



# Bodenradar (GPR – Ground Penetrating Radar)

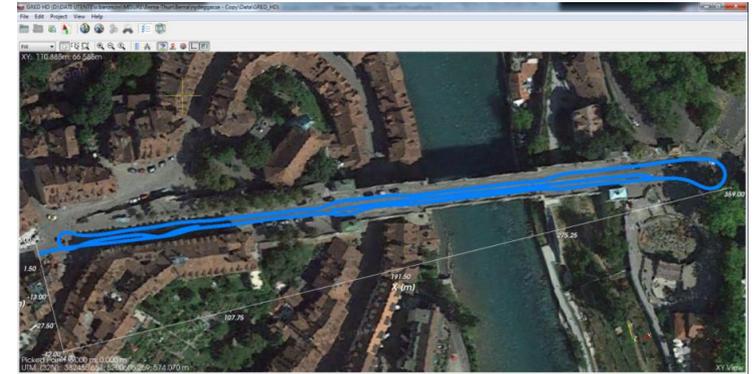
Technologie, Anwendungen, Erfahrungen  
und Zukunftsaussichten

# Bodenradar

GPR – Ground Penetrating Radar

## Inhalt

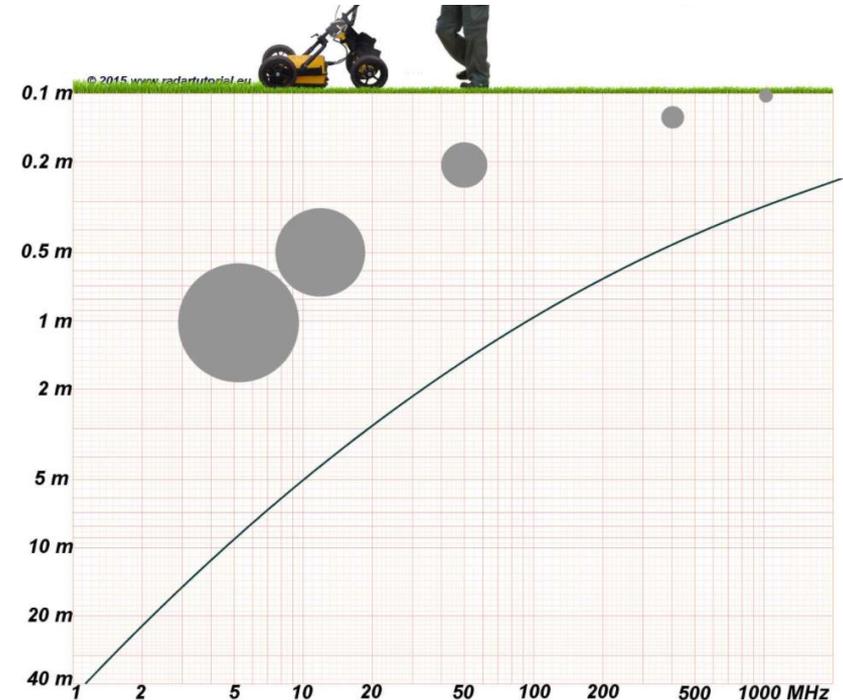
- Was ist GPR
- Motivation / Warum GPR
- Anwendungen und Applikationen
- Arbeitsprozess
- Erfahrungen
- Fazit und Zukunftsaussichten



# Bodenradar | GPR

## Was ist GPR (Ground Penetrating Radar)

- **Geophysikalische Untersuchungsmethode** bei optisch nicht durchsichtigen Strukturen
- **Echtzeit-Tomografie** (elektromagnetische Wellen)
- **Impuls- oder Phasenvergleichsradar**
- **Typische Arbeitsfrequenz: 200 – 3'000MHz** (Kompromiss zwischen Auflösung und Tiefe)
- **Messleistung über Scanrate/Kanal**
- **Aufnahmetiefe: bis ca. 3m**
- **Genauigkeit:  $\pm 10\text{cm}$**



