



# Frühwarnsystem zur Beurteilung der Gefährdung kritischer Infrastruktur durch Hangrutschung



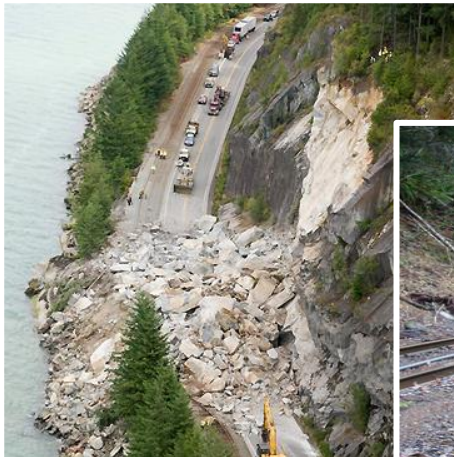
Projekt: GeoWSN



Daniel Koch  
Institut für Navigation  
Technische Universität Graz



- Der Klimawandel verursacht vermehrt Massenbewegungen wie Felsstürze, Hangrutschungen sowie Vermurungen.
- Unmittelbare Bedrohung der Infrastruktur



## ▪ Schlagzeilen

### **Schnellzug in der Obersteiermark entgleist** (17.06.2012)

Ein Schnellzug der ÖBB ist am Sonntagabend in der Obersteiermark in eine Mure gefahren und entgleist. [...] Mehrere Passagiere wurden verletzt.





- Derzeit fehlt ein System, das zur Bewegungsdetektion wirtschaftlich einsetzbar ist.
  
- Anforderungen an ein solches System:
  - dauerhafte Überwachung
  - Präzise (Vor)Warnungen
  - Near-Real-Time Auswertung
  - automatisiert
  - kostengünstig
  - flächendeckend
  - energieautark
  - wartungsfrei
  - Darstellung der Ergebnisse
  - ...





## ▪ Warnkonzept

- Erfahrungen aus dem Katastrophenschutz und der Luftfahrt sollen vereint werden.

## ▪ Definition von

- Warnstufen
- Auslösekriterien
- Kommunikationsmedien mit Bevölkerung
- Fehlwarnungen
- Visualisierung in der Warnzentrale
- ...

## Human-Machine Interface



Landeswarnzentrale Graz



- **Geo Wireless Sensor Network**



- **Ziel**

Überwachung von Massebewegungen durch energieautarken und wartungsfreien „Wireless Sensor Networks“ in Kombination mit aktuellen GNSS Positionierungstechniken.

- **Förderung**



» Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft m.b.H



» Förderprogramms für Sicherheitsforschung



## ▪ Konsortium



- Wissenschaftliche Partner
  - Institut für Navigation
  - Institut für Technische Informatik
- Wirtschaftspartner
  - Teleconsult Austria GmbH
  - Geolith Consult OEG
- Bedarfsträger
  - Fachabteilung Katastrophenschutz und Landesverteidigung
- GSK
  - geistes-, sozial und kulturwissenschaftlicher Partner
    - Werkvertrag mit Dr. Ioana Koglbauer





- Einsatz von L1 Trägerphasen GNSS Empfänger.
  - Near-Real-Time Auswertung ✓
  - Präzise (Vor)Warnungen ✓
  - kostengünstig ✓
- Verwendung eines Wireless Sensor Network (WSN) als Übertragungssystems.
  - flächendeckend ✓
  - wartungsfrei ✓
  - automatisiert ✓
- Energy Harvesting macht es möglich die Sensorknoten mit Strom zu versorgen.
  - energieautark ✓
  - wartungsfrei ✓
- Web-Oberfläche als Transfermedium Maschine - Mensch
  - Darstellung der Ergebnisse ✓



