

# Netzdesign

## interaktives Präanalyse Tool

### Ablauf der Präanalyse

- Die Präanalyse ist ein wichtiger Schritt in der Planung geodätischer Netze.
- Ziel: Minimale Netzkonfiguration finden, um Genauigkeit und Zuverlässigkeit zu erreichen.
- Die Optimierung ist ein iterativer Prozess
- User-Experience bei der Netzdefinition oft schlecht:
  - Interaktives Netzdesign
  - Visuelle Unterstützung bei der Beurteilung der Resultate

→ Interaktives Tool als QGIS-Plugin für die Netzplanung

Abb. 01: Iterativer Prozess der Optimierung. (nach Salvini 2023)  
Jahres (AL-TOP TOPOGRAFIA 2024)

### Präanalyse

**Grundlagen:**

- Messinstrumente mit Genauigkeitsangaben
- Beobachtungen mit Attributen
- Punkte mit geometrischen und sachlichen Attributen

**Berechnung:**

- Matrizen gemäss Netzkonfiguration aufstellen
- Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate

**Ergebnisse:**

- Genauigkeits- und Zuverlässigkeitsindikatoren und Matrizen als Text-File
- Konfidenz ellipsen, Zuverlässigkeitsrechtecke, Höhengenaueigkeit und äussere Höhenzuverlässigkeit als Layer in QGIS

Abb. 03: Ablauf einer Präanalyse im Plugin  
Tabelle (Jahres 2017), Fernglas (Icon 2024a),  
Triangulation (Wikimedia Commons 2023)

### Netzdefinition

**Netzknoten:**

- Fest- und Neupunkte
- Ost- und Nordkoordinate aus Zeichnung
- Höhe von API oder aus Grundlagedaten

**Beobachtungen:**

- Start und Endpunkt
- Verwendetes Instrumentarium
- Sichtbarkeitsanalyse

Abb. 04: Netzdefinition im Plugin.

### QGIS-Plugin

- Hauptfenster mit 7 Register für die Präanalyse
  - Projekt eröffnen
  - Grundlagen laden
  - Stochastisches Modell
  - Netzdefinition
  - Zuverlässigkeit
  - Berechnung
  - Resultate
- Diverse Nebenfenster für die Erfassung von:
  - Fest- und Neupunkten
  - Beobachtungen
  - Instrumente

Abb. 05: Diversifizierte Fenster des Plugins.

### Fazit

- GIS und Ausgleichsrechnung erfolgreich kombiniert
- Interaktive Open Source Anwendung entwickelt
- Durch skalierbare Architektur kann die Funktionalität erweitert werden

### Ausblick

- Netzlagerungsart erweitern
- Geschwindigkeit der Berechnungen erhöhen
- Ausweitung auf Netzausgleichung mit Messdaten

Abb. 11: Die wichtigsten Komponenten des Plugins und des Logo des Plugins.  
Logo QGIS (QGIS 2016)  
Logo Python (Python Software Foundation 2024)  
Logo Plugin (Eigenbräunten)  
QR-Code zur Reduzierungsentwicklung (erstellt mit q-code-generator.com)

### Literatur

AL-TOP TOPOGRAFIA, 2024. «Jalón aluminio». URL: <https://www.al-top.com/producto/jalon-aluminio-5-8-2/> [Stand: 04.06.2024].

Flaticon, 2024a. «Fernglas kostenlos Icon». URL: [https://www.flaticon.com/de/kostenloses-icon/fernglas\\_2151039](https://www.flaticon.com/de/kostenloses-icon/fernglas_2151039) [Stand: 03.06.2024].

Flaticon, 2024b. «Roadmap free icon». URL: [https://www.flaticon.com/free-icon/roadmap\\_7182149](https://www.flaticon.com/free-icon/roadmap_7182149) [Stand: 03.06.2024].

iStock, 2017. «Geodetic Survey engineering Vektor-flache Linie-Icons. Geodäsie-Ausrüstung, Siebenkämpferin, Theodolit, Stativ. Geologische Forschungsgebäude Messung Inspektion Abbildung. Bauschilder service – Vektor Illustration». URL: <https://www.istockphoto.com/de/vektor/geodetic-survey-engineering-vektor-flache-linie-icons-geod%C3%A4sie-ausr%C3%BCstung-gm867176404-144237521?searchscope=imagine%2Cfilm> [Stand: 03.06.2024].