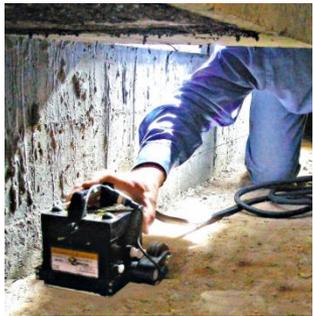
- **Höhere Frequenz:** Bessere Auflösung, weniger Tiefe
- **Tiefere Frequenz:** Gröbere Auflösung, grössere Tiefe



# Bodenradar, GPR

## Was ist GPR (Ground Penetrating Radar)

### Bodenradarsysteme



Handgeräte



Handwagen, ggf. kombiniert mit GNSS



Anhänger, ggf. kombiniert mit GNSS, Mobile Scanning/Mapping

# Bodenradar! GPR

## Motivation / Warum GPR

- Verifizierung, Lokalisierung, Bestimmung und Zustandserfassung von Werkleitungen und Aufbau von Belag und Trasse, ohne Grabarbeiten
- Lokalisierung von Problemzonen vor dem Baubeginn ⇒ Sicherheit!



Dampfbetriebene Lochmaschine zur Lokalisierung und Freilegung von Infrastrukturobjekten

- Zuverlässige 3D-Datenerfassung und –haltung über- und unter Grund
- Zerstörungsfreie Untersuchungsmethode

# Bodenradar | GPR

## Motivation / Warum GPR

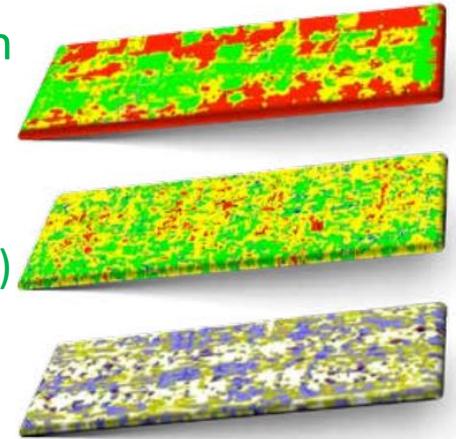


- **Schneller, Effizienter und weniger kostspielig:** Keine vorgängigen Grabarbeiten oder Bohrungen notwendig, keine „Überraschungen“ während Bauarbeiten oder bei Zustandsanalysen
- **Sicherheit:** Leitungsverläufe können vorgängig genau lokalisiert werden
- **Zuverlässigkeit:** Trasseeaufbau und –zustand, sowie Leitungsverläufe können bestimmt und lokalisiert und als 3D-Daten aufbereitet werden. Verifizierung und Aktualisierung von alten, bestehenden Datensätzen.
- **Mehrwert:** Erfasste, detektierte Daten bilden Grundlage für Planung sowie weiterführende Verwendung in GIS oder BIM-Projekten

# Bodenradar | GPR

## Anwendungen und Applikationen

- Div. Anwendungen bei Tiefbauarbeiten
- Strassenanalysen
- Bahnbau
- Geologie
- Archäologie
- Detektion von Werkleitungen
- Detektion von Armierungseisen u.ä.
- Trasseeaufbau (Schichtstärken)
- Korrosionsanalysen
- Feuchtigkeitsanalysen

