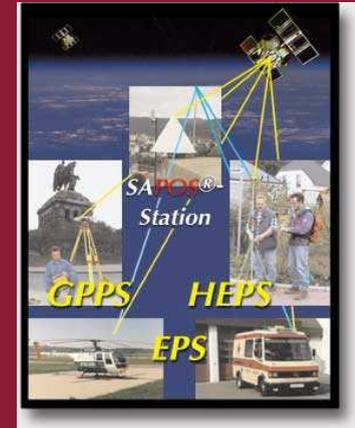




SAPOS®

Der Satellitenpositionierungsdienst
der deutschen Landesvermessung:
Rheinland-Pfalz in effektiver föderaler IT-Kooperation
zum Nutzen der Bürgerinnen und Bürger,
der Wirtschaft und der Verwaltung



Dipl.-Ing. Otmar Didinger
Präsident

des Landesamts für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz



Agenda

SAPOS®

- Vermessungstechnischer Raumbezug
Realisierung, Positionierung
- Kooperation in föderaler Struktur
Zentrale Stelle SAPOS®, Zusammenarbeit
- SAPOS® in Rheinland-Pfalz
Umsetzung, Kosten, Nutzen
- Resümee, Ausblick

Vermessungstechnischer Raumbezug

„Klassische“ Realisierung auf der Erde

- **Lage** (2.500 TP / Punkte in RP)
2D-Koordinaten
- **Höhe** (20.000 NivP / Punkte in RP)
1D-Lage über einer
mathematischen oder
physikalischen Bezugsfläche NHN-Höhe
- **Schwere** (7.000 SFP / Punkte in RP)
Gravitationspotential der Erde
(u.a. für Präzisionshöhenmessung,
Hinweise über geologische Strukturen)



Vermessungstechnischer Raumbezug

Landesgesetz über das amtliche Vermessungswesen



- **Begriffe** (§ 3 Abs. 1 LGVerm)

Geobasisinformationen des amtl. Vermessungswesens sind der vermessungstechn. Raumbezug, die geotopographischen Informationen und das Liegenschaftskataster

- **Vermessungstechnischer Raumbezug** (§ 8 LGVerm)

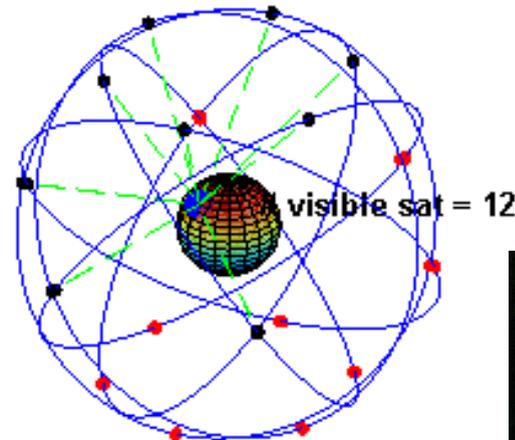
Ist landesweit einzurichten, dass jede Position nach Lage, Höhe und Schwere bestimmbar ist

Ist „insbesondere durch satellitengestützte Positionierungsdienste **ständig** zu gewährleisten“

Vermessungstechnischer Raumbezug

Satellitengestützte Positionierung Global Navigation Satellite System (GNSS)

- **GPS** 
31 Sat. auf 20.200 km
- **GLONASS** 
24 Sat. auf 19.100 km
- **Galileo** 
30 Sat. auf 23.260 km
- **COMPASS** 
25 Sat. auf 22.000 km

