

Google-Earth

Antwort (Drucksache 4/2186) der Landesregierung Brandenburg auf die Kleine Anfrage Nr. 844 der Abgeordneten Saskia Funck/Fraktion der CDU, Drucksache 4/2072.

Datum des Eingangs: 22.11.2005 / Ausgegeben: 28.11.2005

Wortlaut der Kleinen Anfrage Nr. 844 vom 28.10.2005:

Seit Mitte dieses Jahres begeistert Google-Earth nicht nur die Geodatenenthusiasten, sondern eine breite Kundschaft des Marktführers für Internet-Suchmaschinen. Das Angebot von Google-Earth besticht durch die recht einfach zu bedienende, im Grundsatz kostenfreie Software zur Karten- und Satellitenbildbetrachtung und durch teilweise recht detailgetreues und aktuelles Bildmaterial. Für die Landesregierung besteht die allgemeine Notwendigkeit, bei der täglichen Arbeit raumbezogene Daten und entsprechende Software zur Aufgabenerfüllung einzusetzen.

Vor diesem Hintergrund frage ich die Landesregierung:

1. Eignet sich Google-Earth für diesen Zweck und kann deshalb künftig die kostspielige Erfassung von Geodaten durch Landesbehörden und Landeseinrichtungen entfallen oder besteht für die Landesregierung nach wie vor die Notwendigkeit, Maßnahmen zur Verfügungmachung und Anwendung von raumbezogenen Daten zu ergreifen?
2. Für weite Teile des Landes Brandenburg liegen offensichtlich nur grob auflösende Satellitenbilder und ungenaue Karten in Google-Earth vor. Erachtet

die Landesregierung eine Kooperation mit Google, die Daten der Landesverwaltung für jedermann in Google-Earth zugänglich zu machen, als nützlich und ergäben sich daraus besondere Chancen für Staat, Bürger und Wirtschaft?

3. Bestehen qualitative Unterschiede zwischen den in Google-Earth zu betrachtenden Daten und denen, die durch die Landesverwaltung, insbesondere die Landesvermessung, erhoben werden?
4. Wie ist es möglich, dass die Software und die Daten von Google kostenfrei bereitgestellt werden; die Geodaten des Landes zum Teil nur gegen hohe Entgelte erhältlich sind?
5. Geodaten entfalten ihre volle Wirkung, wenn sie über Landes-, Staats- und Kontinentalgrenzen hinweg ohne Hindernisse verfügbar sind. Auch dies führt Google-Earth eindrucksvoll vor Augen. Wie erfolgt daher die Abstimmung auf Bundesebene. Welche Initiative wird die Landesregierung bei den mit Geodaten befassten Bundesgremien ergreifen?

Namens der Landesregierung beantwortet der Minister des Innern die Kleine Anfrage wie folgt:

zu Frage 1:

Mit den Bilddaten der Erdoberfläche von Google-Earth können die Aufgaben der Landesregierung nur in Ausnahmefällen unterstützt werden. Im Besonderen ist die Erfassung von Geobasisdaten durch die Vermessungsverwaltung neben der Erfassung der Geofachdaten durch alle Behörden weiterhin notwendig. Die über

Google-Earth bereitgestellten Geoinformationen eignen sich hinsichtlich ihrer geometrischen Qualität, Aktualität und Integrität nicht für Fachanwender, Planungsaufgaben und den Nachweis rechtlicher Festlegungen. Im Rahmen ihrer Aufgabenerfüllung setzt die Landesregierung geographische Informationssysteme (GIS) ein, die Geoinformationen mit hohem Automationsgrad auswerten und gegebenenfalls in einheitlichen Standards nach selektierbaren Inhalten anderen Nutzern zur Verfügung stellen können. Diese Funktionalität kann Google-Earth nicht zur Verfügung stellen.

zu Frage 2:

Eine Kooperation mit Google-Earth ist nicht notwendig, da die Landesregierung in Abstimmung mit dem Bund und den anderen Bundesländern die automatisierte Bereitstellung entsprechender Geoinformationen unter Nutzung international offener Standards des Open Geospatial Consortium forciert und Google auf diese Dienste zugreifen kann. Besondere Chancen für Staat, Bürger und Wirtschaft würden sich aus einer Kooperation mit Google nicht ergeben, da Mehrwerte (insbesondere bei der Wirtschaft) aus Geoinformationen vorrangig auf der Basis hoch auflösender Geodaten mit hinterlegten Sachinformationen gewonnen werden. Die zum Angebot von Google-Earth optisch komplementären, jedoch als Basis für Mehrwertdienste geeigneten Geoinformationen, werden im Land Brandenburg über den Geobroker (<http://geobroker.geobasis-bb.de>) im Internet angeboten.