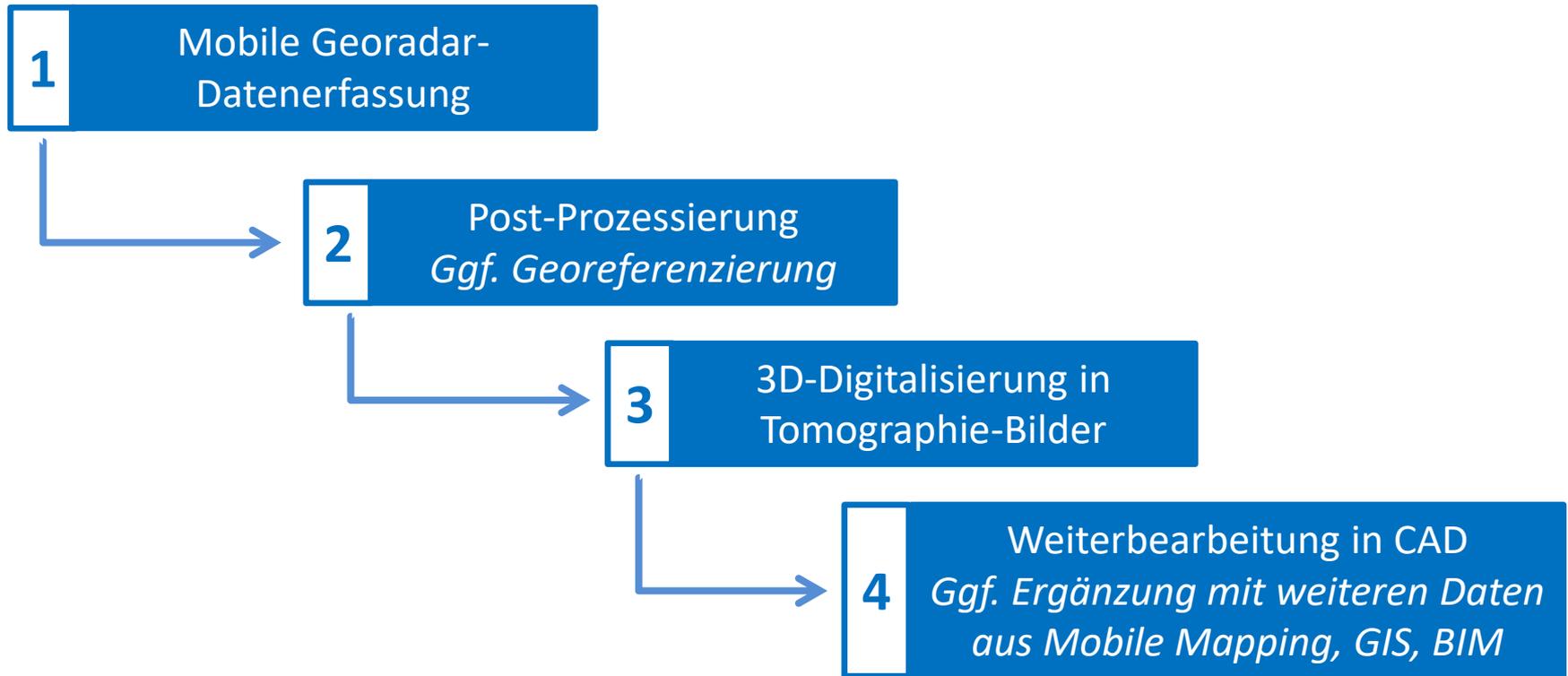


Wichtig: **Untergrund** und **Objekt** müssen aus **unterschiedlichem Material** bestehen, damit diese im Scan erkannt werden bzw. damit Unterschiede erkannt werden können



