

Aktuelles aus dem Bereich SAPOS® – Einblicke in und aus Niedersachsen

Alexander Schenk

Zusammenfassung

Der Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessung (SAPOS®) ist ein Dienst der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV). Er wird von den Bundesländern betrieben und bereitgestellt. In Niedersachsen erfolgt der Betrieb von SAPOS® unter Nutzung von 41 landeseigenen Referenzstationen seit nunmehr zehn Jahren. Er kann auf einen stetig steigenden Nutzungsumfang und damit große Akzeptanz zurückblicken. Die Entwicklung der letzten drei bis vier Jahre in Niedersachsen war durch die Modernisierung der Referenzstationsinfrastruktur und Einrichtung redundanter Abgabetechniken geprägt.

Die Zusammenarbeit mit den anderen Landesvermessungen in Deutschland hat eine große Bedeutung für Niedersachsen. Die Zentrale Stelle SAPOS® (ZSS), die in Niedersachsen angesiedelt ist, übernimmt dabei für bundesweite SAPOS®-Nutzer eine zentrale Rolle. Über die ZSS werden diesen Nutzern Satellitenpositionierungsdaten bereitgestellt und bundesweite Anwender der SAPOS®-Dienste registriert und beraten. Die Erfahrungen über den SAPOS®-Betrieb werden von anderen Staaten beim Aufbau vergleichbarer Positionierungssysteme genutzt.

Summary

The Satellite Positioning Service of the German State Surveying Agencies (SAPOS®) is a service of the Working Committee of the Surveying Authorities of the German States (AdV). The federal states are operating SAPOS® for Germany. In Lower Saxony, SAPOS® services are provided for ten years now, making use of 41 state-owned reference stations. SAPOS®-Lower Saxony can rely on a constantly rising usage and can look back to widespread acceptance. The development of the last three to four years was marked by both modernization of the reference station infrastructure and setting up of redundant data delivery methods.

Cooperation with the other state survey agencies of Germany is of great importance to Lower Saxony. The SAPOS® headquarters (ZSS), located in Hannover, Lower Saxony, has taken over a key role for customers of nationwide services. ZSS provides satellite positioning data and administrates and advises users of nationwide SAPOS® services. Experiences with operating SAPOS® are also requested for setting up similar satellite positioning systems in other countries.

Schlüsselwörter: SAPOS®, Nutzung HEPS, Niedersachsen, Galileo, Zentrale Stelle SAPOS®

1 Vorbemerkungen

Dieser Beitrag gibt einen Überblick über aktuelle Entwicklungen des Satellitenpositionierungsdienstes der deutschen Landesvermessung (SAPOS®) in Niedersachsen der letzten drei bis vier Jahre. Dabei werden landesspezifische Themen und aktuelle Betätigungsfelder der Zentralen Stelle SAPOS® (ZSS) vorgestellt. Neben der SAPOS®-Infrastruktur in Niedersachsen (z.B. die Absturzsicherung auf Gebäuden, Vorbereitungen auf Galileo) wird in Abschnitt 3 der Stand der Bereitstellung der SAPOS®-Dienste und deren Nutzung beschrieben. In den Abschnitten 4 und 5 werden Beispiele für die nationale und internationale Zusammenarbeit sowie die Arbeitsweise der ZSS als bundesweiter SAPOS®-Ansprechpartner vorgestellt. Die Funktionsweise, technische Verfahren und Schnittstellen, die in den SAPOS®-Diensten zum Einsatz kommen, finden sich in zahlreichen Literaturstellen wieder (z.B. Jahn et al. 2011, Heckmann und Jahn 2010, Draken 2005).

2 Die SAPOS®-Infrastruktur in Niedersachsen

In Niedersachsen ist der Landesbetrieb Landesvermessung und Geobasisinformation des Landesamtes für Geo-information und Landentwicklung Niedersachsen (LGLN) für SAPOS® zuständig. Aus Synergiegründen erfolgt das operative SAPOS®-Geschäft für Niedersachsen und die ZSS in einem gemeinsamen Fachgebiet.

2.1 Die Referenzstationen

Auf Basis von ca. 270 bundesweit verteilten SAPOS®-Referenzstationen der Bundesländer (Abb. 1) verfügt Niedersachsen über 41 landeseigene SAPOS®-Referenzstationen, die bis 2002 flächendeckend eingerichtet worden sind (Jahn und Winter 2002). Für einen reibungslosen Betrieb der SAPOS®-Dienste in Niedersachsen und dem Nordseeküstenbereich werden zusätzlich ca. 30 Referenzstationen der angrenzenden Bundesländer Brandenburg, Bremen, Hamburg, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen sowie dem Nachbarland Niederlande permanent prozessiert. Der erforderliche Datenaustausch wird durch die eingerichteten Komponenten bei der ZSS gewährleistet (s. Abschnitt 5).

Die Anzahl und damit die Dichte der SAPOS®-Referenzstationen ist seit der Einrichtung nahezu unverändert

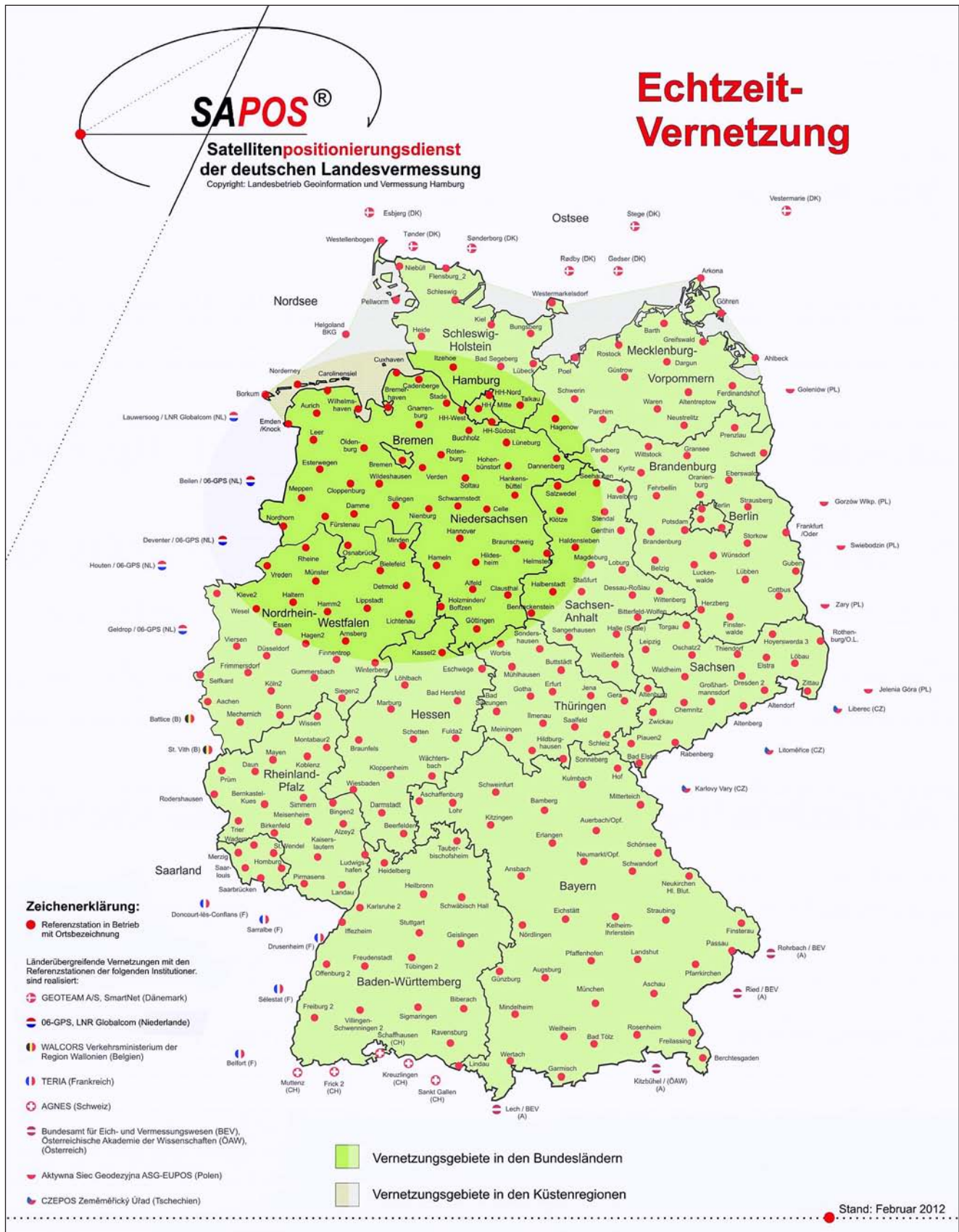


Abb. 1: SAPOS®-Referenzstationen mit Ausschnitt Niedersachsen (Grundlage Bild, LGV Hamburg)

geblieben und hat sich bewährt. Vor dem Hintergrund einer steigenden Sonnenaktivität (11-Jahres-Zyklus) ist eine hohe Dichte der Referenzstationen entscheidend, um die bei starker Sonnenaktivität auftretenden kleinräumig wirkenden Störeinflüsse durch die Ionosphäre zu minimieren (Wanninger 2002).

