

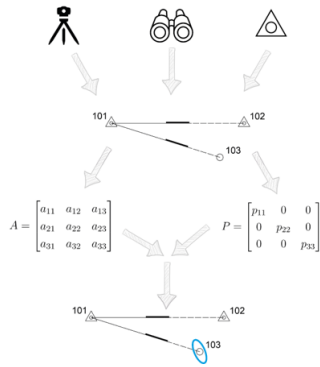
# Netzdesign – interaktives Präanalyse Tool



Abb. 1: Beispiel einer Planung für die Präanalyse (Hintergrundkarte swisstopo, 2023)

## Ausgangslage

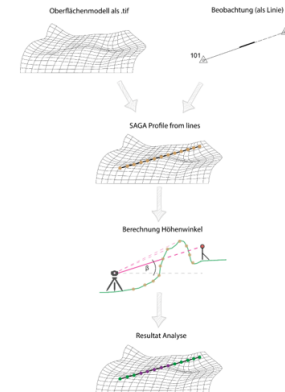
- Präanalyse spielt eine entscheidende Rolle für die Planung geodätischer Netze.
  - Netzentwurf
  - Netzlagerung
  - Optimierung
  - Beurteilung
  - Definitives Netz
- Iterativer Prozess bei der Optimierung einer Messkonfiguration
- Unterstützung des Prozesses durch Visualisierungen der Ergebnisse und Merkmale nicht in allen Software-Produkten möglich
- Interaktives Tool als QGIS-Plugin für Netzplanung



## Präanalyse

- Grundlage:**
  - Messinstrumente mit Spezifikationen
  - Punkte mit geometrischen und sachlichen Attributen
  - Beobachtungen mit Attributen
- Messkonfiguration:**
  - Netz aus vielen Punkten und Beobachtungen
  - verwendetes Instrumentarium
- Berechnung:**
  - Aufstellen der Matrizen von der Messanordnung angeleitet
  - Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate
- Ergebnisse:**
  - Genauigkeitsindikatoren und Matrizen in Textfile
  - Konfidenzellipsen als Layer in QGIS

Abb. 2: Ablauf einer Präanalyse im Plugin (Tachymeter Symbol (Stock, 2023 und Falsteeher Symbol FlatIcon, 2023))



## Sichtbarkeitsanalyse

- Grundlagen:**
  - Oberflächenmodell (.tif)
  - Linien als Vektorlayer
  - Punkthöhen aus Koordinatenfile oder vom Raster übernehmen (Funktion) inklusive der Stativhöhen
- Algorithmus SAGA:**
  - Höhenprofil der Beobachtung erzeugen
- Sichtbarkeit prüfen:**
  - Höhenwinkel zwischen Station und Ziel berechnen -> Referenzwinkel
  - Vergleich Referenzwinkel mit Höhenwinkel von Station zu Punkten entlang dem Profil der Beobachtung
- Resultat:**
  - Punktlayer mit Attributen

Abb. 3: Ablauf einer Sichtbarkeitsanalyse im Plugin (Tachymeter Symbol (Stock, 2023))

25. September 2023 Autor: Fabrice Walliser, Examinator: Prof. Dr. Dante Salvini, Experte: Matthias Kistler Dipl. Ing. ETH

© IGEO FHNW

25. September 2023 Autor: Fabrice Walliser, Examinator: Prof. Dr. Dante Salvini, Experte: Matthias Kistler Dipl. Ing. ETH

© IGEO FHNW

25. September 2023 Autor: Fabrice Walliser, Examinator: Prof. Dr. Dante Salvini, Experte: Matthias Kistler Dipl. Ing. ETH

© IGEO FHNW

## QGIS-Plugin

- Eröffnen und Laden von Projekten
- Grundlagedaten hinzufügen
- Definition Instrumentarium
- Interaktives Erfassen von Netzpunkten (FP und NP) und Beobachtungen
- Berechnung Präanalyse von gezwängten Netzen mit Konfidenzellipsen
- Sichtbarkeitsanalyse
- GUI (Graphical User Interface) mit 10 Fenstern