# Bodenradar | GPR

## Arbeitsprozess



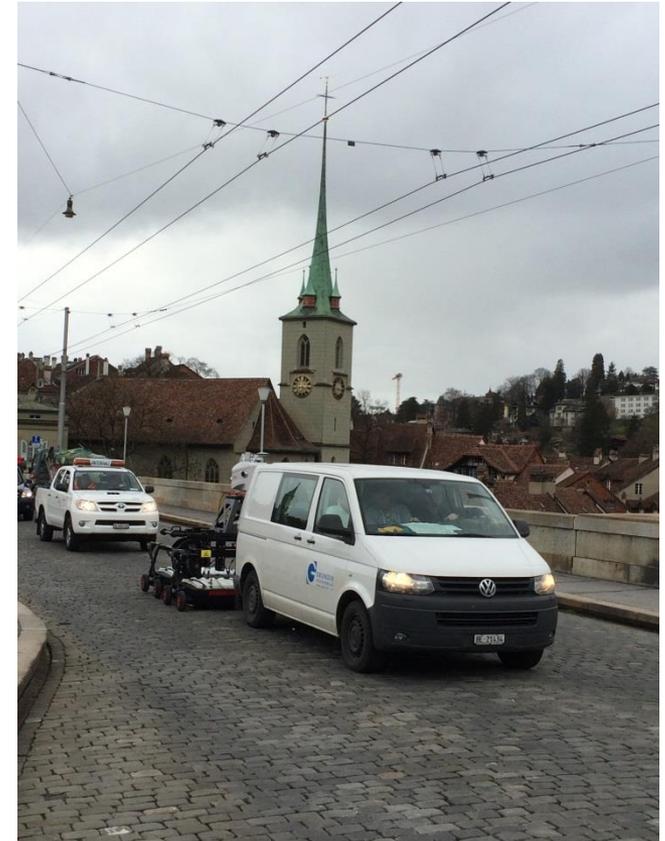
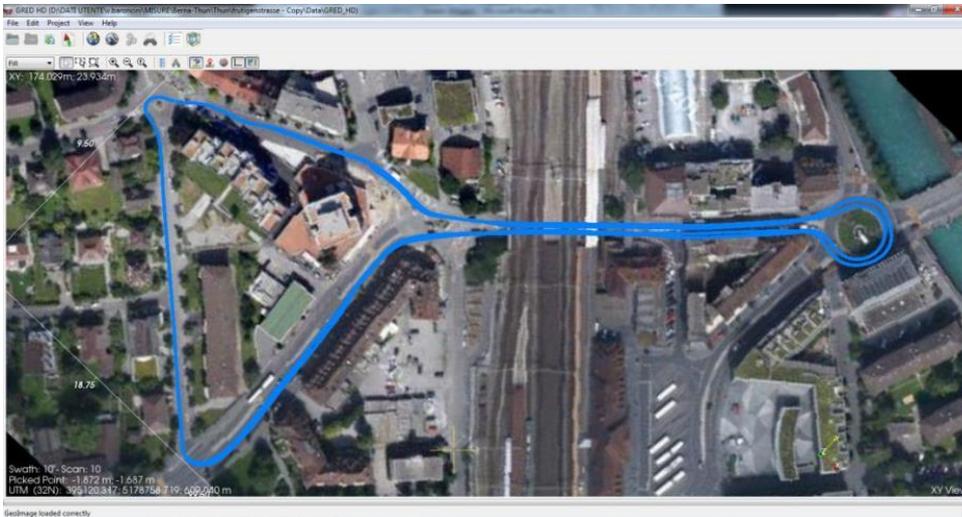


# Bodenradar | GPR

## Arbeitsprozess

1

Mobile Georadar-  
Datenerfassung



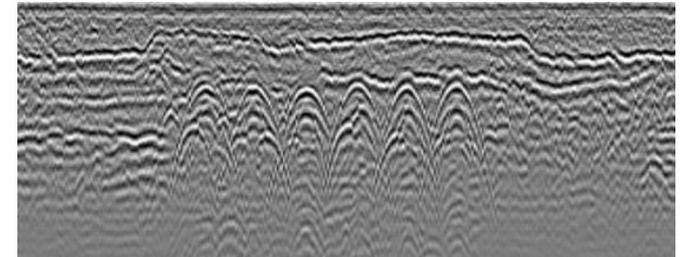
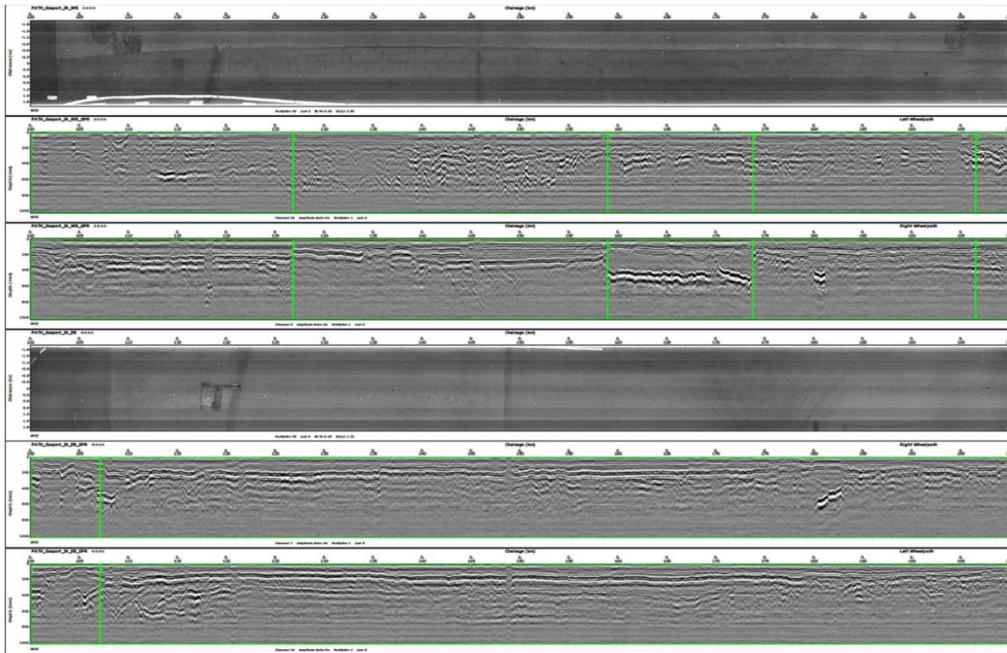