Neben der Troposphäre stellt die Ionosphäre eine der Hauptfehlerquellen bei der Nutzung von satellitengestützten Navigations- und Positionierungssystemen dar und kann räumlich sowie zeitlich stark variieren. Die Erfassung und Modellierung kleinräumiger ionosphärischer Störungen im Referenzstationsnetz ist die Voraussetzung dafür, dass die Einflüsse, die in gleicher Weise auf den Nutzer wirken, über Korrekturmodelle via SAPOS® bereitgestellt werden können. Gelingt die Erfassung und Modellierung der Effekte aufgrund der Dichte der Referenzstationen, kann der Anwender die gewohnte schnelle Initialisierung des Rovers für die eigene Aufgabenerledigung nutzen. Hierdurch ist die wirtschaftliche Anwendung von SAPOS® auch bei steigender Sonnenaktivität gewährleistet.

Am Beispiel des Ionosphärenindex I95 (Wanninger 2002), abgeleitet aus den Daten von vier SAPOS®-Referenzstationen in Niedersachsen (s. Abb. 2), ist der zeitliche Verlauf und die Intensität der Störungen zu erkennen. I95-Werte über 4 weisen auf starke und Werte über 8 auf sehr starke ionosphärische Störungen hin. Der I95-Index korreliert stark mit der Sonnenfleckenzahl (SRZ). Die SRZ wird verwendet, um anhand der Beobachtungen der Anzahl der Sonnenflecken und der Regionen die relative Häufigkeit des Auftretens der Flecken als Maß für die Sonnenaktivität festzustellen (Beck et al. 1982). Die SRZ verhält sich proportional zum Elektronen- und Ionengehalt in der Ionosphäre, der wesentlich für das Ausbreitungsverhalten der GNSS-Signale (GNSS: Global Navigation Satellite System) ist (Seeber 1989). Aktuelle Zahlen der SRZ können zum Beispiel unter NOAA (2012) erhalten werden.

2.2 Absturzsicherung auf Gebäuden

Alle Hardware-Komponenten einer Referenzstation befinden sich zumeist in einem logistisch gut zugänglichen Bereich eines Gebäudes. Für die zugehörigen Antennen einer Referenzstation trifft das nicht immer zu. Daher wurde in den letzten drei Jahren die erforderliche Einhaltung von Sicherheitsanforderungen und die Absturzsicherung von Personen beim Zugang zu den SAPOS®-Referenzstationen in Niedersachsen überprüft.

Für die Einrichtung, den Antennenwechsel und die regelmäßige Überprüfung der Referenzstationen vor Ort (Befestigung Antennenträger, Kabeldurchführung, Blitzschutz) ist der Zugang zu den Antennenstandorten erforderlich. Die Antennen sind in Niedersachsen überwiegend auf Dächern von öffentlichen Gebäuden eingerichtet. Hierdurch sind der abschattungsfreie Empfang von GNSS-Signalen, die Stromversorgung, die Datenanbindung an das Landesdatennetz und der Schutz vor unbefugtem Betreten der Standorte gesichert.

Zur Einhaltung der Sicherheitsanforderungen beim Zugang zu den Antennenstandorten der Referenzstationen waren zusätzliche Maßnahmen der Arbeitssicherheit zu ergreifen, um Vorgaben der Landesunfallkasse zu erfüllen. Seitens der Landesvermessung wurden drei Varianten untersucht, um die Sicherheitsanforderungen zu erfüllen (Tab. 1).

Aufgrund der flexiblen Zugangsmöglichkeit wird Variante B favorisiert. Sie stellt bei zur Verfügung stehenden Mitteln die am besten geeignete und sicherste Lösung dar. Alternativ kommt Variante C insbesondere für den Zugang auf Spitzdächern zum Einsatz. Die Variante A wird aufgrund der beschriebenen Nachteile wenig eingesetzt.

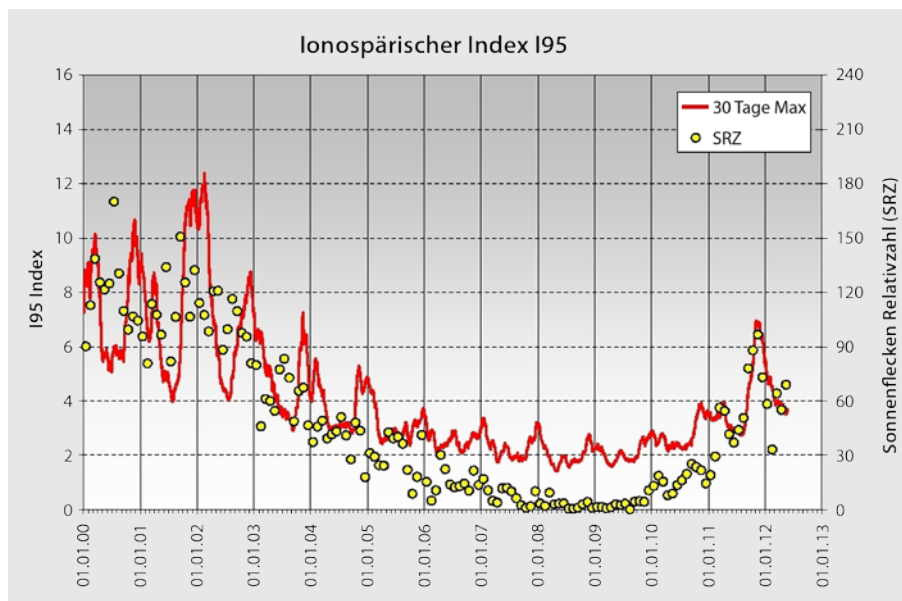





Abb. 2:
Ionosphärischer Index (I95) für Niedersachsen/Bremen, dargestellt als 30-Tages-Mittel der Maximal-Werte (30 Tage Max), und Verlauf der Sonnenfleckenzahl (SRZ), (NOAA 2012)

Tab. 1: Varianten zur Sicherstellung der Arbeitssicherheit beim Betreten von Antennenstandorten

	Variante A – Einsatz PSA	Variante B – Baumaßnahmen	Variante C – Einsatz Hubsteiger
Beschreibung	Zugang mit persönlicher Schutzausrüstung (PSA) gegen Absturz; Schulung von 2 bis 3 Personen aus dem SAPOS®-Bereich notwendig	Durchführung von Baumaßnahmen in Absprache mit dem Eigentümer; Zugang über das Gebäude	Einsatz von Hubsteigern; Zugang von außen
Beispielbild			
Bezeichnung/ Quelle Bild	Abb. 3: Unfallkasse Nordrhein-Westfalen	Abb. 4: SAPOS®-Referenz- station Celle	Abb. 5: SAPOS®-Referenz- station Schwamstedt
Kosten	Einmalige Beschaffung der PSA und jährlich wiederkehrend Schulungskosten pro Person	Einmalig, je nach Aufwand 500 bis 6.000 Euro	Jährlich bzw. anlassbezogen pro Station 500 bis 700 Euro pro Einsatz
Vorteile	Unabhängig vom Gebäude	Zugang für jeden Berechtigten möglich; optimale Arbeitshöhe	Unabhängig vom Gebäude; Zugang für jeden Berechtigten
Nachteile	Zugang nur für bestimmten Personenkreis; aufwendige Schulung einschließlich medizinischer Überprüfung	Finanzierung; bei Gebäudewechsel neue Prüfung erforderlich; Baumaßnahmen aufgrund Mehrwegeausbreitung nur unterhalb des Antennenhorizontes möglich; ggf. weitere Einflüsse auf die Empfangscharakteristik der Antenne	Abhängig von zeitlicher Verfügbarkeit der Anbieter von Hubsteigern; wiederkehrende Kosten

2.3 Datenkommunikation

Für die Datenanbindung der Referenzstationen in Niedersachsen wird das landesinterne Verwaltungsnetz genutzt (Wegner und Winter 2005). Zuständig für den Betrieb ist das Landesamt für Statistik und Kommunikationstechnologie Niedersachsen (LSKN), vormalig IZN. Das bestehende Datennetz wird mit dem Projekt TK2010 in ein neues Datennetz, genannt Niedersachsen-Next Generation Network (NI-NGN), überführt. Ziel des Projektes ist es, die bisher getrennten Daten- und Sprachnetze zusammenzuführen. Darüber hinaus wird durch die steigenden Anforderungen bei der Datenkommunikation hinsichtlich der erforderlichen Bandbreite auch der Ausbau des Datennetzes vorangetrieben.

Die Datenkommunikation des SAPOS®-Dienstes ist hiervon ebenfalls betroffen. Zum einen wird durch die steigende Datenmenge eine größere Bandbreite benötigt,

zum anderen handelt es sich bei SAPOS® um ein Echtzeitverfahren mit geringen tolerierbaren Verzögerungen. War es bezogen auf die zu übertragende Datenmenge vor zehn Jahren noch ausreichend, eine Datenmenge für zwölf GPS-Satelliten parallel zu übermitteln, muss heute ein Vielfaches davon übertragen werden.

