



Monitoring mit Low-Cost GNSS-Empfängern

Jürgen Alberding
Alberding GmbH

GeoMonitoring 2015

06. März 2015



Alberding GmbH

Leistungsmerkmale der GNSS-Sensoren

Alberding Monitoring Systeme

Nutzung von Low-Cost GNSS-Empfängern

Zusammenfassung und Ausblick



- **1994** Firmengründung in Leipzig unter dem Firmennamen

GeoSurvey GmbH

- Vertriebspartner für Trimble Surveying und GIS Produkte in Ostdeutschland



- **2003** Start der eigenen GNSS Softwareentwicklungen

- Umzug von Leipzig nach Brandenburg
- Abspaltung des Trimble-Vertriebs (neue GeoSurvey GmbH)
- Erwerb von GNSS-Softwareentwicklungen im Bereich GNSS Referenzstationen von der TU Dresden



- **2007** Neuer Firmenname: Alberding GmbH

- Markenrechtliche Probleme mit „EuroNav“ und „EuroNik“



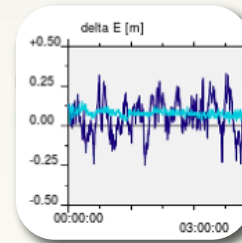
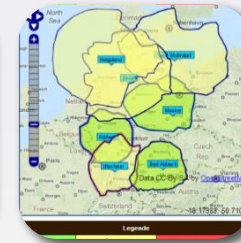
- **2009** Verkauf der Trimble-Vertriebsfirma (GeoSurvey GmbH)

- **2014** 10 Mitarbeiter (8 Ingenieure) – unabhängig von GNSS-Empfängerherstellern

Projekte der Alberding GmbH

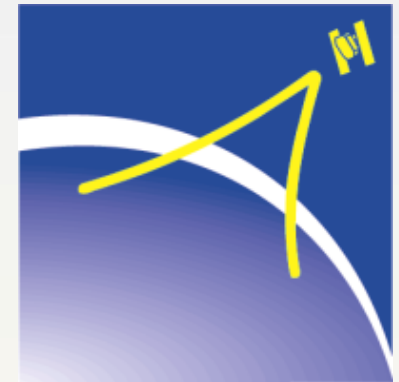


- DGNSS-Servicesoftware für Navigationsanwendungen
- GNSS-Referenzstationsmonitoring
- Monitoring der DGNSS/RTK Serviceperformance
- Böschungsüberwachung
- Maschinenpositionierung
- Navigationsunterstützung für sehbehinderte Personen
- Durchführung von Studien
- Bereitstellung von Serverkapazität im Internet
- Kartenserver (OSM Daten)





- Prozessierung und Analyse von GNSS-Rohdaten
- Internetbasierte Datenübertragung (Ntrip)
- Standardisierungen (Ntrip, RTCM MSM, SSR)
- Maßgeschneiderte Soft- und Hardwarelösungen
- Schnittstellen zu den wichtigsten GNSS-Empfängern
- Komplette Systemlösungen
 - GNSS-Infrastruktur (Augmentation)
 - **GNSS-Monitoringsysteme**





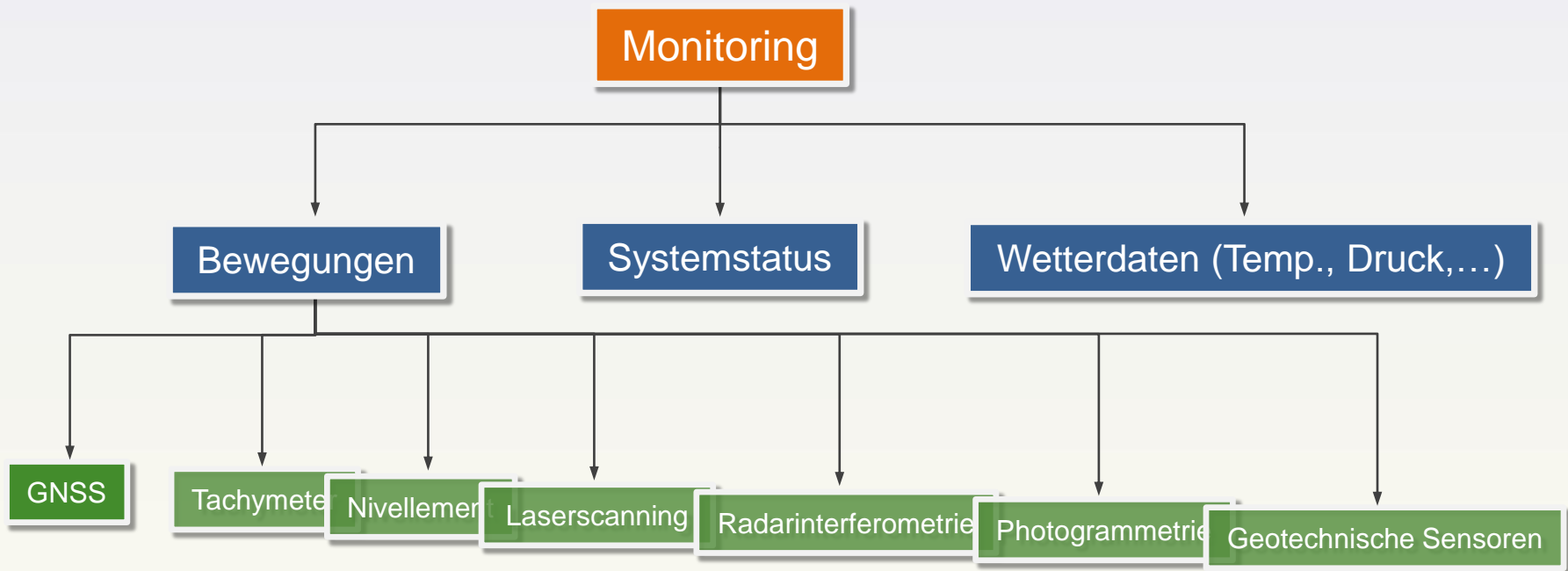
Alberding GmbH

Leistungsmerkmale der GNSS-Sensoren

Alberding Monitoring Systeme

Nutzung von Low-Cost GNSS-Empfängern

Zusammenfassung und Ausblick



Welche Genauigkeiten liefern GNSS-Sensoren?



