Monitoring mit Low-Cost GNSS-Empfängern

Jürgen Alberding

Alberding GmbH

AHORN 2015

27. November 2015

Gliederung

Alberding GmbH

Leistungsmerkmale der GNSS-Sensoren

Alberding Monitoring Systeme

Nutzung von Low-Cost GNSS-Empfängern

Zusammenfassung und Ausblick

Alberding GmbH

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

  GeoSurvey GmbH

  - Vertriebspartner für Trimble Surveying und MGIS Produkte in Ostdeutschland

- **2003** Start der eigenen GNSS Softwareentwicklungen
  - Umzug von Leipzig nach Schönefeld (Brandenburg)
  - Abspaltung des Trimble-Vertriebs (neue GeoSurvey GmbH)
  - Erwerb von GNSS-Software von der TU Dresden

- **2007** Neuer Firmenname: Alberding GmbH
  - Markenrechtliche Probleme mit „EuroNav“ und „EuroNik“

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

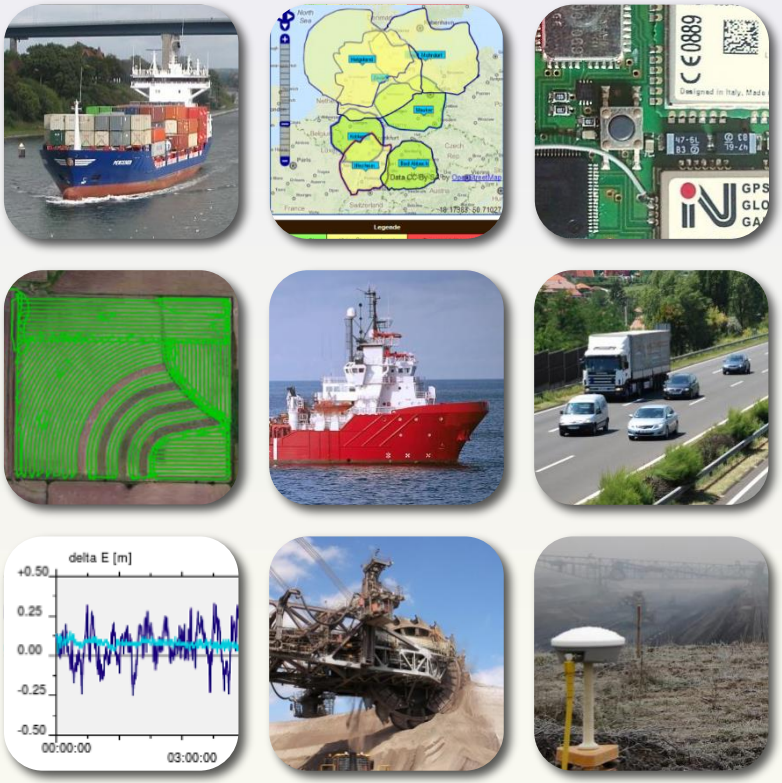
- **2014** 10 Mitarbeiter (9 Ingenieure) – unabhängig von GNSS-Empfängerherstellern

Alberding GNSS Kompetenzen

- 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**

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)



Real-time Flottenmanagement

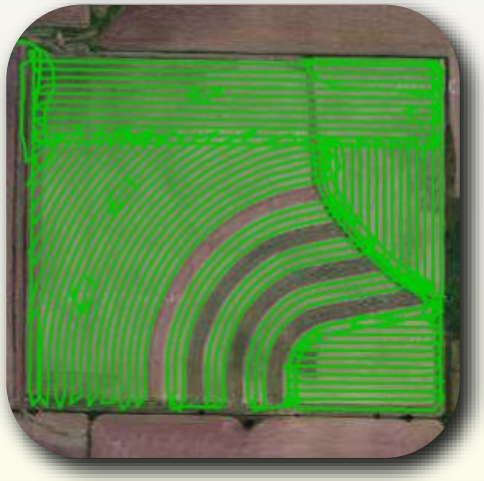
- Real-time user position information
- RTK fixing quality indicator
- User NMEA GGA messages
- Real-time SQL export of user data
- Easy troubleshooting, detailed analysis

USER - MONITORING

User Name	Mountpoint	Distance	Start	Duration	ID	IP	Provider	Fix mode	Satellites	Data Age	HDOP
upload	TEDEJ	- [km]	2015-09-10T10:25:04	4 d 05:37:29	68	127.0.0.1	localhost.	Inactive	-	-	-
upload	SOLT	- [km]	2015-09-13T21:52:19	18:10:14	7578	127.0.0.1	localhost.	Inactive	-	-	-
Adroland_01	AUTOSWITCH (BACSBOKOD)	0.29 [km]	2015-09-14T12:47:33	03:15:00	8898	188.157.6.147	BC9D0693.mobile.pool.telekom.hu.	RTK Fixed	10	1.0	1.0
Keve_02	AUTOSWITCH (BICSKE)	23.19 [km]	2015-09-14T13:04:20	02:58:13	8730	5.63.197.248	apn-5-63-197-248.vodafone.hu.	RTK Fixed	10	1.0	1.0
Keve_01	AUTOSWITCH (ADONY)	19.34 [km]	2015-09-14T14:24:37	01:37:56	8842	94.44.255.62	apn-94-44-255-62.vodafone.hu.	RTK Fixed	10	1.4	1.0
Keve_01	AUTOSWITCH (ADONY)	19.34 [km]	2015-09-14T14:27:17	01:35:16	8852	91.104.171.136	netacc-gpn-104-171-136.pool.telenor.hu.	RTK Fixed	10	1.4	1.0
Broccoli_01	AUTOSWITCH (BOGYOSZLO)	17.78 [km]	2015-09-14T14:44:45	01:17:48	8894	188.157.205.27	BC9DCD1B.mobile.pool.telekom.hu.	RTK Fixed	9	0.6	1.1
BHV_01	AUTOSWITCH (VIZVAR)	41.57 [km]	2015-09-14T14:48:44	01:13:49	8901	188.156.81.248	BC9C51F8.mobile.pool.telekom.hu.	RTK Fixed	16	1.2	0.8
BHV_01	AUTOSWITCH (VIZVAR)	41.57 [km]	2015-09-14T14:48:46	01:13:47	8902	89.223.130.158	apn-89-223-130-158.vodafone.hu.	RTK Fixed	16	1.2	0.8
Keve_02	AUTOSWITCH (ADONY)	19.36 [km]	2015-09-14T14:54:17	01:08:16	8912	91.104.86.171	netacc-gpn-104-86-171.pool.telenor.hu.	RTK Fixed	10	1.0	1.0
Adroland_02	AUTOSWITCH (BACSBOKOD)	4.10 [km]	2015-09-14T15:11:05	00:51:28	8939	188.156.80.124	BC9C507C.mobile.pool.telekom.hu.	RTK Fixed	10	3.0	1.0
Tedej_03	TEDEJ_RTCM	36.72 [km]	2015-09-14T15:18:13	00:44:20	8953	188.156.175.185	BC9CAFB9.mobile.pool.telekom.hu.	RTK Fixed	16	1.0	0.9
Kokaimag_01	AUTOSWITCH (DANY)	7.21 [km]	2015-09-14T15:31:24	00:31:09	8981	188.156.31.94	BC9C1F5E.mobile.pool.telekom.hu.	RTK Fixed	10	1.0	1.0
Adroland_01	AUTOSWITCH (BACSBOKOD)	0.29 [km]	2015-09-14T15:43:54	00:18:39	8999	94.44.252.204	apn-94-44-252-204.vodafone.hu.	RTK Fixed	10	1.0	1.0
Szabadegyhaza_01	AUTOSWITCH (ADONY)	12.62 [km]	2015-09-14T15:50:51	00:11:42	9009	188.156.62.143	BC9C3E8F.mobile.pool.telekom.hu.	RTK Fixed	10	1.4	1.0
Szabadegyhaza_01	AUTOSWITCH (ADONY)	12.73 [km]	2015-09-14T15:51:47	00:10:46	9011	91.104.155.223	netacc-gpn-104-155-223.pool.telenor.hu.	RTK Fixed	10	1.0	1.0
Kokaimag_01	AUTOSWITCH (DANY)	7.21 [km]	2015-09-14T15:56:22	00:06:11	9018	185.10.127.134	apn-185-10-127-134.vodafone.hu.	RTK Fixed	10	1.0	1.0
Szabadegyhaza_01	AUTOSWITCH (ADONY)	12.73 [km]	2015-09-14T15:56:26	00:06:07	9019	188.157.57.131	BC9D3983.mobile.pool.telekom.hu.	RTK Fixed	10	1.0	1.0
Tedej_03	TEDEJ_RTCM	36.72 [km]	2015-09-14T15:59:04	00:03:29	9023	5.204.0.56	netacc-gpn-204-0-56.pool.telenor.hu.	RTK Fixed	16	1.0	0.9