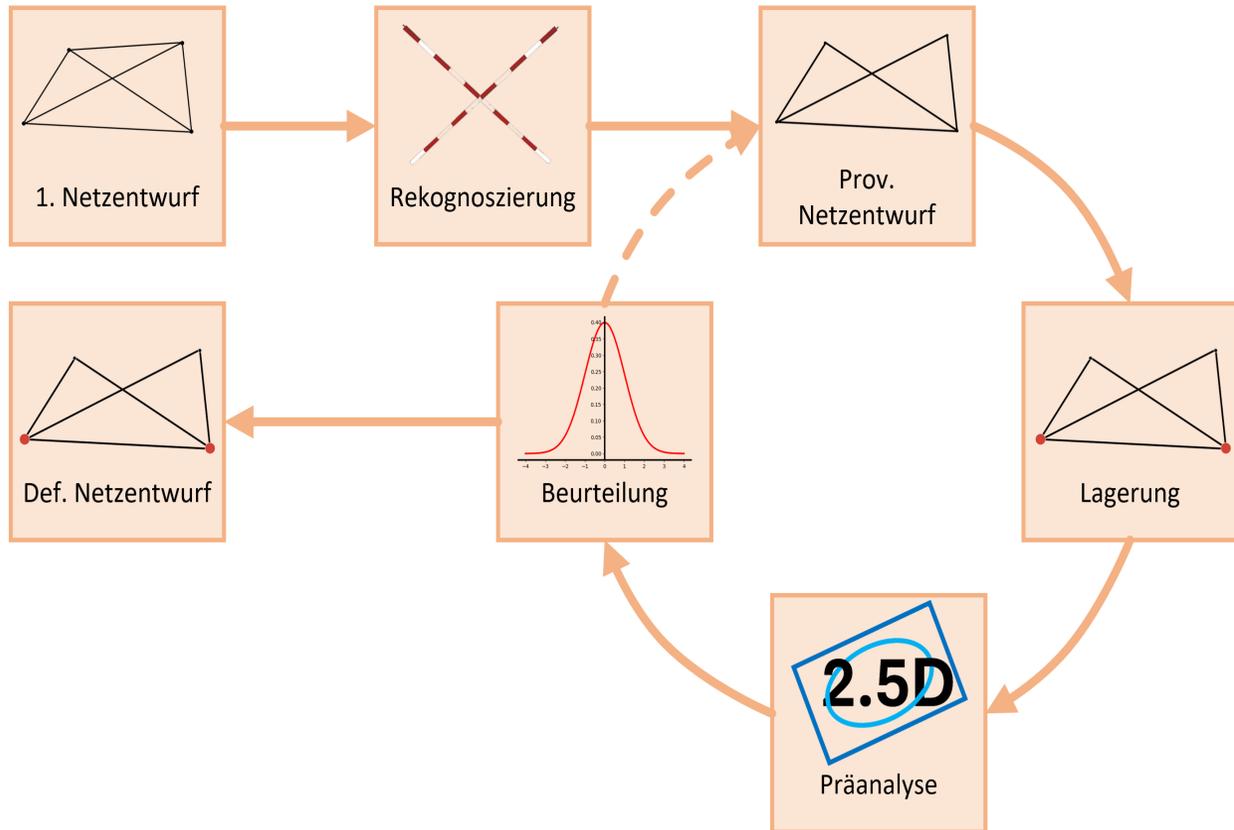
Salvini, 2023. «Ausgleichsrechnung in der Praxis». Vorlesungsfolien GeoSensork & Monitoring, Fachhochschule Nordwestschweiz, Muttenz.

Python Software Foundation, 2024. «The Python Logo». URL: <https://www.python.org/community/logos/> [Stand: 03.06.2024].

QGIS.2016. «New QGIS 3.0 logo candidate». URL: <https://blog.qgis.org/2016/12/13/new-qgis-3-0-logo-candidate/> [Stand: 03.06.2024].

Wikimedia Commons, 2023. «Triangulation Pillar Symbol». URL: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Triangulation\\_Pillar\\_Symbol.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Triangulation_Pillar_Symbol.svg) [Stand: 03.06.2024].

# Ablauf der Präanalyse



- Die Präanalyse ist ein wichtiger Schritt in der Planung geodätischer Netze.
- Ziel: Minimale Netzkonfiguration finden, um Genauigkeit und Zuverlässigkeit zu erreichen.
- Die Optimierung ist ein iterativer Prozess
- User-Experience bei der Netzdefinition oft schlecht:
  - Interaktives Netzdesign
  - Visuelle Unterstützung bei der Beurteilung der Resultate
- ➔ Interaktives Tool als QGIS-Plugin für die Netzplanung

Abb. 01: Iterativer Prozess der Optimierung. (nach Salvini 2023)  
Jalons (AL-TOP TOPOGRAFÍA 2024)

# Ziele & Ausgangslage

- 2023 wurde von Fabrice Walliser der Grundstein für das Plugin gelegt.
- Folgende Funktionen waren bereits vorhanden:
  - Interaktive Netzdefinition
  - Präanalyse Genauigkeit Lage
  - terrestrische Messungen in gezwängt gelagerten Netzen
- Der Funktionsumfang wurde um folgende Punkte erweitert:
  - Präanalyse Höhennetze
  - Präanalyse der Zuverlässigkeitsindikatoren
  - Sichtbarkeitsanalyse
  - Bezug öffentlicher Geodaten

