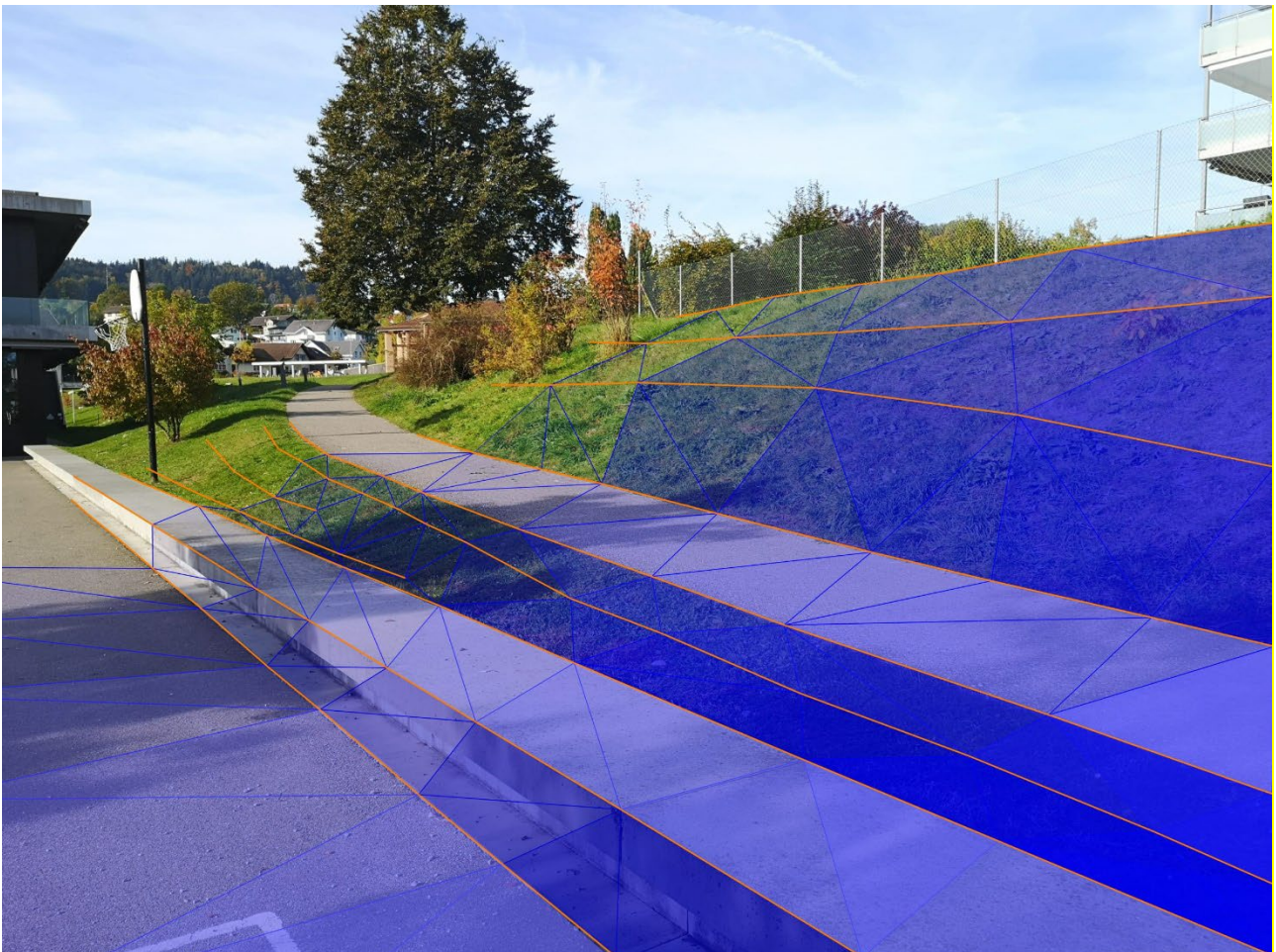


## Produktbeschreibung DTM – Digitales Terrain Modell



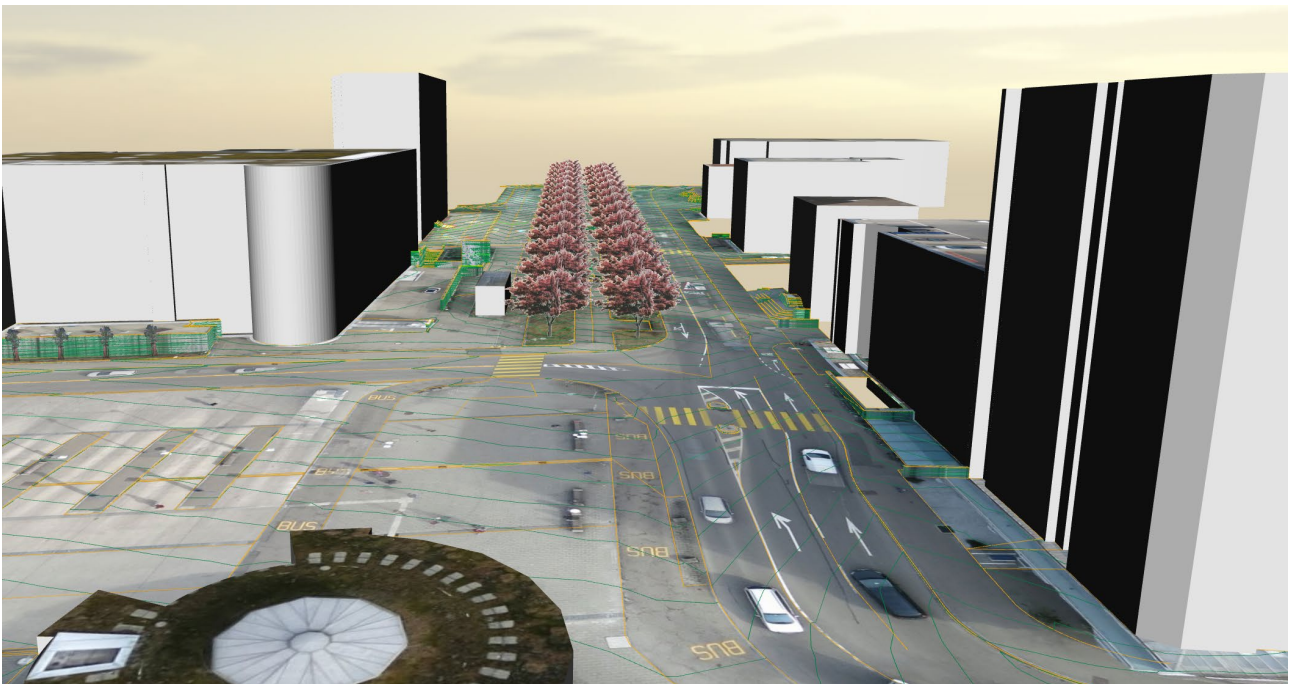
## Inhalt

<b>1</b>	<b>Anwendung</b>	<b>3</b>
1.1	Hochbau .....	3
1.2	Strassenbau / Infrastrukturbau .....	3
1.3	Ausmassberechnung .....	3
<b>2</b>	<b>Grundlage</b>	<b>3</b>
2.1	Swissalti3D – Daten .....	4
2.1.1	Aktualität .....	4
2.1.2	Genauigkeit .....	4
2.1.3	Weitere Infos .....	4
<b>3</b>	<b>Genauigkeit</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Was wird wie gemessen?</b>	<b>4</b>
4.1	Generell .....	5
4.2	Bruchkanten .....	5
4.3	Intervall .....	5
4.4	Generalisierung .....	6
4.5	Strassenabschlüsse .....	7
4.6	Zusätzliche Punkte .....	8
4.7	Bruchkanten definieren .....	8
<b>5</b>	<b>Abgabe</b>	<b>8</b>
5.1	Höhenlinien .....	8
5.2	3D-Ansicht HTML .....	8
5.3	Austauschformate .....	9
<b>6</b>	<b>Beispiele</b>	<b>9</b>
<b>7</b>	<b>Preise</b>	<b>9</b>
7.1	Wichtige Indikatoren für die Preisberechnung .....	9
7.2	Richtpreise .....	10
<b>8</b>	<b>Alternative Erfassungsmethoden</b>	<b>10</b>
8.1	Laserscanning .....	10
8.2	Flugaufnahmen .....	10

## 1 Anwendung

Das digitale Terrainmodell (DTM) ist ein geeignetes Planungshilfsmittel für das Projektieren von Neubauten, Umbauten oder Sanierungen.

