmen der Standardisierung und konsortialen Zusammenarbeit haben wir uns mit unseren Konsortialpartnern zusammengeschlossen und gemeinsam Anforderungen an die VKV formuliert mit dem Ergebnis, einer Rahmenvereinbarung eines aus fünf Firmen bestehenden Konsortiums zur Abnahme von Geobasisdaten. Die offene und effiziente Gestaltung des Vertrages wurde von allen Vertragsparteien begrüßt. Sie ermöglicht der Verwaltung die breite Streuung der Datenbestände und den Konsortialpartnern eine preiswerte und mit dem Ausbau der eigenen Systeme wachsenden Datenbestand. Das hier praktizierte Vorgehen sollte beispielhaft für weitere Kooperationen sein.

Im folgenden Bild wird eine Ausgabe von unterschiedlichen privaten Bergbauberechtigungen gezeigt. Die verschiedenen Farben stehen für unterschiedliche Verträge. Die roten Linien zeigen die äußere Begrenzung einer Lagerstätte, die an die Erdoberfläche projeziert wurde. Zur Klärung der Rechts- und Konsortialverhältnisse bei der Planung von Bohrungen und dem Feldesausbau wird diese GIS-Abbildung benötigt. Eine Auswertung zur Ermittlung der prozentualen Beteiligung der unterschiedlichen Rechtsinhaber ist hier im GIS als Standardabfrage hinterlegt. Die Raster-daten der TK25 bzw. TK100 werden als Grundlage für die bergamtlich geforderten Erlaubnis- und Bewilligungsfeld-karten sowie die Berechtsamskarten genutzt. Darin werden die Umringspolygone der Berechtigungen eingetragen. (Bild 8)

In einigen ausgewählten Betrieben haben wir zur Unterstützung des Geschäftsprozesses „Vermessungsarbeiten und Risswerkspflege" auf Datenbestände der ALK (Bild 9) zurückgegriffen. Hier sind wir allerdings nicht über die Pilotphase hinausgekommen, da die Beschaffung der ALK-Bestände und der damit verbundene Aufwand durch Nutzung der EDBS-Schnittstelle ein unverhältnismäßig hoher und damit unwirtschaftlicher Aufwand war.

Zur Zeit steht die Erneuerung einiger Grundrißdatenbestände für die Rißwerkspflege an. In unserer Rah-menvereinbarung mit dem LGN haben unsere Konsortialpartner gemeinsam mit uns Bereiche festgelegt in denen wir auf ALK-Bestände im ländlichen Bereich zurückgreifen wollen. Die ALK-Daten werden uns als DXF-Files im Format „redfrei8" zur Verfügung gestellt. Die ersten Erfahrungen bei unseren Konsortialpartnern mit den Vektordatenbeständen waren positiv. Die Bestände konnten, wenn auch mit einem Nachbearbeitungsaufwand, in die dort vorhandenen Systeme eingebunden werden.

Wir haben nach den Pilotphasen entschieden, den Katastergrundriss für unsere Risserke durch Digitalisierung zu erfassen. Mögliche Einschränkungen in der Genauigkeit stehen in keinem Verhältnis zu den wirtschaftlichen Vorteilen einer solchen Lösung. Bei den Leitungsbestandsplänen haben wir den gleichen Sachverhalt (Bild 10). Dort wurde ebenfalls durch Digitalisierung der Katasterbestand erfaßt. Allerdings zeigt sich auch dort folgende Entwicklung. Für das Erstellen der Bestandspläne war die Digitalisierung die wirtschaftlichste Lösung. Für die Vorhaltung in einem Dokumentenverwaltungssystem wurden die analogen Bestandspläne gescannt und als Tiff-Dateien übernommen.

Bei der Systemumstellung unseres Altsystems auf GIS zeigte es sich , daß die alten Vektordaten nachdem sie Basis für eine Georeferenzierung der Tiff-Dateien waren, überflüssig sind. Deshalb beabsichtigen wir künftig schon bei Erzeugung der Bestandspläne aus den Neubauprojekten heraus mit Tiff-Dateien arbeiten. In Bild 10 sind verschieden Schutzstreifen von Leitungen dargestellt. Die Darstellung

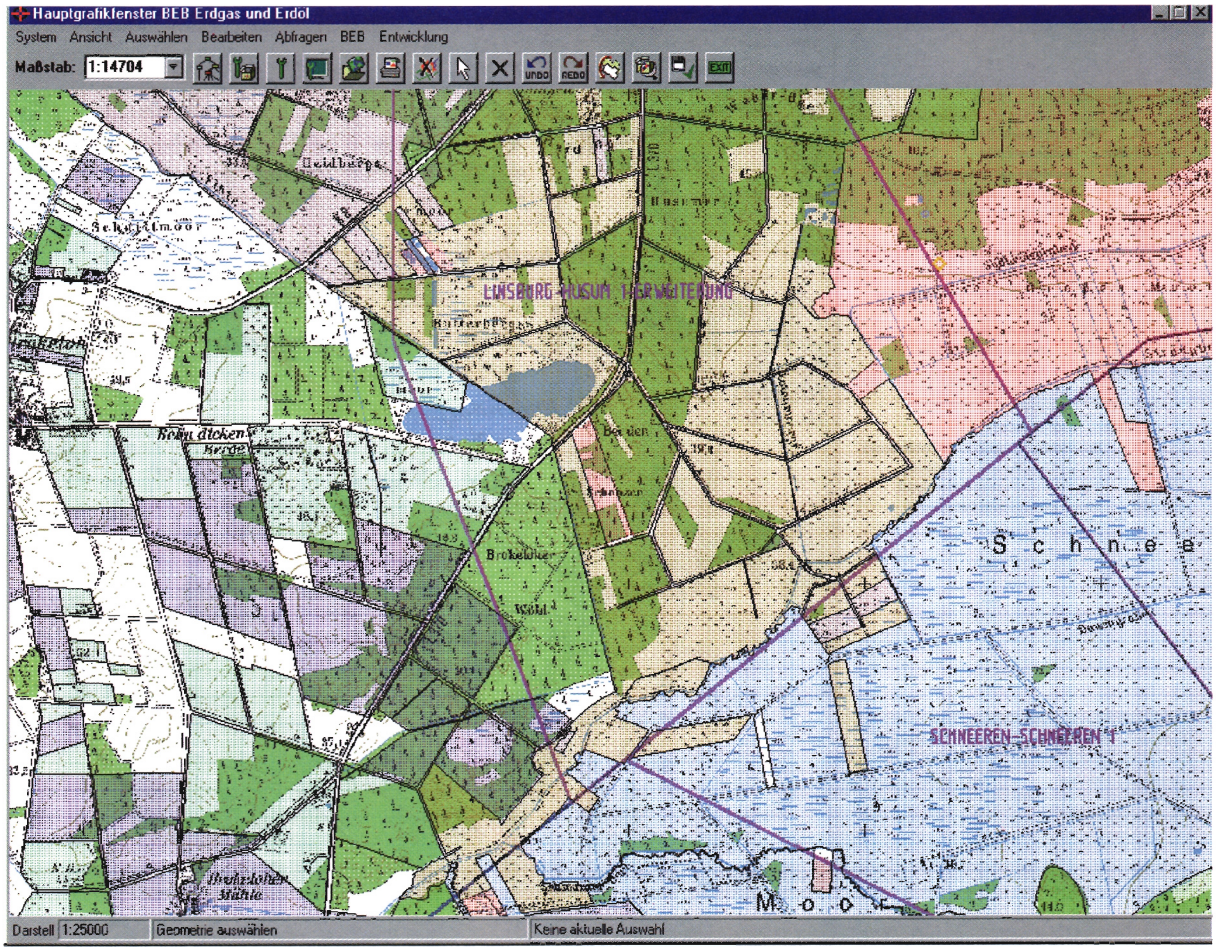


Bild 8

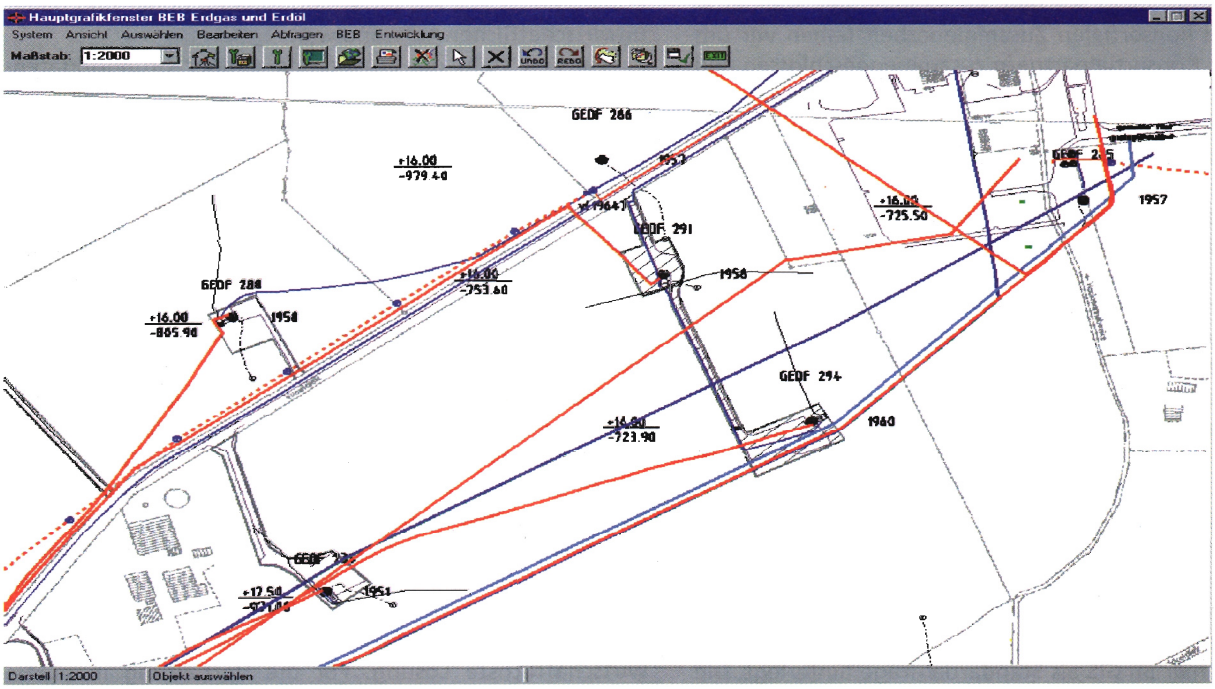


Bild 9

wird genutzt, um für die Vorbereitung von Nutzungsverträgen die vom geplanten Leitungsbau betroffenen Flurstücke zu ermitteln.

Eine ähnliche Erfahrung wie bei der Pilotanwendung ALK hat sich bei der testweisen Nutzung von ATKIS-Daten ergeben. In der Pilotphase haben wir versucht, ATKIS-Datenbestände für die Anfertigung von Bergmännischen Risswerken zu verwenden. Wir mußten aber sehr schnell einsehen, dass die zur Verfügung gestellten Datenbestände für die Dokumentation von Leitungen und Bohrungen entsprechend den Anforderungen der Markscheider-Bergverordnung keine ausreichenden Hintergrundinformationen lieferte. Im übrigen war auch hier sehr schnell deutlich geworden, dass das Kosten-/Nutzenverhältnis nicht für den Einsatz von ATKIS-Daten sprach.

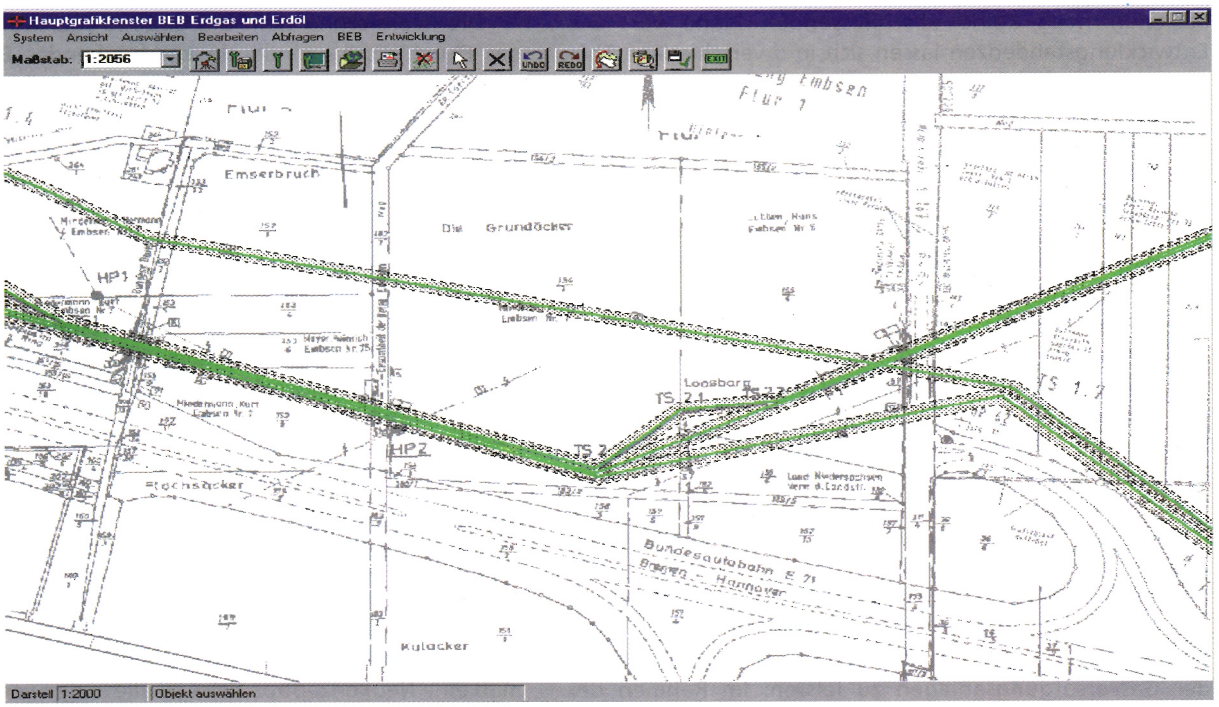


Bild 10

3 Entwicklungstendenzen aus der Sicht eines Energieversorgungsunternehmens

Im Bild 11 ist das Szenario beschrieben aus dessen Umfeld die Anforderungen an die VKV resultieren. Da sind zu nennen die Datenmodelle ALKIS und ATKIS, die veränderten Ausgabemöglichkeiten über ein breiteres Schnittstellenspektrum und die Ergebnisse des Diskursprojektes „Bedarf an analogen Kartenprodukten" auf Seiten der VKV. In unserem Unternehmen werden die bestehenden Systeme miteinander vernetzt, die Viewer-Funktionalitäten über Intranet werden wachsen und die Kooperation mit anderen Firmen unter Standardisierungsaspekten wirkt sich aus. Um ein realistisches Bild von den Anforderungen an die VKV wiederzugeben, darf der derzeitige Kostendruck unseres Unternehmens bei dieser Betrachtung nicht vernachlässigt werden, da er sich direkt auf die Anforderungen auswirkt bzw. die Anforderungen mit einer gewissen Unsicherheit verbindet. Mögliche Fusionen von Unternehmen (z.B. AVACON) können sich hier ebenfalls auswirken in der Form, dass das Mengengerüst an Anforderungen zu Geobasisdaten sich auf verbundene Unternehmen bezieht. In der Gebührenordnung wären dann entsprechende Großabnehmertarife vorzusehen. Allerdings liegen zur Zeit bei BEB zu

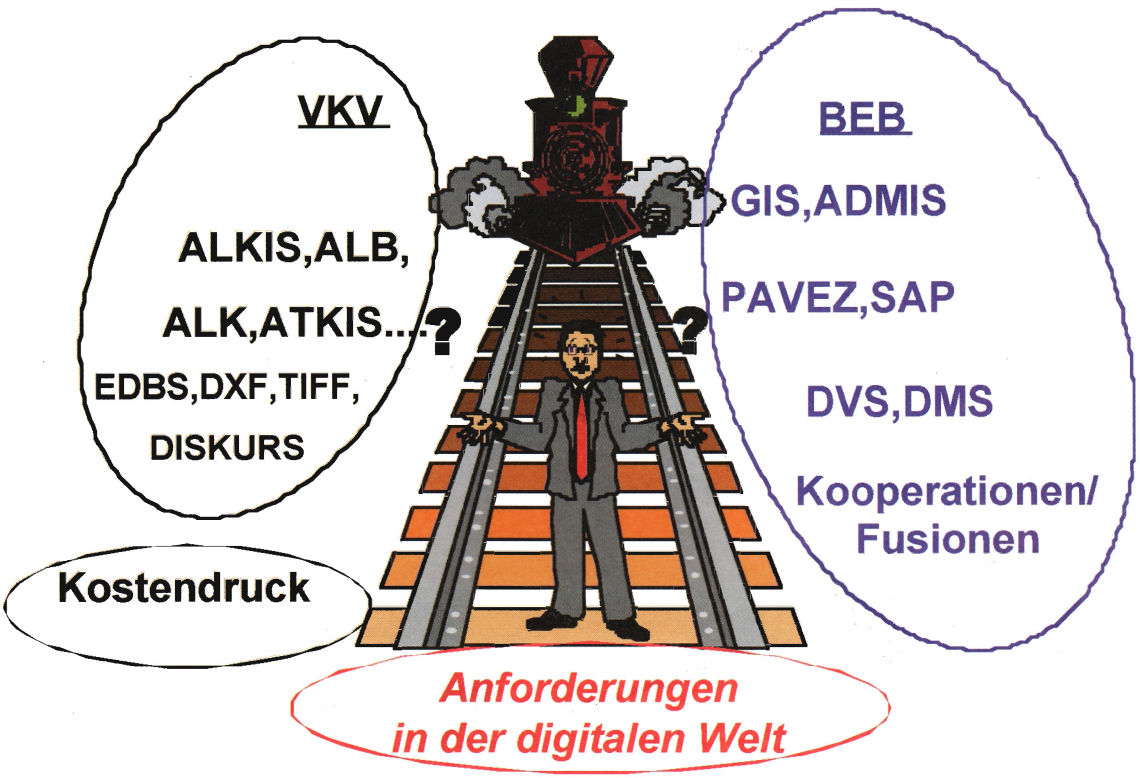


Bild 11

Fusionen noch keine abschliessenden Pläne vor. Die Entwicklungstendenzen lassen sich in 5 verschiedene Themenkreise fassen.

3.1 Kooperationen

BEB hat mit der VNG (Verbundnetz Gas AG) in Leipzig eine Kooperation „Technische Dokumentation" gebildet. Bei der Dokumentation von Leitungen und Anlagen wird in zunehmenden Umfang von EDV-gestützten Systemen und digitalen Dokumenten Gebrauch gemacht. Eine Standardisierung von Inhalt und Form der digitalen Dokumente vereinfacht den Informationsaustausch und reduziert die Aufwände der Erstellung und Pflege einer Dokumentation. VNG und BEB haben eine Zusammenarbeit in bezug auf Konzepte , Prozeduren und Standards der Technischen Dokumentation und Systeme zu deren EDV-gestützter Implementierung entwickelt.

Diese Initiative dient dem Ziel Standards innerhalb der Gasversorgungsindustrie zu etablieren, um so einen Beitrag zur technischen Integrität und zum sicheren Betrieb der Gasversorgungsanlagen zu leisten. Im Rahmen der Kooperationsgemeinschaft hat es Entscheidungen zu Systemen gegeben, die auf Geobasisdaten der VKV zurückgreifen. In beiden Unternehmen werden die Ferngasfachschalen des Smallworld-GIS und die ORACLE-Datenbank ADMIS zur Wegerechtsbeschaffung- und Wegerechtsadministration eingesetzt. Zur Zeit wird eine gemeinsame Schnittstelle zwischen beiden Systemen entwickelt. (Bild 12)

Die Realisierung sieht die Gauß-Krüger Koordinate eines Flurstücks als eindeutig beschreibendes Element für den Zugriff von GIS auf ADMIS und umgekehrt vor. Realisiert wird diese Anforderung mit dem Objekt „Flurstück" in ADMIS gemäß ALB-Datenmodell. Die Flurstücke einer Leitung sind in ADMIS im Objekt Leitung hinterlegt. Das Objekt Leitung trägt im Datenmodell FS Ferngas für jedes Flurstück eine Koordinate, so daß eine gegenseitige Referenzierung erlaubt wird. Die Lösung zeigt, dass mit verteilten Datenbanken gearbeitet wird. Wir trennen hier aus Gründen der Performance und der Sachgebietsaufteilung zwischen beschreibenden und geometrischen Daten. An dieser Stelle wird das Smallworld-Fachschalenkonzept ergänzt und die Datenbank-Anbindung ORACLE-Connect verwendet. Das Konzept der verteilten Datenbanken wenden wir auch in anderen Anwendungsbereichen z.B. beim Zustandskatalog unserer Leitungen oder der Bohrungsdatenbank an.

Bei der Umsetzung des Konzeptes haben wir festgestellt, daß sich trotz aller Zusagen nach bundesweiter Abstimmung durch die ADV (Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder) in den verschiedenen Bundesländern Varianten des ALB entwickelt haben. Deshalb muß eine Neukonzeption des ALB alle in den verschiedenen Bundesländern geltenden Varianten umfassen und zu echter Einheitlichkeit führen. Das Ziel der konsortialen Standardisierung ist die zielgerichtete nachhaltige Reduzierung aller Ausgaben in der Investitions- und Betriebsphase zur Senkung der Vollkosten. Die Rahmenvereinbarung war dazu ein erster Ansatz. Die Zusammenarbeit zwischen den Partner unserer Rahmenvereinbarung setzt sich fort in Richtung

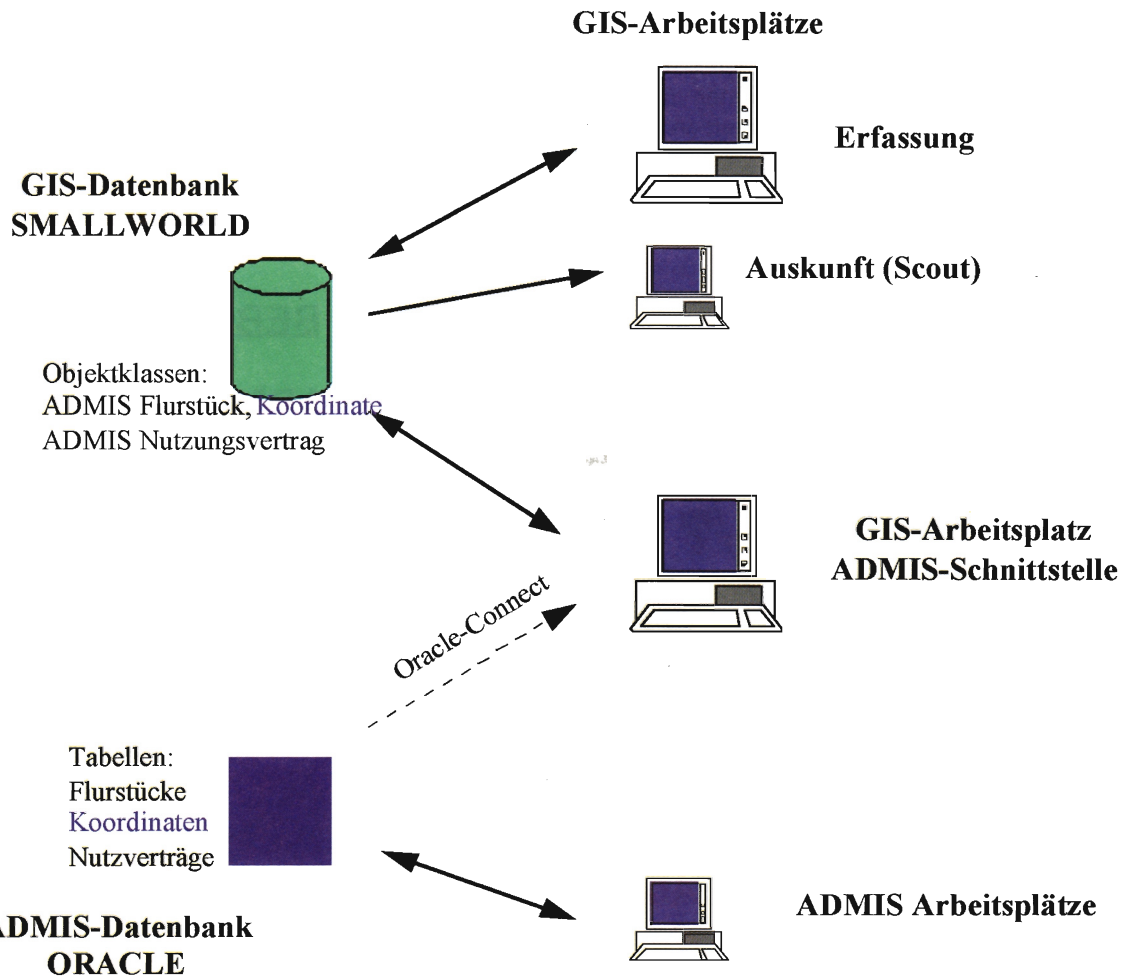


Bild 12

GPS-Nutzung und der Bereitstellung von Koordinaten des ETRF 89 und der UTM-Abbildung. Erste Gespräche dazu haben bereits innerhalb des Konsortiums stattgefunden. Auch hinsichtlich der Nutzung von Luftbildern für die Trassenplanungen sind erste Kontakte geknüpft worden, so dass die Gespräche mit der VKV im nächsten Jahr aufgenommen werden könnten. Bei uns haben weitere Konsortialpartner angefragt und ihr Interesse an einer Beteiligung von Rahmenvereinbarungen bekundet.

3.2 Internet, Intranet

Im Unternehmen wird der Ausbau der Internet-Zugriffe vorgesehen. Die Bestellung von Datenbeständen der VKV könnte darüber abgewickelt werden und insbesondere ad-hoc Anfragen zügig gelöst werden.

Für BEB-Mitarbeiter, die keine Spezialisten in der Benutzung einzelner Systeme sind, aber die für Ihre Arbeit spezielle Informationen aus den Datenbanken mit Georeferenz benötigen, werden Möglichkeiten geplant, diese per Intranet zu erhalten (Bild 13). Dabei kommt auch Viewer-Software zum Einsatz. Hier erwarten wir eine zeitnahe objekt- und koordinatenbezogene Information. Künftig wird der Durchdringungsgrad der Fachinformationssysteme mit Koordinatenbezug als Viewer-Funktion zunehmen. Der Benutzer wird für Zugriffe auf Instandhaltungs-, Dokumentenverwaltungs-, Wegerechtsadministrations- und Konzessionsinformationssysteme sowie den SAP-Zugriff über Koordinaten und Geobasisdaten navigieren können. Die Ansprüche an schnellere Aktualisierung von Datenbeständen werden mit Zunahme der Intranetfunktionalitäten steigen. Für die Internet-Nutzung müssen künftig die gesetzlichen Voraussetzungen zum Zugriff auf die Daten auch für Versorgungsunternehmen gegeben sein. Im Rahmen ihres Geschäftsauftrages sollten die Versorgungsunternehmen berechtigt werden, Geobasisdaten über Internet abzufragen, Auskünfte zu erhalten oder Auszüge zu erzeugen.

Bild 13

3.3 ALB

Eine Standardaufgabe für uns bei der Vorhaltung der Rechtsverhältnisse von Bergbauberechtigungen bzw. Leitungsrechten an Grundstücken ist der Abgleich vorhandener ALB-Bestände. Aus Sicht der Nutzer des ALB ist in einer digitalen Welt nicht mehr einzusehen, warum der Prozeß der Fortschreibung von ALB-Daten, den die VKV als hoheitliche Aufgabe durchführt, von den Nutzern quasi halbautomatisch nachvollzogen werden muß. Unsere Datenbestände sind objektorientiert nach betriebsinternen Sachdaten gespeichert. Bisher gab es einen Datentransfer immer nur in eine Richtung, von der VKV zu uns. Deshalb lautet die Anforderung, Rückgabe der ALB-Datenbestände an die VKV im Fortführungsturnus von 3–5 Jahren, mit dem Ziel dort einen Datenabgleich durchzuführen. Unsere Kernaktivitäten sollten nicht die Pflege oder das Nachführen von Geobasisdaten ALB umfassen, dies sollten der VKV obliegen. Mit der Verfahrenskomponente „Änderungsdaten ALB / WLDGE-Format" sind hier mit dem Differenzupdate interessante Ansätze angedacht, auf die wir gerne zurückkommen werden (Bild 14).

Für die Wegerechtsbeschaffung und die Vertragserstellung wird auf die ALB-Adressbestände zurückgegriffen. Wir haben die Erfahrung gemacht, daß die Qualität der Informationen zwischen den verschiedenen Katasterämtern sehr unterschiedlich ist. Hier geben wir den Wunsch an die Verwaltung weiter sicherzustellen, daß ein qualitativ gleichwertiger und vollständiger Bestand landesweit bereitgestellt wird.

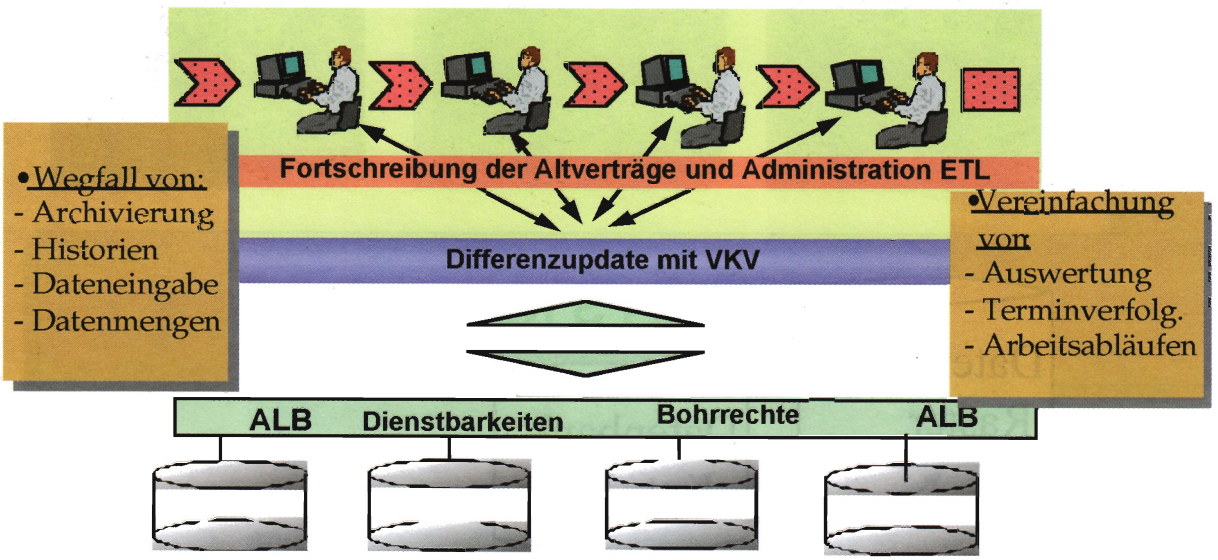


Bild 14

3.4 ALK-Nutzung

Wie bei der Nutzung von Daten des Liegenschaftsbuches orientieren wir uns auch bei Einführung unseres GIS an den Datenmodellen der Automatischen Liegenschaftskarte. Die Fachschale Kataster-VE von Smallworld bildet entsprechende Strukturen ab. Allerdings gibt es zur Zeit noch eine Zurückhaltung in der Nutzung dieser Strukturen zugunsten der Objektklasse Rasterkarte. Dafür gab es mehrere Gründe:

1. Wir haben erkennen müssen, daß für unsere Aktivitäten und Aufgaben auf fremden Grundstücken die ALK-Strukturen keinen oder nur eingeschränkten Nutzen bringen.
2. Ein Rückgriff auf ALK-Bestände in ländlichen Gebieten war und ist zur Zeit noch nicht uneingeschränkt möglich.
3. Da wir für die Bestimmung der Lage unserer Leitungen innerhalb des Grundstücks nur die Geometrie benötigen und die Genauigkeitsanforderungen für Leitungseinmessungen nicht den hohen Standard wie Katastervermessungen erreichen, genügen einfachere Lösungen.
4. Die Kosten für eine nachträgliche Digitalisierung lagen deutlich unter den Kosten für eine ALK-Übernahme.

Bisher waren unsere Informationssysteme nicht in der Lage Rasterdaten in großen Mengen zu verarbeiten. Deshalb haben wir die Katastersituation vor Abschluß der Rahmenvereinbarung digitalisiert und unsere Betriebseinrichtungen ebenenorientiert hinterlegt.

Mit der Einführung von Smallworld-Gis hat sich die Einstellung verändert. (Bild 15) Die früher als Vektordaten erfaßten Katasterbestände werden heute gescannt und die Tiff-Files georeferenziert. Anschließend werden die Vektoren, die eine genaue Georeferenzierung erlauben, gelöscht. Für uns wäre es also zum heutigen Zeitpunkt wünschenswert, wenn die Verwaltung auch ALK-Bestände in Rasterdatenformaten bereitstellen könnte. Erste Erfahrungen mit der Katasterverwaltung in Rheinland-Pfalz haben dies positiv bestätigt, da der Nachbereitungsaufwand im Vergleich zur DXF-Übernahme minimal ist. Der Trend geht eindeutig in Richtung Rasterdatenverarbeitung mittels Tiff-Dateien. Eine Bindung an Blattschnitte könnte hilfreich sein, wird aber nicht ausdrücklich gefordert. Der Vorteil besteht für uns auch darin im GIS nur mit einer Struktur zu arbeiten, da die amtlichen Kartenwerke ebenfalls als Tiff-Datei in der Rasterdatenbank hinterlegt sind.

3.5 ATKIS

Mit der landesweiten Bereitstellung der Rasterdaten von den amtlichen Kartenwerken TK25 und TK100 sind in den nächsten Jahren unsere Anforderungen zunächst abgedeckt. Um nach Einstellung der Fortführung der analogen Kartenwerke den Übergang auf die Nutzung vektororientierter Ausgaben sicherzustellen, wäre es wichtig, daß die Verwaltung kundenorientiert Übergangsregelungen findet. Sicher werden die verschiedenen Anbieter von GIS-Systemen Lösungen anstreben. Smallworld hat mit den Realease-Notes 2.2(1) die Fachschale ATKIS angeboten. Zur Zeit ergeben sich für uns in dieser Hinsicht noch keine Anwendungen und kein Handlungsbedarf. Eine Zusammenarbeit oder Einbindung in Form von Workshops hinsichtlich der Gestaltung von Musterblätter oder Maßstabsfolgen vergleichbar dem DISKURS-Projekt würden wir ausdrücklich begrüßen.