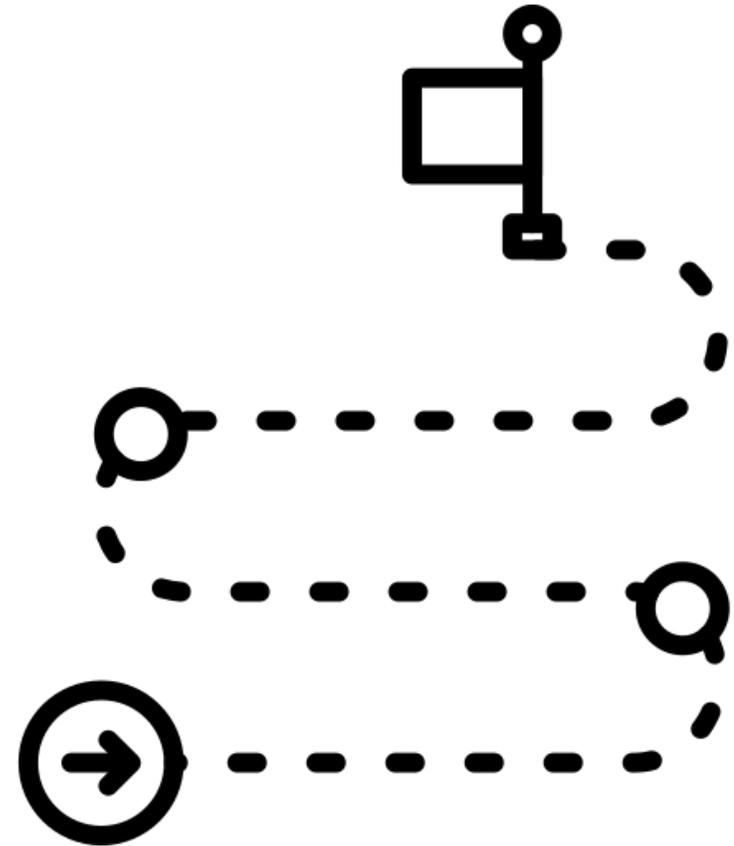


Abb. 02: Grafik Ausgangslage und Ziel. (Flaticon 2024b)

# Präanalyse

## Grundlagen:

- Messinstrumente mit Genauigkeitsangaben
- Beobachtungen mit Attributen
- Punkte mit geometrischen und sachlichen Attributen

## Berechnung:

- Matrizen gemäss Netzkonfiguration aufstellen
- Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate

## Ergebnisse:

- Genauigkeits- und Zuverlässigkeitsindikatoren und Matrizen als Text-File
- Konfidenzellipsen, Zuverlässigkeitsrechtecke, Höhengenaugkeit und äussere Höhenzuverlässigkeit als Layer in QGIS

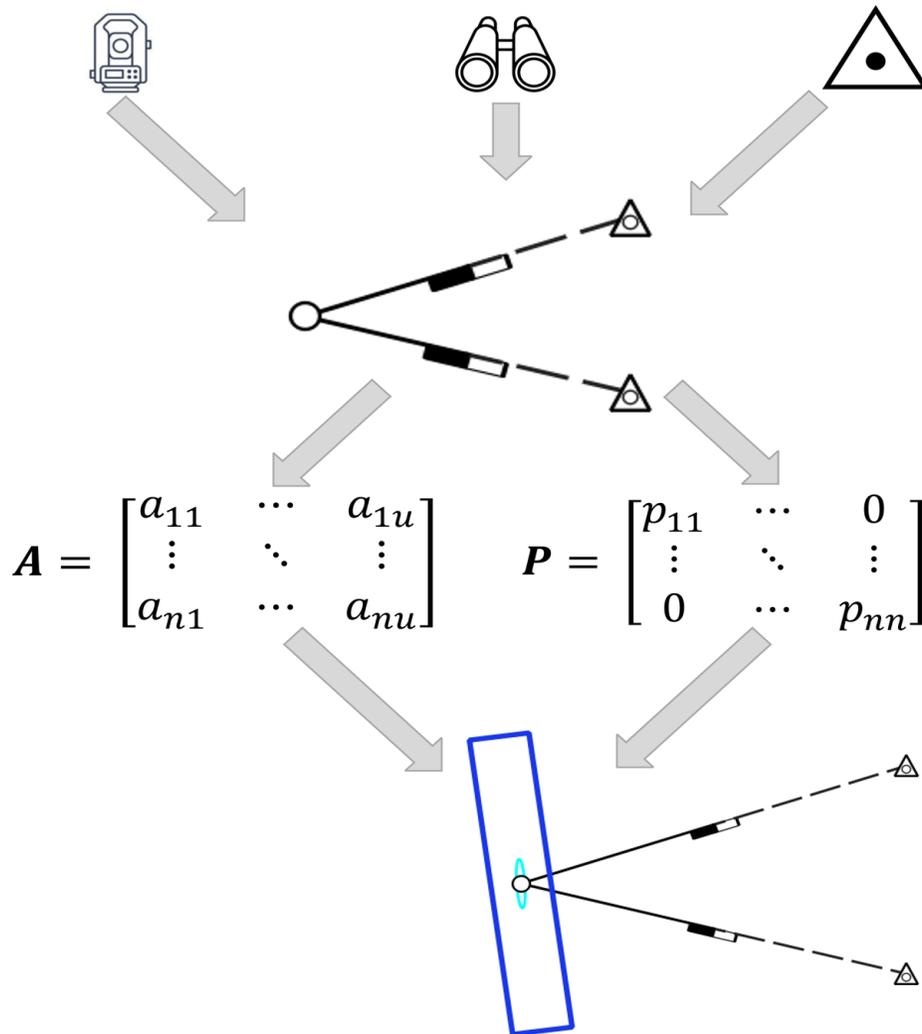


Abb. 03: Ablauf einer Präanalyse im Plugin.  
Totalstation (iStock 2017), Fernglas (Flaticon 2024a),  
Triangulationspunkt (Wikimedia Commons 2023)