Alberding Ntrip Caster user map display

- Real-time display of user position and status
- History data analysis
- KML file generation – map display
- Colour-coded RTK fixing status indicator
- Service operator assistance (e.g. correction reception issues)



Gliederung

Alberding GmbH

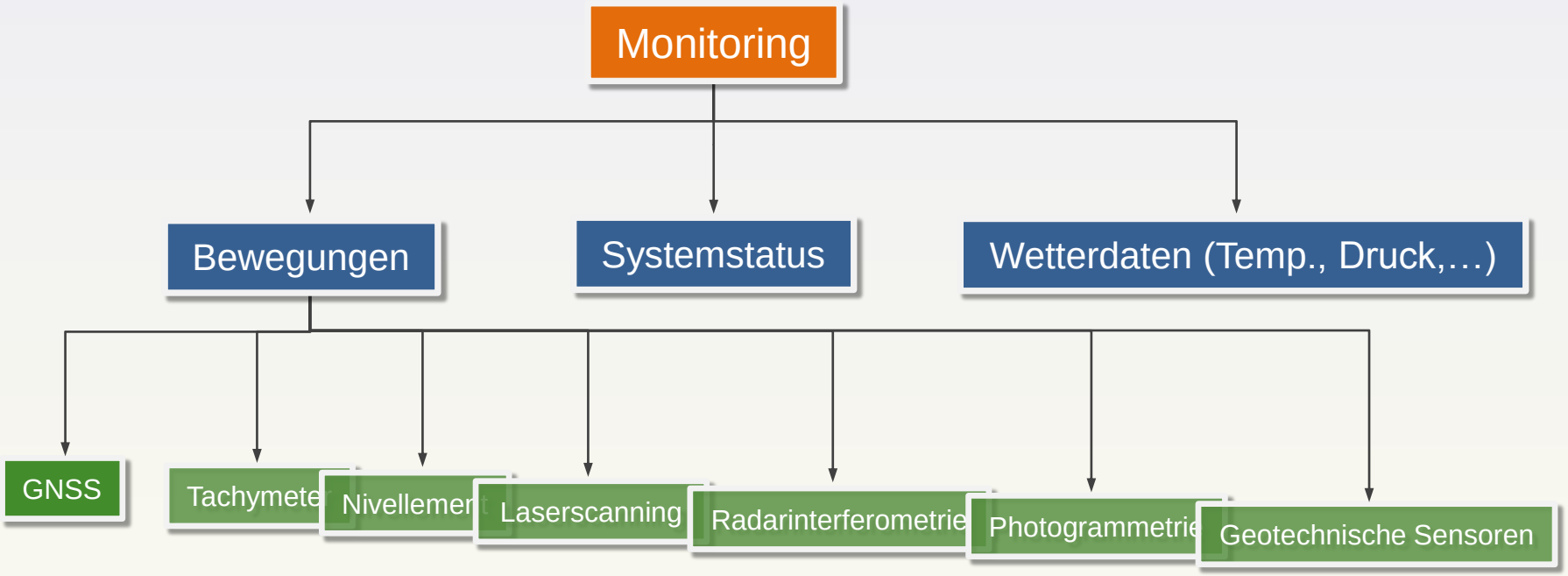
Leistungsmerkmale der GNSS-Sensoren

Alberding Monitoring Systeme

Nutzung von Low-Cost GNSS-Empfängern

Zusammenfassung und Ausblick

Sensoren zur Überwachung



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)

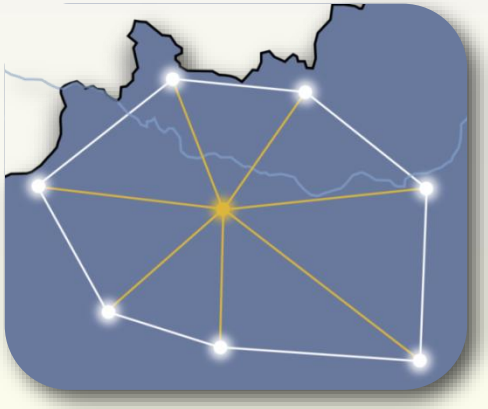
  (Ergebnis zahlreicher Diplomarbeiten)
- Aber: nur L1-Frequenz, kurze Basislinien, ….

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



GNSS Monitoring – Pro und Contra

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 Daten-übertragung am Sensor erforderlich
- Hoher Sensorpreis (>10K €)
- Keine Garantien (militärische Systeme), Jamming