Absolute Genauigkeiten (Code)

- Geodätische Sensoren (L1/L2) 2 – 5m
- Low-Cost Sensoren 5 – 15m

Differentielle Code-Verfahren (Beacon/EGNOS)

- Geodätische Sensoren (0,5 – 1m)
- Low-Cost Sensoren (1 – 5m)

Differentielle Trägerphasenverfahren (RTK)

- Geodätische Sensoren (0,01 – 0,03m)
- Low-Cost Sensoren (noch nicht am Markt)

Differentielle Trägerphasenverfahren (Near-Online)

- Geodätische Sensoren (0,005 – 0,02m)
- **Low-Cost Sensoren (0,005 – 0,02m)**
(Ergebnis zahlreicher Diplomarbeiten)
- **Aber: nur L1-Frequenz, kurze Basislinien,**



Trimble BX982 GNSS RTK + Heading
(< 3000 bis $>10.000,-$ EUR)



U-Blox LEA 6T Evaluation Kit
(Preis 300 EUR, <50 EUR board)

Wie lässt sich die Genauigkeit steigern?



- Verwendung von GNSS-Antennen mit Grundplatte
- Verwendung kalibrierter Antennen mit geringer Phasenzentrumsvariation
- Verwendung von stabilen Pfeilern oder anderen Befestigungen (Messpunkt ist die Antenne)
- Optimale Messbedingungen (keine Abschattungen, kein Multipath)
- Möglichst kurze Basislinien => systematisch wirkende Fehler werden eliminiert
- Längere Beobachtungszeiten -> 12 oder 24 Stunden für < 1cm in der Höhenkomponente
- Nutzung von GNSS-Referenzdiensten (z.B. SAPOS) falls keine lokale Referenzstation zur Verfügung steht





Vorteile

- Kostenfrei ◀
- Weltweit verfügbar ◀
- 24 Stunden / 365 Tage ◀
- Hohe 3D Genauigkeit (dm - mm) ◀
- Hohe Messrate (1-50 Hz) ◀
- Wetterunabhängig ◀
- Robust, wartungsarm ◀
- Keine direkte Sichtverbindung zum Messpunkt erforderlich ◀

Nachteile

- ▶ **Messung von Einzelpunkten**
- ▶ Mehrere Sensoren sind für ein Deformationsmonitoring erforderlich
- ▶ Geometrische Höheninformation
- ▶ Sicht zu den Satelliten, kein Multipath
- ▶ **Stromversorgung und Datenübertragung am Sensor erforderlich**
- ▶ **Hoher Sensorpreis (>10K €)**
- ▶ Keine Garantien (militärische Systeme), Jamming