# Netzdefinition

## Netzknoten:

- Fest- und Neupunkte
- Ost- und Nordkoordinate aus Zeichnung
- Höhe von API oder aus Grundlagedaten

## Beobachtungen:

- Start und Endpunkt
- Verwendetes Instrumentarium
- Sichtbarkeitsanalyse

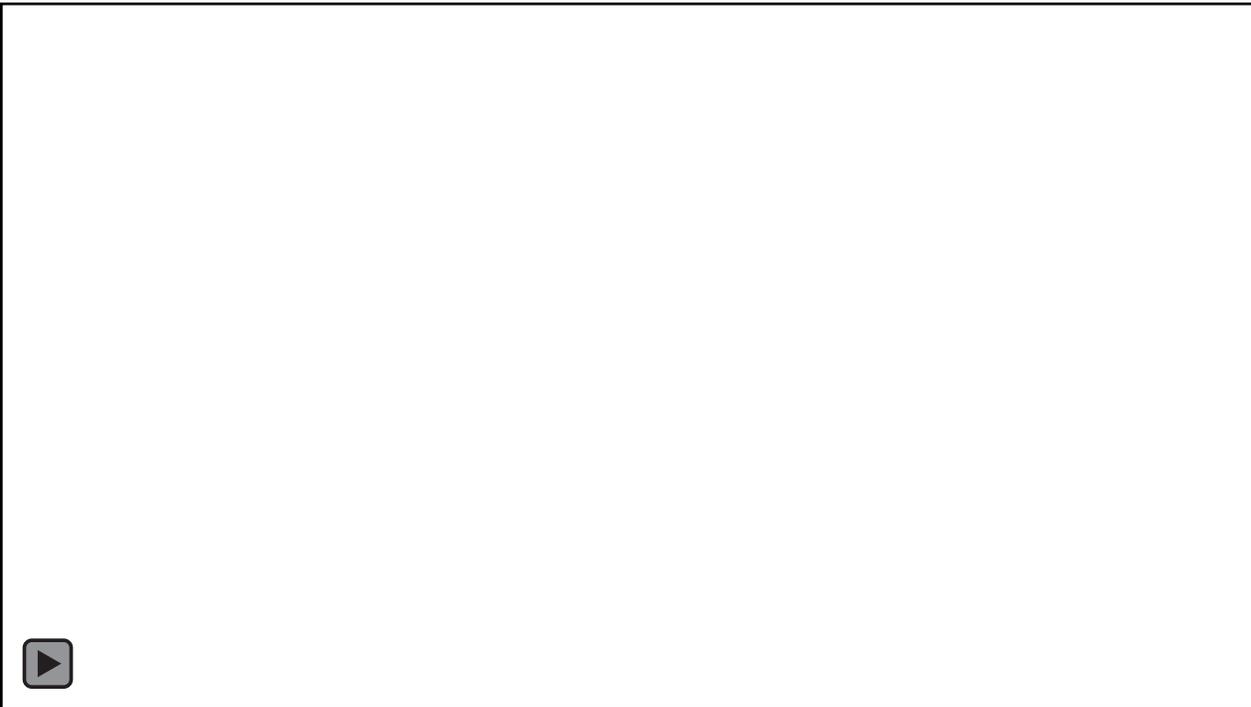


Abb. 04: Netzdefinition im Plugin.

# Sichtbarkeitsanalyse

## Grundlagen:

- Oberflächenmodell (.tif)
- Start- und Endpunkt einer Beobachtung
- Punkt- und Stativhöhen

## Höhenprofil erstellen:

- Profile-API swisstopo → Profil
- Rasterwerte abtasten → Profil
- Erdkrümmung kompensieren

## Sichtbarkeit analysieren:

- Vergleich der Profilhöhe mit Höhe der Beobachtung zu gegebener Distanz
- Resultat in Datei schreiben