## ▪ Hardware

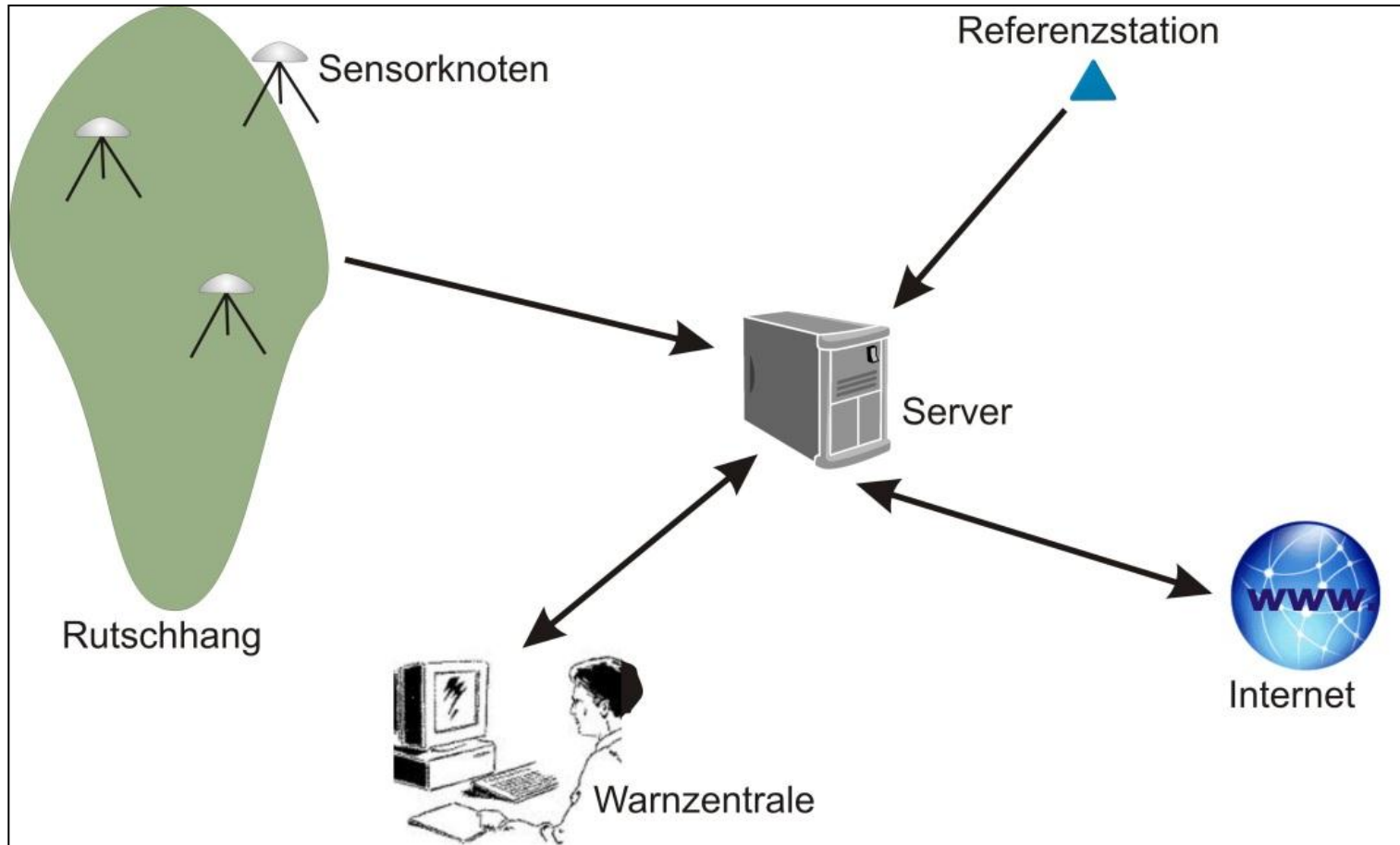
- 7 Sensorknoten sind derzeit geplant.
- Datenübertragung an einen Server mittels WSN.

## ▪ Software

- Datenspeicherung am Server.
- Positionierungsberechnung am Server.
- Nötige Korrekturdaten für die Prozessierung werden vom Internet bezogen.