Gliederung

Alberding GmbH

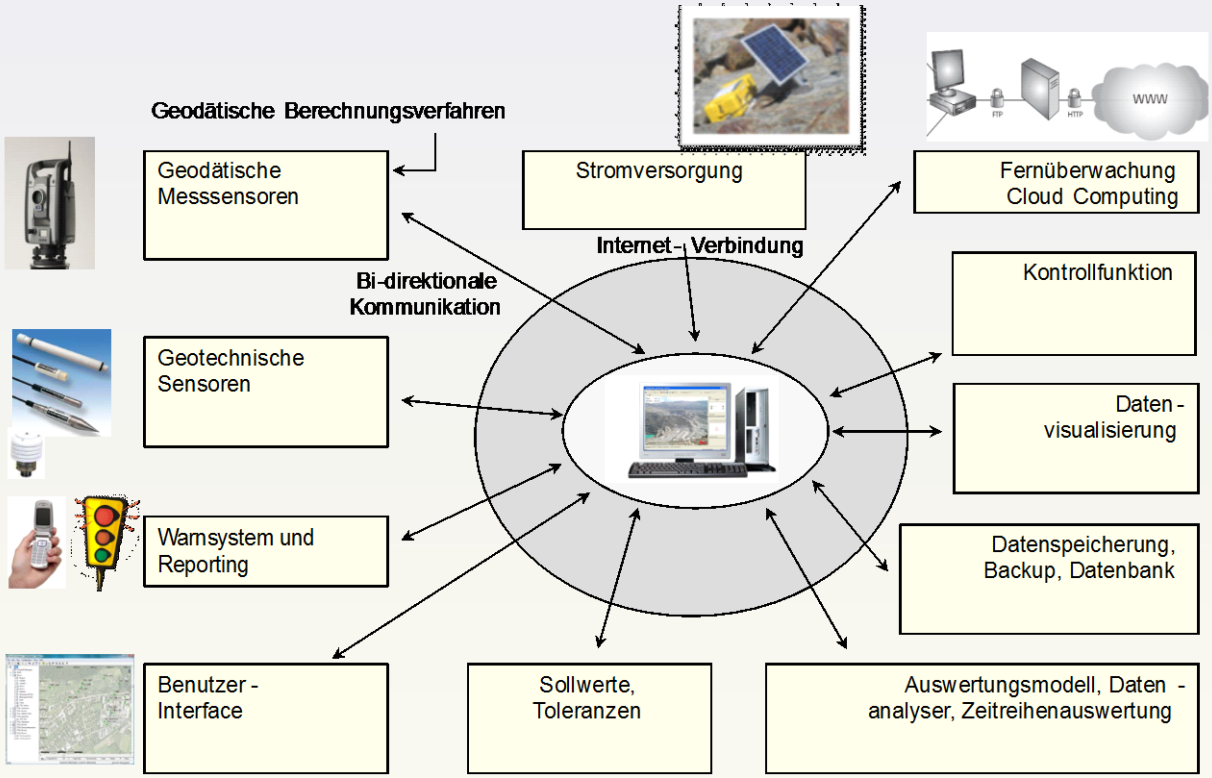
Leistungsmerkmale der GNSS-Sensoren

Alberding GNSS-Monitoring Lösung

Nutzung von Low-Cost GNSS-Empfängern

Zusammenfassung und Ausblick

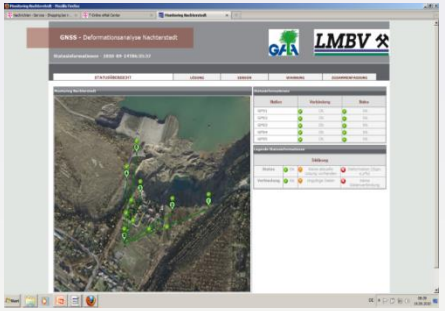
Komponenten eines Monitoringsystems



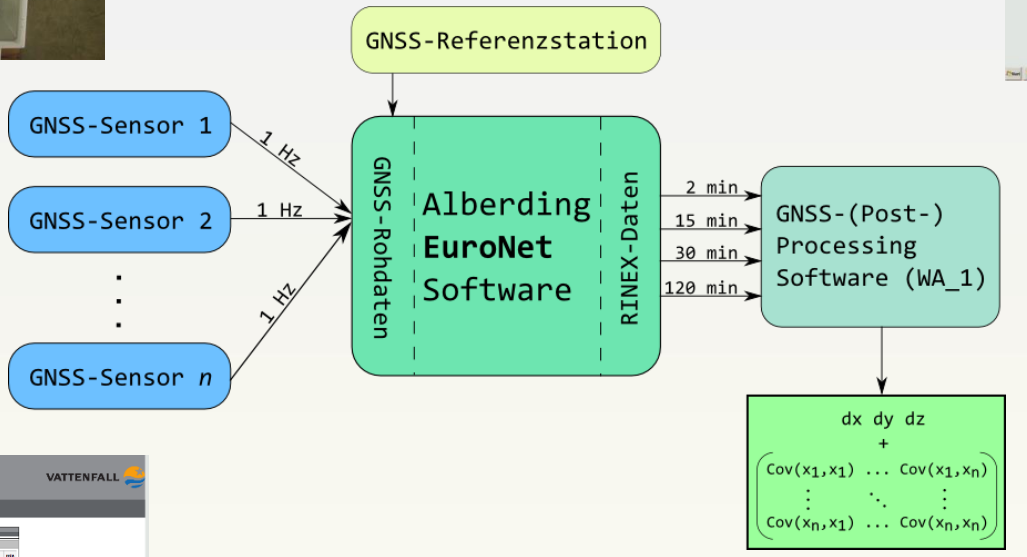
Systemkomponenten von projektbezogenen und kommerziellen Monitoringsystemen
(Werner Stempfhuber, Jürgen Alberding AVN 2012)

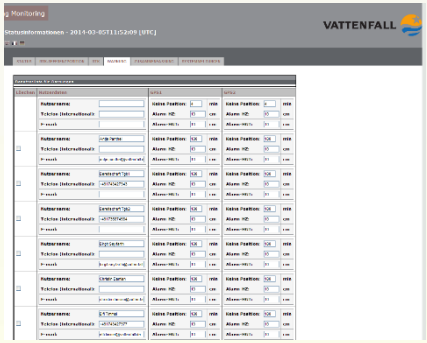
Alberding GNSS Monitoringlösung

GNSS-Datenmanagenent



Automatische Prozessierung





Soll-Ist-Vergleich – Statistik

Visualisierung (Zeitreihen)

Alarmierung

GNSS-Monitoringprojekt Nachterstedt

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

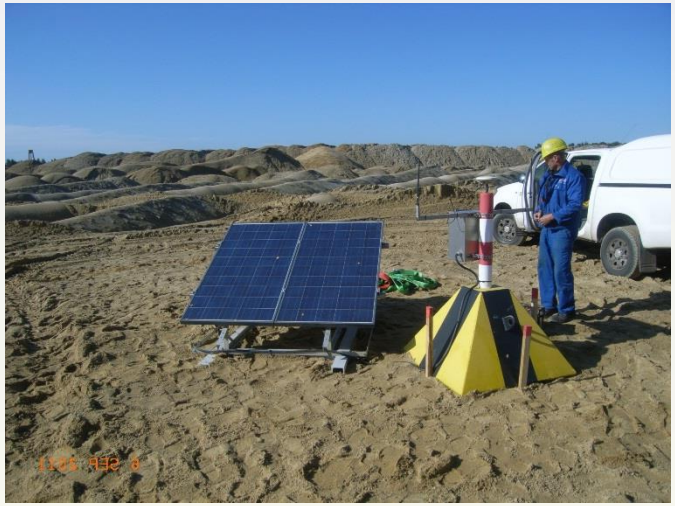
Besonderheiten in Nachterstedt

- Zweifrequenz GNSS-Sensoren mit Ethernet-Schnittstelle
- Verkabelung (Strom 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

Alberding GmbH

Wie sieht es in den häufigsten Fällen aus?

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



<u>Können Low-Cost Sensoren und die Cloud-Prozessierung (Miete der Monitoring Software) GNSS für Monitoringaufgaben attraktiver gestalten?</u>

Gliederung

Alberding GmbH

Leistungsmerkmale der GNSS-Sensoren

Alberding Monitoring Software

Nutzung von Low-Cost GNSS-Empfängern

Zusammenfassung und Ausblick

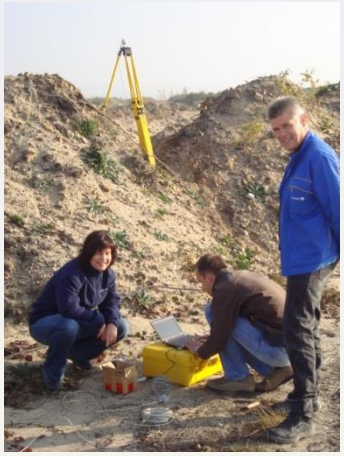
Low-Cost GNSS-Empfänger

- Definition von „Low Cost“?
- 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

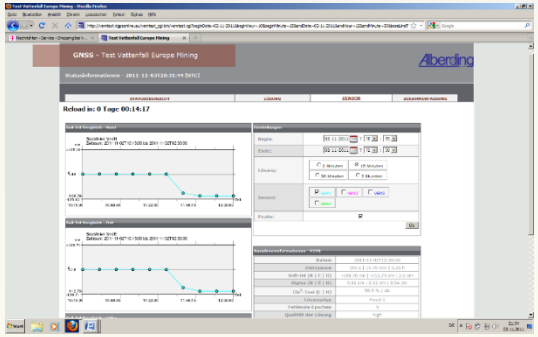
Teil 1 (Juli 2011):

- 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 praxistauglich.