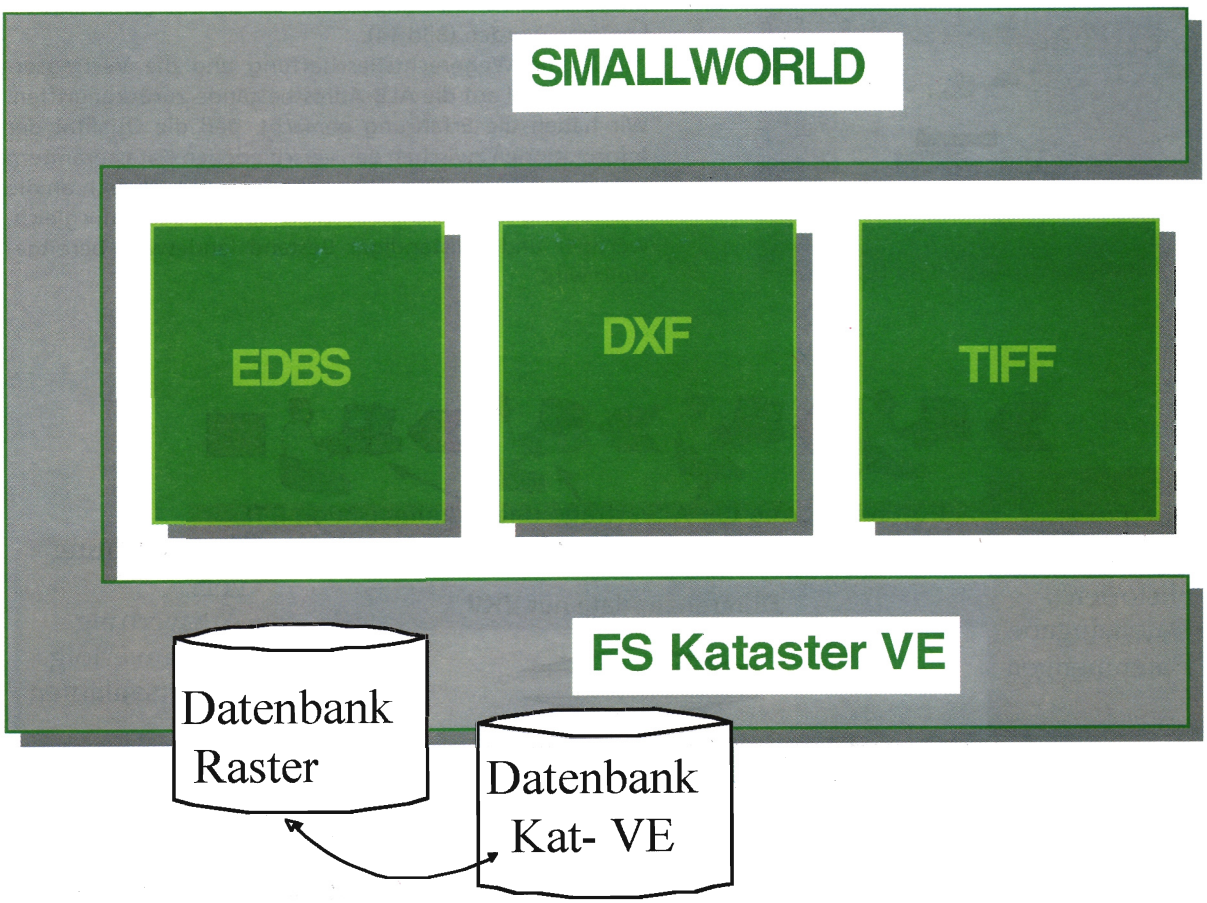


Bild 15

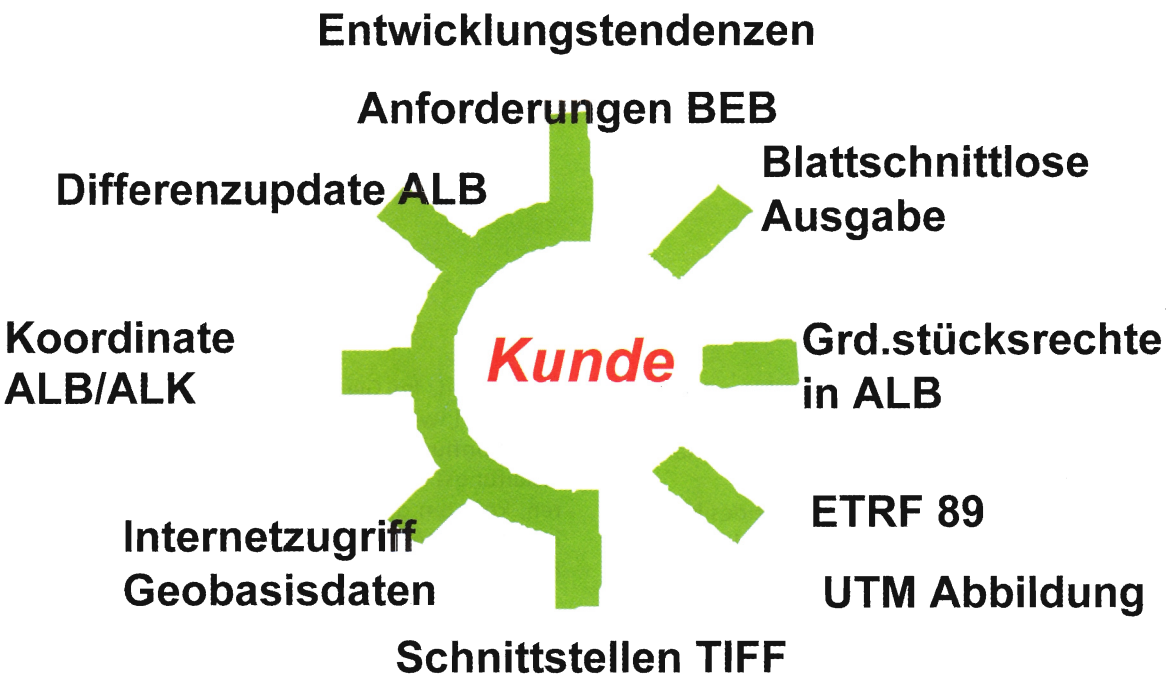


Bild 16

4 Zusammenfassung

Die Ausführungen zu den Anforderungen der BEB als Kunde der VKV lassen sich in kürzester Form zu folgenden 7 Thesen (Bild 16) zusammenfassen:

1. Bestellungen von Geobasisdaten müssen auch die Möglichkeit des Datenabgleiches großer Datenmengen und daraus resultierend die Selektion aktueller Daten enthalten, wenn die Nutzer ALB-Bestände zurückgeben.
2. Die blattschnittlose Ausgabe von Kartenbeständen aller Maßstabsstufen sollte ein Standard werden.
3. Die Koordinate eines Flurstücks als Verbindungsglied zwischen beschreibenden Daten des ALB und der ALK sollte in selektierten Beständen verfügbar sein.
4. Die VKV ist „gefordert" zur Erfüllung des Auftrages der Daseinsvorsorge mehr als bisher Informationen zu Rechten an Grundstücken in den Geobasisdaten vorzuhalten.
5. Schnittstellen zur Übernahme von Geobasisdaten unterschiedlicher Komplexität sind anzubieten, wobei die Abgabe von Tiff-Dateien favorisiert wird und die Gebühren an den Aufbereitungskosten zu orientieren sind.
6. Die gesetzlichen Grundlagen über Geobasisdaten online zu verfügen müssen so formuliert werden, dass auch fachlich geeigneten Personen außerhalb der VKV in den Energieversorgungsunternehmen Befugnisse übertragen werden, damit von dort über Internet die Zugriffe auf die Geobasisdaten erfolgen können.
7. Die Globalisierung der Märkte mit grenzüberschreitenden Aufgabenstellungen und die zunehmende Durchdringung der Unternehmen mit GIS als Viewer und Navigatorsystem sowie der Einsatz von GPS bedingen eine Ablösung der bisherigen Gauß-Krüger-Abbildung durch ein europaweit geltendes Referenzsystem und die zügige Einführung von ETRF89 und der UTM-Abbildung als Datenbasis für GIS.

Literaturverzeichnis:

BEB informiert.....	Informationsbroschüre herausgegeben von BEB Erdgas und Erdöl GmbH , Riethorst 12, 30659 Hannover
BEB Managementsystem	unveröffentlicht, herausgegeben von BEB Erdgas und Erdöl GmbH, Riethorst 12, 30659 Hannover

Raumbezugssysteme der Zukunft

- Bericht über die Fortbildungsveranstaltung 3/1999 -

Von Werner Seifert

Die Fortbildungsveranstaltung Nr. 3: „Raumbezugssysteme der Zukunft" fand an zwei verschiedenen Terminen (16.06. bis 17.06.1999 sowie 07.07. bis 08.07.1999) in den Räumen des Landesbetriebes LGN in Hannover statt.

Die Veranstaltung war für Führungskräfte des höheren und gehobenen Dienstes sowie für vergleichbare Angestellte konzipiert und wurde unter Leitung von Ltd.VmD Draken durchgeführt.

Den Teilnehmern sollte der derzeitige Stand der Entwicklungen und die Strategien zur Umsetzung der Lösungsmodelle zu den Geodätischen Bezugssystemen, dem Lagefestpunktfeld, dem Höhenfestpunktfeld, dem Schwerefestpunktfeld, den 3D-Netzen, den Satellitenvermessungssystemen (GPS, GLONASS, GNSS) sowie zu SA*POS*® (Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessung) aufgezeigt werden.

Begrüßung und Einführung in die Thematik

Nach der Begrüßung der Teilnehmer verwies Herr Draken auf eine Fortbildungsveranstaltung vor 6 Jahren unter dem Titel „Einsatz GPS-gestützter Verfahren in der VKV" (Bericht in: Nachrichten der VKV Heft 2/1994). Er zeigte die enormen Fortschritte der GPS-Technik in den letzten Jahren auf und wies auf die bevorstehende Einführung des ETRS 89 für die Festpunktfelder und langfristig auch für das Liegenschaftskataster hin. Daraus ergab sich ein dringender Bedarf, die Thematik der Veranstaltung von 1993 und die damals begonnenen Diskussionen heute an dieser Stelle fortzusetzen.

Herr Draken stellte sodann die einzelnen Themenblöcke der Veranstaltung vor:

Ist-Zustand der heutigen Bezugssysteme - SA*POS*®-Konzept mit Ausblick - zukünftiges Raumbezugssystem mit Überführung - SA*POS*®-Anwendungsmöglichkeiten in Theorie und Praxis – Diskussion und praktische Vorführungen sowie Spezialthemen.

Im Folgenden stellen die Referenten eine Kurzfassung ihrer Beiträge vor:

Kropp: Raumbezugssysteme heute: Lagefestpunktfeld (TP-Netze)

Das Thema dieser Fortbildungsveranstaltung lautete „Raumbezugssysteme der Zukunft". In dem einleitenden Vortrag wurde jedoch der Ist-Zustand des jetzigen TP-Feldes und seine Hauptentstehungsabschnitte noch einmal dargelegt.

Klar herausgestellt wurde, dass die Netzgrundlagen des Deutschen Hauptdreicksnetzes (DHDN) vor über 120 Jahren entstanden. Im Gegensatz zum Höhen- und Schwerefestpunktfeld, wo aufgrund der Geodynamik und anderer äußerer Einflüsse alle zwei bis drei Jahrzehnte grundlegende Erhaltungs- und Erneuerungsarbeiten durchzuführen waren, konnten die Netzgrundlagen des DHDN eigentlich bis in die jüngste Zeit bzw. sogar bis in die heutige Zeit beibehalten werden.

Die Grundlage des niedersächsischen Anteils des DHDN bildet der sogenannte „Schreibersche Block", der aus zwölf Teilnetzen ab ca. 1875 zusammengefügt wurde und heute das Bezugssystem Lagestatus 200 definiert.

Bis zum Ende des vorigen Jahrhunderts wurden im damaligen TP-Feld Verdichtungsvermessungen durch Einzelpunkteinschaltungen vorgenommen, sodass um ca. 1895 das gesamte Gebiet des heutigen Niedersachsen mit ca. 8 000 vermarkten und gesicherten TP lückenlos gleichmäßig überdeckt war.

Die Genauigkeit reichte für die topographische Aufnahme vollkommen aus und darüber hinaus bis in die Mitte dieses Jahrhunderts auch für Liegenschaftsvermessungen.

Die Weiterentwicklung ständig verbesserter Vermessungsgeräte und deren Einsatz, die Weiterentwicklung der EDV und die erhöhten Genauigkeitsanforderungen des Liegenschaftskatasters hatten zur Folge, dass ab ca. 1955 eine landesweite systematische Erneuerung der TP-Netze in Angriff genommen wurde.

Diese Erneuerungsarbeiten begannen mit der systematischen Erneuerung des niedersächsischen Anteils des DHDN und auch mit der allmählichen Erneuerung der Verdichtungsnetze, beginnend mit dem Messverfahren der Triangulation.

Vom Messverfahren der Triangulation wurde im Laufe der Zeit bis 1972 endgültig Abstand genommen. In einem Zehnjahresplan wurde von 1972 bis 1982 die systematische Netzerneuerung des TP-Netzes 2. Ordnung mittels Trilateration durchgeführt.

Auf die besondere Wirtschaftlichkeit dieses Verfahrens wegen des veränderten Signalbaus und der Wetterunabhängigkeit wurde hingewiesen.

Aus dem Beobachtungsmaterial von nahezu 20 000 Beobachtungen wurden endgültige Koordinaten erzeugt, die das Bezugssystem Lagestatus 100 bis heute definieren. Eingeführt wurden diese Koordinaten per Erlass vom 12. 9 1984. Parallel zu der Netzerneuerung der Fundamentalnetze erfolgte auch die systematische Erneuerung der Verdichtungsnetze mittels TP-Zug-Verfahren. Der Druck des Liegenschaftskatasters zur flächendeckenden Einführung des LS 100 stieg stetig.

Die beschleunigte Fertigstellung der Netzerneuerung der TP-Netze 3. und 4. Ordnung hatte in der Grundlagenver-

messung höchste Priorität. Der in den achtziger Jahren begonnene Einsatz des GPS-Verfahrens ermöglichte diese Forderung. Ab 1990 wurde dieses Vermessungsverfahren ausschließlich eingesetzt. Nur so war eine endgültige Fertigstellung der Neukoordinierung des gesamten TP-Feldes im Jahre 1997 möglich gewesen.

Die Grundlage für die seinerzeit noch aktuelle Einrichtung des AP-Netzes und die darauf aufbauende Koordinierung aller Liegenschaftsvermessungen im LS 100 mit der vorgeschriebenen Genauigkeit war somit geschaffen.

Mit der 1984 eingeführten ALK-Punktdatei verfügt die Grundlagenvermessung über ein umfassendes Hilfsmittel zur Führung der Daten der TP. Es ist möglich, neben den aktuellen Daten auch Vorstufen des amtlichen Bezugssystems und historische Werte einer automatisierten Führung zu unterziehen. Für die künftige Ausdünnung des konventionellen Festpunktfeldes ist dies ein wichtiger Aspekt. Auch ist die Punktdatei in der Lage, den künftigen technischen Fortschritt aufzunehmen.

Die Investitionen und Anstrengungen aller Beteiligten zur flächendeckenden Realisierung des LS 100 waren erheblich. Eine Gewährleistung, dieses Festpunktfeld für Folgevermessungen langfristig in gleicher Qualität zu erhalten, wurde durch kontinuierliche unterschiedliche Erhaltungsmaßnahmen mit sehr geringem Aufwand bis heute gegeben.

Die Netzerneuerung der TP-Netze in Niedersachsen ist seit wenigen Jahren abgeschlossen, und die Einführung des noch amtlichen Lagebezugssystem im LS 100 ist flächendeckend erfolgt. Weit mehr als 20 000 Punktgruppen sind örtlich aufwendig sehr dauerhaft vermarkt, sehr aufwendig gesichert, nachbarschaftlich sehr genau bestimmt und in einer komfortablen Punktdatei nachgewiesen. Gemäß AdV-Beschluss ist das künftige amtliche Bezugssystem das dreidimensionale ETRS 89; das gilt auch in Zukunft für Liegenschaftsvermessungen.

Im neuen niedersächsischen Vermessungsgesetz wird stehen, dass ein einheitliches Geodätisches Bezugssystem vorzuhalten ist, aber es wird dort nicht mehr stehen, dass das Bezugssystem durch Festpunkte in der Örtlichkeit zu realisieren ist.

Fest steht bereits jetzt, dass durch den zukünftigen operablen Betrieb von SA*POS*® das TP-Feld und auch das AP-Netz in der jetzigen Struktur sowohl aus technischen Gründen, als auch aus wirtschaftlichen Gründen nicht mehr benötigt werden.

Die Realisierung des Landesbezugssystems im LS 100, örtlich definiert durch mehr als 20 000 vermarkte und gesicherte Festpunkte ist abschließend ohne Einschränkungen als sehr gelungenes „Jahrhundertwerk" zu bezeichnen.

Seifert: Raumbezugssysteme heute – Höhenfestpunktfeld, Schwerefestpunktfeld

Höhenfestpunktfeld

Die Bedeutung des Höhenfestpunktfeldes liegt insbesondere bei der Nutzung durch die Ingenieurvermessung (vom Ingenieurbau über Küstenschutz bis hin zur Beweissicherung bei Eingriffen in die Natur). Die Genauigkeitsanforderungen liegen meist bei 1 mm, also höher als bei der Lagevermessung.

Als wichtigstes Messverfahren gilt heute immer noch, wie in der Vergangenheit, das geometrische Nivellement, das ausschließlich relativ und linienhaft ist. Dementsprechend ist der Netzaufbau (Strecken, Linien, Schleifen) nicht vergleichbar mit dem Lagefestpunktfeld; die Netze können daher auch nicht flächendeckend sein. GPS hat das Nivellement bisher noch nicht als Verfahren abgelöst.

Das geometrische Nivellement wurde im Laufe der Jahrzehnte jedoch erheblich verbessert, insbesondere automatisiert (autom. Horizontierung durch den Kompensator, autom. Ablesung mit Strichcode-Latten, autom. Datenspeicherung und Datenfluss bis zur Höhenberechnung).

Bezugsfläche ist nicht, wie im Lagefestpunktfeld, eine mathematisch definierte Fläche (z.B. Bessel-Ellipoid), sondern eine unregelmäßige, von der Schwere abhängige Fläche, das Geoid.

Nivellementpunkte (NivP) sind mehr als Trigonometrische Punkte (TP) von lokalen oder regionalen Veränderungen (Baumaßnahmen, Erdgasentnahme, rezente Küstensenkung, u.a.) und stärkerem Verfall betroffen. Deshalb sind regelmäßige Erneuerungen bzw. Wiederholungsmessungen erforderlich. NivP sind nicht wie TP durch zusätzliche Stationsvermarkungen gesichert, dafür sichern aber aufwendige Unterirdische Festlegungen, Rohrfestpunkte, bzw. besondere Punktgruppen das Höhenbezugssystem insgesamt.

Höhenbezugssysteme und sogar die Höhendefinitionen selbst sind in der Vergangenheit häufiger geändert worden („Altes System", Normalorthometrische Höhen, Normalhöhen), gekennzeichnet durch unterschiedliche Höhenstatusangaben, von HS 100 bis HS 160.

Die ***geschichtliche Entwicklung des Deutschen Hauptnetzes*** (= Gesamtheit aller Niv-Netze 1. O. in Deutschland) ist komplex, es können hier nur die wichtigsten Etappen kurz angerissen werden:

- 1868 bis 1894 erste landesweite Höhennetze durch die Preußische Landesaufnahme, parallel zur Triangulation im „Schreiberschen Block"; als Bezugspunkt wird der „Normalhöhenpunkt" an der Berliner Sternwarte mit 37,000 m über dem „Amsterdamer Pegel" (NN) vermarkt; Höhen ergeben sich aus den rohen nivellierten Höhenunterschieden (ΔH) , deshalb = „Altes System" (Höhenstatus HS 100 bzw. 900).
- Ab 1912 wegen schlechter Vermarkung, Netzanlage und Messgenauigkeit komplette Neueinrichtung im Deutschen Reich (Reichshöhennetz RHN) durch Preußische Landesaufnahme, bzw. ab 1918 durch Reichsamt für Landesaufnahme; Verlegung des Bezugspunktes nach Hoppegarten (40 km östlich von Berlin); Höhen werden mit normalorthometrischer Reduktion berechnet, daher „Neues System" (HS 110 bzw. 910).
- 1948 bis 1957 Fortsetzung in süddeutschen Ländern, jetzt neue Bezeichnung: DHHN.
  1949 bis 1955 erfolgt in Niedersachsen eine Erneuerung; Ergebnis ist der „Horizont 55" (HS 120 bzw. 920); noch heute sind ca. 10% der NivP in Nds. im HS 120.
- Bis 1975 erfolgt eine Neuberechnung des DHHN als „NivNetz 60", diese Höhen werden aber nicht amtlich eingeführt.
  1968 bis 1974 teilweise Erneuerung in Nds.; Bezugspunkt wird erstmalig Wallenhorst bei Osnabrück (aber immer noch im Niveau des alten Amsterdamer Pegels); die Berechnung erfolgt in Kombination mit den Höhen des NivNetzes 60 im „Horizont 74" (HS 130 bzw. 930);

noch ca. 40% der NivP in Nds. sind im HS 130.

- 1980 bis 1985 erfolgt in den alten Bundesländern eine komplette Erneuerung (Messung und Auswertung in einem Guss, Rechenstelle in Hannover); Schweremessung entlang der Niv-Linien 1. O., trotzdem Berechnung wieder nur mit normalorthometrischer Reduktion; Bezeichnung: DHHN 85 (HS 140); für 50% der NivP in Nds. stellt HS 140 die amtlichen Höhen dar.
- In der ehemaligen DDR gibt es eine eigene Entwicklung: 1954 bis 1956, bzw. 1974 bis 1976 wird das Niv-Netz 1. O. erneuert (Staatliches Nivellement Netz STN 56 bzw. STN 76); wie im gesamten Ostblock werden die Höhen als Normalhöhen mit Anschluss an den Pegel von Kronstadt bei St. Petersburg berechnet.
- Nach der Wiedervereinigung werden die Netze in Ost und West zusammengeführt, Verbindungslinien werden gemessen; unter Einbeziehung von Schweremessungen und von Randschleifen benachbarter Staaten erfolgt eine Gesamtausgleichung (Rechenstelle wieder in Hannover) in geopotentiellen Koten und als Normalhöhen (unter Beibehaltung von Wallenhorst als Bezugspunkt); neue Bezeichnung ist DHHN 92 (mit HS 160).

Bei der ***Wahl des geeigneten Höhensystems*** (normalorthometrische Höhen - dynamische Höhen - orthometrische Höhen - geopotentielle Koten - Normalhöhen - ellipsoidische Höhen) gibt es verschiedene Forderungen aus Praxis und Wissenschaft, wie:

- Höhen sollen - unabhängig vom Nivellementweg - eindeutig berechenbar sein,
- Höhen sollen ohne Hypothesen über inneren Aufbau der Erde berechenbar sein,
- Verbesserungen der nivellierten ΔH sollen klein sein (keine Verbesserung in der Praxis),
- Punkte auf einer Niveaufläche sollen dieselbe Höhe haben (Wasser soll nicht „bergauf" fließen können),
- das Höhensystem soll durch Transformation einfach und genau in das System ellipsoidischer Höhen (GPS) überführbar sein und umgekehrt.

Kein Bezugssystem kann alle Forderungen erfüllen; **Normalhöhen** sind für alle Zwecke jedoch am besten geeignet.

Der **Höhenstatus HS 160 (mit Normalhöhen)** wird zukünftig das amtliche Höhenbezugssystem darstellen. Im Flachland von Niedersachsen betragen die Differenzen zwischen HS 140 und HS 160 allerdings nur wenige mm.

NivP 2. bis 4. O. können demnächst in das neue System umgerechnet werden, so weit sie bereits im HS 140 vorhanden sind (ca. 50%). Für alle anderen Punkte bedarf es einer kompletten Erneuerung. Die systematische Erneuerung des Höhenfestpunktfeldes geht wegen zu geringer Personalkapazitäten bzw. wegen anderer Prioritäten (SA*POS*) zur Zeit nur sehr langsam voran.

Zu hoffen ist, dass in Zukunft GPS auch Einsatzmöglichkeiten im Höhenfestpunkfeld bieten wird, und sei es nur zur Abstützung des Nivellements und damit zur flexibleren und schnelleren Vorgehensweise bei der systematischen Erneuerung.

Schwerefestpunktfeld

Schweremessung war ursprünglich Anliegen der Geowissenschaften (z.B. Lagerstättenforschung).

Heute dient das Schwerefestpunktfeld darüber hinaus der Reduktion des Nivellements und der damit verbundenen Bestimmung des Geoids (bzw. des „Quasigeoids"), sowie dem Nachweis rezenter Krustenbewegungen.

Die Schwerewerte variieren in Niedersachsen zwischen 9,810 und 9,814 m/sec^2, in Abhängigkeit von geographischer Breite, Höhe über NN, Topographie, Massenverteilung im Erdinnern, sowie von Einflüssen von Sonne und Mond, Luftdruck u.a. Kleinste Ableseeinheit eines modernen Messgerätes (Gravimeter) liegt bei 0,000 000 01 m/sec^2 = 1 µGal.

Schwerefestpunkte weisen i.d.R. keine eigenständige Vermarkung auf; sie sind identisch mit TP-Festlegungen oder auch NivP.

Die Relativmessungen mit Gravimetern erlauben einen sehr einfachen, problemlosen Netzaufbau. Neben Flächendeckung und Prinzip der Nachbarschaft ist insbesondere auf einen Messungsablauf zu achten, der äußere Störeinflüsse auf das empfindliche Federsystem des Gravimeters vermeiden oder korrigieren lässt.

Anders als im Lage- und Höhenfestpunktfeld sind heute auch hochgenaue Absolutmessungen (nach der Freifall-Methode) möglich, so dass das Problem des Bezugssystems einfach zu lösen ist. Absolutgravimeter sind aber noch nicht für den Praxiseinsatz geeignet und können daher nur auf übergeordneten Punkten (z.B. im „Grundnetz") eingesetzt werden.

Die ***geschichtliche Entwicklung des Deutschen Hauptschwerenetzes*** (Schwerenetze 1. O.):

- Um 1900: erste Schweremessungen mit Pendelapparaten führen zum Potsdamer Schweresystem und werden später Grundlage für ein Weltschwerenetz.
- 1934 bis 1943: erste Schwerenetze durch die Geophysikalische Reichsaufnahme, Ziel ist die Erstellung von Anomalienkarten.
- 1952 bis 1962: Deutsches Schweregrundnetz mit Verdichtungsstufen, Einsatz der neu entwickelten Gravimeter; Genauigkeit schlecht, Punkte unvermarkt.
- 1975 bis 1979: neues Schweregrundnetz der Bundesrepublik (DSGN 76) mit 21 Punkten (Relativmessungen, einige Absolutmessungen) im neuen Internationalen Bezugssystem IGSN 71.
- 1978 bis 1982: Deutsches Hauptschwerenetz (DHSN 82); in Niedersachsen 1978 mit 4 Gravimetern gemessen, Schwerestatus SS 100.
- in der ehemaligen DDR 1956: Messung des Staatlichen Gravimetrischen Netzes SGN, noch bezogen auf das Potsdamer Schweresystem.
- 1994 bis 1995: nach der Wiedervereinigung Erweiterung des Schweregrundnetzes nach Osten mit kompletter Neumessung (Absolutmessung mit höchster Genauigkeit) ergibt das DSGN 94; Niveauverschiebung von 19 µGal gegenüber DSGN 76.
- 1996 bis 1997: Erweiterung des Deutschen Hauptschwerenetzes in den neuen Bundesländern führt zum DHSN 96. Eine Neuberechnung (bzw. Niveauverschiebung von 19 µGal) ist in den alten Bundesländern noch erforderlich; Ergebnis wird der Schwerestatus SS 130.

In Niedersachsen wurden seit 1982 die SP-Netze 2. O. eingerichtet, anschließend ab 1987 die SP-Netze 3. O., die aber wegen zeitweiliger Unterbrechung der Arbeiten erst zu ca. 50 % vorliegen.

Dr. Jahn, Wegener, Feldmann-Westendorff: SAPOS® in Niedersachsen; Konzept, Technik und Realisierung

Siehe hierzu separaten Beitrag in diesem Heft.

Dr. Jahn: Neuere Entwicklungen im Bereich der Satellitenvermessungsverfahren (GPS, GLONASS, GALILEO)

Einleitung

Es kommt Bewegung in den Markt der Satellitenmessverfahren – so etwa könnte man die derzeitige Situation beschreiben, die sich bei näherer Betrachtung der Entwicklungen in den Bereichen GPS, GLONASS und GALILEO darstellt. Der Inhalt des folgenden Kurzbeitrages soll die momentane Situation der genannten Systeme beschreiben und mögliche Entwicklungen aufzeigen.

Das NAVSTAR-GPS System

GPS hat sich in den letzten Jahren zum beherrschenden Navigationssystem entwickelt und dem russischen GLONASS-System kaum Marktanteile überlassen. Die ungeheure Flut von Hardware (Empfänger bis zu kompletten Systemen), die vom einfachen Navigationsempfänger bis hin zu teuren geodätischen Geräten reicht, hat gezeigt, wie stark diese neue Technologie bereits in viele Arbeitsprozesse (z.B. Festpunktfelder der Landesvermessungen) aber auch in den privaten Bereich (z.B. Segelschifffahrt) vorgedrungen und integriert ist.

GPS ist seit einigen Jahren vollständig ausgebaut (27.4.1995). Die Entwicklung neuer Generationen von Satelliten wird mit Hochdruck verfolgt (Block IIR seit 1998; Block IIF ab 2004), während sich die bestehenden Satelliten durch ein immer höheres Lebensalter auszeichnen. Davon könnten die Nutzer zukünftig sogar profitieren, wenn neue und alte Satelliten die Gesamtanzahl der verfügbaren Satelliten deutlich nach oben korrigieren würde. Die Sicherungsmaßnahmen Selecitive Availability, SA (Manipulation der Navigationsdaten und/oder der Satellitenuhr) und Anti-Spoofing, A-S (Ersatz des P-Codes durch den Y-Code) sind weiterhin aktiv, wobei SA spätestens im Jahr 2006 (Verfügbarkeit ziviler Signale – s.u.) wegfallen wird.

Bedeutend für die weitere Entwicklung des GPS ist die zukünftige Trennung von zivilen und militärischen Anwendungen, die sich im wesentlichen durch die Verfügbarkeit des C/A-Codes auf dem GPS-Signal L_2 widerspiegelt und in den Block IIF-Satelliten implementiert sein wird. Diese Satelliten werden darüber hinaus mit einem dritten Trägersignal ausgestattet sein (L_5), das bei einer Frequenz von 1176,45 MHz liegt und ebenfalls den C/A-Code enthalten wird. Der Vollständigkeit halber und zum besseren Verständnis sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass umgangssprachlich die Verwendung des C/A-Codes als ziviles Signal verstanden wird.

Das GLONASS-System

Im Gegensatz zum GPS verhält sich die Erfolgsstory des russischen Gegenstücks eher bescheiden. Die nachfolgende Tabelle enthält einige Systemspezifikationen der beiden globalen Navigationssysteme im Vergleich:

System	GPS	GLONASS
Satellitenanzahl	24	24
Inklination	55 Grad	64,8 Grad
Bahnebenen	6	3
Bahnhöhe	20.180 km	19.100 km
Umlaufzeit	$11^h\ 58^m$	$11^h\ 15^m$
Geodät. Datum	WGS 84	PZ 90
Zeitsystem	UTC_{USNO}	UTC_{SU}
Signal-Charakteristik	Code-Identifikation	Frequenz-Identifikation
L1-Frequenz	1575 MHz	1602-1615 MHz
L2-Frequenz	1228 MHz	1246-1256 MHz
Sicherungs-maßnahmen	SA und A-S	keine

Tabelle 1: Vergleich des GPS mit dem GLONASS-System

Die beiden Navigationssysteme unterscheiden sich vom grundsätzlichen Aufbau nur unwesentlich. Satellitenanzahl, Bahnhöhen und Umlaufzeiten sind nahezu identisch, wobei GLONASS unter einem ständigen Verlust an Satelliten zu leiden hat. Hier spiegelt sich die wirtschaftliche und politische Situation Russlands klar wider.

Die GLONASS-Satelliten bewegen sich in deutlich höheren Inklinationen, was aber aus der geographischen Lage des Betreibers heraus verständlich ist. Etwas unglücklich ist für die Nutzer beider Navigationssysteme das zum GPS leicht unterschiedliche Bezugssystem. Das PZ 90 (Parametry Zemly 1990) ist das Nachfolgesystem des Soviet Geodetic System 1985/1990 (SGS 85/90) und unterscheidet sich in einigen Parametern geringfügig vom WGS 84 (große Halbachse, Abplattung).

Zur Annäherung beider Systeme wurde im Herbst 1998 die internationale Messkampagne IGEX-98 (International GLONASS Experiment) durchgeführt, bei der weltweit verteilte kombinierte Empfänger innerhalb von drei Monaten die verfügbaren Satelliten beider Systeme beobachtet haben. Dieses Projekt diente dem Aufbau eines GLONASS-Beobachtungsnetzes, der Bestimmung von GLONASS-Bahnen, der Sammlung von Beobachtungsdaten für Tests kombinierter Softwareprodukte sowie der Verbesserung des internationalen Renommees von GLONASS.

Die angespannte wirtschaftliche Situation Russlands verhinderte bis heute, dass das bereits am 18.1.1996 vollständig aufgebaute System nachhaltig gepflegt werden konnte. So sind im Herbst 1999 nur etwa ein Dutzend Satelliten verfügbar – Tendenz abnehmend. Dieses ist um so bedauerlicher, als aus geodätischer Sicht heraus die Benutzung weiterer Satelliten – besonders unter anderen Inklinationen – die Zuverlässigkeit und die Genauigkeit der Punktbestimmung wesentlich verbessern würde.

Das europäische Projekt GALILEO

Die Ideen zur Verknüpfung verschiedener SatNav-Systeme ist nicht neu. So wurde bereits vor vielen Jahren erkannt, dass die gemeinsame Nutzung von GPS und GLONASS in Verbindung mit Nachrichtensatelliten (z.B. INMARSAT) eine

deutliche Verbesserung der Verfügbarkeit und eine Verringerung politischer Abhängigkeiten bedeuten kann. Aus dieser Kenntnis heraus wurden die Ideen zu einem GNSS (Global Navigation Satellite System) geboren, das in mehreren Schritten zu einer verstärkten Unabhängigkeit ziviler Nutzer, insbesondere der Europäer, führen sollte. Das politische Augenmerk wird dabei besonders auf die Telematik gelegt (Flugverkehrsmanagement, Schifffahrt, privater Straßengüter- und Personenverkehr und Schienenverkehr), die hohen Sicherheitsstandards unterworfen ist.

GNSS 1 sah die Parallelnutzung von GPS und GLONASS unter Einbeziehung geostationärer Satelliten vor, das insbesondere für die Navigationsanwender Korrekturdaten und eine Systemintegrität bereitstellen sollte. Dieses Projekt wird für Europa derzeit unter dem Begriff EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) geschaffen und soll Ende 1999 einsatzbereit sein. GNSS 1 wird zu einer Steigerung der Genauigkeit, Integrität und Verfügbarkeit führen, dient allerdings lediglich den Navigationsanwendern (1 - 3 m Genauigkeit) und ist damit für geodätische Aspekte vernachlässigbar.

Unter dem Kürzel GNSS 2 etablierte sich die weitere Verselbständigung des GNSS 1, wobei zunächst in Projektstudien die Rahmenbedingungen zu einem eigenen europäischen Satellitennavigationssystem (ENSS) erarbeitet wurden. GNSS 2 sollte in seiner endgültigen Ausbauphase ein weltweites ziviles Navigationssystem unter internationaler Kontrolle und Verwaltung sein und den Anforderungen aller Nutzerkategorien gerecht werden.

Die Europäische Kommission (EC) legte im Februar 1999 einen Bericht vor, der die zentrale Empfehlung zum Aufbau eines europäischen Navigationssystems mit Namen GALILEO enthielt. Darin wird dem zukünftigen integrierten europäischen Verkehrssystem eine zentrale Bedeutung beigemessen und ein hoher wirtschaftlicher Nutzen gesehen. Mit einem geschätzten Weltmarktvolumen von 40 Mrd. Euro bis zum Jahr 2005 erhofft sich die EC neue Märkte zu erschließen und insbesondere die europäische Wirtschaft zu stärken. Die Finanzierung dieses Vorhabens soll im Rahmen einer Public Private Partnership (PPP) erfolgen, bei der nach einer Anschubfinanzierung durch die EU nahezu 50 % durch Industriebeteiligungen beigesteuert werden sollen. Es wird dabei über Refinanzierungen durch Vergabe von Konzessionen und die Gründung einer privaten Trägergesellschaft für die Entwicklung, Validierung, Ausbau und Betrieb von GALILEO nachgedacht.

Aus der Zeitplanung 1999 für GALILEO lässt sich die Marschroute Europas klar erkennen: Mitteilung der Europäischen Kommission (25.2.99); Beschluss der Bundesregierung zur Beteiligung an der Definitionsphase (28.4.99); EU-Verkehrsministerrat (18.6.99) mit dem Beschluss zum Beginn der Definitionsphase; Bildung des GALILEO 'Steering' Komitees auf EU-Ebene (12.7.99); Einrichtung des Executive Programm Secretariats (Sept. 99); Aufnahme der Verhandlungen mit den U.S.A. und Russlands (Okt. 99).
Die weitere Zeitplanung lautet zusammengefasst:
1999 – 2000 Definitionsphase
2000 – 2005 Entwicklung und Validierung
2005 – 2008 Ausbau zum operationellen System
2008 – 2033 Betriebsphase

Der Beschluss über den Aufbau von GALILEO wird Ende 2000 definitiv gefasst werden, das bedeutet, dass zum heutigen Zeitpunkt lediglich die Definitionsphase beschlossen ist!

Aus geodätischer Sicht ist natürlich die Verfügbarkeit von cm-Positionen interessant. Hierüber ist bis heute kaum eine Aussage getroffen worden. Es ist deswegen um so wichtiger, dass sich die Nutzer der hohen Genauigkeiten zusammenschließen und ihre Forderungen bündeln.

Anforderungen des Vermessungswesens an GALILEO

Folgende Zusammenstellung kann als grundlegend Forderung des Vermessungswesens, aber auch anderer Nutzer hoher Genauigkeiten an GALILEO verstanden werden und entstammt auszugsweise der Arbeitsgruppe Vermessungswesen des GNSS-Nutzerforums:

Allgemeines:
- Originäre Signale kostenfrei; Schutz der Frequenzen gegen Störungen
- Absolute Positionsgenauigkeit ohne DGALILEO: 1,0 m

Geschwindigkeit ohne DGALILEO : $\leq$ 0,05 mm/s
DGALILEO Lösung (Codes): $\leq$ 1,0 m
PDGALILEO Lösung (Phasen): $\leq$ 0,01 m

Weltraumsegment:
Gute Satellitenkonstellation über Nordeuropa
Mindestens 5 Satelliten gleichzeitig bei gutem PDOP über dem Horizont.
Mindestens zwei, besser drei Trägerfrequenzen (L_1, L_2, L_3) zur cm-Positionierung und Modellierung ionosphärischer Effekte
Genauigkeit der Messsignale: Phase $\leq$ 2 mm; Code $\leq$ 1 m

Kontrollsegment:
Globales geodätisches Bezugssystem unter europäischer Beteiligung
Ephemeriden im IGS-Standard (Prädiktion $\leq$ 1 m; Rapid Orbits $\leq$ 0,2 m; final Orbits $\leq$ 0,05 m)
Mehrere unabhängige Auswertezentren

Nutzersegment:
Entwicklung von Empfängertechnologie (GALILEO+GPS) in Europa
Integration von Kommunikationsmedien für DGALILEO/ DGPS-Anwendungen

Ein europäisches Navigationssystem für geodätische Anwendungen muss eine hohe Verfügbarkeit besitzen und einer ständigen Qualitätskontrolle unterliegen. Die verfügbaren Daten müssen für die Anwender jederzeit nutzbar sein und könnten von einem operablen Referenzstationsnetz als Korrekturdaten zur Verfügung gestellt werden. Dafür scheint das SA*POS*®-Netz der AdV eine sinnvolle Voraussetzung zu sein.

Insgesamt müssen die zukünftigen Entwicklungen aufmerksam beobachtet werden. Besonders die Verknüpfung mehrerer SatNav-Systeme führt für die Anwender hoher Genauigkeitsansprüche zu operablen zuverlässigen Systemen. Für die Zukunft lassen sich unter diesen Gesichtspunkten zahlreiche neue Anwendungen finden, die im Bereich von 1 - 10 cm Genauigkeit liegen. Weiterhin können intelligente Algorithmen entwickelt werden, um die Zuverlässigkeit der Mehrdeutigkeitsschätzung und -festsetzung soweit

zu überprüfen, dass Positionsbestimmungen mit einer Aufstellung möglich werden.