Das 3D-Modell wird im CAD mittels Messpunkten, Bruchkanten und 3D-Flächen als Dreiecksvermaschung gerechnet, dargestellt und zur Weiterverwendung vorbereitet. Dieses Modell bildet die Realität in Lage und Höhe 1:1 ab.



### 1.1 Hochbau

Für die Projektierung eines Hochbaus wird häufig ein Modell des ganzen Grundstückes inkl. Strassenanschlüsse und Trottoir erstellt. Nach Wunsch können auch Teile der Nachbargrundstücke gemessen werden.

### 1.2 Strassenbau / Infrastrukturbau

Bei Strassensanierungen wird häufig die bestehende Strasse gemessen. Zusätzlich werden die Anpassungsbereiche (Kreuzungen, Hauseinfahrten etc.) aufgenommen, um eine allfällige Anpassung der Strassengeometrie auszugleichen.

### 1.3 Ausmassberechnung

Mittels DTM und einem Vergleichsmodell (Bsp. Aushub) kann das Aushubvolumen bestimmt werden. Dies und weitere Ausmassberechnungen lassen sich einfach mittels DTM berechnen.

[Link Baugrubendokumentation](#)

## 2 Grundlage

Als Grundlage dient das Fixpunktnetz der amtlichen Vermessung. Ist das Fixpunktnetz ungenügend vorhanden, können GPS/GNSS-Messungen hinzugezogen werden.

Für weitere Messungen (egal ob durch die GEOINFO, Unternehmer oder Planer) können Baufixpunkte erstellt werden, sodass immer im gleichen (Höhen)-Netz gearbeitet werden kann. Die einfachste Art sind Bo-

dennägel direkt beim Bau. Allenfalls kann auch direkt ein Baufixpunktnetz erstellt werden, mit welchem die ausführenden Unternehmen später tachymetrisch arbeiten können.

## 2.1 Swissalti3D – Daten

Das Bundesamt für Landestopografie stellt ein digitales 3D-Modell der ganzen Schweiz als Rohdaten (XYZ-Datei) gratis zur Verfügung. Diese Daten können sehr einfach veredelt und für den Gebrauch bereitgestellt werden. (Berechnung 3D-Vermaschung, Höhenkurven etc.)

Auch als Ergänzung zu konventionellen Terrainaufnahmen können die SwissAlti3D-Daten eingebettet werden. z.B. Nachbarsgrundstücke, Anschlussflächen bei Strassensanierungen und grossen Wiesenflächen sind häufige Anwendungsmöglichkeiten.

Die Swissalti3D-Daten berücksichtigen keine Bruchkanten. Das heisst bei klaren kantigen Absätzen (Mauern, Strassenränder etc.) wird das SwissAlti3D-Modell eher fließend, sprich ungenau gemessen.

### 2.1.1 Aktualität

Die SwissAlti3D Daten werden ca. alle 6 Jahre aktualisiert. Im Raum Ostschweiz / Zürich ist aktuell der Datensatz aus dem Jahr 2019 verfügbar. (Stand 2023). Weitere Infos siehe Swisstopo.

### 2.1.2 Genauigkeit

Swisstopo gibt eine Genauigkeit von  $\pm 30\text{cm}$  an (unterhalb 2000 m.ü.M).

Erfahrungen zeigen jedoch, dass besonders im freien Gelände (Wiese, Strasse, Plätze) die Genauigkeit sehr oft unter 10-15cm liegt.

### 2.1.3 Weitere Infos

[swissALTI3D - swisstopo \(admin.ch\)](https://www.swisstopo.admin.ch/swissALTI3D)

## 3 Genauigkeit

Höhenaufnahmen mit einer Totalstation ergeben eine hohe Genauigkeit für exakt definierte Kanten und Punkte.