=> Beim Demonstrator enden zahlreiche Forschungsprojekte.

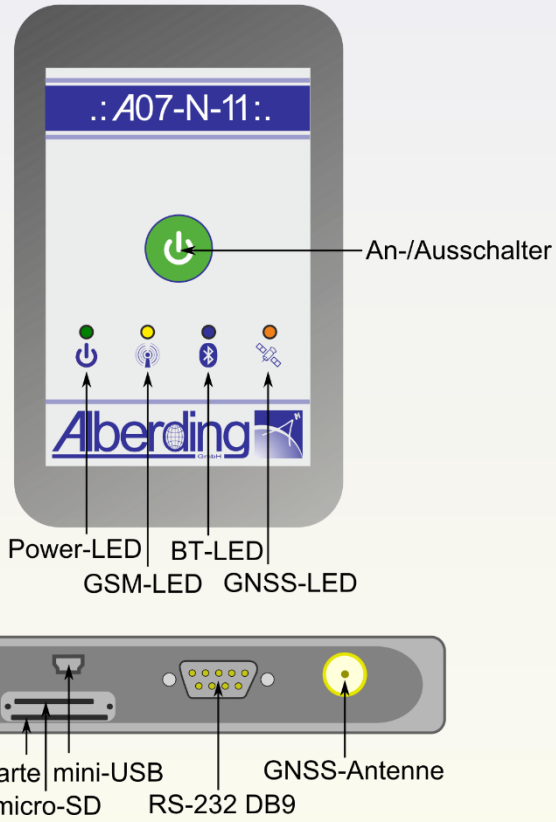
Kann der Alberding A07 V.1 (Entwicklung für das Projekt guide4blind) für Monitoringaufgaben genutzt werden?

Welche Anforderungen werden vom A07 V. 1 erfüllt?

- Klein, leicht, robust genug
- Integrierter L1 GNSS Multisystem Empfänger mit Rohdatenschnittst
- Integrierter Akku
- Integriertes Modem mit Antenne
- Rohdatenstreaming (Ntrip)
- Integriertes Strom- und Datenmanagement (PC)
- Konfigurierbar (SMS oder Konfigurationssoftware)
- Externer GNSS-Antennenanschluss
- Schnittstelle zur Erfassung von Zusatzdaten
- Integriertes Speichermedium (Dateiversand)
- Externe Stromversorgung für 24/7
- Sensorpreis < 2000 Euro

A07-N-11 V. 1 (2012)

Die fehlenden Features wurden bei der Neuentwicklung des A07-N-11 (Projekt m4guide - 2013) berücksichtigt



Der Weg vom Prototyp zum Produkt ist weit:

Vorstellung des A07-MON Prototyps auf der ISM 2013 in Aachen

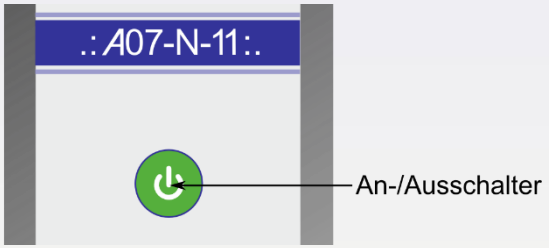
Herausforderungen (2014):

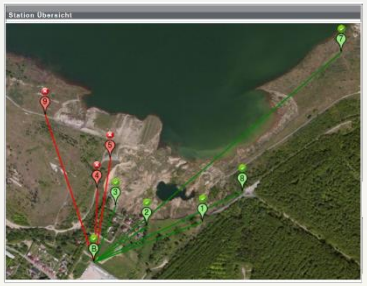
- Stromversorgung
- Dateiübertragung
- Datenmanagement
- Einwahlverhalten bei Mobilfunkprovidern
- Geeignete Solarmodule
- Externe GSM-Antenne
- Konfigurationssoftware
- Konfiguration über SMS
- CE-Zertifizierung

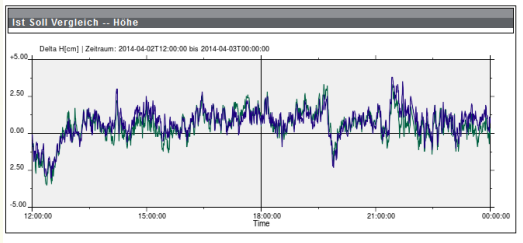
Installation der ersten A07 Monitoring Systeme im Q4 2014

Lieferung der ersten Systeme in Q4/2014

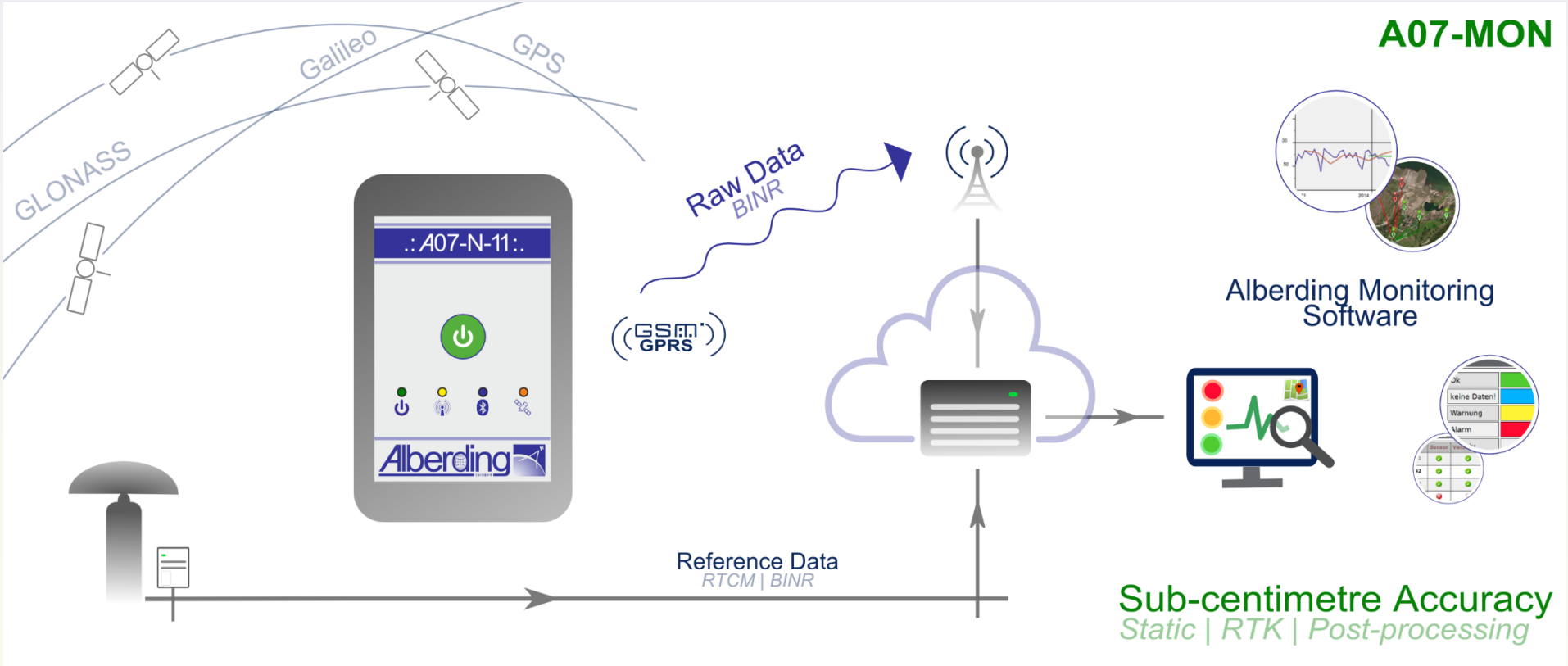
- Einfache Hardwareinstallation
- Vorkonfigurierte Sensoren
- Ein-Knopf-Bedienung
- Automatisierte Datenübertragung (mobiles Internet)
- Automatisierte Auswertung
- Zugang zur Monitoring Software über Web-Interface
- Autarker Betrieb (z.B. über eine SOLAR-Stromversorgung)