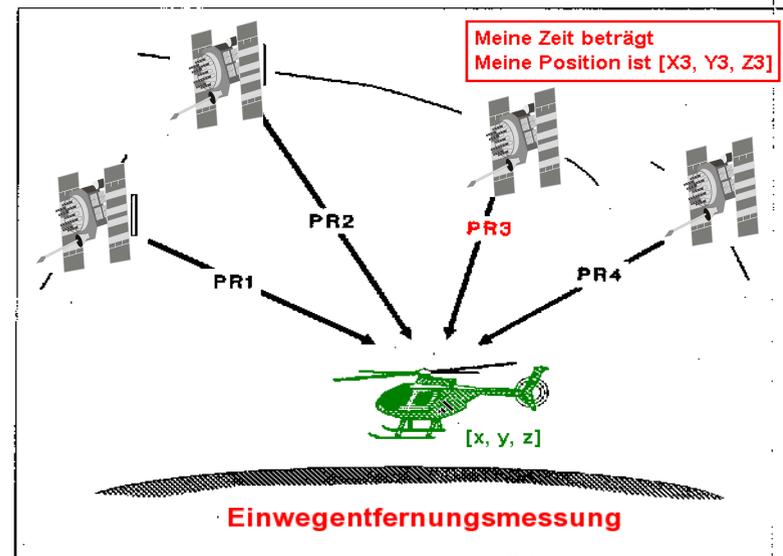


Vermessungstechnischer Raumbezug

Satellitengestützte Positionierung

Global Navigation Satellite System (GNSS)

- Messprinzip
Pseudorange-Entfernungsmessungen auf Code- und Trägersignalen
- Parameter
Troposphäre, Ionosphäre, Uhrendifferenz, Restfehler, Satellitenzahl, Inklination



$$|X_1 - x|^2 + |Y_1 - y|^2 + |Z_1 - z|^2 + \Delta T = [PR1]^2$$

$$|X_2 - x|^2 + |Y_2 - y|^2 + |Z_2 - z|^2 + \Delta T = [PR2]^2$$

$$|X_3 - x|^2 + |Y_3 - y|^2 + |Z_3 - z|^2 + \Delta T = [PR3]^2$$

$$|X_4 - x|^2 + |Y_4 - y|^2 + |Z_4 - z|^2 + \Delta T = [PR4]^2$$

Vermessungstechnischer Raumbezug

Absolute Positionierung

- Sichtbarkeit: mind. 4 Satelliten
 - Genauigkeit: ca. 5 - 20 m
 - Messung der Signallaufzeit (S ~ 20.000 km)
 - Korrektur der Uhren-differenz (Rover / Satellit)

$$P_R^S \equiv c(t_R - t_S)$$

- „Einfache“ Navigation
Keine Aufgabe L VermGeo

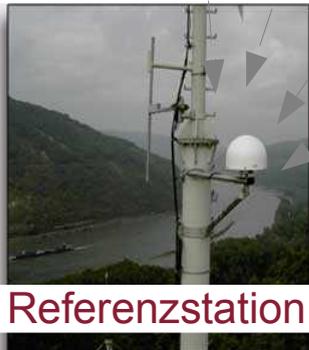


Vermessungstechnischer Raumbezug

Differenzielle Positionierung

- Genauigkeit
1 - 5 cm (in Echtzeit)
- Einsatz: Amtlicher Raumbezug „Georeferenz“
Aufgabe der deutschen Landesvermessung

$$P_R^S = \rho_R^S + c(\Delta t_S - \Delta t_R) + \Delta_{trop} + \Delta_{ion} + c(b_S + b_R)_P + \epsilon_P$$



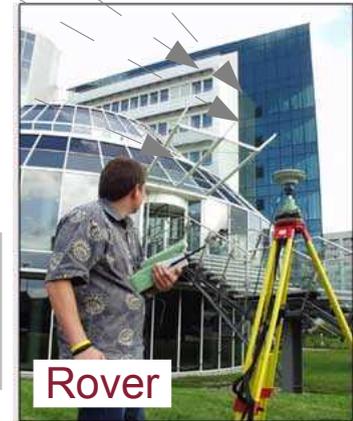
Referenzstation

bekannte
Position
 $[x_0, y_0, z_0]$

$[\Delta x, \Delta y, \Delta z]$

(bis ~ 5 km mit nur
1 Referenzstation)