# Bodenradar | GPR

## Arbeitsprozess

2

Post-Prozessierung  
Ggf. Georeferenzierung

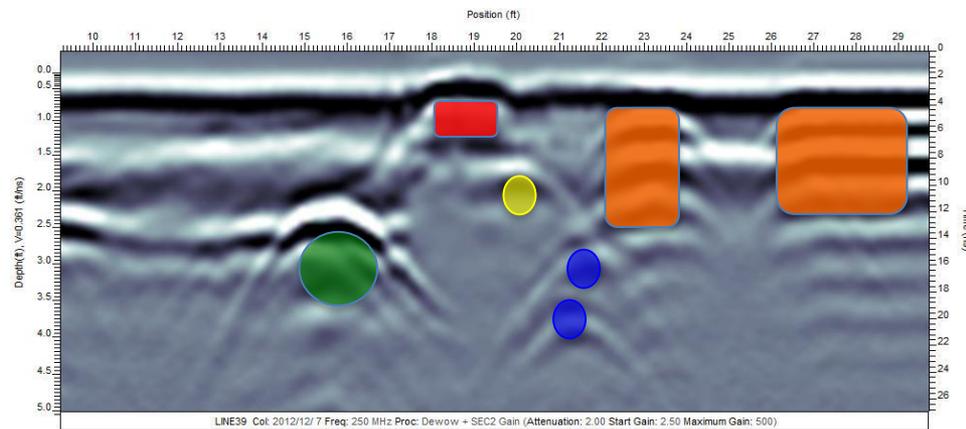
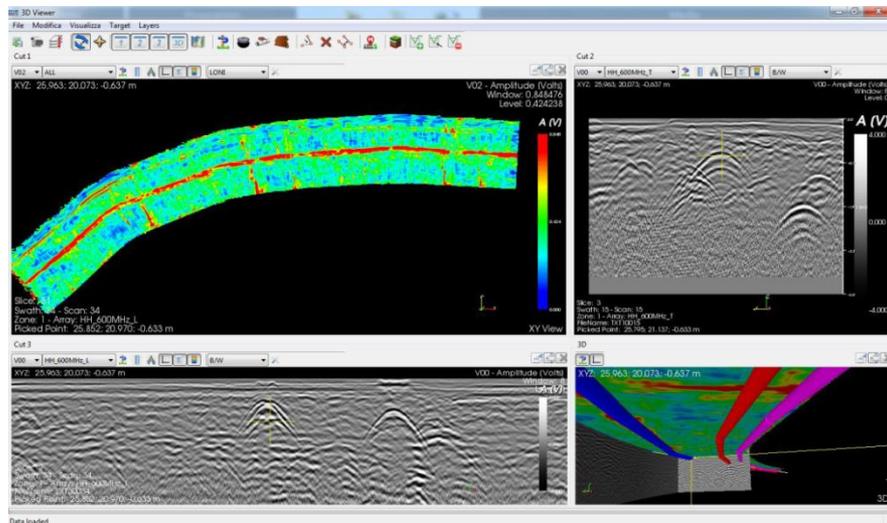
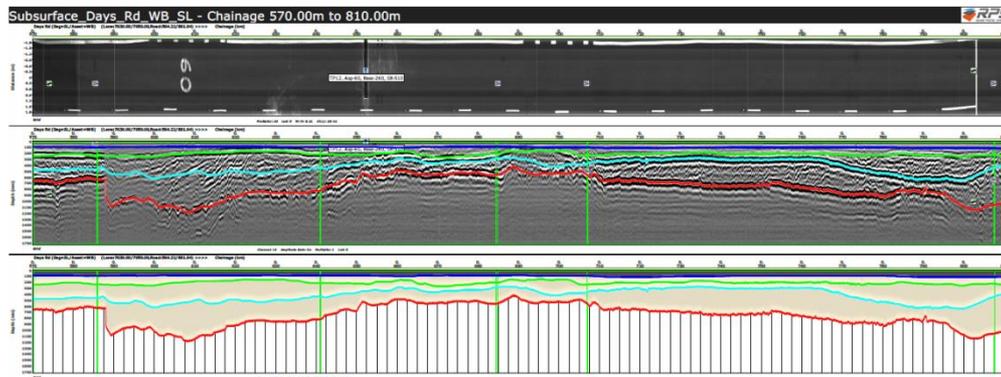