zu Frage 3:

Es bestehen große qualitative Unterschiede

zwischen dem Datenangebot in Google-Earth und dem der Landesregierung. In Google-Earth werden in ihrer Entstehungsmethode, ihrer Auflösung, ihrem Alter, ihrer geometrischen Genauigkeit sehr unterschiedliche Daten mit der Zielsetzung kombiniert, ein optisch möglichst gefälliges Bild der Erdoberfläche zu erzeugen. Für Mehrwertanwendungen unerlässliche Informationen über die Qualität, Aktualität und Integrität der Daten werden nur unzureichend vermittelt, was die generelle Nützlichkeit des Angebotes einschränkt. Im Gegensatz hierzu liegen die Daten der Landesvermessung in einheitlichem Duktus, mit festgelegtem Bezugssystem und verschiedenen Maßstäben vor. Die Qualität der Daten wird durch die (gerade für Mehrwertanwendungen wichtigen) Metainformationen beschrieben.

zu Frage 4:

Die Software und die Daten von Google-Earth sind nur zu einem Teil kostenfrei. Hochauflösende und weiterrnutzbare Datenangebote werden nur kostenpflichtig angeboten. Das Geschäftsmodell von Google-Earth basiert auf drei Finanzierungsquellen: Werbeeinnahmen, Einnahmen aus kostenpflichtigen Angeboten (Daten und Software) und Verlagerung der personalintensiven Systemarbeiten zur Dateneinpflege auf die Datenproduzenten. Die Entgelte für die Geodaten des Landes sind national vereinbart. Sie entsprechen dem Wert aller mit der Datenabgabe verbundenen Dienstleistungen abzüglich der staatlich finanzierten Datenerfassung.

zu Frage 5:

Die Geodateninfrastruktur in Deutschland (GDI-DE) ist ein gemeinsames Vorhaben

von Bund, Ländern und Kommunen. Mit dem Aufbau der GDI-DE soll eine länder- und ressortübergreifende Vernetzung von Geodaten in Deutschland erreicht werden, um sicherzustellen, dass Geoinformationen zukünftig verstärkt in Entscheidungsprozessen innerhalb der Verwaltung, der Wirtschaft und der Politik zum Einsatz kommen. Neben der Betrachtung nationaler Entwicklungen ist es Aufgabe der GDI-DE, die Entwicklungen in Europa sowie weltweit einzubinden. Die Landesregierung Brandenburg wird sich mit der

Geodateninfrastruktur Brandenburg (GDI-BB) am Aufbau von Infrastrukturen zur Erschließung und Nutzung von Geodaten in GDI-DE beteiligen. Im Ergebnis der Initiativen sollen die qualitativ hochwertigen staatlichen Geoinformationen über Landes-, Staats- und Kontinentalgrenzen hinweg ohne Hindernisse in einheitlichem Duktus und mit Metadaten hinreichend beschrieben verfügbar sein. Im Land Brandenburg ist mit dieser Zielsetzung das GIB-Portal (<http://www.gib-portal.de>) eingerichtet.

Zur Höhenübertragung über Gewässer

Im Zuge der Erhaltung oder Erweiterung der Höhennetze ist es gelegentlich notwendig, präzise Höhenübertragungen über Gewässer durchzuführen. In Brandenburg ist dies beispielsweise bei den Übergängen über die Flüsse Havel, Elbe und Oder der Fall. Es können dabei Zielweiten von einigen hundert Metern auftreten. Dadurch fällt das Präzisionsnivellement als Verfahren in aller Regel aus. Als Alternativen stehen das Seeübergangsnivellement mit einer Spezialausrüstung, die trigonometrische Höhenübertragung oder auch die Nutzung von satellitengestützten Messverfahren zur Verfügung. Im Rahmen einer Diplomarbeit an der TFH-Berlin wurden die verschiedenen Verfahren vergleichend untersucht, um eine optimale Technologie für zukünftige Messungen zu finden.

Seeübergangsnivellement

Schon in den sechziger Jahren ist von der Firma Zeiss Oberkochen eine spezielle Messausrüstung entwickelt worden, mit der die Aufgabe lösbar ist. Es werden

normale Ingenieurnivelliere Ni2 mit Drehkeilvorsätzen versehen und die Höhenübertragung erfolgt dann durch hochgenaue Messung kleiner Winkel. Durch Einsatz zweier Instrumente auf jedem Ufer, die in gegenseitige Kollimation gebracht werden können, lässt sich ein „absoluter“ Horizont realisieren. Wenn die Messungen gegenseitig und gleichzeitig erfolgen, sind theoretisch Genauigkeiten von besser Imm erreichbar.

Auch in den ostdeutschen Zeisswerken in Jena ist ein Verfahren entwickelt worden, das auf dem Präzisionsnivellier Ni002 und speziellen vertikal verschiebbaren Zieltafeln basiert. Der „absolute“ Horizont wird im Instrument mittels eines Klappspiegels realisiert, die die Messung in zwei alternierenden Kompensatorlagen ermöglicht.

Nachteil beider Verfahren ist vor allem, dass sie analog arbeiten und dadurch keine auch nicht teilweise Automatisierung möglich ist. Hinzu kommt, dass die Einarbeitung des Messpersonals problematisch ist,

da Gewässerübergänge nur relativ selten zu messen sind und daher immer „ungeübtes“ Personal eingesetzt werden muss und ein hoher Personalaufwand von mindestens vier Personen erforderlich ist.

Trigonometrische Höhenübertragung

Eine mögliche Alternative ist die Nutzung der trigonometrischen Höhenübertragung mit streng gleichzeitiger und gegenseitiger Messungsanordnung. Moderne elektronische Tachymeter sind motorisiert und können die Ziele automatisch fein einstellen. Dadurch ist es möglich, die satzweise Richtungsmessung nahezu vollautomatisch und auf beiden Ufern zeitlich synchronisiert durchzuführen. Es lässt sich eine große Zahl von Messungen in kurzer Zeit ausführen. Die Daten liegen sofort digital im Speicher der Geräte vor und können automatisch weiterverarbeitet werden.

Das Genauigkeitspotential liegt für einen Sekundentheodoliten bei 4,7 mm auf 1 000 m Strecke. Schon für 25 Messungen erhält man theoretisch eine Genauigkeit im Submillimeterbereich. Die eingesetzten Messsysteme hatten eine etwas geringere Genauigkeit von 0,6 mgon. Für das Verfahren werden nur zwei Personen benötigt.

Satellitengestützte Höhenübertragung

Im Nahbereich von wenigen hundert Metern lassen sich z.B. mit GPS-Messungen hohe relative Genauigkeiten erreichen, weil sich viele Fehlereinflüsse durch Differenzbildung zwischen den beiden Stationen weitgehend eliminieren lassen. Obwohl die absolute Höhengenaugkeit viel schlechter ist, sind Höhenunterschiede benachbarter Punkte unter Umständen mit Millimetergenauigkeit bestimmbar. Allerdings handelt es sich um ellipsoidische Höhenunterschiede. Es muss also auch noch die Differenz der Quasigeoidundulationen berücksichtigt werden. Hierbei gilt wieder, dass die Absolutbeträge der Undulationen nur auf Zentimeter genau sind, die Differenzen benachbarter Punkte aber viel genauer, da systematische Effekte herausfallen.

Es ist daher durchaus denkbar, die Bestimmung von Höhenunterschieden über kurze Distanzen von bis zu einem Kilometer mit hoher Genauigkeit satellitengestützt durchzuführen. Auch dieses Verfahren lässt sich mit geringem Personalaufwand und weitgehend automatisiert durchführen. Besonderes Augenmerk ist selbstverständlich auf die Bestimmung der Antennenhöhe mit Millimetergenauigkeit zu verwenden, wozu beispielsweise auch

| Seeübergangs-Nivellement | Trigonometrische Höhenmessung | GPS |
|------------------------------|--|---|
| Theoretisch: 1-2 mm | Winkelmessung 0,6 mgon | Höhenbestimmung: 2- bis 3-fach schlechter als Lagebestimmung |
| Praktische Messung: 12 mm | Strecke 1 100 m Fehler Δh 10 mm | einige mm |

Tab. 1: Zusammenstellung der zu erwartenden Genauigkeiten für einen Höhenunterschied