Relative Genauigkeit	Befestigte Punkte / Fläche (Strassenränder, Mauern, Belag etc.)	Humusierte Punkte / Fläche (Garten, Wiese etc.)
<b>Einzelpunkte</b>	Lage: 1-2 cm / Höhe: 3mm	Höhe 3-5 cm
<b>Interpolierte Punkte</b>	Höhe: 2-3 cm	Höhe: 10 – 15 cm

Wenn die Genauigkeitsanforderungen nicht so hoch sind, kann auch mit GPS/GNSS gearbeitet werden. Die Höhengenaugigkeit des Sensors liegt hier bei 2-3 cm unter guten Messbedingungen.

SwissAlti3D Genauigkeiten siehe 2.1.2

## 4 Was wird wie gemessen?

Wir orientieren uns an diesen Richtlinien, sofern keine spezifischen Kundenwünsche vorliegen. Selbstverständlich haben Kundenwünsche oberste Priorität bei der Geländeaufnahme.



#### 4.1 Generell

Das DTM bildet die Erdoberfläche ab. Alles, was fest am Boden ist, wird demnach im Modell dargestellt. Bei Gebäuden wird der Grundriss ausgespart. Bei übereinanderliegenden Flächen (Tunnel, Brücke etc.) können zwei Modelle gerechnet werden.

Es können keine überhängenden Flächen oder Auskragungen dargestellt werden. Dafür gibt es auch keine Darstellungsmöglichkeit in einem Höhenkurvenplan.

#### 4.2 Bruchkanten

Bruchkanten definieren, wo das Programm eine Dreieckskante platzieren muss, um eine realitätsgetreue Darstellung des Modells sicherzustellen. Überall wo das Gelände einen Gefälls- oder Richtungswechsel macht, wird eine Bruchkante benötigt.

Des Weiteren werden Bruchkanten auch dort aufgenommen wo nicht zwingend ein Gefällswechsel vorliegt, aber andere Linien von Interesse sind, wie zum Beispiel ein Untergrundwechsel: Verbundstein – humusiert oder ein Randstein, der durch einen Platz läuft.

Eine Bruchkante liefert immer zusätzliche Informationen und verfeinert das Modell. Im Zweifelsfall ist es hilfreich, eine weitere Bruchkante dazu zu nehmen.



#### 4.3 Intervall

Das Intervall der Messungen hängt stark vom Gelände ab. Grundsätzlich gilt: Sobald der Bruchkante entlang (z.B. Randstein) ein Knick (Richtungsänderung oder Gefällswechsel) auftritt, wird ein Punkt aufgenommen. Dazwischen werden in regelmässigen Abständen Punkte gemessen, so dass eine schöne, regelmässige Dreiecksvermaschung entsteht.

Im Strassenbereich wird ca. alle 5-6 m ein Terrainpunkt gemessen. Bei Radien wird in kleineren Abständen gemessen, da eine Dreiecksvermaschung keine Bögen zulässt. Im offenen ebenen Feld kann auch alle 8 – 10 m gemessen werden, solange die Genauigkeit erfüllt ist.

Muss das Intervall verlängert werden, steht häufig etwas im Weg (z.B. ein parkiertes Auto). Dies sollte auf die Genauigkeit allerdings keinen Einfluss haben.

Bei senkrechten Mauern und Absätzen können die Ober- und Unterkante leicht verschoben aufgenommen werden (je 1 cm unten und 1 cm oben). Dadurch können sich schneidende Bruchkanten vermieden werden.

#### 4.4 Generalisierung

Unter Generalisierung versteht man das Reduzieren auf wichtige Kanten bzw. Punkte.

