

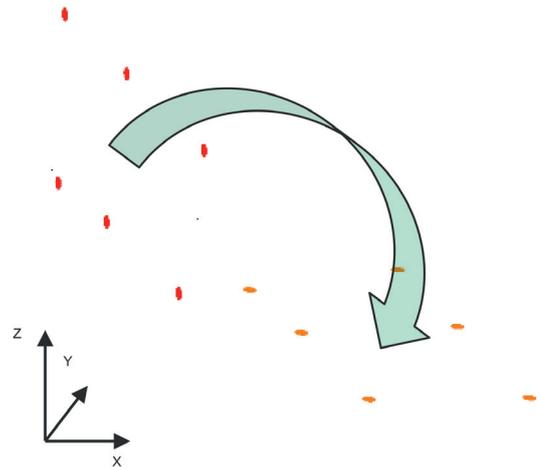
Christof Schubert

Einzelbildentzerrung in QGIS mit Hilfe von Tach2GIS_arch vom Raum in die Ebene und wieder zurück

Das Projekt zur tachymetrischen Grabungsdokumentation in QGIS war bereits mehrfach Thema im Rundbrief Grabungstechnik (Ausgaben 13/2018 und 16/2019). Auf der Fachtagung in Bremen wurde im April 2022 der aktuelle Stand der Entwicklung vorgestellt, darunter auch ein Werkzeug zur Einzelbildentzerrung von Profilaufnahmen, dessen Konzept in diesem Beitrag noch einmal etwas ausführlicher erläutert werden soll.

QGIS bietet mit der projektiven Entzerrung in der Funktion zur Georeferenzierung bereits die Möglichkeit, perspektivische Verzerrungen in Rasterdaten zu korrigieren¹. Dies ist jedoch nur möglich, wenn die Entzerrungsebene in der XY-Ebene liegt, auf die Grabung bezogen also bei Aufnahmen ebener Plana. Bei der Entzerrung von Profilsansichten liegt die Entzerrungsebene jedoch „frei“ im Raum. Um solche Fotos in QGIS entzerren zu können, ist es notwendig, die Entzerrungsebene beziehungsweise die diese definierenden dreidimensional eingemessenen Passpunkte zunächst in die XY-Ebene zu transformieren. Eine Lösung für dieses Problem bietet seit 2019 das QGIS-Plugin *profileAAR*².

1 Die Funktion findet sich in QGIS unter Raster > Georeferenzierung > Einstellungen > Transformationseinstellungen > Transformationstyp Projektiv.
2 [ISAAkiel/profileAAR](https://isaa.kiel/profileAAR): QGIS plugin to transform profile control points for photogrammetric rectification from archaeological excavations.