Alberding GmbH

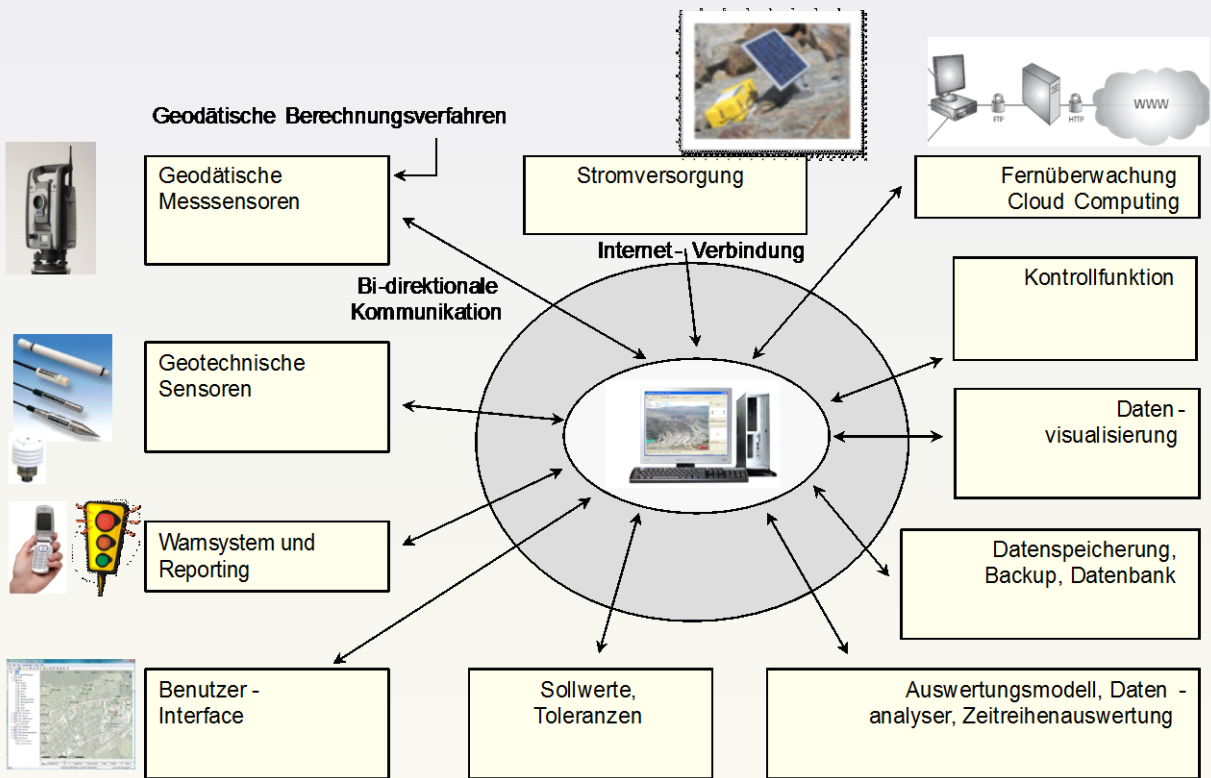
Leistungsmerkmale der GNSS-Sensoren

Alberding GNSS-Monitoring Lösung

Nutzung von Low-Cost GNSS-Empfängern

Zusammenfassung und Ausblick

Komponenten eines Monitoringsystems



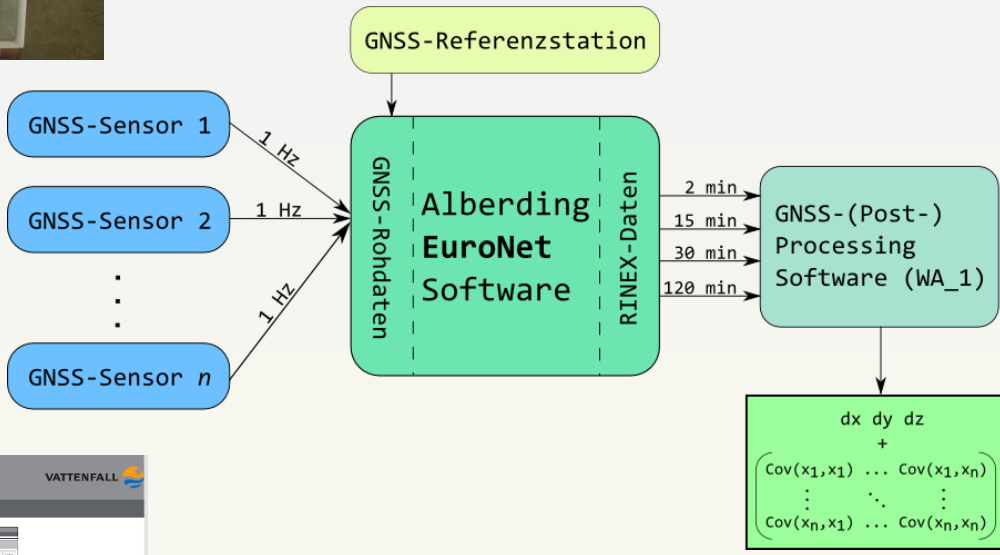
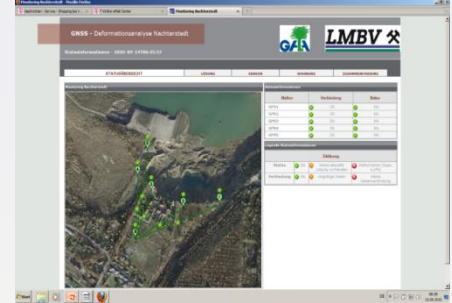
Systemkomponenten von projektbezogenen und kommerziellen Monitoringsystemen
 (Werner Stempfhuber, Jürgen Alberding AVN 2012)

Alberding GNSS Monitoringlösung



GNSS-Datenmanagement

Automatische Prozessierung



Station	Antenna	Receiver	Status
Station 1	Antenna 1	Receiver 1	OK
Station 2	Antenna 2	Receiver 2	OK
Station 3	Antenna 3	Receiver 3	OK
Station 4	Antenna 4	Receiver 4	OK
Station 5	Antenna 5	Receiver 5	OK
Station 6	Antenna 6	Receiver 6	OK
Station 7	Antenna 7	Receiver 7	OK
Station 8	Antenna 8	Receiver 8	OK
Station 9	Antenna 9	Receiver 9	OK
Station 10	Antenna 10	Receiver 10	OK

Soll-Ist-Vergleich – Statistik

Visualisierung (Zeitreihen)



Alarmierung





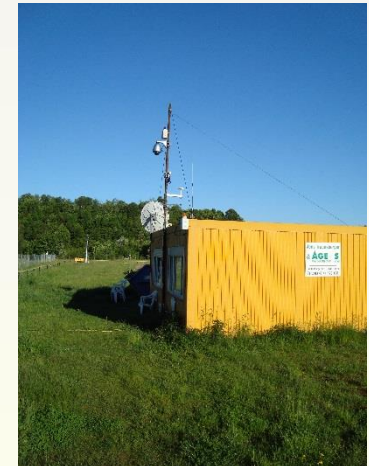
Auftrag zur Implementierung eines GNSS-Monitoringsystems

- Beauftragung einer Web-basierten GNSS-Monitoringsoftware im März 2010
- Installation der Software im Juni 2010 auf einem Server vor Ort (1 x Basisstation, 5 x Monitoringsensoren)
- Automatische GNSS-Prozessierung im Near-Online Verfahren
- RTK-Erweiterung im Sommer 2012 + zusätzliche Sensoren
- Über 4 Jahre erfolgreich im Einsatz



Besonderheiten in Nachterstedt

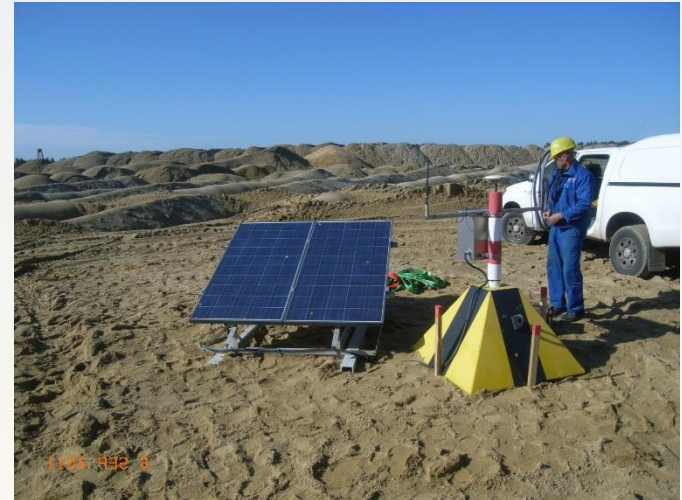
- Zweifrequenz GNSS-Sensoren mit Ethernet-Schnittstelle
- Verkabelung (Stromnetz und Ethernet) aller Sensoren mit Fernzugriff auf das Web-Interface der Empfänger
- Server im 19" Rack vor Ort (Container)
- Gelände darf ohne Erlaubnis nicht betreten werden
- Sicherheitsfirma bewacht den Zugang
- DSL-Anschluss für die Fernüberwachung



Wie sieht es im den häufigsten Fällen aus?



- Kein Stromanschluss am Messpunkt
- Keine Datenanbindung am Messpunkt
- Kein abgesperrtes Gebiet
- Keine Bewachung -> Diebstahl, Vandalismus
- Aufwändige Installationen (Ingenieurbüro)
- Kaufpreis der Software mit PC
- Hoher Sensorpreis pro Punkt (GNSS-Sensor, Stromversorgung, Router)



Können Low-Cost Sensoren und die Cloud-Prozessierung GNSS für Monitoringaufgaben attraktiver gestalten?