Draken: Raumbezugssysteme der Zukunft, Strategie für Niedersachsen

Einleitung

Der Raumbezug der Zukunft wird durch satellitengestützte Vermessungsverfahren hergestellt. Realisiert wird das Raumbezugssystem in Niedersachsen durch die 40 Referenzstationen des Satellitenpositionierungsdienstes der Deutschen Landesvermessung, **SAPOS®**.

Hierbei können grundsätzlich dreidimensionale kartesische Koordinaten im Bezugssystem ETRS 89 bestimmt werden (ETRF 89-Koordinaten). Die bisherigen Festpunktfelder, die den Raumbezug realisieren, sind das Lagefestpunktfeld, das Höhenfestpunktfeld und das Schwerefestpunktfeld. Eine wesentliche Rolle im Raumbezug wird auch in Zukunft die durch Nivellement bestimmte Höhe spielen. Durch exaktere Kenntnis des Geoids und eine Genauigkeitssteigerung der Höhenkomponente in den satellitengestützten Vermessungsverfahren wird zumindest großräumig ein teilweiser Ersatz der nivellitisch ermittelten Höhen möglich sein. Während auf diesem Gebiet noch erheblicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf besteht, ist der Einsatz von GPS für Lagevermessungen längst gängige Praxis. Die folgenden Ausführungen beziehen sich daher im wesentlichen auf den Lageanteil des Raumbezugs. Hierbei sollen die **SAPOS®**-Komponente HEPS (Hochpräziser Echtzeit Positionierungs-Service) mit Vernetzung sowie die Strategie zur Einführung von satellitengestützten Vermessungsverfahren für Liegenschaftsvermessungen in Niedersachsen kurz dargestellt werden. Ein weiterer Teil der Ausführungen befasst sich mit dem nachbarschaftstreuen Übergang aus dem Messsystem in das jeweilige amtliche Bezugssystem und der Frage des amtlichen Bezugssystems heute und morgen.

SAPOS®-HEPS in Niedersachsen

Der Aufbau von **SAPOS®**-HEPS in Niedersachsen ist eine Infrastrukturmaßnahme des Landes. Hierfür werden in den Jahren 1999 bis 2001 zusätzliche Mittel bereitgestellt, wodurch ermöglicht wird, flächendeckend für Niedersachsen ein Netz von 40 Referenzstationen aufzubauen, das eine Versorgung mit Korrekturdaten für Differential-GPS (DGPS) sicherstellt. Ziel der Maßnahme ist die Ablösung des herkömmlichen Lagefestpunktfeldes durch die Möglichkeit, einen Raumbezug effizienter zu gestalten. Wesentlicher Grund dafür, **SAPOS®** zu einem Zeitpunkt einzuführen, in dem das TP-Netz der 1. – 4. Ordnung erst seit kurzem erneuert vorliegt, ist die Situation der Aufnahmenetze. Hier können durch den Einsatz von **SAPOS®** zum heutigen Zeitpunkt noch erhebliche Investitionen vermieden werden. Durch eine Vernetzung der Referenzstationen soll **SAPOS®** in Niedersachsen ermöglichen, jederzeit in Echtzeit Objektkoordinaten mit einer Genauigkeit von 1–2 cm im Bezugssystem ETRS 89 zu bestimmen. Der Übergang auf den LS 100 soll möglichst ohne örtliche nachbarschaftliche Vermessungen und ohne Genauigkeitsverlust möglich sein. Die hierzu erforderliche flächendeckende Versorgung mit auf den Messungsort bezogenen Korrekturdaten erfolgt bei diesem Konzept über Berechnung und Aussendung von Flächenkorrekturparametern (FKP) über 2m-Funk oder Mobiltelefon (GSM).

Strategie zur Einführung von satellitengestützten Vermessungsverfahren

Dass GPS die Vermessungsverfahren revolutionieren wird, steht schon seit über 10 Jahren fest; der Einsatz in der Grundlagenvermessung belegt dies eindeutig. Eine Möglichkeit zum praxisreifen Einsatz bei Liegenschaftsvermessungen zeichnete sich mit der Entwicklung der RTK-Systeme ab 1993 ab. Nach umfangreichen Tests wird RTK seit 1995 für Liegenschaftsvermessungen erfolgreich eingesetzt. Als wesentliche Vorteile sind zu nennen, dass mit dem System autark gearbeitet werden kann und vielfältige Einsatzmöglichkeiten gegeben sind. Dem Praktiker vor Ort wurde damit zu einem möglichst frühen Zeitpunkt Gelegenheit gegeben, sich mit der GPS-Technologie vertraut zu machen. An dieser Stelle muss mit Nachdruck darauf hingewiesen werden, dass der erfolgreiche GPS-Einsatz vor Ort ein großes Maß an Erfahrung fordert. Besonders wichtig hierbei sind die Beurteilung von Abschattungs- und Multipath-situationen sowie die Wertung des PDOP-Wertes (Position Dilution of Precision) und anderer Einflussgrößen, welche die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Messungen beeinträchtigen können. Nachdem diese praktischen Erfahrungen im Umgang mit GPS gemacht sind, ist der effiziente Einsatz des viel komplexeren Verfahrens im vernetzten **SAPOS®** möglich. Bei allen Beschaffungen wurde darauf geachtet, dass die Ausrüstungen mit geringen zusätzlichen Kosten auch für den Einsatz mit Referenzstationen als Basislinienverfahren (bis max. 10 km) und später im vernetzten **SAPOS®**-HEPS einsetzbar sind. Die zusätzliche Beschaffung eines Data-Loggers (Feldrechner), von 2m-Funk und der RTCM-input-option ermöglicht, aus einem RTK-System zwei **SAPOS®**-Rover zu machen; dabei ist der autarke Einsatz mit dem 70cm-Funk weiterhin möglich. Durch die Beschaffung der RTK-Ausrüstungen und einer entsprechend dem **SAPOS®**-Aufbau weiteren sinnvollen Aufrüstung der Systeme ist damit eine höchstmögliche Flexibilität für den Einsatz von GPS gegeben.

Übergang von ETRS 89 in das lokale Bezugssystem

Mit GPS wird direkt die Position im Bezugssystem ETRS 89 bestimmt, die Einführung von ETRF 89-Koordinaten für Landesvermessung und Liegenschaftskataster ist gemäß Beschlusslage der AdV verbindlich vorgesehen. Es macht daher mittelfristig Sinn, die originär ermittelten ETRF 89-Koordinaten zu archivieren. Zur Erfüllung der Aufgabe einer Liegenschaftsvermessung wird mittelfristig eine Transformation in den jeweiligen örtlichen Lagestatus erforderlich. Bei Messungen, die nicht der Genauigkeit eines Koordinatenkatasters entsprechen, werden sowohl bei herkömmlichen Messverfahren wie auch beim Einsatz von SAPOS® örtlich identische Punkte erforderlich, um durch lokale Transformationsparameter eine nachbarschaftstreue Bearbeitung sicher zu stellen. Dieses erfordert in der Regel aufwendiges Aufsuchen und Überprüfen älterer Vermessungs- oder Objektpunkte. Ein entscheidender Vorteil des Messens im Koordinatenkataster ist, dass diese örtlichen Identitätsüberprüfungen und Aufmessungen zur Wahrung des Prinzips der Nachbarschaft nicht mehr erforderlich sind,

dieser Vorteil muss auch bei einem Einsatz von SAPOS® gegeben sein. Intensive Untersuchungen des erneuerten Lagefestpunktfeldes der 1. – 4. Ordnung in Niedersachsen haben ergeben, dass die erwartete absolute Genauigkeit im Rahmen der Maschen 2. Ordnung gegeben ist, dass jedoch bei Entfernungen in der Größenordnung der SAPOS®-Referenzstationen (tlw. über 40 km) die Genauigkeit nicht immer sichergestellt ist. Ein landesweiter Transformationsparameteransatz würde damit die angestrebte cm-Genauigkeit nicht garantieren. Vor diesem Hintergrund sollen alle 22 000 TP Niedersachsens im ETRS 89 koordiniert werden. Die Genauigkeit von 1 – 2 cm ist mit vorhandenen Messungselementen erreichbar, geringfügige Ergänzungsvermessungen sind erforderlich und werden in der Feldarbeitsperiode 2000 begonnen und auch abgeschlossen. Ergebnis wird eine Anzahl von 22000 identischen Punkten mit dreidimensionalen kartesischen ETRF 89-Koordinaten und ebenen LS 100-Koordinaten sein, die es ermöglicht, für jeden Ort Niedersachsens für die jeweilige Messung lokale Transforma-tionsparameter zu bestimmen, die einen optimalen Übergang aus dem Messsystem in den Lagestatus 100 ohne Genauigkeitsverlust garantieren.

Heutiges und künftiges Lagefestpunktfeld

Das heutige Lagefestpunktfeld wird durch etwa 22 000 vermarkte, gesicherte und genau und zuverlässig im Lagestatus 100 koordinierte TP repräsentiert. Die Überwachung dieses Festpunktfeldes erfolgt nach heutiger Erlasslage durch die VKB, die Erhaltungsarbeiten je nach Absprache durch die LGN oder die VKB. Da das herkömmliche Lagefestpunktfeld durch **SAPOS®** ersetzt werden wird, sollten ab sofort sämtliche Erhaltungs- und Überwachungsarbeiten eingestellt werden. Das Aufgeben der „Amtlichkeit" der Punkte sollte solange zurückgestellt werden, bis **SAPOS®** nach 2001 eingerichtet ist und sich im praktischen Einsatz bewährt hat. Aus diesen wie auch aus Wirtschaftlichkeitsgründen verbietet sich auch jegliche Investition in einen möglichen „Rückbau". Auch bei dem Aufgeben der Amtlichkeit der TP werden diese noch Jahrzehnte als Vermessungspunkte ihre Bedeutung behalten; darüber hinaus wurde die Funktion der „identischen Punkte" bereits dargestellt. Das künftige Lagefestpunktfeld wird repräsentiert durch die 40 **SAPOS®**-Referenzstationen, die vernetzt zu betreiben sind. Die Referenzstationen sind in der Regel Hochpunkte auf Gebäuden und dadurch bedingt relativ gefährdet. Zur Sicherung der Referenzstationen werden jeweils 8 umliegende TP 1. und 2. Ordnung in einem Guss mit den Referenzstationen bestimmt. Auch diese Punkte sind dem zukünftigen Lagefestpunktfeld zuzuordnen. Die Überführung sämtlicher TP in das Bezugssystem ETRS 89 machte eine sogenannte Grundnetzkampagne erforderlich in der etwa 200 TP im Zusammenhang bestimmt wurden. Mit den verbleibenden Punkten der 2. Ordnung, die mit hohem Aufwand vermarkt und gesichert sind, ergibt sich damit eine Zahl von ca. 1 000 bis 1 400 Punkten, die Repräsentanten des zukünftigen Lagefestpunktfeldes sein werden. Damit wird eine Reduktion des TP-Feldes um etwa 95 % erreicht.

Im Durchschnitt werden damit im Amtsbezirk einer VKB etwa 50 TP bestehen bleiben. Diese geringe Anzahl rechtfertigt nicht den Aufwand einer Aufgabe „Überwachung und Erhaltung des Lagefestpunktfeldes" für die VKB. Diese Arbeiten sollen daher vollständig von der LGN übernommen werden.

Schlussbemerkung

Die aufgezeigte Strategie zur Einführung von Raumbezugssystemen der Zukunft in Niedersachsen entspricht den politischen Vorgaben in der sog. Aufgabenkritik der VKV. Mit der flächendeckenden Bereitstellung des Raumbezugs durch SAPOS®-Referenzstationen werden zunächst insbesondere Einsparungen im Lagefestpunktfeld-Aufnahmenetz erreicht. Hierzu kann auch auf den Beitrag von Leonard „Struktur eines zeitgemäßen Aufnahmepunktfeldes" verwiesen werden.

Strerath: Überführung des LS 100 nach ETRS 89 in Niedersachsen

Siehe hierzu separaten Beitrag in diesem Heft.

Lühr: Ablauf einer Liegenschaftsvermessung mit SAPOS® - HEPS

Vorgestellt wurde der heute mögliche Ablauf einer mit GPS und Tachymeter durchzuführenden Liegenschaftsvermessung. Dabei wurde die gegenwärtig bei den Vermessungs- und Katasterbehörden vorhandene Soft- und Hardware zugrunde gelegt.

Der Datenfluss von der Vorbereitung über die Vermessung, Auswertung und Übernahme ist realisiert. Er muss jedoch noch optimiert werden.

Als Rechner werden z.Z. eingesetzt:
- Der MX-Rechner im Innendienst,
- für die Aufbereitung und die RTK-Auswertung alternativ ein Laptop oder ein Büro-PC,
- für die RTK-Vermessung der TRIMBLE-Feldrechner TSC1
- für die Polarvermessung ein HP200LX oder ein HUSKY Hunter 16

Der Datenaustausch geschieht im Regelfall über ein serielles Kabel, teilweise über Disketten und nur vereinzelt über PCMCIA-Karten.

Der Ausdruck der Ergebnisse kann mit dem transportablen Drucker HP Deskjet 340 optional auch schon im Außendienst erfolgen.

Als Software wird z. Z. eingesetzt:
- Erfassungssystem Punktdatei
- Geodätische Berechnungen
- MX (VKV-Menüsystem)
- Kermit (KFT) für Datenübertragung MX – HP200LX und MX – HUSKY Hunter 16
- TRIMBLE QuickPlan für GPS-Vorplanung
- TRIMBLE GPLoad für Datenübertragung TSC1 – Laptop / PC
- TRIMBLE Survey Controller Software für den TSC1
- TRIMBLE WinFLASH für Softwareupdates beim TSC1 und beim GPS-Empfänger
- DCTOOLS für RTK-Auswertung und Aufbereitung
- PROFIL für die Polarvermessung
- APP200 für den Datenaustausch HP200LX mit dem PC / Laptop
- HCOM für den Datenaustausch HUSKY Hunter 16 mit dem Laptop / PC

Der Ablauf einer Liegenschaftsvermessung gliedert sich in die Abschnitte Vorbereitung, Aufbereitung, RTK-Vermes-

sung, RTK-Auswertung, Polarvermessung, Auswertung der Polarvermessung und Übernahme in den Nachweis. Bedingt durch den Einsatz von verschiedenen Programmen und Rechnern ist häufiger Datenaustausch notwendig.

Die Bereitstellung der Koordinaten aus der Punktdatei erfolgt im EDBS-Format. Die Vorausberechnung von weiteren Punkten kann alternativ in den Geodätischen Berechnungen oder in PROFIL erfolgen. Dafür wird das KA00-Format verwendet.

Die Aufbereitung aller Koordinaten geschieht im Programm DCTOOLS. Es wird eine Datei im TRIMBLE–Format (DC-Datei) erzeugt und mit dem Programm GPLoad auf den TRIMBLE-Feldrechner TSC1 übertragen.

Auf dem TSC1 werden Konfig-Jobs dauerhaft vorgehalten. Sie enthalten die Koordinaten der SA*POS*®-Referenzstation und die zugehörigen 7-Parameter bzw. für lokale RTK-Vermessungen in einem Job nur die dafür geltenden 7-Parameter. Aus dem Konfig-Job und dem übertragenen Koordinaten-Job werden für jeden Durchgang Messungsjobs durch Kopieren auf dem TSC1 angelegt.

Nach dem Start der Vermessung und dem Rechnen einer Kalibrierung mit der SA*POS*®-Referenzstation erfolgt zunächst die Aufmessung eines SA*POS*®-Kontrollpunktes. Durch diesen Kontrollpunkt wird sichergestellt, dass zum einen die richtigen Transformationsparameter verwendet werden und zum anderen die vorliegenden Transformationsparameter für die Berücksichtigung der Nachbarschaft gut genug sind. Bei einer Lageabweichung des Kontrollpunktes von bis zu 16 mm kann für eine Liegenschaftsvermessung die Anpassung an die Nachbarschaft als ausreichend gut angesehen werden. Bei Überschreitung der 16 mm müssen wie bisher bei lokaler RTK-Vermessung lokale Passpunkte aufgemessen werden und in der Kalibrierung berücksichtigt werden. Bei der Bestimmung von Aufnahmepunkten (auch im Rahmen von Liegenschaftsvermessungen !) gilt der Grundsatz „Neue AP sollten bestmöglichst in die Nachbarschaft eingepasst werden". Daher kann in diesen Fällen leider zur Zeit nicht auf lokale Passpunkte verzichtet werden. Kriterien für die Auswahl eines geeigneten SA*POS*®-Kontrollpunktes sind sehr gute GPS-Tauglichkeit und sichere Punktidentität.

Nachdem alle Punkte einmal gemessen wurden erfolgt die unabhängige Doppelmessung in einem zweiten Job. Dort wird, neben allen Objektpunkten, der SA*POS*®-Kontrollpunkt bzw. werden die lokalen Passpunkte (mit neuer unabhängiger Kalibrierung) erneut gemessen.

Die Kontrolle der Doppelmessung geschieht z.Z. durch eine DCTOOLS-Auswertung. Demnächst wird eine neue Funktion „Beobachtungen kombinieren" auf dem TSC1 zur Verfügung stehen.

Bei Überschreitung der Fehlergrenzen sollte ein dritter Durchgang mit dem SA*POS*®-Kontrollpunkt und den fehlerhaften Punkten erfolgen. Mussten mehrere lokale Passpunkte gemessen werden, so reduziert sich der Aufwand durch eine Nachmessung in den beiden vorliegenden Messungs-Jobs. In jedem Falle muss die Zeitdifferenz zwischen den Doppelbestimmungen mindestens 30 min. betragen (um unterschiedliche Satellitenkonstellationen zu erhalten). Dies wird insbesondere bei Nachmessungen mit SA*POS*® zu beachten sein, da im Gegensatz zur lokalen RTK-Vermessung bei SA*POS*® „an der Basis die Vermessung nicht mehr neu gestartet werden muss", und dadurch ein Wechsel in einen anderen Job sehr schnell möglich ist.

Werden bei einer Liegenschaftsvermessung „Besondere Anschlusspunkte" gelegt, so erleichtert es spätere polare Folgevermessungen erheblich, wenn statt drei flächenhaft verteilten Anschlusspunkten zwei Punktgruppen mit je 2 Punkten bestimmt werden.

Bei der Auswertung der RTK-Vermessung mit DCTOOLS entsteht eine Liste zum Fortführungsriss und eine Koordinatendatei im KA00-Format.

Folgt der RTK-Vermessung noch eine Polarvermessung, so ist die KA00-Datei in den neu anzulegenden PROFIL-Auftrag zu übernehmen. Der weitere Ablauf ist identisch mit den bisherigen Polarvermessungen. Die Auswertung der Polarvermessung mit der Funktion LIFO in PROFIL erzeugt eine Liste zum Fortführungsriss (nur von der Polarvermessung) und eine Koordinatendatei im KA00-Format. Diese KA00-Datei kann wahlweise auch die Koordinaten der RTK-Vermessung enthalten. Dadurch braucht dann nur eine KA00-Datei in die Geodätischen Berechnungen übertragen werden. Dort erfolgt im Innendienst die weitere Auswertung der Liegenschaftsvermessung.

Bei der Übernahme in den Nachweis sind beide Listen zum Fortführungsriss SA*POS*® und Polarvermessung) abzuheften. Die Übernahme der Gauß-Krüger-Koordinaten in die Punktdatei erfolgt wie bisher. Für die Übernahme der ETRS 89-Koordinaten sind noch Regelungen zu treffen. Die Messwertdateien (DC-Dateien) sollten für die spätere Neuberechnung von ETRF 89-Koordinaten für Aufnahmepunkte archiviert werden. Die Bestimmung von ETRS 89-Koordinaten der Objektpunkte von Liegenschaftsvermessungen könnte später durch Transformation erfolgen.

Anschließend wurden noch neue Gerätschaften vorgestellt. Der SA*POS*®-Rucksack (4700) als Weiterentwicklung des RTK-Rucksacks (4700) wurde gezeigt. Die Änderungen betreffen den zusätzlichen SA*POS*®-Decoder, das 2m-Funkgerät HDR2000, die 2m-Funkantenne, das GSM-Handy und die neuentwickelte Stromversorgung für SA*POS*®-Decoder und HDR2000.

Abschließend wurde kurz auf die weitere Entwicklung eingegangen:

- auf dem TSC1: künftig die neue Funktion „Beobachtungen kombinieren",
- auf dem TSC1: die Codefeldbelegung analog zur Funktion BEST in PROFIL,
- die Verbesserung des Datenflusses,
- Freigabe der RTK-Software für das NT-Netz,
- Reduktion der benötigten Programme und Feldrechner durch Umstieg auf ein Grafisches Feldbuch,
- mittelfristig die programmgesteuerte Ableitung von Transformationsparametern.

Frie: Einsatz von SA*POS*®- RTK für Liegenschaftsvermessungen und für die Bestimmung von ALK-Passpunkten, Erfahrungsbericht der VKB Alfeld/Hildesheim

SA*POS*®-Testnetz Südniedersachsen

Seit der Einrichtung der neuen SA*POS*®-Referenzstation im Stadtgebiet von Hildesheim für das Testnetz Südniedersachsen im April 1999 befinden sich nunmehr zwei Referenzstationen im Amtsbezirk der VKB Alfeld/ Hildesheim.

Um diese Einrichtungen vor Ort nutzen zu können, wurde die RTK-Ausrüstung der VKB Alfeld/Hildesheim im April

1999 auf SA*POS*®-RTK umgerüstet.

Dazu musste der 70cm-Funk gegen eine 2m-Band Funkeinrichtung getauscht und ein SA*POS*®-Decoder mit Chipkarte installiert werden.

Die Installation der SA*POS*®-Software für den Empfänger Trimble 4400 und die Einweisung des Truppführers wurde von der LGN an einem Tag durchgeführt.

Leider verzögerte sich der praktische Einsatz der Ausrüstung um 4 Wochen, da die SA*POS*®-Referenzstation Hildesheim den Funkverkehr der Stadtwerke im 2m-Band störte und deshalb abgeschaltet werden musste.

Zwischenzeitlich wurde ein GSM-Telefon beschafft, um den Verbindungsaufbau über das Telefonnetz zu ermöglichen.

Testmessungen

Um die Funktionsweise des Messsystems und seine Leistungsfähigkeit in der kurzen Zeitspanne bis zur Fortbildungsveranstaltung kennen zu lernen, wurden die ersten Messungen in Gebieten vorgenommen, die bereits durch RTK-Messungen im LS 100 bestimmt waren.

Im AP-Feld Langenholzen wurde mit der Referenzstation Alfeld im 2m-Band gearbeitet. Im Bereich Hildesheim–Ochtersum und Sarstedt wurde die Verbindung zur Referenzstation Hildesheim über GSM-Telefon hergestellt.

Die Entfernungen zur Referenzstation betrugen in Langenholzen ca. 6 km, in Ochtersum ca. 4 km und in Sarstedt über 10 km.

Neben den Vergleichsmessungen auf bekannten TP und AP wurden im Baugebiet Ochtersum auch neue Objektpunkte bestimmt.

Auswertung

Bei der Auswertung mit DC-Tools wurden verschiedene Kombinationen von Anschlusspunkten gewählt:

- Kalibrierung nur mit dem Referenzpunkt
- Kalibrierung mit dem Referenzpunkt und einem zusätzlichen TP oder AP
- Kalibrierung mit dem Referenzpunkt und mehreren zusätzlichen TP oder AP

Ergebnisse

Im Baugebiet Ochtersum mit der kürzesten Basislinie von ca. 4 km weichen die Koordinaten nur gering voneinander ab. Hier hätte die alleinige Verwendung der Referenzstation zur Messung ausgereicht.

Im AP-Feld Langenholzen, Basislänge ca. 6 km, lieferte erst die Auswertung mit mindestens einem zusätzlichen Passpunkt ausreichende Genauigkeiten.

Im Baugebiet Sarstedt, Basislänge über 10 km, lagen die Koordinatendifferenzen auch unter Einbeziehung mehrerer örtlicher Passpunkte über 2 cm.

Erkenntnisse

Das Messverfahren SA*POS*® funktioniert, wenn auch z.Z. mit Einschränkungen.

Die Empfehlung, mit SA*POS*®-RTK nicht über 10 km Basislänge zu messen, sollte unbedingt eingehalten werden, solange die Vernetzung der Referenzstationen nicht realisiert ist.

Das System muss so ausgebaut werden, dass es entfernungsunabhängig eingesetzt werden kann.

Der Verbindungsaufbau zur Referenzstation ist über 2m-Band schneller und kostengünstiger als über GSM-Telefon herzustellen.

Die GSM-Verbindung sollte als Alternative zum 2m-Band weiterhin angeboten werden.

Der gleichzeitige Zugriff mehrerer Nutzer auf eine Referenzstation über GSM muss technisch möglich sein.

Die Gebühren für den SA*POS*®-Decoder und das GSM-Telefon sind im Budget der VKB zu berücksichtigen.

Alle Messverfahren im Außendienst sollten über einen universellen Feldrechner laufen.

Seehusen: Einsatz von SA*POS*® - RTK für Liegenschaftsvermessungen, Erfahrungsbericht eines Truppführers bei der VKB Oldenburger Land

Während einer 6-wöchigen Testphase wurde die Nutzung des Satellitenpositionierungsdienstes HEPS im praktischen Einsatz beim Katasteramt Oldenburg getestet. Verwendet wurde hierzu ein Trimble 4700-Empfänger, ein Hermes HDR-2000 Datenempfangsgerät sowie der SAPOS®-Decoder mit Chipkarte.

Grundsätzliche Probleme oder Ausfälle während der 6-wöchigen Testphase sind nicht aufgetreten. Unzulänglichkeiten hinsichtlich der Bedienung des Decoders sind größtenteils schon beseitigt worden.

Der Empfang der Korrekturdaten wurde zunächst mit dem 2m-Funk realisiert. Bei Entfernungen bis zu 8 km von der Referenzstation waren die aufgetretenen Funkprobleme lokal begrenzt (Bäume, Häuser) und konnten durch eine höhere Position der Empfangsantenne beseitigt werden. Die Initialisierungszeiten lagen hier im Bereich unter zwei Minuten. Bei Entfernungen um 10 km traten im bebauten Gelände größere Probleme auf. Ursache ist hierfür sicherlich auch die relativ geringe Höhe der Sendeantenne von ca. 27 m. In diesen Fällen wurden die Korrekturdaten mit einem Datentelefon empfangen. Das Umrüsten von Funk- auf Telefonempfang ist problemlos innerhalb von zwei Minuten möglich. Die Netzabdeckung in Oldenburg ist gut, und somit konnte eine stabile Verbindung aufgebaut werden. Bedenken sollte man allerdings die höheren Betriebskosten gegenüber dem 2m-Funk. Die bei dieser Entfernung teilweise aufgetretenen längeren Initialisierungszeiten (bis zu 15 Minuten) konnten durch den Einsatz des Datentelefons jedoch nicht verhindert werden. Als Ursache werden unterschiedliche atmosphärische Bedingungen auf der Referenzstation und dem Rover vermutet.

Bei der Punktbestimmung mit Hilfe von SA*POS*® sind grundsätzlich folgende Einflüsse zu bedenken:

1. Die äußeren Bedingungen zum Zeitpunkt der Messung (Satellitenkonstellation, Mehrwegeausbreitung). Durch gezielte zeitliche Vorplanungen und örtliche Erkundungen sind diese Einflüsse kalkulierbar und somit minimal zu halten.
2. Die „Passgenauigkeit" der verwendeten Transformationsparameter, d.h., wie genau fügt sich die ermittelte Koordinate in die Nachbarschaft ein.

In Oldenburg wurde festgestellt, dass ein Satz Transformationsparameter für einen Einsatzradius von 10 km nicht

passend ist. Bei 80 % der gemessenen Kontrollpunkte lagen die Abweichungen über 16 mm vom Sollwert. Örtlich zusammenliegende Punkte zeigten gleiche Fehlervektoren. Hieraus lässt sich schließen, dass unsere LS 100 Netze „im Großen" nicht spannungsfrei sind.

Abhängig von der geforderten Genauigkeit ist dann das Messen von 2 – 5 örtlichen Passpunkten notwendig. Hierdurch wird jedoch der entscheidende Vorteil, die Zeitersparnis, zunichte gemacht. Besser ist deshalb der Weg, sich über eine Datenbank lokale Transformationsparameter zu berechnen. Hierzu sind jedoch noch umfangreiche Vorarbeiten notwendig.

Neben der schon erwähnten AP-Abstimmung wurde das SA*POS*®-RTK für die Absteckung einer Baustraße in einem Neubaugebiet eingesetzt. Aufgrund der Genauigkeitsvorgaben (5 cm) konnte nach Messung eines Kontrollpunktes (Abweichung 25 mm) sofort mit der Absteckung begonnen werden.

Vorteile:
- 2-Mann-Trupp optimal einsetzbar
- Beibehaltung der Initialisierung
- gute Orientierungsmöglichkeiten (Display)
- Leistung: 20 - 25 Punkte pro Stunde

Nachteile:
- „Unbeweglichkeit" des Truppführers
- lfd. Kosten bei SA*POS*®: 12,- DM/Std.
- orthogonale Absteckung bei Abschattung notwendig

Die Absteckung eines Punktes mit einer Genauigkeitsvorgabe von 1 cm konnte nach einer kurzen Eingewöhnungszeit problemlos durchgeführt werden. Umständlich ist jedoch das Verfahren, diese Koordination in den TSC1 zu laden. Auch können notwendige Berechnungen nur auf einem separaten Rechner durchgeführt werden. Aus diesem Grund ist eine reine SA*POS*®-RTK-Vermessung für Grenzfeststellungen nicht geeignet, als Hilfsmittel für die Schaffung von Anschlusspunkten bei nachfolgenden Tachymetervermessungen jedoch denkbar.

Der Wunsch des Anwenders ist es, letztendlich eine Koordinate vor Ort ohne örtliche Passpunktmessungen zu erhalten. Durch die flächendeckende Bereitstellung von identischen Punkten sowie durch die Vernetzung der Referenzstationen sollte dieses machbar sein.

Legt man für Teilaufgaben in der Liegenschaftsvermessung Fehlergrenzen von 5 cm zu Grunde, so ist man mit SA*POS*®-RTK schon jetzt in der Lage, zügig Koordinatenbestimmungen durchzuführen.

Leonard: Feldrechner für den SA*POS*®-Einsatz

Durch die fortschreitende technische Entwicklung werden heute im Außendienst neben den klassischen Tachymetern auch satellitengestützte Vermessungsverfahren im Liegenschaftskataster eingesetzt. Im Innendienst werden gleichzeitig die vorhandenen Liegenschaftskarten digital in die Automatisierte Liegenschaftskarte (ALK) umgesetzt. Hier liegt es natürlich nahe, diese beiden Entwicklungen in einem System zusammenzuführen und dem Außendienst zur Verfügung zu stellen. Aus diesem Grund hat der MI im Frühjahr 1999 die Arbeitsgruppe (AG) „Graphisches Feldbuch" ins Leben gerufen. Ziel der AG ist die Erarbeitung eines Konzepts zur Einführung der Komponente „Graphisches Feldbuch (GFb)" bei Liegenschaftsvermessungen. Dabei wird als ein Schwerpunkt die Auswahl der Komponente sowie die Einbindung in die bestehenden Verfahrensabläufe und Kommunikationsbeziehungen gesehen. In dem Vortrag wurden einige Gedanken der AG vorgetragen.

Die heutige Situation im Außendienst weist teilweise bis zu 3 unterschiedliche Feldrechner je nach Aufgabenstellung aus. Für Tachymetervermessungen wird neben dem HP 200LX auch der Husky Hunter 16 eingesetzt. Laut Herstellerangaben ist die Produktion für den Hunter 16 eingestellt. Nach Aussage der Firma HP wird es deren Rechner auch nur noch maximal 2 Jahre am Markt geben. Einerseits wird die Verfügbarkeit dieser Hardware immer geringer, andererseits mehren sich die Meldungen, dass immer mehr Rechner durch Defekte bei den Vermessungs- und Katasterbehörden ausfallen. Es ist entweder eine Ersatzbeschaffung notwendig oder die Entwicklung des GFb zeigt in absehbarer Zeit erste Konkretisierungen.

Neben den o.g. Feldrechnern ist für das GPS-Verfahren der Survey Controller TSC1 im Einsatz. Sollen die Daten im Felde ausgewertet werden, sind dafür teilweise noch Laptops erforderlich. Durch die Vielzahl der Rechner sowie die unterschiedlichen Softwareprogramme können die Messungsdaten nur über Schnittstellen oder verschiedene Transferprogramme untereinander ausgetauscht werden. Dies ist eine sehr unbefriedigende Situation für die Vermessungstruppführer/Innen. Unter dem Stichwort „Integrated Surveying" sollte die Hardware in einem Feldrechner zusammengefasst werden. Gleichzeitig ist mit der Optimierung bei den Softwareprogrammen auch die Anbindung an die graphische Darstellung im Außendienst erforderlich.

Bei jeder Neueinführung einer zusätzlichen Systemkomponente muss die Gesamtkonzeption der Verfahrensabläufe betrachtet werden. Dieses gilt besonders dann, wenn sich mit der Neueinführung gravierende Änderungen im täglichen Arbeitsablauf ergeben. Es ist zu untersuchen, wie die Komponente in das vorhandene Arbeitsumfeld passt, welche Schnittstellen zu beachten sind und wo Anpassungen notwendig werden. Neben dem Außendienst ist auch die Innendienstsituation zu berücksichtigen. Redundante Arbeiten, wie sie z.Z. noch vorhanden sind, müssen aus rein wirtschaftlichen Erwägungen zukünftig unterbleiben. Dieses bedeutet, dass im Innen- wie im Außendienst das gleiche Softwareprodukt eingesetzt wird. Die Übergabeschnittstelle zwischen Außen- und Innendienst kann somit „flexibel" gehandhabt werden. Der Auswerter kann zu jedem Zeitpunkt in die Messungssache einsteigen und sie bis zu Ende bearbeiten.

Als eines der ersten Schritte wird die Zusammenführung der vorhandenen Feldrechner zu einem System gesehen. Dabei kann die Vorgehensweise auch als Stufenkonzept erfolgen. Welche Zielvorstellung wird in der Gesamtkonzeption verfolgt? Die in der *Abb. 1* dargestellte „Vision 2005" stellt die mögliche Einbindung des GFb in das vorhandene Gesamtgefüge dar. Den Außendienstlern sollen die digitalen Daten aus ATKIS oder der ALK (später ALKIS) zur Verfügung stehen. Des weiteren ist eine Verbindung zum Fortführungsdokumenten-Informationssystem (FODIS) herzustellen. Je nach Bedarf kann der Truppführer auf alle der Messungssache zugeordneten alten digitalen Vermessungsunterlagen zugreifen. Zusätzlich ist ein Büromanagementsystem vorhanden, das z.B. den Zugriff auf das Vermessungsprojekt, auf die ALB-Daten, die Erstellung der Niederschrift über den Grenztermin, die Kostenschätzung sowie die Bodenrichtwertauskunft ermöglicht.

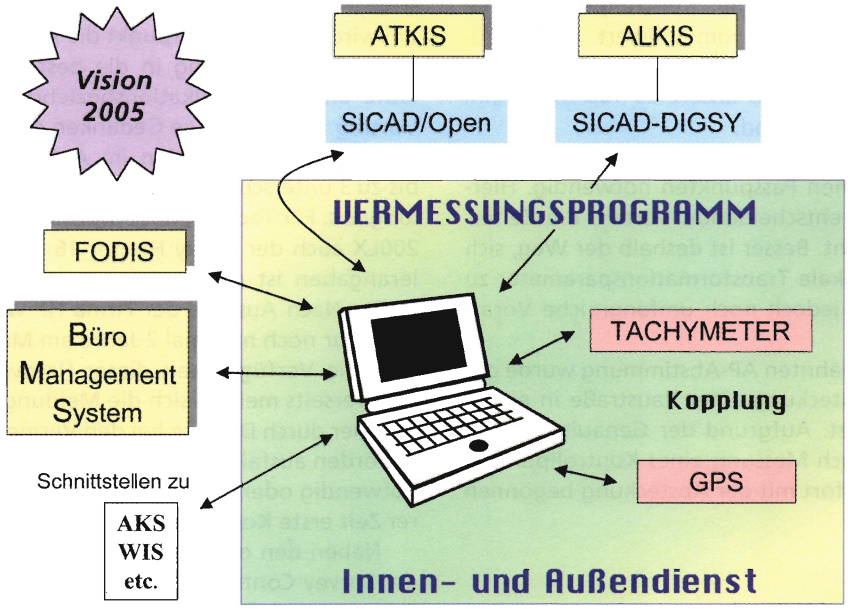


Abb. 1: Das moderne Außendienstbüro

Die Außendienstler sollen zukünftig in die Lage versetzt werden, sämtliche vom Kunden anfallenden Anfragen sofort zu beantworten. Selbstverständlich ist mit dem GFb die Ansteuerung von Tachymeter und GPS-Ausrüstung/SA*POS*® sicherzustellen. Zukünftige Projekte sind immer als Kombination beider Vermessungsverfahren zu betrachten und auszuwerten.

Die Realisierung des bisher gesagten kann in verschiedenen Varianten erfolgen. Sie reicht von einer Eigenentwicklung bis hin zum Kauf von vorhandenen Marktprodukten. Genauso kann das vorhandene Vermessungsprogramm PROFIL ausgebaut und durch Marktprogramme im Grafikbereich sowie für die GPS-Anbindung unterstützt werden. Bei allen Möglichkeiten ist eine Kostenfolgeabschätzung vorzunehmen.

Durch die LGN sind verschiedene Softwareprodukte namhafter GIS-Hersteller getestet worden bzw. noch im Test. Diese können als Darstellungskomponente des GFb als Teil des Gesamtpakets eingesetzt werden. Alle untersuchten Programme zeigen aber bezüglich des Anforderungsprofils noch einige Schwachstellen. Insgesamt sind bei jedem Produkt Programmierarbeiten durchzuführen.