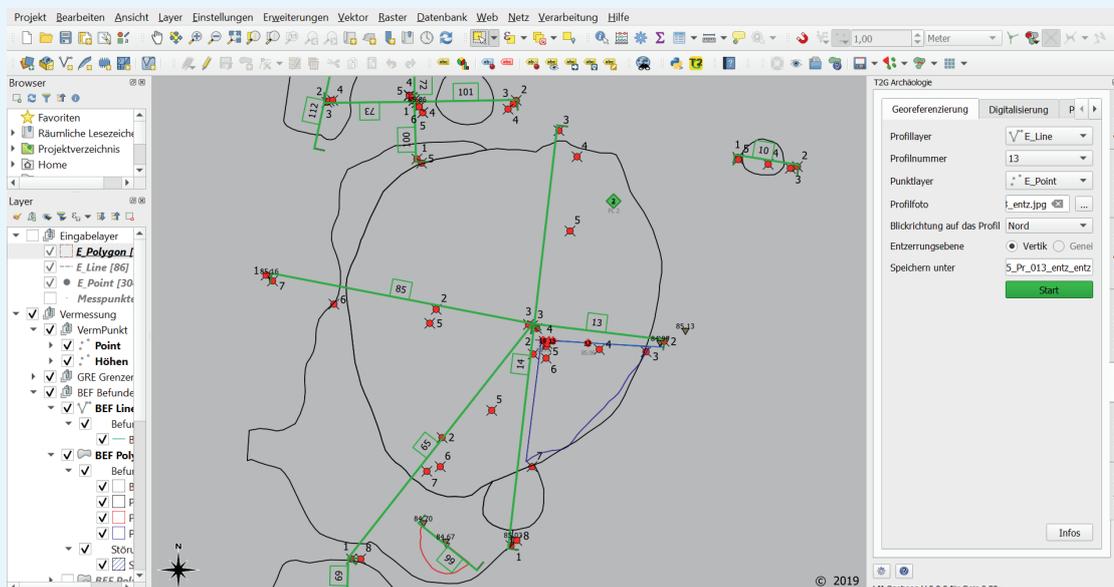


1a Mit der Funktion von *profileAAR* werden die eingemessenen Profil-Passpunkte (rot) in die XY-Ebene transformiert (orange).

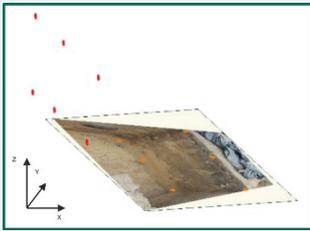
Durch die Transformation der Passpunkte geht dabei jedoch deren räumlicher Bezug verloren. Ziel war es daher, in *Tachy2GIS_arch* einen Arbeitsablauf zu integrieren, der

1. die Transformation der Passpunkte auf Grundlage des Algorithmus von *profileAAR* so durchführt, dass die Transformationsparameter erhalten bleiben und eine Rücktransformation beispielsweise von im entzerrten Bild digitalisierten Befundgrenzen möglich wird
2. möglichst benutzerfreundlich gestaltet ist, sodass keine manuelle Ergänzung oder Bearbeitung der erhobenen Daten durch den Nutzer notwendig ist.

Auf dieser Basis wurde *Tachy2GIS_arch* um ein Profile-Tool erweitert. Voraussetzung für die Bildentzerrung ist die Eimessung von mindestens vier Passpunkten sowie der Profillinie (zur automatisierten Erkennung der Profilausrichtung). Das zu entzerrnde Bild sollte zudem in einem eigenen Unterordner abgelegt werden. Nach Auswahl des Profils und des Bildes erfolgt zunächst die Transformation der über die Profillinie automatisch gefilterten Passpunkte in die XY-Ebene. Dazu wird im Hintergrund die Funktion aus *profileAAR* aufgerufen (Abb. 1).



1b Für die Georeferenzierung wird die Profillinie angegeben, die als Attribut im ausgewählten Linienlayer der eingemessenen Profillinie sowie im Punktlayer der Passpunkte angegeben ist. Die Blickrichtung auf das Profil wird anhand der Profillinie automatisch bestimmt.



2a
Die Entzerrung des Profilsfotos erfolgt in der XY-Ebene.

2b
Zur Zuordnung der Passpunkte werden links das Bild und rechts die Passpunkte in der Draufsicht auf das Profil angezeigt. Ab dem 5. zugeordneten Passpunkt wird ein Fehlerwert berechnet.

Georeferenzierung von Profil: 13

Profil entzern

-561.02; -2102.92

4577325.463; 5709836.509; 84.375

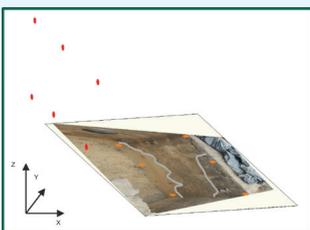
PTNR	ID	Quelle X	Quelle Z	Ziel X	Ziel Y	Ziel Z	Error	Punkt verwenden	Punkt setzen
1	375	1274.677	974.984	4577325.679	5709837.447	85.153	0.0006	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	376	3484.417	994.505	4577327.032	5709837.308	85.122	0.0006	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	377	3153.45	2367.457	4577326.842	5709837.199	84.209	0.0023	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	378	2405.358	2396.711	4577326.342	5709837.225	84.216	0.0033	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	379	1547.134	2413.539	4577325.78	5709837.253	84.232	0.0015	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Die dabei angewandten Transformationsparameter werden in Tach2GIS_arch jedoch gespeichert und stehen somit für die weiteren Arbeitsschritte zur Verfügung. Aktuell erfolgt die Projektion der Passpunkte auf eine senkrechte Entzerrungsebene. Die in profileAAR ebenfalls mögliche „schräge“ Entzerrungsebene wird vorerst nicht unterstützt, da in der Regel ja eine horizontale Ansicht auf das Profil gewünscht ist.