### Erfassung von Netzpunkten



### Erfassung von Beobachtungen

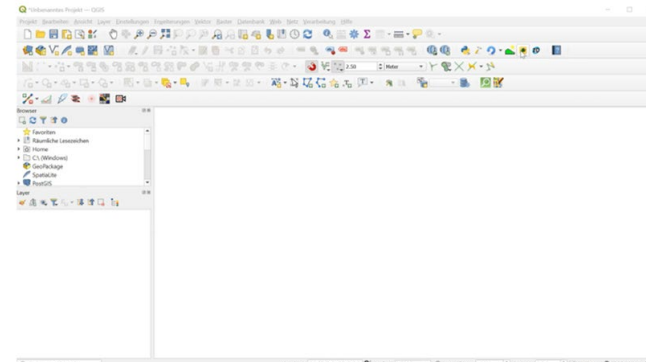


Abb. 7: Bildschirmaufnahme Beispiel einer Netzkonfiguration mit Sichtbarkeitsanalyse

25. September 2023 Autor: Fabrice Walliser, Examinator: Prof. Dr. Dante Salvini, Experte: Matthias Kistler Dipl. Ing. ETH

© IGEO FHNW

25. September 2023 Autor: Fabrice Walliser, Examinator: Prof. Dr. Dante Salvini, Experte: Matthias Kistler Dipl. Ing. ETH

© IGEO FHNW

25. September 2023 Autor: Fabrice Walliser, Examinator: Prof. Dr. Dante Salvini, Experte: Matthias Kistler Dipl. Ing. ETH

© IGEO FHNW

## Fazit

- Erfolgreich GIS und Ausgleichsrechnung kombiniert
- Interaktive benutzerfreundliche Open Source Lösung entwickelt
- Erweiterung der Funktionalitäten und Datenquellen durch skalierbare Architektur ermöglicht

## Ausblick

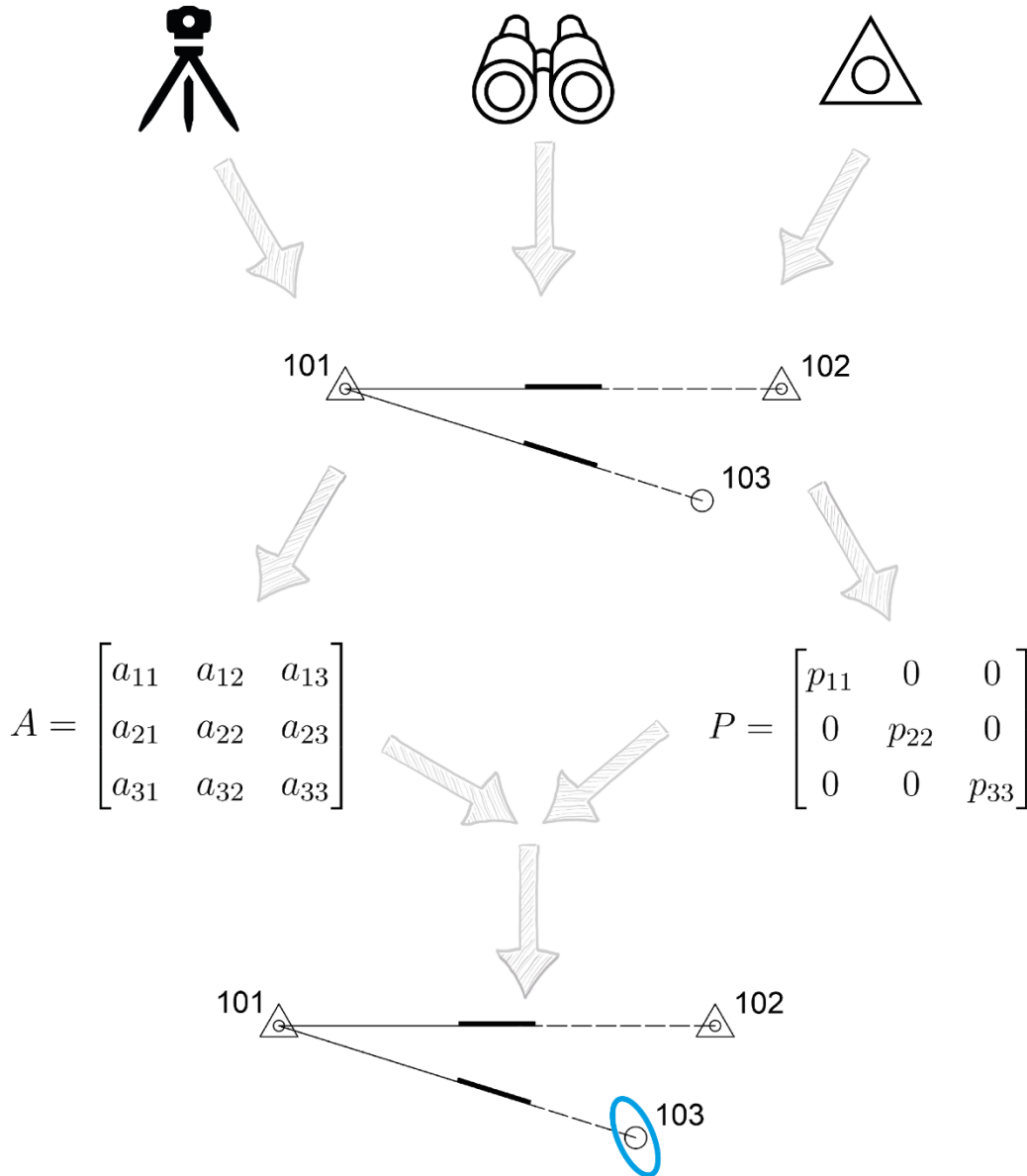
- Berechnung von Zuverlässigkeitsindikatoren (lokale, innere und äussere Zuverlässigkeit)
- Lagerungsart erweitern
- Abhängigkeit von SAGA-Algorithmus durch eigenständige Programmierung der Sichtbarkeitsanalyse beheben