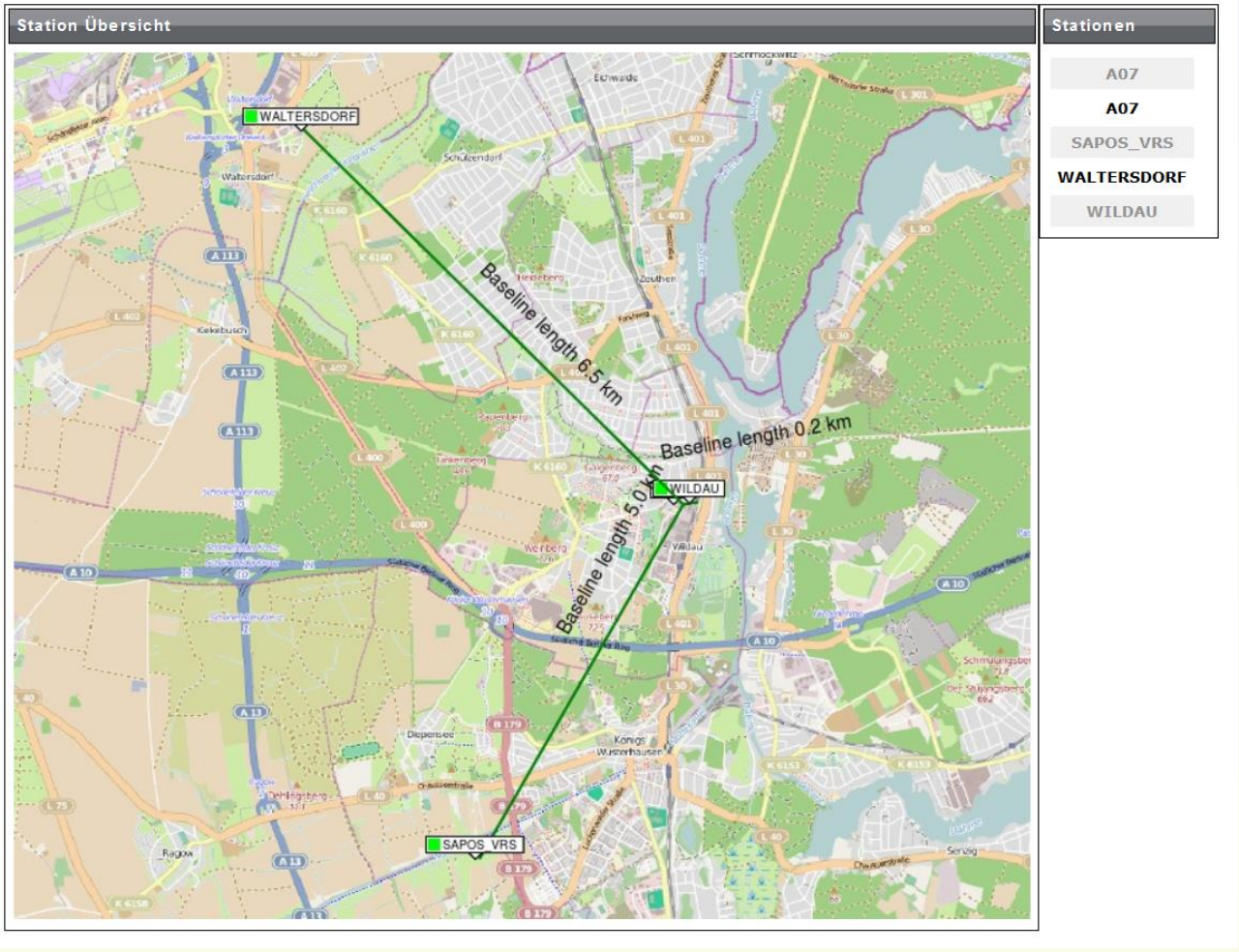




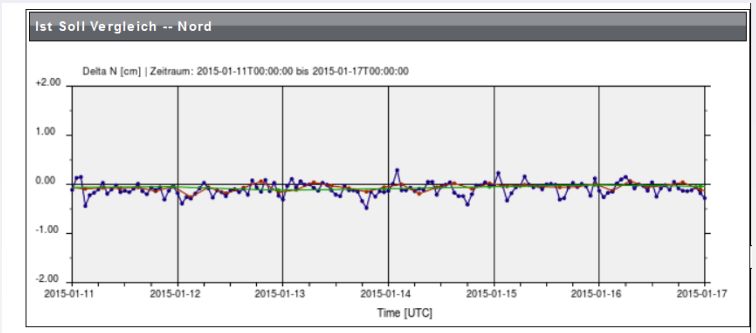
Ablauf des Monitorings – Auswertung auf einem Server (Cloud)

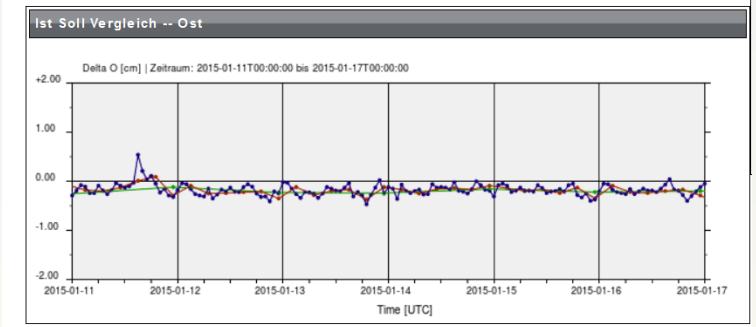


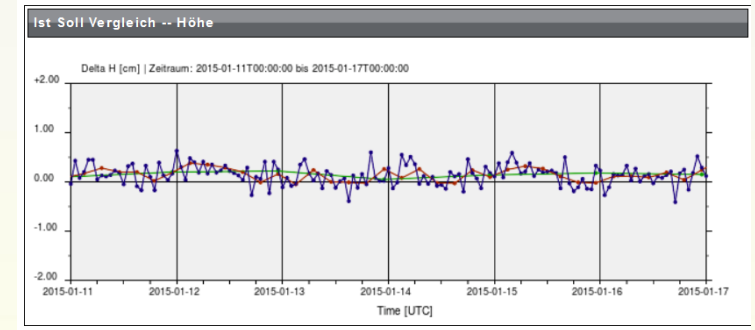
Dauertest (ab Mai 2014) Büro Wildau



Zeitraum 10.01.2015 – 17.01.2015 (Basislinie ca. 200m)