Bei den Hardwaretests wurden ebenfalls unterschiedliche Geräte untersucht. Hier wurde hauptsächlich auf die Feldtauglichkeit geachtet. Insgesamt ist festzustellen, dass sämtliche getesteten Geräte noch nicht ganz den Erwartungen entsprechen. Auf diesem Gebiet befinden sich die Hardwarehersteller insgesamt noch in der Entwicklungsphase. Ein aufmerksamer Beobachter sieht, dass hier zukünftig noch neuere Geräte (auch als Komplettsystem GFb) auf den Markt kommen werden. Wir stehen erst am Anfang der allgemeinen Entwicklung.

Leonard: Struktur eines zeitgemäßen Aufnahmepunktfeldes

Der folgende Beitrag stellt in Teilen die Gedanken der Expertengruppe Katastervermessung des Arbeitskreises Liegenschaftskataster der AdV dar. Die Expertengruppe sollte in Ihrem Auftrag den Handlungsbedarf für die Einrichtung und Erhaltung eines zeitgemäßen AP-Feldes unter der Annahme der Verfügbarkeit von permanenten Referenzstationen untersuchen. Zusätzlich sind die niedersächsischen Gedanken mit eingeflossen.

Die Einführung der satellitengestützten Vermessungsverfahren für den Bereich des Liegenschaftskatasters hat erhebliche Auswirkungen auf die künftige Struktur der klassischen Festpunktfelder. Insbesondere durch die Einrichtung des Satellitenpositionierungsdienstes der deutschen Landesvermessung (SA*POS*®) geht der Bedarf an vermarkten Festpunkten zurück und eröffnet neue Perspektiven für eine wirtschaftlichere Aufgabenerledigung. Dadurch lässt sich der Anschluss aller Katastervermessungen an das amtliche Lagebezugssystem auch über große Entfernungen einfach und mit hoher Genauigkeit realisieren. Es ist ohne weiteres möglich, jederzeit AP zügig und bedarfsorientiert bereitzustellen.

Die bisher für Liegenschaftsvermessungen und Vermessungen im AP-Feld geltenden Forderungen bezüglich Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Punktbestimmung sind für satellitengestützte Verfahren beizubehalten. Ein flexibler Einsatz aller herkömmlichen und satellitengestützten Verfahren, auch in Kombination, ist unabdingbar, da die offensichtlichen Vorteile von GPS-Verfahren durch Abschattungen oder Fehlereinflüsse wie Multipath-Effekte u.a. gemindert werden können. Trotz grundsätzlicher Vorteile von GPS-Verfahren kann aber der Einsatz von bisher üblichen Verfahren wirtschaftlicher sein. Hier ist jedes Mal eine fachliche Beurteilung vorzunehmen.

Wie sieht nun die derzeitige Ausgangssituation im AP-Feld in Niedersachsen aus? Die Zielsetzung, grundsätzlich ein landesweites AP-Feld aufzubauen, konnte bisher nur teilweise erreicht werden. Insgesamt haben wir in weiten Teilen eine lückenhafte statt flächendeckende Einrichtung. Neben den vorhandenen Teilnetzen existiert ein vielfacher Aufbau von 2-AP-Systemen ohne Anschluss an das Lagefestpunktfeld (ca. 40 000 Systeme).

Sollte zukünftig auf ein AP-Feld verzichtet werden, müssen für dessen Ersatz gewisse Voraussetzungen gelten. Es ist sicherzustellen, dass die Übertragung von Koordinaten in die Örtlichkeit zeitlich und örtlich unbeschränkt möglich ist. Der Ersatz muss robust gegen äußere Störungen sein und sollte die Ableitung genauer und zuverlässiger Positio-

nen im amtlichen Bezugssystem gewährleisten. Die Bereitstellung und Nutzung dieses Systems darf unter gesamtwirtschaftlicher Sicht gesehen keinen höheren Aufwand beim Anschluss der Vermessungen gegenüber der herkömmlichen Weise verursachen.

Was kommt als Alternative zum AP-Feld in Betracht? Zum einen wäre da das vermarkte und koordinierte Objektpunktfeld (Koordinatenkataster) zu nennen und zum anderen das System SA*POS*®. Da in Niedersachsen kein Koordinatenkataster vorhanden ist, ist nur SA*POS*® als Alternative für ein spannungsfreies AP-Feld geeignet. Unter diesen Rahmenbedingungen ist der zukünftige Bedarf an AP kritisch zu bewerten. Insgesamt kann man sich unter der Berücksichtigung der jeweils örtlichen Gegebenheiten drei Varianten vorstellen. Dieses geht vom gänzlichen Verzicht auf AP, über das Vorhalten von einzelnen AP bis hin zur Erhaltung und Einrichtung von AP-Feldern. Diese Varianten sind nicht einzeln zu betrachten, sondern können immer in Kombination auftreten. Inwieweit in Niedersachsen sämtliche drei Varianten zum Tragen kommen, wird sich zeigen.

Werden vereinzelt noch AP eingerichtet ist die Anzahl und Verteilung der Punkte auf die Erfordernisse der terrestrischen Vermessungsverfahren abzustimmen. Dies sollte möglichst weitmaschig erfolgen. Außerdem sind die AP nur noch unter dem Gesichtspunkt der GPS-Tauglichkeit auszuwählen.

Insgesamt zeigen die Ausführungen, dass zukünftig ein weitgehender Verzicht auf die Einrichtung und Erhaltung von AP möglich ist. Gleichzeitig trägt dies wesentlich zur Kostenreduzierung bei. Voraussetzung bleibt aber immer die flächendeckende Realisierung von SA*POS*®.

Ansätze für eine niedersächsische Konzeption

- SA*POS*® ist als Ersatz für ein spannungsfreies AP-Feld geeignet.
- In Gebieten, in denen Satelliten- und Korrektursignale ungestört empfangen werden und der nachbarschaftstreue Bezug zu den Punkten des LS 100 bekannt oder bestimmt werden kann, kann ab sofort auf die Einrichtung eines AP-Feldes verzichtet werden.
- Die Bereitstellung und Nutzung von SA*POS*® darf unter gesamtwirtschaftlichen Gesichtspunkten keinen höheren Aufwand beim Anschluss von Vermessungen verursachen.
- Der nachbarschaftliche Bezug kann über Gebietstransformationsparameter vorgenommen werden, soweit auf Grund von lokalen Netzspannungen keine Nachbarschaftspunk-te einbezogen werden müssen.

Welche Auswirkungen hat dies für Niedersachsen?

In Gebieten, in denen Satelliten- und Korrektursignale ungestört empfangen werden können (Gebiet von ca. 10 km Radius um eine Referenzstation), sind keine Aufnahmepunkte mehr einzurichten.

Die Einrichtung und Unterhaltung einzelner AP (LS 100) ist nur noch dann vorzunehmen, wenn satellitengestützte Vermessungsverfahren nur mit erheblichem Aufwand eingesetzt werden können (z.B. dicht bebaute Ortslagen). Aus wirtschaftlichen Gründen können projektbezogene Vermessungspunkte (keine AP) eingerichtet werden.

Werden für eine Liegenschaftsvermessung nur temporäre Aufnahmepunkte bestimmt, wird auch auf deren dauerhafte Vermarkung, Sicherung und Einmessung verzichtet. Eine vorübergehende Kennzeichnung bis zum Schluss der Vermessungsarbeiten ist möglich, wenn sich weitere örtliche Arbeiten mit herkömmlichen Verfahren anschließen.

Auf die Einrichtung von neuen 2-AP-Systemen (LS 099) ist ab sofort zu verzichten.

Vorhandene AP im Lagestatus 050-098 und 099/200 sind bei jeder sich bietenden Gelegenheit in den Lagestatus 100 zu überführen.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass die Forderung nach flächendeckender und flächenhafter Einrichtung und Erhaltung des AP-Feldes sowie die Anforderungen an die Vermarkung und Sicherung von AP vor dem Hintergrund von SA*POS*® neu zu überdenken sind. Der zukünftige Bedarf an AP ist in Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten differenziert zu beurteilen. In Gebieten, in denen das GPS-Verfahren nicht wirtschaftlich einsetzbar ist, gelten die fachlichen Anforderungen des Festpunktfelderlasses weiter. Ansonsten kann der Vermarkungs- und Sicherungsaufwand eingeschränkt werden oder ganz entfallen.

Mit dem Einsatz von SA*POS*® im Liegenschaftskataster sowie der Einrichtung neuer spannungsfreier und hochgenauer Festpunktfelder (ETRS 89) werden sich aber künftig wesentliche Vereinfachungen bei den Vermessungsarbeiten ergeben.

Dr. Winter: SA*POS*®-Einsatz, national

Die einheitliche Entwicklung von SA*POS*® in der Bundesrepublik Deutschland wird im wesentlichen durch die Arbeit der Expertengruppe GPS-Referenzstationen (EG GPS-RS) im Arbeitskreis Grundlagenvermessung der AdV gewährleistet. In der EG GPS-RS sind die 16 Bundesländer, die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) und das Amt für Militärisches Geowesen (AMilGeo) vertreten.

Seit 1994 wurden in 25 Sitzungen wesentliche Themen der Verfahrensentwicklung von SA*POS*® behandelt und zumeist einstimmig beschlossen: Als Beispiele mögen die Aufgabenstellungen von temporären Projektgruppen der EG GPS-RS gelten, die sich z.B. mit Schnittstellen, Format RTCM-AdV, Frequenzplanung, GSM-Anbindung, Mailbox, Internet, Vernetzung, Qualitätssicherung / Antennenphasenexzentrizitäten, SA*POS*® für Meteorologie und Entgelten / Gebühren befassten.

Die EG GPS-RS hat zwei Zwischenberichte (1995 und 1998) vorgelegt und zwei SA*POS*®-Symposien (Hamburg 1998 und Berlin 1999) durchgeführt. Das 3. SA*POS*®-Symposium ist im Jahre 2000 in München geplant.

Einen guten Überblick über die SA*POS*®-Aktivitäten in den Bundesländern gestatten die beiden Graphiken *Abb. 2:* SA*POS*®-Referenzstationen und *Abb. 3:* SA*POS*®-2m-Funksender. Alle Bundesländer unternehmen zur Zeit verstärkte Anstrengungen, um möglichst bis zu den Jahren 2000 bzw. 2001 eine flächendeckende Versorgung mit SA*POS*® zu erreichen. Einige Bundesländer haben bereits flächendeckend Referenzstationen eingerichtet. Im Bundesdurchschnitt sind zur Zeit 70 % der vorgesehenen Referenzstationen vorhanden.

Im Einzelnen lassen sich die Aktivitäten der Bundesländer mit Stand von Juni 1999 wie folgt kennzeichnen:

Abb. 2: SAPOS®-Referenzstationen (Stand: Juni 1999)

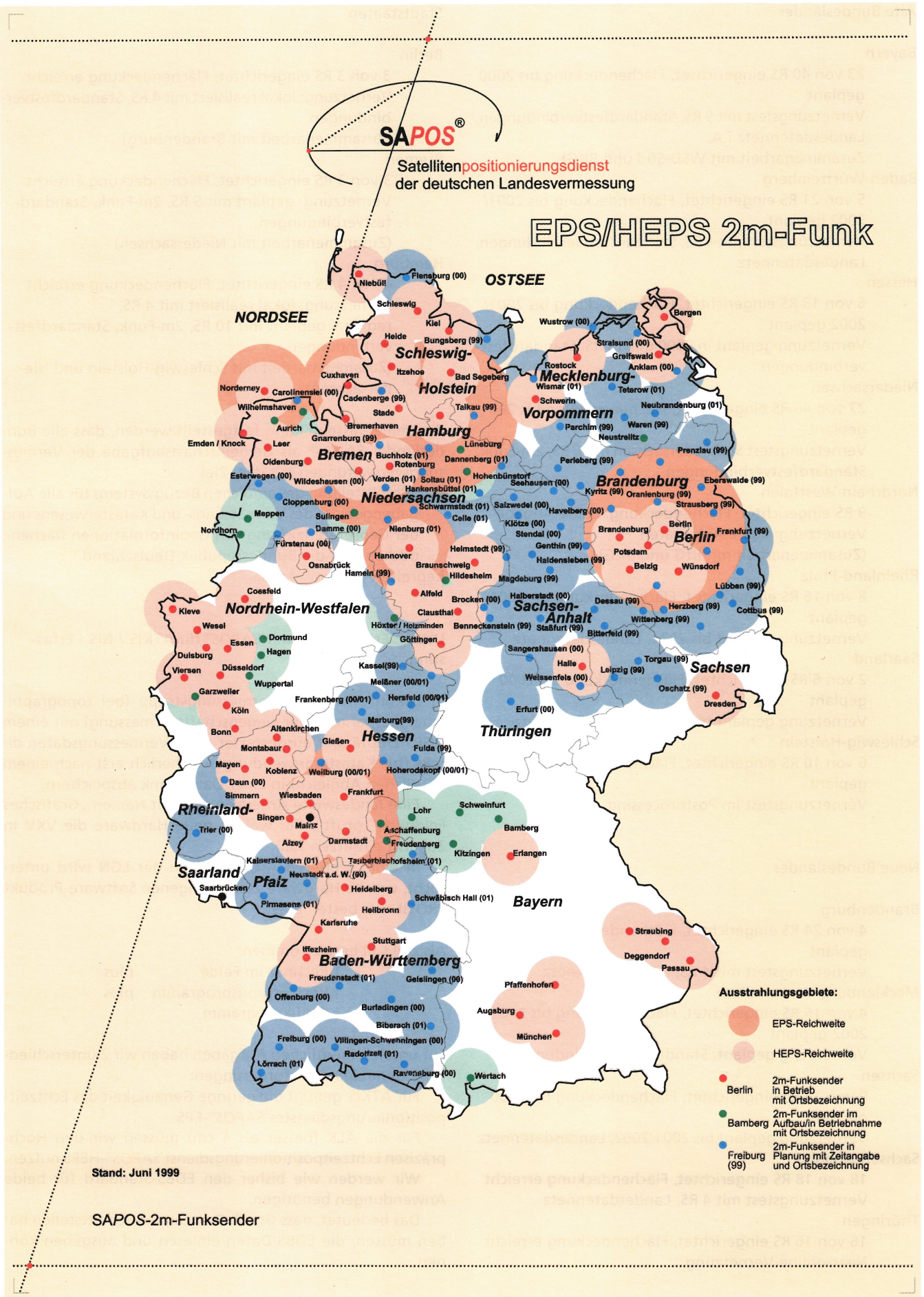


Abb. 3: SAPOS®-2m-Funksender (Stand: Juni 1999)

Alte Bundesländer

Bayern
23 von 40 RS eingerichtet, Flächendeckung bis 2000 geplant
Vernetzungstest mit 9 RS, Standardfestverbindungen, Landesdatennetz i.A.
Zusammenarbeit mit WSD-Süd und BKG)

Baden-Württemberg
5 von 21 RS eingerichtet, Flächendeckung bis 2001/ 2002 geplant
Vernetzungstest mit 4 RS, Standardfestverbindungen, Landesdatennetz

Hessen
6 von 13 RS eingerichtet, Flächendeckung bis 2001/ 2002 geplant
Vernetzung geplant in 2000 mit 13 RS, Standardfestverbindungen

Niedersachsen
27 von 40 RS eingerichtet, Flächendeckung bis 2001 geplant
Vernetzungstest Südniedersachsen mit 6 RS, 2m-Funk, Standardfestverbindungen

Nordrhein-Westfalen
9 RS eingerichtet, Flächendeckung: keine Angabe
Vernetzung: keine Aktivitäten
(Zusammenarbeit mit BfG und BKG)

Rheinland-Pfalz
8 von 16 RS eingerichtet, Flächendeckung bis 2001 geplant
Vernetzung geplant bis 2001, Landesdatennetz

Saarland
2 von 6 RS eingerichtet, Flächendeckung bis 2000 geplant
Vernetzung geplant bis 2000, Landesdatennetz

Schleswig-Holstein
6 von 10 RS eingerichtet, Flächendeckung bis 2000 geplant
Vernetzungstest im Postprocessing

Neue Bundesländer

Brandenburg
4 von 24 RS eingerichtet, Flächendeckung bis 2001 geplant
Vernetzungstest mit 4 RS, Landesdatennetz

Mecklenburg-Vorpommern
4 von 15 RS eingerichtet, Flächendeckung bis 2001/ 2002 geplant
Vernetzung geplant, Standardfestverbindungen

Sachsen
9 von 12 RS eingerichtet, Flächendeckung bis 2000 geplant
Vernetzung geplant bis 2001/2002, Landesdatennetz

Sachsen-Anhalt
18 von 18 RS eingerichtet, Flächendeckung erreicht
Vernetzungstest mit 4 RS, Landesdatennetz

Thüringen
16 von 16 RS eingerichtet, Flächendeckung erreicht
Near-online-Vernetzung

Stadtstaaten

Berlin
3 von 3 RS eingerichtet, Flächendeckung erreicht
Vernetzung: lokal realisiert mit 4 RS, Standardfestverbindungen
(Zusammenarbeit mit Brandenburg)

Bremen
3 von 3 RS eingerichtet, Flächendeckung erreicht
Vernetzung: geplant mit 5 RS, 2m-Funk, Standardfestverbindungen
(Zusammenarbeit mit Niedersachsen)

Hamburg
4 von 4 RS eingerichtet, Flächendeckung erreicht
Vernetzung: lokal realisiert mit 4 RS,
regional geplant mit 10 RS, 2m-Funk, Standardfestverbindungen
(Zusammenarbeit mit Schleswig-Holstein und Niedersachsen)

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass alle Bundesländer SA*POS*® als Gemeinschaftsaufgabe der Vermessungsverwaltungen mit dem Ziel
„Bereitstellung des amtlichen Bezugssystems für alle Aufgabengebiete des Vermessungs- und Katasterwesens und der Georeferenzierung von Geoinformationen flächendeckend für die Bundesrepublik Deutschland"
begreifen und umsetzen.

Urban: Erfahrungen mit SA*POS*® für ATKIS / GIS - Erfassung

In Zukunft wird der Vermessungstrupp (bei topographischer Aufnahme oder Liegenschaftsvermessung) mit *einem* DGPS-Empfänger ausgestattet seine Vermessungsdaten direkt (für Katasteranwendungen sicherlich erst nach einem häuslichen Abgleich) in einer Datenbank abspeichern.

Eine landesweite Arbeitsgruppe mit Namen „Grafisches Feldbuch" prüft z.Zt., welche neue Hardware die VKV in Zukunft einsetzen soll.

In einer weiteren Arbeitsgruppe der LGN wird untersucht, welche Hardware zu dem eigenen Software-Produkt PROFIL am besten passt.

Als Ziel soll herauskommen:

1 Rechner im Felde	plus
1 Vermessungsprogramm	plus
1 Grafikprogramm	

Für unsere eigentlichen Aufgaben haben wir 2 unterschiedliche Genauigkeitsanforderungen:

Für ATKIS genügt die geringe Genauigkeit des Echtzeitpositionierungsdienstes SA*POS*®-EPS.

Für die ALK (besser als 4 cm) müssen wir den Hochpräzisen Echtzeitpositionierungsdienst SA*POS*®-HEPS nutzen.

Wir werden wie bisher den EDBS-Standard für beide Anwendungen benötigen.

Das bedeutet, dass Grafik-Programme Schnittstellen haben müssen, die EDBS-Daten einlesen und ausgeben können.

Die von uns untersuchten Programme weisen dort ihre Probleme auf. Wir kennen keine Software, die im Moment fehlerfrei ist. Die meisten Grafik-Programm-Anbieter sind aber sehr kooperativ und gehen schnell auf unsere Änderungswünsche ein.

Im Hause wurden drei Grafikprogramme untersucht; keines der Programme genügt allen wichtigen Anforderungen.

Für eine zukünftige GPS-Eingangsschnittstelle, die universell einsetzbar ist, werden die Software-Hersteller noch einiges für uns tun müssen.

Als Fazit ist festzuhalten:

- Es ist kein für uns komplett geeignetes GIS vorhanden.
- Alle Hersteller warten auf die Formulierung unserer Anforderungen.
- Grafisches Feldbuch und neue Feldrechner sind zu integrieren.

Vorführungen

Während der Vortragsreihe wurde den Teilnehmern die Möglichkeit geboten,

- die SA*POS*®-Referenzstation Hannover mit dem Vernetzungsrechner für die Testmasche Südniedersachsen zu besichtigen,
- an SA*POS*®-RTK-Testmessungen mit TRIMBLE-Empfängern und Spezialrucksack teilzunehmen und
- die Überwachungs- und Steuerungszentrale für die Referenzstationen im Lande, sowie die Datenarchivierung kennen zu lernen.

Raumbezugssysteme der Zukunft, Ausblick und Abschlussdiskussion

Herr Draken dankte den Referenten für die gelungenen Beiträge und den Teilnehmern dieser Veranstaltung für das rege Interesse und die Beteiligung an den Diskussionen.

In der Veranstaltung wurde deutlich, dass die GPS-Technologie und speziell die Nutzung der SA*POS*®-Referenzstationen aus der Praxis der Lagevermessung nicht mehr wegzudenken sind. Ab Ende 2001 (nach Einrichtung der geplanten Stationen und Lösung noch bestehender Detailprobleme wie Vernetzung und verbesserte Kommunikation) wird SA*POS*® landesweit nutzbar sein und eine grundlegende Änderung der heutigen Struktur des Lagefestpunktfeldes (TP und AP) ermöglichen.

Noch nicht zu überblicken ist, in wie weit SA*POS*® auch die Arbeiten und die Strukturen im Höhen- und Schwerefestpunktfeld beeinflussen wird. Hier sind zunächst weitere technische Entwicklungen und Ergebnisse von z.Zt. laufenden Projekten, wie z.B. „NN-SAT" abzuwarten. Von „NN-SAT", das die Technische Universität Dresden in Zusammenarbeit mit der LGN durchführt, werden in 2 bis 3 Jahren Erkenntnisse über einen zukünftigen GPS-Einsatz im Höhenfestpunktfeld erwartet.

SA*POS*® in Niedersachsen – Konzept, Technik und Realisierung

– Überarbeiteter Vortrag anlässlich der Fortbildungsveranstaltung 3/1999 –

Von Cord-Hinrich Jahn, Volker Wegener und Uwe Feldmann-Westendorff

1 Einleitung

Der Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessung (SA*POS*®) befindet sich in allen Bundesländern mit Hochdruck im Aufbau. Für das Land Niedersachsen sind die Weichen 1998 durch einen Erlass des MI (MI 1998) klar gestellt worden, so dass SA*POS*® Ende 2001 in einem vernetzten Regelbetrieb von allen Nutzern flächendeckend verwendet werden kann. Die notwendigen Konzepte, technischen Voraussetzungen und bisherigen Realisierungen werden im vorliegenden Bericht dargestellt.

2 Das Produkt SA*POS*®

SA*POS*® ist ein Gemeinschaftsprodukt der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) und damit ein über die Ländergrenzen hinaus reichender Positionierungsdienst [Rossol 1996, Hankemeier u.a. 1998]. SA*POS*® bietet den Nutzern vier unterschiedliche Dienste an, die sich einerseits durch ihre Genauigkeitsbereiche, andererseits durch ihre Echtzeitfähigkeit unterscheiden und wie folgt unterteilt werden:

EPS Echtzeitpositionierungs-Service
Genauigkeit 1-3 m; echtzeitfähige Anwendungen

HEPS Hochpräziser Echtzeitpositionierungs-Service
Genauigkeit 1-5 cm; echtzeitfähige Anwendungen

GPPS Geodätischer Präziser Positionierungs-Service
Genauigkeit 1 cm; quasi-echtzeitfähige Anwendungen

GHPS Geodätischer Hochpräziser Positionierungs-Service
Genauigkeit < 1 cm; post-processing Anwendungen.

Die Meilensteine in der Entwicklung dieses Dienstes reichen bis in das Jahr 1994 zurück, als die AdV eine Expertengruppe mit der Konzeptionierung dieses Positionierungsdienstes beauftragt hat. In der Zwischenzeit wurden bundeseinheitliche Entgeltregelungen beschlossen, SA*POS*® als Schutzmarke eingetragen, Hard- und Software Entwicklungen unterstützt sowie zwei Symposien für und mit SA*POS*®-Kunden durchgeführt.

Die Entwicklungen von SA*POS*® in Niedersachsen wurden nachhaltig durch das Projekt HPPS (Jahn 1996, 1997) beeinflusst, in dem personelle und finanzielle Ressourcen für Entwicklungsarbeiten, insbesondere im Hinblick auf eine cm-genaue Lösung, genutzt werden konnten.

3 Das SA*POS*®-Konzept für Niedersachsen

Die LGN erhielt im Mai 1996 durch das Niedersächsische Innenministerium (MI) den Auftrag, den Einsatz von Satellitentechnologie im Lande zu koordinieren. Dabei sollte der SA*POS*®-EPS-Dienst sofort, der HEPS-Dienst mittelfristig, bei aktueller Anforderung auch kurzfristig, eingerichtet werden.

Mit Erlass des MI vom September 1998 wurde die LGN aufgefordert 40 SA*POS*®-Referenzstationen in den Jahren 1998 bis 2001 flächendeckend in Niedersachsen aufzubauen. Eine Übersicht über die Standorte der einzelnen Stationen ist in Abbildung 1 gegeben.

Abbildung 1 zeigt die zeitliche Abfolge für Einrichtung und Aufbau der Referenzstationen. Die Radien um die Stationen sind Richtwerte, innerhalb derer eine sichere Mehrdeutigkeitslösung bei störungsfreien Daten, andererseits Korrekturdatenverfügbarkeit über Funk mit einer hohen Wahrscheinlichkeit vorhanden sein sollte (vgl. Kap. 3.2). Eine weitere Station ist in Hannover als redundante Station für Zwecke des Monitoring im Aufbau, so dass insgesamt 41 Stationen in Betrieb gehen werden.

Ab dem Jahr 2002 soll SA*POS*® im Regelbetrieb arbeiten, wobei die Stationen zentral und flächendeckend zu vernetzen sind. Innerhalb der Aufbauphase besteht weiterhin die Anforderung an eine weitgehende Standardisierung, um besonders ältere Stationen mit neuer Technik auszustatten.

3.1 Runder Tisch SA*POS*®

Die LGN hat auf der Grundlage dieser neuen Aufgaben einen „runden Tisch SA*POS*®" gegründet, der sich aus Mitarbeitern verschiedener Abteilungen zusammensetzt und folgende Projektgruppen beinhaltet:

- *Einrichtung von* SA*POS*®*-Referenzstationen*
- SA*POS*®*-Kommunikation*
- SA*POS*®*-Vernetzung*
- SA*POS*®-Aus- und Fortbildung
- GPS-Koordinierung in der Landesverwaltung
- SA*POS*®*-Qualitätssicherung*
- Übergang zwischen ETRF 89 und LS 100
- *Katasteranwendungen*
- Anwendungen externer Nutzer / Marketing
- Festpunktfelder / Vorschriften.

Das Aufgabenspektrum dieser Projektgruppen kann in die-

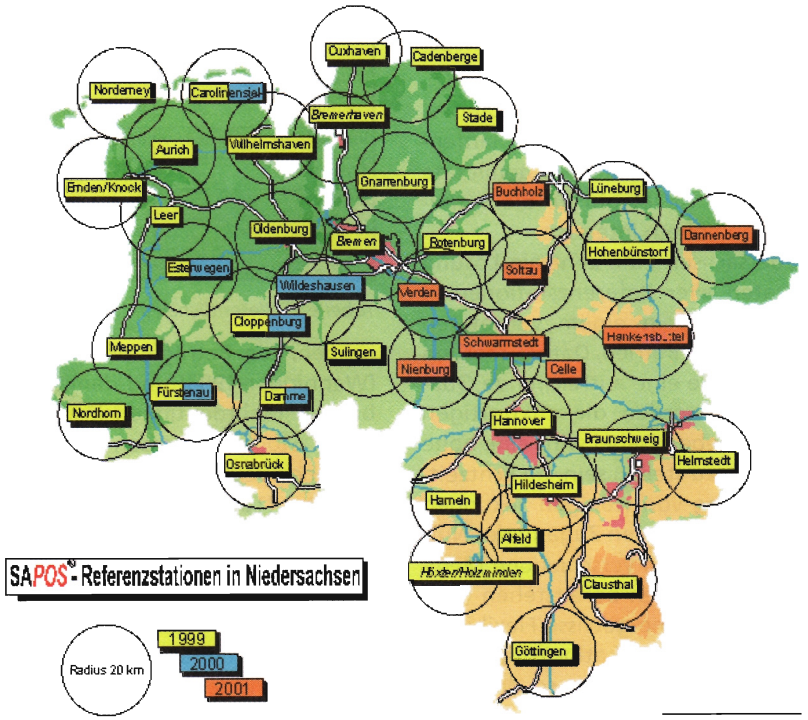


Abbildung 1: Aufbau von SAPOS®-Referenzstationen in den Jahren 1998 bis 2001

sem Artikel nur für die kursiv unterlegten Bereiche vertieft vorgestellt werden, wobei die Abschnitte *Einrichtung von Referenzstationen* und *Katasteranwendungen* in den Kapiteln 4 und 5 zu finden sind. Für die übrigen Projektgruppen sollen an dieser Stelle wenigstens die Zielsetzungen vorgestellt werden, wobei Übergänge zwischen ETRF 89 und LS 100 im Artikel von M. Strerath im vorliegenden Heft detailliert beschrieben sind:

- Im Bereich *Aus- und Fortbildung* soll ein bedarfsgerechtes und zielgerichtetes Ausbildungskonzept erstellt werden, um neben den eigenen Mitarbeitern auch Fachkollegen weiterzubilden.
- Unter der Überschrift *GPS-Koordinierung in der Landesverwaltung* werden Möglichkeiten erarbeitet, um die Koordinierungsaufgabe der LGN weiter zu verbessern.
- Zur Umsetzung des AdV-Beschlusses über die Einführung des *ETRS 89* wurde eine weitere Projektgruppe gebildet, die Strategien zur Umsetzung entwickeln soll.
- Der zunehmenden Nachfrage nach GPS-Daten und –Anwendungen soll die Projektgruppe *Anwendung externer Nutzer / Marketing* gerecht werden, die weiterhin Zusammenhänge zwischen GPS und GIS aufzeigen und Wege zur gemeinsamen Lösung vorgeben soll.
- Die neuen Satellitenverfahren und Entwicklungen im Festpunktfeldbereich müssen ihren Niederschlag auch in aktualisierten *Verwaltungsvorschriften* finden.

3.2 Kommunikation innerhalb des SAPOS®-Dienstes

Der Austausch bzw. die Übermittlung von GPS-Daten kann in vielfältiger Weise erfolgen. Neben den klassischen Medien (Diskette, CD ...) stehen das Standleitungsnetz der VKV oder das allgemeine Telefonnetz (analog, digital) zur Verfügung. *Standardfestverbindungen* zwischen zwei Punkten oder Computernetze (Internet, Intranet) sind weitere verfügbare Medien. *Mobilfunk*netzbetreiber (D1, D2, E) stellen Netze mit hoher Flächendeckung zur Verfügung, bei denen Punkt-zu-Punkt Verbindungen hergestellt werden können, während über Bündelfunk (analog, digital) oder *Betriebsfunk*techniken (2m-Band) eine unbegrenzte Anzahl von Nutzern erreicht werden kann. Zukunftsrelevante digitale Medien (DAB, DVB-T,...) oder über das Stromnetz realisierte Übertragungstechniken sind entweder bis heute nicht flächendeckend vorhanden oder befinden sich gerade erst im Entwicklungsstadium. Für die Anwendung im SAPOS® sind gegenwärtig drei Verfahren von hohem Interesse, die kurz vorgestellt werden sollen.

Standardfestverbindungen sind Punkt-zu-Punkt-Verbindungen (Möglichkeit der Bidirektionalität), die für einen speziellen Anwender zur Verfügung stehen. Sie lassen sich mit unterschiedlichen Kapazitäten mieten (unterschiedliche Kosten) und werden meistens durch die Telekom als Monopolist angeboten, die damit allerdings für Wartung und Support verantwortlich ist. Dieses sichere und störungsfreie Medium ist insgesamt ein sehr interessantes Verfahren für einen Dienstanbieter (Vernetzung), auch wenn es laufende Kosten verursacht.

Mobilfunk (*GSM*, Global System for Mobile Communication oder zukünftig *UTMS*, Universal Mobile Telecommunication System) stellt ebenfalls Punkt-zu-Punkt-Verbindungen (Möglichkeit der Bidirektionalität) zwischen zwei Teilnehmern her und zeichnet sich durch gute bis sehr gute Netzabdeckung der einzelnen Anbieter aus. Hohe Sicherheit und technischer Stand lassen dieses Medium für Nutzer recht interessant erscheinen, wobei ein Dauerbetrieb aufgrund der Nutzungskosten eher unwahrscheinlich erscheint.

Betriebsfunk ist eine unidirektionale Verbindung, bei der eine beliebige Anzahl von Nutzern erreicht werden kann. Durch die zugewiesenen Sendeleistungen (bei SAPOS® 10 Watt, in Ausnahmefällen 25 Watt) ist die Reichweite begrenzt, wobei über die Wahl geeigneter Sendestandorte und Antennenanlagen eine Optimierung erreicht werden

kann. Die AdV besitzt die Genehmigung für die exklusive Nutzung von 5 Frequenzen zur Übertragung von GPS-Korrekturdaten (160,23; 160,29; 160,31; 164,83; 164,89 MHz). Aufbau, Wartung und Betrieb obliegen den Landesvermessungen, wobei auf der Betreiberseite keine laufenden Kosten entstehen (ausgenommen bleiben gemietete Sendestandorte). Dieses Medium ist sowohl für die Betreiber als auch für die Nutzer von hohem Interesse.

Zukünftig wird in Niedersachsen eine **zentrale Lösung** aufgebaut, bei der die Daten aller Referenzstationen in Hannover zusammengeführt und in einem vernetzten Echtzeitbetrieb verarbeitet werden. Betrieb, Datensicherung und *Monitoring* des Systems sowie eine ausreichende Qualitätssicherung (vgl. Kap. 3.4) werden die zukünftigen Schwerpunkte des SA*POS*®-Betriebes. Dabei wird eine hohe Anforderung an das Datenalter zu stellen sein, da Echtzeitdaten lediglich eine Verzögerung von wenigen Sekunden erreichen dürfen. Neben einem optimalen Zugang der Nutzer zu den angebotenen Daten, sollen verschiedene Medien zur Verbreitung der Korrekturdaten bereitstehen (vorgesehen sind GSM und 2m-Band). Eine gewisse Flexibilität im Umgang mit Endgeräten (Kommunikation) darf aber auch vom Endverbraucher erwartet werden, so dass Entwicklungen auf diesem Sektor durch entsprechende Nachfrage unterstützt werden können.

Der SA*POS*®-Dienst eines Bundeslandes muss über ausreichende Überwachungsfunktionen verfügen (Monitoring), um Verfügbarkeit und Qualität der ausgesendeten Korrekturdaten sicherzustellen. Dieses Überwachen auf Vollständigkeit, Zuverlässigkeit und Störungen kann in unterschiedlicher Tiefe erfolgen und muss über ein durchgreifendes Melde- und Alarmsystem verfügen. So sollte die Zentrale vom Monitoringsystem, z.B. nach dem Ausfall eines 2m-Band-Senders nicht nur über dessen Ausfall informiert werden, sondern erkennen können, welche der beteiligten Komponenten betroffen ist, ob redundante Komponenten automatisch aktiviert werden müssen, Servicepersonal anzufordern ist oder Nutzerinformationen bereitgestellt werden sollen. Hierbei lassen sich verschiedene Formen von Melde- und Aktionsformen finden, die in der LGN z.Z. untersucht werden.

3.3 Vernetzung von Referenzstationen

Im GPS-Fehlerhaushalt unterscheidet man einerseits in absolute und relative sowie in stations- (dunkelgrau unterlegt) und entfernungsabhängige (hellgrau unterlegt) Einflüsse, deren Beträge in Tabelle 1 zusammengestellt sind. Bei der weiteren Betrachtung wird der absolute Fehlereinfluss nicht weiter berücksichtigt, weil GPS im SA*POS*®-Einsatz als relatives Messverfahren Verwendung findet.

Entfernungsabhängige Fehler können erhebliche Einflüsse auf Positionierungen innerhalb der Referenzstationsnetze erlangen. Bedingt durch die Abstände der Referenzstationen innerhalb dieser Netze kommt es beim Anschluss von Mobilstationen oft zu größeren Punktabständen, wodurch die Wirkung entfernungsabhängiger Fehler verstärkt wird. Beispielhaft sollen dabei die Einflüsse der Ionosphäre betrachtet werden, die erhebliche Auswirkungen (vgl. Tabelle 1) auf die relative Positionierung haben können.

Im Dezember 1991 wurden in Niedersachsen GPS-Messungen im TP-Feld durchgeführt. Die Auswertungen zeigten stärkere Beeinträchtigungen durch ionosphärische Störungen, die Beträge zwischen 2 und 13 ppm erreichten (Wanninger 1993) und damit teilweise zu Schwierigkeiten bei der Mehrdeutigkeitslösung führten. Art und Umfang dieser Störungen lassen sich aus den Daten der Referenzstationen beurteilen, wenn die Veränderung des Elektronengehaltes (Total Electron Content, TEC) über der Tageszeit dargestellt wird, der ein Maß für die Anzahl freier Elektronen in einer Säule längst des Signalweges mit einer Grundfläche von 1 m² ist. Tages- und jahreszeitliche Variationen sowie breitenabhängige Veränderungen werden indirekt durch die Aktivitäten der Sonne hervorgerufen, die einem etwa 11-jährigen Zyklus unterliegen.