unbekannte
Position
 $[x_n, y_n, z_n]$



Rover

Vermessungstechnischer Raumbezug

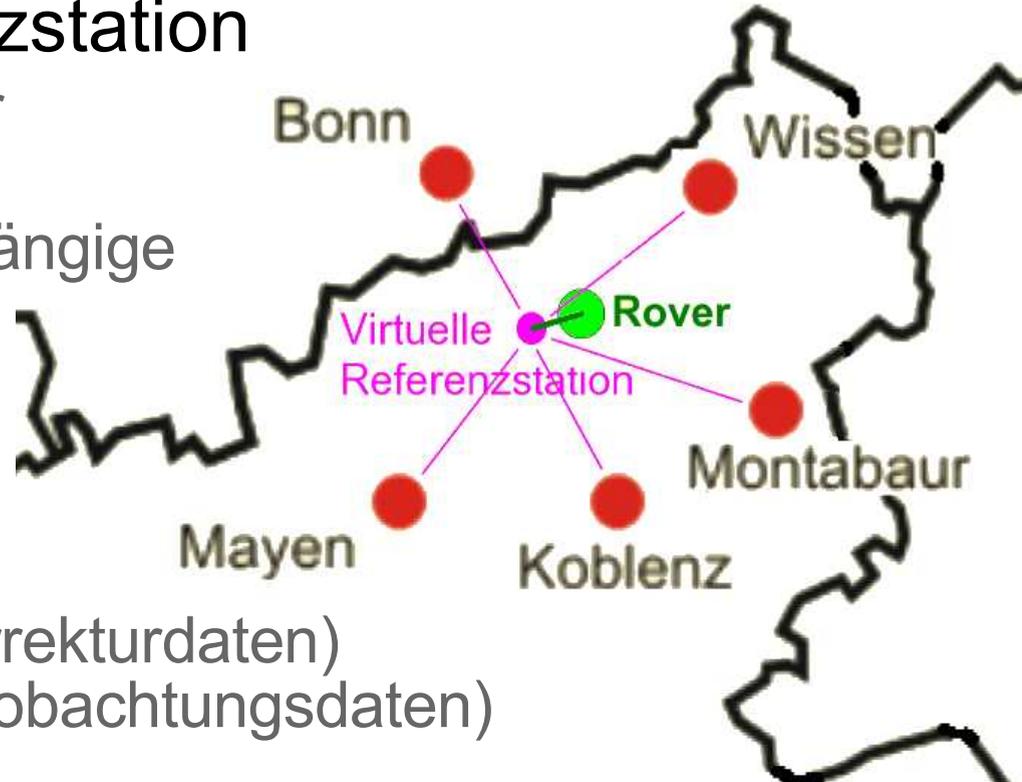
Differenzielle Positionierung

■ Virtuelle Referenzstation

- Nutzung vernetzter Referenzstationen
- Entfernungsunabhängige Genauigkeit
- Flächenkorrekturparameter

■ Datenempfang

- online im Feld (Korrekturdaten)
- offline im Büro (Beobachtungsdaten)



Vermessungstechnischer Raumbezug

Differenzielle Positionierung

- **Früher: Anschluss an Festpunkte**
Überprüfung des Punktes, Sichtbarkeit
- **Heute: Freie Positionierung**
 - Nutzung von GNSS
 - Koordinatenbestimmung im Feld
in Echtzeit oder Postprocessing im Büro
- **Notwendig: Referenzstationen**
 - Vernetzung, Ausfallsicherheit, Monitoring
 - Berechnung und Übermittlung von Korrekturdaten über
Landes-/Bundesgrenzen (Referenzstation → Rover)





Kooperation in föderaler Struktur

SAPOS[®] - Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessung

- **Aufbau, Vernetzung von Referenzstationen**
Seit 1995, damit Vorreiter in Europa
Infrastruktur von Referenzstationen
- **Amtlicher Raumbezug in Deutschland**
Bundesweit 271 Referenzstationen mit einheitl. Standard
Echtzeit-Datenbereitstellung über Kommunikationsnetze
7/24 Verfügbarkeit, Empfang von GPS und GLONASS