Referenzstation: Trimble BX982

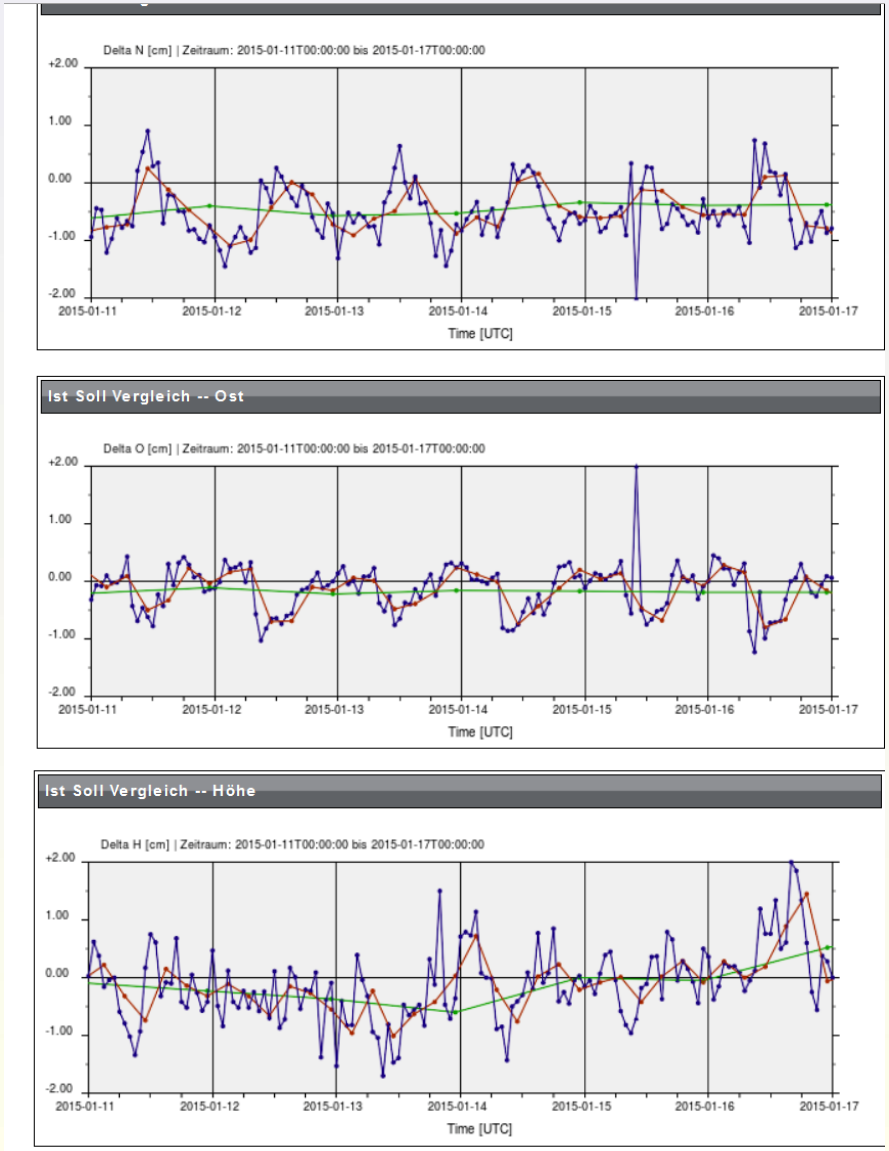
Rover: Alberding A07

Blau: 1 Stunde

Rot: 4 Stunden

Grün: 24 Stunden

Zeitraum 10.01.2015 – 17.01.2015 (Basislinie ca. 6500m)