Der Bedarf an notwendiger Bandbreite hat sich durch die fast ebenso hohe Anzahl von GLONASS-Satelliten verdoppelt. Hinzu gekommen sind durch die Modernisierung und Weiterentwicklung von GPS und GLONASS weitere Signale, die übertragen werden müssen. Aus Redundanzgründen erfolgt zudem ein mehrfacher paralleler Zugriff auf die Referenzstationen, und durch die zukünftige weitere Verwendung neuer GNSS-Systeme (Galileo, Compass) ist mit einem erneuten Anstieg der Datenmenge zu rechnen.

Die wachsenden Anforderungen hinsichtlich der zu übertragenden Datenmenge stellen auf Seiten der

Datennetzbetreiber meist kein Problem dar. Sie können beim Ausbau des Netzes ohne größeren Aufwand berücksichtigt werden. Schwieriger stellt sich die Situation aus der vom Datennetzbetreiber zu gewährleistenden Datensicherheit (Verfügbarkeit, Integrität und Vertraulichkeit) und der bei SAPOS® notwendigen Echtzeitfähigkeit dar. So führen die zur Sicherheit der Daten eingesetzten Firewall-Systeme (Beschränkung des Netzzugriffes und laufende Überwachung des Datenverkehrs) zu Verzögerungen bei der Datenübertragung. Es ergibt sich ein Zielkonflikt zwischen dem Schutz des Landesverwaltungsnetzes und einer kontinuierlichen und möglichst ohne Zeitverzug durchzuführenden Datenübermittlung.

Zur Gewährleistung einer hohen Datenaktualität (ein bis zwei Sekunden) beim Nutzer der Dienste, die eine zentimetergenaue Positionierungsgenauigkeit ermöglicht, stehen für die Übermittlung der Daten nur einige 100 Millisekunden zur Verfügung. Zur Sicherstellung dieser fachlichen Anforderung wurden zwischen LSKN und LGLN folgende Betriebsparameter festgelegt:

- Betriebszeit: – 24 Stunden an 7 Tagen je Woche (24/7),
- Wartungen: – außerhalb des Zeitraums 6 bis 18 Uhr an Arbeitstagen,
– in vorab festgelegten Zeiträumen keine Wartungsfenster,
- Datenalter: – beim ausgehenden Datenstrom < 500 Millisekunden,
– Verarbeitungszeit im LSKN < 100 Millisekunden,
- Wiederherstellungszeit bei zentralen Ausfällen: – < 5 Minuten; Sicherstellung durch redundante Auslegung wichtiger Komponenten,
- Verfügbarkeit: – Zielwert im Betrieb 6 bis 18 Uhr an Arbeitstagen; 99,9% bezogen auf einen Monat und
– Zielwert im Betrieb 24/7; 99,5% bezogen auf einen Monat.

2.4 Vorbereitung auf Galileo

Mit dem Fortschritt bei Galileo

- Start der ersten beiden IOV (In-Orbit Validation) Satelliten am 21. Oktober 2011,
 - geplanter Start weiterer Satelliten im Oktober 2012 und
 - Inbetriebnahme erster Galileo-Dienste ab 2015
- rückt auch die operationelle Einbindung in den SAPOS®-Betrieb Niedersachsens immer stärker in den Fokus.

Für die Bereitstellung eines zukunftsorientierten Raumbezugs über Satellitentechnologie wurden die GNSS-Hardware bereits modernisiert, Galileo-fähige Komponenten beschafft und alle GNSS-Empfänger und -Antennen umgerüstet. Damit ist Niedersachsen von Seiten der Hardware zunächst gut gerüstet, wobei bei wei-

teren Verzögerungen der Galileo-Implementierung eine technische Alterung der Hardware einsetzen wird.

Die Einbindung von Galileo-Daten in die Echtzeitvernetzung Niedersachsens hat noch nicht stattgefunden. Zahlreiche Untersuchungen der Datenstrukturen wurden jedoch bereits anhand der Giove-Testsatelliten vorgenommen (Becker 2007). Andere Erprobungen sind derzeit nur in speziellen Testumgebungen möglich. Zu nennen sind das GATE-Testgebiet in Berchtesgaden, sea GATE in Rostock für maritime Anwendungen, Aviatian GATE in Braunschweig für Luftfahrtanwendungen, automotive und rail GATE bei Aachen für Fahrzeugnavigations- und Bahnanwendungen. Erste Erkenntnisse nach der Installation der Galileo-fähigen GNSS-Komponenten in Niedersachsen konnten dennoch gesammelt werden.

Bei einer SAPOS®-Referenzstation an der Nordseeküste (Wilhelmshaven) wurden nach Inbetriebnahme der Galileo-fähigen Hardware verstärkt Störungen der Signalqualität auf der GLONASS-L2-Frequenz beobachtet. Nach Untersuchungen der zuständigen Bundesnetzagentur (BNA) und des GNSS-Herstellers konnten Störungen durch terrestrische Amateurfunknutzer als wahrscheinliche Ursache festgestellt werden. Die Störungen betrafen den Frequenzbereich der Galileo-Signale (E6-Band, 1278,75 MHz). Durch den für Galileo geöffneten Frequenzbereich der Antennen wirken sich die Störungen durch andere Nutzungen im benachbarten Frequenzbereich verstärkt auf den Signalempfang aus. Eine Überprüfung der Frequenzbänder des Amateurfunks ergab, dass in dem Frequenzbereich (1.260 bis 1.300 MHz) verschiedene genehmigte Nutzungen vorliegen (BNA 2011).

Eine bundesweite Untersuchung ähnlich betroffener SAPOS®-Referenzstationen wurde durch SAPOS®-Niedersachsen anhand bekannter Amateurfunksender durchgeführt. Als Kriterium wurden

- der Abstand der genutzten Funkfrequenz des Amateurfunks zum Galileo-E6-Signal und
- die Entfernung zwischen Amateurfunksender und nächstgelegener SAPOS®-Referenzstation gewählt.

Das Ergebnis der Untersuchung bestätigte die Station Wilhelmshaven als bundesweit am stärksten betroffene SAPOS®-Referenzstation. Aktuell werden bei dieser Referenzstation eine Galileo-fähige und eine nicht Galileo-fähige Antenne parallel betrieben, um weitere Auswirkungen auf die Daten zu analysieren. Bestätigen sich diese Ergebnisse, ist zu erwarten, dass die Fälle von Störungen des GNSS-Empfangs durch terrestrische Funknetze zunehmen. Lösungen könnten in weiteren Frequenzregulierungen, verbesserten Filteralgorithmen oder Anpassungen im Antennendesign liegen. Die Verlegung von SAPOS®-Referenzstationen an weniger gestörte Standorte oder eine stationsabhängige Abschirmung von Störsignalen stellen keine geeigneten Lösungen dar. Darüber hinaus können GNSS-Nutzer, die in gestörten Gebieten messen, den Beeinträchtigungen nicht ausweichen.

3 Stand der SAPOS®-Bereitstellung und Überblick über die Nutzergruppen in Niedersachsen

Das bundeseinheitliche Dienstangebot von SAPOS® ist durch die AdV geregelt (Jahn et al. 2011). Die wesentlichen Kenngrößen sind in Tab. 2 aufgeführt.

Der EPS wird in Niedersachsen vor allem von Katasterämtern für eigene Messungen, zum Beispiel zur Erfassung der tatsächlichen Nutzung, verwendet. Darüber hinaus spielt er in Niedersachsen aufgrund einer großen Anzahl nicht amtlicher Lösungen und teils kostenfreier, teils globaler Angebote eine geringe Rolle. Auf den EPS wird nachfolgend nicht weiter eingegangen.

Der GPPS wird überwiegend bei Auswertungen für eigene Zwecke verwendet und dort eingesetzt, wo hohe Genauigkeiten gefordert, eine spätere Auswertung im Büro möglich und das entsprechende Fachwissen für die Auswertung vorhanden ist. Zusätzlich ist er die Alternative, wenn GNSS-Verfahren angewendet werden sollen, eine Mobilfunkverbindung jedoch nicht besteht. Außerhalb der eigenen Verwaltung findet der GPPS besonders bei der fahrzeug- und luftgestützten Erfassung von Geodaten zur Georeferenzierung Verwendung und wird von Vermessungs- und Ingenieurbüros sowie von Befliegungsfirmen eingesetzt (Abb. 6). Die mit Laserscannern, Luftbildkameras oder Spezialaufnahmesystemen erfassten Objekte oder Zustände wie Eisenbahntrassen, Hochspannungsleitungen oder der Straßenzustand werden unter Verwendung des GPPS genau georeferenziert und können in Bezug zu amtlichen Bestandsplänen gebracht werden.