Kooperation in föderaler Struktur

SAPOS[®] - Dienste

- Echtzeitdienste mit Korrekturdatenabgabe
Koordinatenlösung während der Messung
EPS Echtzeit-Positionierungs-Service
 1 - 3 m, über UKW/RDS, Internet
HEPS Hochpräziser Echtzeit-Positionierungs-Service
 1 - 5 cm, über GSM, Internet (GPRS / UMTS)
- Dienst mit Abgabe von Beobachtungsdaten
Koordinatenlösung nach der Messung
GPPS Geodätischer Postprocessing Service
 1 - 2 cm, Download per Webserver





Kooperation in föderaler Struktur

SAPOS[®] - Umfeld und Organisation

- **Struktur des deutschen Vermessungswesens**

Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV)

Zugeordnet der Ständigen Konferenz der Innenminister und Innensenatoren

LA Geobasis ↔ IT-Planungsrat

- **Zentrale Stelle SAPOS[®]**

Gründung 2003 aus Länderinitiative

Koordinierung bundesweiter Aktivitäten im Sinne

eines Shared Service Centers



Kooperation in föderaler Struktur

SAPOS[®] - Zentrale Aufgaben

- Organisation, Technik, Qualität, Vertrieb, Marketing





SAPOS[®] in Rheinland-Pfalz

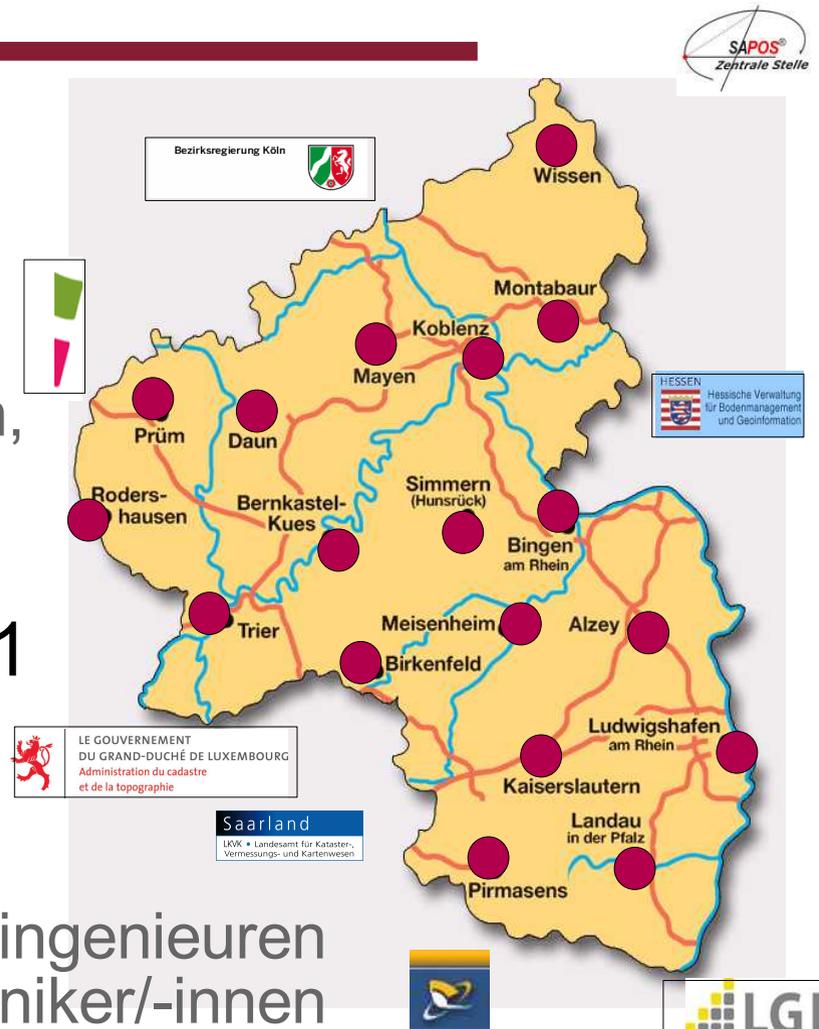
Aufbau und Betrieb

- 18 Referenzstationen

Abstand 30 - 50 km
Auf öffentlichen Gebäuden,
meist Vermessungs- und
Katasterämter