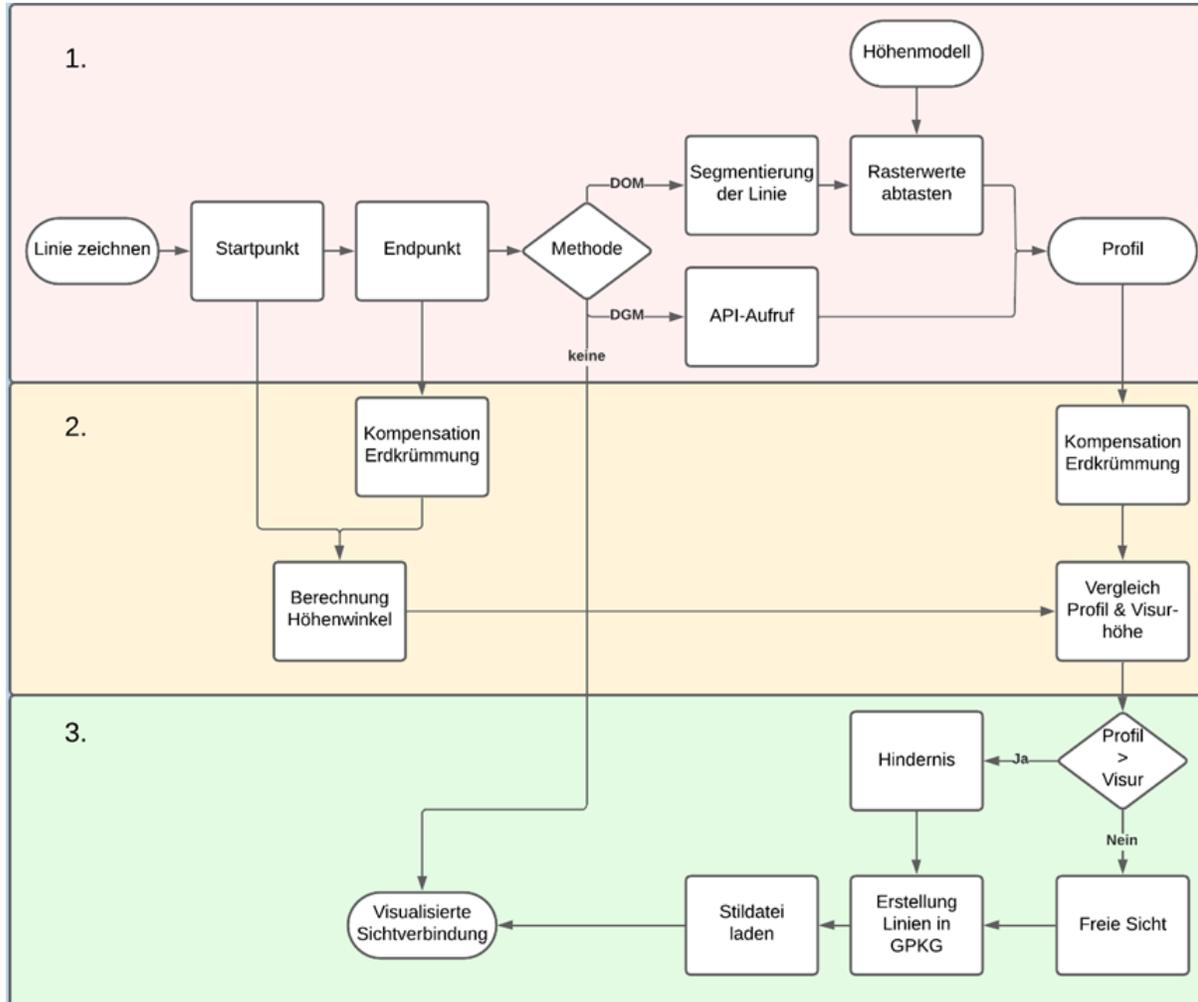


Abb. 04: Schematischer Ablauf Sichtbarkeitsanalyse.

# Sichtbarkeitsanalyse

## Ergebnisse:

- Segmentierte Beobachtung mit Informationen über die Sichtbarkeit
- Linie rot → Gelände höher als Visur
- Linie grün → Gelände tiefer als Visur
- Korrektheit konnte durch Feldtests empirisch nachgewiesen werden