Fehlerquelle	Absoluter Einfluss	Relativer Einfluss
Satellitenbahn	5 ... 50 m	0,2... 2 ppm
Satellitenuhr	5 ... 100 m	0,0 ppm
Ionosphäre	0,5 ... > 100 m	1 ... 50 ppm
Troposphäre	0.01 ... 0,5 m	bis 3 ppm
Multipath Code	m	m
Multipath Phase	mm ... cm	mm ... cm
Antenne	mm	mm ... cm

Tabelle 1: Wesentliche Faktoren des GPS-Fehlerhaushaltes

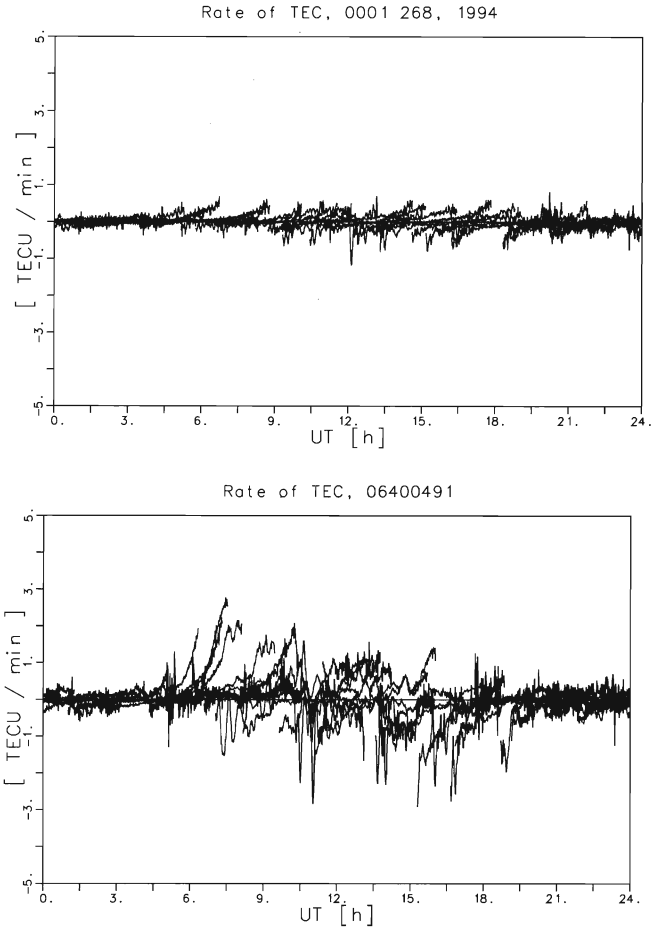


Abbildung 2a und 2b: Einflüsse der ungestörten (a) und der gestörten Ionosphäre (b) auf GPS-Phasendaten

Die Abbildungen 2a und 2b zeigen eine ungestörte und eine gestörte Ionosphäre am Beispiel der Veränderungen des TEC (Rate of TEC, RoT). Die Analysen dieser Daten ergeben für Verfahren des Postprocessing wertvolle Hinweise auf ionosphärische Störungen, erlauben andererseits aber für Echtzeitverfahren keine Vorhersagemöglichkeit.
Die GPS-Phasendaten lassen sich bei Echtzeitanwendungen

hinsichtlich der darin enthaltenen ionosphärischen, aber auch weiterer entfernungsabhängiger Fehler direkt analysieren, um durch Bildung geeigneter Korrekturmodelle die aufgetretenen Einflüsse zu verringern bzw. zu beseitigen. Diese Berechnung von Modellen wird heute als **Vernetzung** bezeichnet. Auf der Grundlage von Zusatzbedingungen (Koordinaten der Referenzstationen sind hochgenau bekannt) werden die Mehrdeutigkeiten im Multistationsnetz berechnet und festgesetzt, so dass die GPS-Beobachtungsgleichung anschließend nur noch die Anteile entfernungs- sowie stationsabhängiger Fehler enthält. Trennt man die entfernungsabhängigen Fehler nun nach ionosphärischen und geometrischen Einflüssen, so lassen sich daraus die Parameter eines Flächenpolynoms, wie in Abbildung 3 dargestellt, bestimmen (Flächenkorrekturparameter: FKP), das bei vollständiger Modellierung die Entfernungsabhängigkeit beseitigt und eine entfernungsunabhängige Positionierung ermöglicht.

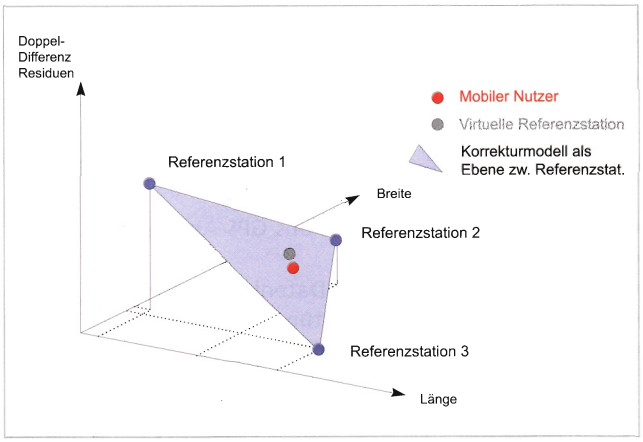


Abbildung 3: Vernetzung von GPS-Referenzstationen

Die Bildung einfacher Flächenpolynome ist nach Wübbena und Bagge (1999) in regionalen Netzen ausreichend. Wanninger (1999) beschreibt die Auswirkung spezieller ionosphärischer Störungen in regionalen Netzen und empfiehlt Referenzstationsabstände bis maximal 50 km. In Niedersachsen wurde bereits frühzeitig mit einem Stationsabstand von etwa 50 km gearbeitet, dessen Betrag eines der Ergebnisse des HPPS-Projektes war (Jahn 1996).

In Südniedersachsen befinden sich Mitte 1999 sechs Referenzstationen (vgl. Abbildung 4) in einem vernetzten Dauerbetrieb (Erweiterung auf 9 Stationen bis Ende 1999). Dessen Daten werden überwiegend per Funk in Hannover gesammelt, in Echtzeit verarbeitet und mit dem Programmsystem GNNET (Geo++ 1998) vernetzt. Die berechneten FKP werden sodann über den 2m-Band-Sender Hannover ausgestrahlt (Abgabe über GSM ebenfalls realisiert). Die an der Vernetzung beteiligten Stationen empfangen diese Parameter und strahlen sie ebenfalls wieder ab. Diese Umsetzung ist erlaubt, da die Ebenenparameter zunächst ortsunabhängig sind und damit Gültigkeit für das Gebiet aller beteiligter Vernetzungsstationen besitzen.

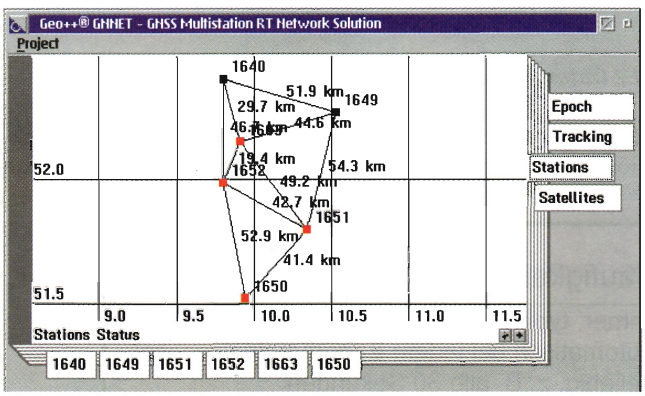


Abbildung 4: Multistationsnetz des Vernetzungsgebiets Südniedersachsen

Die Individualisierung bezüglich einer Mobilstation erfolgt im Felde auf der Grundlage der Näherungskoordinaten des Rovers. Mittels dieser Koordinaten werden die zugehörigen Korrekturparameter aus dem Flächenpolynom ermittelt und zur Korrektur (Korrektion 2. Art) der RTCM-Korrekturwerte verwendet. Diese lassen sich dann in einem Rover zukünftig zur entfernungsunabhängigen Positionierung verwenden.

Ergebnisse aus Vernetzungstests zeigen eine Genauigkeitssteigerung bei der Punktbestimmung, sowie eine Beschleunigung bei der Initialisierung (Festsetzungszeit der Mehrdeutigkeiten). In den Abbildungen 5a und 5b sind die Abweichungen zwischen Vernetzungsergebnissen und zugehörigen Sollkoordinaten für Entfernungen von 15 und 40 km Abstand zur Referenzstation dargestellt. Die Sollkoordinate ist jeweils mit einem Radius von 1 cm markiert. Bei der Lösung über 15 km Abstand liegen sämtliche Vernetzungskoordinaten innerhalb des Streukreises, wobei die Einzellösung eine Initialisierungszeit von etwa 60 Sekunden benötigte. Die mittleren Abweichungen des 40 km entfernten Punktes zur Sollkoordinate betrugen etwa 2,3 cm bei Initialisierungszeiten von 90 – 120 Sekunden.

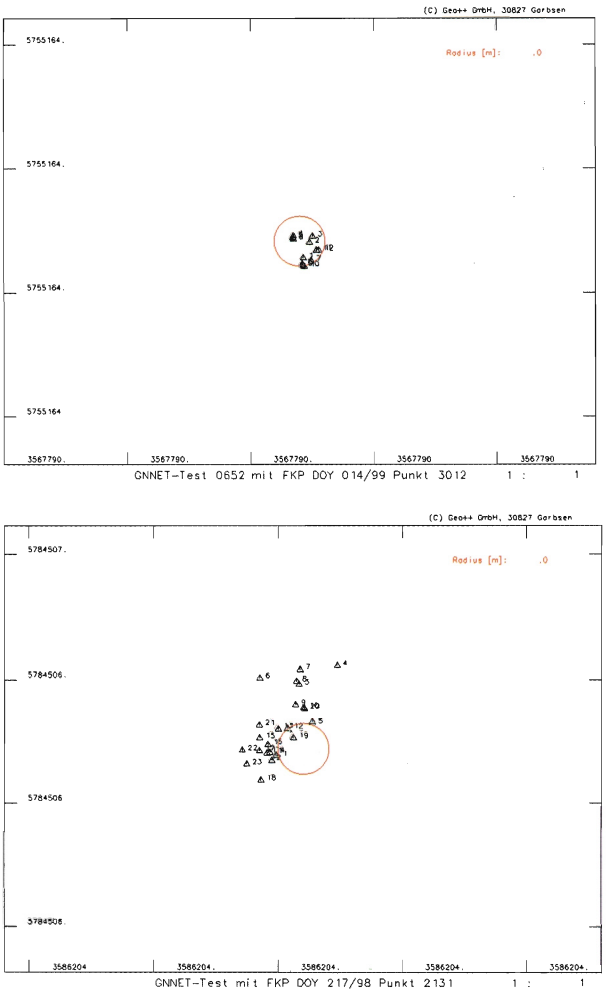


Abbildung 5a und 5b: Ergebnisse aus dem Vernetzungsgebiet Südniedersachsen

Diese Ergebnisse zeigen den hohen Wirkungsgrad der Vernetzung, wobei nicht verschwiegen werden soll, dass das Gesamtsystem noch nicht operationell im Einsatz ist. Zur Zeit werden Verbesserungen an der Langzeitstabilität der Software vorgenommen, Kommunikationswege verbessert, Roverfunktionalitäten geschaffen und stationsabhängige Einflüsse beseitigt. Erst wenn diese Effekte vollständig eliminiert sind, kann eine optimierte Vernetzung erfolgen. Unmodellierbare Effekte in den Daten oder eingeschränkte Satellitenkonstellationen sind allerdings durch eine Vernetzung nicht zu beseitigen und werden auch weiterhin zu gewissen Zeiten keine optimalen Ergebnisse liefern. Satellitensichtbarkeiten und Zuverlässigkeiten werden zukünftig durch weitere SatNav-Systeme (GLONASS, Galileo) erhebliche Verbesserungen erzielen.

3.4 Aktuelle Aspekte der Qualitätssicherung

SA*POS*® muss neben den reinen Satellitendaten auch einen entsprechenden Qualitätsstandard zur Verfügung stellen. Dieses gilt um so mehr, als zukünftige Referenzsysteme immer mehr auf der Basis von SatNav-Systemen beruhen, und damit immer weniger vermarkte Festpunkte verfügbar sind. Ein derartiges aktives Bezugssystem stellt seinen Nutzern ständig aktuelle Korrekturdaten und damit einen aktuelle Zustand des Systems zur Verfügung. Es ist also notwendig, dass dieses System kontinuierlich überwacht und in gewissen Grenzen gültig erklärt – validiert – wird. Hiermit verbindet man auch eine gewisse Rechtssicherheit, da die Daten zukünftig auch für Liegenschaftsvermessungen Verwendung finden werden.

Derzeit werden in der LGN automatisierte Rechenprozesse entwickelt, um die Daten der Referenzstationen kontinuierlich auszuwerten. Dazu müssen die GPS-Messungen der Stationen, nach nächtlicher Übertragung in die Zentrale und Speicherung im Datenserver, als Netzlösung berechnet und mit den Sollkoordinaten verglichen werden. Neben der reinen GPS-Auswertung können in dieses System zukünftig auch Deformationsuntersuchungen einbezogen werden, um Langzeitaussagen vornehmen zu können (dieses Thema wird z.Zt. am Geodätischen Institut der UNI Hannover in Zusammenarbeit mit der LGN im Rahmen einer Diplomarbeit untersucht).

Da GPS-Korrekturdaten über verschiedene Kommunikationsmedien zur Verfügung stehen werden, ist es notwendig, dass die Verfügbarkeit dieser Daten im Lande kontinuierlich überprüft wird. Ein solches Monitoring der Korrekturdaten kann auch als Nachweis dienen, dass diese Daten abgestrahlt worden sind. In einem ersten Schritt wird die Verfügbarkeit von 2m-Band Korrekturdaten, wie in Abbildung 8 dargestellt, durch mobile Feldstärkemessungen untersucht.

Aktuelle Veränderungen am GPS- und Aufbau neuer SatNav-Systeme, Integration von neuen Hard- und Softwaremodulen sowie Fragen der Antennenkalibrierungen oder Fragen eines Nutzerinformationsdienstes sind weitere Bestandteile der Qualitätssicherung und werden derzeit in der LGN bearbeitet.

4 Technik und Realisierung

4.1 Die Referenzstationen

In Niedersachsen waren Ende 1998 21 +1 redundante SA*POS*®-Referenzstationen im Betrieb. In den Jahren 1999 bis 2001 stehen Mittel zur Beschaffung von 19 weiteren und zur Standardisierung der Vorhandenen bereit.

Die Referenzstationen werden in stabilen öffentlichen Gebäuden, auf denen nahezu Horizontfreiheit besteht und das GPS-Signal nicht gestört wird, eingerichtet. Für einen permanenten Betrieb sollte die Station möglichst jederzeit zugänglich sein. Die GPS-Antenne muss auf dem Dach sicher befestigt werden können und es muss ein Raum in der Nähe der Antenne vorhanden sein, in dem die Stationshardware sicher aufgebaut sowie ISDN- und Stromanschluss vorhanden sind bzw. installiert werden können.

Zur Hardwareausstattung einer Referenzstationen gehören:

- geodätischer 2-Frequenz-GPS-Empfänger mit 12 Kanälen und 2 Hz Echtzeitdatenausgabe
- 2-Frequenz-Permanentstations-GPS-Antenne
- Stationsrechner
- 2 ISDN-Hybridmodem zur Datenkommunikation
- ISDN-Adapter zur Fernwartung
- Unterbrechungsfreie Stromversorgung.

Die gesamte Hardware wird in einen 19-Zoll-Schrank eingebaut. Sofern sich das Gebäude auch als Standort für die Abgabe von Echtzeitkorrekturdaten über 2m-Funk eignet (die Sendeantenne hinreichend hoch aufgebaut werden kann), wird auch die 2m-Band-Sendeanlage mit in den Schrank eingebaut. Andernfalls wird ein externer Sendestandort gesucht und eine Standardfestverbindung zur Übertragung der Korrekturdaten dorthin geschaltet.

Die Rechnern arbeiten mit Windows NT als Betriebssystem. Hauptsoftwarekomponenten einer Station sind:

- GPS-Stationssoftware zur
  - Steuerung des GPS-Empfängers
  - Rohdatenübernahme
  - Kontrolle, Aufbereitung und Speicherung der Daten
  - Echtzeitkorrekturdatenabgabe
  - Vernetzungsparameteraufbereitung
- Abgabe und Abrechnung von Postprocessingdaten
- Fernwartesoftware.

4.2 Datenformate, Schnittstellen

Die Daten der SA*POS*®-Referenzstationen können multifunktional eingesetzt werden. Sie sind geeignet für vielfältige

Typ	Inhalt	Häufigkeit
1	Differentielle Korrekturen für Codemessungen	Immer, typischerweise einmal pro Sekunde
2	Delta-Korrekturen	Automatisch bei jedem Ephemeridenwechsel
3	Koordinate der Referenzstation	Beliebig, z. B. alle 30 Sekunden
16	Text, z. B. Stationsname	Beliebig, z. B. alle 5 Minuten

Tabelle 2: RTCM-Version 2.0 (EPS)

Aufgabenstellungen in der Kataster-, Ingenieur- und Landesvermessung, der Fahrzeugnavigation, der Luftfahrt und anderer Anwendungsgebiete. Um all diese Felder abdecken zu können, ist es unabdingbar, die Daten in GPS-Empfänger unabhängigen Formaten zur Verfügung zu stellen.

Im SA*POS*® wird für die Postprocessinganwendungen GPPS und GHPS das RINEX-Format (Gurtner 1994), für die Echtzeitdienste EPS und HEPS das RTCM-Format (RTCM Committee 1994) genutzt. Beide Formate haben sich international als Standard durchgesetzt und werden auch von allen namhaften GPS-Empfänger Herstellern unterstützt.

Die RINEX-Daten werden im ASCII-Format gespeichert. Es ist leicht möglich die Daten den individuellen Anforderungen anzupassen. So werden für Fluganwendungen 0,5 oder 1 Sekunden-, für Standardvermessungsaufgaben 5 oder 15 Sekunden-Datenintervalle generiert.

Typ	Inhalt	Häufigkeit
18	Trägerphasen Rohdaten	Immer, typischerweise einmal pro Sekunde (altern. Typ 20)
19	Codephasen Rohdaten	Immer, typischerweise einmal pro Sekunde (altern. Typ 21)
20	Trägerphasen Korrekturen	Immer, typischerweise einmal pro Sekunde (altern. Typ 18)
21	Codephasen Korrekturen	Immer, typischerweise einmal pro Sekunde (altern. Typ 19)
59	Nutzerdefinierte Daten	Beliebig

Tabelle 3: RTCM-Version 2.1 (HEPS)

Im Gegensatz zu RINEX ist das RTCM-Format binär, enthält eine Fehlererkennung wie sie auch von GPS genutzt wird und ist somit besser für Onlineübertragungen geeignet.

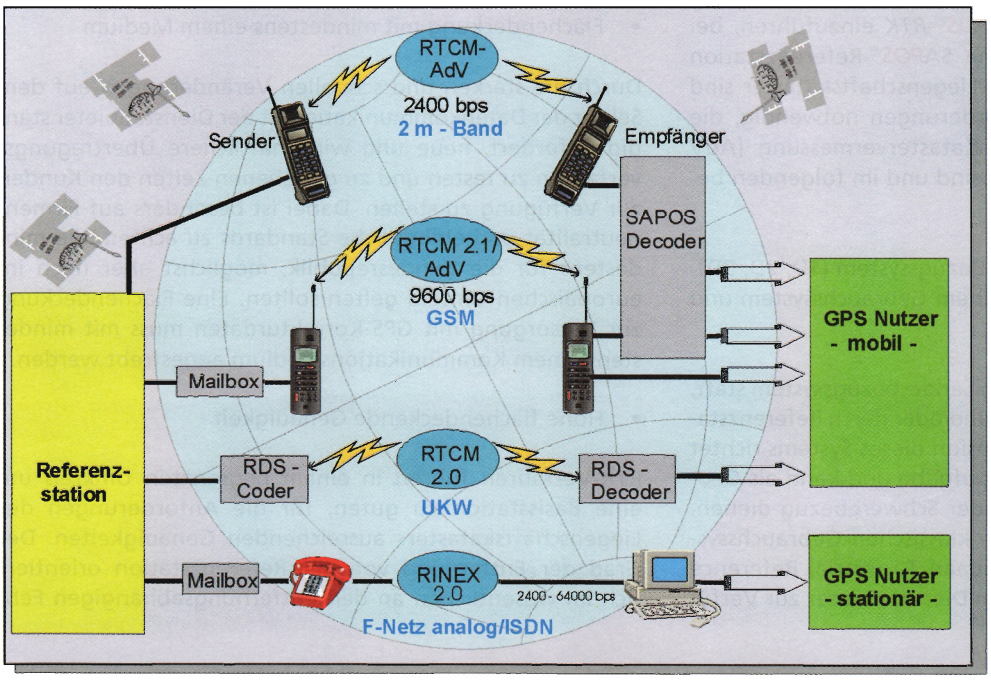
Die Version 2.1 ist eine Erweiterung der Version 2.0 um Phasendaten.

Ein RTCM 2.1-Datensatz hat einen Umfang von ca. 4800 Bit (bei 12 empfangenen Satelliten). Da auf dem Funkwege in den Anfangsjahren von SA*POS*® nur 2400 Bit/Sekunde übertragen werden konnten, wurde für den HEPS-Dienst das Format RTCM-AdV entwickelt. Es ermöglicht die Komprimierung eines kompletten Korrekturdatensatzes auf weniger als 2400 Bit, so dass die erforderliche Updaterate von einer Sekunde realisiert werden kann. Auf der Nutzerseite werden die Daten vom SA*POS*®-Decoder in das Format 2.1, Typen 20 und 21, gewandelt und an den GPS-Empfänger weitergegeben. Die bei der Vernetzung der Referenzstationen gerechneten Parameter werden bei Nutzung des SA*POS*®-Decoder ebenfalls im RTCM-AdV integriert.

4.3 Kommunikationsmedien

Durch die Übertragung von Daten werden DGPS-Anwendungen erst möglich. Auf dem Markt gibt es eine Vielzahl unterschiedlichster Medien, es ist eine rasante Marktentwicklung zu beobachten. Ständig werden Neu- und Weiterentwicklungen präsentiert, viele dieser Entwicklungen verschwinden aber auch wieder schnell. Aus der Masse der verschiedenen Medien müssen die geeigneten durch eine entsprechende Auswahl selektiert werden. Kriterien sind:

- die Übertragungsrate
- Echtzeitfähigkeit
- Reichweite
- Anzahl der Kommunikationskanäle
- Flächendeckung
- Datensicherheit
- Kosten (feste und laufende)
- Akzeptanz
- Dienst / Netzkompatibilität.



<Abb. 6: Grafik Kommunikationswege>

Nutzer können auf die Daten des SA*POS*®-Dienstes zur Zeit über eine ganze Reihe von Kommunikationskanälen zugreifen. Für Postprocessinganwendungen sind dies Festnetz, Mobilfunk (GSM), Datenträger und das Internet. Bei den Echtzeitanwendungen werden für EPS die Medien UKW (RASANT), Langwelle (ALF) und das 2m-Band, für HEPS das 2m-Band und Mobiltelefon eingesetzt.

Im HEPS-Dienst werden zwei Medien unterstützt, da beide eine Reihe individueller Vor- und Nachteile aufweisen:

Die Anwender des HEPS können, unter Berücksichtigung ihrer individuellen Situation, das für sie optimale Medium wählen.

Vorteile 2m-Band	Nachteile 2m-Band
Keine laufenden Gebühren	U. U. hohe Kosten für Sendestandorte
Unbegrenzte Nutzeranzahl	Flächendeckung schwierig zu erreichen
Unabhängig von öffentlichen Netzen	Teure Hardware
Reichweite wesentlich größer als bei 70 cm-Funk	Zur Zeit nur 2400 Bit/Sekunde
Echtzeitfähig	

Tabelle 4: 2m-Band

Vorteile GSM	Nachteile GSM
Hohe Übertragungsrate (9600 Bit/Sekunde)	Laufende Verbindungsgebühren
Weit verbreitet, hohe Akzeptanz	Begrenzte Nutzeranzahl
Weitgehend flächendeckend	
Echtzeitfähig, Dateiübertragung ist möglich	
Moderate Investitionskosten	

Tabelle 5: Mobilfunk (GSM)

5 SA*POS*® für Liegenschaftsvermessungen[1]

5.1 Anforderungen an SAPOS® aus der Sicht des Liegenschaftskatasters

Vermessungen im Liegenschaftskataster müssen auf der Grundlage geltender Vorschriften erfolgen. Sie sollen ein Höchstmaß an Wirtschaftlichkeit beinhalten und dabei den Anforderungen an Genauigkeit und Zuverlässigkeit unterliegen. Diese wenigen Grundsätze gelten für den Einsatz von GPS-Technik in gleicher Weise, da GPS-Verfahren im Kataster als reine Messverfahren Anwendung finden. In den letzten Jahren haben sich vermehrt RTK-Anwendungen durchgesetzt, die schnelle, flexible und genaue Ergebnisse in einem begrenzten Radius um eine Basisstation liefern. Die Nachteile dieses Verfahrens ergeben sich einerseits aus der Tatsache, dass für jeden Neupunkt zwei GPS-Empfänger (Basis und Rover) notwendig sind und andererseits die Überprüfung der Anschlußpunkte bestehen bleibt. Es ist deshalb nur konsequent von der klassischen RTK-Lösung abzugehen und ein SA*POS*®*-RTK* einzuführen, bei dem die Basisstation durch eine SA*POS*®-Referenzstation ersetzt wird. Zur Akzeptanz im Liegenschaftskataster sind allerdings eine Reihe von Anforderungen notwendig, die zum Teil der Expertengruppe Katastervermessung [AdV 1998a; AdV 1998b] entnommen sind und im folgenden beschrieben werden sollen.

- Grundlage ist das amtlichen Bezugssystem (1D, 2D, 3D)
- Übergänge zwischen klassischem Gebrauchssystem und ETRF 89 sind gegeben

Katastervermessungen finden im Landesbezugssystem statt, das durch vermarkte Festpunkte und/oder durch Referenzstationen realisiert wird. Die Dimension dieses Systems richtet sich dabei nach der jeweiligen Aufgabe und kann als Geobasis für einen Lage-, Höhen- oder Schwerebezug dienen. Die Übergänge zwischen dem/n klassischen Gebrauchssystem/en und dem ETRF 89 (European Terrestrial Reference Frame, Epoche 89.0) müssen vom Dienstanbieter zur Verfügung gestellt werden. Dieses kann in unterschiedlicher Weise durch Transformationsparameter, Parameter- oder Koordinatenansätze erfolgen [Jahn 1998].

- Flächendeckung mit Referenzstationen
- Flächendeckende und kontinuierliche Verfügbarkeit von Korrekturdaten

Der Einsatz von SA*POS*® im Liegenschaftskataster erfordert einen flächendeckenden Ausbau mit Referenzstationen. Die Daten müssen in standardisierter Form vorgehalten und SA*POS*®-Kunden zur Verfügung gestellt werden. Es bietet sich dabei an, dass diese Daten einmalig in einer Basisstruktur erzeugt werden (1 Hz Taktrate) und die Kunden durch eigene Anforderungsprofile individuelle Auszüge aus diesen Datenbanken erhalten. Für die jeweiligen Wünsche müssen diese Daten sowohl in Echtzeit, als auch für postprocessing-Aufgaben zur Verfügung stehen.

- Kostenbewusste variable Kommunikationsmedien
- Flächendeckung mit mindestens einem Medium

Durch die starken und schnellen Veränderungen auf dem Sektor der Datenkommunikation ist der Dienstanbieter ständig gefordert, neue und wirtschaftlichere Übertragungsverfahren zu testen und zu gegebenen Zeiten den Kunden zur Verfügung zu stellen. Dabei ist besonders auf Firmenneutralität und einheitliche Standards zu achten, die mindestens für die Bundesrepublik, möglichst aber noch im europäischen Umfeld gelten sollten. Eine Flächendeckung zur Versorgung mit GPS-Korrekturdaten muss mit mindestens einem Kommunikationsmedium angestrebt werden.

- Hohe flächendeckende Genauigkeit

RTK-Verfahren führen in einem begrenzten Umkreis um eine Basisstation zu guten, für die Anforderungen des Liegenschaftskatasters ausreichenden Genauigkeiten. Der Grad der Entfernung von der Referenzstation orientiert sich im wesentlichen an den entfernungsabhängigen Feh-

[1] Überarbeiteter Auszug aus dem Beitrag Cord-Hinrich Jahn und Uwe Feldmann-Westendorff: SA*POS*® für Liegenschaftsvermessungen, Tagungsband des 2. SA*POS*®-Symposiums, 9.-11.5.1999 in Berlin, S. 75-89

lern, von denen die Einflüsse der Ionosphäre die größten Auswirkungen haben können. Um diese Effekte zu verringern bzw. zu eliminieren, müssen die Restfehler modelliert und den Nutzern als Korrekturen zur Verfügung gestellt werden (Vernetzung von Referenzstationen). Bei guter Approximation des Modells an die Messwerte könnten den Nutzern Korrekturwerte übermittelt werden, die für das gesamte von den Referenzstationen eingeschlossene Gebiet eine homogene cm-Genauigkeit ermöglichen.

- Kosten

Die Kosten für die Nutzung eines Positionierungsdienstes sollten so bemessen sein, dass die Kunden deutliche Anreize gegenüber der Verwendung eigener Referenzstationen erhalten. Sie müssen mindestens für die Bundesrepublik einheitlich gestaltet sein, um die Landesvermessung länderübergreifend als verlässlichen Partner erscheinen zu lassen.

- Qualitätsstandards

SA*POS*® muss gewissen Qualitätsstandards unterliegen, um die Zufriedenheit der Kunden dauerhaft zu erreichen. Dazu muß die Funktionalität der Stationen und die Qualität der Daten permanent sichergestellt sein (Qualitätsmanagementsystem, QMS). Ein Regelbetrieb erfordert deshalb nicht nur ständige innovative Verbesserungen, sondern im wesentlichen einen reibungslosen und fehlerfreien Betrieb. Dazu gehört eine ausgereifte Informationskette, die den Betreiber über Störungen informiert, Aktionen zur Behebung von Fehlern einleitet und eine zuverlässige und schnelle Kundeninformation gewährleistet.

5.2 Erfahrungen aus dem SA*POS*®*-HEPS-Testgebiet Alfeld*

Im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsprojektes HPPS (Hochpräziser Permanenter Positionierungs-Service), gefördert durch das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) wird seit 1996 im Raum Südniedersachsen ein Präzises Differential (PD)GPS-Testnetz bestehend aus den Referenzstationen Hannover, Braunschweig, Alfeld, Clausthal-Zellerfeld, Göttingen und Hildesheim aufgebaut [Jahn 1998, Martin u. Jahn 1998]. Hiermit ist insbesondere die Möglichkeit gegeben, die Vernetzung von Referenzstationen und deren Nutzung für hochgenaue Anwendungen z.B. im Liegenschaftskataster unter topographisch anspruchsvollen Bedingungen in einem permanenten Testbetrieb zu unterhalten (s. *2.3*).

Neben den technischen Vorbereitungen hinsichtlich der Wahl der Stationsstandorte, der Stations- und Sendeeinrichtungen, der Vernetzungszentrale sowie der Netzkommunikation wurde besonderer Wert auf die Bestimmung hochgenauer und homogener Stationskoordinaten im Bezugsrahmen ETRF 89 gelegt. Diese resultieren aus der strengen Auswertung einer Reihe von Halbtagesdatensätzen unter der Anwendung allgemeingültiger Parameter, wie etwa der Einführung präziser Satellitenbahnen des International GPS Service (IGS), der stochastischen Troposphären-modellierung, der präzisen Lagerung im ETRF 89, der Mehrdeutigkeitsschätzung durch simultane Zweifrequenzauswertung mit dem Programmsystem GEONAP [Wübbena 1989] und der Anwendung der ionosphärenfreien L_0-Linearkombination zur endgültigen Koordinatenschätzung. Im Sommer 1999 wurde zudem die Einführung der Ergebnisse relativer Antennenkalibrierungen des National Geodetic Survey (NGS) [Mader 1999] vorgenommen. Die erzeugten Koordinaten werden aktuell durch die Auswertung des Grundnetzes Niedersachsen auf unter 5 mm in den Lagekomponenten und unter 10 mm in der Höhenkomponente bestätigt, und zwar in der reinen Koordinatendifferenz, nicht etwa als Restklaffen einer 7-Parameter-Transformation.

Seit 1998 finden im Testnetz Südniedersachsen Messungen zu den Einsatzmöglichkeiten des HEPS in der Liegenschaftsvermessung statt. Ergänzend werden Untersuchungen hinsichtlich der Vernetzungsansätze von Wübbena u.a. [1996] und Wanninger [1996] angestellt, die vor allem den die Genauigkeit und Zuverlässigkeit begrenzenden Faktor der entfernungsabhängigen Fehlereinflüsse begegnen sollen (s. *2.3*). Eine wichtige Voraussetzung für die einwandfreie Funktion der Vernetzung ist die oben beschriebene Bestimmung hochwertiger Koordinaten der Referenzstationen im Testnetz. Sie wurde 1998 durch die Beobachtung einer Reihe von Vergleichspunkten (TP 2. bis 4. Ordnung) in einem Umkreis von etwa 30 km um die Referenzstation Alfeld ergänzt, welche eine Lagegenauigkeit mit einer Standardabweichung von deutlich besser als 10 mm für die Lagekomponenten aufweisen und sich somit als RTK-Vergleichspunkte im ETRF 89 eignen (Abbildung 1). Darüber hinaus dienen sie als identische Punkte zur Transformation in das Gebrauchssystem LS 100. Schließlich wurden drei Testgebiete ausgewählt, welche in verschiedenen Entfernungsbereichen die Möglichkeiten zum Einsatz des HEPS an konkreten, konventionell mit klassischen RTK-Systemen zu bearbeitenden Liegenschaftsvermessungen aufzeigen sollen.

Neben den geodätischen Untersuchungszielen verifizieren flächenhafte mobile Feldstärkemessungen die Versorgungsdichte mit RTCM-AdV-Korrekturdaten im 2m-Band. Diese Messungen erfolgen seit Herbst 1998 in Niedersachsen regelmäßig nach dem Aufbau neuer Referenzstationen.

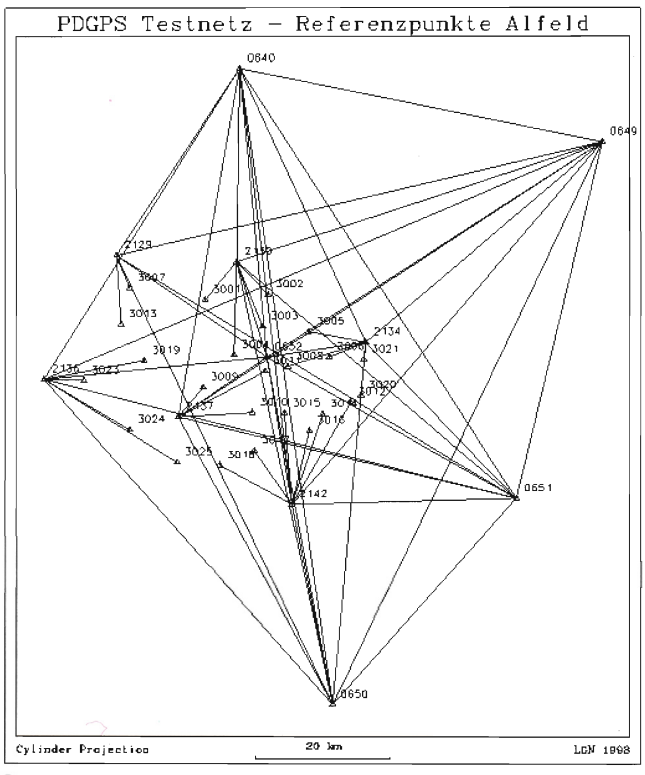


Abbildung 7: Testnetz Südniedersachsen und RTK-Vergleichspunkte im Raum Alfeld

In der Abbildung 8 ist ein Beispiel aus der Stadt Goslar zu sehen, die am nördlichen Rand des Harzes liegt. Dargestellt ist die Datenqualität in drei Stufen (grün: 0 % Datenfehler; blau: 15 % und rot 100 % Datenfehler) für ein urbanes Gebiet. Es zeigt sich, dass in 15 km Abstand zum Sender in diesem topographisch bewegten Gelände eine Datenverfügbarkeit von ca. 60 % vorliegt.

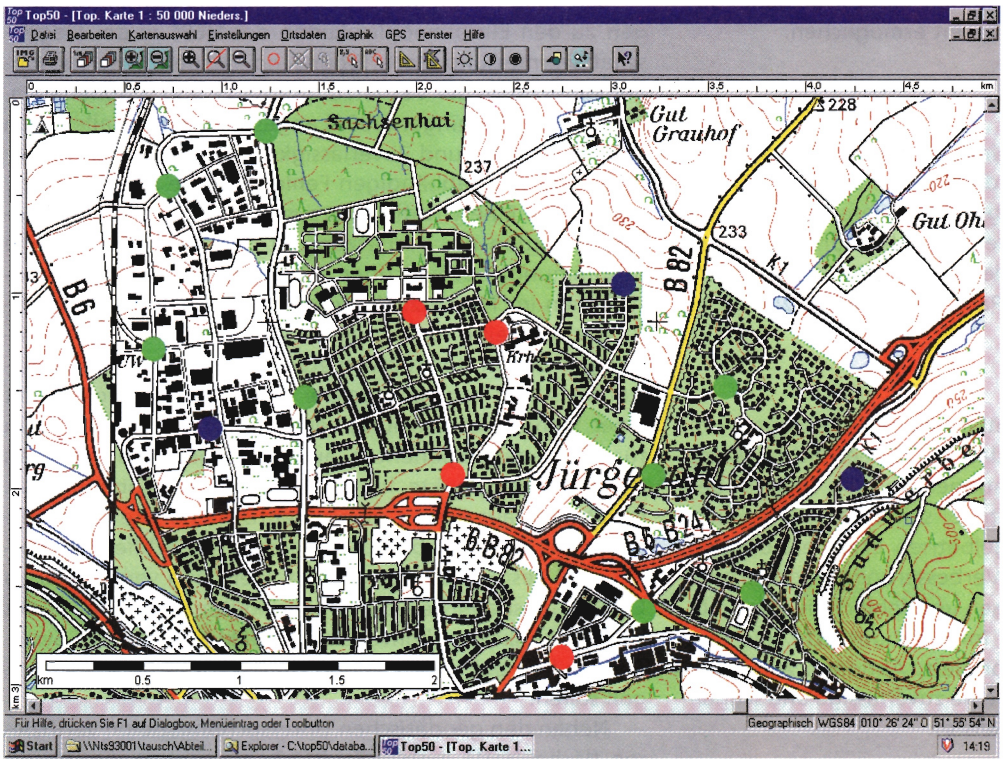


Abbildung 8: Mobile Feldstärkemessungen des 2m-Band-Senders Clausthal-Zellerfeld in Goslar

Hauptziel der im Sommer 1998 durchgeführten, sehr umfangreichen Echtzeitmessungen war die Bereitstellung eines repräsentativen Datensatzes zur Bestimmung entfernungsabhängiger Grenzen des Einsatzes des HEPS für die Liegenschaftsvermessung sowie der Möglichkeit mit einem regionalen Transformationsparametersatz ohne Nutzung zusätzlicher Passpunkte bestmöglich in die lokale Nachbarschaft des LS 100 zu gelangen. Es wurden eine Reihe unterschiedlicher Trimble RTK-Ausrüstungen (Systeme 4000, 4400, 4700, 4800) zum Teil unter Verwendung eines Antennensplitters eingesetzt, um so instrumentenbedingte Unterschiede feststellen zu können. Die über das 2m-Band empfangenen RTCM-AdV-Korrekturen wurden mittels des SA*POS*®-Decoders dekomprimiert und den Trimble-Systemen dekodiert als RTCM 2.1 zur Verfügung gestellt.