- Betrieb in RP seit 2001

Vernetzung seit 2003
Kombinierter Empfang
von GPS und GLONASS
Team von 4 Vermessungsingenieuren
sowie 3 Vermessungstechniker/-innen





SAPOS[®] in Rheinland-Pfalz

Hardware Knoten Koblenz: 3 Serversysteme HP ProLiant Intel Xeon, 3,2 GHz DualCore, Betriebssystem Microsoft[®] Windows[®] 2003 Server, Kosten: 12.000 €



Arbeitsplätze: 6 Rechner jeweils mit Dual-LCD-Monitoren, Betriebssystem Linux openSuSE 10.0



LDI: 1 virtuelles Serversystem, Betriebssystem vmware, Virtueller Betrieb für die Kommunikation, Kosten: 2.500 € pro Monat

vmware[®]



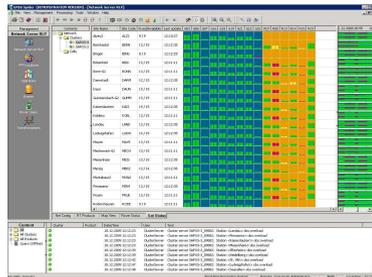
Stationen: 18 SAPOS-Stationen mit GNSS-Empfängern Leica GRX1200 und hochwertigen geodätischen Antennen Leica AT 504 GG, Kosten: 55.000 € pro Station





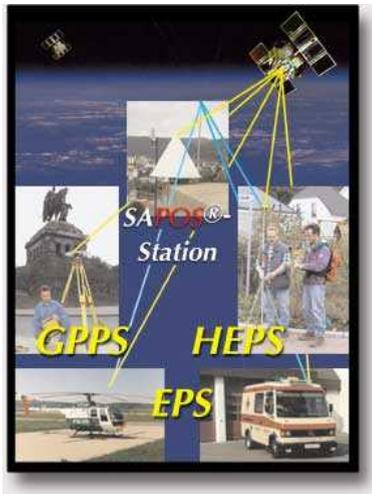
SAPOS® in Rheinland-Pfalz

Software



Vernetzungssoftware: Leica GNSS Spider,
Redundante Hard- und Softwarekomponenten

Verbindung: In Rheinland-Pfalz via rlp-Datennetz in
eigenem virtuellem privatem Netzwerk (VPN) der
Vermessungs- und Katasterverwaltung



Verbindung: Von und nach Zentrale Stelle SAPOS®
via Deutschland Online Infrastruktur (DOI)

Abgabe: GPS-/GLONASS-Korrekturdaten 24h/7d
für Echtzeitmessungen via Einwahl und Internet

Abgabe: GPS-/GLONASS-Beobachtungsdaten
24h/7d für Postprocessing via Webserver

SAPOS® in Rheinland-Pfalz

Beispiel: Liegenschaftskataster

■ Rover im Feld

- Grenzpunkte in Echtzeit bestimmen
- SAPOS® liefert den amtlichen vermessungstechn. Raumbezug für Liegenschaftsvermessungen
- Heute das Standard-Messverfahren der öffentlichen Vermessungsstellen zur Lagebestimmung

■ Kosten für Korrekturdatenempfang 0,10 € pro Datenminute (HEPS)