# Bodenradar | GPR

## Arbeitsprozess

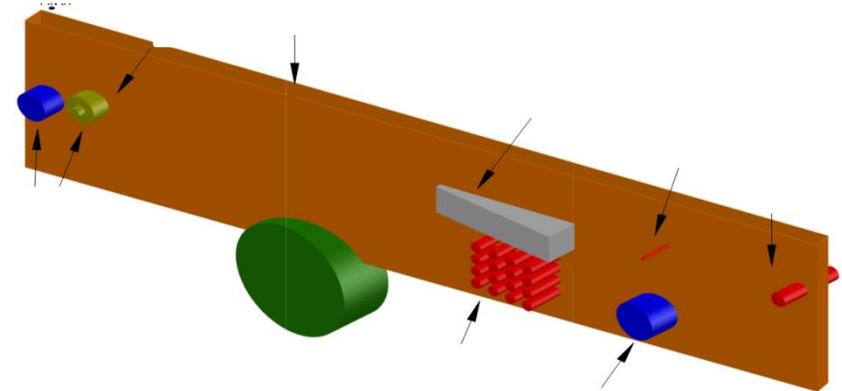
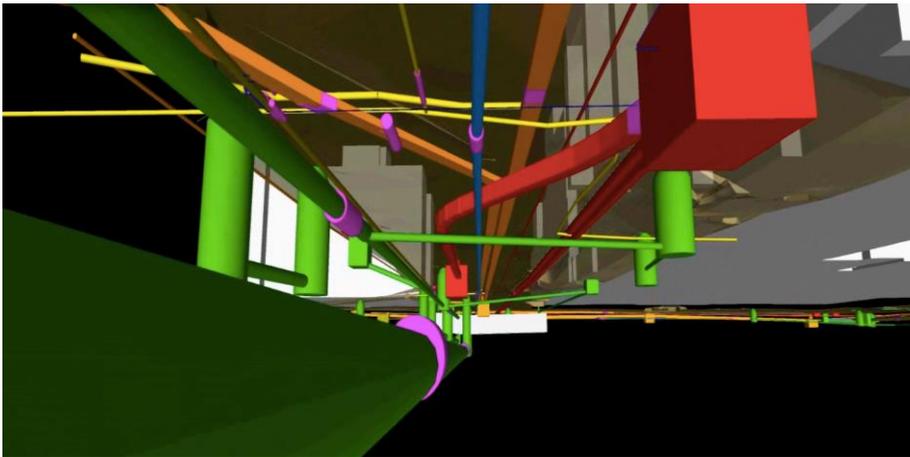
3 3D-Digitalisierung in Tomographie-Bilder