# Ausgangslage



Abb. 1: Beispiel einer Planung für die Präanalyse (Hintergrundkarte swisstopo, 2023)

- Präanalyse spielt eine entscheidende Rolle für die Planung geodätischer Netze:
  - Netzentwurf
  - Netzlagerung
  - Optimierung
  - Beurteilung
  - Definitives Netz
  
- Iterativer Prozess bei der Optimierung einer Messkonfiguration
  
- Unterstützung des Prozesses durch Visualisierungen der Ergebnisse und Merkmale nicht in allen Software-Produkten möglich
  
- ➔ Interaktives Tool als QGIS-Plugin für Netzplanung



# Präanalyse

## Grundlage:

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

## Messkonfiguration:

- Netz aus vielen Punkten und Beobachtungen
- verwendetes Instrumentarium

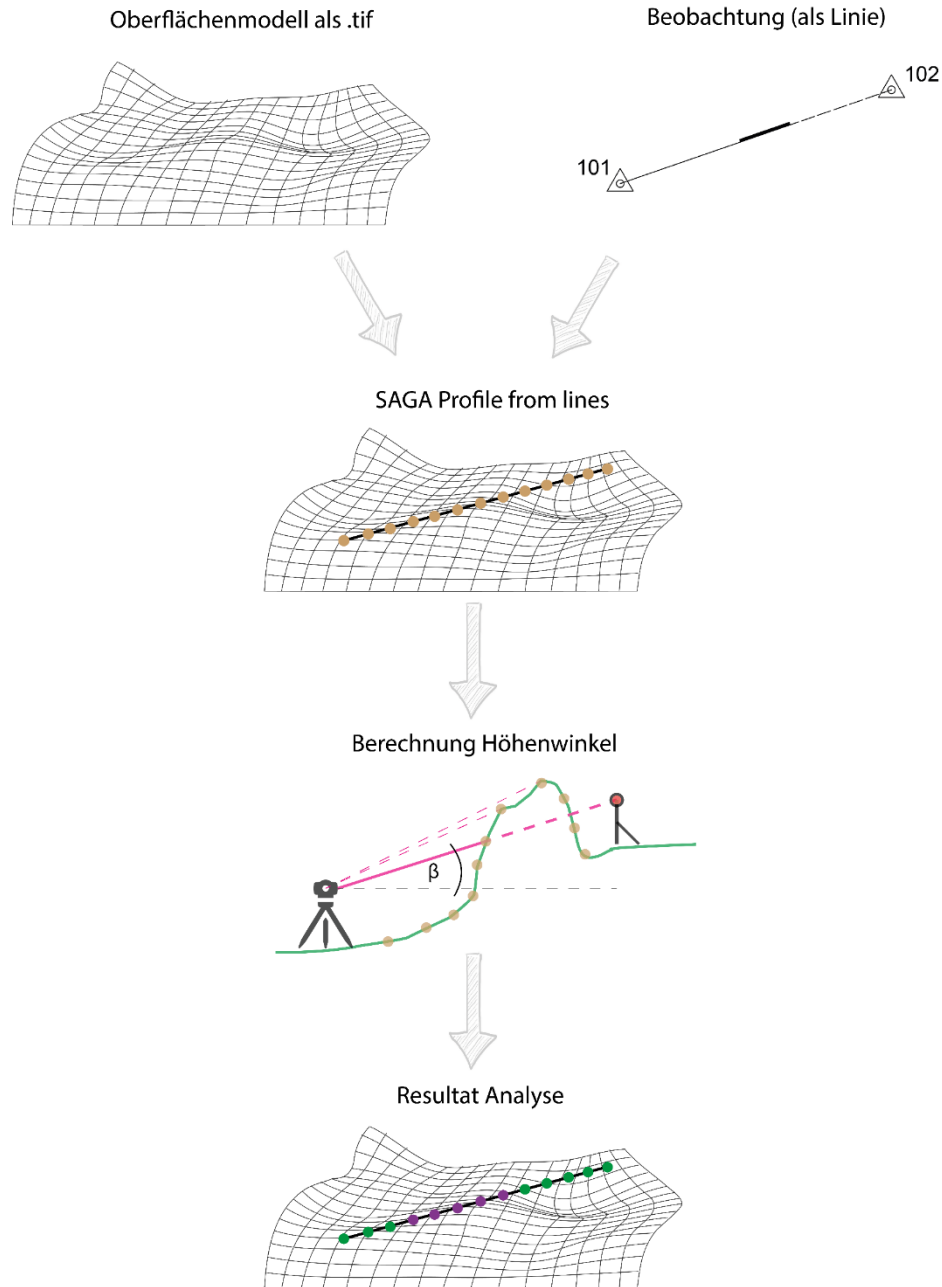
## Berechnung:

- Aufstellen der Matrizen von der Messanordnung angeleitet
- Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate

## Ergebnisse:

- Genauigkeitsindikatoren und Matrizen in Textfile
- Konfidenzellipsen als Layer in QGIS

Abb. 2: Ablauf einer Präanalyse im Plugin  
(Tachymeter Symbol iStock, 2023 und Feldstecher Symbol Flaticon, 2023)



# Sichtbarkeitsanalyse

## Grundlagen:

- Oberflächenmodell (.tif)
- Linien als Vektorlayer
- Punkthöhen aus Koordinatenfile oder vom Raster übernehmen (Funktion) inklusive der Stativhöhen

## Algorithmus SAGA:

- Höhenprofil der Beobachtung erzeugen

## Sichtbarkeit prüfen:

- Höhenwinkel zwischen Station und Ziel berechnen -> Referenzwinkel
- Vergleich Referenzwinkel mit Höhenwinkel von Station zu Punkten entlang dem Profil der Beobachtung

## Resultat:

- Punktlayer mit Attributen

Abb. 3: Ablauf einer Sichtbarkeitsanalyse im Plugin (Tachymeter Symbol iStock, 2023)

# QGIS-Plugin

- Eröffnen und Laden von Projekten
- Grundlagedaten hinzufügen
- Definition Instrumentarium
- Interaktives Erfassen von Netzpunkten (FP und NP) und Beobachtungen
- Berechnung Präanalyse von gezwängten Netzen mit Konfidenzellipsen
- Sichtbarkeitsanalyse
- GUI (Graphical User Interface) mit 10 Fenster

## Erfassung von Netzpunkten

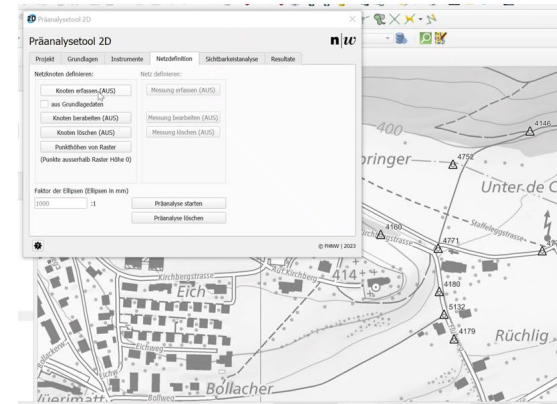


Abb. 4: Datenquelle für die Fixpunkterfassung anhand Koordinatenfile mit Snapfunktion