Alberding GmbH

Leistungsmerkmale der GNSS-Sensoren

Alberding Monitoring Software

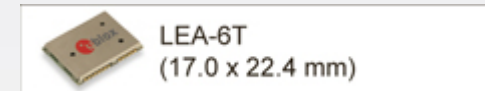
Nutzung von Low-Cost GNSS-Empfängern

Zusammenfassung und Ausblick



➤ Wichtigste Merkmale

- Geringe Hardwarekosten (< 50 EUR) aufgrund großer Stückzahlen (Telefone, Fahrzeuge, etc.)
 - Kleiner Formfaktor (< 3 x 3 cm)
 - Geringes Gewicht (< 50g)
 - Niedriger Stromverbrauch (~ 120 mW)
 - Hohe Empfindlichkeit
-
- Für eine cm-genaue Positionierung sind nur Low-Cost Empfänger mit Rohdatenausgabe (Trägerphase) einsetzbar
 - Die Prozessierung der Messdaten erfolgt über eine externe Software
 - Beispiele: ublox LEA 6T, NV08C-CSM



Testmessungen mit der Beuth Hochschule

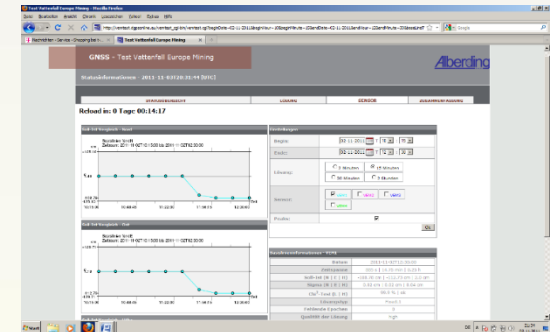
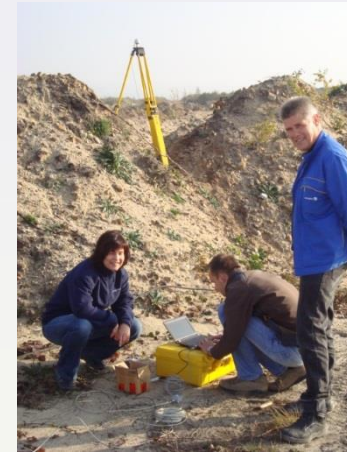


Teil 1 (Juli 2011):

- Aufzeichnung (PC) und Postprocessing der Messdaten von u-box Empfängern in der Nähe unseres Büros in Schönefeld
- Auswertung mit RTKLIB und WA1

Teil 2 (November 2011):

- Übertragung der Messdaten von u-blox Empfängern in Echtzeit über einen PC und via UMTS-Stick an den Alberding Server
- Automatische Prozessierung und Visualisierung der Ergebnisse in Alberding Monitor



Demonstrator oder „Proof of Concept“ erfolgreich!

Datenmanagement und Stromversorgung über PC nicht ideal

=> für den Praxiseinsatz wird ein integriertes System benötigt!



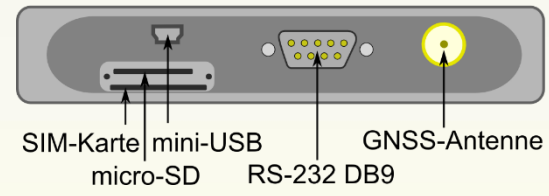
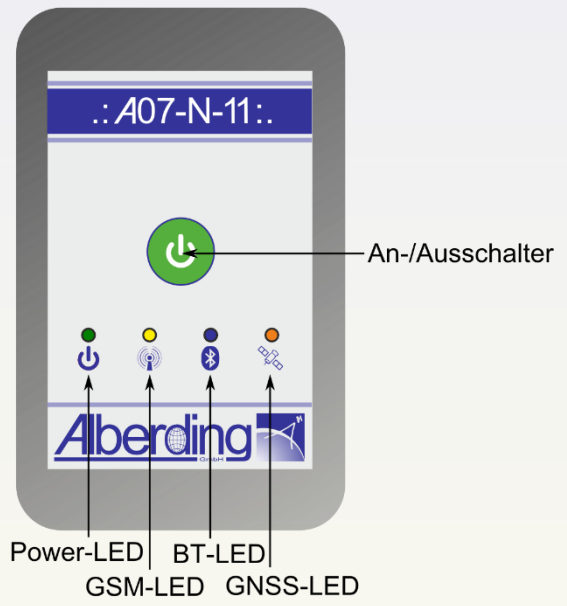
Systemanforderungen (Monitoring):

- Klein, leicht, robust genug
- Integrierter L1 GNSS Multisystem Empfänger mit Rohdatenschnittstelle
- **Externer GNSS-Antennenanschluss**
- Integriertes Modem mit Antenne
- Rohdatenstreaming (Ntrip)
- Integriertes Strom- und Datenmanagement (PC)
- **Konfigurierbar (SMS oder Konfigurationssoftware)**
- Integrierter Akku
- **Schnittstelle zur Erfassung von Zusatzdaten**
- **Integriertes Speichermedium (Dateiversand)**
- Externe Stromversorgung für 24/7
- **Sensorpreis < 1000 Euro**



A07-N-11 V. 1 (2012)

Alberding A07 – N - 11 V. 2 (Prototyp 2013) Telemetrie- und Positionierungssystem



Der Weg vom Prototyp zum Produkt ist weit:



Vorstellung des A07-MON auf der ISM 2013 in Aachen

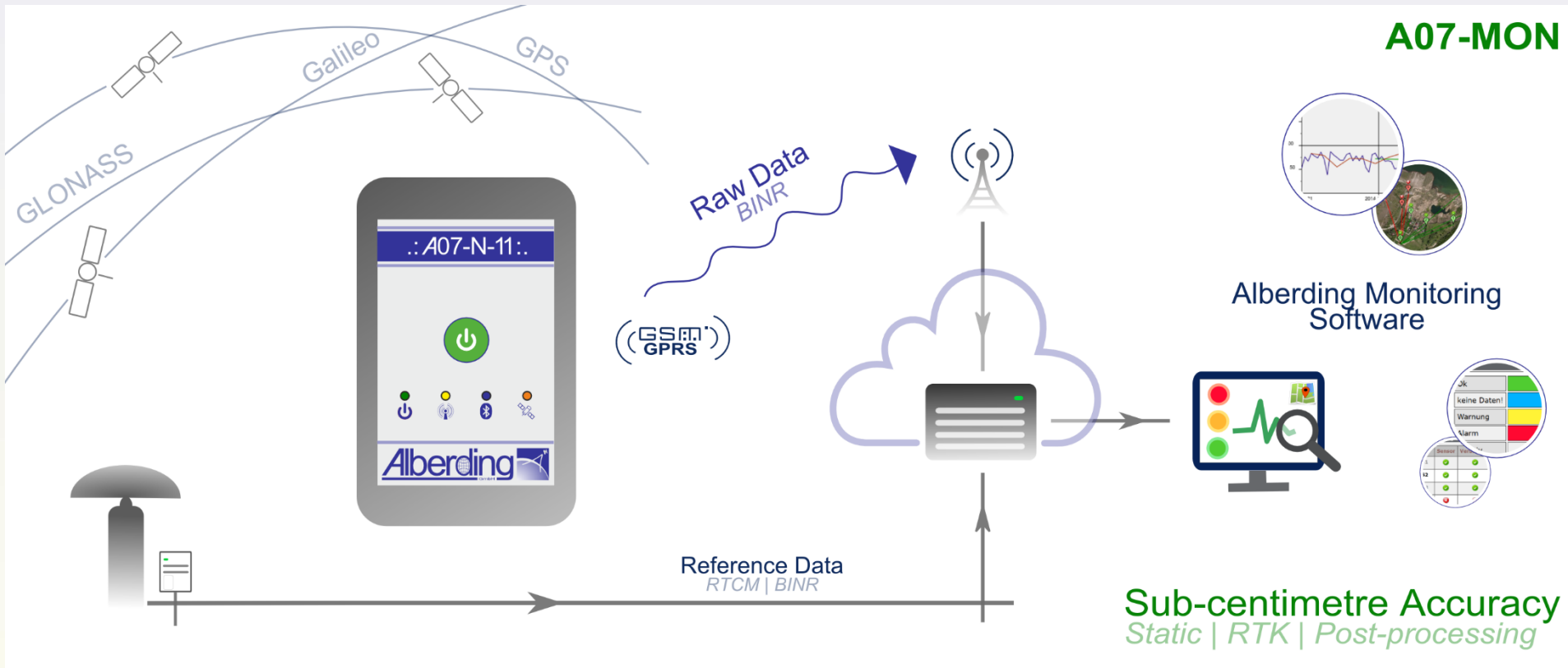
Herausforderungen:

- Stromversorgung
- Dateiübertragung
- Datenmanagement
- Einwahlverhalten bei Mobilfunk Providern
- Geeignete Solarmodule
- Externe GSM-Antenne
- Konfigurationssoftware
- Konfiguration über SMS
- CE-Zertifizierung



Installation der ersten A07 Monitoring Systeme im Q4 2014

Ablauf des Monitorings – Auswertung auf einem Server (Cloud)



Einfache Installation und automatisierte Auswertung



Einfache Hardwareinstallation

Vorkonfigurierte Sensoren

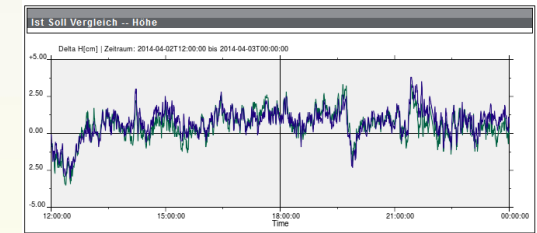
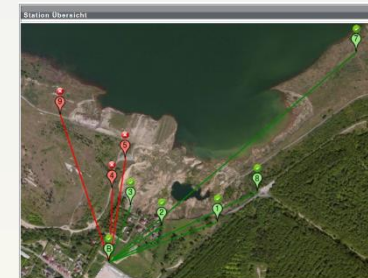
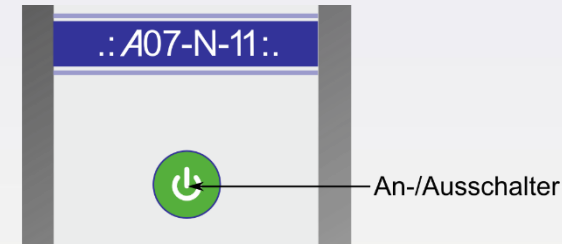
Ein-Knopf-Bedienung

Automatisierte Datenübertragung
(mobiles Internet)

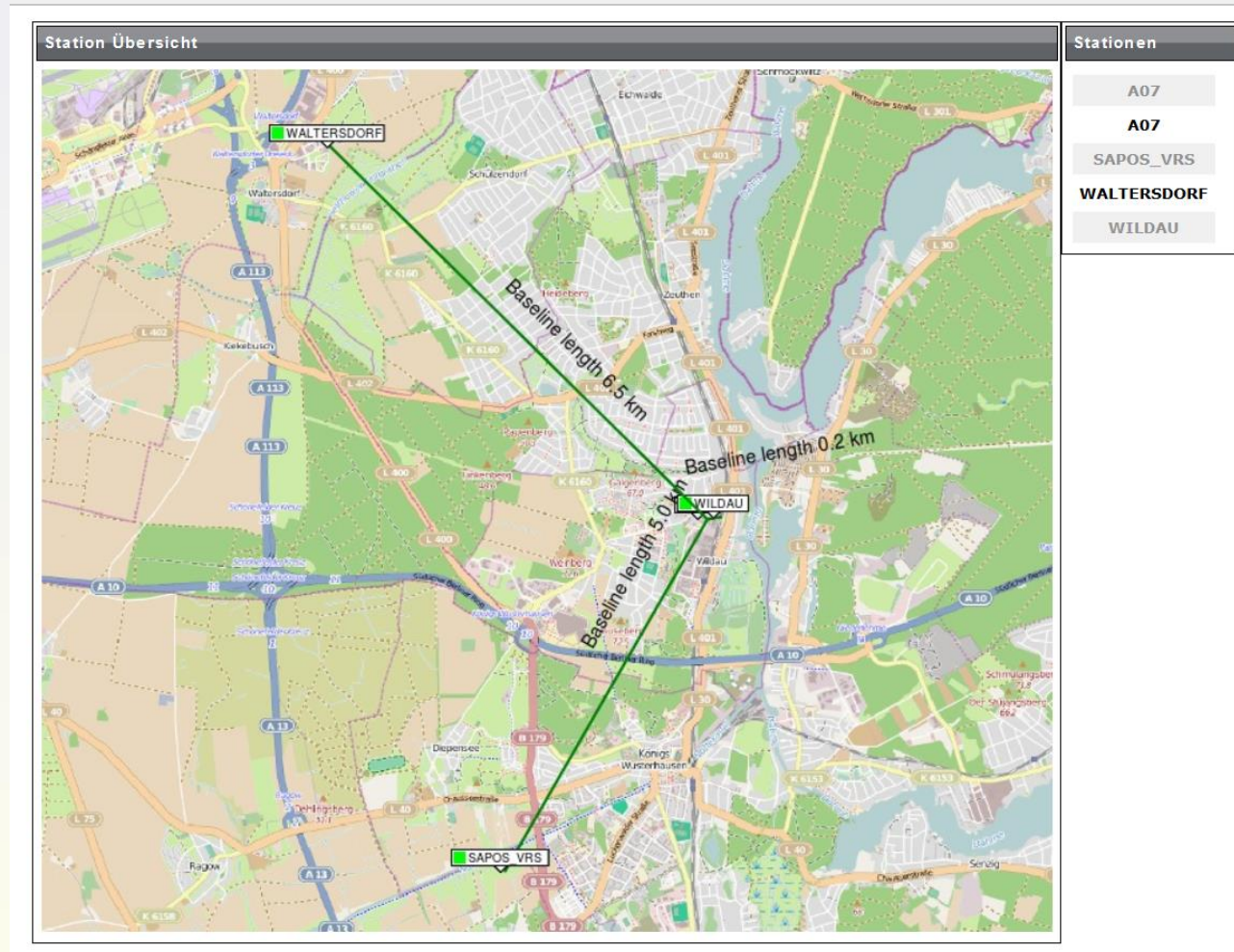
Automatisierte Auswertung

Zugang zur Monitoring Software
über Web-Interface

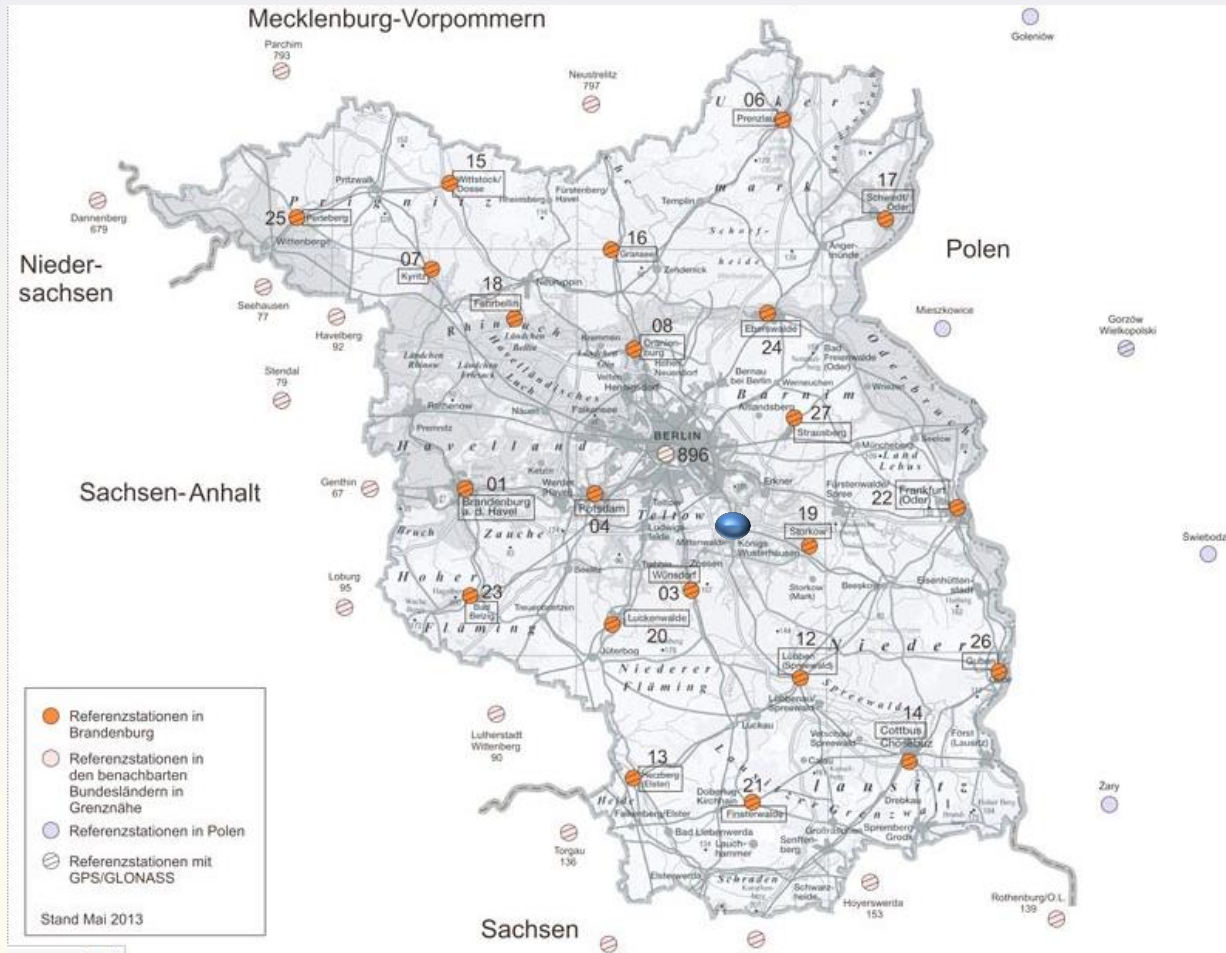
Autarker Betrieb (z.B. über eine
SOLAR-Stromversorgung)



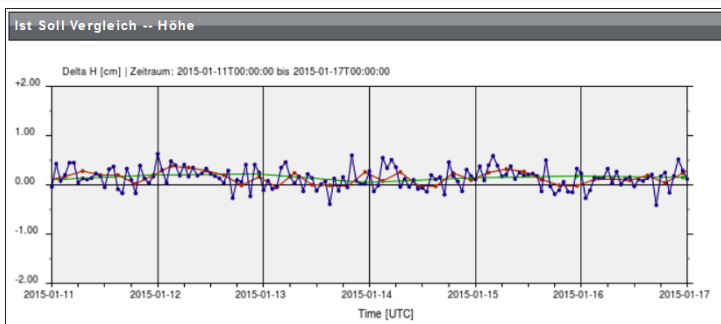
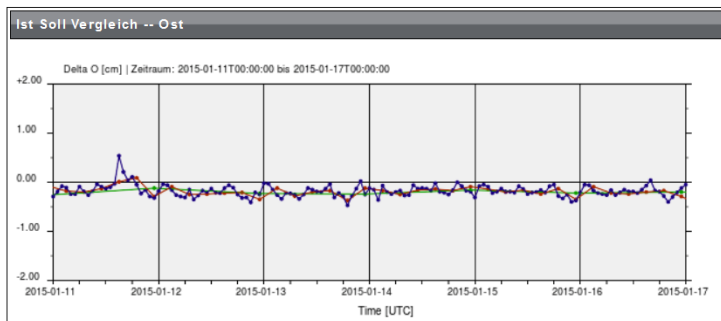
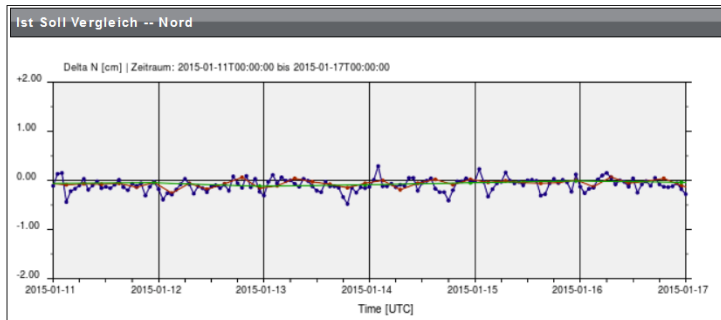
Dauertest (ab Mai 2014) Büro Wildau



SAPOS – RTCM VRS Datenstrom



Zeitraum 10.01.2015 – 17.01.2015 (Basislinie ca. 200m)



Referenzstation: Trimble BX982

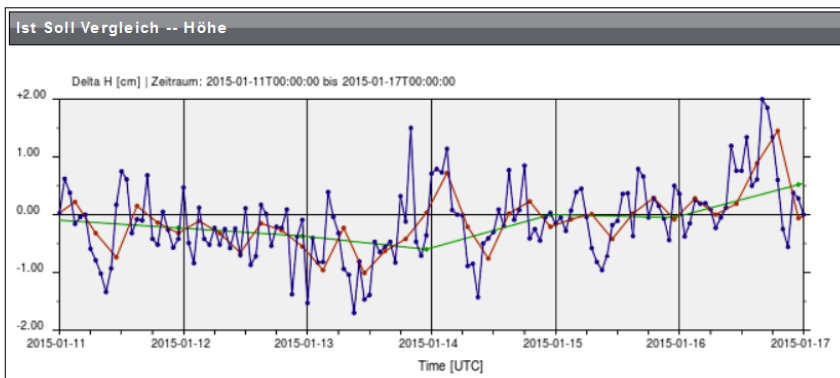
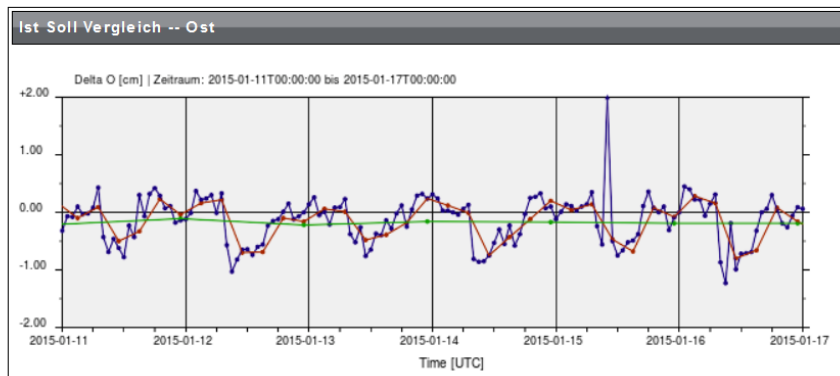
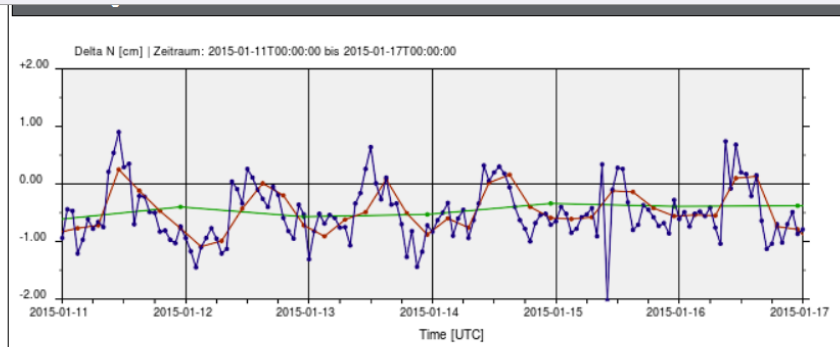
Rover: Alberding A07

Blau: 1 Stunde

Rot: 4 Stunden

Grün: 24 Stunden

Zeitraum 10.01.2015 – 17.01.2015 (Basislinie ca. 6500m)



Referenzstation: Trimble BX982

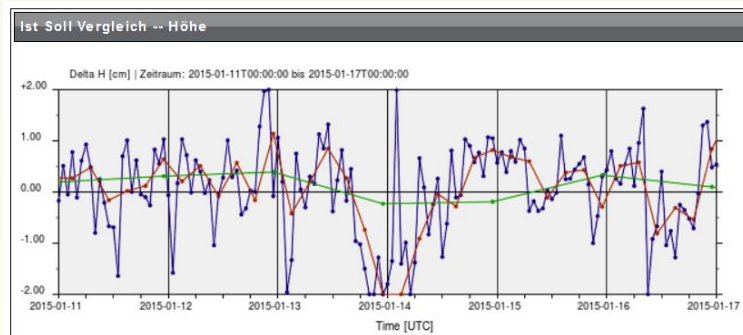
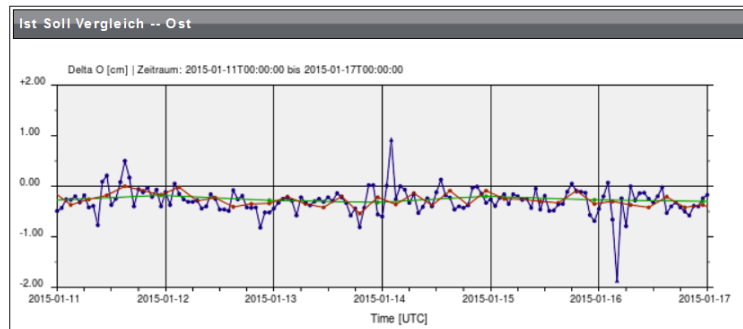
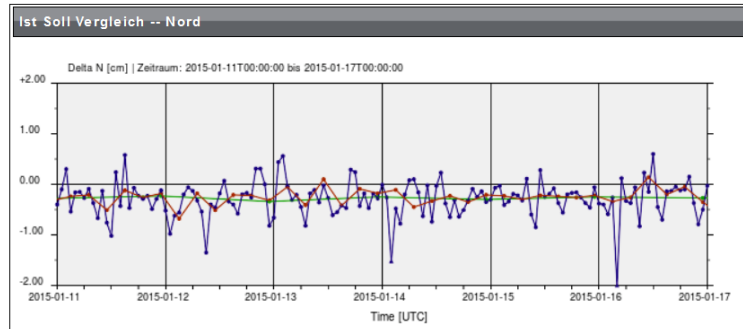
Rover: Alberding A07