# Bodenradar | GPR

## Arbeitsprozess

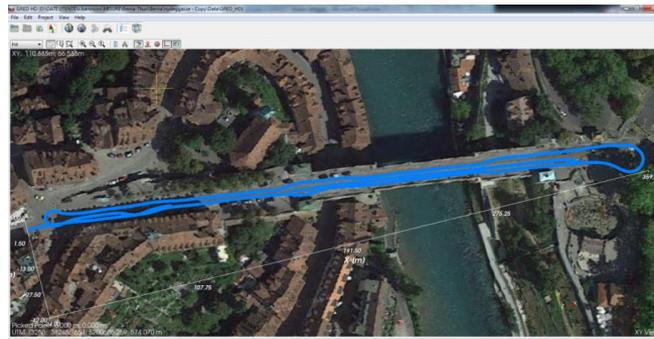
4 Weiterbearbeitung in CAD  
Ggf. Ergänzung mit weiteren Daten  
aus Mobile Mapping, GIS, BIM



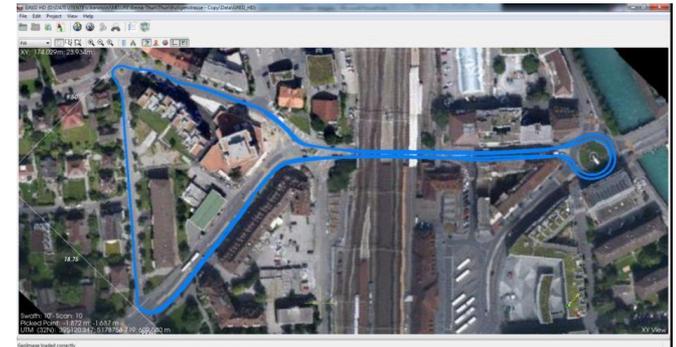
# Bodenradar | GPR

## Erfahrungen

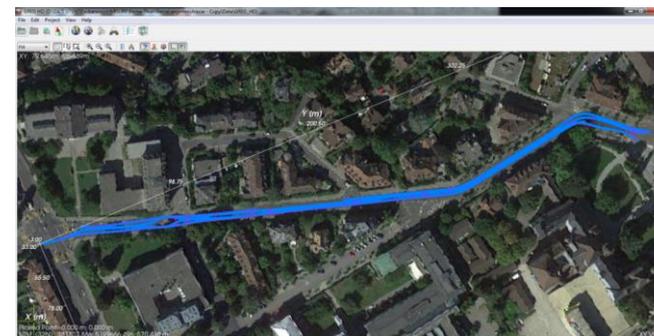
- **Pilotprojekte** für Tiefbauämter der Städte **Thun** (2 Bereiche) und **Bern** (3 Bereiche)
- 2x16 Antennen 200MHz (VV gepolt), je 1x4 Antennen 200/600MHz (HH gepolt)
- **Antennenauflösung** 6cm
- **Aufnahmegeschwindigkeit:** 15km/h
- **Detektion von Werkleitungen, ggf. weiteren Objekten in Trasse**  
 ⇒ **Vergleichsplan SOLL ⇔ IST**