## Erfassung von Beobachtungen

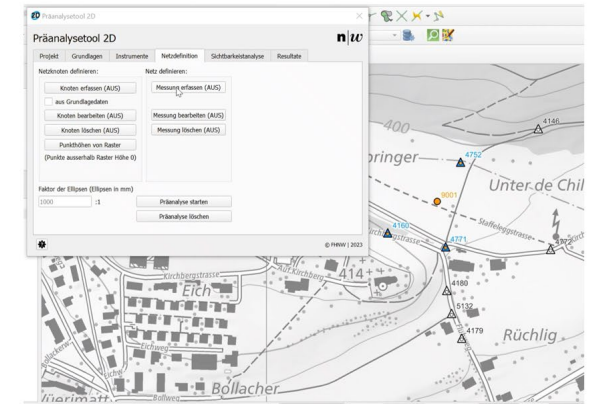


Abb. 5: Beobachtung definieren mit Snapfunktion, Beobachtungsart festlegen, Definition ob einseitig oder zweiseitig, Mesinstrument auswählen

# Erfassung von Netzpunkten



Abb. 4: Datenquelle für die Fixpunkterfassung anhand Koordinatenfile mit Snapfunktion

# Erfassung von Beobachtungen

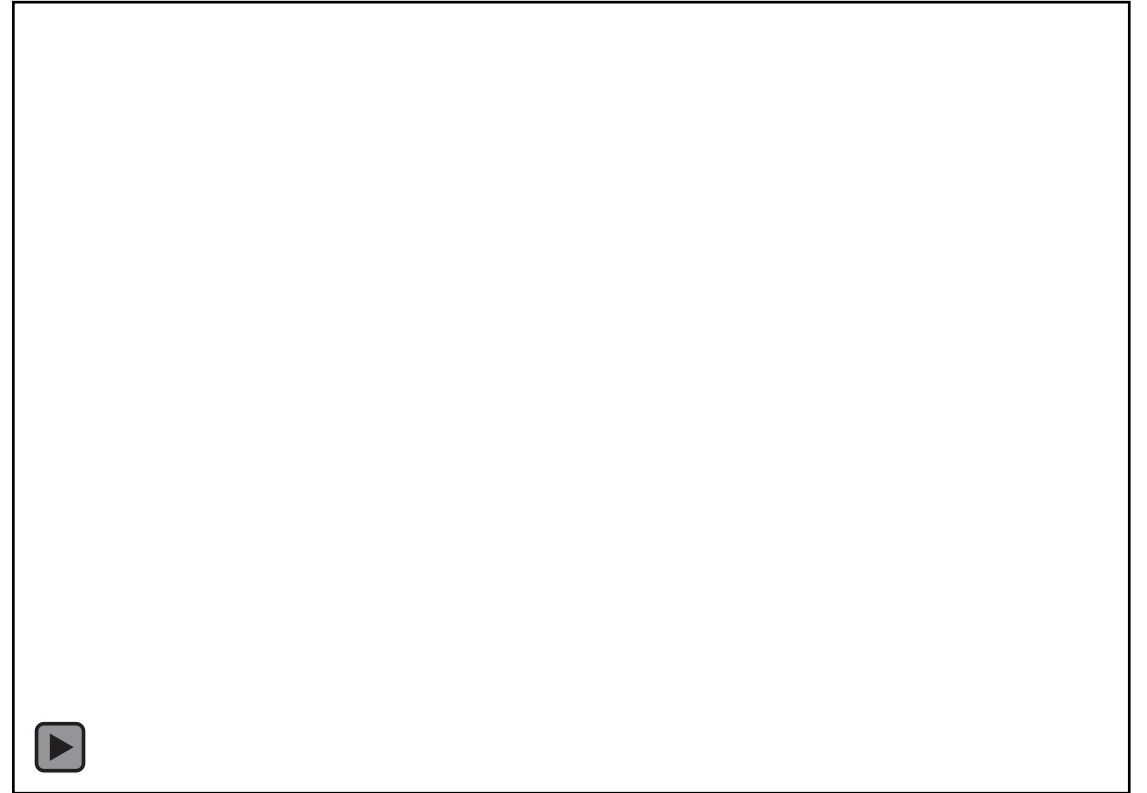


Abb. 5: Beobachtung definieren mit Snapfunktion, Beobachtungsart festlegen, Definition ob einseitig oder zweiseitig, Mesinstrument auswählen