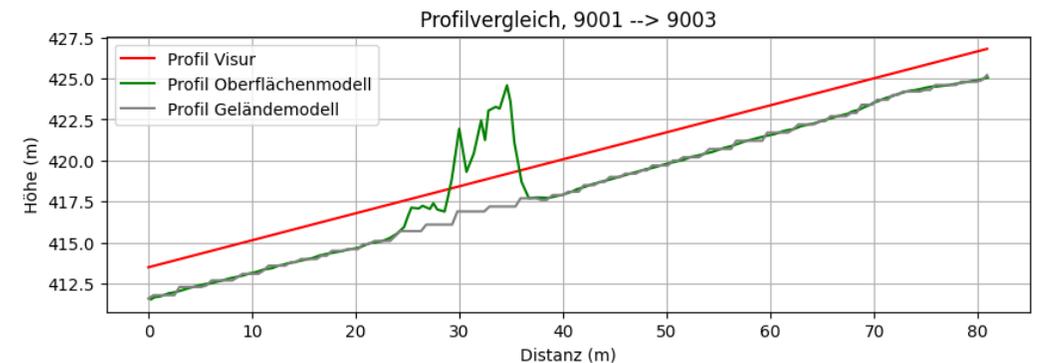


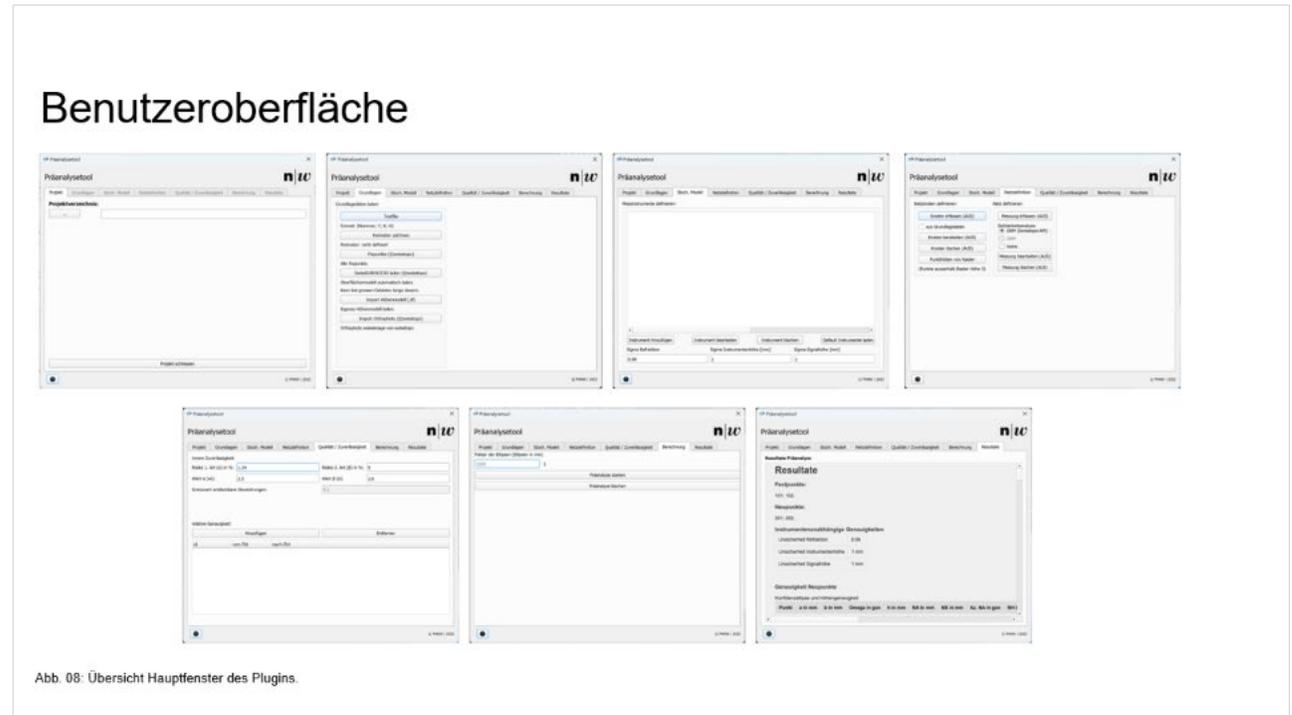
Abb. 07: Vergleich zwischen der Visur und den Profilen.



Abb. 06: Netzdefinition mit Sichtbarkeitsanalyse.

# QGIS-Plugin

- Hauptfenster mit 7 Register für die Präanalyse
  - Projekt eröffnen
  - Grundlagen laden
  - Stochastisches Modell
  - Netzdefinition
  - Zuverlässigkeit
  - Berechnung
  - Resultate
- Diverse Nebenfenster für die Erfassung von:
  - Fest- und Neupunkten
  - Beobachtungen
  - Instrumente