Für die Bestimmung eines regionalen Parametersatzes zum Übergang in das Gebrauchssystem wurde vor Beginn der Beobachtungen eine 7-Parameter-Transformation unter Nutzung der vorab bestimmten ETRF 89- und der LS 100-Koordinaten in unterschiedlichen Varianten berechnet. Diese unterscheiden sich in zwangsfreie Ansätze bzw. Ansätze mit Restklaffenverteilung sowie in der Auswahl der identischen Punkte bis hin zur Einbeziehung der weit außerhalb des Untersuchungsgebietes liegenden übrigen Referenzstationen des Testnetzes Südniedersachsen. Als bestmögliche Variante wurde schließlich eine zwangsfreie Transformation unter Einbeziehung sämtlicher identischer Punkte unter Ausnahme der Referenzstationen selbst ausgewählt. Die Restklaffen dieses Ansatzes liegen für die Lagekomponenten im Mittel bei 10 mm in Nord-Süd- bzw. 8 mm in Ost-West-Richtung (2D 13 mm), wobei die Maxima bei 32 mm bzw. 30 mm zu finden sind (Abbildung 9). Die Restklaffen der Höhenkomponente liegen nach Berücksichtigung des Geoidmodells *Denker 88* [Denker 1989] im Mittel bei 25 mm und werden im folgenden nicht weiter betrachtet.

Der in der Ausgleichung geschätzte Maßstab befindet sich im Erwartungsbereich bei 9,4 ppm [Augath 1984]. Der überwiegende Teil der LS 100-Koordinaten resultiert aus GPS-Verfahren der TP-Netzerneuerung aus 1991, also einem Jahr besonders starker ionosphärischer Refraktion. Im Gegensatz dazu stammen einige der im Osten befindlichen TP aus rein terrestrischen Verfahren mit topographisch bedingt schwacher Ost-West-Verbindung, welche vermutlich ursächlich zu den signifikant gegenläufigen Widersprüchen führt. Für die RTK-Bestimmungen im HEPS im Bereich der Liegenschaftsvermessungen konnten aus den vorliegenden Daten-Transformationsparameter für den Datumsübergang in den LS 100 für das Testgebiet Alfeld mit einer Genauigkeit von besser als 20 mm angegeben werden. Dieses entspricht den Erwartungen an das amtliche Lagefestpunktfeld in Niedersachsen.

Eine Darstellung des theoretischen Ansatzes einer 7-Parameter-Transformation und die problembezogene aktuelle Anwendung auf den Übergang ETRF 89 nach DHDN bzw. DHHN zeigen u.a. Cai [1999], Wziontek und Lelgemann [1999] sowie Beckers u.a. [1999].

Zur Überprüfung der Entfernungsabhängigkeit und Angabe einer Entfernungsgrenze bezüglich der Genauigkeitsanforderungen des Liegenschaftskatasters wurden im Juli

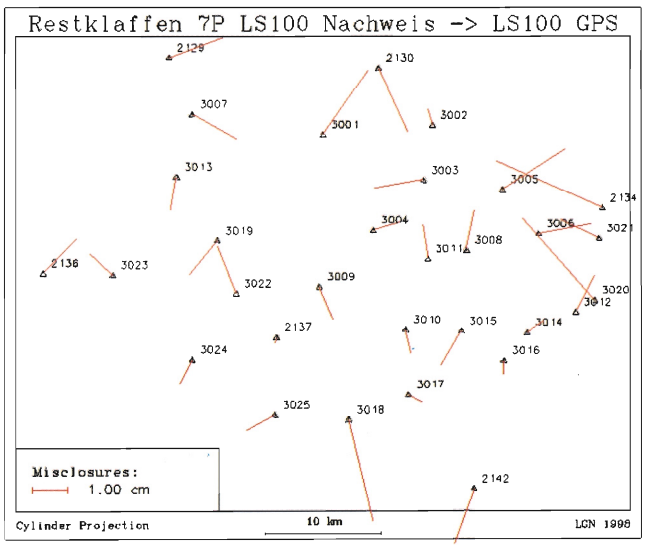


Abbildung 9: Restklaffen nach 7-Parameter-Transformation ohne Zwang

und August 1998 vierwöchige Testmessungen auf den RTK-Vergleichspunkten im Raum Alfeld beobachtet. Hierzu besetzten zwei Beobachter zu ausreichend unterschiedlichen Zeiten und damit veränderter Satellitengeometrie mit zwei verschiedenen RTK-Systemen (Trimble 4000 und 4800) jede Station zweimal für etwa 20 bis 30 Minuten. Die Beobachter erhielten vergleichbar zur routinemäßigen Nutzung eines klassischen RTK-Systems im Liegenschaftskataster keinerlei Vorgaben hinsichtlich der Güte der Satellitengeometrie oder des Besetzungszeitpunktes. Die längere Besetzungszeit pro Punkt sollte genutzt werden, um möglichst viele unabhängige Mehrdeutigkeitslösungen herbeizuführen, wobei die Position jeweils sofort nach der Initialisierung und nochmals nach etwa 1 Minute abgespeichert wurde. Bis zu einer Entfernung von etwa 25 km zur Referenzstation traten Fehlfestsetzungen äußerst selten auf (etwa um 1 bis 2 %), und wurden i.d.R. bereits im Felde durch die überschüssigen Lösungen erkannt. Die fehlerfreie Versorgung mit Daten im 2m-Band wurde für nahezu alle Vergleichspunkte erreicht.

Abbildung 10 zeigt beispielhaft die Abweichungen aller drei Koordinatenkomponenten vom Mittelwert aller RTK-Lösungen eben dieser Besetzung für einen 3400 m von der Referenzstation Alfeld entfernten Vergleichspunkt. Die minimalen Differenzen von deutlich weniger als 1 cm pro Komponente spiegeln das aus dem Einsatz klassischer RTK-Systeme über kurze Entfernungen bekannte hohe innere Genauigkeitsniveau bei günstiger Punktumgebung und guter Satellitengeometrie wider (7 Satelliten, PDOP 2,1). Im Gegensatz dazu streuen die Einzellösungen einer Punktbesetzung in einem Abstand von 14130 m zur Referenzstation sehr viel stärker um ihren Mittelwert, wobei weder Mehrwegeeffekte noch eine zu schwache Satellitenkonstellation als Grund angenommen werden können (7 Satelliten, PDOP 2,2; Abbildung 11). Signifikante Unterschiede der beiden eingesetzten Trimble Systeme konnten in diesem Untersuchungsteil weder für die erzielten Genauigkeiten, noch für die Initialisierungszeiten festgestellt werden, wobei zu diesem Zeitpunkt jedoch noch kein Antennensplitter eingesetzt wurde. Das System Trimble 4800 unterlag allerdings einer empfängerinternen Begrenzung auf Mehrdeutigkeitslösungen bis max. 20 km. Eine allgemeine Einführung in die Techniken zur RTK-Initialisierung wird z.B. von Allison [1998] gegeben.

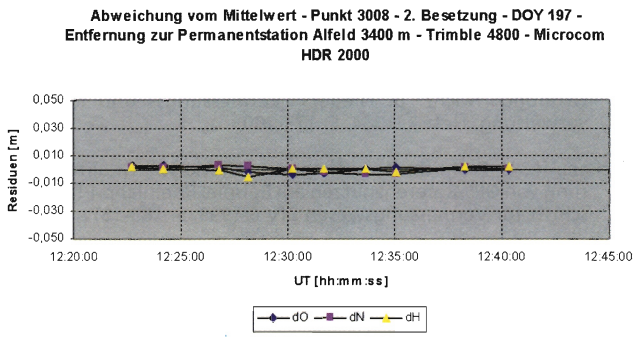


Abbildung 10: Streuung einzelner Initialisierungen einer Punktbesetzung bei 3400 m

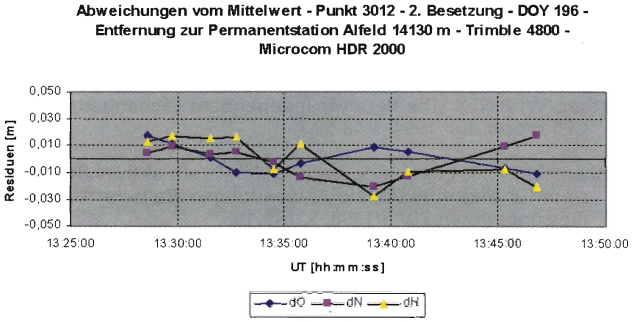


Abbildung 11: Streuung einzelner Initialisierungen einer Punktbesetzung bei 14130 m

Sämtliche HEPS-Ergebnisse wurden im Anschluss ihren ETRF 89 L_0- und ETRF 89 L_1-Sollkoordinaten gegenübergestellt, so dass Resteffekte aus der Transformation in den LS 100 entfallen. Trimble RTK-Systeme geben im Anschluss an die Nutzung beider Trägerphasen zur Mehrdeutigkeitslösung eine L_1-Lösung zur Koordinatenschätzung aus [Trimble 1999]. Unter der Bedingung geringer ionosphärischer Störungen liefert L_1 durch das geringe Messrauschen als Einfrequenzlösung qualitativ hochwertige Koordinaten.

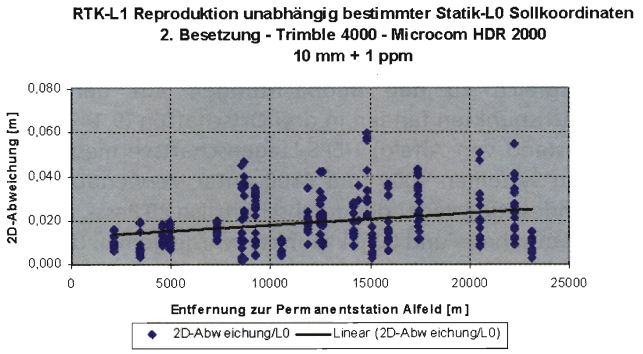


Abbildung 12: Entfernungsabhängigkeit der RTK-Lösungen relativ zu ETRF 89 L0-Sollkoordinaten

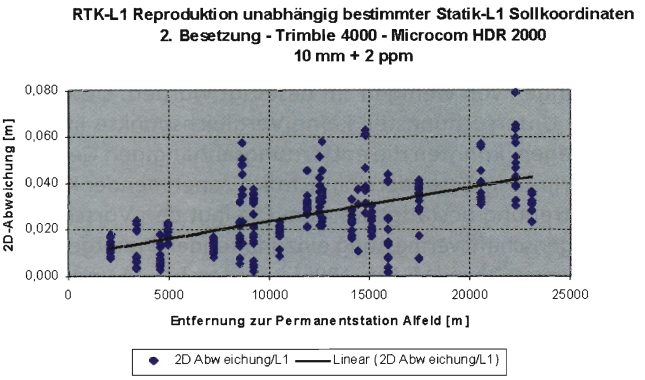


Abbildung 13: Entfernungsabhängigkeit der RTK-Lösungen relativ zu ETRF 89 L1-Sollkoordinaten

Abbildung 12 zeigt an einem Beispiel die 2D-Abweichungen eines Messungsdurchlaufes zur L_0-Sollkoordinate aufgetragen über die Entfernung zur Referenzstation Alfeld. Es ergibt sich ein Genauigkeitsniveau von 10 mm mit einem linearen Anstieg von etwa 1 ppm. Die Streuungen innerhalb einer Punktbesetzung nehmen mit größerer Entfernung ebenfalls zu. Abbildung 13 entspricht in den RTK-Lösungen Abbildung 12, wobei nun L_1-Sollkoordinaten den Bezug angeben. Die Ursache für den hier unerwartet stärkeren linearen Genauigkeitsabfall von 2 ppm ist bislang ungeklärt, wird jedoch in allen Messungsdurchgängen beider Trimble Systeme bestätigt. Letzteres gilt auch für die größere Abweichung eines bei etwa 8,7 km liegenden Punktes gegenüber seinen Sollkoordinaten. Hier befindet sich in der unmittelbaren Punktumgebung eine Hochspannungstrasse. Die mittlere Diskrepanz der Koordinatenmittel aller durchschnittlich 6 Initialisierungen einer Punktbesetzung

pro System beträgt für den Entfernungsbereich bis 10 km 9 mm in Nord (max. 30 mm) und 7 mm in Ost (max. 19 mm). Für den Entfernungsbereich 10 bis 18 km konnten 13 mm in Nord (max. 36 mm) und 9 mm in Ost (max. 25 mm) bestimmt werden.

Die in diesem Untersuchungsteil festgestellten entfernungsabhängigen Genauigkeitsverluste entsprechen insgesamt den theoretischen Erwartungen insbesondere unter gemäßigten ionosphärischen Bedingungen, wie sie noch Mitte 1998 in unseren Breiten herrschten.

In einem weiteren Feldtest (10-15 km von Alfeld) wurde eine verfeinerte Vorgehensweise bezüglich Elevationsgrenze und Satellitengeometrie gewählt, bei dem sich deutlich geringere Initialisierungszeiten der Systeme 4400 und 4700 gegenüber dem System 4000 zeigten. Eine signifikante Genauigkeitssteigerung hinsichtlich der Streuung mehrerer Initialisierungen und der Wiederholungsgenauigkeit der Koordinatenmittel einer Punktbesetzung, als auch der Abweichungen zu den ETRF 89 Sollkoordinaten konnte jedoch nicht mehr erzielt werden.

Zeitgleich zu den Beobachtungen auf den RTK-Vergleichspunkten fanden in drei Ortschaften (9,14 und 17 km Abstand von Alfeld) HEPS-Liegenschaftsvermessungen mit den Systemen 4000 und 4800 unter Verwendung des 2m-Bandes statt. Jeder der durchschnittlich 20 Pass-, temporären Aufnahme- und Objektpunkte wurde gemäß der Vorgehensweise klassischer RTK-Anwendung mindestens zweifach zu unterschiedlichen Zeitpunkten in Punktbesetzungen von etwa 3 Minuten unabhängig bestimmt. Für die Transformation in das Gebrauchsnetz wurden die oben erläuterten regionalen Parameter im Felde benutzt. Hierbei konnte in einem Messgebiet eine sehr gute Übereinstimmung zum LS 100 aufgezeigt werden. Die beiden anderen Liegenschaftsvermessungen mußten über identische Punkte nachbarschaftlich eingepasst werden, wobei systematische Abweichungen von wenigen cm beseitigt wurden. Obwohl in diesem Untersuchungsteil keine Vergleichspunkte im ETRF 89 vorlagen, konnten die entfernungsabhängigen Genauigkeitsverluste insbesondere hinsichtlich zunehmender Koordinatenstreuung bestätigt werden. Die laut den Vorschriften zur Liegenschaftsvermessung einzuhaltenden Punktgenauigkeiten von 0,02 m [MI Nds 1996] konnten bei 14 und 17 km Entfernung zur Referenzstation häufig nicht mehr erzielt werden.

Aus den Ergebnissen der beschriebenen Untersuchungen folgte im Januar 1999, dass der SA*POS*®-Dienst HEPS die im LiegVermErlass geforderten Genauigkeiten ohne Vernetzung der Referenzstationen z.Zt. in einem Umkreis bis 10 km erreicht und hier den klassischen RTK-Verfahren in der Katastervermessung ebenbürtig ist. Dies gilt jedoch unter der Voraussetzung geringer ionosphärischer Aktivitäten, wie sie in den kommenden Jahren kaum vorliegen dürften.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Im vorliegenden Artikel wurden die Konzeption, Technik und Realisierung von SA*POS*® in Niedersachsen vorgestellt. Die Umsetzung erfolgt derzeit unter festen Rahmenbedingungen des MI und soll mit der Aufnahme eines vernetzten Regelbetriebes Anfang 2002 abgeschlossen sein. Innerhalb der LGN wird diese Aufgabe in unterschiedlichen Projektgruppen bearbeitet, die in Form eines „runden Tisches SA*POS*®" koordiniert werden.

SA*POS*® wird in Niedersachsen als zentraler Dienst aufgebaut, bei dem die Daten der GPS-Referenzstationen in Hannover zusammenkommen, archiviert und der Vernetzung zugeführt werden. Die Datenabgabe erfolgt mit unterschiedlichen Medien und verschiedenen Schnittstellen (RINEX, RTCM), wobei eine flächendeckende echtzeitfähige Datenabgabe angestrebt wird. Die hohen Anforderungen des Liegenschaftskataster sollen mit einer Vernetzung der Referenzstationen erreicht werden, bei der entfernungsabhängige Fehler eliminiert sind. Umfangreiche Testmessungen haben gezeigt, dass diese Technik zu einer Verbesserung von Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Initialisierungszeit bei der Berechnung der Mehrdeutigkeiten führt.

In der gegenwärtigen Aufbauphase von SA*POS*® erfolgt eine Konzentration auf das amerikanische GPS-System. Dabei muss man sich darüber im Klaren sein, dass es bei der alleinigen Nutzung von GPS derzeit Tageszeiten gibt, bei denen nur mit eingeschränkter Satellitengeometrie eine hochpräzise Positionierung – auch mit einer Vernetzung – möglich ist. Eine Integration weiterer SatNav-Systeme wird deswegen zukünftig eine Genauigkeits- und Zuverlässigkeitssteigerung nach sich ziehen und bei wirtschaftlichen Fragestellungen (Messzeiten, Wiederholungen) wesentliches Gewicht erlangen. So kann man z.B. mit einem weiteren SatNav-System innerhalb eines einzigen Messvorgangs eine unabhängige Koordinierungen vornehmen und somit dem Wunsch nach einer einzigen Aufstellung pro Punkt gerecht werden.

7 Literatur

[AdV] Anforderungen an den deutschen Satellitenpositionierungsdienst für Zwecke der Katastervermessung. Beschluss des AdV-Plenums 103/9, 1998a.

[AdV] Einsatz von Satellitengestützten Vermessungsverfahren im Liegenschaftskataster. Beschluss des AdV-Plenums 103/8, 1998b.

[Allison, T.] An Introduction to Carrier Phase and RTK Initilization. Proceedings of Trimble Users Conference 98, San Jose, California USA, 1998, CD-ROM.

[Augath, W.] Die Neukoordinierung des niedersächsischen Anteils am Deutschen Hautdreiecksnetz (DHDN) und des TP-Netzes 2. Ordnung. Nachr. d. Nieders. Vermessungs- und Katasterverwaltung, Heft 3, 1984, S. 173-200.

[Beckers, H., H. Fröhlich, K. Hoffmann u. U. Moritz] Qualitätssicherung von GPS-Referenznetzen am Beispiel Rheinland-Pfalz. Zeitschrift für Vermessungswesen ZfV 6/1999, S. 183-187.

[Cai, J.] The Analysis of the Transformation between the German Geodetic Reference System (DHDN, DHHN) and the ETRF System (DREF 91). Vorträge zur Geodätischen Woche 99, 31.8-2.9.1999 in Hannover.

[Denker, H.] A new Gravimetric Quasigeoid for the Federal Republic of Germany. Deutsche Geodätische Kommission, Reihe B Nr. 291, München 1989.

[Geo^{++}] Nutzerhandbuch und Produktinformation zum Programmpaket GNNET, 1998.

[Gurtner, W] RINEX: The Receiver Independent Exchanged Format. GPS World, Juli 1994, S.48-52.

[Hankemeier, P., I. Engel u. S. Koch] SA*POS*®- ein aktives Bezugssystem für multifunktionale Anwendungen. Zeitschrift für Vermessungswesen ZfV 5/1998, S. 149-156.

[Jahn, C.-H.] Der Hochpräzise Permanente Positionierungs-Service (HPPS) – Bericht über den Abschluss eines vierjährigen Forschungsvorhabens. Nachr. d. Nieders. Vermessungs- und Katasterverwaltung, Heft 4, 1996, S. 195-205.

[Jahn, C.-H.] Der Hochpräzise Permanente Positionierungs-Service (HPPS). Ortung und Navigation Heft 1, 1997, S. 48-73.

[Jahn, C.-H.] Hochpräzise Anwendungen von DGPS für Grundlagen- und Liegenschaftsvermessungen. In: SA*POS*® schafft maßgeschneiderte Lösungen. Vorträge des 1. SA*POS*®-Symposiums 11./ 12.5.1998 in Hamburg, S. 149-159.

[Martin, S. u. C.-H. Jahn] High Precision Real-Time Differential Correction Network for Geodetic Applications. Proceedings of ION GPS-98, Nashville, Tennessee USA, 1998.

[Mader, G.] Antenna Information File. Summary of Calibrated GPS Antennas. WorldWideWeb-Server, Geosience Laboratory, Office of Ocean and Earth Sciences, National Oceanic and Atmospheric Administration NOAA, National Geodetic Survey NGS, Silver Spring, Maryland USA, 1999.

[MI Nds] Verwaltungsvorschrift zu Liegenschaftsvermessungen (LiegVermErlass). Rd. Erl. d. Niedersächsischen Innenministeriums v. 15.3.1996.

[MI Nds] Niedersächsisches Innenministerium, Erlass v. 7.9.1998.

[Rossol, G.] Möglichkeiten der Nutzung von GPS Permanentstationen im Satellitenpositionierungsdienst (SA*POS*®) der deutschen Landesvermessung. Nachr. d. Nieders. Vermessungs- und Katasterverwaltung, Heft 3, 1996, S. 137-142.

[RTCM Committee] RTCM Recommended Standards for Differential NAVSTAR GPS Service. Version 2.1 RTCM Paper 194-93/SC104-STD, Washington 1994.

[Trimble Deutschland] Persönliche Mitteilungen, 1999.

[Wanninger, L.] Der Einfluß ionosphärischer Störungen auf präzise GPS-Messungen in Mitteleuropa. Zeitschrift für Vermessungswesen ZfV 1/1993, S. 25-36.

[Wanninger, L.] Fehlermodellierung in regionalen Referenzstationsnetzen. 41. DVW-Fortbildungsseminar: GPS-Anwendungen und Ergebnisse '96. Potsdam, DVW-Schriftenreihe 28/1997, S. 206-218.

[Wanninger, L.] Der Einfluss ionosphärscher Störungen auf die präzise GPS-Positionierung. . Zeitschrift für Vermessungswesen ZfV 10/1999, S. 322-330.

[Wübbena, G.] The GPS Adjustment Software Package GEONAP - Concepts and Models. Proceedings of the Fifth International Geodetic Symposium on Satellite Positioning, Las Cruces, New Mexico USA, 1989.

[Wübbena, G., A. Bagge, G. Seeber, V. Böder u. P. Hankemeier] Reducing Distance Dependent Errors for Real-Time Precise DGPS Applications by Establishing Reference Station Networks. Proceedings of ION GPS-96, Kansas City, Missouri USA, 1996, S. 1845-1852.

[Wübbena, G. A. Bagge] Neuere Entwicklungen zu GNSS-RTK für optimierte Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit: Referenzstationsnetze und Multistations-RTK-Lösungen. DVW-Schriftenreihe 35/1999, S. 73-92.

[Wziontek, H. und D. Lelgemann] Zur Bedeutung relativer Höhenanomalien für die Koordinatentransformation von DHDN in ETRS 89. Zeitschrift für Vermessungswesen ZfV 5/1999, S. 166-169.

Überführung des LS 100 nach ETRS 89 in Niedersachsen

– Überarbeiteter Vortrag anlässlich der Fortbildungsveranstaltung 3/1999 –

Von Martin Strerath

1 Beschluss der AdV bezüglich der Einführung von ETRS 89

Grundlage für die Überführung der im amtlichen Bezugssystem Lagestatus LS 100 koordinierten Punkte des Festpunktfeldes in Niedersachsen in das „European Terrestrial Reference System" (ETRS 89) ist der Beschluss der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) vom Mai 1991 über die Einführung eines einheitlichen Bezugssystems für Deutschland.

Wesentliche Kernpunkte dieses Beschlusses sind:

- Einheitliches Bezugssystem für die Basisinformationssysteme Landesvermessung und Liegenschaftskataster
- GPS-Kampagne EUREF 89 als Grundlage für ein einheitliches europäisches Bezugssystem
- Einführung des „World Geodetic System 84" (WGS 84) in der EUREF-Version für die Bereiche Landesvermessung und Liegenschaftskataster in der ganzen Bundesrepublik
- Zügige Realisierung hinsichtlich der Lagefestpunkte als Voraussetzung für die Einführung im Liegenschaftskataster

Im Mai 1995 war die Einführung des ETRS 89 wiederum Gegenstand eines Beschlusses der AdV.

Die wesentlichen Aussagen sind:

- Einführung des ETRS 89 für alle Aufgabenbereiche der Vermessungs- und Katasterverwaltung
- Abbildungssystem wird die Universale Merkatorprojektion (UTM) in 6 Grad breiten Streifen
- Das ETRS 89 ist der zeitlich an die Epoche 1989.0 und räumlich am stabilen Teil der eurasischen Platte fixierte europäische Anteil am "International Terrestrial Reference System" (ITRS)
- Bezugsfläche ist das Ellipsoid des „Geodetic Reference System 1980" (GRS80)

1.1 ETRS 89-Definition

Zur eindeutigen Festlegung von Ereignissen nach Ort und Zeit werden Bezugssysteme benötigt. Sie müssen eindeutig festgelegt (Systemdefinition) und durch Referenzpunkte realisiert (Frame) werden.

In der Geodäsie werden vorwiegend Punkte auf der Erdoberfläche bestimmt. Hierzu nutzt man Bezugssysteme, die „fest" mit dem Erdkörper verbunden sind. Je nach Aufgabenstellung werden globale oder regionale Bezugssysteme benötigt.

Das ETRS 89 ist der zeitlich an die Epoche 1989.0 und räumlich am stabilen Teil der eurasischen Platte fixierte europäische Anteil am ITRS. Das ITRS ist ein Bezugssystem des „International Earth Rotation Service" (IERS). Dieser wurde 1988 von der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik (IUGG) und der Internationalen Astronomischen Union (IAU) gegründet.

Im Rahmen seiner Aufgaben sorgt er für die Laufendhaltung eines homogenen terrestrischen und eines astronomischen Bezugssystems sowie für die Überwachung der Erdrotationsparameter (EOP) als Funktion der Zeit, welche die beiden Systeme verknüpfen.

Der IERS ist in den internationalen Zeitdienst eingebunden und entscheidet über die Einführung von Schaltsekunden in UTC[1], um die Differenz zu UT1[2] innerhalb von ±0.9 Sekunden zu halten.

Geodynamik

Referenzsysteme werden durch Referenzstationen realisiert, denen Koordinatenwerte zugewiesen werden. Die Koordinaten der Referenzstationen sind im Rahmen der heute erreichbaren Messgenauigkeit jedoch nicht statisch, da sie durch

- Bewegungen der Rotationsachse der Erde im Raum (Präzession und Nutation),
- Bewegungen der Rotationsachse im Erdkörper (Polbewegungen),
- Plattentektonik (einige Zentimeter bis Dezimeter im Jahr)
- Gezeiten der festen Erde (bis 30 cm periodisch)

stets Veränderungen unterworfen sind. Aus Beobachtungen und Modellen wurden und werden diese Veränderungen abgeleitet. Zu jeder Positionsangabe wird daher heute eine Epoche mitsamt einem Bewegungsvektor angegeben, um für jeden Zeitpunkt die Koordinaten für die Referenzstationen berechnen zu können.

ITRS

Das ITRS wird durch die vereinbarte Richtung zu einer mittleren Lage des Rotationspoles CTP (Conventional Terrestrial

[1] UTC = Atomzeit
[2] UT1 = Universalzeit, wegen Erdrotation korrigiert

Pole) und einer Nulllänge auf dem Äquator (Mittleres Greenwich Observatorium) festgelegt und ist ein im Massenmittelpunkt der Erde gelagertes geozentrisches Bezugssystem.

Das ITRS wird durch das „International Terrestrial Reference Frame" (ITRF) mit einem globalen Netz von 240 fundamentalen Beobachtungsstationen repräsentiert. Die Positionsgenauigkeit beträgt 5 bis 15 mm und deren Geschwindigkeitsgenauigkeit 1 mm/Jahr.

Die Referenzpunkte des ITRF sind primär durch

- stationäre Laserentfernungsmesssysteme (SLR[3], LLR[4]) für Messungen zu Satelliten und zum Mond,
- „Very Long Baseline Interferometry" (VLBI) mit Radioteleskopen zu Radiosternen (Quasaren),
- und/oder permanent installierte GPS-Empfänger

festgelegt und vermarkt. Positionsveränderungen als Folge von Plattenbewegungen werden aus Wiederholungsmessungen abgeleitet. Vom IERS werden jährlich Koordinatensätze mitsamt den Bewegungsvektoren für die verfügbaren Fundamentalstationen gerechnet und als ITRFxx mit den letzten beiden Jahresziffern für xx veröffentlicht.

ETRS 89

Die Internationale Assoziation für Geodäsie (IAG) hat im August 1987 eine Subkommission „EUREF" gebildet, die die Fragestellungen bezüglich eines einheitlichen europäischen Bezugssystems bearbeiten sollte. Etwa einen Monat später befasste sich das Plenum des „Comité Européen des Responsables de la Cartographie Officielle" (CERCO) ebenfalls mit diesem Thema und beschloss die Einrichtung einer CERCO-Working-Group (WG VIII). Diese beiden Institutionen waren die treibenden Kräfte bei der Realisierung eines einheitlichen europäischen Bezugssystems.

Ausgehend von dem globalen Referenzsytem ITRS 89 wurde 1990 beschlossen, für Europa ein Datum festzulegen, das sich nur auf die ITRF-Stationen, die auf der eurasischen Platte liegen, stützt. Ziel war es, ein regionales Referenzsystem zu schaffen, das von den globalen Plattenbewegungen losgelöst ist und mit dem WGS 84 (im Rahmen der Realisierungsgenauigkeit von WGS 84) zusammenfällt. Als Bezugsfläche wurde das GRS 80-Ellipsoid festgelegt, das sich nur ganz unwesentlich vom WGS 84-Ellipsoid unterscheidet. Dieses Bezugssystem wird als ETRS 89 bezeichnet.

1.2 WGS 84

Das WGS 84 ist das Bezugssystem für das Kontrollsegment des „Global Positioning Systems" (GPS). Die Verteilung der wenigen Stationen des Kontrollsegments genügt nur den Anforderungen an ein operationelles Navigationssystem. Den Anforderungen einer optimalen Bahnbestimmung bei geodätischen und geodynamischen Aufgaben genügen nur die weltweit verteilten Stationen des ITRF.

Die hohe Genauigkeit, mit der GPS-Bahnen bestimmt werden können, sofern ein engmaschiges global verteiltes Netz von Monitorstationen genutzt werden kann, wird im Rahmen des „International Geodynamics Service" (IGS) eindrucksvoll bewiesen. Das hat möglicherweise die USA 1994 veranlasst, ein verbessertes Referenzmodell und ein optimiertes Verfahren zur GPS-Bahnbestimmung und zur Bereitstellung von Bahndaten zur Positionsbestimmung einzuführen.

Die Erhöhung der Anzahl von Monitorstationen von bisher 11 auf 19 global verteilte Stationen hat die Genauigkeit der für die GPS-Berechnung verwendeten Broadcast-Bahndaten wesentlich verbessert.

Die Einführung der ITRF-kompatiblen Referenzkoordinaten für die Monitor-Referenzstationen führt dazu, dass das bei GPS absolut realisierbare WGS 84-Bezugssystem auf 1 bis 2 Dezimeter mit der entprechenden ITRF-Lösung übereinstimmt. Die Anpassung an ITRF-Lösungen wird wiederholt, sobald sich der plattentektonisch korrigierte ITRF-Rahmen signifikant vom jeweils genutzten WGS 84-Koordinatensatz unterscheidet.

Eine Transformation zwischen WGS 84 (original) und WGS 84 (G730) bestätigt die „Metergenauigkeit" des ursprünglichen WGS 84-Systems. Eine zweite 1997 vorgenommene Anpassung des Bezugssystems an ITRF ergab die heute genutzte Version WGS 84 (G873)[5]

2 Netze im ETRS 89

Im Jahre 1989 wurde das europäische ITRF-Netz durch die EUREF-Kampagne verdichtet (Hierarchiestufe A). Hierdurch sollte jedes Land Gelegenheit haben durch einige wenige identische Punkte seine Landestriangulation in das ETRS 89-System zu überführen. Das EUREF-Netz in Deutschland wurde 1991 durch 113 Punkte der DREF-Kampagne verdichtet (Hierarchiestufe B). Dieses Netz wurde in den letzten Jahren in den einzelnen Bundesländern, teilweise mit Unterstützung des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie (BKG, ehemals IfAG), verdichtet (Hierarchiestufe C).

2.1 EUREF

Die in Westeuropa vorhandenen 17 Stationen des ITRF 89 bilden die Grundlage des „European Terrestrial Reference Frames" (ETRF 89). Im Rahmen zweier VLBI-Kampagnen wurden zur Verdichtung dieses Netzes in der nördlichen Hälfte Europas 5 weitere Punkte bestimmt, die ebenfalls in das ETRF 89 einbezogen wurden. Diese Punkte wurden im September 1989 mit einem mobilen Radioteleskop (MV-II) des National Geodetic Survey der USA bestimmt. Als Basisstationen waren jeweils mindestens eines der Radioteleskope in Wettzell/Bayern, Onsala/Schweden und Noto/Sizilien beteiligt. Die erzielten Ergebnisse sind bezogen auf den einzelnen Neupunkt besser als 15 mm in der Lage und 40 mm in der Höhe. Dieses gilt auch für die so bestimmten Koordinaten des für Norddeutschland zentralen EUREF- und DREF-Anschlusspunktes Hohenbünstorf in der Lüneburger Heide.

Von den 92 Stationen des EUREF-Netzes befinden sich 12 Stationen in Deutschland. Niedersächsiche EUREF-Punkte sind Pilsum, Hannover und Hohenbünstorf. Die Messungen der EUREF-Kampagne fanden im Mai 1989 statt.

Die Genauigkeit der EUREF-Koordinaten liegt im Durchschnitt bei 3 bis 4 cm. Eine Nachmessung wurde 1993 aufgrund der verbesserten GPS-Technologie und besserer

[3] SLR = Satellite Laser Ranging
[4] LLR = Lunar Laser Ranging
[5] GPS-Woche, in der die neuen Referenzkoordinaten eingeführt wurden

Systemverfügbarkeit in Deutschland und den Niederlanden durchgeführt (EUREF D/NL). Die Genauigkeit dieser Kampagnen liegt bei ca. 1 cm für jede Koordinate.

GPS-Kampagnen wurden in letzter Zeit durch die Einbeziehung von Referenzstationen wesentlich ergänzt. Fast überall in Europa liegen heute im ETRS 89 koordinierte Punkte vor, so dass im geodätischen Sinne von einer Einheitlichkeit in Europa gesprochen werden kann.

2.2 DREF 91

Zur Schaffung eines dreidimensionalen Punktfeldes im Bereich der Bundesrepublik Deutschland wurde im April 1991 die GPS-Messskampagne „DREF 91" durchgeführt. Sie wurde koordiniert durch durch den Arbeitskreis „Triangulation" der AdV. Das Netz umfasste 113 Punkte (s. Abb. 6). Es konnte zweimal vollständig und unabhängig beobachtet werden. Auch die Auswertung wurde mehrfach in unabhängiger Weise mit verschiedenen GPS-Auswerteprogrammen durchgeführt. Das Ergebnis ist ein 3D-Koordinatensatz mit 1 bis 2 cm Genauigkeit in der Lage und 2 cm in der Höhe. Nach der Berechnung in der Epoche der Messungen (=1991.3) wurden die Koordinaten in die Epoche 1989.0 des ETRS 89 transformiert.

Teile der niedersächsischen GPS-Kampagnen „Verbindungsnetz 92" und „Höhe 92" dienten zur Verbesserung der Koordinatenbestimmung der DREF 91-Kampagne in Norddeutschland.

Ursprünglicher Anlass für das Verbindungsnetz 92 war es, eine Verknüpfung der Lagebezugssysteme Deutsches Hauptdreiecksnetz (DHDN) der alten Bundesrepublik Deutschland und des Staatlichen Trigonometrischen Netzes (STN) der ehemaligen Deutschen Demokratischen Republik zu schaffen.

Die Punkte der GPS-Kampagne Höhe 92 liegen im wesentlichen in der Nähe von Punkten der 1. Ordnung (NivP 1.O.) des Deutschen Haupthöhennetzes (DHHN). Die Zielsetzung dieser Kampagne war vorrangig die Schaffung ellipsoi-discher Höheninformationen zur Geoid-Überprüfung mit einer Genauigkeit von 1 bis 2 cm.