Die größte Bedeutung aus Sicht des Umfangs der Nutzung hat der HEPS. Den Hauptanteil stellen die Anwender des Bereiches Katasteramt (KA)/Öffentlich bestellte Vermessungsingenieure (ÖbVI)/Landesvermessung für Messungen im Liegenschaftskataster (z.B. Grenzfeststellung)

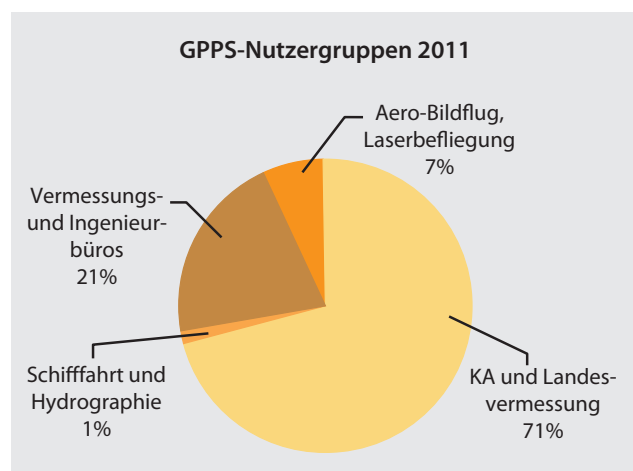


Abb. 6: Nutzergruppen GPPS-Niedersachsen

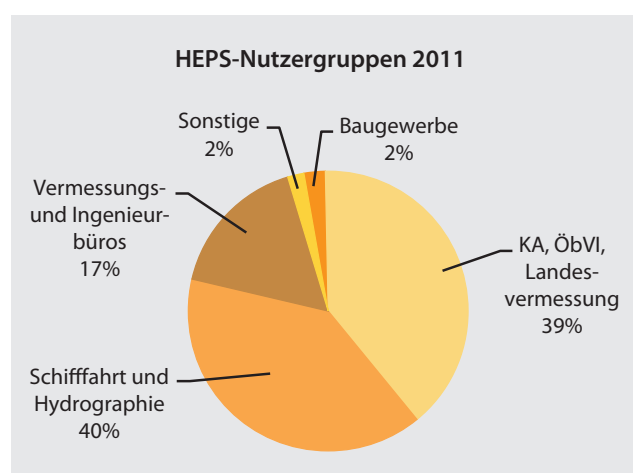



Abb. 7: Nutzergruppen HEPS-Niedersachsen

und Anwender des Bereiches Schifffahrt und Hydrographie mit zusammen ca. 80% (Abb. 7). Im Vergleich zu 2005 (s. Draken 2005) hat sich der Anteil der beiden Bereiche gegenüber der Gesamtnutzung kaum verändert. Der Anteil der Schifffahrt und Hydrographie hat dabei

Tab. 2: Überblick über SAPOS®-Dienste – bundesweit

	EPS (Echtzeit Positionierungs-Service)	HEPS (Hochpräziser Echtzeitpositionierungs-Service)	GPPS (Geodätischer Post-processing Positionierungs-Service)
Verfahren	Echtzeit	Echtzeit	Postprocessing
Genauigkeit* Lage	0,5–3 m	0,01–0,02 m	≤ 0,01 m
Genauigkeit* ellipsoidische Höhe	1–5 m	0,02–0,03 m	0,01–0,02 m
GNSS	GPS+GLONASS	GPS+GLONASS	GPS+GLONASS
Übertragungstechnik	Internet (NTRIP)	Internet (NTRIP)	Internet (Webserver)
Übertragungsrate	1 Sekunde	1 Sekunde	≥ 1 Sekunde
Datenformat	RTCM 2.3	RTCM 3.1	RINEX 2.1
* Genauigkeit: Von den Messbedingungen abhängige Messunsicherheit nach DIN 1319: Summe der systematischen und zufälligen Fehleranteile einer Messung, angegeben als Standardabweichung mit einem Vertrauensbereich von 68,3% (1 Sigma)			

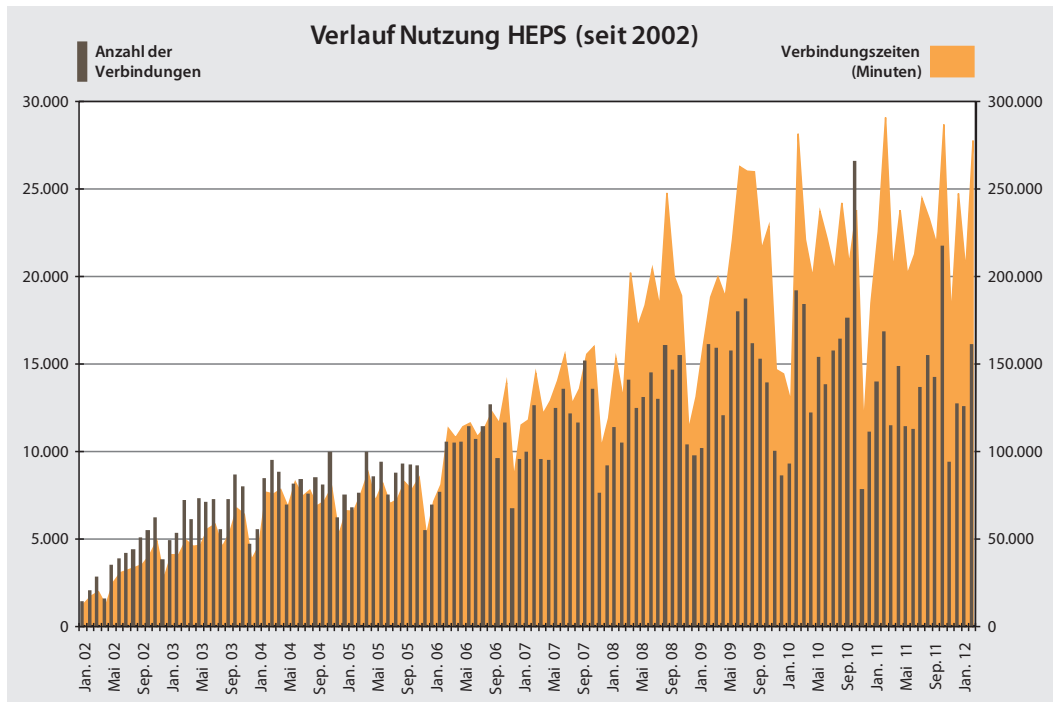


Abb. 8:
Entwicklung der
Nutzung des HEPS
in Niedersachsen
(2002–2012)

überproportional zugenommen, was auf die Umstellung auf Echtzeitanwendungen und die Integration von SAPOS® in die Arbeitsabläufe vor allem bei der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung und deren Bundesbehörden zurückzuführen ist. Anwendung findet der HEPS im Bereich der hydrographischen Vermessung vor allem bei der Beschickung von Booten und Schiffen mit Höhen für die Erfassung der Gewässersohle. Darüber hinaus wird er in der Nassbaggerei für die genaue Ermittlung des Einsatzortes und der abzutragenden Mengen verwendet.

Die dritte große Gruppe bilden die Nutzer privater Vermessungs- und Ingenieurbüros. Neben der Bestandsdokumentation, Erfassung von Leitungen am offenen Graben, Trassierungs- und Absteckungsarbeiten als Hauptnutzungsbereiche wird der HEPS beispielsweise auch bei der Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen (z.B. Anlage von Prüf Strecken, Abstandsbestimmungen) eingesetzt. Weitere Einsatzbereiche können ZSS (2012) entnommen werden.

Die stärkere Einbindung von SAPOS® in die Messabläufe und die damit intensivere Nutzung kann anhand der Nutzungsentwicklung beim HEPS in Abb. 8 nachvollzogen werden. Sowohl hinsichtlich der Anzahl der Verbindungen als auch der Verbindungszeit ergibt sich ein seit 2002 steigender Trend. Wurden 2006/2007 noch durchschnittlich 10 Minuten pro Verbindung gemessen, stieg die Nutzungszeit pro Einwahl auf durchschnittlich 20 Minuten an.