# Benutzeroberfläche

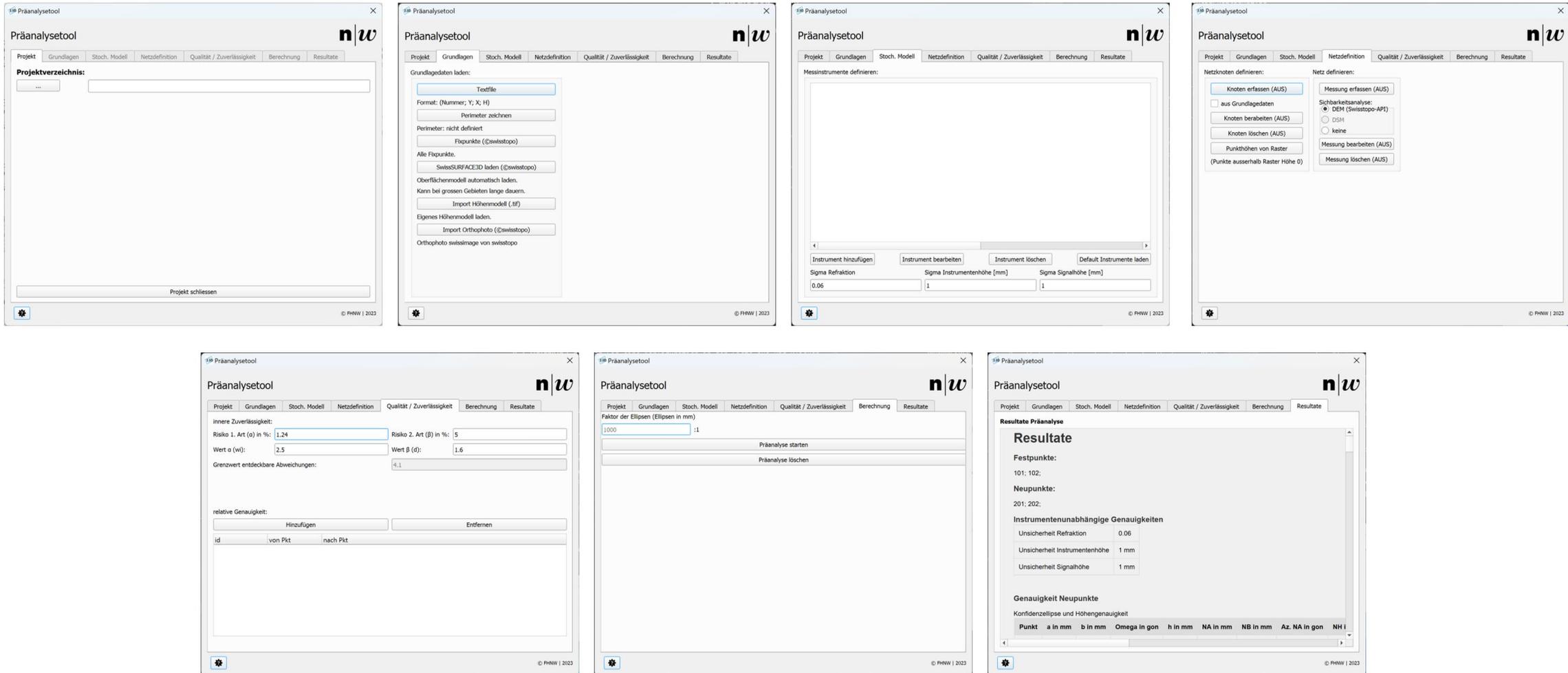


Abb. 08: Übersicht Hauptfenster des Plugins.

# Visualisierung Resultate

- Punktbezogene Indikatoren als Layer
  - Mittlere Konfidenzellipsen
  - Zuverlässigkeitsrechtecke
  - Höhengenaugigkeit Neupunkte
  - Äussere Höhenzuverlässigkeit
  - Relative Genauigkeit & Zuverlässigkeit

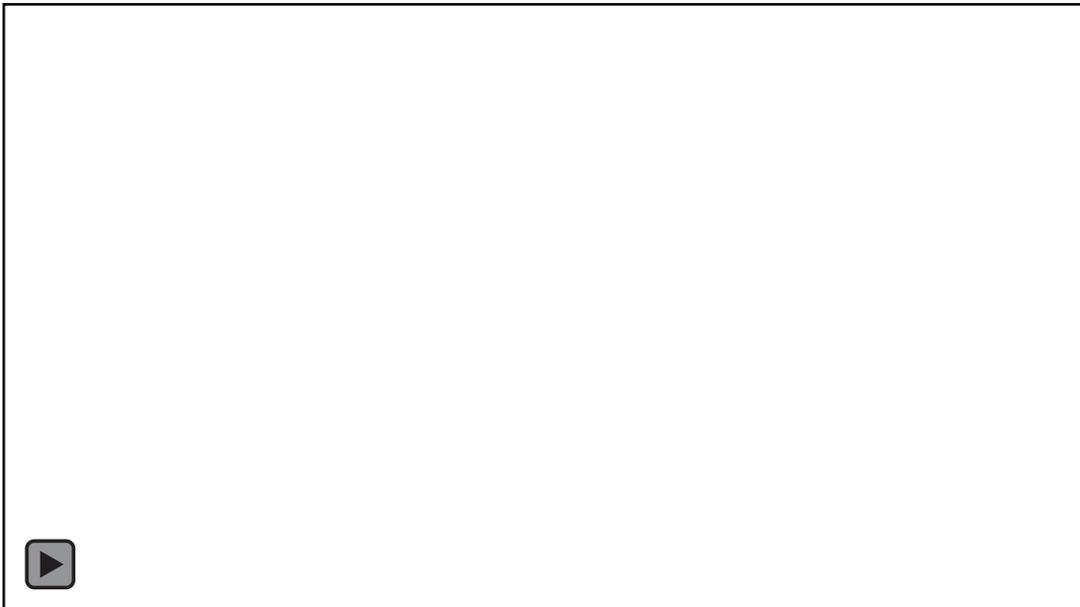


Abb. 09: Resultate als Layer in QGIS.