# GUI

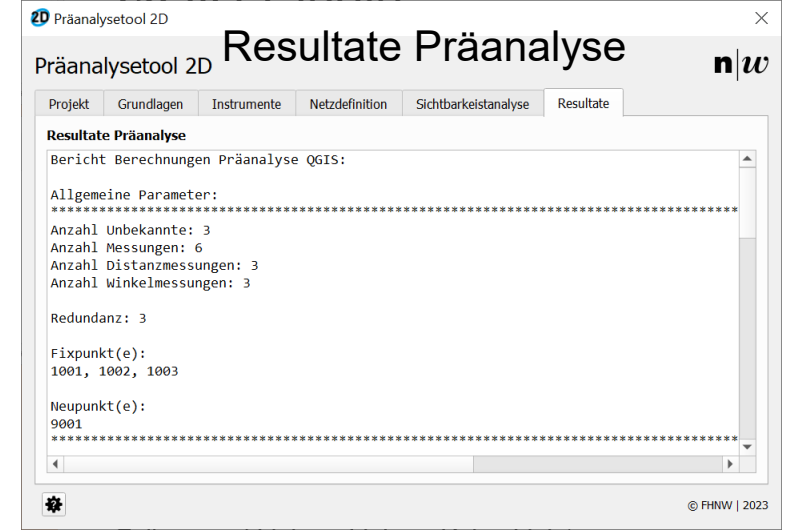
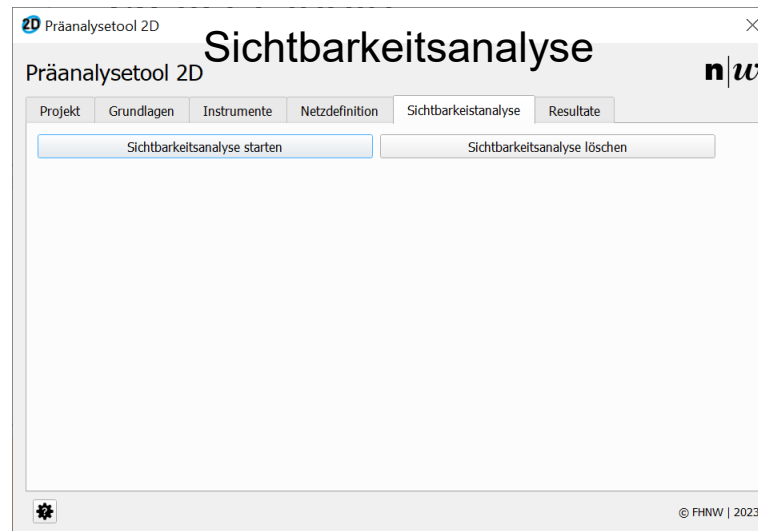
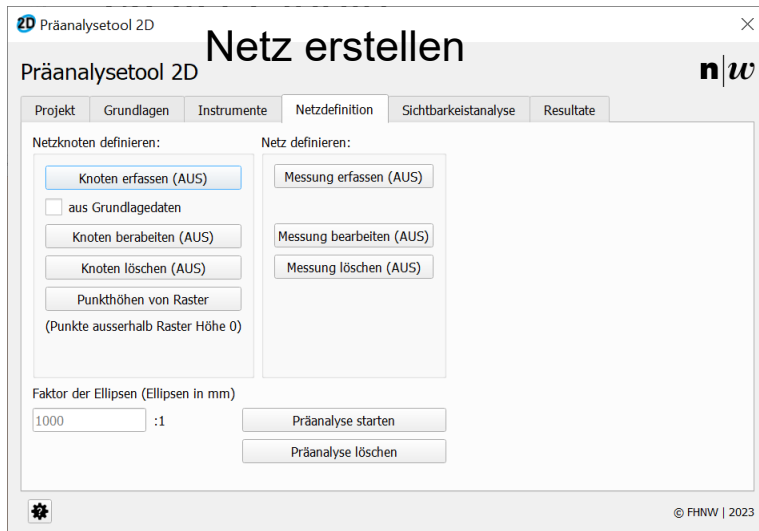