Die Nutzung des HEPS erfolgt hauptsächlich in der Zeit von Montag bis Freitag (Abb. 9). Bezogen auf die tägliche Verwendung von SAPOS® konzentriert sich der HEPS-Einsatz auf die Zeit zwischen 6 Uhr bis 14 Uhr UT (Abb. 10). Da über die Hauptnutzungszeit hinaus ein nicht unerheblicher Positionierungsbedarf besteht, erfolgt die tägliche SAPOS®-Bereitstellung über 24 Stunden und ist durch redundante Abgabetechniken abgesichert. Die Hauptarbeit für die Nutzerbetreuung fällt bei SAPOS®-Niedersachsen im Zeitraum Montag bis Donnerstag von

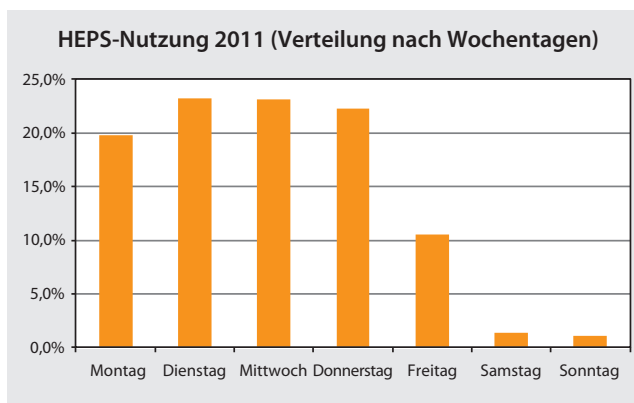


Abb. 9: HEPS-Nutzung nach Wochentagen in Niedersachsen

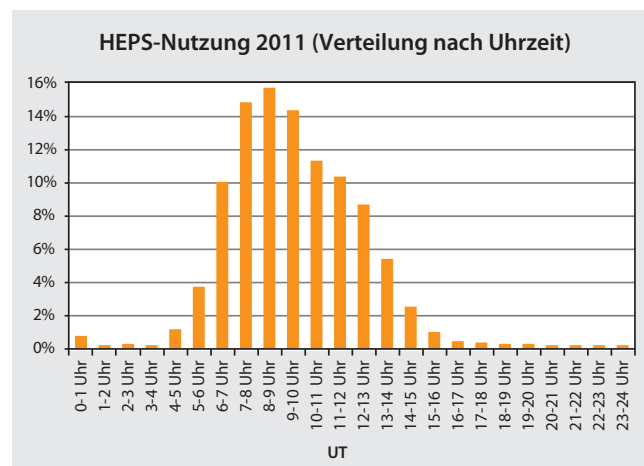


Abb. 10: HEPS-Nutzung nach Uhrzeit in Niedersachsen

7 Uhr bis 16 Uhr und Freitag von 7 Uhr bis 13 Uhr an. Innerhalb dieser Zeiträume ist die aktive Nutzerbetreuung durch die SAPOS®-Hotline sichergestellt.

Die 2011 in Niedersachsen genutzten Datenformate für HEPS sind in Abb. 11 dargestellt. Zur Sicherung der Abwärtskompatibilität werden die eingeführten und mitt-

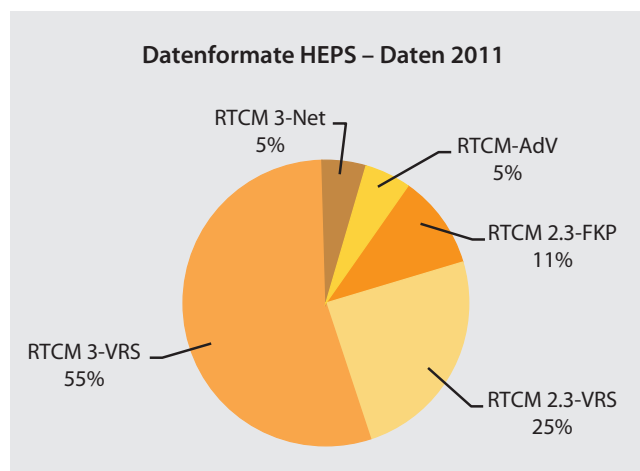


Abb. 11: Nutzung Datenformate beim HEPS in Niedersachsen

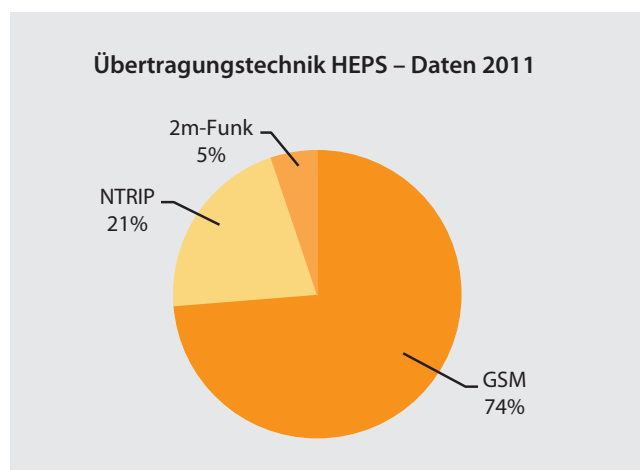


Abb. 12: Nutzung Übertragungstechnik beim HEPS in Niedersachsen

lerweile veralteten Datenformate (RTCM 2.3 und RTCM AdV) weiterhin angeboten. RTCM AdV wird nur noch von wenigen Nutzern aus dem hydrographischen Bereich in Küstennähe verwendet. Das Verfahren RTCM AdV erweist sich noch immer dort als vorteilhaft, wo die Mobilfunkversorgung nicht gewährleistet ist, wobei diese Gebiete heute sehr begrenzt sind. Die aktuellen und dem Stand der Technik entsprechenden RTCM 3-Datenformate werden mittlerweile zu mehr als 50% genutzt. Bei den modernen Datenformaten überwiegt aufgrund der früheren Standardisierung für GPS und GLONASS die Realisierung über die Virtuelle Referenzstation (VRS) gegenüber der Realisierung mit Netzwerkkorrekturen (NET), auch als Master Auxiliary Concept (MAC) bezeichnet. Die Realisierung über Flächenkorrekturparameter (FKP) ist im RTCM 3 standardisiert.

Ein Großteil der Nutzer verwendet bis heute die GSM-Technik (Abb. 12). GSM-Anwender nutzen SAPOS® im Vergleich zu NTRIP über längere Zeiträume. Die 2006 im SAPOS®-Niedersachsen eingeführte Abgabemöglichkeit über Internet (NTRIP: Networked Transport of RTCM via Internet Protocol) hat zu einer kontinuierlichen Zunahme geführt. Auf Basis der Anzahl der Verbindungen erreicht NTRIP heute einen Nutzungsanteil von ca. 50%. Aufgrund verschiedener Vorteile der Abgabe von RTCM-Daten über Internet ist zu erwarten, dass sich diese Abgabetechnik mehr und mehr durchsetzen wird. Auf Anbieterseite ergeben sich Vorteile, da nahezu unbegrenzt viele Nutzer parallel bedient werden können, was aufgrund steigender Nutzerzahlen immer wichtiger wird. Nutzerseitig ergeben sich Vorteile durch die Möglichkeit, verschiedene Webdienste parallel neben den SAPOS®-Korrekturdaten nutzen zu können und zukunftsichere Übertragungstechnik zu verwenden.

4 Internationale und nationale Zusammenarbeit

Dem Landesbetrieb Landesvermessung und Geobasisinformation obliegt nach seiner Betriebsanweisung die Zusammenarbeit mit dem Ausland. Diese Consulting-Tätigkeit reiht sich in die langjährige Praxis anderer Bundesländer ein. Niedersachsen unterhält unter anderem Beziehungen mit Kroatien, Perm (Russland), Polen, der Ukraine und dem Kosovo.

4.1 Niedersächsische Unterstützung beim Aufbau von KOPOS

Die Republik Kosovo wurde 2008 eigenständig. Mit ca. zwei Millionen Einwohnern und einer Fläche von ca. 10.000 km² ist der Kosovo ungefähr halb so groß wie Rheinland-Pfalz. Nach dem Ende der Balkankriege steht der Aufbau demokratischer und funktionsfähiger Verwaltungsstrukturen im Vordergrund, wobei ein funktionierendes Kataster- und Grundbuchsystem eine Schlüsselstellung einnimmt. Es gilt, die Rechtssicherheit der Eigentumssicherungssysteme (Kataster- und Grundbuch) zu verbessern, sodass die Grundlage für eine geordnete wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung geschaffen werden kann. Der Aufbau einer gut strukturierten Verwaltung kann dazu beitragen, Wirtschaftskreisläufe zu schließen und zum Beispiel die Bauwirtschaft zu aktivieren (Abb. 13).

In Kooperation mit SAPOS®-Niedersachsen soll das Kosovo-Positionierungssystem (KOPOS) dazu dienen, notwendige Vermessungsarbeiten für die Aktualisierung der Eigentumssicherungssysteme schnell und wirtschaftlich zu erledigen. Gegenseitige Besuche in den Jahren 2009 und 2011 haben zu einem Transfer von SAPOS®-Fachwissen geführt.



Abb. 13: Beispiel für nicht fertig gestellte Häuser in Pristina (Kosovo)

Der Betrieb von KOPOS soll sieben landesweit verteilte Referenzstationen mit der Zentrale bei der Landesvermessungsbehörde in Pristina umfassen. Auf deutsche Verhältnisse bezogene einfache technische Möglichkeiten und organisatorische Fragen (Stromversorgung, Sicherheit, Zugang zu den Stationen) sind im Kosovo nur heterogen vorhanden und stellen den Aufbau von KOPOS vor größere Schwierigkeiten. Auch politische Gegebenheiten vor Ort müssen beachtet werden, da der Norden des Kosovo immer wieder von ethnischen Unruhen erschüttert wird.

Die internationale Kooperation (Weltbankprojekt) und externe Unterstützung dienen vor allem der Schulung des Fachwissens des Personals. Über einen funktionsfähigen Positionierungsdienst lässt sich eine Kundenstruktur aufbauen, die dem neuen Positionierungsdienst des Kosovo auf die Erfolgsspur bringen kann.