2.3 GPS-Netze in Niedersachsen

Die 1997 durchgeführten GPS Kampagnen „NIGEO 97" und „Grundnetz 97" bilden die Grundlage der ETRS 89-Koordinierung in Niedersachsen. Sie ersetzen die Funktion des Netzes Höhe 92 als Rahmennetz für die ETRS 89-Koordinierung des niedersächsischen Festpunktfeldes.

2.3.1 NIGEO 97

Die Messungen der GPS-Kampagne NIGEO in Niedersachsen fanden in der Zeit vom 11. bis 21. November 1997 statt. Der Messungszeitraum wurde in 7 Sessionen zu je 24 Stunden eingeteilt. Jeder Punkt wurde in mindestens 2 Sessionen beobachtet, so dass eine Gesamtmesszeit von 48 Stunden pro Punkt gewährleistet war. Die beteiligten Referenzstationen wurden über die gesamte Dauer der Kampagne (7 Tage) ausgewertet. Das NIGEO wurde von der niedersächsischen Landesvermessung zusammen mit dem BKG (damals noch IfAG) beobachtet. Es dient als Verdichtungsstufe des DREF-Netzes; durch den Anschluss an Punkte des EUREF-Netzes bzw. IGS-Stationen ist aber auch eine Überprüfung der DREF-Koordinierung möglich (s. Abb. 7). Ein wesentlicher Punkt bei der Ausführung dieses Netzes war die hochgenaue Koordinierung der niedersächsischen Referenzstationen in der durch DREF gegebenen Realisierung des ETRS 89. Die Höhen der Antennen wurden nivellitisch bestimmt. Das Interesse des BKG bestand in der Ableitung eines Geoids (SATNIV-Geoid) aus GPS- und Nivellements-Beobachtungen. Dieses Geoid ermöglicht die Überführung von ellipsoidischen Höhen im ETRS 89-System in Normalhöhen des Deutschen Haupthöhennetzes (DHHN 92). Der durchschnittliche Punktabstand für dieses Vorhaben sollte 30 km betragen. Die Genauigkeit der ellipsoidischen Höhen sollte besser als 1 cm sein. Dieses Geoid-Pojekt ist in den neuen Bundesländern abgeschlossen. In den alten Bundesländern ist es noch in der Bearbeitung. Wegen des Anschlusses an die DREF-Punkte (Höhengenauigkeit 2 bis 3cm) ist dieses Projekt kritisch zu betrachten.

Von den Punkten der GPS-Kampagne NIGEO waren 60 Punkte Feld- und 37 Punkte Referenzstationen. Der mittlere Punktabstand betrug ca. 20 km. Eine Auswertung dieser Kampagne durch das BKG liegt vor. Die Punkte dieses Netzes werden als „fiducial points" für die Lagerung des Grundnetzes dienen. Die Abbildung 1 zeigt die Differenzen in der Lage zwischen dem DREF-Netz und dem freien auf dem DREF-Punkt Hamburg gelagerten NIGEO-Netz.

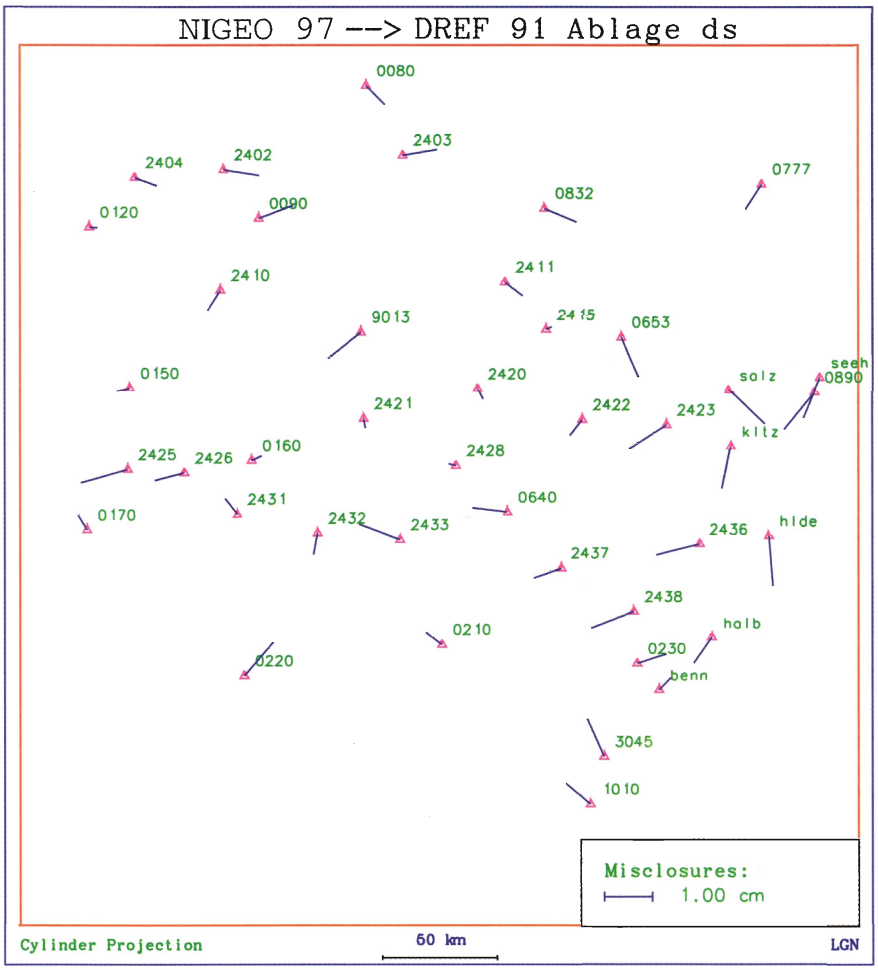


Abbildung 1: Vergleich NIGEO 97 g DREF 91

Eine optimale Auswertung des Datenmaterials ergab sich unter einem Elevationswinkel von 10 Grad. Für die Satellitenpositionen wurden die präzisen IGS-Bahnen verwendet (Gurtner 1993) und für die Variation der Antennenphasenzentren das IGS-Modell berücksichtigt.

Der Vergleich der Sessionenlösungen gibt eine realistischere Information zur Genauigkeit der GPS-Lösung als die Fehlermaße, die in der GPS-Ausgleichung ausgewiesen werden. Aus den Differenzen der Koordinaten der Sessionenlösungen zur Gesamtlösung wurden die Standardabweichungen der Punktkoordinaten in Breite, Länge und Höhe berechnet.

Das quadratische Mittel über alle Punkte beträgt

Breite: 4.0 mm
Länge: 3.3 mm
Höhe: 7.2 mm

Eine separate Berechnung der Standardabweichungen für die Koordinaten der Neupunkte getrennt nach Feld- und Referenzstationen ergibt folgende Werte in den einzelnen Komponenten:

Feldstationen:	Breite: 4.6 mm
	Länge: 3.9 mm
	Höhe: 8.3 mm
Referenzstationen:	Breite: 2.3 mm
	Länge: 1.7 mm
	Höhe: 4.5 mm

Die Feldstationen weisen insbesondere aufgrund wiederholter Stativaufstellungen mit jeweils erneuter Zentrierung sowie durch Messungen mit unterschiedlichen Geräten und Antennen, tlw. auch mit unterschiedlichen Antennentypen, zwangsläufig die größeren Fehlermaße auf.

2.3.2 Grundnetz 97

Das Grundnetz wurde im Juni und September 1997 beobachtet. Alle Punkte wurden mindestens dreimal 2 bis 3 Stunden beobachtet. Das Netz umfasst etwa 200 Punkte der 1. und 2. Ordnung sowie ca. 60 weitere Punkte. Es dient als Rahmen für die Berechnung des niedersächsischen Festpunktfeldes im ETRS 89. Gelagert wird das Netz auf den hochgenau bestimmten 97 Punkte des NIGEO 97-Netzes.

LAND	ITRF	EUREF	DREF	C-NETZ	Permanent-stationen
Niederlande	1	1			
Niedersachsen	1	2	7	31	20
Bremen			1		2
Hamburg			1		
Hessen			1	2	
Sachsen-Anhalt			3	4	6
Mecklenburg-Vorpommern				4	
Nordrhein-Westfalen			2	9	
Schleswig-Holstein			1	2	
Thüringen			1	3	3

Tabelle 1: Verteilung der Punkte der GPS-Kampagne Grundnetz 97

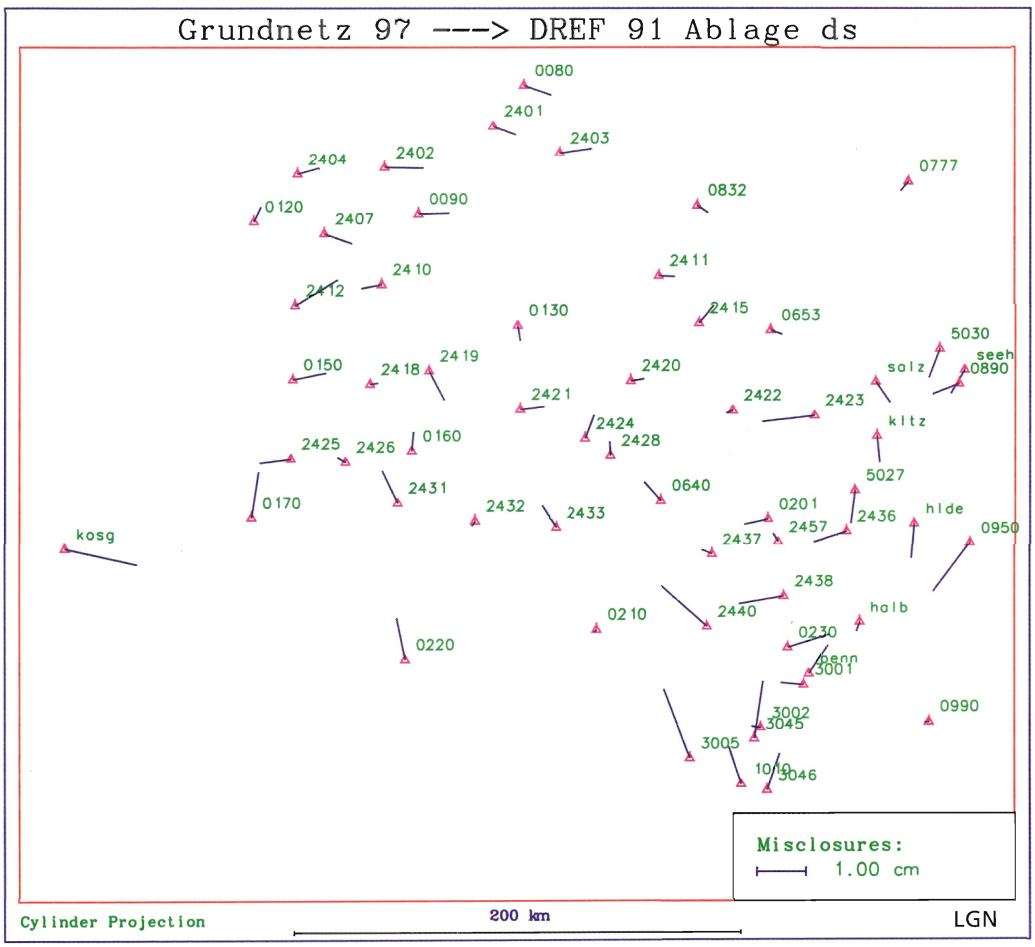


Abbildung 2: Vergleich Grundnetz 97 g DREF 91

Das Grundnetz wurde mit der GEONAP-Software ausgewertet. Aus den Differenzen der Koordinaten der Sessionlösungen zur Gesamtlösung wurden die Standardabweichungen der Punktkoordinaten in Breite, Länge und Höhe berechnet. Das quadratische Mittel über alle Punkte beträgt

Breite: 3.7 mm
Länge: 2.9 mm
Höhe: 8.9 mm

Die Auswertung erfolgte unter einem Elevationswinkel von 10 Grad.

Für die Satellitenpositionen wurden die präzisen IGS-Bahnen verwendet (Gurtner 1993) und in der Auswertung das IGS-Modell für die Variation der Antennenphasenzentren berücksichtigt.

2.4 GREF

Das BKG betreibt unter der Bezeichnung „GREF" seit 1995 die Einrichtung und Auswertung eines nationalen Netzes von GPS-Referenzstationen. Das Netz dient der Realisierung eines dreidimensionalen Referenzsystems in Deutschland. Es stellt die Verdichtung des europäischen Referenzstationsnetzes dar und ist über die weltweiten Aktivitäten des IGS in das globale Referenzsystem ITRS eingebunden.

Das GREF-Netz besteht insgesamt aus ca. 20 Stationen in Deutschland, je etwa zur Hälfte SA*POS*®-Stationen der Vermessungs- und Katasterverwaltungen der Bundesländer und Stationen des BKG. Die Daten des Netzes werden täglich in der aktuellen ITRF-Epoche ausgewertet. Die berechneten Stationskoordinaten zeigen eine Lagegenauigkeit von ±3 mm und eine Höhengenauigkeit von ±10 mm. Über vorgegebene Algorithmen können die Koordinaten auf die Epoche 1989.0 (=ETRS 89) umgerechnet werden.

Die niedersächsischen Referenzstationen Aurich (0646), Osnabrück (0642), Clausthal-Zellerfeld (0651) und Hohenbünstorf (0653) sind Bestandteile dieses Netzes.

Die Ergebnisse einer Transformation (3 Translationen) des GREF-Netzes auf diese 4 Stationen des NIGEO 97 Netzes zeigt die Tabelle 2:

Number of common points: 4

final results:

	dx	dy	dz [m]
	dm		[ppm]
ex	ey	ez ["]	
	-.019	-.012	-.011
	.000		
	.000	.000	.000

Standarddeviation of unit weight

.007

Standarddeviation of parameters

.003	.003	.003
.000		
.000	.000	.000

residuals	N(north)	E(east)	H(height)
0651	-.0004	-.0017	-.0124
0642	-.0040	-.0023	.0112
0653	.0032	.0071	.0060
0646	.0009	-.0030	-.0045

Tabelle 2: Transformation GREF g NIREF (nds. Referenzstationsnetz)

3 LS 100

Das Hauptnetz des heutigen niedersächsischen Lagefestpunktfeldes ist Bestandteil des Block I des Deutschen Hauptdreiecksnetzes (DHDN). Bezugsfläche ist das Erdellipsoid von Bessel aus dem Jahre 1841. Abbildungsvorschrift ist die konforme Abbildung des Erdellipsoides im 3 Grad breiten Gauß-Krüger-Meridianstreifensystem.

3.1 Beobachtungen

Das TP-Netz 2. Ordnung hat zusammen mit dem TP-Netz 1. Ordnung in Niedersachsen die Funktion eines Rahmennetzes für die TP-Netze 3. und 4. Ordnung. Es wurde in Niedersachsen in kurzer Zeit vollständig neu beobachtet. Diese 1972 begonnenen und 1982 beendeten Beobachtungen bilden ein geschlossenes Vermessungswerk.

Bei den oben genannten Beobachtungen handelt es sich um Streckenmessungen, die sich homogen über die gesamte niedersächsische Landesfläche und darüber hinaus bis zu den nächstgelegenen TP 1. Ordnung erstreckten. Es besteht im wesentlichen aus Mikrowellenstreckenmessungen. Einige Ergänzungsmessungen wurden mit einem Laserentfernungsmesser vorgenommen.

Darüber hinaus wurden in die Auswertung für eine Neukoordinierung der TP 1. und 2. Ordnung auch andere, neuere Messungen nach 1945 einbezogen. Hierzu zählen die flächendeckenden Streckenmessungen sowie die ergänzenden Richtungsmessungen im niedersächsischen Anteil des DHDN. Ferner sind die im Bereich des Harzes, des Großraums Hannover, des Emslandes und der Elbe in den 50-er und 60-er Jahren für Gebietswiederherstellungen der 2. Ordnung vorgenommenen Winkelmessungen hinzugezogen worden.

Die Punkte der 3. und 4. Ordnung wurden ab 1970 durch das TP-Zug-Verfahren bestimmt. Ab 1987 erfolgte der Einsatz des GPS-Verfahrens. Seit 1989 bis zur Fertigstellung der Netzerneuerung 1996 war dieses die ausschliessliche Methode für die Bestimmung der TP 3. und 4. Ordnung.

Wesentliches Merkmal der Trilateration im TP-Netz 1. und 2. Ordnung war die Bebauung der Punkte mit Signalen (Holztürme und Beobachtungsleitern). Schwierig war es, die für die Streckenmessungen repräsentativen meteorologischen Daten zu erfassen.

Bei der TP-Zug-Messung ist die Optimierung der Kalibrierung der elektrooptischen Entfernungsmesser ein langfristiger Prozess gewesen. Auch ist die Gestaltung einzelner TP-Züge bezüglich Länge und Anzahl der Brechpunkte in einzelnen Fällen kritisch zu hinterfragen.

Bei den GPS-Messungen musste anfänglich auch nachts gemessen werden (mögliche Zentrierungsungenauigkeiten?). Auch wurde bei den ersten GPS-Verfahren die Punkte nur einmal besetzt. Es fehlte eine zuverlässige Kontrolle bezüglich der Identität mit dem vermarkten Punkt.

Einige der daraus resultierenden Fragen (besonders aber die des Maßstabs) müssen bei einer Neuberechnung des

Netzes im ETRS 89 kritisch reflektiert werden, um zu einem dem Ziel (Bestimmung von Transformationsparametern für den Übergang LS 100 zum ETRS 89 im 15 mm-Niveau) entsprechenden optimalen Ergebnis zu kommen.

3.2 Auswertung

Der niedersächsische Anteil des Deutschen Hauptdreiecksnetzes wurde 1984 nach umfangreichen Netzmessungen neu ausgeglichen (TP 1. und 2.Ordnung). Es dient seither als neues Lagefestpunktfeld, also als Gebrauchssystem im Sinne des amtlichen Vermessungswesens (Festpunktfelderlass, RdErl.d.MI vom 25.2.1988).

Die TP-Netze 1. und 2.Ordnung wurden frei im internationalen Meter mit dem damals neu entwickelten Ausgleichungsprogramm HANNA ausgeglichen. Anschließend wurde eine Transformation auf 7 Punkte des Schreiberschen Blocks (1 Punkt im NO Niedersachsens, 6 Punkte im Übergangsbereich zu Nordrhein-Westfalen) durchgeführt. Hieraus ergab sich ein einheitlicher Maßstab von ***9.0 mm/km*** für den niedersächsischen Anteil am Deutschen Hauptdreiecksnetz (DHDN).

Die TP-Zug Netze wurden frei ausgeglichen, um Fehler in der Strecken-, Winkel- und Zenitdistanzmessung in einem Vorprogramm (TRIVOR) aufdecken zu können. Die GPS-Messungen wurden mit den Programmen TRIMVEC oder GEONAP ausgewertet. Anschließend wurde eine freie dreidimensionale Ausgleichung in einem lokalen 3D-System durchgeführt. Zur Kontrolle wurde eine Transformation auf die Anschlusspunkte der 1. und 2. Ordnung durchgeführt. Aus den Ergebnissen der Ausgleichung wurden die Elemente für eine zweidimensionale Streckenausgleichung abgeleitet. Die Richtungsinformationen der GPS-Auswertung wurden nicht berücksichtigt. Der Anlass für diese Vorgehensweise war, dass bei der 3D-Ausgleichung unter Zwang keine befriedigende Lösung bezüglich der Verteilung der Differenzen in den Anschlusspunkten der 1. und 2. Ordnung zu erkennen war. Bei der Ausgleichung der Messungen der 3. und 4. Ordnung wurden die Koordinaten der 1. und 2. Ordnung als unveränderliche Größen (statischer Netzaufbau) eingeführt. Der mittlere Fehler im Rechts- und Hochwert betrug nach der Ausgleichung in der 1. und 2. Ordnung 1.0 bis 1.3 cm bzw. in der 3. und 4. Ordnung 0.4 bis 0.7 cm.

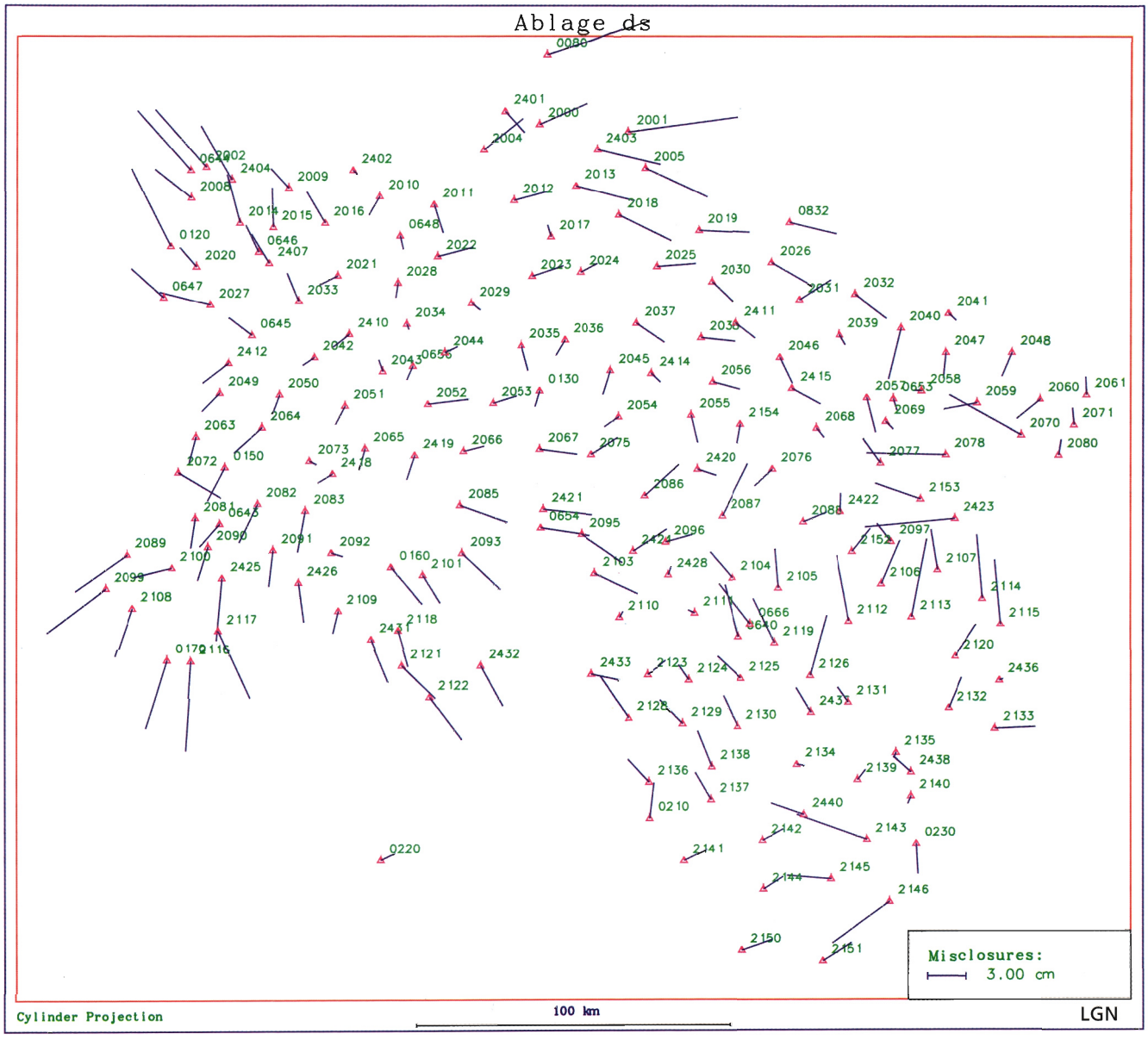


Abbildung 3: Transformation Grundnetz 97 g LS 100

Bereich	Punkte <2cm	Punkte <3cm	*Punkte Gesamt*	Maßstab [mm/km]	Punkte *<2cm [%]*
1. Niedersachsen	61	119	197	9.23 ±0.03	30
2. Regional					
a	16	22	22	9.05 ±0.10	73
b	19	24	35	9.08 ±0.11	54
c	26	30	33	8.90 ±0.07	78
d	22	37	38	9.21 ±0.07	63
e	20	27	28	8.84 ±0.10	71
f	22	33	39	9.59 ±0.06	56
3. Lokal	97	136	198		49
4. Alfeld	27	31	33	9.11 ±0.17	82

Tabelle 4: Transformationen mit 4 verschiedenen Transformationsumgebungen

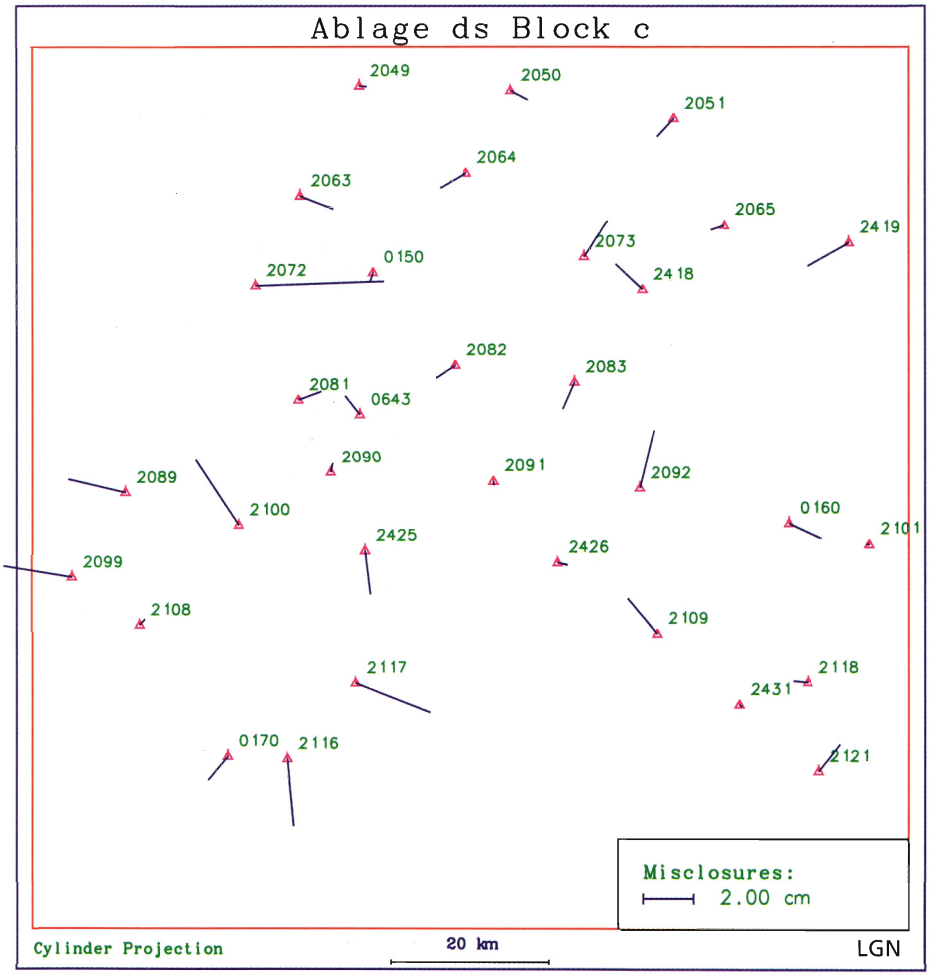


Abbildung 4: Transformation (regional) Grundnetz 97 g LS 100

Diese Genauigkeiten zeigen, dass nur die Punkte der 3. und 4. Ordnung für eine Transformation vom ETRS 89 in den Lagestatus 100 geeignet sind.

4 Neuberechnung des Festpunktfeldes im ETRS 89

Veranlassung der Neuberechnung ist

- der oben erwähnte Beschluss der AdV, das ETRS 89 als amtliches Bezugssystem einzuführen
- das SA*POS*®-System wirtschaftlich nutzen zu können, d.h. auf die aufwendige Messung identischer Punkte verzichten zu können.

4.1 Neuberechnung des niedersächsischen Festpunktfeldes im ETRS 89

Für eine Neubestimmung bieten sich folgende Verfahren an

- Neumessung
- Transformation
- Neuberechnung mit alten Elementen aus der Berechnung LS100

Die völlige Neumessung kommt aus Kostengründen nicht in Frage. Die Transformation über einige wenige identische

Punkte führt zu keiner Verbesserung der Nachbarschaftsgenauigkeit des bisherigen LS 100-Netzes. Das zeigen die in der Tabelle 4 dargestellten Ergebnisse von 4 verschiedenen Transformationsansätzen.

Transformationen

Im ersten Ansatz wurde eine Transformation über alle Punkte des Grundnetzes durchgeführt, die im LS 100 koordiniert sind. Das Ergebnis der Transformation wurde mit den Werten des amtlichen Nachweises (Punktdatei) verglichen. Die Differenzen waren in der Lage < 0.05 m und in der Höhe < 0.1 m (s. Abb. 3). Die Differenz zum Sollmaßstab betrug -0.2 mm/km.

Im zweiten Ansatz wurden aus den Grundnetzpunkten regionale Transformationsparameter abgeleitet (s. Abb. 8). Die Ergebnisse sind regional unterschiedlich und reichen für eine zuverlässige Definition der Beziehung zwischen dem LS 100 und dem ETRS 89 im 1cm-Niveau nicht aus (s. Abb. 4). Auffällig sind hier die Abweichungen vom Sollmaßstab von bis zu -0.6 mm/km (s. Tabelle 4).

Auch zeigt sich, dass in allen Regionen die maximalen Abweichungen unter 3 cm bleiben, was dem Ausgleichungsergebnis der 1. und 2. Ordnung entspricht.

Im dritten Ansatz wurde jeder Punkt des Grundnetzes aus einer Transformation von 5 benachbarten Grundnetzpunkten abgeleitet. Es werden die Ergebnisse des zweiten Ansatzes im wesentlichen bestätigt. Das gegenüber dem Ansatz 3 schlechtere Ergebnis ist aus dem stärkeren Einfluss fehlerhafter Punkte bei diesem Ansatz erklärlich.

Im vierten Ansatz wurde das Grundnetz im Raum Alfeld auf einen Punktabstand von 8 bis 10 km verdichtet. Anschließend wurde wieder jeder Punkt aus 5 Punkten seiner Nachbarschaft abgeleitet. Es bestätigt sich, dass die Nachbarschaftsgenauigkeit des LS 100 bei kürzeren Entfernungen wesentlich besser wird und im Abstand der Punkte der 3. und 4. Ordnung eine für die Transformation ausreichende Genauigkeit von ± 5 mm (1σ-Wert) hat. (s. Abb. 5).

Die Konsequenz dieser Untersuchungen soll in den folgenden Zeilen dargelegt werden.

Neuberechnung

Es wird ein erweitertes Grundnetz von insgesamt 800 bis 1000 Punkten im ETRS 89 mit einer Genauigkeit von ±5 mm (1σ-Wert) bestimmt. Die Punkte dieses Netzes dienen als Passpunkte für die Neuberechnung des gesamten Festpunktfeldes mit den alten Messungselementen der LS 100-Koordinierung.

Das Datum für diese Neuberechnung definieren die DREF 91-Punkte in Niedersachsen und den angrenzenden Bundesländern. An diese schließt die NIGEO 97 Kampagne mit ihren 97 Punkten einschließlich der Punkte des Verbindungsnetzes 92 und des niedersächsischen Referenzstationsnetzes (NIREF) an. Sie bilden den Rahmen für die Lagerung des Grundnetzes. Hierdurch wird die hohe innere Genauigkeit des NIGEO 97-Netzes und der in ihm enthaltenen 25 Stationen des niedersächsischen Referenzstationsnetzes erhalten. Für die Funktionalität der geplanten Vernetzung ist die Erhaltung der Homogenität des Referenzstationsnetzes durch eine freie Lagerung auf DREF ein nicht unwesentlicher Umstand. Es bedeutet auch, dass jede neue Referenzstation nicht aus ihrer Nachbarschaft, d. h. von den benachbarten Punkten des DREF 91- und NIGEO 97-Netzes über 2 mal 24 Stunden einzumessen ist, sondern aus dem Netz der Referenzstationen wirtschaftlich hochgenau bestimmt werden kann. Tabelle 3 zeigt das Ergebnis einer 7-Parameter-Helmert-Transformation mit 3 Translationen des frei ausgeglichenen NIGEO 97-Netzes auf die Punkte des DREF 91-Netzes. Es werden die Differenzen in Lage und Höhe dargestellt. Bei der Beurteilung der Größe der Restklaffungen ist zu beachten, dass die Genauigkeit der DREF-Sollkoordinaten mit ca. 1 cm in der Lage und 2 cm in der Höhe angegeben wird (Engelhard, Rausch; 1995).

Number of common points: 17

final results:

dx	dy	dz [m]
dm		[ppm]
ex	ey	ez ["]
-.013	-.006	-.018
.000		
.000	.000	.000

Standarddeviation of unit weight

.014

Standarddeviation of parameters

.003	.003	.003
.000		
.000	.000	.000

residuals	N(north)	E(east)	H(height)
0653	-.0052	.0077	.0252
0090	-.0019	-.0016	-.0087
0100	-.0003	.0039	.0225
9013	-.0050	-.0039	.0235
0640	.0013	-.0025	-.0100
0230	.0029	.0104	.0172
0280	.0007	.0014	-.0409
0890	-.0003	.0017	.0001
1100	.0049	-.0001	.0283
0931	-.0023	-.0009	-.0162
0160	-.0009	-.0031	-.0107
0220	.0009	.0082	-.0187
0350	-.0018	-.0024	.0027
0120	.0011	-.0081	-.0087
0150	-.0007	-.0084	-.0144
0170	.0021	-.0067	-.0296
0080	.0013	-.0025	-.0121

Tabelle 3: Transformation NIGEO 97 g DREF 91

Die Koordinaten dieser 800 bis 1 000 im ETRS 89 berechneten Punkte werden in die Punktdatei eingeführt. Sie dienen als Anschlusspunkte bei der dreidimensionale Berechnung aller mit GPS gemessenen Kampagnen im ETRS 89.

Anschließend wird eine Transformation nach LS 100 (in ebene Koordinaten) durchgeführt. Diese Koordinaten dienen als Passpunkte bei der zweidimensionalen Ausgleichung der TP-Zug-Netze mit deren Messungselementen aus der LS 100-Berechnung. Nach der Ausgleichung unter Zwang werden die Koordinaten nach ETRS 89 mit den gleichen Parametern wie oben zurücktransformiert. Die für diesen Prozess der Erzeugung dreidimensionaler Koordinaten benötigten Höhen werden der Punktdatei entnommen und unter Nutzung der Geoidinformationen in ellipsoidische Höhen umgerechnet. Das Ergebnis dieser Neuberechnung muss ein Punktfeld mit einer Koordinatengenauigkeit < 0.01 m sein. Nur unter dieser Voraussetzung lassen sich Transformationen der Ergebnisse von SA*POS*®-Messungen mit einer Genauigkeit von < 0.015 m erreichen.

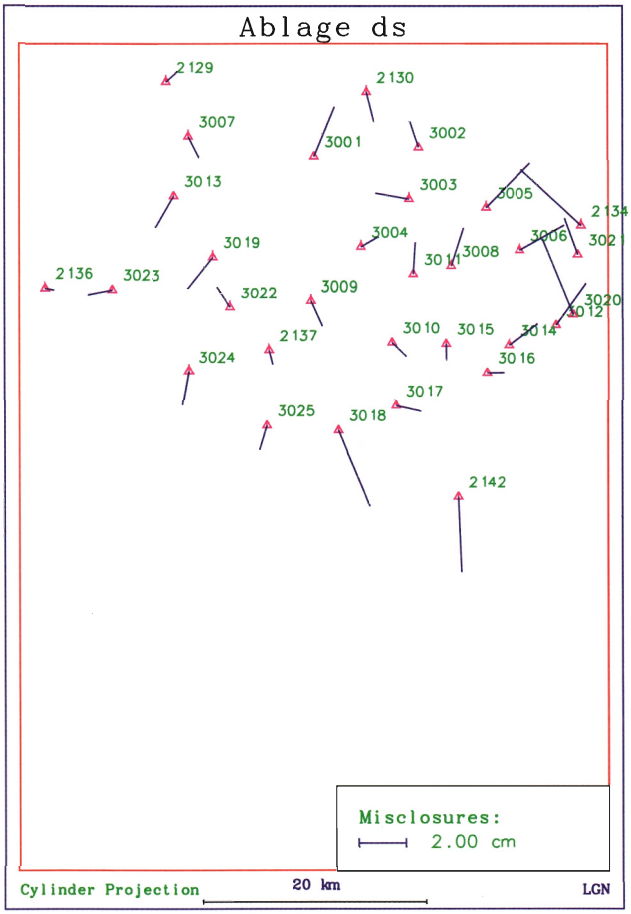


Abbildung 5: Transformation (Alfeld) verdichtetes Grundnetz 97 g LS 100

4.2 Lokale Transformationsparameter

Nach der Koordinierung im ETRS 89 stehen ca. 22 000 Passpunkte (eventuell um einige Aufnahmepunkte erweitert) für einen spannungsfreien Übergang zwischen dem LS 100 und dem ETRS 89 zur Verfügung. Bei der Neubestimmung eines Punktes mit SA*POS*®, z. B. bei einer Katastervermessung, können automatisch aus den Koordinaten der benachbarten Festpunkte Transformationsparameter ohne zusätzliche Messung abgeleitet werden.

Voraussetzung für das Arbeiten mit lokalen Transformationsparametern ist, dass das SA*POS*®-Ergebnis mit hoher Genauigkeit (10 bis 20 mm) im ETRS 89 vorliegt. Ist das nicht der Fall, kann auf die Messung identischer Punkte nicht verzichtet werden.