- Beobachtungsbezogene Indikatoren als Protokoll
  - Genauigkeit der Beobachtungen
  - Lokale Zuverlässigkeit ( $z_i$ )
  - Innere Zuverlässigkeit ( $\nabla$  Nabla)
- Höhengenaugigkeit Neupunkte als Grafik

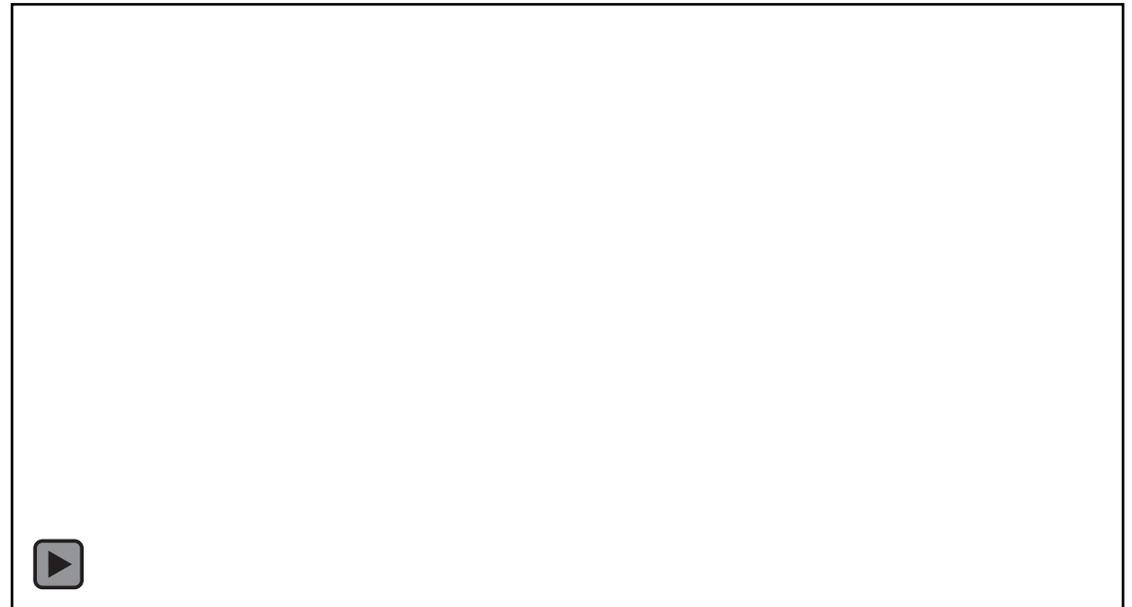


Abb. 10: Resultate numerisch in HTML-Protokoll.

# Fazit

- GIS und Ausgleichsrechnung erfolgreich kombiniert
- Interaktive Open Source Anwendung entwickelt
- Durch skalierbare Architektur kann die Funktionalität erweitert werden

# Ausblick

- Netzlagerungsart erweitern
- Geschwindigkeit der Berechnungen erhöhen
- Ausweitung auf Netzausgleichung mit Messdaten



Abb. 11: Die wichtigsten Komponenten des Plugins und das Logo des Plugins.

Logo QGIS (QGIS 2016)

Logo Python (Python Software Foundation 2024)

Logo Plugin (Eigenkreation)

QR-Code zur Bedienungsanleitung (erstellt mit qr-code-generator.com)

# Literatur

AL-TOP TOPOGRAFÍA, 2024. «Jalón aluminio». URL: <https://www.al-top.com/producto/jalon-aluminio-5-8-2/> [Stand: 04.06.2024].

Flaticon, 2024a. «Fernglas kostenlos Icon». URL: [https://www.flaticon.com/de/kostenloses-icon/fernglas\\_2151039](https://www.flaticon.com/de/kostenloses-icon/fernglas_2151039) [Stand: 03.06.2024].

Flaticon, 2024b. «Roadmap free icon». URL: [https://www.flaticon.com/free-icon/roadmap\\_7182149](https://www.flaticon.com/free-icon/roadmap_7182149) [Stand: 03.06.2024].

iStock, 2017. «Geodetic Survey engineering Vektor-flache Linie-Icons. Geodäsie-Ausrüstung, Siebenkämpferin, Theodolit, Stativ. Geologische Forschungsgebäude Messung Inspektion Abbildung. Bauschilder service – Vektor Illustration». URL: <https://www.istockphoto.com/de/vektor/geodetic-survey-engineering-vektor-flache-linie-icons-geod%C3%A4sie-ausr%C3%BCstung-gm867176404-144237521?searchscope=image%2Cfilm> [Stand: 03.06.2024].

Salvini, 2023. «Ausgleichsrechnung in der Praxis». Vorlesungsfolien GeoSensorik & Monitoring, Fachhochschule Nordwestschweiz, Muttenz.

Python Software Foundation, 2024. «The Python Logo». URL: <https://www.python.org/community/logos/> [Stand: 03.06.2024].

QGIS, 2016. «New QGIS 3.0 logo candidate». URL: <https://blog.qgis.org/2016/12/13/new-qgis-3-0-logo-candidate/> [Stand: 03.06.2024].

Wikimedia Commons, 2023. «Triangulation Pillar Symbol». URL: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Triangulation\\_Pillar\\_Symbol.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Triangulation_Pillar_Symbol.svg) [Stand: 03.06.2024].