## ▪ Übermittlung der Ergebnisse

- An eine Warnzentrale
- An die Bevölkerung





## ▪ **Bestandteile**

- Prozessrechner
- Wireless Modul (ZigBee)
- Sonstige Sensorik (Temperatur, evlt. Hygrosensorik)
- Energieversorgung
- GNSS Empfänger und Antenne
- Verankerung der Sensoren durch Eisenstangen (Pilotierung)

## ▪ **Aufgaben**

- Messdatenerfassung
- Datenübermittlung und Speicherung notwendiger Daten am Server.



- GNSS Empfänger ublox EVK-6T



Größe [L x B x H mm]	74 x 54 x 24
Updaterate	max. 5 Hz
Stromversorgung	5.0 VDC
Anzahl Kanäle	50 (L1)
Betriebstemperatur	-40°C bis +85°C
Modul	LEAT-6T-0 Precision Timing
Genauigkeit der Rohdaten	Halbe Wellenlänge L1 Träger (9,5cm)
Kosten [EUR]	295 (Stand Nov. 2012)

- GNSS Antenne AeroAntenna AT575-142



Größe [Ø x H mm]	76,1 x 80,5
Systeme	GPS L1, SBAS
Betriebstemperatur	-55°C bis +85°C
Kosten [EUR]	275 (Stand Nov. 2012)



## Precise Point Positioning (PPP)

Methode: **Absolute** Positionsbestimmung

### Vorteile

- Verwendung von präzisen Orbit- und Uhrdaten.
- Keine Referenzstation notwendig. (Einsparung an Kosten)

### Nachteile

- Komplexität der Berechnung
- Längere ununterbrochene Beobachtungsdauer.

## Real Time Kinematic (RTK)

Methode: **Relative** Positionsbestimmung

### Vorteile

- Mittels GNSS höchste erzielbare Genauigkeit bei Echtzeitanwendungen.
- Möglichkeit eines RTK-Netzwerks zur zusätzlichen Genauigkeitssteigerung.

### Nachteile

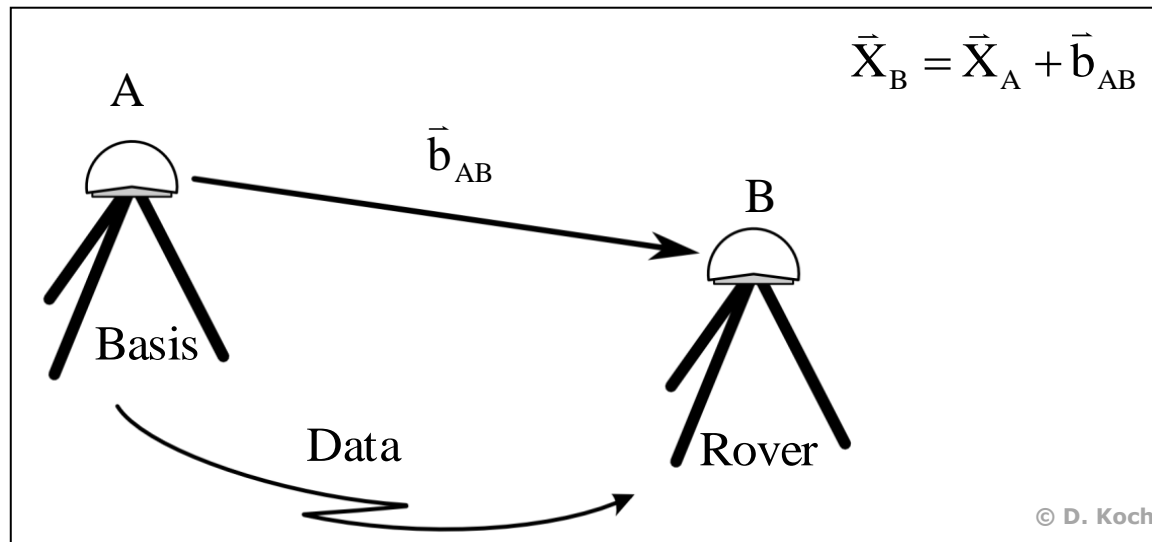
- Simultane Beobachtungen zu den Satelliten notwendig.
- Zusätzliche Kosten für Referenzstation



