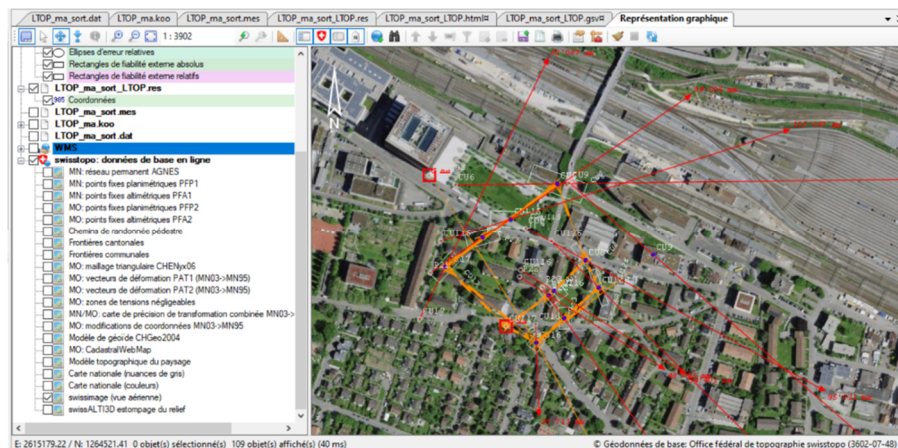


Tutorial GeoSuite – Module REFAME und TRANSINT



Stand: Mai 2024

Sebastian Condamin



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Landestopografie swisstopo

Titelbild: Grafische Darstellung einer Netzanlage mit dem GeoSuite-Modul LTOP

Impressum

© 2024 Bundesamt für Landestopografie swisstopo

Redaktion:
Bundesamt für Landestopografie swisstopo
Bereich Vermessung
Seftigenstrasse 264
CH-3084 Wabern

Telefon: +41 58 469 01 11
E-Mail: vermessung@swisstopo.ch



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	2
2. Koordinatenvergleich	3
2.1. Ausgangsdaten	3
2.2. Ablauf	3
2.3. Resultate	5
3. Modul REFRAME	9
3.1. Ausgangsdaten	9
3.2. Ablauf	9
3.3. Resultate	18
4. Modul TRANSINT	20
4.1. Ausgangsdaten	20
4.2. Ablauf	20
4.3. Resultate	27
Literaturverzeichnis	30



1. Einleitung

Dieses Tutorial wurde mit GeoSuite 1.6 Version 1.6.4351 (27.06.2023) - x64 entwickelt und auf die Version 1.6.4675 (16.05.2024) aktualisiert. Es bietet einen Einstieg in die Verwendung von GeoSuite. Der Fokus liegt auf den Berechnungsmodulen REFRAME und TRANSINT. Die dazugehörigen Daten dürfen nur zu Schulungszwecken verwendet werden. Für die Richtigkeit der Datensätze und Beispiele wird keine Gewähr übernommen.

In diesem Tutorial wird auf bestimmte Funktionen von GeoSuite detaillierter eingegangen. Einen Überblick über sämtliche Funktionen bietet das entsprechende Manual von Condamin, Guerdat, Marti, and Ray (2022). Das Manual ist direkt in GeoSuite aufrufbar unter «?» → «Benutzerhandbuch».

Die in diesem Tutorial vorgestellten Lösungen dienen hauptsächlich dazu, bestimmte Fälle zu veranschaulichen und sich mit der Verwendung von GeoSuite vertraut zu machen. Es ist wichtig zu beachten, dass es für geodätische Berechnung unter Umständen verschiedene Lösungen gibt. Es sind somit durchaus auch andere ebenfalls korrekte Lösungen denkbar.

Für die Arbeit mit dem Modul LTOP ist ein separates Tutorial in deutscher und französischer Sprache vorhanden (Condamin & Smolik, 2023; Smolik, 2023).



2. Koordinatenvergleich

Die Koordinaten in zwei CSV-Dateien sollen verglichen werden.

2.1. Ausgangsdaten

EP1.csv und EP2.csv

2.2. Ablauf

Mit folgenden Schritten können zwei Koordinatenlisten verglichen werden:

- GeoSuite starten
- Beide Dateien in GeoSuite öffnen (per Drag & Drop ins Fenster ziehen)

The screenshot shows the GeoSuite application window titled "EP2.csv - swisstopo GeoSuite application". The menu bar includes "Datei", "Bearbeiten", "Ansicht", "Format", "Projekt", "Berechnung", "Werkzeuge", "Fenster", and "?". The toolbar contains various icons for file operations, navigation, and editing. The "Projekt" pane on the left shows "(kein Projekt geöffnet)". The main window displays a table with the following data:

[Os]	Name	Ost [m]	Nord [m]	Höhe [m]
1	A	2 615 264.580	12 649 17.276	277.684
2	B	2 615 324.929	12 648 79.950	277.526
3	C	2 615 357.292	12 649 33.908	276.822
4	D	2 615 298.146	12 649 70.283	277.698



«Datei» → «Vergleichen...»

EP2.csv - swisstopo GeoSuite application

Datei Bearbeiten Ansicht Format Projekt Berechnung Werkzeuge Fenster ?

Neu... Strg+N
Öffnen... Strg+O
Schreibgeschützt öffnen...
Schliessen Strg+F4
Alle schliessen
Schreibgeschützt
Speichern Strg+S
Speichern unter... F12
Alle speichern Strg+Umschalttaste+S
Umbenennen...
Importieren... Strg+I
Konvertieren
Exportieren... Strg+E
Vergleichen...
Seite einrichten...
Druckansicht... Alt+P
Drucken... Strg+P
Letzte Dateien
Letzte Projekte
Beenden Alt+F4

Grafische Darstellung EP1.csv EP2.csv

(Os)	Name	Ost [m]	Nord [m]	Höhe [m]
1	A	2 6152 64.580	12 64917.276	277.684
2	B	2 615324.929	12 64879.950	277.526
3	C	2 615357.292	12 64933.908	276.822
4	D	2 615298.146	12 64970.283	277.698



Den Dateivergleich konfigurieren. Darauf achten, dass beide Dateien ausgewählt sind:

Dateivergleich

Vergleichsparameter:

☒ Jede Datei mit der ersten vergleichen ☐ Jede Datei mit der vorherigen vergleichen (nacheinander)

Vergleichstyp: Koordinaten

☐ Durchschnittskordinaten berechnen (zusätzliche Datei)

☐ Vorläufige Translation der ersten Datei berechnen:

E/X/Länge: 2000000.0 N/Y/Breite: 1000000.0 H/Z: 0.0

Anwenden an

	Datei	Ordner
☒ 1.	EP2.csv	C:_LOCAL_WORK\...LTOP_Tutorial\V...
☒ 2.	EP1.csv	C:_LOCAL_WORK\...LTOP_Tutorial\V...

☒ Alles (de)selektieren ↑ Nach oben ↓ Nach unten

Durchführen Abbrechen

2.3. Resultate

Ein tabellarischer Vergleich:

Dateivergleich (Differenz)

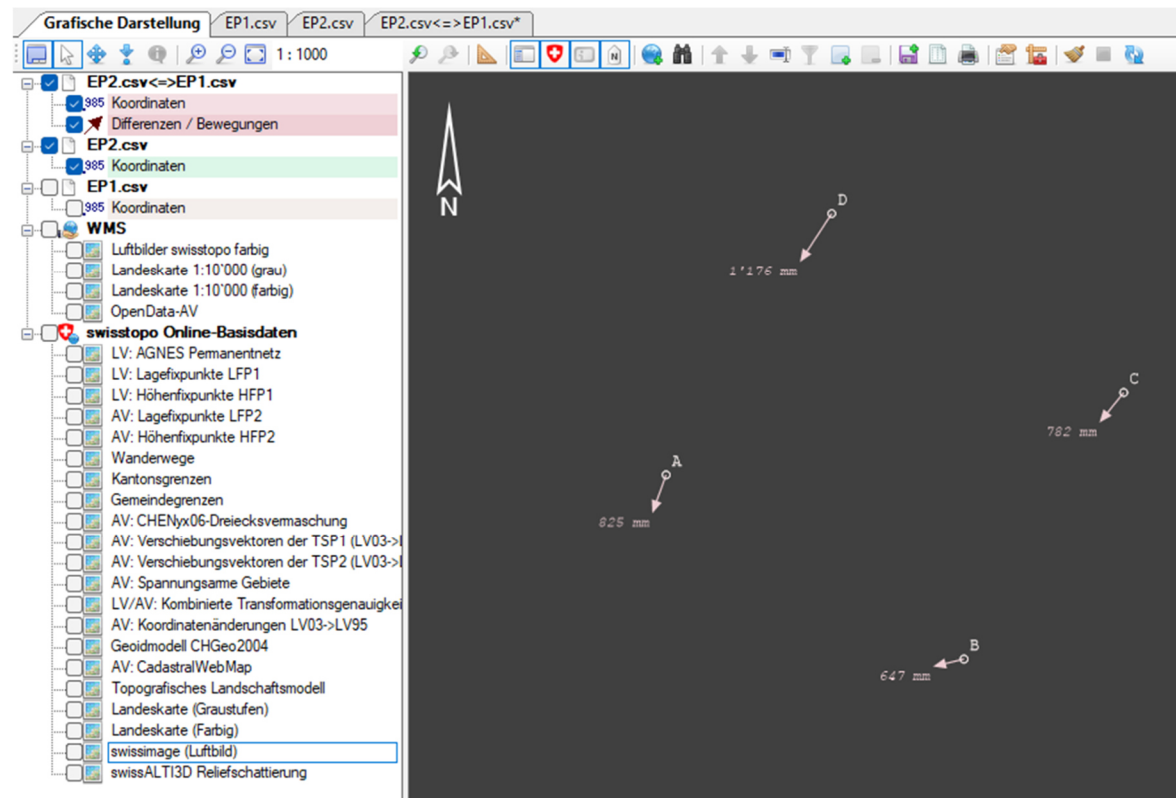
Diese Datei ist das Resultat einer Berechnung: **Dateivergleich (Differenz)**