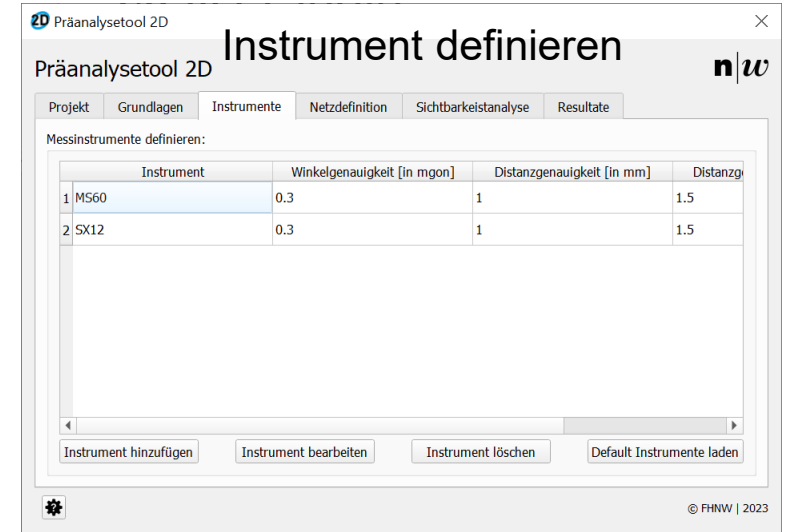
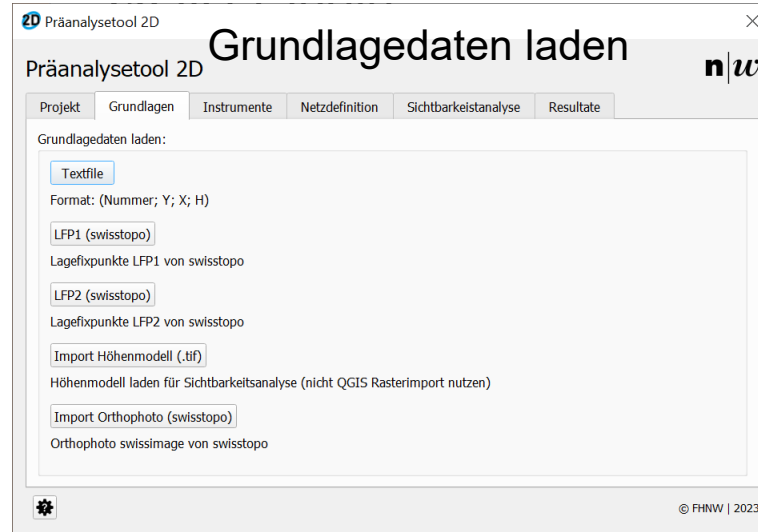
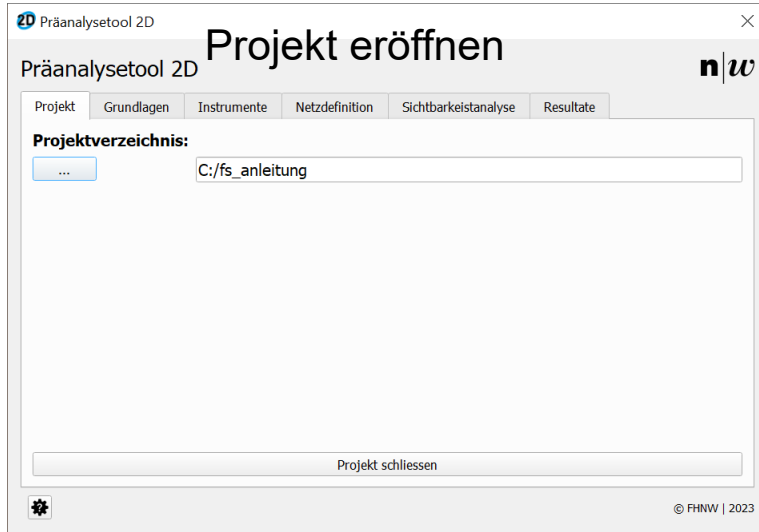