Blau: 1 Stunde

Rot: 4 Stunden

Grün: 24 Stunden

Zeitraum 10.01.2015 – 17.01.2015 (SAPOS VRS 5km)



Referenzstation: SAPOS VRS

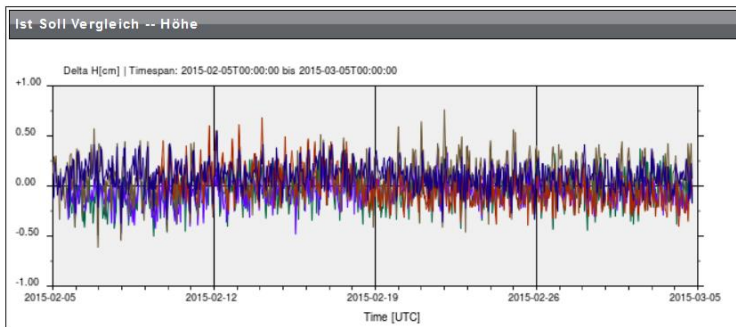
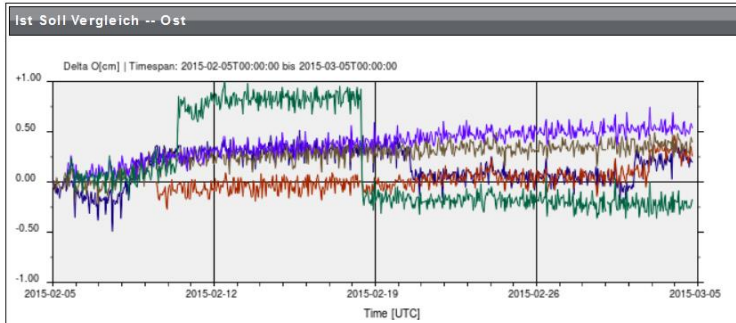
Rover: Alberding A07

Blau: 1 Stunde

Rot: 4 Stunden

Grün: 24 Stunden

Manipulierte Punktverschiebung (temporär)



Skala Ost:	<input checked="" type="checkbox"/> 1.00 [cm]
Skala Lage:	<input checked="" type="checkbox"/> 1.00 [cm]
Skala Höhe:	<input checked="" type="checkbox"/> 1.00 [cm]
<input type="button" value="Ok"/> <input type="button" value="pdf"/>	

Prozessierungseinstellungen

	Einstellungen
Navigationssystem	GPS, GLONASS
Lösungstyp	FixedL1
Elevation	10°
Datenrate	1s
Ephemeriden	Broadcast

Alberding GmbH ::: Schmiedestraße 2 ::: 15745 Wildau ::: info@alberding.eu ::: +49 (0) 3375 / 52 50 370



Alberding GmbH

Leistungsmerkmale der GNSS-Sensoren

Alberding Monitoring Software

Nutzung von Low-Cost GNSS-Empfängern

Zusammenfassung und Ausblick



- GNSS ist als Messverfahren für Monitoring-Anwendungen etabliert
- GNSS hat Vorteile gegenüber optischen Verfahren und kann diese ergänzen
- RTK-Systeme werden aufgrund der kurzen Warnzeit am Markt bleiben
- Langzeitbeobachtungen können auch mit Low-Cost GNSS-Empfängern durchgeführt werden
- Die Alberding GmbH bietet mit dem A07 und der Monitoring Software ein wirtschaftliches System mit einem automatisierten Datenfluss



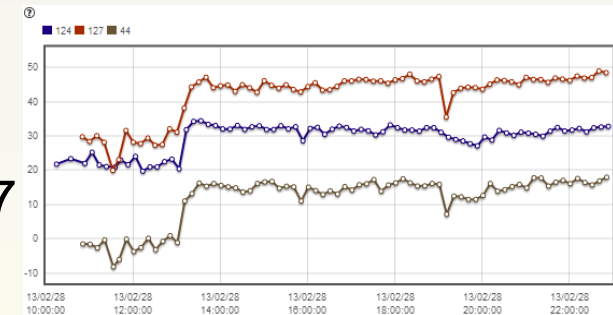
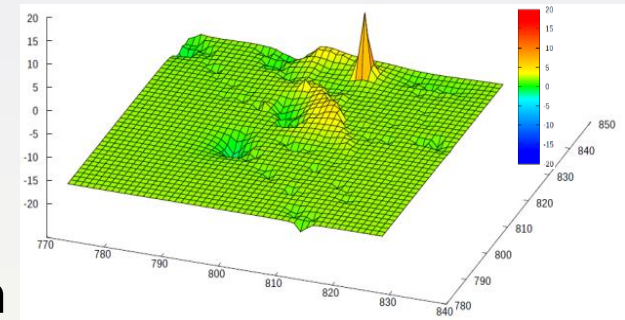


Für Überwachungsaufgaben stehen immer mehr Messverfahren und Sensoren (Toolbox) zur Verfügung

Welches Verfahren zum Einsatz kommt hängt von der Aufgabenstellung (Art und Ausmaß der Bewegung, Überwachungsbereich, Zugang zum Objekt, etc.) ab

Die Zukunft liegt in der optimalen Verknüpfung der Vorteile der unterschiedlichen Sensoren in einem Monitoringsystem

Low-Cost GNSS-Sensoren wie der Alberding A07 können einen wertvollen Beitrag zu einer integrierten Überwachungslösung leisten





Danke für Ihre Aufmerksamkeit!



Jürgen Alberding

Alberding GmbH
Schmiedestraße 2
D-15745 Wildau
Tel.: +49 3375 52 50 370
Fax: +49 3375 52 50 377
Web: www.alberding.eu