4.2 Delegationen in Niedersachsen mit SAPOS®-Bezug

In den vergangenen Jahren haben zahlreiche internationale Delegationen den Landesbetrieb Landesvermessung und Geobasisinformation besucht. Neben dem Erfahrungsaustausch wurde über zahlreiche aktuelle Arbeitsprojekte der AdV (AAA, GDI, SAPOS®) berichtet. Kollegen aus der Landesvermessung, der Katasterverwaltung sowie des freien Berufsstandes haben jeweils über ihre Arbeitsschwerpunkte referiert.

Einen Schwerpunkt bildete bei diesen Besuchen die regelmäßige Information über SAPOS®-Niedersachsen und die ZSS, als Beispiel föderaler Zusammenarbeit in Deutschland. Delegationen, denen die Einrichtung und der Betrieb von SAPOS® vorgestellt wurden, kamen seit 2007 vor allem aus Asien sowie Australien, Bosnien, dem Kosovo, aus Südafrika und von der Weltbank.

4.3 Verwaltungsvereinbarung Bremen/Niedersachsen

Auf Basis der fachlichen Zusammenarbeit im Bereich der Geotopographie und des Raumbezugs wurde die Zusammenarbeit zwischen Niedersachsen und Bremen auf SAPOS® erweitert. Ziel ist es, unter Berücksichtigung der Zuständigkeit der Bundesländer Niedersachsen und Bremen, den fachtechnischen Betrieb der Referenzstationen beider Bundesländer gemeinsam wahrzunehmen. Im Ergebnis werden der Betrieb und die Bereitstellung von SAPOS® für den Bereich Niedersachsen und Bremen nur noch von einem Bundesland durchgeführt. Die Aufgabe wurde über eine Verwaltungsvereinbarung mit Wirkung ab 1. Januar 2010 auf die Niedersächsische Vermessungs- und Katasterverwaltung (VKV) übertragen. Vorausgegangen war eine bereits sehr gute und intensive Zusammenarbeit zwischen beiden Bundesländern.

Datentechnisch sind somit 41+2 Referenzstationen an das Landesdatennetz Niedersachsen angeschlossen. Bremen bleibt Eigentümer der Bremer Referenzstationen, kontrolliert unter anderem die Qualität der SAPOS®-Daten und entscheidet über die Änderungen der amtlichen Koordinaten der Referenzstationen.

5 Zentrale Stelle SAPOS®

Die ZSS ist für bundesweite SAPOS®-Nutzer in Deutschland die zentrale Ansprechpartnerin. Sie wurde 2003 aufgrund von Nutzeranforderungen mit dem Ziel eingerichtet, SAPOS®-Daten der Bundesländer technisch zusammenzuführen und einen autorisierten Ansprech- und Verhandlungspartner für alle deutschlandweiten Nutzer zu schaffen. Die ZSS ist in Niedersachsen angesiedelt.

5.1 Neubeauftragung Niedersachsens

Mit der Neuorganisation der Zusammenarbeit im amtlichen Vermessungswesen Ende 2010 wurde der Lenkungsausschuss Geobasis über ein Verwaltungsabkommen der Bundesländer eingerichtet.

Im Dezember 2011 wurde Niedersachsen vom Lenkungsausschuss Geobasis beauftragt, die ZSS neu einzurichten und im Auftrag der 16 Bundesländer folgende Aufgaben wahrzunehmen:

- Zusammenführung der Satellitenpositionierungsdaten (Echtzeitdatenströme bzw. Rohdaten) der Bundesländer und Bereitstellung der Daten an Nutzer, insbesondere an Betreiber eigener Positionierungsdienste,
- Bereitstellung der Satellitenpositionierungsdaten an Nachbarländer zur Vernetzungsberechnung,
- Erteilung von Nutzungsrechten an bundeslandübergreifende oder bundesweite Nutzer der SAPOS®-Dienste,
- Abrechnung und Erstellung von Rechnungen an Nutzer der ZSS und
- Marketing für SAPOS®.

Gesteuert wird die ZSS über den Lenkungsausschuss Geobasis. Mit der Beauftragung hat die ZSS die Möglichkeit, im Namen aller 16 Bundesländer verbindliche Entscheidungen zu treffen und Verträge abzuschließen. Sobald nur ein Bundesland betroffen ist, ist die jeweilige Landesvermessungsbehörde des Bundeslandes zuständig.

5.2 Bereitstellung von Satellitenpositionierungsdaten an Betreiber eigener Positionierungsdienste und Nachbarländer

Nicht behörliche Positionierungsdienste sind für die ZSS ein wichtiges Kundensegment. Auf der Grundlage der SAPOS®-Infrastruktur werden durch diese ergänzenden Dienstangebote Mehrwerte für die Wirtschaft und die Gesellschaft geschaffen. Die ZSS hat im Jahr 2011 einen Vertrag mit Leica Geosystems zum Betrieb von SmartNet Germany geschlossen. 2012 folgte eine vertragliche Regelung mit AXIO-NET (ascos-Dienste).

Damit SAPOS®-Daten nutzerspezifisch verwendet werden können, müssen sie entsprechende Anforderun-

gen erfüllen. Nach Heckmann und Jahn (2010) können folgende wichtige außenwirksame Qualitätskriterien von Positionierungsdiensten zur Beurteilung genutzt werden:

- Genauigkeit, Zuverlässigkeit, Integrität und Verfügbarkeit,
- Monitoring und
- Informationsdienst.

Angewandt auf die Bereitstellung von Satellitenpositionierungsdaten für Anbieter von Positionierungsdiensten sind vor allem die Parameter Verfügbarkeit, Monitoring und Informationsdienst beeinflussbar. Sie werden entsprechend der Kundenausrichtung daher vorrangig von der ZSS analysiert.

5.2.1 Verfügbarkeit

Die Datenverfügbarkeit wird heute an 24 Stunden am Tag und 7 Tage die Woche (24/7) benötigt. Während mit der Gründung der ZSS im Jahr 2003 das Augenmerk auf die messbare Verfügbarkeit jeder einzelnen Referenzstation gerichtet war, ist in den letzten Jahren vor allem die

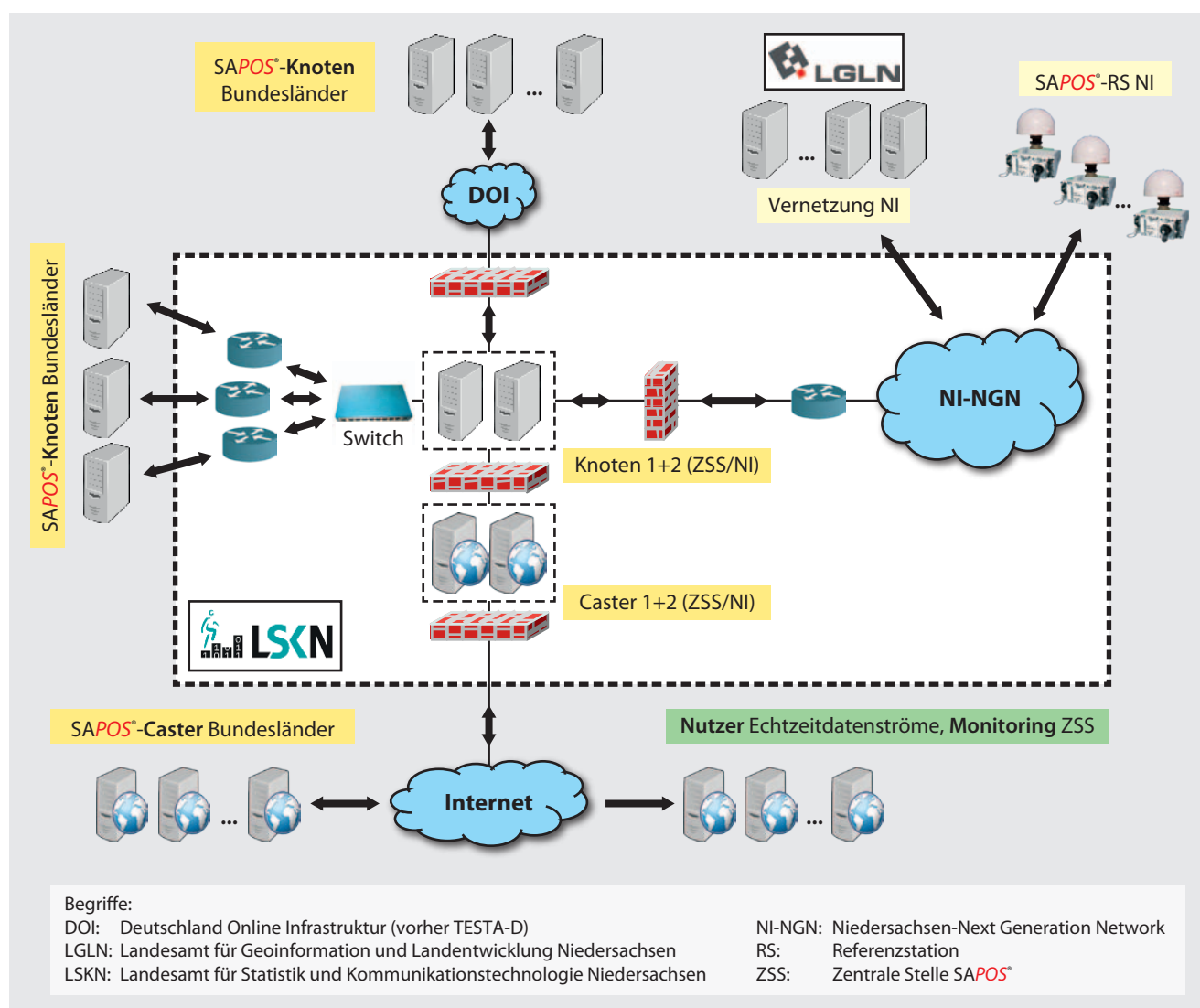


Abb. 14: Datenkommunikation zwischen den Bundesländern und der ZSS, Bereitstellung Echtzeitdatenströme an Nutzer