(0s)	Punktname	Diff. Ost [m]	Diff. Nord [m]	Diff. Höhe [m]
1	A	-0.2800	-0.7760	-0.9835
2	B	-0.6290	-0.1500	-0.8257
3	C	-0.4920	-0.6080	-0.1215
4	D	-0.6460	-0.9830	-0.9985

Dieser kann z. B. als CSV-Datei exportiert werden.

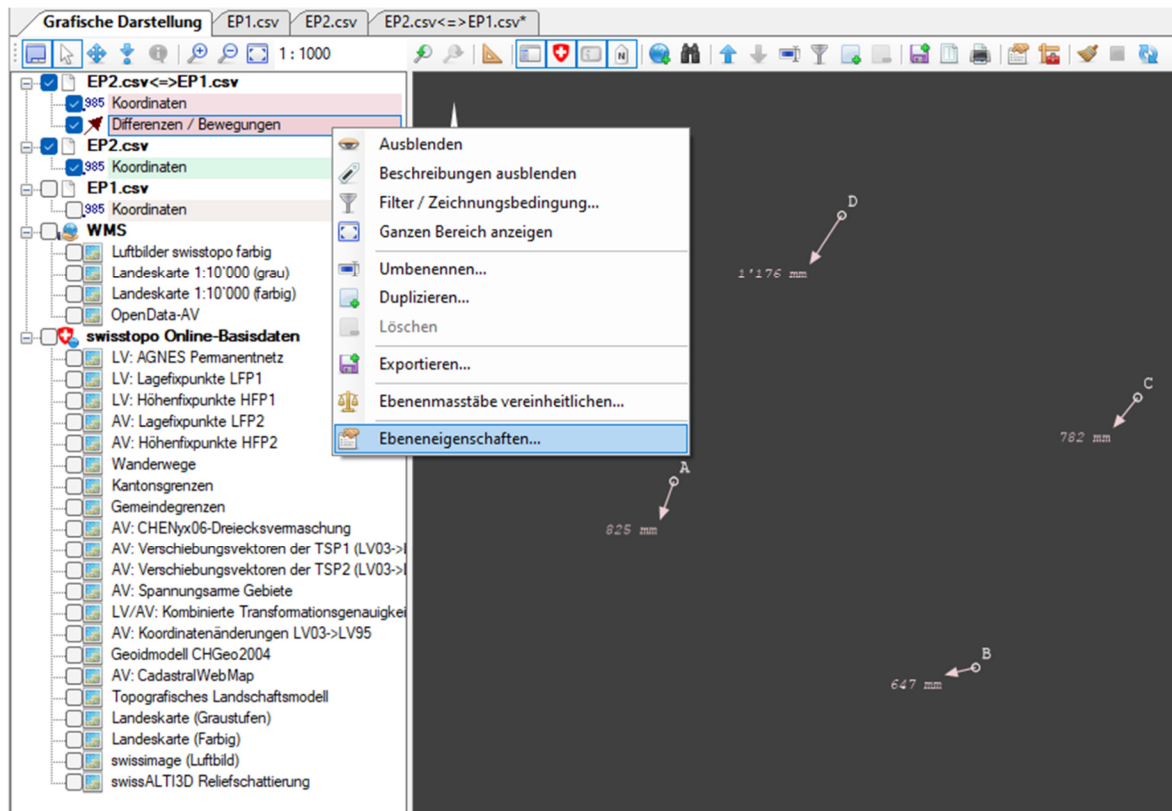


Eine grafische Darstellung mit Vektoren:

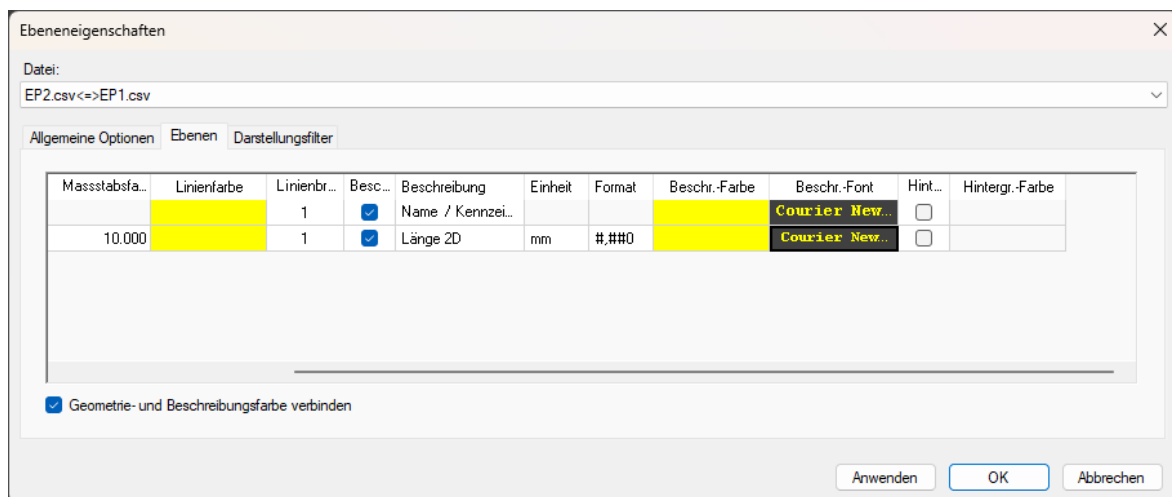




Diese Darstellung kann über «Ebeneneigenschaften» konfiguriert werden:

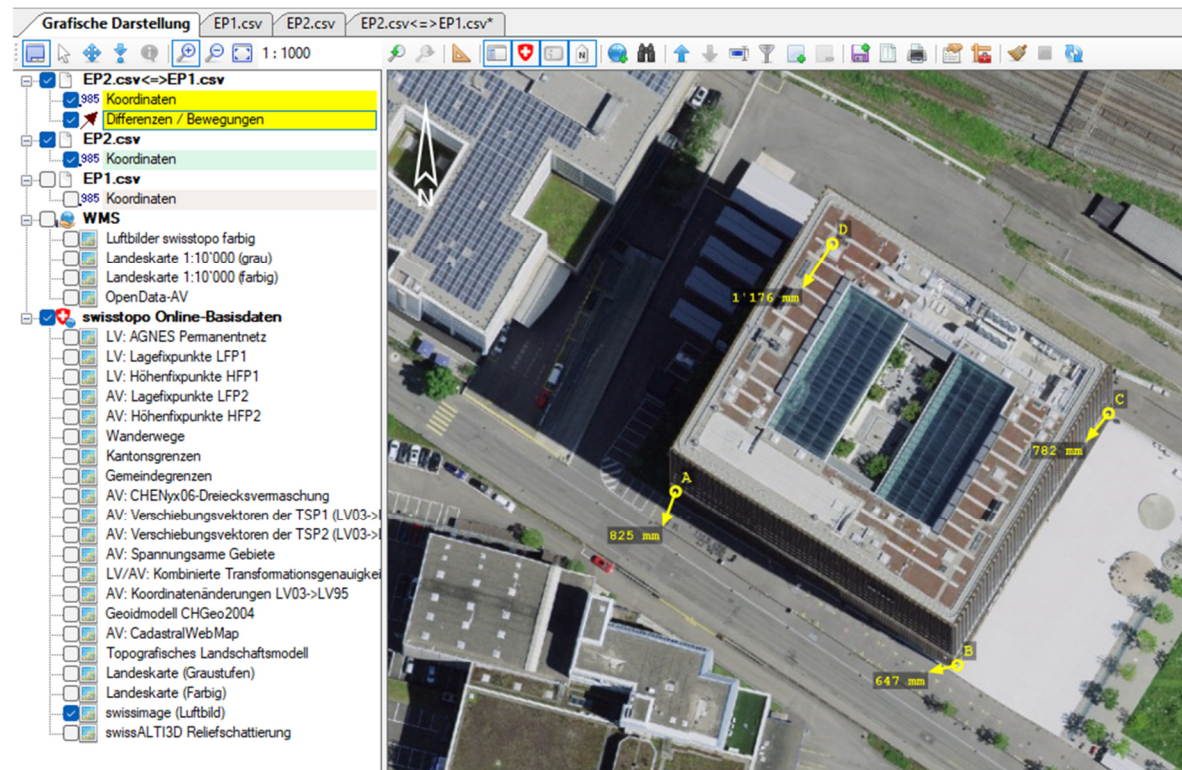


Linien-, Textfarbe, etc. können hier konfiguriert werden:

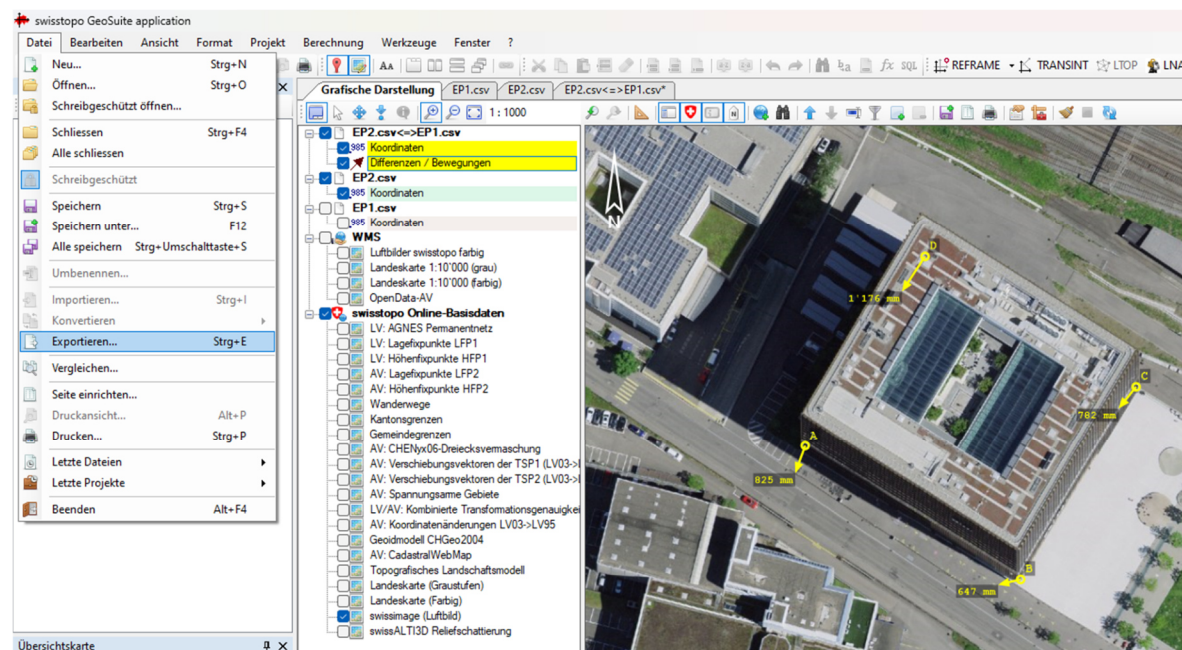




Zudem können diverse Hintergrundkarten wie Luftbilder oder Landeskarten dazugeladen werden:



Über «Datei» → «Exportieren...» kann ein pdf oder dxf exportiert werden:





3. Modul REFRAME

Bei der Auswertung einer Befliegung zu Erstellung von airborne Laserscanning-Punktwolken stellt sich die Frage, zu welchem Zeitpunkt die Daten von LHN95 nach LN02 transformiert werden sollen. Im konkreten Projekt bieten sich folgende Möglichkeiten an:

- Transformation der Trajektorie des Flugzeugs (Flughöhe ca. 1000 m über Grund)
- Transformation der definitiven Punktwolke

Dies sollen mit einem kurzen Test geprüft werden. Über das Projektgebiet wird ein Gitter generiert und die Transformation wird auf beiden Höhen durchgeführt und die Resultate verglichen und beurteilt.

3.1. Ausgangsdaten

Projektgebiet: 2570000 1180000 bis 2580000 1190000

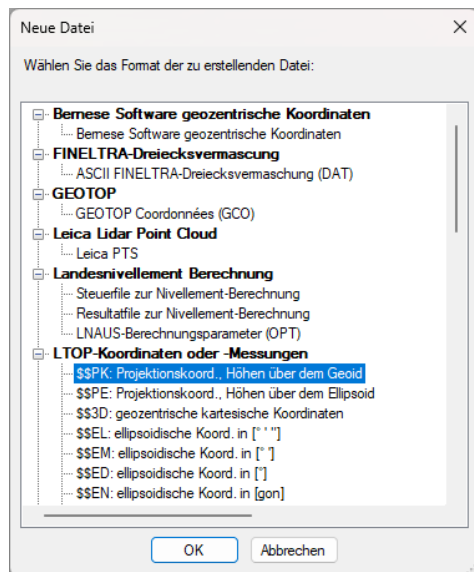
Mittlere Höhe des Geländes: 500 m ü. M.

Geplante Flughöhe: 1000 m ü. Grund

3.2. Ablauf

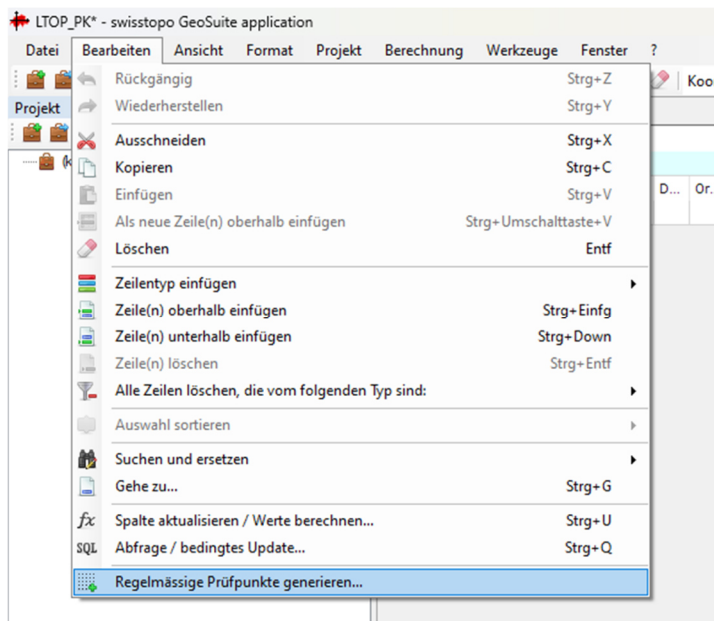
Noch kein GeoSuite-Projekt erstellen.

Über «Datei» → «Neu» eine neue Datei erstellen (z. B. eine LTOP-Koordinatendatei):

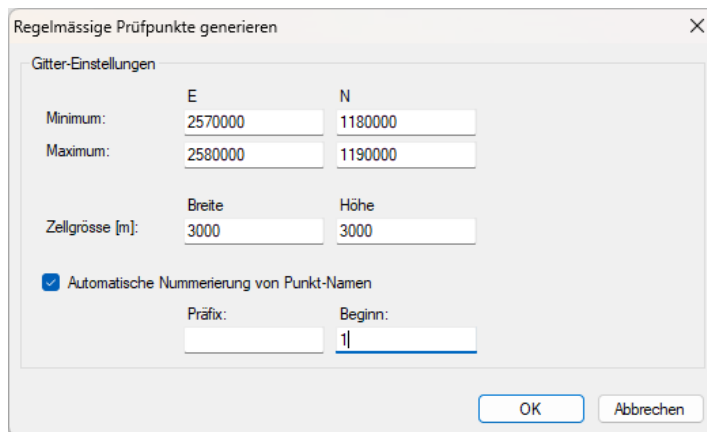




Über «Bearbeiten» → «Regelmässige Prüfpunkte generieren» aufrufen:



Das Projektgebiet definieren (Raster 3 x 3 km):





Das ergibt folgende Koordinatenliste:

LTOP_PK*									
(0s)	Dateityp	Titel							
1	\$\$\$PK								
	Punktname	Typ / Epoche	D...	Or...	K...	Ost [m]	Nord [m]	H...	Höhe [m] He
2	1					2570000.0000	1180000.0000		
3	2					2570000.0000	1183000.0000		
4	3					2570000.0000	1186000.0000		
5	4					2570000.0000	1189000.0000		
6	5					2573000.0000	1180000.0000		
7	6					2573000.0000	1183000.0000		
8	7					2573000.0000	1186000.0000		
9	8					2573000.0000	1189000.0000		
10	9					2576000.0000	1180000.0000		
11	10					2576000.0000	1183000.0000		
12	11					2576000.0000	1186000.0000		
13	12					2576000.0000	1189000.0000		
14	13					2579000.0000	1180000.0000		
15	14					2579000.0000	1183000.0000		
16	15					2579000.0000	1186000.0000		
17	16					2579000.0000	1189000.0000		

Die Spalte «Höhe» markieren, mit der rechten Maustaste auf die Spaltenüberschrift klicken und «Spalte aktualisieren / Werte berechnen» wählen:

LTOP_PK*									
(0s)	Dateityp	Titel							
1	\$\$\$PK								
	Punktname	Typ / Epoche	D...	Or...	K...	Ost [m]	Nord [m]	H...	Höhe [m] He
2	1					2570000.0000	1180000.0000		
3	2					2570000.0000	1183000.0000		
4	3					2570000.0000	1186000.0000		
5	4					2570000.0000	1189000.0000		
6	5					2573000.0000	1180000.0000		
7	6					2573000.0000	1183000.0000		
8	7					2573000.0000	1186000.0000		
9	8					2573000.0000	1189000.0000		
10	9					2576000.0000	1180000.0000		
11	10					2576000.0000	1183000.0000		
12	11					2576000.0000	1186000.0000		
13	12					2576000.0000	1189000.0000		
14	13					2579000.0000	1180000.0000		
15	14					2579000.0000	1183000.0000		
16	15					2579000.0000	1186000.0000		
17	16					2579000.0000	1189000.0000		

Höhe [m]

Ausschneiden

Kopieren

Einfügen

Als neue Zeile(n) oberhalb einfügen

Löschen

Zeilentyp einfügen

Zeile(n) oberhalb einfügen

Zeile(n) unterhalb einfügen

Zeile(n) löschen

Auswahl sortieren

Gehe zu...

Suchen und ersetzen

fx Spalte aktualisieren / Werte berechnen...

SQL Abfrage / bedingtes Update...

Struktur und Inhalt der aktuellen Datei überprüfen

Schriftart...

Ausgewählte Zellen automatisch anpassen

Seite einrichten...



Den Wert «500» eingeben und bestätigen:

Spalte aktualisieren / Werte berechnen

Geben Sie einen Wert oder einen Term ein, um die ausgewählte(n) Spalte(n) zu verändern:

500

Anmerkung: Verwenden Sie die rechte Maustaste, um Funktionen, Konstanten, Variablen, usw. einzufügen. Verwenden Sie "", um einen numerischen Wert in einen String zu konvertieren und zu verknüpfen.

Überprüfen

Anwenden auf:

☒ Aktive Auswahl

☐ Aktuelle Gruppe (gleicher Linientyp)

☐ Alle Felder mit "Höhe [m]" benannten Felder in der Datei

OK Abbrechen

Nun haben alle Punkte die Höhe 500:

ITOP_PK*										
(0s)	Dateityp	Titel								
1	\$\$\$PK									
	Punktname	Typ / Epoche	D...	Or...	K...	Ost [m]	Nord [m]	H...	Höhe [m]	Her...
2	1					2570000.0000	1180000.0000		500.0000	
3	2					2570000.0000	1183000.0000		500.0000	
4	3					2570000.0000	1186000.0000		500.0000	
5	4					2570000.0000	1189000.0000		500.0000	
6	5					2573000.0000	1180000.0000		500.0000	
7	6					2573000.0000	1183000.0000		500.0000	
8	7					2573000.0000	1186000.0000		500.0000	
9	8					2573000.0000	1189000.0000		500.0000	
10	9					2576000.0000	1180000.0000		500.0000	
11	10					2576000.0000	1183000.0000		500.0000	
12	11					2576000.0000	1186000.0000		500.0000	
13	12					2576000.0000	1189000.0000		500.0000	
14	13					2579000.0000	1180000.0000		500.0000	
15	14					2579000.0000	1183000.0000		500.0000	
16	15					2579000.0000	1186000.0000		500.0000	
17	16					2579000.0000	1189000.0000		500.0000	

Die Datei unter dem Namen «Bodenpunkte.koo» speichern. Eine Kopie der Datei erstellen und mit «Trajektoriepunkte.koo» benennen und öffnen.



Nun in der Datei «Trajektoriepunkte.koo» wiederum die Spalte «Höhe» markieren, mit der rechten Maustaste auf die Spaltenüberschrift klicken und «Spalte aktualisieren / Werte berechnen» wählen:

The screenshot shows the GeoSuite interface with a table titled «Trajektoriepunkte.koo». The table has columns: (0s), Dateityp, Titel, Punktnamen, Typ / Epoche, D..., Or..., K..., Ost [m], Nord [m], H..., Höhe [m], Her..., C..., Geoidabsta..., Her..., Ell..., ETA..., XI [cc], H..., E..., XI..., H..., R... The table contains 17 rows of data. A right-click context menu is open over the «Höhe [m]» column header. The menu options include: Ausschneiden, Kopieren, Einfügen, Als neue Zeile(n) oberhalb einfügen, Löschen, Zeilentyp einfügen, Zeile(n) oberhalb einfügen, Zeile(n) unterhalb einfügen, Zeile(n) löschen, Auswahl sortieren, Gehe zu..., Suchen und ersetzen, Spalte aktualisieren / Werte berechnen... (highlighted), Abfrage / bedingtes Update..., Struktur und Inhalt der aktuellen Datei überprüfen, Schriftart..., and Ausgewählte Zellen automatisch anpassen. The «Spalte aktualisieren / Werte berechnen...» option is highlighted in blue.

Um den Werten in der Spalte «Höhe» 1000 m hinzuzufügen, kann wie folgt vorgegangen werden: Mit der rechten Maustaste ins Textfeld klicken → «Spalten (Felder)» → «9 – Höhe [m]» auswählen:

The screenshot shows the «Spalte aktualisieren / Werte berechnen» dialog box. It has a text input field for a value or term. Below the input field is an «Überprüfen» button. There is an «Anmerkung» section with text: «Verwenden Sie die rechte Maustaste, um die ausgewählte(n) Spalte(n) zu verändern:». Below this is an «Anwenden auf» section with three radio buttons: «Aktive Auswahl» (selected), «Aktuelle Gruppe (gleicher Linientyp)», and «Alle Felder mit "Höhe [m]" benannten Felder in der Datei». There are «OK» and «Abbrechen» buttons at the bottom. A right-click context menu is open over the «Höhe [m]» column header, showing a list of columns: 1 - Punktnamen, 2 - Typ / Epoche, 3 - Datum, 4 - Ordnung, 5 - Karte, 6 - Ost [m], 7 - Nord [m], 8 - Herkunft Lage, 9 - Höhe [m] (highlighted), 10 - Herkunft Höhe, 11 - Code (Koordinaten), 12 - Geoidabstand [m], 13 - Herkunft Geoid, 14 - Ellipsoid (Code), 15 - ETA [cc], 16 - XI [cc], 17 - Herkunft Lotabweichung (in Höhe H), 18 - ETA0 [cc], 19 - XI0 [cc], 20 - Herkunft Lotabweichung (auf Meereshöhe), 21 - Raumtri, 22 - Fortlaufende Nummerierung (GNSS-Software), 23 - Flag (GNSS), 24 - Session (GNSS), 25 - Zone, and 26 - Kommentar.



Dann «+1000» ergänzen und bestätigen:

Spalte aktualisieren / Werte berechnen

Geben Sie einen Wert oder einen Term ein, um die ausgewählte(n) Spalte(n) zu verändern:

[9]+1000

Anmerkung: Verwenden Sie die rechte Maustaste, um Funktionen, Konstanten, Variablen, usw. einzufügen. Verwenden Sie "", um einen numerischen Wert in einen String zu konvertieren und zu verknüpfen.

Überprüfen

Anwenden auf:

☒ Aktive Auswahl

☐ Aktuelle Gruppe (gleicher Linientyp)

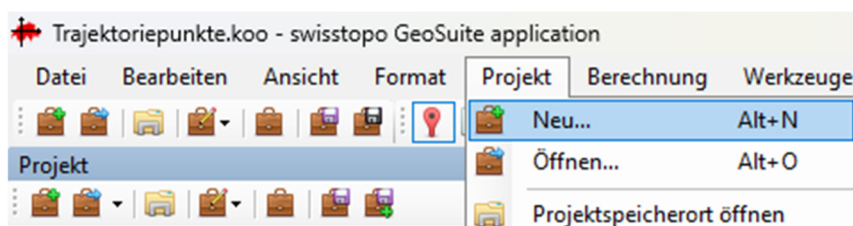
☐ Alle Felder mit "Höhe [m]" benannten Felder in der Datei

OK Abbrechen

Somit erhalten in der zweiten Datei alle Punkte die Höhe 1500:

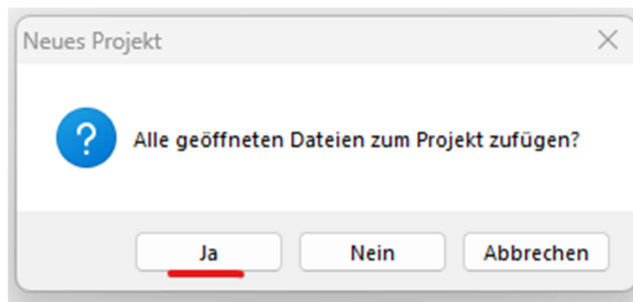
Bodenpunkte.koo		Trajektoriepunkte.koo									
(0s)	Dateityp	Titel									
1	\$\$\$PK										
	Punktname	Typ / Epoche	D...	Or...	K...	Ost [m]	Nord [m]	H...	Höhe [m]	Her.	
2	1					2570000.0000	1180000.0000		1500.0000		
3	2					2570000.0000	1183000.0000		1500.0000		
4	3					2570000.0000	1186000.0000		1500.0000		
5	4					2570000.0000	1189000.0000		1500.0000		
6	5					2573000.0000	1180000.0000		1500.0000		
7	6					2573000.0000	1183000.0000		1500.0000		
8	7					2573000.0000	1186000.0000		1500.0000		
9	8					2573000.0000	1189000.0000		1500.0000		
10	9					2576000.0000	1180000.0000		1500.0000		
11	10					2576000.0000	1183000.0000		1500.0000		
12	11					2576000.0000	1186000.0000		1500.0000		
13	12					2576000.0000	1189000.0000		1500.0000		
14	13					2579000.0000	1180000.0000		1500.0000		
15	14					2579000.0000	1183000.0000		1500.0000		
16	15					2579000.0000	1186000.0000		1500.0000		
17	16					2579000.0000	1189000.0000		1500.0000		

Nun über «Projekt» → «Neu» ein GeoSuite-Projekt erstellen:

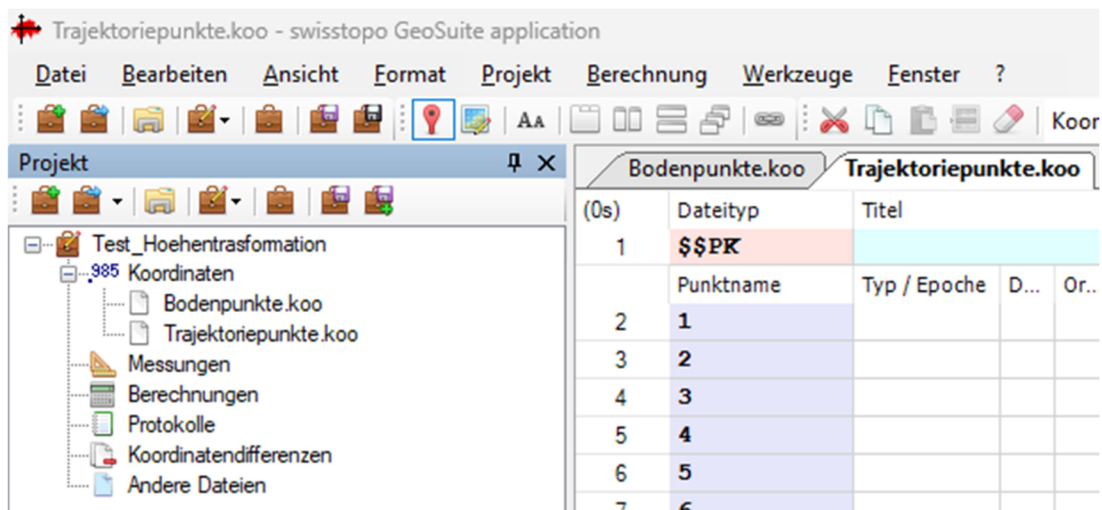




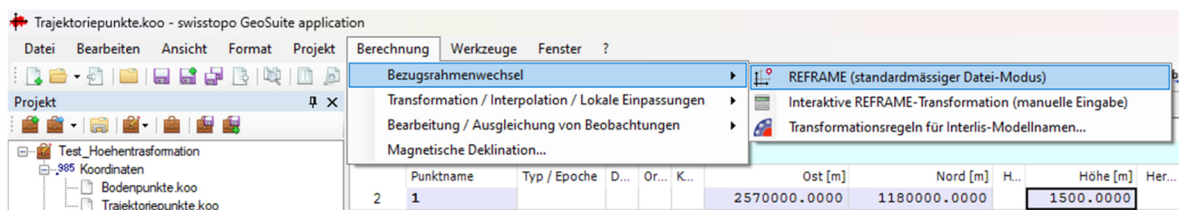
Die Frage ob die offenen Dateien dem Projekt hinzugefügt werden sollen mit «Ja» beantworten:



Nach dem Speichern des Projekts präsentiert sich die Darstellung wie folgt:



Nun über «Berechnung» → «Bezugsrahmenwechsel» → «REFRAME (standardmässiger Datei-Modus)» das Modul REFRAME starten:





Nun die Lage-Transformation deaktivieren, die Höhen-Transformation von LHN95 nach LN02 aktivieren und beide Dateien auswählen (Bei älteren GeoSuite-Version kann es zu Problemen führen, wenn mehrere Dateien ausgewählt werden. Dann die Dateien einzeln transformieren oder noch besser auf die aktuelle GeoSuite-Version wechseln):

REFRAME - Bezugsrahmenwechsel

Interactive calculation

Berechnungsparameter

☐ Lage-Transformation

Input: Landeskoordinaten LV95 (CH1903+) Format: LV95 (Bem=2600/1200 km)

Output: Format:

☒ Höhen-Transformation

Input: Landeshöhennetz LHN95 (orthometrische Höhen, CHGeo2004)

Output: Landesnivellement LN02 (Gebrauchshöhen)

☐ Datei mit Koordinatendifferenzen generieren (ohne E0-/N0-Verschiebungen)

☐ Anwenden an

Datei	Ordner
☒ Bodenpunkte.koo	C:_DATA\REFRAME\proj\data
☒ Trajektoriepunkte.koo	C:_DATA\REFRAME\proj\data

Durchführen Abbrechen

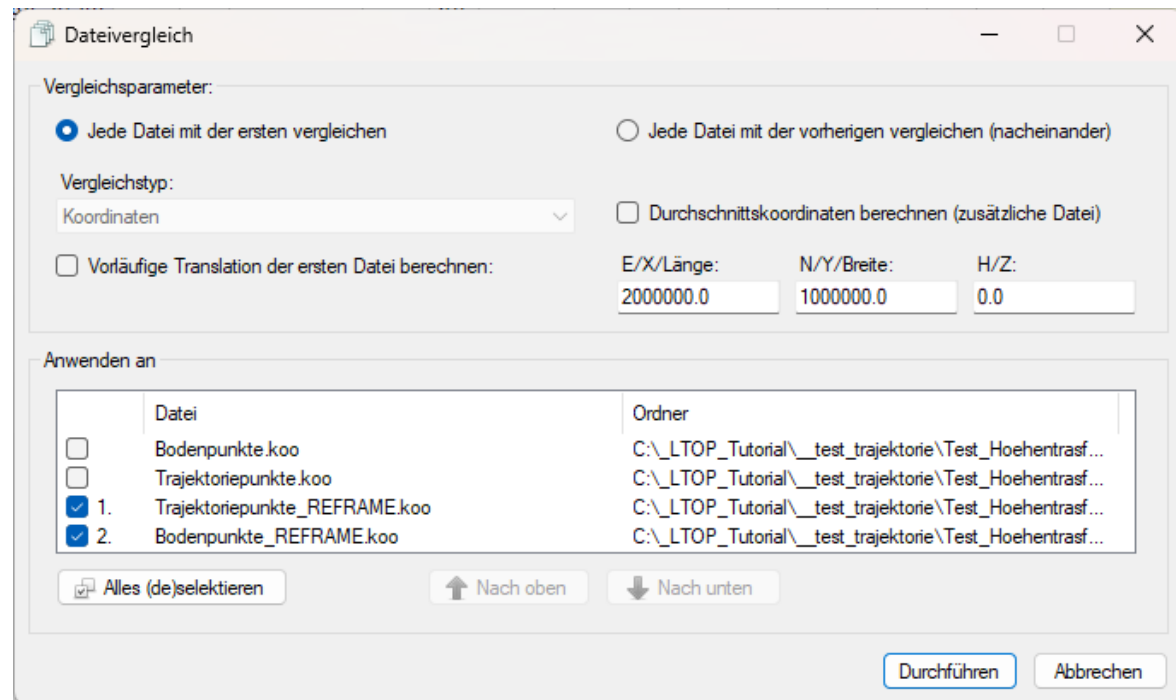
Nachdem beide Dateien transformiert wurden, sind zwei neue koo-Dateien mit dem Namen «_REFRAME» vorhanden:

Kleiner Exkurs: Zum transformieren mehrerer Dateien bietet sich auch der Batch-Modus unter «Werkzeuge» → «Batch-Transformation» an.

Nun die Dateivergleichsfunktion (vgl. Kapitel 2) unter «Datei» → «Vergleichen» starten:

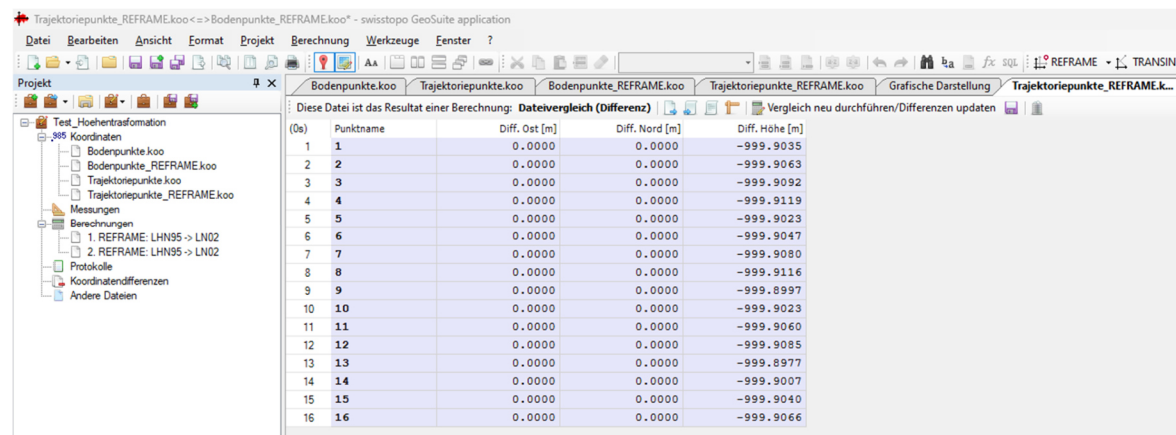


Hier die beiden transformierten Dateien auswählen (Dateiname mit «_REFRAME»):



3.3. Resultate

Da keine Lagetransformation durchgeführt wurde, ist die grafische Darstellung hier nicht besonders interessant. Die tabellarische Darstellung präsentiert sich hingegen wie folgt:



Es ist sofort ersichtlich, dass die Höhendifferenz nicht den eingeführten 1000 m entspricht, sondern um rund 10 cm davon abweicht (die Daten können per Rechtsklick kopiert und z. B. in Excel eingefügt und genauer analysiert werden).

Es stellen sich somit zwei Fragen:

- Woher kommen die ca. 10 cm Abweichung?
- Wie soll die Transformation nun am besten durchgeführt werden?



Diese Fragen können wie folgt beantwortet werden:

- Die Transformation von LHN95 nach LN02 erfolgt mit dem Algorithmus HTRANS (Schlatter & Marti, 2007), welcher auch in REFRAME implementiert ist. Dieser funktioniert sehr gut im Bereich der Erdoberfläche und sofern die nächsten Stützpunkte (Linien des Landesnivellements) nicht zu weit entfernt sind. Werden (wie im vorliegenden Beispiel) Punkte transformiert, die nicht in der Nähe der Erdoberfläche sind, kommt es aufgrund der lokalen vertikalen Massstabsfaktoren zu Abweichungen.
- Beim vorliegenden Beispiel sollte die definitive Punktwolke transformiert werden, da diese auf der Erdoberfläche liegen.



4. Modul TRANSINT

Mit einer HELMERT-Transformation soll geprüft werden, ob die neu erfassten GNSS-Messungen (EP2021.res) zu den bisherigen Fixpunktkoordinaten passen (EP2017.res). Die Genauigkeit der Fixpunkte beträgt ca. 2 mm (pro Koordinatenkomponente, Signifikanzniveau 95%).

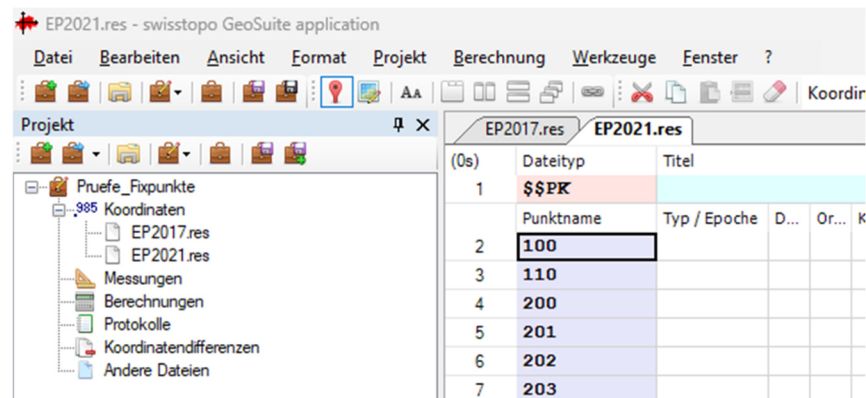
4.1. Ausgangsdaten

EP2017.res und EP2021.res

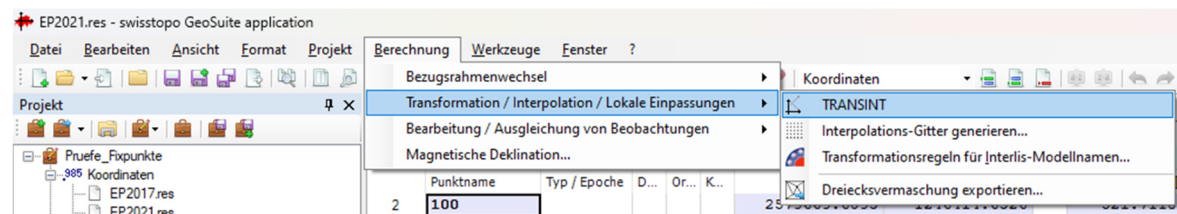
4.2. Ablauf

Ein GeoSuite-Projekt erstellen:

Die Input-Dateien laden:



Nun über «Berechnung» → «Transformation / Interpolation / Lokale Einpassungen» → «TRANSINT» das Modul TRANSINT starten:





«Transformation für einmaligen Gebrauch» wählen und dann auf «Definieren» klicken:

TRANSINT - Transformation und Interpolation

Berechnungsparameter

☒ Transformation für einmaligen Gebrauch (im aktuellen Projekt gespeichert) **Definieren...** **Speichern**

☐ Vordefinierte oder zuvor auf der Arbeitsstation (oder im gemeinsamen Verzeichnis) gespeicherte Transformation:

Datensatz-Name	Transformation	Interpolation
----------------	----------------	---------------

Pfad der gemeinsamen Transformationen: C:\Users\U80824962\AppData\Roaming\swisstopo\GeoSuite\Transformers

Hinzufügen... **Kopieren...** **Ändern...** **Löschen**

☒ Datei mit Koordinatendifferenzen generieren (ohne E0-/N0-Verschiebungen)

Anwenden an

Datei	Ordner
☐ EP2017.res	C:_LTOP_Tutorial\Pruefe_Fixpunkte\data
☒ EP2021.res	C:_LTOP_Tutorial\Pruefe_Fixpunkte\data

Durchführen **Abbrechen**



In der Registerkarte «Transformation» folgende Einstellungen vornehmen:

TRANSINT

Name des Transformations- und/oder Interpolations-Datensatzes:
(ungesicherter temporärer Datensatz)

Transformation Interpolation Stützpunkte

☒ Transformation durchführen (vor jeder Interpolation)

Anzahl von Parameter/Unbekannte: 4 (Helmert) Toleranz-Grenzwert: 2.5

☐ Vorgegebene Parameter verwenden: ☐ Robuste Transformation

Translation [m]: Rotation(en) [gon]: Massstab(e) [mm/km]: Koeffizient (k):

Ursprung / Drehpunkt:

Start (Inputsystem): Ost (E) [m]: 600000 Nord (N) [m]: 200000 ☒ Automatisch (Schwerpunkt)

Ziel (Outputsystem): 2600000 1200000 ☒ Automatisch (Schwerpunkt)

Mittlerer Fehler

Start (Inputsystem) 0.0 Ziel (Outputsystem) 10.0

Reset OK Abbrechen

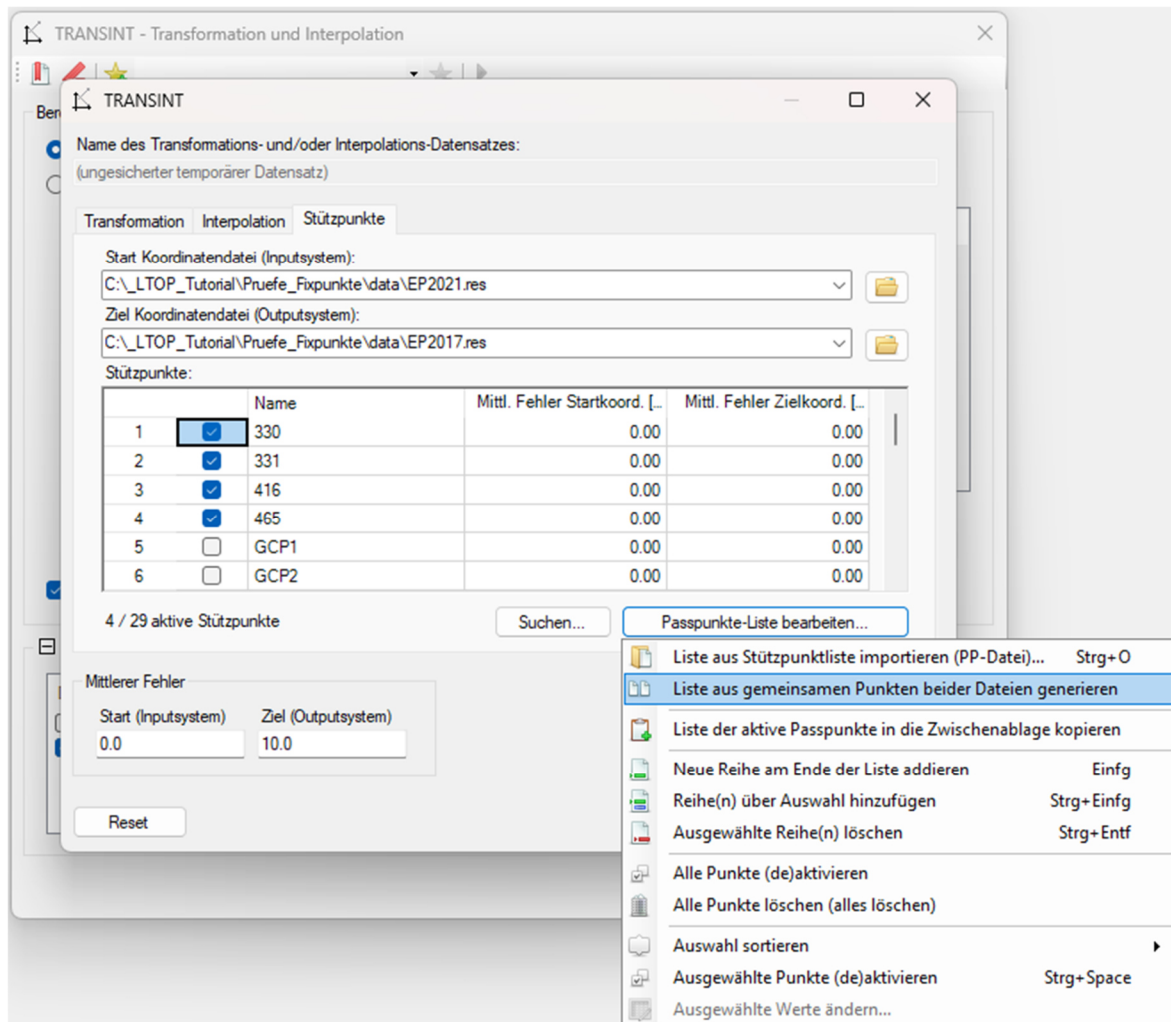


In der Registerkarte «Interpolation» die Interpolation deaktivieren:

The screenshot shows the TRANSINT application window. At the top, there's a title bar with a pin icon and the text 'TRANSINT'. Below the title bar, there's a text field labeled 'Name des Transformations- und/oder Interpolations-Datensatzes:' containing the text '(ungesicherter temporärer Datensatz)'. Below this, there are three tabs: 'Transformation', 'Interpolation' (which is selected and has a dashed border), and 'Stützpunkte'. In the 'Interpolation' tab, there is a checkbox labeled 'Interpolation durchführen (nach jeder Transformation)' which is currently unchecked. Below the checkbox is a label 'Interpolationsmethode:' followed by a dropdown menu. At the bottom of the window, there is a section titled 'Mittlerer Fehler' containing two input fields: 'Start (Inputsystem)' with the value '0.0' and 'Ziel (Outputsystem)' with the value '10.0'. At the very bottom, there are three buttons: 'Reset', 'OK', and 'Abbrechen'.



In der Registerkarte «Stützpunkte» zuerst die beiden Dateien auswählen (Input: EP2021.res, Output: EP2017.res). Danach unter «Passpunkt-Liste bearbeiten» → «Liste aus gemeinsamen Punkten beider Dateien generieren» wählen. Die Warnung, dass die bestehende Liste gelöscht wird, mit «OK» bestätigen.



Es sollten 11 gemeinsame Stützpunkte gefunden werden.



Die Darstellung präsentiert sich dann wie folgt:

TRANSINT

Name des Transformations- und/oder Interpolations-Datensatzes:
(ungesicherter temporärer Datensatz)

Transformation Interpolation **Stützpunkte**

Start Koordinatendatei (Inputsystem):
C:_LTOP_Tutorial\Pruefe_Fixpunkte\data\EP2021.res

Ziel Koordinatendatei (Outputsystem):
C:_LTOP_Tutorial\Pruefe_Fixpunkte\data\EP2017.res

Stützpunkte:

		Name	Mittl. Fehler Startkoord. [...]	Mittl. Fehler Zielkoord. [...]
1	☒	100	0.00	0.00
2	☒	110	0.00	0.00
3	☒	200	0.00	0.00
4	☒	201	0.00	0.00
5	☒	202	0.00	0.00
6	☒	203	0.00	0.00

11 / 11 aktive Stützpunkte

Suchen... Passpunkte-Liste bearbeiten...

Mittlerer Fehler

Start (Inputsystem)	Ziel (Outputsystem)
0.0	10.0

Reset OK Abbrechen

Nun mit «OK» bestätigen



Unter «Anwenden an» die Datei «EP2021.res» auswählen und auf durchführen klicken.

TRANSINT - Transformation und Interpolation

Berechnungsparameter

☒ Transformation für einmaligen Gebrauch (im aktuellen Projekt gespeichert) Definieren... Speichern

☐ Vordefinierte oder zuvor auf der Arbeitsstation (oder im gemeinsamen Verzeichnis) gespeicherte Transformation:

Datensatz-Name	Transformation	Interpolation
----------------	----------------	---------------

Pfad der gemeinsamen Transformationen: C:\Users\U80824962\AppData\Roaming\swisstopo\GeoSuite\Transformers

Hinzufügen... Kopieren... Ändern... Löschen

☒ Datei mit Koordinatendifferenzen generieren (ohne E0-/N0-Verschiebungen)

Anwenden an

Datei	Ordner
☐ EP2017.res	C:_LTOP_Tutorial\Pruefe_Fixpunkte\data
☒ EP2021.res	C:_LTOP_Tutorial\Pruefe_Fixpunkte\data

Durchführen Abbrechen



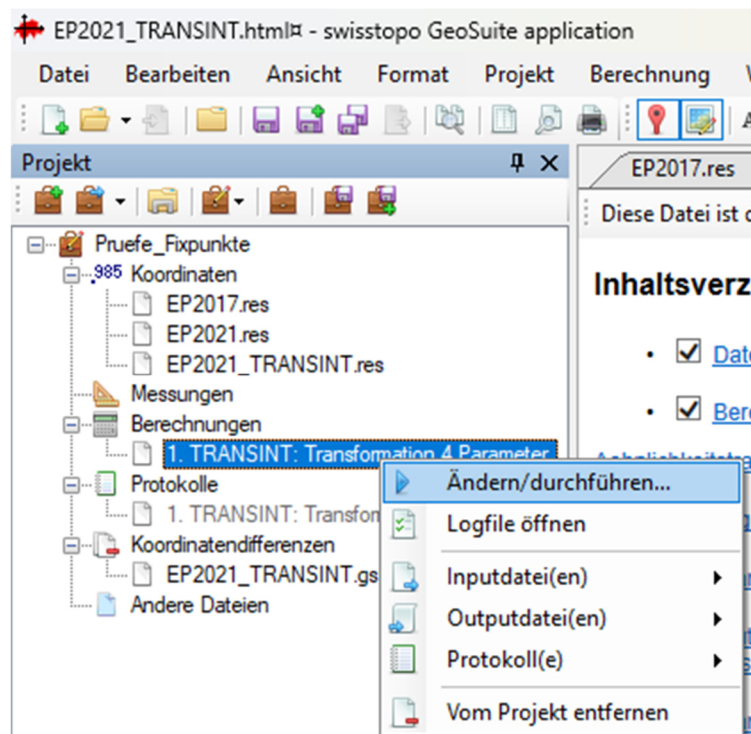
4.3. Resultate

Im html-Berechnungsprotokoll sehen wir uns die Verbesserungen der Stützpunkte an, um zu sehen, ob wir problematische Punkte haben:

Stützpunkte und Verbesserungen										
Stützpunkt	E Start [m]	N Start [m]	E Ziel [m]	N Ziel [m]	v _E [mm]	v _N [mm]	mF Start [mm]	mF Ziel [mm]	z ₁	
100	2579669.609	1246414.633	2579669.609	1246414.638	0.6	-2.0	0.0	10.0	0.89	0.89
110	2580124.130	1246619.251	2580124.131	1246619.253	-0.8	0.1	0.0	10.0	0.88	0.88
200	2578058.924	1250296.068	2578058.925	1250296.072	0.1	-0.3	0.0	10.0	0.83	0.83
201	2577629.456	1249443.680	2577629.458	1249443.683	-1.4	0.8	0.0	10.0	0.86	0.86
202	2576677.887	1254301.369	2576677.888	1254301.373	0.5	0.0	0.0	10.0	0.43	0.43
203	2578855.975	1250263.606	2578855.976	1250263.609	-0.4	0.1	0.0	10.0	0.84	0.84
MTTI	2579538.505	1246345.006	2579538.506	1246345.010	-0.7	-1.2	0.0	10.0	0.89	0.89
1085.548	2580196.208	1245194.816	2580196.209	1245194.821	-1.6	-2.3	0.0	10.0	0.83	0.83
1085.549	2579295.962	1245274.126	2579295.956	1245274.124	6.6	5.6	0.0	10.0	0.85	0.85
1085.550	2578777.830	1245122.862	2578777.831	1245122.866	-1.4	-0.6	0.0	10.0	0.84	0.84
1085.551	2578799.180	1245226.369	2578799.181	1245226.372	-1.5	-0.3	0.0	10.0	0.85	0.85

Tatsächlich weist der Punkt 1085.549 (im Kontext der Genauigkeit der Fixpunkte von ca. 2 mm) grosse Verbesserungen auf. Dieser Punkt hat sich zwischen den beiden Epochen offenbar bewegt und kann nicht als Fixpunkt verwendet werden.

Wir wiederholen die Berechnung ohne diesen Punkt. Dazu klicken wir im Projektbereich mit der rechten Maustaste auf die Berechnung und wählen «Ändern/durchführen»:





In der Registerkarte «Stützpunkte» wird der Punkt 1085.549 deaktiviert:

TRANSINT

Name des Transformations- und/oder Interpolations-Datensatzes:
(ungesicherter temporärer Datensatz)

Transformation Interpolation **Stützpunkte**

Start Koordinatendatei (Inputsystem):
C:_LTOP_Tutorial\Pruefe_Fixpunkte\data\EP2021.res

Ziel Koordinatendatei (Outputsystem):
C:_LTOP_Tutorial\Pruefe_Fixpunkte\data\EP2017.res

Stützpunkte:

		Name	Mittl. Fehler Startkoord. [...]	Mittl. Fehler Zielkoord. [...]
6	☒	203	0.00	0.00
7	☒	MTTI	0.00	0.00
8	☒	1085.548	0.00	0.00
9	☐	1085.549	0.00	0.00
10	☒	1085.550	0.00	0.00
11	☒	1085.551	0.00	0.00

10 / 11 aktive Stützpunkte

Suchen... Passpunkte-Liste bearbeiten...

Mittlerer Fehler

Start (Inputsystem) Ziel (Outputsystem)

0.0 10.0

Reset OK Abbrechen

Dann mit «OK» bestätigen. Bei «Anwenden an» erneut die Datei EP2021.res auswählen und auf «Durchführen» klicken.



Betrachten wir erneut die Verbesserungen an den Fixpunkten, sehen wir, dass nun alle Werte kleiner als 2 mm sind:

Stützpunkte und Verbesserungen										
Stützpunkt	E Start [m]	N Start [m]	E Ziel [m]	N Ziel [m]	v_E [mm]	v_N [mm]	mF Start [mm]	mF Ziel [mm]	z_1	
100	2579669.609	1246414.633	2579669.609	1246414.638	1.4	-1.0	0.0	10.0	0.87	0.87
110	2580124.130	1246619.251	2580124.131	1246619.253	0.0	1.1	0.0	10.0	0.86	0.86
200	2578058.924	1250296.068	2578058.925	1250296.072	0.4	-0.2	0.0	10.0	0.83	0.83
201	2577629.456	1249443.680	2577629.458	1249443.683	-0.9	0.9	0.0	10.0	0.86	0.86
202	2576677.887	1254301.369	2576677.888	1254301.373	0.1	-0.6	0.0	10.0	0.42	0.42
203	2578855.975	1250263.606	2578855.976	1250263.609	-0.3	0.3	0.0	10.0	0.84	0.84
MTTI	2579538.505	1246345.006	2579538.506	1246345.010	0.2	-0.3	0.0	10.0	0.87	0.87
1085.548	2580196.208	1245194.816	2580196.209	1245194.821	-0.5	-1.1	0.0	10.0	0.80	0.80
(1085.549)	2579295.962	1245274.126	2579295.956	1245274.124	7.8	6.6	0.0	10.0	0.00	0.00
1085.550	2578777.830	1245122.862	2578777.831	1245122.866	-0.1	0.3	0.0	10.0	0.82	0.82
1085.551	2578799.180	1245226.369	2578799.181	1245226.372	-0.2	0.6	0.0	10.0	0.82	0.82

Somit können wir alle übrigen Punkte als Fixpunkte verwenden.



Literaturverzeichnis

- Condamin, S., Guerdat, D., Marti, U., & Ray, J. (2022). *GeoSuite - Module LTOP, TRANSINT und REFRAME* (Vol. 10-d). Wabern: swisstopo.
- Condamin, S., & Smolik, M. (2023). *Tutorial GeoSuite – Modul LTOP*. Wabern: swisstopo.
- Schlatter, A., & Marti, U. (2007). Aufbau der neuen Landesvermessung der Schweiz 'LV95'. Teil 12: Landeshöhenetz 'LHN95': Konzept, Referenzsystem, kinematische Gesamtausgleichung und Bezug zum Landesnivellement 'LN02'. In *Berichte aus der L+T (Landestopografie)* (Vol. 20). Wabern, Switzerland: Federal Office of Topography.
- Smolik, M. (2023). *Tutoriel GeoSuite – Module LTOP*. Wabern: swisstopo.