- **Real-Time-Kinematic (RTK)**
  - Impliziert relative Positionierung mittels GPS

Dieses Verfahren benötigt,

- Beobachtungsdaten von mindestens zwei GPS-Empfänger.
- simultane Messungen der Trägerphase (low-cost: L1 only!).
- einen koordinativ bekannten GPS-Empfänger.

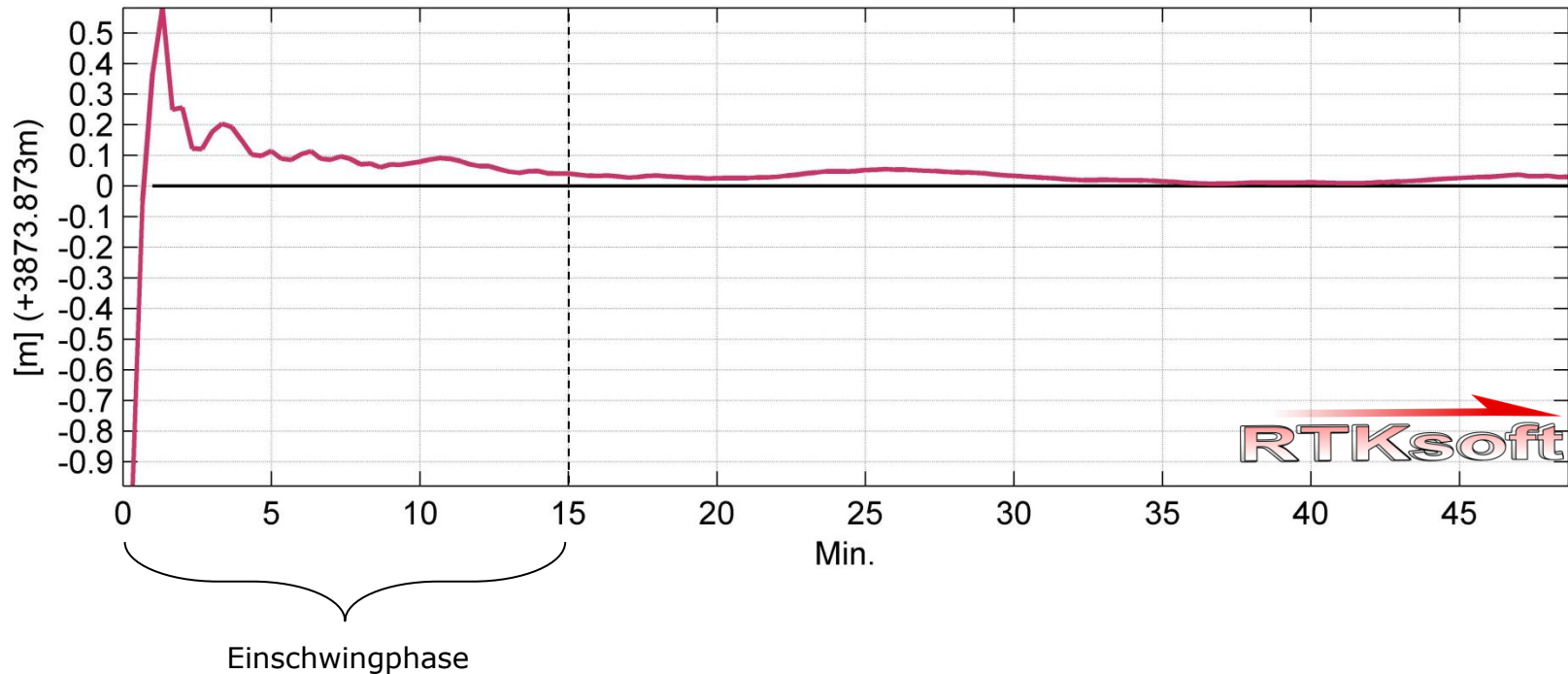


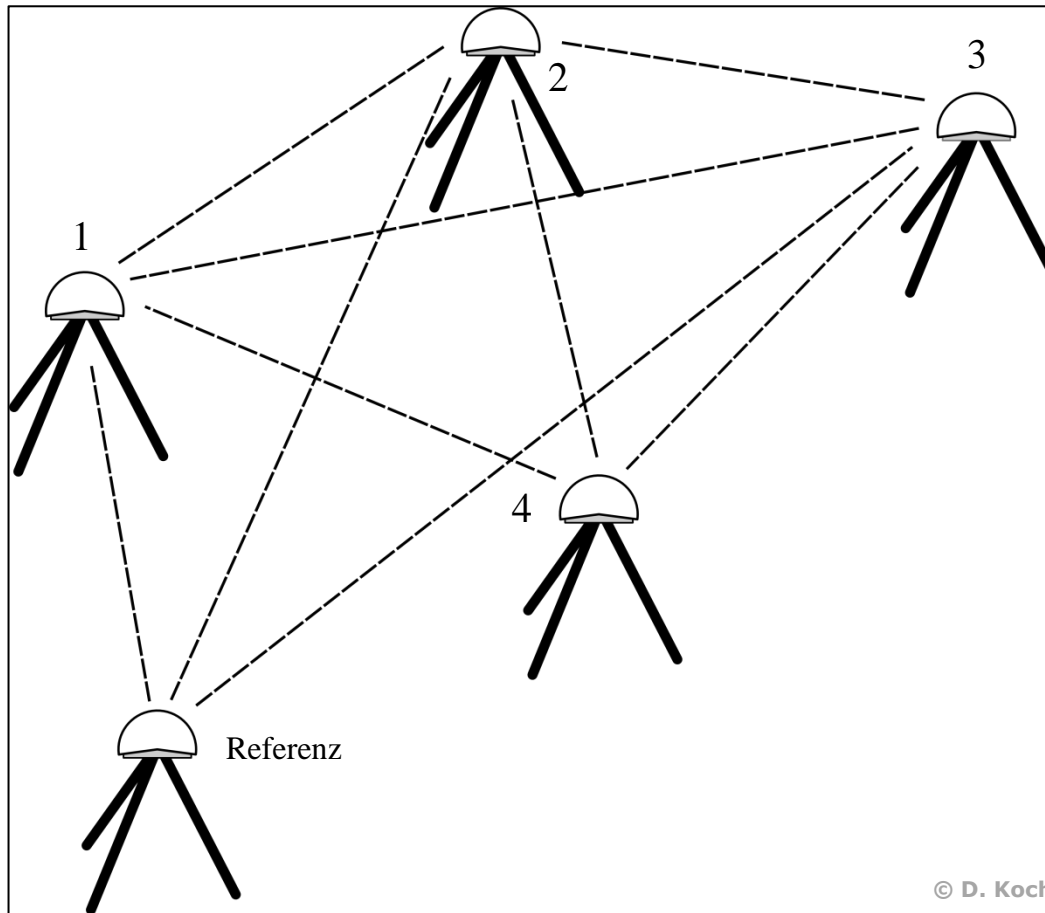


# RTKsoft

- RTK Institutssoftware im Entwicklungsstadium.
- Auswertung einer Basislinie zum Test der bereits entwickelten Software:

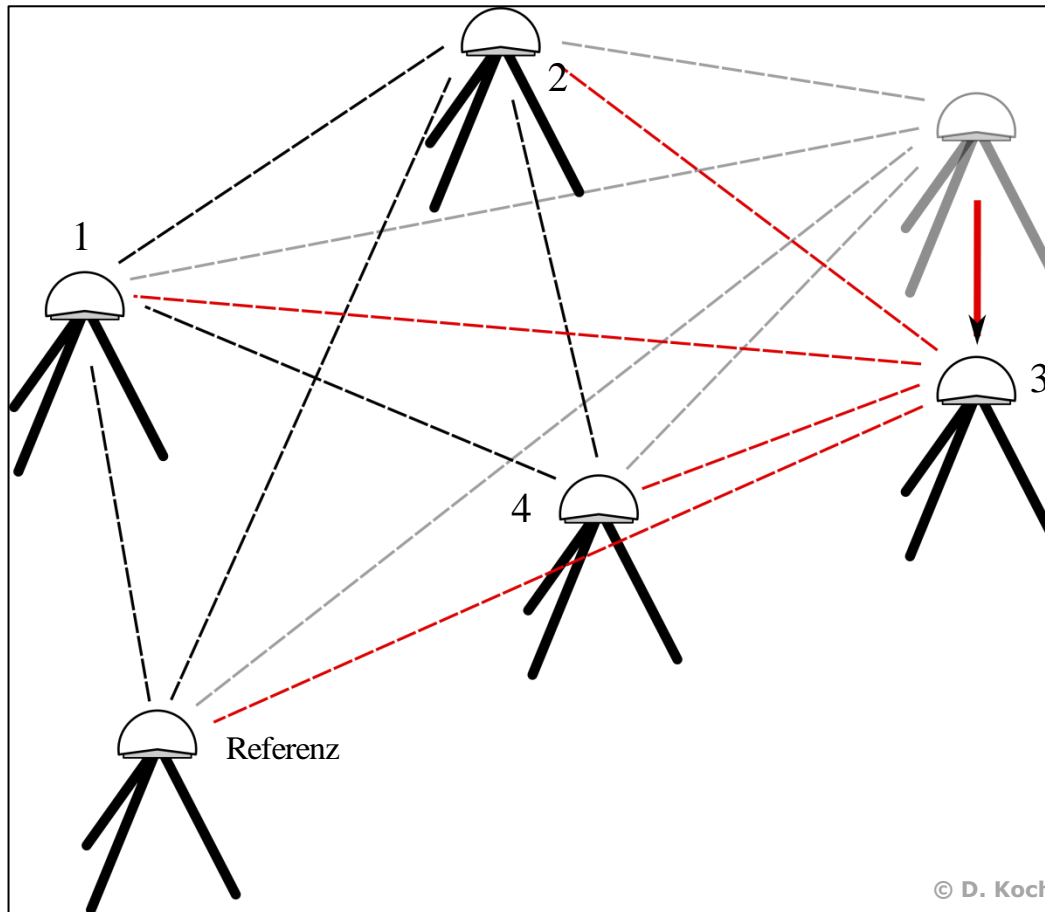
Differenz zur Referenzdistanz





## ■ Geodätisches Netz

- Redundante Überprüfung von Bewegungen der Sensorknoten.
- Lagerungsproblematik!



## ■ Geodätisches Netz

- Redundante Überprüfung von Bewegungen der Sensorknoten.
- Lagerungsproblematik!

## ■ Hangrutschung!

- Basislinienänderung von mehreren Sensorknoten.
- Veränderung der inneren Geometrie des Netzes.