Referenzstation: Trimble BX982

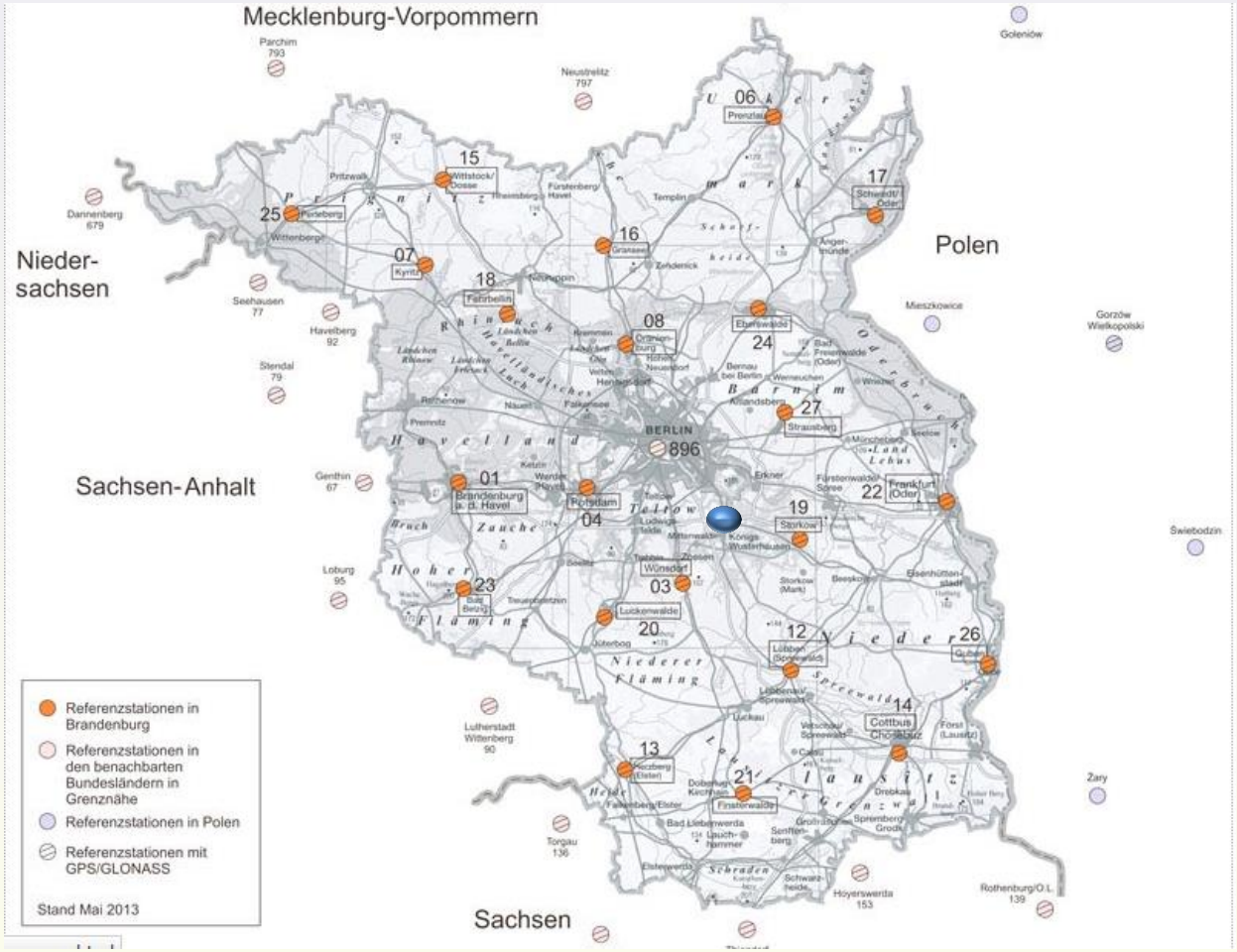
Rover: Alberding A07

Blau: 1 Stunde

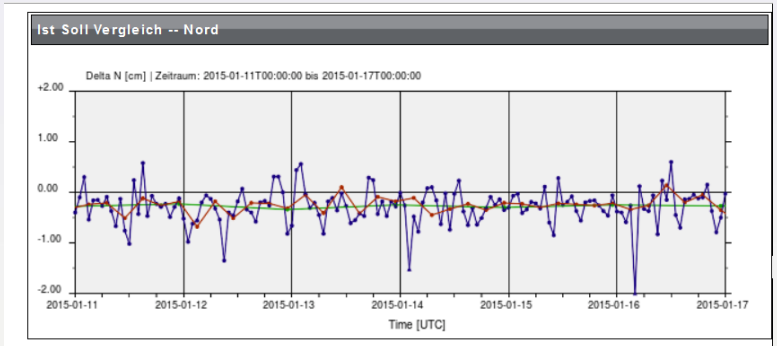
Rot: 4 Stunden

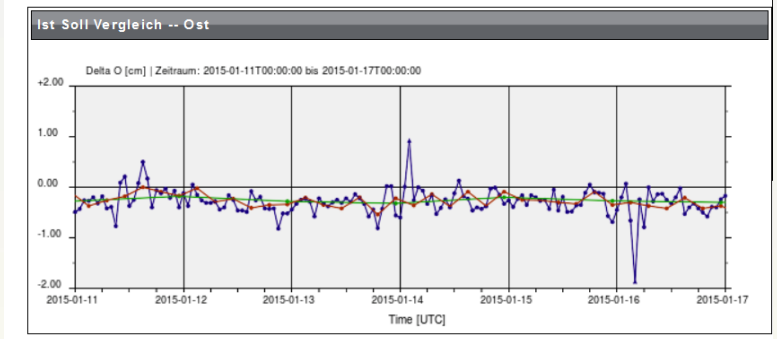
Grün: 24 Stunden

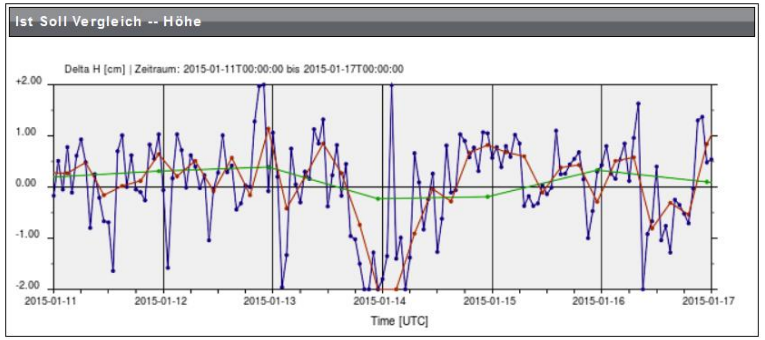
SAPOS – RTCM VRS Datenstrom



Zeitraum 10.01.2015 – 17.01.2015 (SAPOS VRS 5km)