*Nydeggbücke, Bern*



*Frutigstr., Thun*



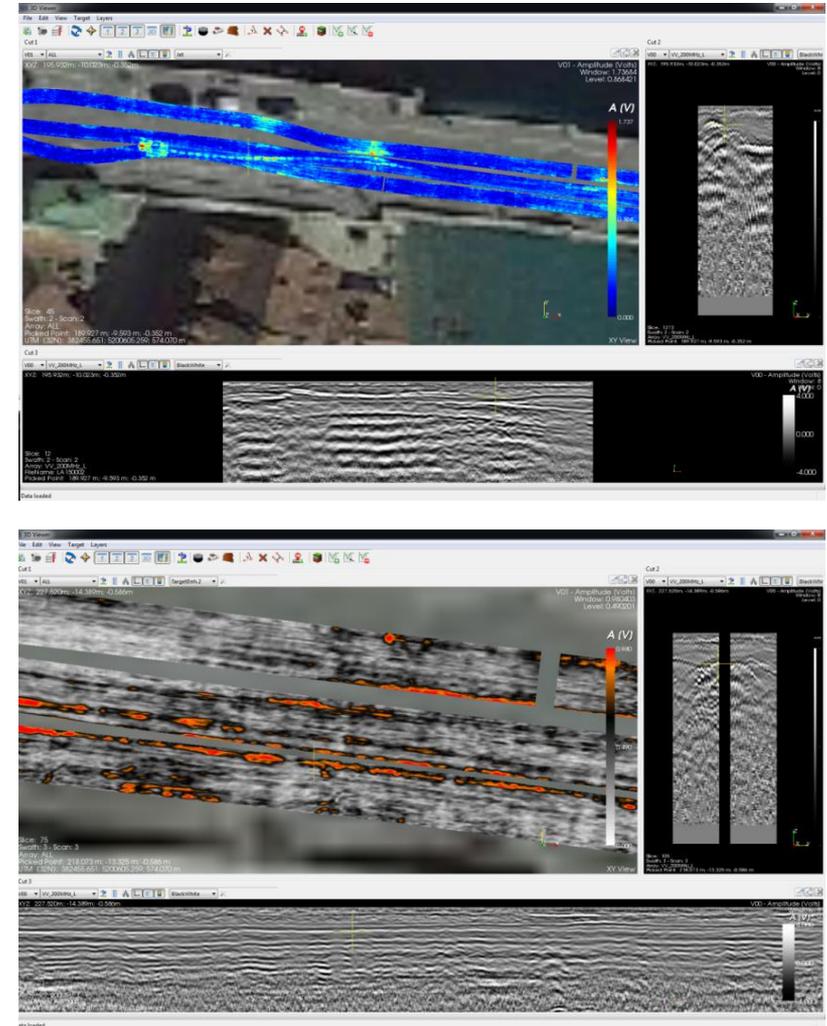
*Aegertenstrasse-Helvetiaplatz, Bern*

# Bodenradar | GPR

## Erfahrungen

- Eindeutige, zuverlässige Detektion ab >2m Tiefe schwierig
- Aufwendige manuelle Detektionsarbeit (Je Schicht/Schnitt und Frequenz), keine autom. Objekterkennung
- Diagonal verlaufende Objekte sind schwieriger erkennbar
- Weitere Herausforderungen: Logistik, Organisation, Topografie (bspw. Kanten)

Beispiel Nydeggbücke, Bern



# Bodenradar | GPR

## Erfahrungen

- Schächte und durchgehende Werkleitungen, Schienen etc. bis 2m Tiefe gut erkennbar
- Kombination mit Mobile Mapping Aufnahmen eignet sich sehr gut
- Eindeutige Schicht-/Materialwechsel in Trasse sind erkennbar
- Objektgrösse bzw. Durchmesser kann mit einer Genauigkeit von ca.  $\pm 20\%$  bestimmt werden

Beispiel Aegertenstrasse, Bern





# Bodenradar | GPR

## Fazit und Zukunftsaussichten

- Für **punktueller Einsätze** und **lokal eingeschränkte Bereiche** kann GPR sehr gut geeignet sein (bspw. Baustellenbereiche)
- Oftmals **keine 100%-Garantie** der Objekterkennung möglich
- Auswertung ist sehr **zeitaufwendig**, infolge der grossen Datenmengen und manuellen Objektdetektion
- **Kombination** mit bestehenden Aufnahme und Datensätzen kann sehr interessant und sinnvoll sein
- Grosses **Entwicklungspotential** in **Software** vorhanden
- Auch **Hardware** wird bez. Kompaktheit, Vielseitigkeit, Georeferenzierung und Kombination mit weiteren Messmethoden weiterentwickelt werden
- **Kombination** mit bestehenden Datensätzen, 3D Mobile Mapping sowie GIS- und BIM-Projekten kann in Zukunft sehr zweckmässig sein, auch bei Strassenzustandsanalysen und Trasseaufbau



# 3D Mobile Mapping | Grunder Ingenieure AG



**Grunder Ingenieure AG**  
Bernstrasse 19  
CH-3400 Burgdorf  
Tel. +41 34 460 10 10

[griag@grunder.ch](mailto:griag@grunder.ch)

**Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit**