

# Bedienungsanleitung Präanalysetool

Bachelorthesis 03/2024 Netzdesign- interaktives Präanalyse Tool



**Hochschule:**

Fachhochschule Nordwestschweiz  
Institut Geomatik  
Hofacherstrasse 30  
4132 Muttenz

**Erstellt von:**

Fabian Rüfenacht  
[fabian.ruefenacht@students.fhnw.ch](mailto:fabian.ruefenacht@students.fhnw.ch)

**Muttenz, 27. Mai 2024**

# I. Inhaltsverzeichnis

---

1. Einleitung	3
2. Installationsanleitung	3
2.1. QGIS installieren	3
2.2. Erweiterung installieren	3
3. Hilfe	5
4. Projekt eröffnen	6
5. Grundlagen	7
6. Stochastisches Modell	9
6.1. Lage und Höhe	9
6.2. Höhe	9
7. Netzdefinition	11
7.1. Knoten	11
7.2. Beobachtungen	12
8. Qualität und Zuverlässigkeit	14
8.1. Zuverlässigkeit	14
8.2. Relative Genauigkeit und relative Zuverlässigkeit	15
9. Berechnung	16
10. Resultate	17
11. Literatur	18

# 1. Einleitung

Willkommen zum Benutzerhandbuch zum QGIS-Plug-in **Präanalysetool**.

Das Plug-in ermöglicht es, interaktiv ein geodätisches Netz zu planen und eine Präanalyse zu berechnen. Berechnen Sie die Lage- und Höhengenauigkeit, Zuverlässigkeit sowie die relative Genauigkeit und die relative Zuverlässigkeit zwischen zwei Neupunkten. Das Plug-in ist bisher auf terrestrische Messungen und gezwängt gelagerte Netze beschränkt.

Es wird strengstens empfohlen, das digitale Handbuch zu verwenden!

([https://fabianruefenacht.github.io/praeanalyse\\_tool\\_docs/](https://fabianruefenacht.github.io/praeanalyse_tool_docs/))

---

# 2. Installationsanleitung

Das Plug-in wurde mit der QGIS-Version 3.34 (LTR) getestet. Bei Verwendung einer anderen QGIS-Version kann die Funktionstüchtigkeit nicht garantiert werden.

## 2.1. QGIS installieren

Installieren Sie die Version 3.34 (LTR) von QGIS. ([download.qgis.org/downloads/](https://download.qgis.org/downloads/))

## 2.2. Erweiterung installieren

Das Plug-in wurde bisher nicht in der Plug-in-Cloud von QGIS veröffentlicht. Daher muss es als .zip-Datei installiert werden. Falls Sie diese Datei nicht besitzen, können Sie diese beim Institut Geomatik der Fachhochschule anfragen: [geomatik-studieren.ch](http://geomatik-studieren.ch)

- Navigieren Sie zu *Erweiterungen → Erweiterungen verwalten und installieren...* (Abbildung 1)

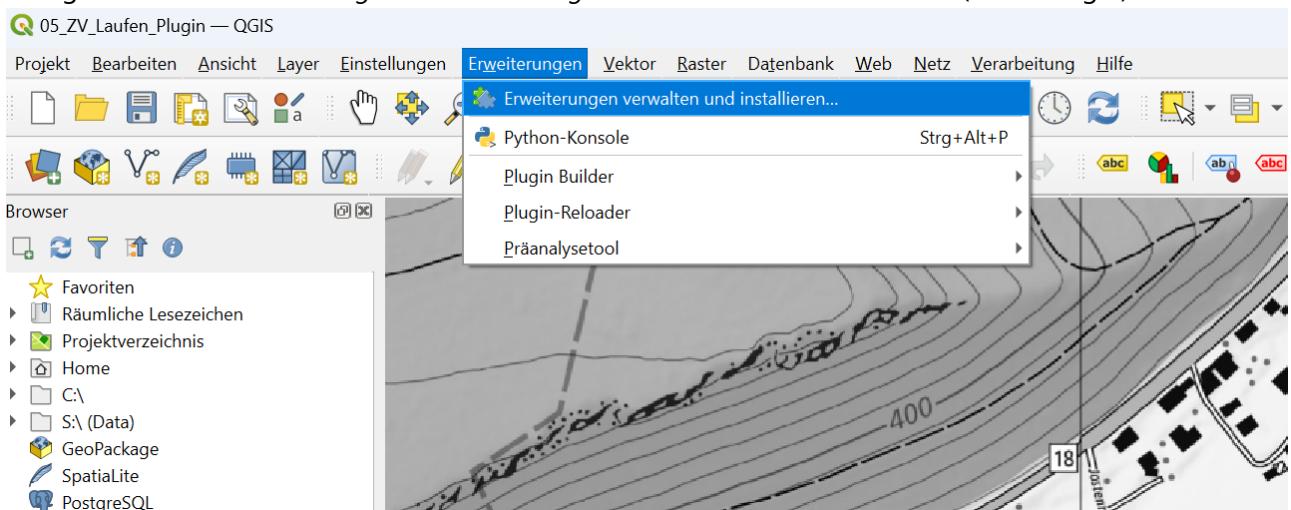


Abbildung 1: Erweiterungen installieren.

- Es öffnet sich ein neues Fenster. Klicken Sie hier auf *Aus ZIP installieren* (Abbildung 2)



Abbildung 2: *Aus ZIP installieren*.

- Klicken Sie auf den Knopf ... in Abbildung 3 und wählen Sie die .zip-Datei aus. Klicken Sie anschliessend auf *Erweiterung installieren*.

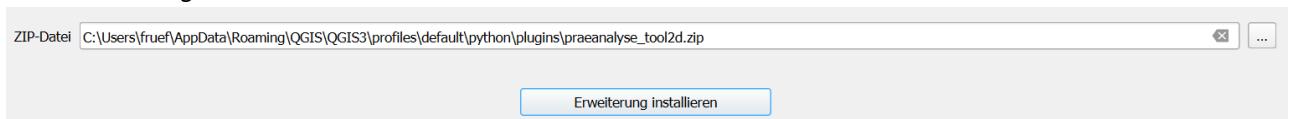


Abbildung 3: *Erweiterung auswählen und installieren*.

- Falls eine Fehlermeldung auftaucht, prüfen Sie ob Sie die richtige Version von QGIS verwenden und ob sich nicht bereits ein Plug-in mit demselben Namen im *plugins*-Verzeichnis von QGIS befindet.
- Wenn keine Fehlermeldung aufgetreten ist, sollte die Erweiterung in der *Plug-in-Leiste* (Abbildung 4) auftauchen



Abbildung 4: *Plug-in erfolgreich installiert*.

Sie können die Erweiterung nun mit Klick auf das Icon starten. Viel Spass mit der Präanalyse!

---

### 3. Hilfe

Bei geöffnetem Plug-in kann jederzeit die Hilfe geöffnet werden. Klicken Sie dazu auf den Knopf unten links im Plug-in-Fenster (Abbildung 5) oder drücken Sie die Taste *F1*.

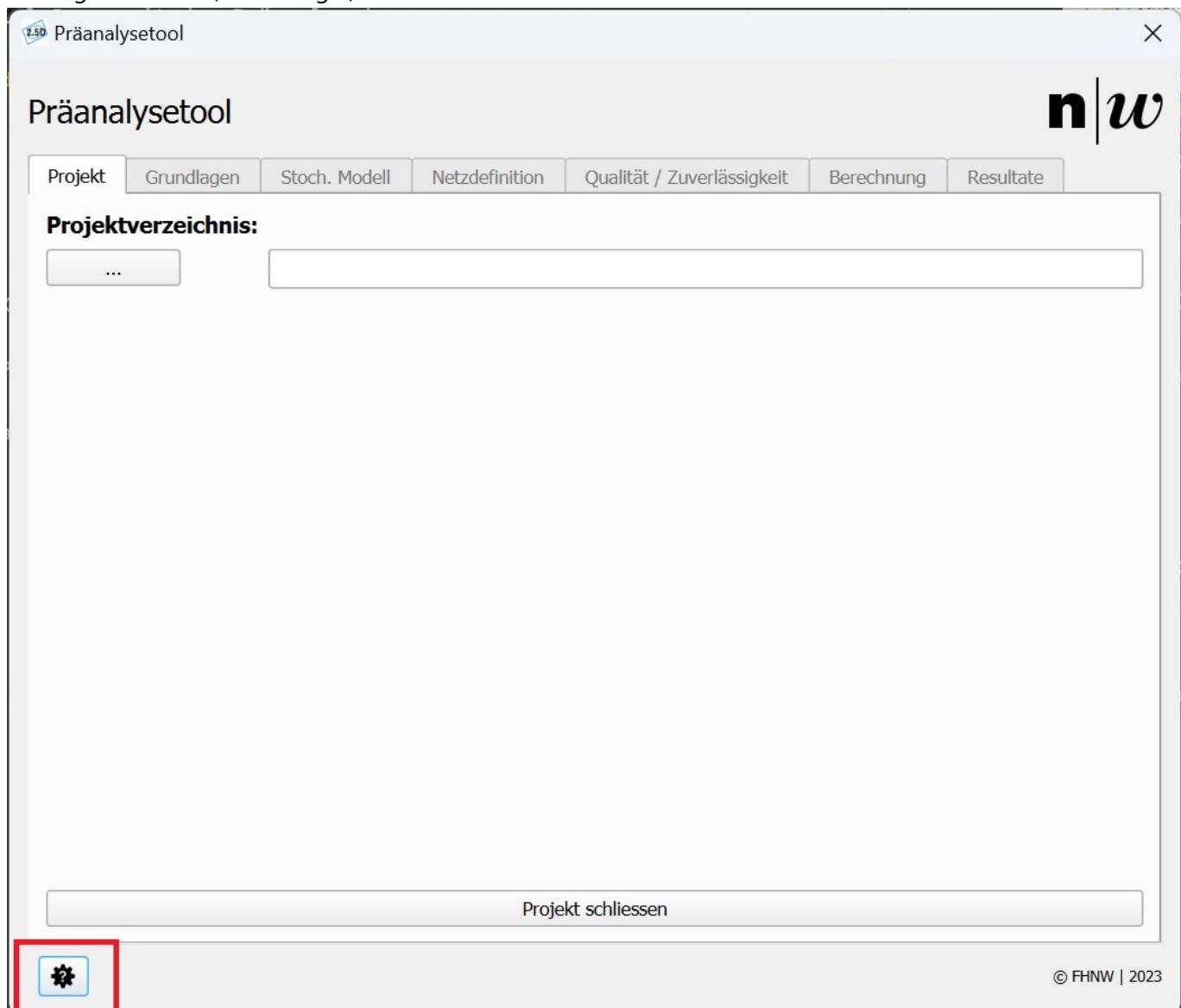


Abbildung 5: Hilfe öffnen.

---

## 4. Projekt eröffnen

In der Startmaske des Plug-ins muss ein Projekt gewählt werden.

- Klicken Sie auf die drei Punkte oder drücken Sie die Tastenkombination **STRG + O** und wählen Sie einen Ordner aus.
- In diesem Ordner wird - falls nicht bereits vorhanden - die Projektstruktur aufgebaut.
- Wenn die Projektstruktur bereits im Ordner vorhanden ist, wird diese vom Plug-in eingelesen und dargestellt.

Wenn Sie die Web-Version der Anleitung verwenden, sehen Sie in Abbildung 6 den Arbeitsablauf der Projekterstellung. Wenn Sie die PDF-Version der Anleitung verwenden, sehen Sie in Abbildung 6 die Ausgangslage der Projekterstellung.

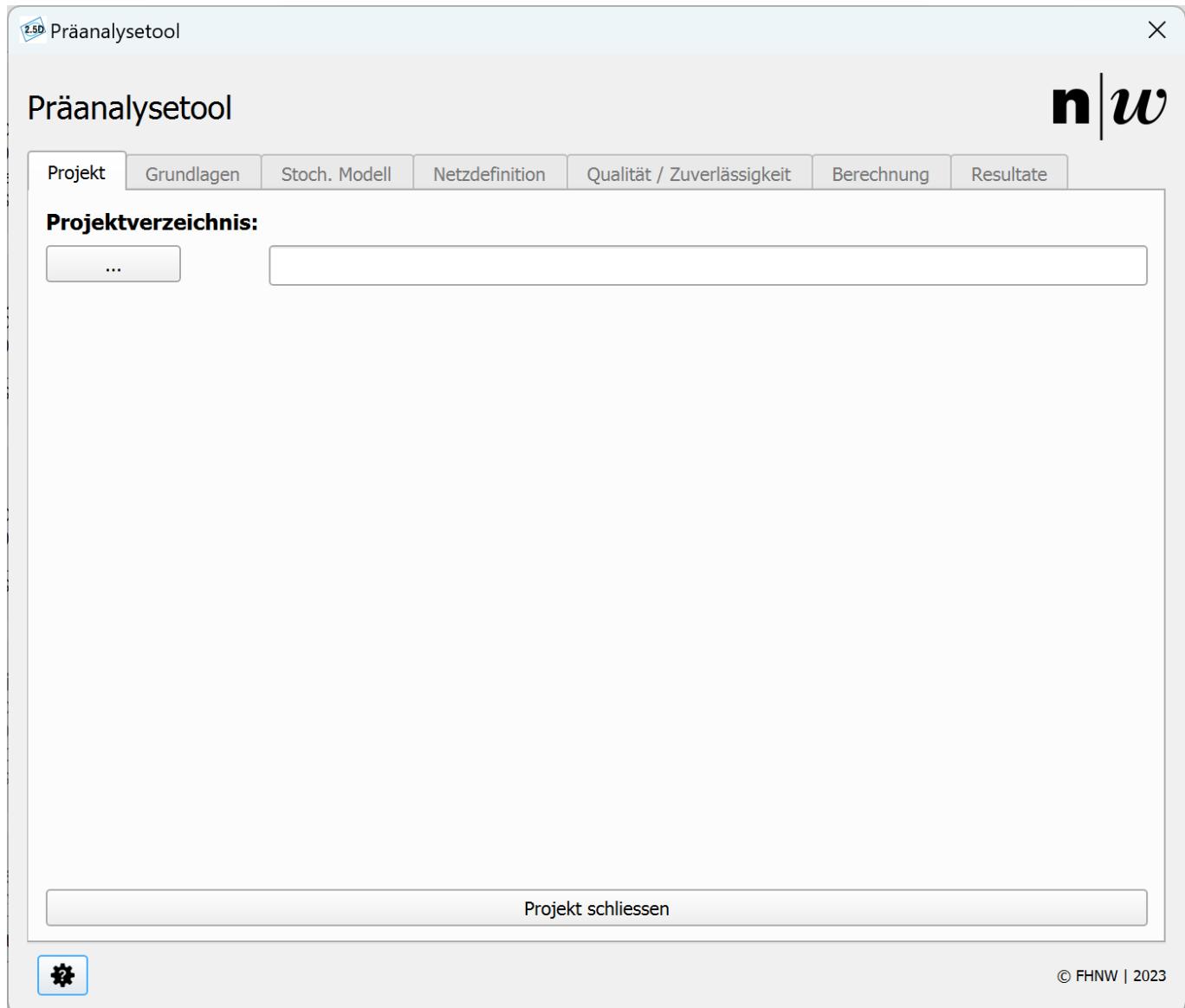


Abbildung 6: Projekt öffnen.

Die Projektstruktur setzt sich aus sechs Ordnern zusammen. Das nachfolgende Baumdiagramm zeigt die Projektstruktur im Hauptverzeichnis.

Struktur	Beschreibung
📁 <b>Demo</b>	Hauptverzeichnis
└── 📁 <b>bin</b>	Ordner für temporäre Dateien
└── 📁 <b>instruments</b>	Instrumente
└── 📁 <b>layers</b>	Layer-Verzeichnis
└── 📁 <b>properties</b>	Definition der relativen Analysen
└── 📁 <b>raster</b>	Rasterdaten
└── 📁 <b>results</b>	Ergebnisse

## 5. Grundlagen

Im Register *Grundlagen* werden die Grundlagedaten des Projekts bezogen. Es stehen folgende Optionen zur Verfügung (konsultieren Sie Abbildung 7):

- *Textfile:*
  - Importieren Sie Ihre eigenen Punkte als .txt-Datei.
  - Die Datei muss durch Semikolon getrennt sein und eine Punktnummer, Ostkoordinate, Nordkoordinate und Höhe für jeden Punkt enthalten.
- *Perimeter zeichnen:*
  - Der Perimeter ist die Grundlage für den Bezug der öffentlichen Geodaten (Fixpunkte und Oberflächenmodell).
  - Der Klick auf den Knopf *Perimeter zeichnen* aktiviert das Zeichnen in der Zeichenoberfläche von QGIS.
  - Beim ersten Klick in der Zeichenoberfläche wird die erste Ecke einer Bounding-Box aktiviert. Mit dem zweiten Klick - wird die Bounding-Box abgeschlossen.
  - Anschliessend werden die **Koordinaten** und die **Fläche** des Perimeters berechnet und unterhalb des Knopfes in der Benutzeroberfläche des Plug-ins dargestellt.
- *Fixpunkte (@swisstopo):*

Wenn ein Perimeter definiert wurde, können Sie mit Klick auf den Knopf *Fixpunkte (@swisstopo)* alle Fixpunkte (LFP1-3 & HFP 1-3) von swisstopo herunterladen. Die Daten werden aus dem WFS der swisstopo heruntergeladen ([geodienste o. J.](#))
- *SwissSURFACE3D laden (@swisstopo):*
  - Wenn ein Perimeter definiert wurde, können Sie mit Klick auf den Knopf *SwissSURFACE3D laden (@swisstopo)* das - Oberflächenmodell der Schweiz SwissSURFACE3D im definierten Perimeter laden. ([swisstopo 2024](#))
  - **Beachten Sie**, dass der Bezug des Oberflächenmodells je nach Ausdehnung des Perimeters und Leistungsfähigkeit Ihres Computers **lange dauern** kann. Ausserdem ist das Oberflächenmodell SwissSURFACE3D zum Stand der Erstellung dieser Anleitung bisher nicht flächendeckend verfügbar. Falls kein Raster geladen wird, prüfen Sie die Verfügbarkeit hier: [www.swisstopo.admin.ch](http://www.swisstopo.admin.ch).

- *Import Höhenmodell (.tif):*
  - Mit dieser Funktion können Sie Ihre **eigene** Rasterdatei in das Projekt laden.
  - **Beachten Sie**, dass Sie nur eine Rasterdatei pro Projekt besitzen können. Die älteren Dateien werden jedes Mal - überschrieben. Verwenden Sie **nicht** den Standard-Import von QGIS. Die Rasterdatei muss einem spezifischen Namen - folgen, um im Plug-in verwendet werden zu können.
  - Falls Sie mehrere Rasterdateien benötigen, müssen Sie diese bei dieser Option zuerst zu einer Datei zusammenfügen. [Anleitung](#)
- *Import Orthophoto (@swisstopo):* Diese Funktion bezieht das Luftbild der Schweiz als WMS-Dienst. Das Luftbild kann bei der Netzdefinition und der Orientierung während derer helfen.

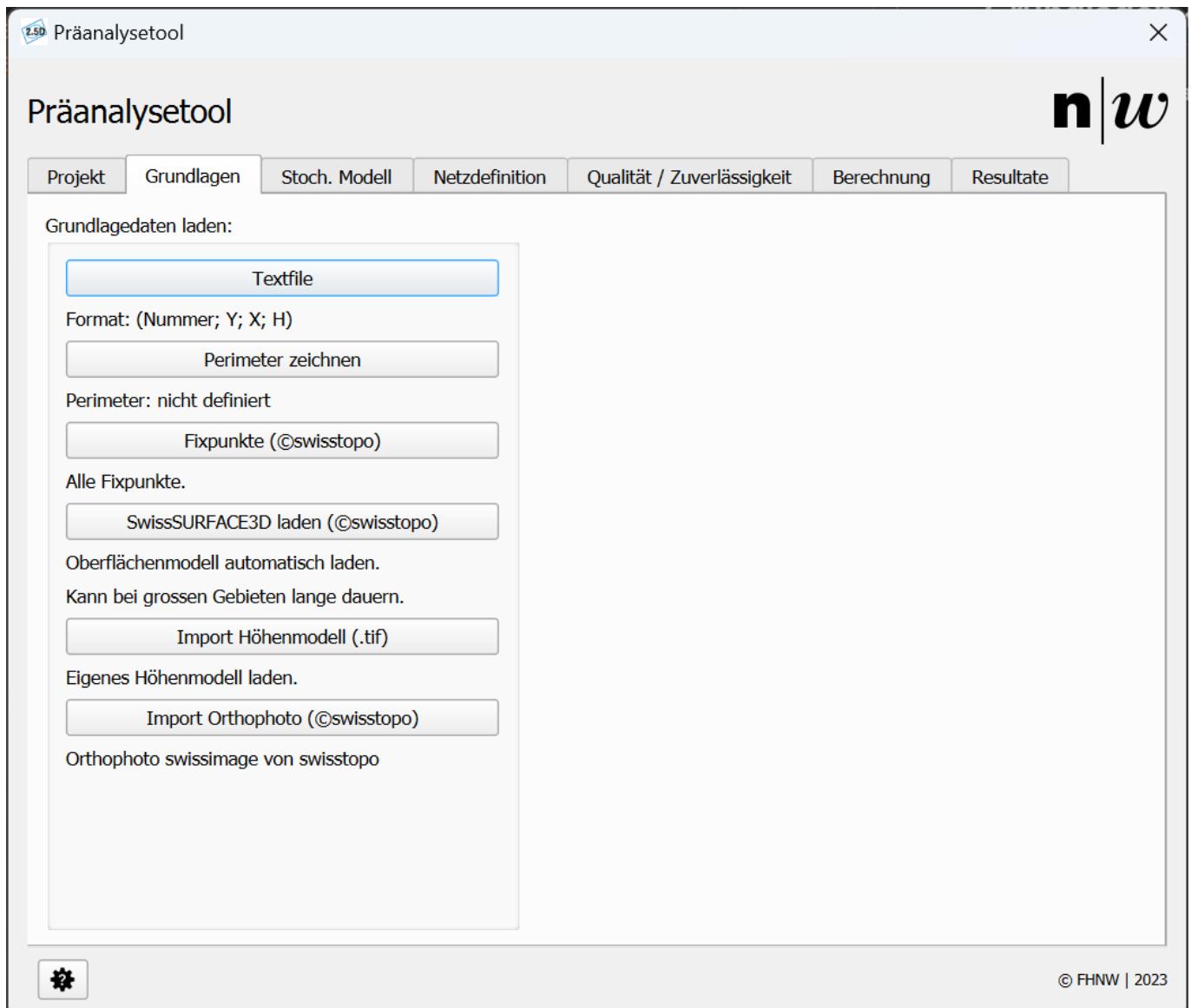


Abbildung 7: Bezug von Grundlagedaten.

## 6. Stochastisches Modell

Im Register *Stoch. Modell* (Stochastisches Modell) in Abbildung 8 werden die Genauigkeiten der Beobachtungskomponenten definiert. Für die Netzdefinition (nächstes Register) müssen Instrumente erstellt werden. Die Erstellung der Instrumente wird (in der Web-Version in Abbildung 8) demonstriert. In diesem Register stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

### 6.1. Lage und Höhe

- *Instrument hinzufügen:*  
Fügen Sie ein neues Instrument mit Name, Winkelgenauigkeit [mgon], Distanzgenauigkeit [mm], Distanzgenauigkeit [ppm] hinzu.
- *Instrument bearbeiten:*
  - Wählen Sie in der Liste ein Instrument aus und klicken Sie auf *Instrument bearbeiten*.
  - Sie können alle Eigenschaften des Instrumentes bearbeiten.
- *Instrument löschen:*
  - Wählen Sie in der Liste ein Instrument (die ganze Zeile) aus und klicken Sie auf *Instrument löschen*.
  - Das Instrument wird gelöscht.
  - Sie müssen mindestens ein anderes Instrument in der Liste haben.
  - Beim Löschen müssen Sie ein Ersatzinstrument auswählen.
- *Default Instrumente laden:*  
Mit Klick auf den Knopf *Default Instrumente laden* werden die Instrumente der Fachhochschule Nordwestschweiz (MS60 und SX12) mit den Genauigkeiten geladen.

### 6.2. Höhe

Anders als in LTOP werden die Genauigkeiten für die Höhe nicht für gegenseitige Beobachtungen, sondern für einseitige Beobachtungen eingegeben!

- *Sigma Refraktion:*  
Geben Sie die Genauigkeit der Refraktion ein. Diese wirkt sich auf die Genauigkeit der Höhe aus.
- *Sigma Instrumentenhöhe [mm]:*  
Geben Sie die Genauigkeit der Instrumentenhöhe ein.
- *Sigma Signalhöhe [mm]:*  
Geben Sie die Genauigkeit der Signalhöhe ein.

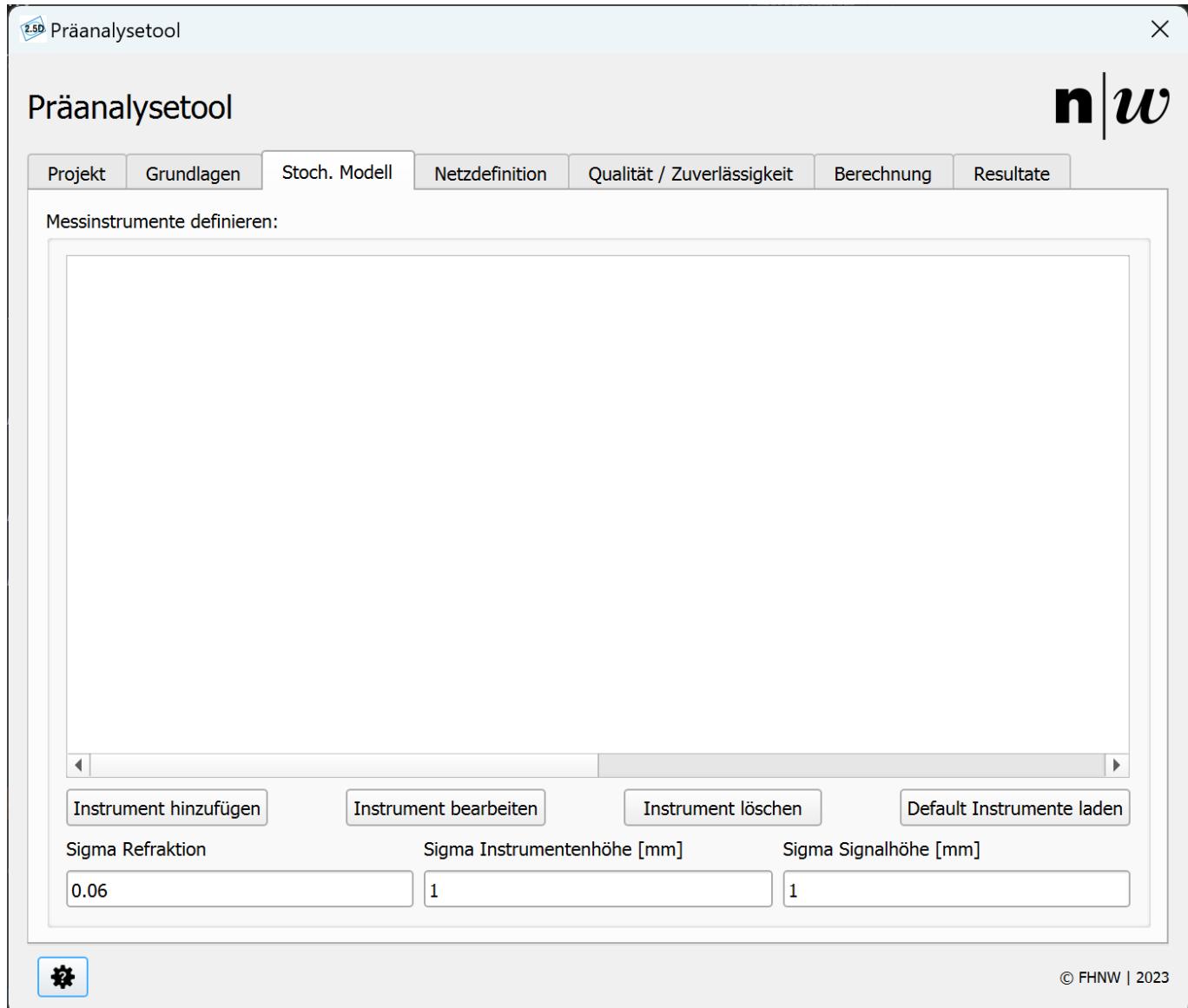


Abbildung 8: Definition stochatisches Modell.

---

## 7. Netzdefinition

In diesem Register wird die Netzdefinition erstellt. Voraussetzung ist, dass Sie den Perimeter erstellt und Instrumente mit ihren Genauigkeiten definiert haben. Wenn Sie die Web-Version des Benutzerhandbuchs verwenden, zeigt die Abbildung 9 den Arbeitsablauf der Netzdefinition. Verwenden Sie die PDF-Version des Benutzerhandbuchs, zeigt die Abbildung 9 die Ausgangslage für die Netzdefinition. Für die Netzdefinition stehen Ihnen folgende Optionen zur Verfügung:

### 7.1. Knoten

- *Knoten erfassen:*
  - Die Option *Knoten erfassen* kann durch Knopfdruck oder die Taste *K* aktiviert werden.
  - *Aus Grundlagedaten:*
    - Die Option *Aus Grundlagedaten* kann durch Klick in das Quadrat oder durch die Taste *G* umgeschaltet werden.
    - Wenn die Option *Aus Grundlagedaten* aktiviert ist, können importierte Fixpunkte verwendet werden.
    - Klicken Sie dafür auf einen Fixpunkt.
    - Die Punktnummer, die Koordinaten und die Punkthöhe werden automatisch übernommen.
    - Wählen Sie aus, ob es sich um einen Festpunkt oder um einen Neupunkt handelt.
  - *Aus Grundlagedaten:*
    - Wenn die Option *Aus Grundlagedaten* deaktiviert ist, können Punkte frei digitalisiert werden.
    - Die Koordinaten werden von der Position der Maus übernommen.
    - Die Höhe wird über eine API der swisstopo ([COGIS 2024a](#)) übernommen.
    - Die Punktnummer müssen Sie selbst vergeben. Achten Sie darauf, dass jede Punktnummer nur einmal vorkommt.
    - Wählen Sie aus, ob es sich um einen Festpunkt oder um einen Neupunkt handelt.
- *Knoten bearbeiten:*  
Diese Option erlaubt das Bearbeiten der Punkteigenschaften.
- *Knoten löschen:*
  - Verwenden sie diesen Knopf, um Knoten zu löschen.
  - Messungen und die dazugehörigen Sichtbarkeitsanalysen, welche an diesem Punkt angehängt sind, werden ebenfalls - gelöscht.
- *Punkthöhen von Raster:*
  - Wenn eine Rasterdatei vorhanden ist, können die Punkthöhen vom Raster abgegriffen werden.
  - Bereits vorhandene Höhen werden nicht überschrieben.
  - Punkte ausserhalb des Rasters erhalten die Höhe 0.

## 7.2. Beobachtungen

**Achtung:** Definieren Sie Ihr Netz so, dass für jeden Neupunkt eine Orientierungsunbekannte geschätzt werden kann. Ansonsten werden die Resultate der Berechnung entweder nicht möglich sein oder Fehler aufweisen.

- *Messung erfassen:*
  - Die Option *Messung erfassen* kann durch Klick auf den Knopf oder durch die Taste *M* aktiviert werden.
  - Erfassen Sie eine Beobachtung und führen Sie die Sichtbarkeitsanalyse (Schema der Sichtbarkeitsanalyse in Abbildung 10) durch.
  - Wählen Sie Start und Zielpunkt der Beobachtung aus. Klicken Sie dazu auf vorher digitalisierte Netzpunkte.
  - Anschliessend geben Sie an, welche Elemente der Beobachtung gemessen werden (Winkel, Distanz, Beide).
  - Wählen Sie, ob die Beobachtung gegenseitig oder einseitig erfolgt, wie oft die Messung getätigigt wird und welches Instrument die Messungen durchführt.
  - Sichtbarkeitsanalyse
    - *Sichtbarkeitsanalyse DEM:*  
Die Sichtbarkeitsanalyse wird auf dem Geländemodell durchgeführt. Dazu wird nicht das importierte Raster verwendet, sondern eine API der swisstopo ([COGIS 2024b](#)). Die Erdkrümmung wird kompensiert.
    - *Sichtbarkeitsanalyse DEM:*  
Die Sichtbarkeitsanalyse wird auf dem importierten Raster durchgeführt. Die Erdkrümmung wird kompensiert.
    - *Sichtbarkeitsanalyse keine:*  
Es wird keine Sichtbarkeitsanalyse durchgeführt. (am schnellsten)
- *Messung bearbeiten:*  
Bearbeiten Sie die Messanordnung, die Anzahl Messungen und das verwendete Instrument.
- *Messung löschen:*  
Löschen Sie gezeichnete Messungen. Die Sichtbarkeitsanalyse wird ebenfalls gelöscht.

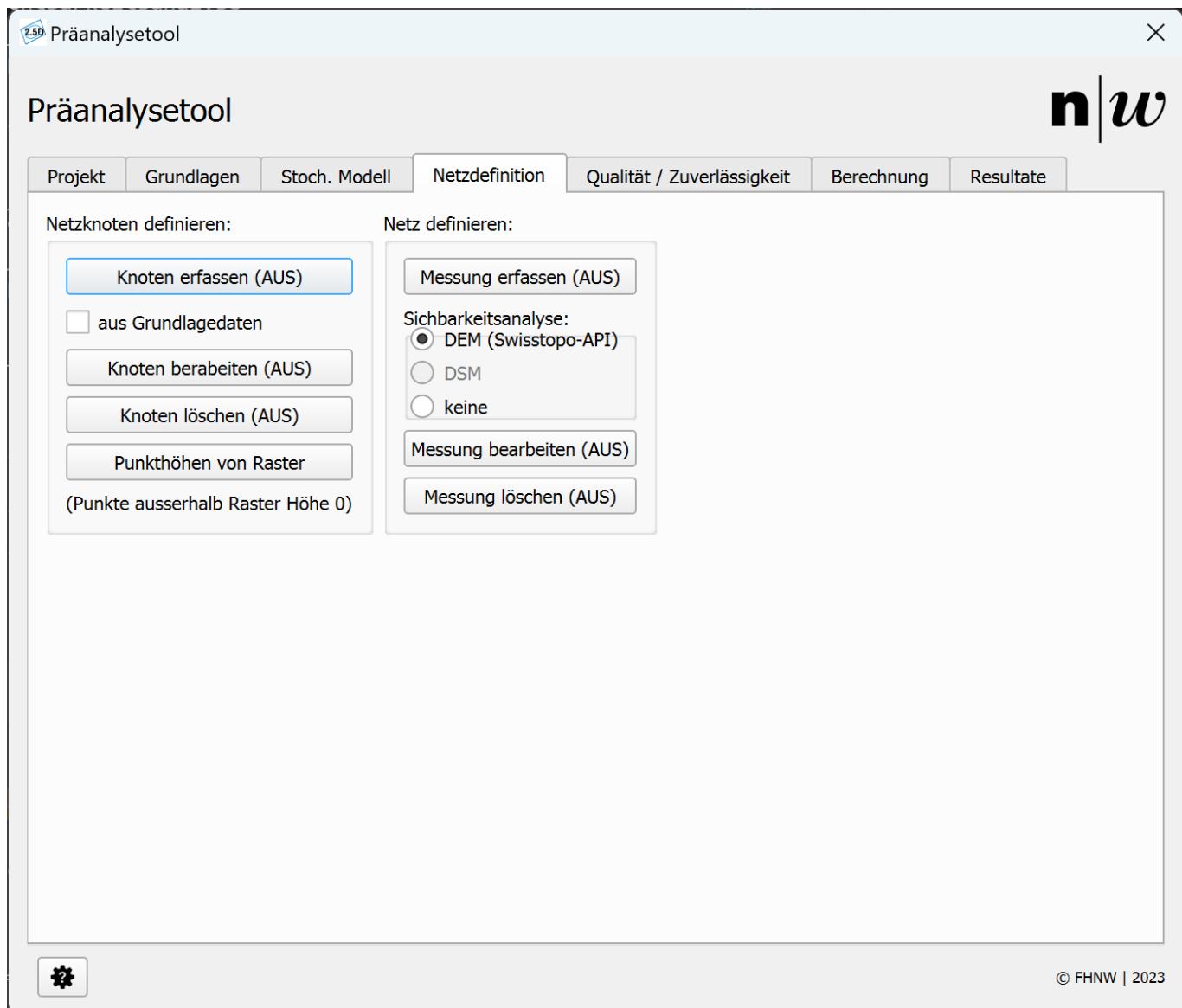


Abbildung 9: Netzdefinition.

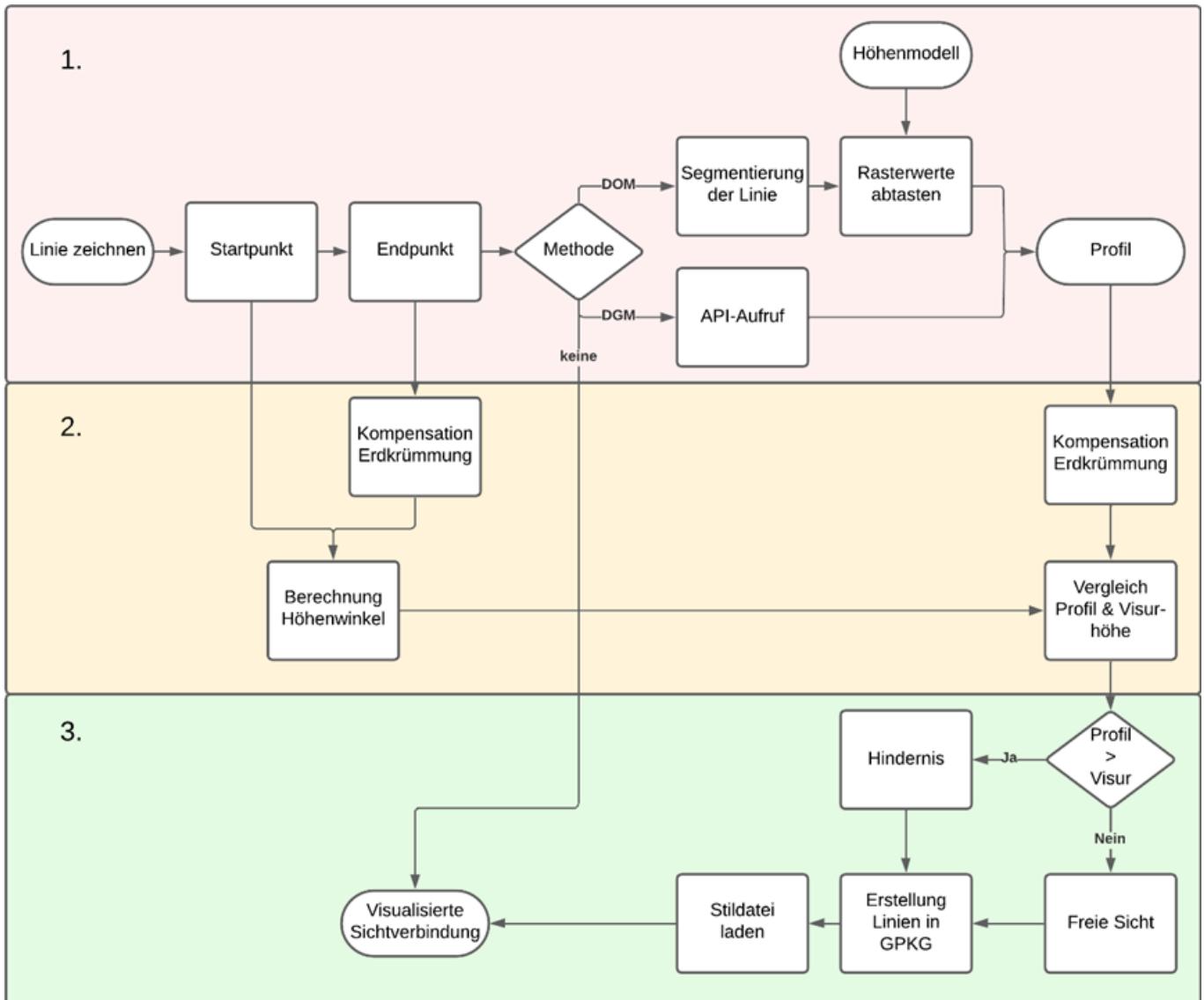


Abbildung 10: Schema Sichtbarkeitsanalyse.

## 8. Qualität und Zuverlässigkeit

In der Registerkarte *Qualität / Zuverlässigkeit* können Sie die Einstellungen bezüglich der Zuverlässigkeit und der Analyse der relativen Genauigkeit und Zuverlässigkeit machen. Wenn Sie die Web-Version des Benutzerhandbuchs verwenden, zeigt die Abbildung 11 den Arbeitsablauf im Register *Qualität / Zuverlässigkeit*. Verwenden Sie die PDF-Version des Benutzerhandbuchs, zeigt die Abbildung 11 die Ausgangslage im Register *Qualität / Zuverlässigkeit*. Ihnen stehen folgende Optionen zur Verfügung:

### 8.1. Zuverlässigkeit

- *Risiko 1. Art  $\alpha$ :*
  - Geben Sie das *Risiko 1. Art* an →  $w_i$  wird berechnet.
  - Alternativ können Sie  $w_i$  eingeben → *Risiko 1. Art* wird berechnet.
- *Risiko 2. Art  $\beta$ :*
  - Geben Sie das *Risiko 2. Art* an →  $d$  wird berechnet.
  - Alternativ können Sie  $d$  eingeben → *Risiko 2. Art* wird berechnet.
- Aus den entsprechenden Werten wird der Grenzwert für entdeckbare Fehler berechnet.

## 8.2. Relative Genauigkeit und relative Zuverlässigkeit

- *Hinzufügen:*

Durch Klick auf den Knopf *Hinzufügen* wird die Auswahl von zwei Neupunkten aktiviert. Wählen Sie diese, um zwischen den beiden Punkten die relative Genauigkeit und die relative Zuverlässigkeit zu berechnen.

**wichtig:**

- Wählen Sie zwei **Neupunkte** aus. Die Festpunkte sind unendlich genau und haben somit keinen Einfluss auf die relative Genauigkeit oder die relative Zuverlässigkeit.
- Sie können nicht zweimal denselben Punkt auswählen.
- Jedes Punktpaar kann nur einmal analysiert werden. Die relative Genauigkeit zwischen Punkt A und Punkt B ist dieselbe wie die zwischen Punkt B und Punkt A.

- *Entfernen:*

Wählen Sie eine Konfiguration in der Liste aus und klicken Sie auf den Knopf *Entfernen*, um die relative Genauigkeit zwischen den Punkten nicht mehr zu berechnen.

The screenshot shows the 'Präanalysetool' application window. At the top, there is a navigation bar with tabs: Projekt, Grundlagen, Stoch. Modell, Netzdefinition, Qualität / Zuverlässigkeit (which is currently selected), Berechnung, and Resultate. To the right of the tabs is the 'n|w' logo. Below the navigation bar, there are input fields for 'innere Zuverlässigkeit': 'Risiko 1. Art ( $\alpha$ ) in %:' with value '1.24', 'Risiko 2. Art ( $\beta$ ) in %:' with value '5', 'Wert  $\alpha$  (wi):' with value '2.5', 'Wert  $\beta$  (di):' with value '1.6', and 'Grenzwert entdeckbare Abweichungen:' with value '4.1'. Below these, under 'relative Genauigkeit', there is a table with columns 'id', 'von Pkt', and 'nach Pkt'. Two buttons are visible above the table: 'Hinzufügen' and 'Entfernen'. At the bottom left is a gear icon, and at the bottom right is the copyright notice '© FHNW | 2023'.

Abbildung 11: Einstellungen Qualität und Zuverlässigkeit.

## 9. Berechnung

In der Registerkarte *Berechnung* können Sie die Berechnung durchführen. Legen Sie dafür den Faktor für die Ellipsen fest. Dieser entscheidet, wie stark die Ellipsen für das Zeichnen in der Karte vergrössert werden. Auf die numerischen Resultate hat dies keinen Einfluss. Klicken Sie anschliessend auf die Schaltfläche *Präanalyse starten* oder drücken Sie die Tastenkombination *STRG + R*, um die Berechnung zu starten. Mit dem Knopf *Präanalyse löschen* können Sie die Berechnungen löschen. Die Netzdefinition und alle weiteren Einstellungen werden **nicht** gelöscht. Wenn Sie die Web-Version des Benutzerhandbuchs verwenden, zeigt die Abbildung 12 den Arbeitsablauf im Register *Berechnung*. Verwenden Sie die PDF-Version des Benutzerhandbuchs, zeigt die Abbildung 12 die Ausgangslage im Register *Berechnung*.

**Achtung:** Abhängig von der Grösse des definierten Netzes und der Leistungsfähigkeit Ihres Computers kann die Berechnung der Präanalyse eine Weile dauern.

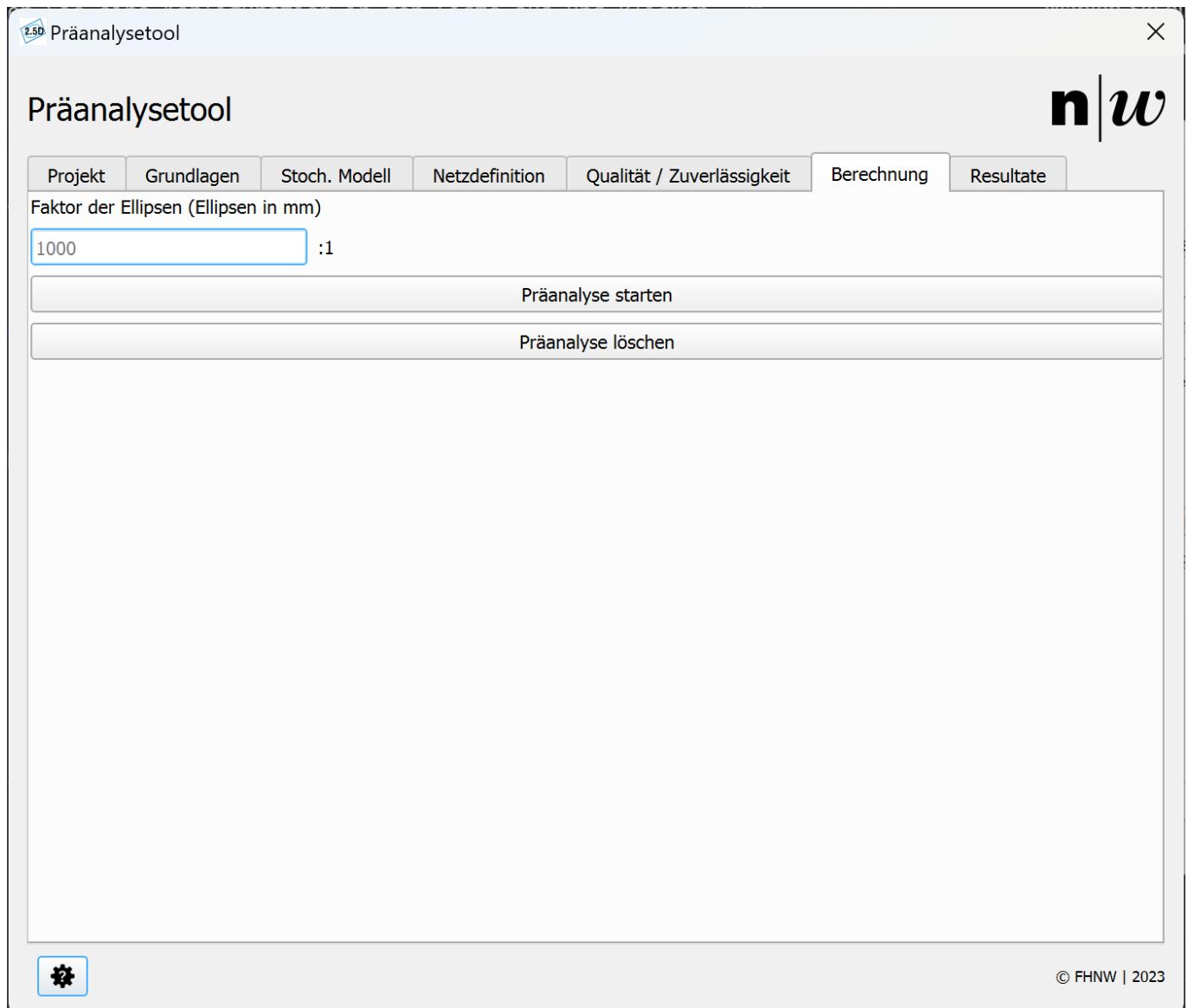


Abbildung 12: Berechnung der Präanalyse.

## 10. Resultate

Nachdem Sie die Berechnung der Präanalyse durchgeführt haben, werden die Resultate direkt in die Zeichenoberfläche von QGIS geladen. Dies ist in Abbildung 12 zu sehen. Die Layer werden im Ordner *layers* (siehe [Baumstruktur](#)) gespeichert.

Die numerische Darstellung der Resultate erfolgt in einer *.HTML*-Datei. Diese wird im Ordner *results* (siehe [Baumstruktur](#)) gespeichert. Die *.HTML*-Datei wird in das Register *Resultate* geladen. Wenn Sie die Web-Version des Benutzerhandbuchs verwenden, zeigt die Abbildung 13 das vollständige HTML-Dokument im Register *Resultate* und in einer Web-Anwendung. Verwenden Sie die PDF-Version des Benutzerhandbuchs, zeigt die Abbildung 13 den Anfang des Berechnungsprotokolls im Register *Resultate*.

**Beachten Sie**, dass nebst der *.HTML*-Datei eine *.css*-Datei und eine *.png*-Datei im Verzeichnis *results* liegen. Die *.css*-Datei ist für die Darstellung der Tabellen verantwortlich. Das Bild zeigt den die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Höhe in einem Diagramm.

The screenshot shows the 'Präanalysetool' application window. At the top, there's a navigation bar with tabs: Projekt, Grundlagen, Stoch. Modell, Netzdefinition, Qualität / Zuverlässigkeit, Berechnung, and Resultate. The Resultate tab is active. In the main content area, under 'Resultate Prräanalyse', there is a large title 'Resultate'. Below it, there are sections for 'Festpunkte:' (fixed points) listing 101; 102; and 'Neupunkte:' (new points) listing 201; 202;. There is also a section titled 'Instrumentenunabhängige Genauigkeiten' (independent of instrument accuracy) containing a table:

Unsicherheit Refraktion	0.06
Unsicherheit Instrumentenhöhe	1 mm
Unsicherheit Signalhöhe	1 mm

Below this, there is a section titled 'Genauigkeit Neupunkte' (accuracy of new points) with a sub-section 'Konfidenzellipse und Höhengenauigkeit' (confidence ellipse and height accuracy). A table header is shown:

Punkt	a in mm	b in mm	Omega in gon	h in mm	NA in mm	NB in mm	Az. NA in gon	NH i
-------	---------	---------	--------------	---------	----------	----------	---------------	------

At the bottom left is a gear icon for settings, and at the bottom right is a copyright notice: © FHNW | 2023.

Abbildung 13: Berechnung der Prräanalyse.

## 11. Literatur

COGIS (2024a): «API REST Services — GeoAdmin API 3.0 documentation. Height». URL: <https://api3.geo.admin.ch/services/sdiservices.html#height> [Stand: 25.3.2024].

COGIS (2024b): «API REST Services — GeoAdmin API 3.0 documentation. Profile». URL: <https://api3.geo.admin.ch/services/sdiservices.html#profile> [Stand: 29.3.2024].

geodienste (o. J.): «Amtliche Vermessung. WMS-Schnittstellen». URL: <https://www.geodienste.ch/services/av/info> [Stand: 29.3.2024].

swisstopo (2024): «swissSURFACE3D Raster». <https://www.swisstopo.admin.ch/de/hoehenmodell-swissurface3d-raster> [Stand: 30.3.2024].