Sicherstellung einer flächendeckend hohen Verfügbarkeit unter Vermeidung zentraler Ausfälle in den Vordergrund gerückt. Durch den Aufbau von Redundanzen in den Bundesländern und bei der ZSS, die vor allem zentrale Komponenten absichern sollen, konnten erhebliche Fortschritte erzielt werden. Ziel ist es dabei, redundante Kommunikationswege bis zur Datenabgabe an die Kunden bei der ZSS zu realisieren. Wartungsmaßnahmen oder Ausfälle zentraler Komponenten sollen nicht zu einem Ausfall eines Teilnetzes, eines ganzen Landesnetzes oder der gesamten Daten bei der ZSS führen. Abb. 14 zeigt die vereinfachte Darstellung der Kommunikationskomponenten bei der ZSS.

5.2.2 Monitoring

Das bundesweit einheitliche und kontinuierliche Monitoring erstreckt sich auf die

- Koordinaten, als Aufgabe der einzelnen Bundesländer,
- Datenverfügbarkeit, als Aufgabe der ZSS und
- Datenverzögerung, als Aufgabe der ZSS.

Das Koordinatenmonitoring ist für die Sicherstellung der Homogenität und Aktualität des Raumbezugs ebenso notwendig wie die Überprüfung der Datenverfügbarkeit bei der ZSS (Jahn et al. 2011). Die zu überwachenden Grenzwerte betragen bei den Koordinaten der Referenzstationspunkte 10mm für die Lage und 15mm für die ellipsoidische Höhe. Bei der Datenverfügbarkeit ist ein Wert von mindestens 98,5% Verfügbarkeit im Zeitraum werktags außer Samstag von 6 Uhr bis 18 Uhr festgelegt. Angestrebt werden jedoch höhere Verfügbarkeiten, auch im Zeitraum 24/7. Der Wert für die maximale Datenverzögerung vom Empfang eines Datensatzes auf einer

SAPOS®-Referenzstation bis zur Abgabe bei der ZSS beträgt 1.300 Millisekunden.

Das Monitoring bei der ZSS wurde in den letzten Jahren um die kontinuierliche Überwachung der Zeitverzögerung aller 270 Datenströme der SAPOS®-Referenzstationen erweitert. Für die Überwachung der Datenströme wird zusätzlich eine Alarm-Komponente genutzt, um bei Ausfällen oder Datenverzögerungen sofort reagieren zu können. Insgesamt stehen damit der ZSS ausreichende Möglichkeiten zur Verfügung, die wichtigsten Parameter für die Nutzbarkeit der Daten zu überprüfen und gegebenenfalls schnelle Maßnahmen zur Sicherstellung der kontinuierlichen Bereitstellung der Daten zu ergreifen.

5.2.3 Informationsdienst

Der Informationsdienst für die Nutzer der SAPOS®-Daten umfasst die Bereitstellung von Metadaten über FTP-Server, Meldungen über ein Online-Event-/Ticketsystem (Abb. 15) und die SAPOS®-Hotline. Die SAPOS®-Hotline hat sich bewährt und ist seit ihrer Einrichtung unverändert geblieben.

Die Metadaten – hierzu gehören alle Angaben der Referenzstationen wie GNSS-Empfängertyp, Firmware, Satellitensystem, Antennenhöhe, Antennentyp und die individuellen Kalibrierergebnisse der GNSS-Antennen – werden von den Bundesländern geführt. Die bundesweite interne Bereitstellung erfolgt tagesaktuell bei der ZSS durch einen Zugriff auf die Abgabestellen der Bundesländer.

Bis 2011 wurden länderweise unterschiedliche Systeme und Meldeinhalte über Wartungsmaßnahmen, Stationsausfälle oder Änderungen an Referenzstationen verwendet, die eine einheitliche Handhabung erschwerten. Mit der Einführung des Online-Event-/Ticketystems durch

SAPOS® | ZS-Mailing | zentrale abmelden | Mittwoch, 6. Juni 2012

Event (6) | Ticket (0)

+ Event erstellen

Station

Typ

Status

Von

bis

Filtern

Ansicht: Aktiv | Alle

Typ	Start (UTC) ▾	Ende (UTC)	Betroffene Stationen	Bearbeiter	Status	Code
<u>Externe Events</u>						
Datenausfall	27.06.2012 10:00 Uhr	27.06.2012 13:00 Uhr	0675 Wildeshausen	(SAPOS-Niedersachsen)	Vorankündigung	99-9-9-001-NI-00390
Wartung	25.06.2012 06:00 Uhr	unbekannt	0016 Gransee	(SAPOS-Brandenburg)	Vorankündigung	01-9-9-001-BB-00363
Wartung	13.06.2012 07:30 Uhr	13.06.2012 12:00 Uhr	0003 Wünsdorf 0020 Luckenwalde	(SAPOS-Brandenburg)	Vorankündigung	01-9-9-002-BB-00397
Datenausfall	05.06.2012 08:00 Uhr	13.06.2012 10:00 Uhr	0072 Klötze	(SAPOS-Sachsen-Anhalt)	In Bearbeitung	99-9-1-001-ST-00393
Koordinatenänderung	18.05.2012 00:00 Uhr	unbekannt	0146 Altenberg	(SAPOS-Sachsen)	Vorankündigung	02-9-9-001-SN-00348
Koordinatenänderung	16.05.2012 10:28 Uhr	unbekannt	0154 ELSTRA 2	(SAPOS-Sachsen)	Vorankündigung	02-9-9-001-SN-00382

Impressum | Kontakt | © SAPOS Zentrale Stelle

Abb. 15: Online-Event-/Ticket-system für SAPOS®-Nutzer der Satellitenpositionierungsdaten (Echtzeitdatenströme); ZS-Mailing (2012)

die Bundesländer konnte der SAPOS®-Dienst auch auf diesem Gebiet vereinheitlicht werden. Aktuell ist die Erweiterung des Systems um eine Ticketkomponente, bei der die Nutzer Störungen direkt an die Bundesländer und die ZSS melden können, in Vorbereitung. Die Entwicklung des Systems wurde von Bayern durchgeführt und durch die ZSS einheitlich für alle Bundesländer eingeführt.

5.3 Bundesweite Nutzer der SAPOS®-Dienste über die ZSS

Seit Einrichtung der ZSS im Jahr 2003 sind aktuell über 200 länderübergreifende bzw. bundesweite Nutzer bei der ZSS angemeldet. Hierzu gehören unter anderem die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes, das Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungs-Zentrum, eine Vielzahl weiterer Bundesbehörden wie auch private Vermessungs- und Ingenieurbüros, länderübergreifend arbeitende ÖbVI oder Anwender von GNSS-Technologien im Navigationsbereich.

Die ZSS ist für die Registrierung der Nutzer, die Freischaltung in den Bundesländern und die Abrechnung sowie Rechnungsstellung gegenüber den Kunden zuständig. Die eigentliche Datenabgabe sowohl für die Dienste HEPS als auch GPPS erfolgt durch die Bundesländer. Die Registrierung über die ZSS ist für den Nutzer von Vorteil, da er nur einen zentralen Ansprechpartner hat. Den bundesweiten Nutzern stehen die gleichen Qualitätsinstrumente zur Verfügung, wie in Abschnitt 5.2 beschrieben.

5.4 Bereich Marketing

Die Aufgaben der ZSS im Bereich Marketing lassen sich anhand der Bereiche Produkt, Konditionen, Distribution und Promotion entsprechend den Leitlinien der AdV-Task Force Public Relation Management (TF PRM) einordnen (s. Fabian und Jäger-Bredenfeld 2010).

Produkt: Seitens der ZSS werden Nutzeranforderungen bundesweiter Kunden gesammelt und in die zuständigen AdV-Gremien weitergegeben. Für eine einheitliche Bereitstellung der Daten und Dienste werden nach Bedeutsamkeit der Nutzeranforderung Vorgaben entwickelt, um die Vorgaben einheitlich durch alle Bundesländer umsetzen zu können. In der Umsetzung einheitlicher Standards nimmt die Projektgruppe Qualitätsmanagement des AdV-Arbeitskreises Raumbezug (AK RB) eine bedeutende Rolle ein. Darüber hinaus können durch die Vertretung der AdV im RTCM Anforderungen an die Standardisierung direkt eingebracht oder über die Abstimmung mit den Hard- und Softwareherstellern von SAPOS® auf die Umsetzbarkeit überprüft werden.