SAPOS[®] in Rheinland-Pfalz

Beispiel: Gewässer- überwachung

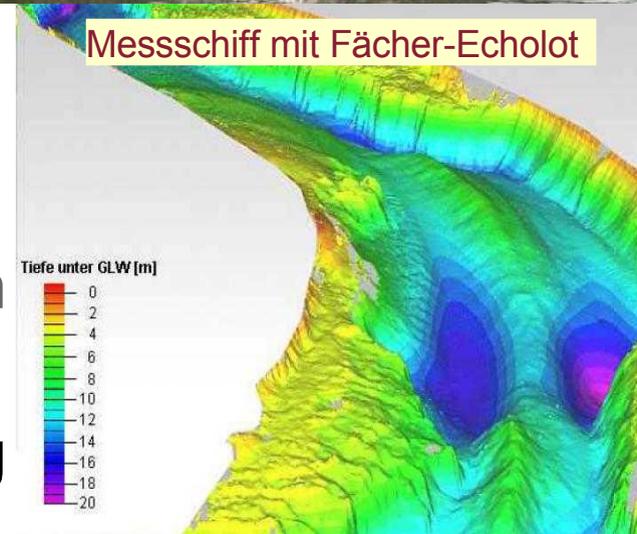


SAPOS[®]-
Landesknoten

SAPOS HEPS Korrekturdaten



Messschiff mit Fächer-Echolot



- Rover auf dem Schiff
 - SAPOS[®] liefert den amtlichen vermessungstechn. Raumbezug
 - In Verbindung mit einem Geoidmodell entstehen hochgenaue Höheninformationen im Landessystem
- Kosten für Korrekturdatenempfang 0,10 € pro Datenminute (HEPS)

SAPOS[®] in Rheinland-Pfalz

Beispiel: Deponievermessung

■ Rovereinsatz

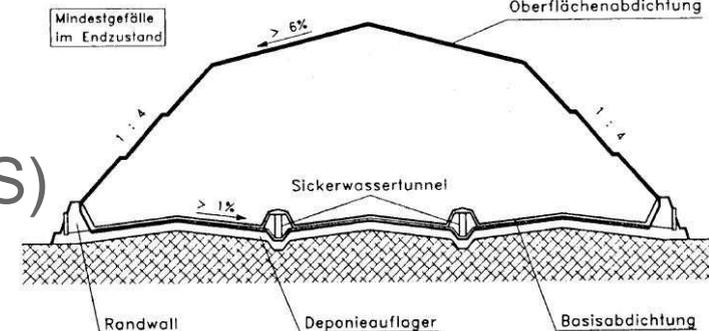
- SAPOS[®] liefert den amtlichen vermessungstechn. Raumbezug
- GPPS dient zur Anlage eines hochgenauen Grundnetzes im cm- oder Sub-cm-Bereich)

■ Kosten für Beobachtungsdaten 0,20 € pro Datenminute und verwendeter Station (GPPS)



SAPOS[®]-
Landesknoten

SAPOS HEPS Korrekturdaten





SAPOS[®] in Rheinland-Pfalz

Nutzung und Steuerung

■ SAPOS[®]-Nutzer in RP

- 400 registrierte HEPS-Nutzer, 144 GPPS-Nutzer mit 98.951 Einwahlen (= Datenabrufe) im Jahr 2010 dies sind durchschnittlich 271 Datenabrufe pro Tag
- Öffentliche und private Stellen (VermKV, ÖbVI, DLR, StadtVermÄ, LBM, WSV, Ing.-Büros, Bauwirtschaft, ..)

■ Steuerung durch das LVerGeo

- Einrichtung und Betrieb der SAPOS[®]-Referenzstationen
- Vernetzung, Qualitätsmanagement, Monitoring
- Antennen- und Stationskalibrierungen



Resümee, Ausblick

- SAPOS[®] ist ein modernes, hochpräzises Verfahren zur Bereitstellung des amtlichen vermessungstechnischen Raumbezugs - deutschlandweit und bundeseinheitlich -
- SAPOS[®] wird durch die Bundesländer in enger und effektiver IT-Kooperation betrieben und ist Beispiel für ein Shared Service Center
- SAPOS[®] ist in die europäische Entwicklung integriert und „ready for GALILEO“



VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT

Präsident Dipl.-Ing. Otmar Didinger
Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation
Rheinland-Pfalz
Ferdinand-Sauerbruch-Straße 15
56073 Koblenz
poststelle@lvermgeo.rlp.de