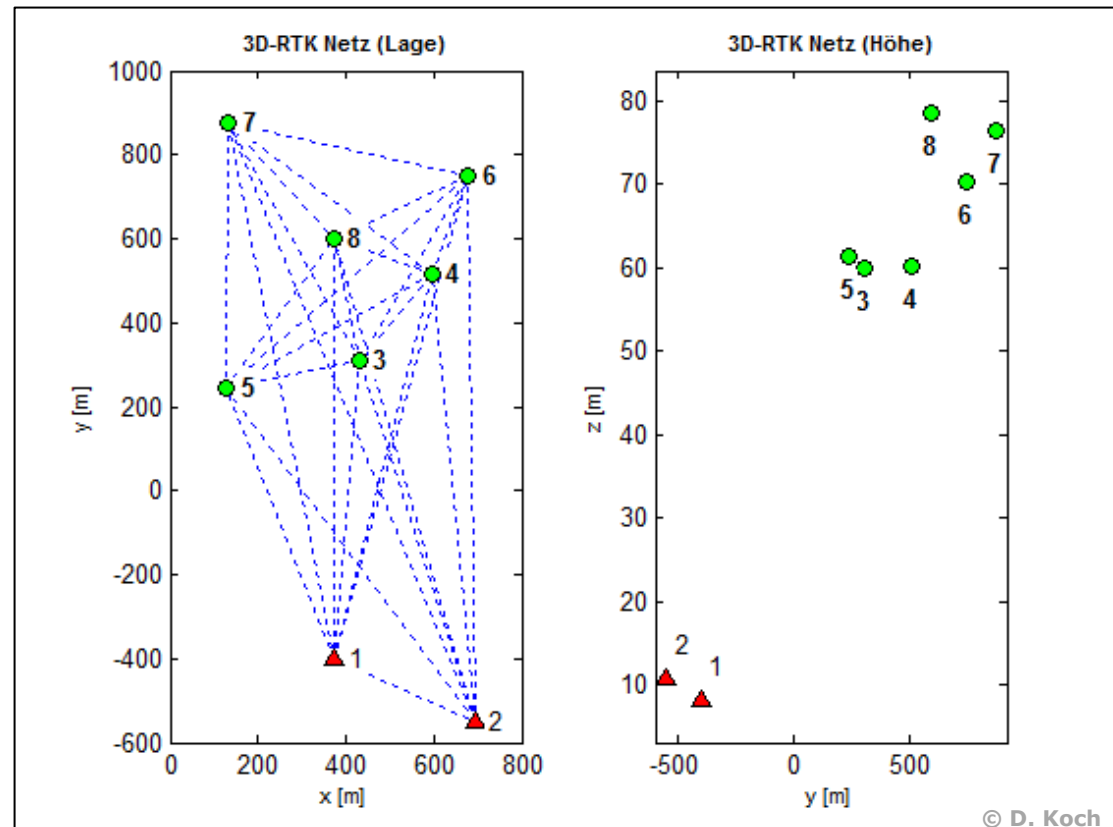


## ▪ Nutzen

- Abschätzung der zukünftigen Netzgeometrie.
- Simulation einer Hangrutschung und Abschätzung für den Katastrophenschutz.
- Abschätzung der Genauigkeitssteigerung durch entstandener Redundanz.

## ▪ Relevante Einstellungen

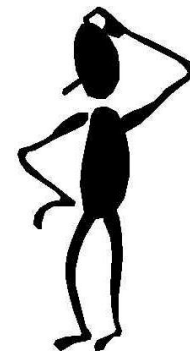
- Definition von Lage und Höhe der Sensorknoten
- Wann soll welcher Knoten rutschen?
- Messrauschen
- Referenzknoten
- Stärke der Hangrutschung
- Hangneigung
- Diftverhalten (Stärke, Azimut)





## ■ Probleme bei GeoWSN

- Sehr häufiges Auftreten von cycle slips.
- Prozessieren mit wenig Satelliten durch Abschattungen.
- Fixieren der Phasenmehrdeutigkeiten.
- Verwendung von low-cost Empfänger.
- ...





- Weiterentwicklung der GNSS Positionierungstechniken.
- Systemtests ab März 2013.
- Optimierung der Web-Oberfläche.
  
- **Mögliche Folgeprojektideen**
  - Lawinen Vorwarnungen





Danke für die Aufmerksamkeit!



# Frühwarnsystem zur Beurteilung der Gefährdung kritischer Infrastruktur durch Hangrutschung



Projekt: GeoWSN



Daniel Koch  
Institut für Navigation  
Technische Universität Graz