Konditionen: Durch die AdV-Gebührenrichtlinie sowie durch die vorhandenen Musterlizenzbedingungen, veröffentlicht unter AdV-Online (2012), sind einheitliche Be-

zugs- und Nutzungsbedingungen vorhanden. Durch Gespräche mit Nutzern wird die Marktfähigkeit bestehender Regelungen geprüft, sodass diese Erkenntnisse zukünftig berücksichtigt werden können.

Distribution: Für die SAPOS®-Kunden wurden einheitliche Strukturen geschaffen. Ansprechpartner für Nutzer sind in jedem Bundesland vorhanden. Sie sind über E-Mail-Adresse und eine SAPOS®-bezogene Tele-



Abb. 16:
Auftritt ZSS auf
dem AdV-Stand bei
der INTERGEO®

fonnummer erreichbar. Unter SAPOS® (2012) wird auf die jeweiligen SAPOS®-Ansprechpartner der Länder und deren Webauftritte verlinkt. Nutzer, die SAPOS® in mehr als in einem Bundesland verwenden, wünschen aus diesem Grund nur einen Ansprechpartner. Sie können sich über die ZSS registrieren lassen (ZSS 2012).

Promotion (Vermarktung): Bundesweite SAPOS®-Nutzer werden regelmäßig über die Produktinformation der ZSS informiert. Mit ausgewählten SAPOS®-Nutzern verschiedener Bereiche werden Gespräche geführt, um die Zufriedenheit und Nutzerbedürfnisse festzustellen. Die INTERGEO® bietet zum Beispiel eine hervorragende Plattform, um Kunden direkt auf dem AdV-Stand über SAPOS® und die ZSS zu informieren (Abb. 16).

6 Zusammenfassung und Ausblick

Der vorliegende Beitrag beschreibt den aktuellen Stand der SAPOS®-Infrastruktur in Niedersachsen. Als Bestandteil der flächenhaft über Deutschland verteilten Referenzstationen wurden die 41 niedersächsischen SAPOS®-Stationen an die moderne Galileo-Technologie und an erforderliche Sicherheitsstandards angepasst. Neben diesen technischen Aspekten werden die SAPOS®-Kundengruppen mit ihrem Nutzungsverhalten und die Entwicklung der HEPS-Nutzung vorrangig unter Kommunikationsaspekten vorgestellt.

Die Neubeauftragung der ZSS durch die Bundesländer im Jahr 2011 war eine wichtige Entscheidung der SAPOS®-Betreiber für ihren Dienst. Mit diesem Beschluss sind die Voraussetzungen geschaffen, um die erfolgreichen Arbeiten der vergangenen Jahre fortsetzen zu

können. Ein erheblicher Zuwachs an Kunden bestätigt die Notwendigkeit dieser Aufgabenbündelung ebenso wie die jüngst geschlossenen Partnerschaften mit Leica Geosystems und AXIO-NET. Gerade diese strategischen Verträge sichern dem Staat nicht nur Erlöse, sondern garantieren den Partnern und Kunden die Leistungen aus der infrastrukturellen Grundversorgung von SAPOS®.

Die ZSS ist für die AdV in internationalen Standardisierungsgremien vertreten. Damit ist garantiert, dass die Interessen von SAPOS® und technische Innovationen frühzeitig erkannt und in die Weiterentwicklung der Dienste eingebunden werden. Gerade diese fachlichen Entwicklungen werden durch den weiteren Aufbau neuer GNSS verstärkt in das Blickfeld gelangen. Der technische Fortschritt auf diesem Gebiet nimmt bereits an Geschwindigkeit zu.

Stichwort dieser Entwicklung ist das »Precise Point Positioning« (PPP), das heißt die präzise Punktbestimmung, die zukünftig eine Einzelstationslösung im Genauigkeitsniveau bis in den Zentimeterbereich ermöglichen soll. Zu diesen Entwicklungen und Methoden hat es vom 12. bis 14. März 2012 beim Bundesamt für Kartographie und Geodäsie in Frankfurt am Main das richtungsweisende internationale Symposium »PPP-RTK & Open Standards« gegeben. Gelingt es, durch eine effiziente Übermittlung (geringe Bandbreite) den vollständigen GNSS-Fehlerhaushalt zum Nutzer zu übertragen (Wübbena et al. 2005), so kann der Anwender zukünftig hochgenaue Positionierungen ohne direkten Anschluss an Referenzstationen vornehmen. Diese Verfahren werden als PPP-RTK (RTK: Real Time Kinematic) bezeichnet.

Die genannten Entwicklungen werden von SAPOS®-Niedersachsen und der ZSS begleitet. Erforderliche Standardisierungen und Abstimmungen neuer Abgabetechniken mit den Nutzern sind bereits aktuelle Handlungsfelder von SAPOS®.

Literatur

- Beck, R., Hilbrecht, H., Reinsch, K., Völker, P. (1982): Handbuch für Sonnenbeobachter. Vereinigung der Sternfreunde e.V., Berlin, 1982, ISBN 3-923787-00-6.
- Becker, M. (2007): Globale Satellitennavigationssysteme – Wo stehen wir heute? Vortrag zur INTERGEO®, Leipzig, 25.–27. September 2007, www.intergeo.de/share/public/Intergeo/Archiv/2007/Becker, letzter Zugriff 06/2012.
- BNA (2011): Frequenznutzungsplan 2011. Bundesnetzagentur, Stand August 2011, www.bundesnetzagentur.de, letzter Zugriff 04/2012.
- Draken, W. (2005): Funktion und Nutzung des SAPOS®-Deutschland-Netzes. Flächenmanagement und Bodenordnung (FuB), 1/2005, S. 21–32.

- Fabian, G. und Jäger-Bredenfeld, C. (2010): Bereitstellung und Nutzung der Geobasisdaten. In: Kummer, K. und Frankenberger, J. (Hrsg.): Das deutsche Vermessungs- und Geoinformationswesen. Wichmann-Verlag, Heidelberg, 2010, S. 677–712, ISBN 3-879-07487-7.
- Heckmann, B. und Jahn, C.-H. (2010): Geodätischer Raumbezug. In: Kummer, K. und Frankenberger, J. (Hrsg.): Das deutsche Vermessungs- und Geoinformationswesen. Wichmann-Verlag, Heidelberg, 2010, S. 203–257, ISBN 3-879-07487-7.
- Jahn, C.-H. und Winter, R. (2002): SAPOS®-HEPS in Niedersachsen. Beitrag zum 4. SAPOS® Symposium, Hannover, 21.–23. Mai 2002, S. 22–36, www.sapos.de, letzter Zugriff 04/2012.
- Jahn, C.-H., Rubach, J., Elsner, C., Schenk, A., Wagenführ, P., Dick, H.-G., Brünner, A. (2011): Das SAPOS®-Qualitätsmanagement der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland. zfv, 3/2011, S. 127–137.
- Seeber, G. (1989): Satellitengeodäsie. Walter de Gruyter, Berlin, New York, 1989.
- Wanninger, L. (2002): Die Bedeutung der Ionosphäre für Referenzstationsnetze. Beitrag zum 4. SAPOS®-Symposium, Hannover, 21.–23. Mai 2002, S. 132–138, www.sapos.de, letzter Zugriff 04/2012.
- Wegener, V. und Winter, R. (2005): SAPOS®-Datenkommunikation – Entwicklung der Kommunikationsbeziehungen –. IZN Thema, S. 12–16, 2005, www.sapos.de, letzter Zugriff 04/2012.
- Wübbena, G., Schmitz, M., Bagge, A. (2005): PPP-RTK: Precise Point Positioning Using State-Space Representation in RTK Networks –. Presented ION GNSS 2005, September 13–16, 2005, Long Beach, California, www.geopp.de, letzter Zugriff 05/2012.

Internet

- AdV-Online (2012): Homepage der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV), www.adv-online.de, letzter Zugriff 5/2012.
- NOAA (2012): Homepage der National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), www.swpc.noaa.gov, letzter Zugriff 06/2012.
- SAPOS® (2012): Homepage über den Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessung, www.sapos.de, letzter Zugriff 5/2012.
- ZSS (2012): Homepage der Zentralen Stelle SAPOS®, www.zentrale-stelle-sapos.de, letzter Zugriff 5/2012.
- ZS-Mailing (2012): Online-Event-/Ticketsystem für Nutzer der Echtzeitdatenströme des Satellitenpositionierungsdienstes der deutschen Landesvermessung, www.zs-mailing.de, letzter Zugriff 5/2012.

Anschrift des Autors

Alexander Schenk
Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Niedersachsen (LGLN)
Landesvermessung und Geobasisinformation
Podbielskistraße 331, 30659 Hannover
alexander.schenk@lgln.niedersachsen.de