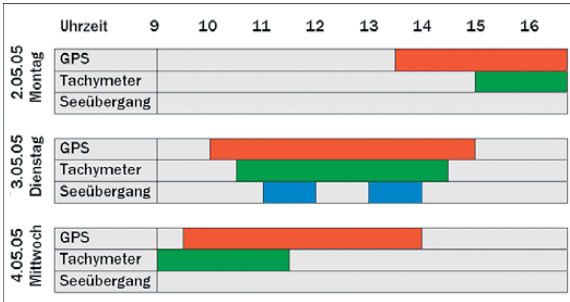


Abb. 1: Übersicht der Messungszeiten; das Seeübergangsnivelllement erfolgte wegen des hohen Personalaufwands nur an einem Tag.

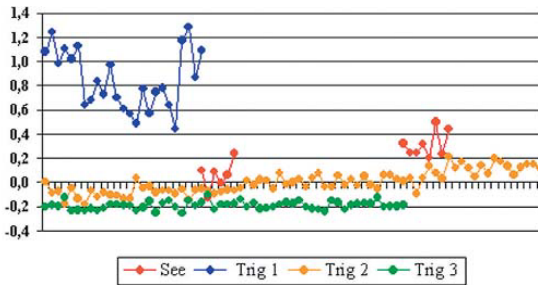


Abb. 2: Darstellung der Änderung des Refraktionskoeffizienten während der Messungszeit

ein einfaches Nivellierinstrument verwendet werden kann.

Vergleichsmessungen der drei Messverfahren

Zur Untersuchung der Leistungsfähigkeit und Effektivität der drei Methoden der Höhenübertragung wurden in der Nähe von Werder an der Havel Vergleichsmessungen durchgeführt, wobei eine relativ große Strecke von etwas mehr als 1 000 m gewählt wurde. Für kürzere Gewässerübergänge würden sich die gewonnenen Aussagen etwas ändern, wobei die Probleme geringer werden. Es wurde mit einer Zeiss-

Seeübergangsausrüstung, mit Tachymetern Leica TCRA 1200 und Trimble GPS Systemen 5 700 an drei Tagen parallel gemessen. Die zu erwartenden Genauigkeiten sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Bei Mehrfachmessungen lassen sich die Genauigkeiten bekanntermaßen steigern, wobei eine Automatisierbarkeit des Verfahrens wünschenswert ist. Für die trigonometrische Höhenübertragung sind beispielsweise ca. 100 Sätze erforderlich, um eine Standardabweichung von 1 mm zu erreichen.

Die meteorologischen Bedingungen waren an den drei Tagen sehr unterschiedlich. Am Montag war es klar mit starker Sonneneinstrahlung, am

Dienstag durchgehend bedeckt und leicht windig und am Mittwoch ebenfalls weitgehend bedeckt, aber etwas wärmer. Optimale Messbedingungen herrschten also nur am 3.05.05.

Die Bedingungen an den beiden Ufern konnten nicht völlig identisch realisiert werden. Am Südufer standen die Instrumente nur wenige Meter vom Wasser entfernt auf einem flachen Uferbereich, am Nordufer wegen des dort vorhandenen Schilfgürtels etwas weiter weg und auch etwa 80 cm höher. Der Abstand der Zielstrahlen zur Wasseroberfläche betrug immer mehr als 2 m.

Zusätzlich wurde am dritten Tag noch ein Präzisionsnivellement am Ufer entlang gemessen, um einen unabhängigen Vergleichswert zu erhalten. Dabei war allerdings ein kurzes Stück Nivellementsweg (ca. 100 m) über eine Eisenbahnbrücke zu realisieren, was die Genauigkeit negativ beeinflusst haben könnte.

Ergebnisse

Die Genauigkeiten für das Seeübergangsnivellement lagen bei ca. 5 mm, wobei die Standardabweichung für die Nachmittagsmessungen etwas höher war. Die Vormittagsmessung wich dagegen um 3 cm vom Vergleichswert aus dem Ufernivellement ab. Dieses unbefriedigende Ergebnis kann z.T. auf die geringen Fertigkeiten der Beobachter bei Nutzung eines ungewöhnlichen und selten praktizierten Verfahrens zurückgeführt werden.