Referenzstation: SAPOS VRS

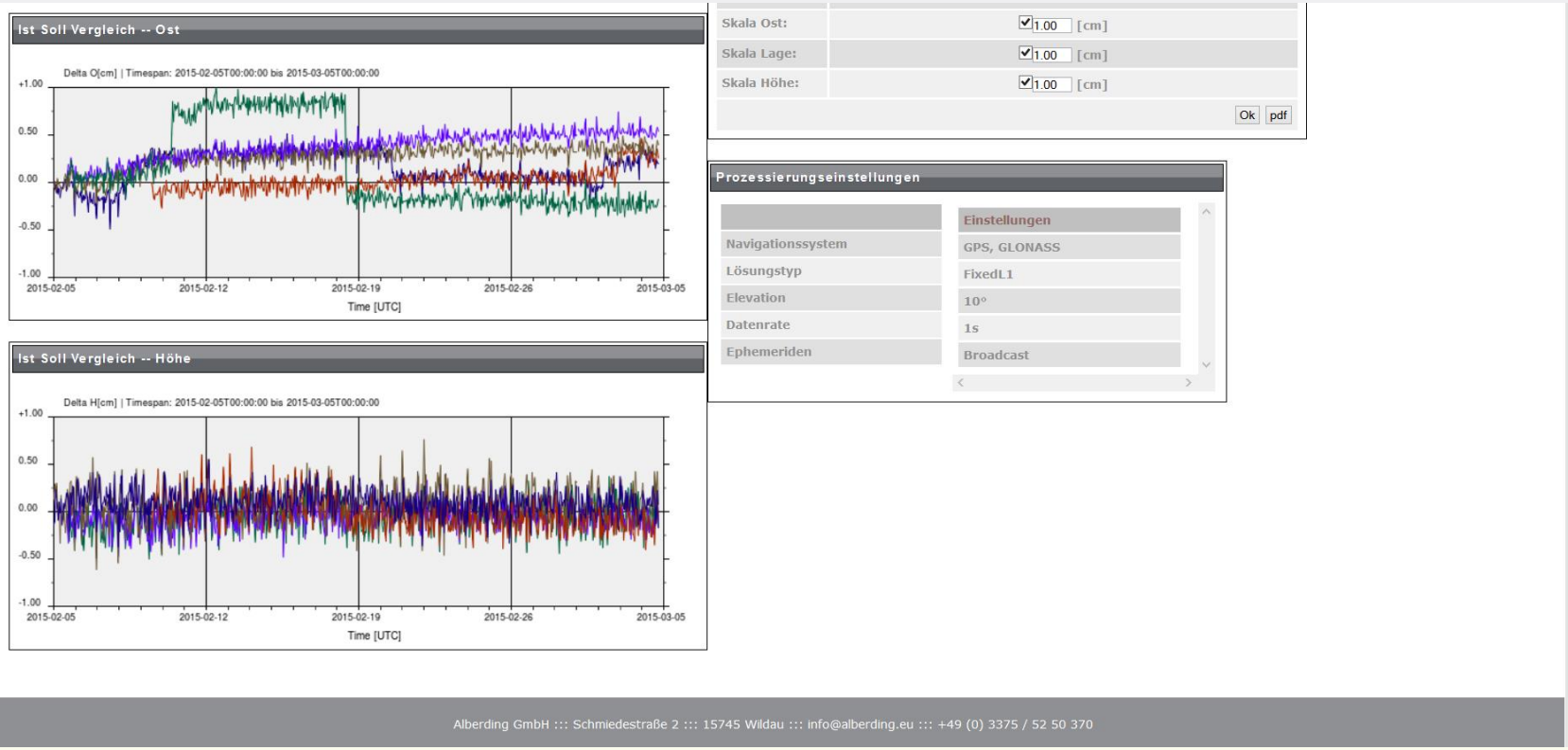
Rover: Alberding A07

Blau: 1 Stunde

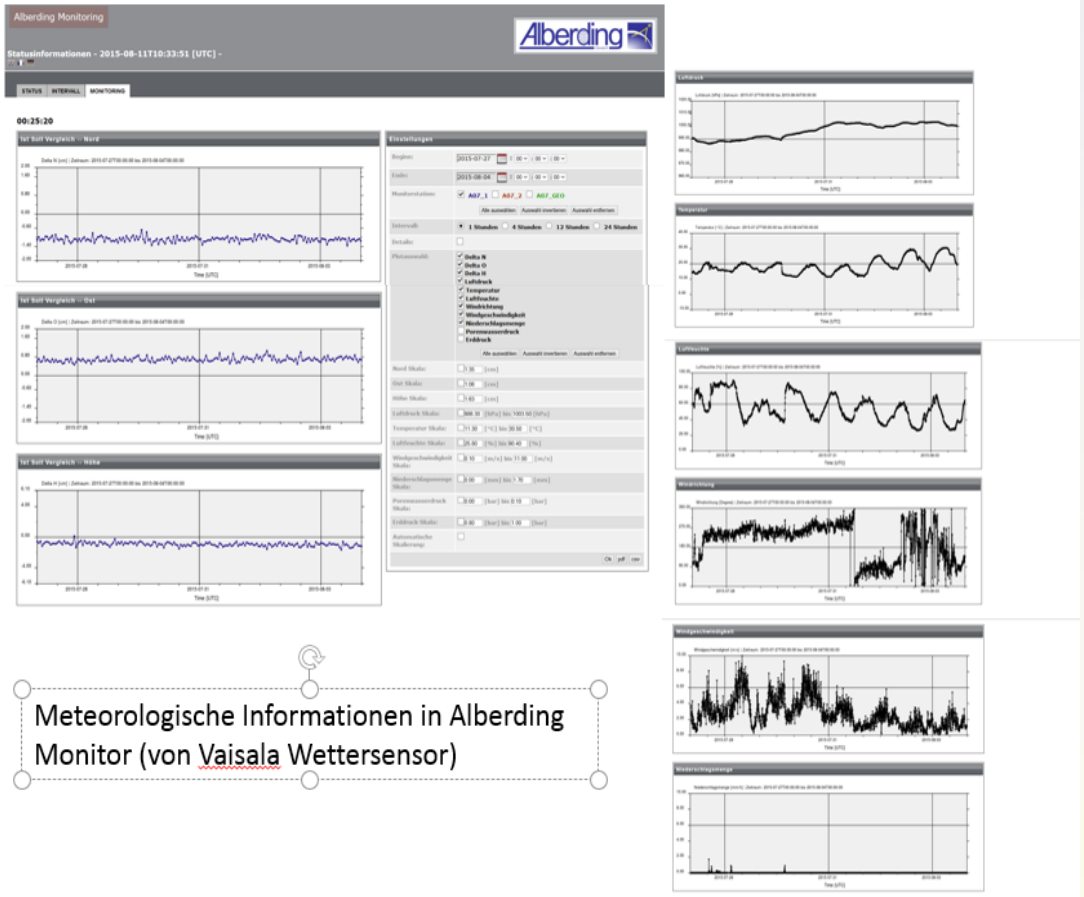
Rot: 4 Stunden

Grün: 24 Stunden

Manipulierte Punktverschiebung (temporär)



Einbindung der Wetterstation Vaisala WXT520



Vaisala WXT520 Wetterstation

- Windstärke
- Windrichtung
- Temperatur
- Druck
- Feuchte
- Niederschlag

Einbindung geotechnischer Sensoren (Glötzl)

DC2/DC4

Digital Controller

Anbindung analoger Messwert-geber über einen Controler

- Porenwasserdruck
- Erddruck
- Pegel
- Inklinometer
- .....
- Niederschlag

VENTILGEBER für PORENWASSERDRUCK

Typ: P4 . . .
Art. Nr.: 22. . .

Funktion

Diese Ventilgeber dienen zur Messung von Porenwasserdrücken mit Luft- oder Ölbetrieb bis 20 bar – Wasserdrücke bis 50 bar.

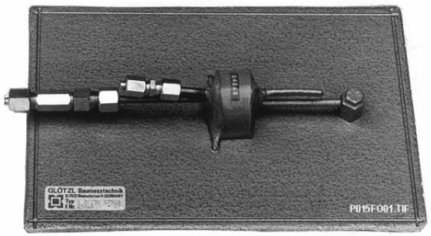
Abb.: Typ P4 KF 10L

Abb.: Typ P4 SF 50 L AG ER 5

GLÖTZL Baumeßtechnik

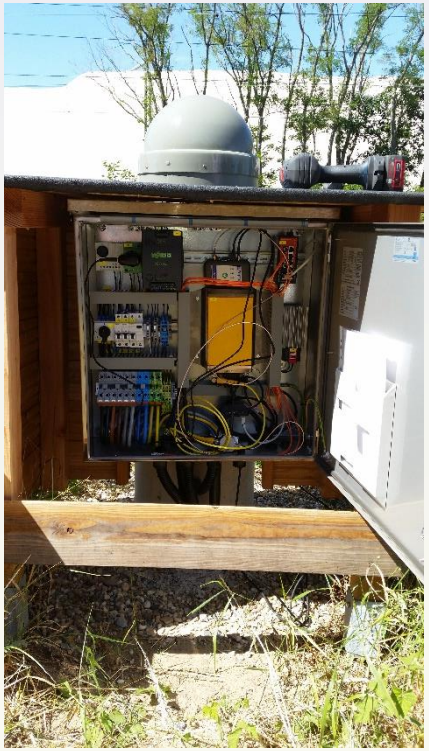
VENTILGEBER für ERDDRUCK

Typ: E . . .
Art.-Nr.: 15. . .



Ventilgeber für Erddruck, Typ E 20/30 KF 50A mit Korrosions-Schutzanstrich

A07-MON Installationsbeispiele



Zukünftige Entwicklungen

- Übertragung von 15 Minuten Dateien, Manuelles Nachholen von nicht übertragenen Dateien
- Nutzung der Timer-Funktionalität zur Senkung des Energiebedarfs
- Unterstützung von (Inland-) Datenroaming
- Unterstützung weiterer Sensoren (Geosensoren, GNSS) und Informationsquellen
- Erweiterung der Alberding Monitoring Software (Datenmanagement, GIS, ….)
- Mobile Telemetrie-Anwendungen (z.B. auf Maschinen)
- Jammer Detection

Gliederung

Alberding GmbH

Leistungsmerkmale der GNSS-Sensoren

Alberding Monitoring Software

Nutzung von Low-Cost GNSS-Empfängern

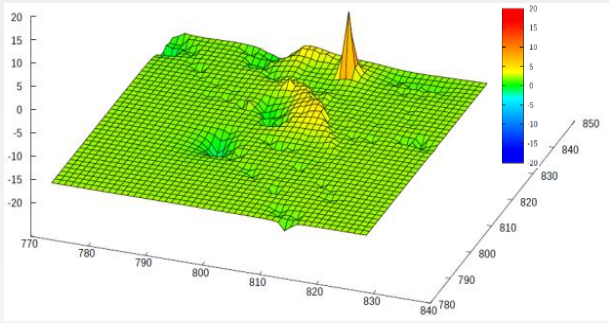
Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassung

- GNSS ist als Messverfahren für Monitoring-Anwendungen etabliert.
- GNSS hat Vorteile gegenüber optische 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.

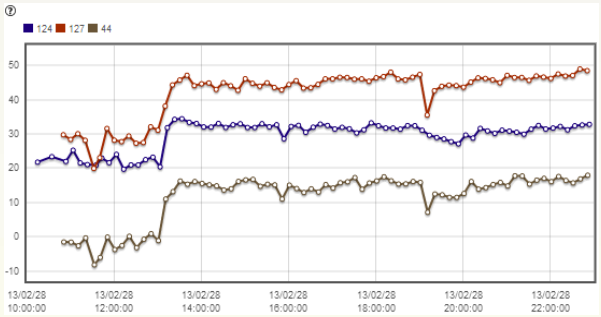
Ausblick

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