Nun kann das Bild entzerrt werden. Dies geschieht in einem eigenen Tachy2GIS_arch-Fenster, verwendet wird jedoch die QGIS-eigene Funktion aus der Georeferenzierung (Abb. 2). Dabei ist zu beachten, dass keine Korrektur der Linsenverzerrung erfolgt, was gerade bei der Verwendung starker Weitwinkelobjektive zu Fehlern im entzerrten Bild führen kann. Das entzerrte Bild kann nun als Grundlage für eine Digitalisierung der Befundgrenzen dienen (Abb. 3). Auch dies geschieht in einem eigenen Tachy2GIS_arch-Fenster.

Mit Hilfe der gespeicherten Transformationsparameter ist es nun möglich, die in der XY-Ebene gezeichneten Befundgrenzen in die senkrechte Ebene des Profils zu transformieren (Abb. 4), sie sind nun also „richtig“ (absolut) georeferenziert. Der Rückgriff auf die Transformationsparameter macht es im Digitalisierungsfenster außerdem möglich, absolute Koordinatenwerte im Bild abzugreifen.

In einem letzten Schritt kann dann ein Layout mit dem entzerrten Bild erstellt werden. Um dieses mit absoluten Lage- und Höhenwerten beschriften zu können, enthält ein Shapefile mit den transformierten Passpunkten deren ursprüngliche Rechts-, Hoch- und Höhenwerte in der Attributtabelle. Mit Hilfe des QGIS Geometriegenerators lässt sich aus diesen eine automatisierte Beschriftung erzeugen (Abb. 5). So können effizient standardisierte Profilpläne in Serie erstellt werden. Je nach Größe der Grabung und Anzahl der Profile kann dies entweder im eigentlichen QGIS-Projekt geschehen, oder es wird ein eigenes Projekt für die Profile angelegt.



3a
Auf dem entzerrten Bild gezeichnete Linien, Punkte oder Polygone liegen zunächst ebenfalls in der XY-Ebene.

3b
Im Digitalisierungsfenster können die gezeichneten Objekte im Anschluss über die gespeicherten Transformationsparameter in ihre korrekten Koordinaten im Raum transformiert und gespeichert werden (über blauen Pfeil-Button oben in der Mitte).

Digitalisieren im Profil: 13

Digitalisieren

1,00 Aktiver Layer E_Point

4577328.336; 5709837.172; 84.611

ID	Objekttyp	Objektart	Befundnr.	Probennr.	Fundnr.	Bemerkung	Layer	Bearbeiten	Löschen
1	NULL	Fund	Keramik	NULL	NULL	13	NULL	E_Point	<input type="checkbox"/>
2	NULL	Fund	Keramik	NULL	NULL	14	NULL	E_Point	<input type="checkbox"/>
3	NULL	Fund	Keramik	NULL	NULL	15	NULL	E_Point	<input type="checkbox"/>
4	NULL	Fund	Keramik	NULL	NULL	16	NULL	E_Point	<input type="checkbox"/>
5	NULL	Befund	Grube	205	NULL	NULL	NULL	E_Line	<input type="checkbox"/>
6	NULL	Befund	Sonstiges	NULL	NULL	NULL	anstehender Sand	E_Line	<input type="checkbox"/>
7	NULL	Schnitt	Grabung	NULL	NULL	NULL	NULL	E_Line	<input type="checkbox"/>