Abb. 6: Fenster GUI

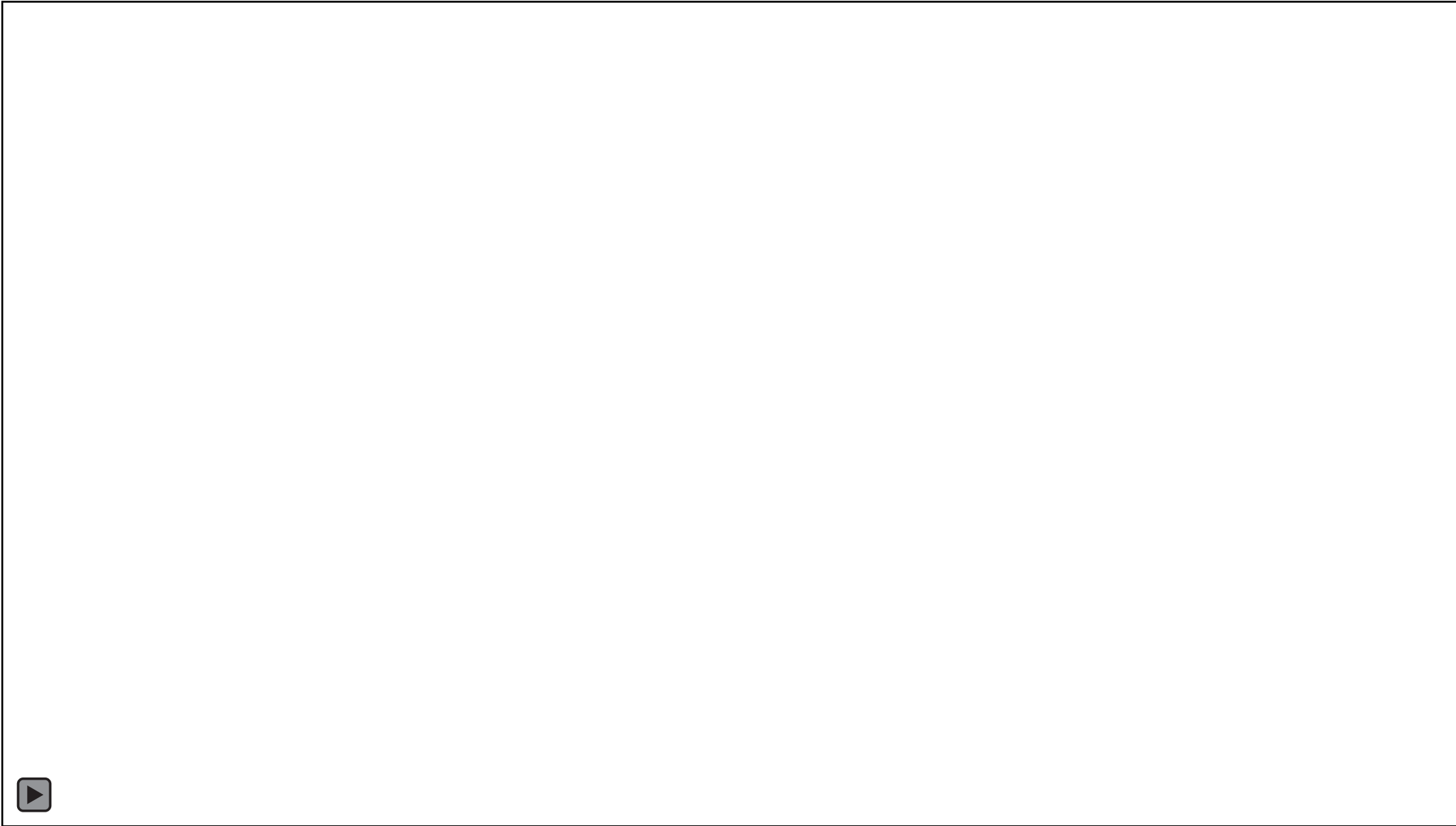


Abb. 7: Bildschirmaufnahme Beispiel einer Netzkonfiguration mit Sichtbarkeitsanalyse



# Fazit

- Erfolgreich GIS und Ausgleichsrechnung kombiniert
- Interaktive benutzerfreundliche Open Source Lösung entwickelt
- Erweiterung der Funktionalitäten und Datenquellen durch skalierbare Architektur ermöglicht

# Ausblick

- Berechnung von Zuverlässigkeitsindikatoren (lokale, innere und äussere Zuverlässigkeit)
- Lagerungsart erweitern
- Abhängigkeit von SAGA-Algorithmus durch eigenständige Programmierung der Sichtbarkeitsanalyse beheben

# Bildquellen

- swisstopo (2023) *Hintergrundkarte: Landeskarte 1:10'000 grau*, <https://map.geo.admin.ch/>
- iStock (2023), *Tachymeter Symbol*, <https://www.istockphoto.com/de>
- Flaticon (2023), *Feldstecher Symbol*, <https://www.flaticon.com/de>

# Ausgewählte Literatur

- Niemeier, Wolfgang (2008) *Ausgleichsrechnung: statistische Auswertemethoden. 2., überarbeitet und erweiterte Auflage de Gruyter Lehrbuch Berlin: de Gruyter*
- Carosio, Alessandro (1. Okt. 2008) *Fehlertheorie und Ausgleichsrechnung. Bd. 1. Zürich: Eidgenössische Technische Hochschule Zürich*
- Gubler, Erich und Bundesamt für Landestopographie (2002) *LTOP Manual*