Eine zuverlässige Kontrolle für die Koordinierung im LS 100 ist z.B. nur durch eine anschließende Streckenmessung zu einem bereits in LS 100 koordinierten Punkt möglich. Die mehrfache GPS-Messung eines solchen Punktes kontrolliert nur die innere Genauigkeit der Messung. Die Bestimmung eines Neupunktes mit einer SA*POS*®-Referenzstation ist als Bestimmung einer Basislinie mit zusätzlichen Korrekturen bezüglich Ionosphäre und Bahnfehlern zu verstehen. Es handelt sich hier um eine der Polaraufnahme vergleichbare einseitige Punktbestimmung. Sie sollte daher auch nach den entsprechenden Regeln behandelt werden. Abschließend kann dieses aber erst nach längeren Erfahrungen bei Messungen mit vernetzten SA*POS*®-Stationen beurteilt werden können. Eine zuverlässige Lösung dieses Problems ist aber die Voraussetzung für eine die nachbarschaftliche Einpassung eines Neupunktes, ohne Messung identischer Punkte, befriedigende Lösung.

5 Zusammenfassung

Mit der Einführung des ETRS 89 haben die Vermessungs- und Katasterverwaltungen der Bundesländer einen großen Schritt in Richtung auf ein großräumiges und homogenes spannungsfreies Festpunktfeld im Vergleich zur bisherigen Situation getan.

Diese Umstellung bedeutet langfristig das Ende der nationalen Bezugssysteme und ein Schritt in Richtung auf eine einheitliche Grundlage für das Vermessungswesen in Europa im Hinblick auf seine vielfältigen Nutzungen im Sinne der eingangs erwähnten AdV-Beschlüsse.

Zum anderen bedeutet die Realisierung der SA*POS*®-Stationen einschließlich der Reduzierung der Anzahl der vermarkten Festpunkte in Niedersachsen („Festpunktloses Festpunktfeld") eine völlige Umkehr des bisherigen Messprinzips.

Bisher wurde jede Messung vom Großen ins Kleine in der nächsten Nachbarschaft interpoliert und somit bezüglich ihrer nachbarschaftlichen Lagerung kontrolliert. Dieses Prinzip wurde mit „Trimble-RTK" erstmalig durch die Erweiterung der Nachbarschaft auf mehrere Kilometer wesentlich durchbrochen. Es hat aber aufgrund der guten LS 100-Koordinierung im TP- und AP-Feld erfolgreich praktiziert werden können.

Nun wird auch die Kontrolle über die Messung der identischen Punkte als unwirtschaftlich abgelehnt. Es ist jetzt das Problem der örtlichen Kontrolle bezüglich der nachbarschaftlichen Einpassung der SA*POS*®-Messungen im Rahmen eines Koordinatenkatasters kritisch zu diskutieren. Hierbei ist streng zu unterscheiden zwischen der inneren Genauigkeit der Messungen und der Lagerung im Bezugssystem. Diese kann nicht durch die Messung von Katasterpunkten, deren Genauigkeit ±0.04 m beträgt, geschehen.

Der Einsatz des SA*POS*®-Systems kann bei allen geschilderten Problemen nur erfolgreich sein, wenn alle Voraussetzungen bzw. Investitionen für das wirtschaftliche und zuverlässige Arbeiten mit den SA*POS*®-Stationen konsequent erfüllt werden. Diese Voraussetzungen sind u.a.

- Örtliche Beobachtung der für die ETRS 89-Berechnung erforderlichen Passpunkte mit einer Lagegenauigkeit < 7 mm
- Neuberechnung des Festpunktfeldes der 1. bis 4. Ordnung in ETRS 89 mit einer Koordinatengenauigkeit < 5 mm
- Überprüfung aller Festpunkte, die sich nicht aus ihrer Nachbarschaft mit einer Genauigkeit < 15 mm durch Transformation bestimmen lassen
- Punktbestimmung mit SA*POS*® mit einer Genauigkeit < 15 mm in ETRS 89
- zuverlässige Kontrolle der mit SA*POS*® durchgeführten Messungen bezüglich der nachbarschaftlichen Einpassung

Spätestens zum 1. Januar 2002 sollte dieser einfach zu nutzende aber hochgenaue Übergang zwischen dem LS 100 und dem ETRS 89 die Funktionalität des SA*POS*®-Systems wesentlich erweitern.

6 Literatur

Augath, W.: Die Neukoordinierung des niedersächsischen Anteils am Deutschen Hauptdreiecksnetz (DHDN) und des TP-Netzes 2. Ordnung, Nachrichten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung 3/1984

Engelhardt, G./Rausch,E.: German GPS Reference Network (DREF), in Gubler E. and Hornik H. (Eds): Report on the Symposium of the IAG Subcomission for the European Reference Frame (EUREF) held in Helsinki 3. - 6. May 1995, in Veröffentlichungen der Bayerischen Kommission für die Internationale Erdmessung, Heft 56, München 1995

Gurtner, W.: The Use of IGS-Products for Densification of Regional / Local Networks, in Gubler E. and Hornik H. (Eds): Report on the Symposium of the IAG Subcommission for the European Reference Frame (EUREF) held in Budapest 17-19 May 1993, in Veröffentlichungen der Bayerischen Kommission für die Internationale Erdmessung, Heft 53, München 1993

Heck, B.: Grundlagen zur Vermessung mit Satellitennavigationssystemen, DVW-Mitteilungen Landesverein Baden-Württemberg e.V. 2/1998

Heide, D. / Heineke, U.: Die Auswertung der Beobachtungen des TP-Netzes 2.Ordnung, Nachrichten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung 3/1985

Leick A.: GPS – Satellite Surveying, John Wiley & Sons 1990

Lechner, W. / Müller, A.: Satellitenpositionierungssysteme - Sachstand und Perspektiven, GPS-Praxis und Trends '97, DVW-Schriftenreihe 35/1999

Montag, H.: Zur Definition und Überwachung der Parameter des Internationalen Terrestrischen Referenzsystems ITRF mit besonderer Berücksichtigung der Variationen des Geozentrums, Zeitschrift für Vermessungswesen 7/1998

Montag, H.: Zu einigen Grundlagen globaler und regionaler Referenzsysteme, GPS-Anwen-dungen und Ergebnisse '96 , DVW-Schriftenreihe 28/1997

Reigbers, Ch.: IERS und IGS - Stand und Perspektiven, GPS-Anwendungen und Ergebnisse '96, DVW-Schriftenreihe 28/1997

Seeber, G.: Satellitengeodäsie, de Gruyter 1989

Seeger, H. u.a.: EUREF - 10 Jahre Aufbauarbeit an einem neuen geodätischen Bezugssystem für Europa , Geodätische Vernetzung Europas, Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie Bd. 1

Schlüter, W.: Globale und regionale Referenzsysteme, GPS-Leistungsbilanz '94, DVW-Schriftenreihe 18/1995

Deutsches GPS-Referenznetz (DREF 1991)

Kartographie und Druck: Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen 1991

Abbildung 6: DREF 91

NIGEO 97

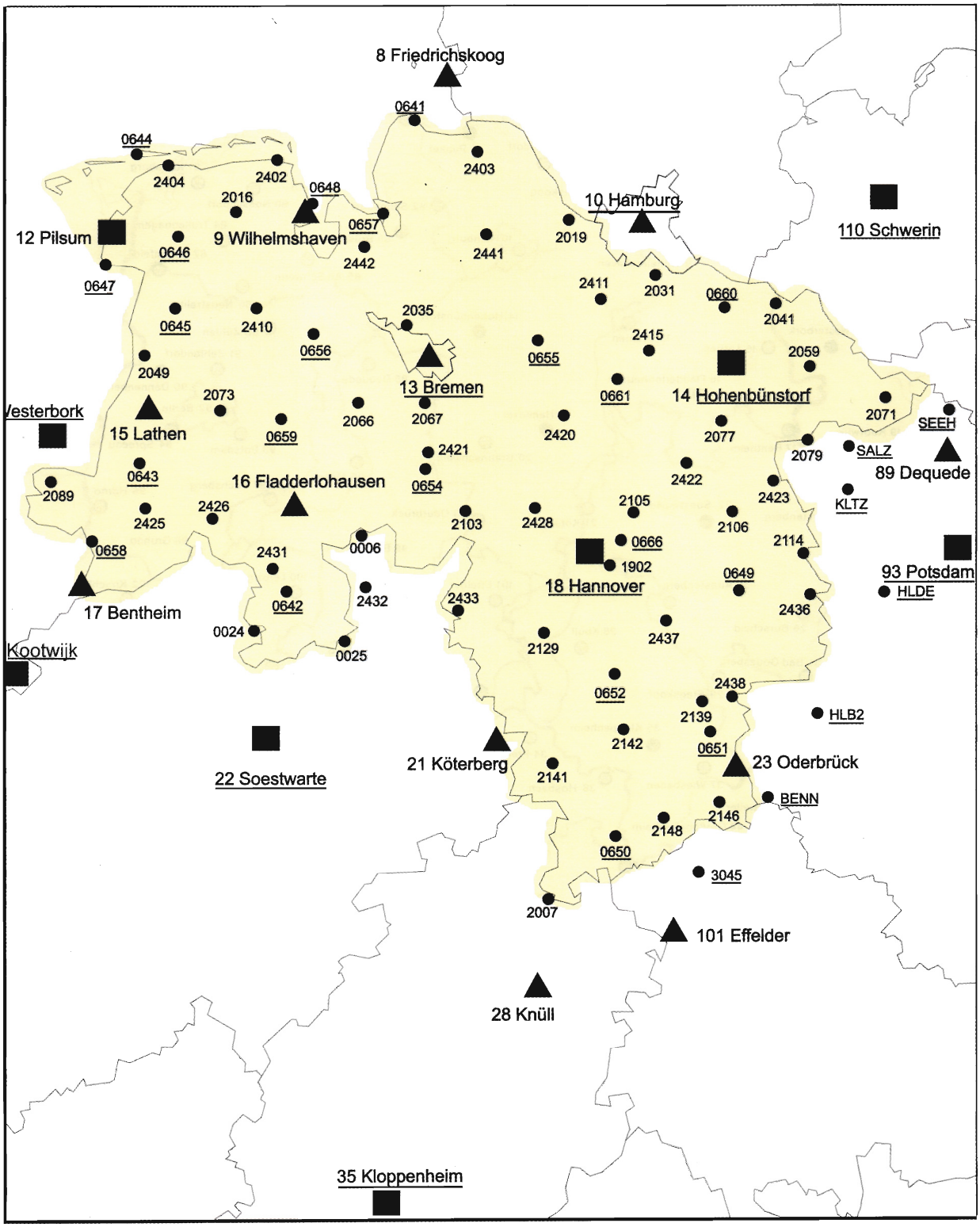


Abbildung 7: Niedersächsische Geoidkampagne 1997 (NIGEO 97)

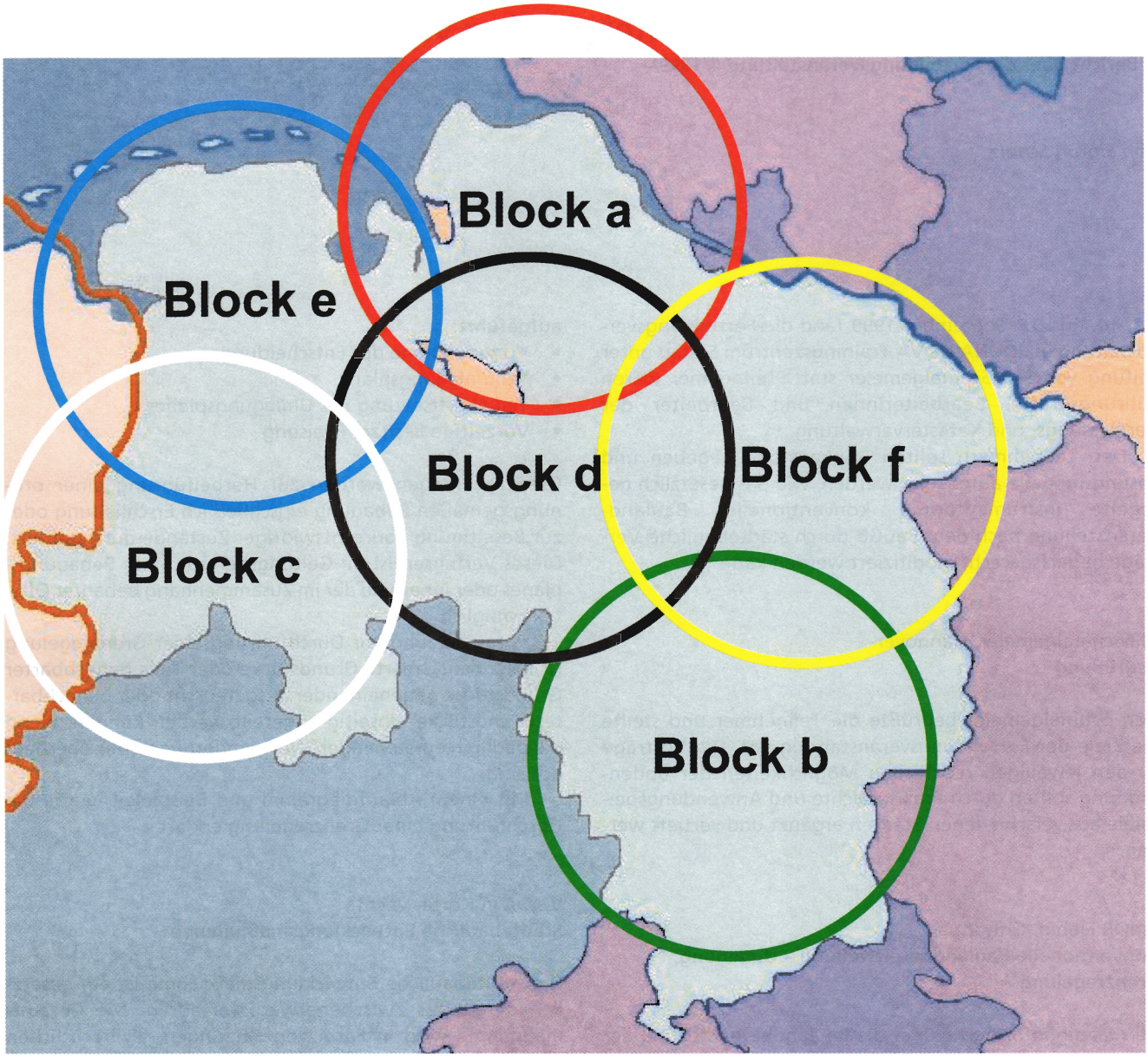


Abbildung 8: Transformationsblöcke (regional)

Baulandbereitstellung
Bodenordnung mit Einsatz städtebaulicher Verträge

– Bericht über die Fortbildungsveranstaltung 4/1999 –

Von Sigrun Schulz

Am 14. und 15. September 1999 fand die Fortbildungsveranstaltung im IDUNA NOVA Trainingszentrum Soltau unter Leitung von MR Schmalgemeier statt. Teilnehmer waren Führungskräfte, Bearbeiterinnen und Bearbeiter der Vermessungs- und Katasterverwaltung.

Den Teilnehmern sollten Denkanstöße gegeben und Lösungsmodelle aufgezeigt werden, wie das gesetzlich geregelte Instrumentarium konventioneller Baulandbereitstellung nach dem BauGB durch städtebauliche Verträge bedarfsgerecht modifiziert werden kann.

MR Schmalgemeier, Hannover
Begrüßung

Herr Schmalgemeier begrüßte die Teilnehmer und stellte die Ziele der Fortbildungsveranstaltung vor. Die Vorträge zu den jeweiligen rechtlichen Möglichkeiten der Bodenordnung sollten durch Praxisberichte und Anwendungsbeispiele aus verschiedenen Städten ergänzt und vertieft werden.

VmOR Liebig, Gifhorn
Konventionelle Baulandbereitstellung – Umlegung, Grenzregelung –

Herr Liebig informierte über die Baulandbereitstellung der Kommunen im Spannungsfeld knapper Haushaltsmittel und führte folgende Möglichkeiten auf:

- Ankauf von Flächen durch die Kommunen
- Ankauf von Flächen durch Grundstücksvermarktungs- oder Erschließungsträger
- freiwilliges Umlegungsverfahren
- Umlegungsverfahren nach BauGB
- Umlegung unter Einbeziehung städtebaulicher Verträge
- Entwicklungsmaßnahmen

Ausführlich wurde auf den Ablauf der Baulandumlegung sowie auf die gesetzlichen Grundlagen (§§ 45 bis 79 BauGB) eingegangen. Umlegungsverfahren nach BauGB können nur im Geltungsbereich eines Bebauungsplanes oder innerhalb der im Zusammenhang bebauter Ortsteile durchgeführt werden. Innerhalb des Verfahrens werden nach Lage, Form und Größe zweckmäßig gestaltete Grundstücke gebildet. Die Zuteilung erfolgt entsprechend dem Sollanspruch. Stichtag für die Wertermittlung ist der Zeitpunkt des Umlegungsbeschlusses. Weicht die Zuteilung > 10 % vom Sollanspruch ab, ist der Geldausgleich auf den Zeitpunkt des Aufstellungsbeschlusses des Umlegungsplanes zu beziehen.

Als Beschleunigungsinstrumente der Umlegung wurden aufgeführt:

- Vorwegnahme der Entscheidung
- Teilumlegungsplan
- Teilinkraftsetzung des Umlegungsplanes
- Vorzeitige Besitzeinweisung

Grenzregelungen werden zur Herbeiführung einer ordnungsgemäßen Bebauung einschließlich Erschließung oder zur Beseitigung baurechtswidriger Zustände durchgeführt. Dieses Verfahren ist im Geltungsbereich eines Bebauungsplanes oder innerhalb der im Zusammenhang bebauter Ortsteile möglich.

Voraussetzung zur Durchführung einer Grenzregelung ist, dass benachbarte Grundstücke oder Teile benachbarter Grundstücke gegeneinander ausgetauscht oder benachbarte Grundstücke einseitig zugeteilt werden können, wenn die dadurch entstehenden Wertminderungen nur unerheblich sind.

Mit einem Ablaufdiagramm und Beispielen wurde die Durchführung einer Grenzregelung erklärt.

VmOR'in Korte, Vechta
Städtebauliche Entwicklungsmaßnahmen

Die städtebauliche Entwicklungsmaßnahme ist ein gesetzlich geregeltes Zwischenerwerbsverfahren. Die Gesamtmaßnahme wird in Form von Satzungen, zivilrechtlichen Verträgen und Verwaltungsakten mit dem Ziel einer koordinierten Gebietsentwicklung realisiert. Entwicklungsmaßnahmebedingte Bodenwertsteigerung können zur Maßnahmefinanzierung abgeschöpft werden.

Der Anwendungsrahmen wird gebildet durch:

- Raumbezug
- Planungsbezug
- Entwicklungsbezug
- Nutzungsbezug
- Wohl der Allgemeinheit
- Verhältnismäßigkeitsgrundsatz
- zügige Durchführung

Das Verfahren beginnt mit einer Grobanalyse. Danach erläßt die Gemeinde den Einleitungsbeschluss. In einer Entwicklungssatzung wird der Entwicklungsbereich förmlich festgelegt. Die Gemeinde kann anschließend den Grunderwerb tätigen (Anfangswert), die Planung und Neuordnung sowie Erschließung durchführen. Die Grundstücke werden zum Neuordnungswert (Endwert) veräußert und der Bebauung zugeführt.

Für den Grunderwerb und die Erschließung ist von der Gemeinde ein erheblicher Finazierungsbedarf zu berücksichtigen, was bei knappen Haushaltsmitteln der Kommunen die Realisierung der Entwicklungsmaßnahmen erschweren kann.

VmOAR Warnecke, Hannover
Baulandmanagement und Bodenordnung

Nach Herrn Warnecke ist die Umlegung nach wie vor für die Umsetzung der Bebauungspläne ein unverzichtbares Instrument. Aufgrund der wirtschaftlichen Situation der Städte und Gemeinden wird über geeignete Maßnahmen nachgedacht, die Kosten reduzieren.

1994 wurde in Niedersachsen der Landeswettbewerb „Bereitstellung preiswerten Baulandes" durchgeführt. Es wurden zwei Landessieger und damit zwei Verfahren des Baulandmanagements ausgezeichnet.

1. Investorenmodell der Stadt Norden
2. Vermittlungs- oder Optionsmodell der Gemeinde Wedemark (Umlegung PLUS)

Herr Warnecke ist der Auffassung, dass in der heutigen Zeit nicht nur reine Umlegungsverfahren durchgeführt werden sollten, sondern zusätzlich (+) Erschließungsverträge, zusätzlich (+) städtebauliche Verträge und (+) privatrechtliche Verträge. Also Umlegung PLUS. Als Beispiel wurde das Baugebiet „Kummerberg" vorgestellt.

Ein Optionsvertrag in Verbindung mit einer Umlegung hat unterschiedliche Auswirkungen. Da die Gemeinde keine Bodenbevorratung betreiben muß, wird der Haushalt nicht belastet. Ein Zuteilungsempfänger kann Grundstücke veräußern und die Gemeinde kann Zuteilungsgrundstücke am Markt anbieten. Zwischen Gemeinde und Erwerber wird ein Vertrag geschlossen, der die Bauverpflichtung , Erschließungskosten u.a. regelt. Der Verkaufspreis setzt sich zusammen aus Angebotspreis + Verwaltungskosten + Erschließungskosten + Planungskosten + Infrastrukturkosten.

Grundstückswechselkosten werden mit	3 – 10 DM / qm Bruttobauland
und Infrastrukturkosten mit	4 – 6 DM / qm Nettobauland
verrechnet.	

Fragen der zeitlichen Dauer und der Kosten (Aufwand) des Vermittlungs- oder Optionsmodells führten zu Diskussionen der Teilnehmer.

VmOR Nienaber, Bocholt
Baulandmanagement der Stadt Bocholt

Seit 1995 ist in Bocholt ein Konzept zur Einführung eines Bodenmanagement und einer sozialgerechten Bodennutzung eingeführt worden. Auf der Basis eines Ratsbeschlusses wird ein flächendeckendes Bodenmanagement verfolgt.

Flächenmanagement beinhaltet Steuerung der Bodennutzung, Bodenordnung und Beeinflussung des Bodenmarktes.

Ein Entwicklungsplan wird von der Stadtverordnetenversammlung beschlossen. Das Tempo der Realisierung wird durch Bedarf und Nachfrage bestimmt. Entscheidende Voraussetzung für den Erfolg einer Baulandbereitstellungsmaßnahme ist die frühzeitige Sicherstellung einer zügigen Bebauung durch weite Kreise der Bevölkerung.

Aufgrund der Haushaltssituation der Stadt Bocholt ist es nicht immer möglich, große zusammenhängende Flächen zu erwerben. Eigentümer werden durch Vertrag verpflichtet, zu wirtschaftlich verträglichen Konditionen Bauland bereitzustellen.

Für einen Bocholter Bodenfond werden alle städtischen Grundstücke und Gebäude, die nicht für kommunale Aufgabenerledigung benötigt werden, veräußert. Der Bocholter Bodenfond dient der Finanzierung des Bodenmanagements.

Damit kein personeller Mehraufwand entsteht, wurde eine Arbeitsgruppe aus Vertretern verschiedener Ämter unter Federführung des Baudezernenten eingerichtet. Die Arbeitsgruppe untersucht, welche Möglichkeiten – Umlegung, Entwicklungsmaßnahmen, städtebauliche Verträge, Vorhaben- und Erschließungsplan – einzusetzen sind, um die Bodenwertsteigerung in Grenzen zu halten. Es kommt selten nur ein Verfahren zur Anwendung, sondern überwiegend ein Mix der gesetzlichen Möglichkeiten.

Baudezernent Memmen, Norden
Wohnbaulandmanagement in der Stadt Norden

Herr Memmen begann den Vortrag mit der Feststellung, dass Norden nicht nur eine Himmelsrichtung, sondern auch eine Stadt in Niedersachsen ist.

In Norden wurde Wohnbaulandmanagement erforderlich, weil lange Zeit kein Baulandangebot vorlag und es zu Abwanderungen in Nachbargemeinden kam. Um der Abwanderung entgegen zu wirken, wurde eine Strategie entwickelt. Man verfolgte das Ziel, Bauland mit einem konkurrenzfähigen Preisniveau bereitzustellen. Nur wenn Grundstückseigentümer die von der Stadt Norden aufgestellten Vorgaben (städtebauliche Verträge) akzeptieren, werden ihre Flächen als Bauland ausgewiesen. Außerdem sollten weitere Zweitwohnungen, die durch den Fremdenverkehr entstehen, verhindert werden.

Als wettbewerbsfähiger Grundstückspreis wurde 80,- DM / qm (1993) angesehen. In diesem Preis sollten die Erschließungskosten, alle Planungskosten und die Kosten für Beschaffung von Ersatzland enthalten sein. Die planungsrechtlichen Voraussetzungen wurden durch Aufstellung von Vorhaben- und Erschließungsplänen geschaffen. Die Durchführung wurde durch Investoren und Durchführungsverträge ermöglicht.

Auch die Stadt Norden versucht mit ihren Investorenmodell, den Haushalt nicht zusätzlich zu belasten.

VmR'in Drangmeister, Helmstedt
Städtebauliche Verträge – Handlungsrahmen –

Frau Drangmeister informierte zunächst über die Entstehungsgeschichte der städtebaulichen Verträge. Anschließend wurde ein Überblick der Anwendungsmöglichkeiten vorgetragen.

Ein städtebaulicher Vertrag kann z.B. zur Neuordnung von Grundstücksverhältnissen, für vorbereitende Maßnahmen oder die Ausarbeitung städtebaulicher Planungen abgeschlossen werden. Außerdem können städtebauliche Verträge in Sanierungsgebieten und Entwicklungsbereichen zur Anwendung kommen. Der Handlungsrahmen städtebaulicher Verträge wird durch das BauGB zwar begrenzt, gleichwohl sind sie vielseitig anwendbar.

Ltd VmD Dr. Heidenreich, Braunschweig
Baulandbereitstellung in der Stadt Braunschweig

Einwohnerverluste in Braunschweig waren auf fehlendes

Bauland und Abwanderung ins Umland zurückzuführen. Dies erforderte verstärkt die Ausweisung von Baugebieten. Zur Zeit sind neue Baugebiete für 1.468 Einfamilienhäuser und 525 Wohneinheiten im Geschosswohnungsbau erschlossen bzw. im Bau. Weitere 20 Baugebiete sind in Planung. Probleme der Bauleitplanung, wie

- Ausnutzung vorhandener Infrastruktur
- Beteiligung der Stadtbezirksräte
- Bereitstellung von Flächen für Ausgleichsmaßnahmen

führten zur Konzeption von städtebaulichen Entwicklungsmaßnahmen.

Es zeigte sich, dass städtebauliche Entwicklungsmaßnahmen finanzielle Risiken für die Stadt bedeuten und daher eher eine Umlegung in Frage kommt.

Alternativ können auch städtbauliche Verträge zur Anwendung kommen. In der Regel werden in Braunschweig drei Arten städtebaulicher Verträge abgeschlossen:

1. zur Kostenübernahme für die Planung
2. zur Erschließung des Baugebietes
3. zur Übertragung der Gemeinbedarfs- und Erschließungsflächen auf die Stadt

Für den Geschosswohnungsbau am Rodelandweg wurde ein vorhabenbezogener Bebauungsplan aufgestellt, um eine Industriebrache umzuwandeln. In diesem Vorhaben wurden einige Durchführungsverpflichtungen aufgestellt.

- Bauantrag innerhalb von 12 Monaten
- Baubeginn innerhalb von 24 Monaten
- Fertigstellung spätestens nach 6 Jahren
- Durchführung der Erschließung auf eigene Kosten
- Übereignung der öffentlichen Erschließungsflächen an die Stadt

VmD Steinhauer, Syke
Leiter des Immobilien-Service Orthmann, Kreissparkasse Syke

Beispiele aus dem Nordbereich des Landkreises Diepholz

Herr Steinhauer und Herr Orthmann berichteten gemeinsam über Beispiele aus dem Landkreis Diepholz. Herr Steinhauer begann seinen Vortrag mit der Entwicklung des Grundstücksverkehrs in dem Zeitraum 1989 – 1998 in den Gemeinden Stuhr, Weyhe und der Stadt Syke. Die Baulandbereitstellungskonzepte lagen bei der Realisierung und Finanzierung zunächst überwiegend in kommunaler Hand.

Die Stadt Syke hat mit Maßnahmenträgern städtebauliche Verträge in Verbindung mit Erschließungs-verträgen geschlossen. Die Einflußnahme der Stadt bestand in der Bauleitplanung und Vorgaben z.B.

- Bauverpflichtung innerhalb 2 Jahren
- Festpreis für die Veräußerung
- Zustimmung zur Parzellierung
- Berücksichtigung einer Bewerberliste

Maßnahmeträger waren bei kleinen Verfahren die Grundstückseigentümer, bei mittleren Verfahren Eigentümergemeinschaften in Verbindung mit Kreditinstituten oder Bauträgern, bei großen Verfahren Kreditinstitute oder Bauträger.

Herr Orthmann berichtete über die städtebauliche Entwicklungsmaßnahmen Brinkum - Seckenhausen aus der Sicht des Entwicklungsträgers. Maßnahmeträger war bei dem Gebiet die Kreissparkasse Syke und verschiedene Bauträger. Auf die Realisierung der Vorhaben wurde eingegangen.

Herr Steinhauer stellte anschließend fest, dass bei Umlegungsverfahren nicht alle Bauplätze verkauft werden konnten. Daraus ergab sich, dass in Zukunft ein Bebauungsplan erst aufgestellt wird, wenn städtebauliche Verträge abgeschlossen worden sind. Herr Steinhauer sieht die Zukunft in der Vernetzung der Umlegung mit städtebaulichen Verträgen.

Zusammenfassung

Die Veranstaltung hat den Teilnehmern gezeigt, dass Städte und Gemeinden bemüht sind, preiswertes Bauland bereitzustellen. Durch verschiedene Maßnahmen, insbesondere städtebauliche Verträge, wird versucht den Haushalt der Städte und Gemeinden nicht zu belasten, aber Einfluß auf den Verkaufpreis und die Vergabe von Bauplätzen zu nehmen. Die Kombination der Umlegung mit vertraglichen Gestaltungen erweist sich als geeignetes Instrument gemeindlichen Bodenmanagements.

Buchbesprechungen

Brachmann, Rolf / Holzner, Peter
Bauwert von Industriebauten
Verkehrswert von Fabrikgrundstücken
Gebäude-Versicherungswerte-
Theodor Oppermann Verlag, Hannover, 4. Auflage 1999,
557 Seiten , 198,- DM
ISBN Nr. 3 –87604-002-7

Die Autoren betonen in dieser 4. Auflage Ihres Werkes, dass die wirtschaftlichen Veränderungen der letzten Jahre deutliche Auswirkungen auf den Wert von Fabrikgrundstücken haben. Der richtige Leitgedanke dieses Werkes ist daher, dass Fabrikgebäude nicht dazu da sind, sie zu besitzen, sondern dazu, mit Ihnen Geld zu verdienen. Daher müssen heute vor allem die in die Ertragswertermittlung einfließenden wirtschaftlichen Gesichtspunkte bei der Verkehrswertermittlung Berücksichtigung finden.

Im Abschnitt zur Ertragswertermittlung werden in diesem Werk daher mittlere Mietwerte für verschiedene Nutzungsarten angegeben und auch ein Preisspiegel des RDM mit Mieten für Büroraume ist abgedruckt. Daneben sind Angaben zu den Bewirtschaftungskosten, den wirtschaftlichen Nutzungsdauern und den Liegenschaftszinssätzen enthalten.

Dennoch nimmt der Sachwert in diesem Werk breiten Raum ein, da die Autoren die Ansicht vertreten, dass eine Sachwertermittlung bei jeder Wertermittlung mit heranzuziehen ist. Besonders hilfreich sind hierfür die in diesem Werk enthaltenen -„grünen Seiten" mit umfangreichen Tabellen zu den Normalherstellungskosten je m^2 - Gebäudegrundfläche bzw. m^3 - Umbauten Raumes auf der Basis der Neubauwerte von 1914 und 1980 bzw. der Versicherungswerte 1970. Hier werden auf über 140 Seiten Bauwerte für verschiedenste Baukörper dargestellt. Leider fehlen Angaben zu den heute weitgehend herangezogenen Normalherstellungskosten 1995.

Daneben nehmen in diesem Werk die in der Wertermittlung erforderlichen Gesetze und Verordnungen vom Baugesetzbuch über die Wertermittlungsverordnung bis zur Honorarordnung und die für Versicherungsschätzungen erforderlichen Bestimmungen sehr breiten Raum ein.

Verzichtet haben die Autoren – aus meiner Sicht bedauerlicherweise – weitestgehend auf Ausführungen zum Vergleichswertverfahren, da Sie davon ausgehen, dass Fabrikgrundstücke grundsätzlich nicht miteinander zu vergleichen sind.

Das Werk ergänzt die Palette der Standardwerke eines jeden Sachverständigen und der Geschäftsstellen der Gutachterausschüsse und bietet einen Einstieg in die Grundlagen der Bewertung von Fabrikgrundstücken.

Gerd Ruzyzka-Schwob

Josef Strobl / Thomas Blaschke (Hrsg.)
Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XI
Beiträge zum AGIT-Symposium Salzburg 1999
Kartoniert, 575 Seiten mit zahlreichen Abbildungen (s/w), DM 148,-.
H. Wichmann, Hüthing Fachverlage, Heidelberg, ISBN 3-87907-336-8

Das Institut für Geographie und Angewandte Geoinformatik der Universität Salzburg veranstaltete vom 7. Bis 9. Juli 1999 das 11. „Symposium für **Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XI**" (AGIT). Der vorliegende Tagungsband faßt die im Rahmen des Symposiums gehaltenen Vorträge zusammen.

Durch die Vielzahl von praktischen Anwendungen werden dem Leser Anregungen und Lösungsmöglichkeiten auf dem GIS-Sektor geboten.
Das Spektrum der Themen umfasst dabei die Bereiche

- Umweltanalyse, Umweltschutz und Umweltmonitoring;
- Business Geographics/Geomarketing;
- Raumplanung: Orts-, Regional- und Landesplanung;
- Geodaten: Kataloge, Produkte und Distributionen;
- GPS: von der Vermessung zur Alltagstechnologie;
- Internet/WebGIS, Visualisierung, Multimedia;
- „GIScience": Theorie und Praxis.

Die Beiträge aus dem Bereich der Forschung zeigen neue Trends und noch zum Teil ungeahnte Möglichkeiten der GIS-Technologie auf.

Einen Schwerpunkt stellen - wie auch im Vorjahr - die behandelten Möglichkeiten der Präsentation im Internet dar, deren Bedeutung gerade für den Bereich der geobasierten Informationssysteme immer mehr zunimmt.

Das Buch kann nicht als zusammenhängendes Werk betrachtet werden, da es sich um eine Sammlung einzelner Aufsätze handelt. Die Sortierung der 66 Vorträge erfolgt nach den Namen der Vortragenden; eine Gliederung nach Themen würde die gezielte Auswahl der insgesamt interessanten Beiträge erheblich erleichtern.

Für DM 148,- erhalten Nutzer von GIS-Systemen, Forscher, Entwickler und Datenproduzenten, aber auch interessierte Neueinsteiger auf dem GIS-Sektor, eine Zusammenstellung von hoch informativen Beiträgen. Eine farbige Gestaltung der Abbildungen würde die Anschaulichkeit jedoch steigern.

Die Preissteigerung um DM 40,- gegenüber dem Tagungsband von 1998 ist gerechtfertigt, da der aktuelle Band deutlich an Inhalt zugenommen hat.

Großen Anteil an dem hohen inhaltlichen Qualitätsstandard des Bandes hat das Team der Gutachter: alle Beiträge wurden von mehreren Fachleuten kommentiert und teilweise kritisiert.

Der Tagungsband ist insgesamt gut geeignet, sich über den aktuellen Stand und über Weiterentwicklungen auf dem Gebiet der GIS-Technologie zu informieren und sich damit auf dem Laufenden zu halten.

Holger Seifert

Anschriften der Mitarbeiter

Dieter Stündl, Vermessungsoberrat bei der Vermessungs- und Katasterbehörde Hannover - Katasteramt -, Ständehausstr. 16, 30159 Hannover

Dieter Steinbach, BEB Erdgas und Erdöl GmbH, Riethorst 12, 30659 Hannover

Werner Seifert, Vermessungsoberrat bei der Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen (LGN), Podbielskistr. 331, 30169 Hannover

Dr. Cord-Hinrich Jahn, Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen (LGN), Podbielskistr. 331, 30169 Hannover

Volker Wegener, Dipl.-Ing. bei der Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen (LGN), Podbielskistr. 331, 30169 Hannover

Uwe Feldmann-Westendorff, Dipl.-Ing. bei der Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen (LGN), Podbielskistr. 331, 30169 Hannover

Martin Strerath, Vermessungsoberrat bei der Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen (LGN), Podbielskistr. 331, 30169 Hannover

Prof. Klaus Kertscher, Vermessungsdirektor bei der Bezirksregierung Weser-Ems, Ofener Str. 15, 26121 Oldenburg

Ralf Heyen, Vermessungsreferendar bei der Bezirksregierung Weser-Ems, Ofener Str. 15, 26121 Oldenburg

Andreas Teuber, Vermessungsreferendar bei der Bezirksregierung Weser-Ems, Ofener Str. 15, 26121 Oldenburg

Ivailo Vilser, Vermessungsreferendar bei der Bezirksregierung Weser-Ems, Ofener Str. 15, 26121 Oldenburg

Sigrun Schulz, Vermessungsrätin bei der Vermessungs- und Katasterbehörde Cuxhaven - Katasteramt Otterndorf, Am Großen Specken 7, 21762 Otterndorf

Gerd Ruzyzka-Schwob, Dipl.-Ing. bei der Vermessungs- und Katasterbehörde Nienburg - Katasteramt -, Brückenstr. 8, 31582 Nienburg

Holger Seifert, Vermessungsrat bei der Vermessungs- und Katasterbehörde Osnabrück - Katasteramt -, Mercatorstr. 4 und 6, 49080 Osnabrück

Redaktionsschluss für die „Nachrichten“

Heft 1	10. Januar
Heft 2	10. April
Heft 3	10. Juli
Heft 4	15. Oktober