Die Genauigkeit der Trigonometrischen Höhenübertragung lag für den Mittelwert aus mehreren hundert Sätzen bei etwas unter 5 mm. Die Daten des ersten Tages waren nicht brauchbar. Ursache sind die ungünstigen Wetterbedingungen. Deutlich wird dies, wenn die aus den Daten berech-

neten Refraktionskoeffizienten betrachtet werden (Abbildung 2).

Für beide Verfahren hätte wegen der hohen Messungszahl eine höhere Genauigkeit erwartet werden können. Allerdings gehen bei Messwerthäufung nur die zufälligen Fehleranteile zurück. Systematische Einflüsse, mit denen wegen der nicht exakt symmetrischen Anordnung zu rechnen war, lassen sich durch Wiederholungsmessungen nicht beseitigen!

Aus den GPS-Beobachtungen wurden Datenintervalle von einer Stunde ausgewählt, in denen möglichst alle Satelliten in guter Qualität beobachtet wurden. Beobachtungszeiten, in denen die Signale durch Bäume in Horizontnähe oder andere Einflüsse wie Multipath an der Wasseroberfläche gestört waren, wurden nicht berücksichtigt. Die Genauigkeit des Ausgleichsergebnisses für alle verwendeten Daten des zweiten und dritten Messtages lag bei 3 mm. Der Vergleich mit dem Ufernivellement ergab unter Einbeziehung des SatNivGeoides des BKG Abweichungen von 1 - 2 mm für die einzelnen Tage.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die beiden optischen Verfah-

| | | | |
|----------------------------------|--------------|---------|---------|
| Soll (Ufernivellement) | | 0,790 m | 0,8 mm |
| Seeübergangs- Nivellement | Gesamt | 0,805 m | 5,7 mm |
| | vormittag | 0,820 m | 3,7 mm |
| | nachmittag | 0,793 m | 7,3 mm |
| Trigonometrische Höhenmessung | Tag 1 | 0,779 m | 18,1 mm |
| | Tag 2 | 0,769 m | 5,2 mm |
| | Tag 3 | 0,757 m | 3,5 mm |
| GPS | Tag 2 | 0,792 | 3 mm |
| | Tag 3 | 0,791 | 3 mm |
| | Ausgleichung | 0,792 m | 3 mm |

Tab. 2: Zusammenstellung der Ergebnisse

ren zwar theoretisch für die Lösung der Aufgabe geeignet sind, aber an den speziellen Bedingungen während der Messung gescheitert sind. Es müsste eine optimale und völlig symmetrische Messungsanordnung realisiert werden und es darf nur bei günstigsten meteorologischen Bedingungen gemessen werden, wenn 1 - 2 mm Genauigkeit erreicht werden sollen. Submillimetergenauigkeiten sind nur mit extrem hohem Aufwand vorstellbar. Die Nutzung motorisierter Tachymeter ist wegen der Automatisierbarkeit vorzuziehen.

Die satellitengestützte Messung ist in der Genauigkeit durchaus ebenbürtig und liefert zudem die geringsten Abweichungen zum Sollhöhenunterschied. Dies kann allerdings auch darin begründet sein, dass das SatNivGeoid hauptsächlich aus dem Vergleich von Nivellementsnetzen und GPS-Ergebnissen berechnet wurde.

Schlussendlich bleibt die Frage zu beantworten, ob eine Höhenübertragung über Gewässer mit einer Genauigkeit von etwas schlechter als einem Millimeter ausreichend ist. Die Beantwortung schließt die Frage ein, wie genau denn die Nivellementsnetze tatsächlich sind. Die scheinbar hohen Genauigkeiten des Präzisionsnivellements von unter einem Millimeter pro Kilometer Doppelnivellement werden durch eine Reihe von systematischen Effekten im Zuge der Auswertung oder/und durch die Netzgeometrie nach Auffassung der Autoren verschlechtert, so dass die oben untersuchten Verfahren durchaus einsetzbar und zufriedenstellend sind.

Der Dank der Autoren gilt der Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg für die ausgezeichnete Unterstützung bei den Feldmessungen.

Quellen:

Bundesamt für Kartographie und Geodäsie: Quasigeoid der Bundesrepublik Deutschland, SatNivGeoid, 2004

Rattke, Karina: Untersuchungen zur relativen Höhenübertragung über große Gewässer, Diplomarbeit, TFH-Berlin, 2005, veröffentlicht unter www.sapos.de

(Karina Rattke,
Prof. Dr.-Ing. Wilfried Korth,
TFH Berlin)