Einige Beispiele, die in einem DTM generalisiert werden:

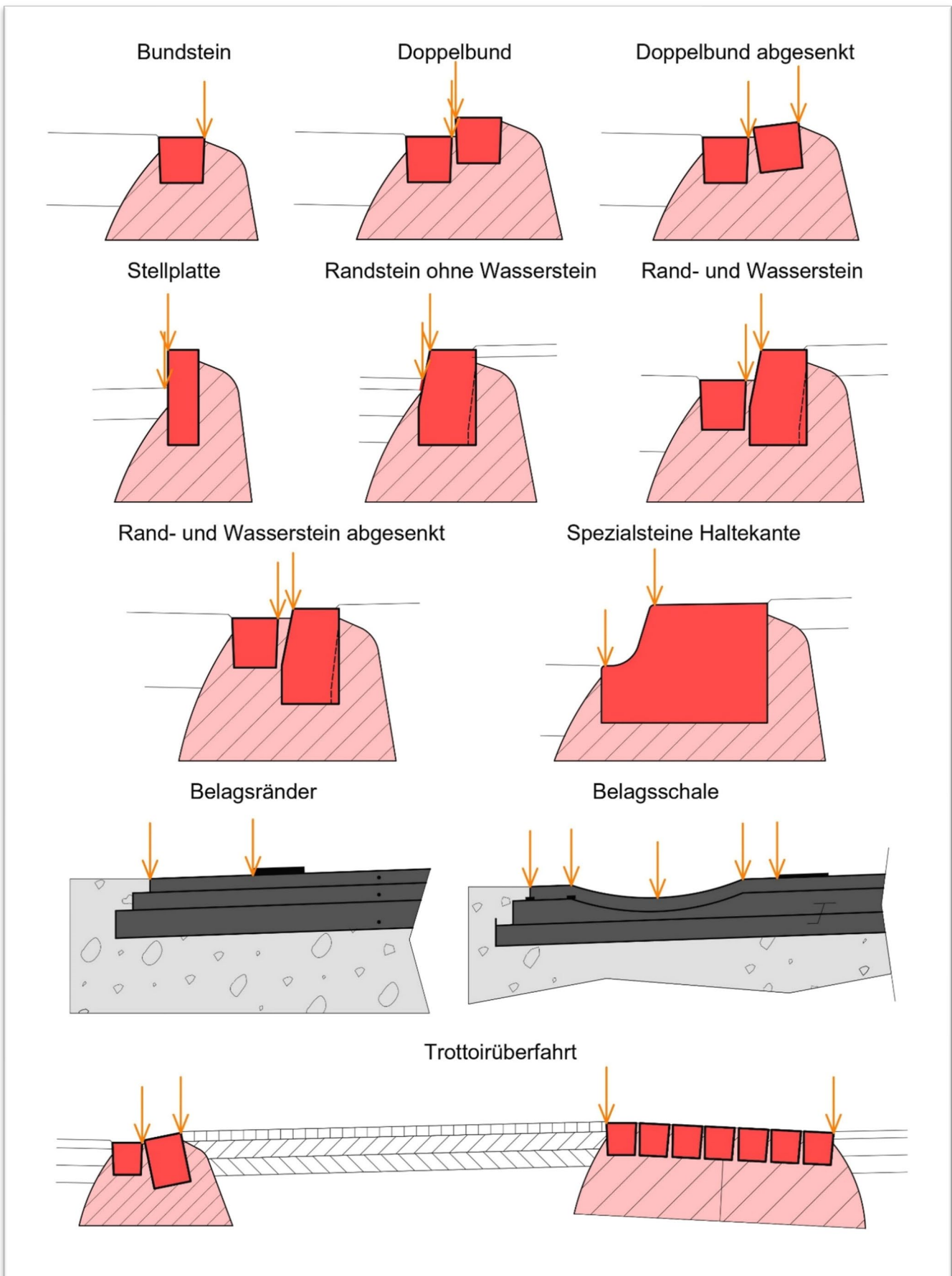
- Loch in Strasse oder sonst wo
- Kaputter Randstein
- Kleinere Aufschüttungen (Gartenbeete, Sandkasten etc.)
- Wurzelstock unter Baum
- Steine, Betonblöcke, wenn das Terrain nicht beeinflusst wird
- Treppe (wird als Rampe aufgenommen, siehe Foto)



### 4.5 Strassenabschlüsse

So werden Strassenabschlüsse ohne weitere Angaben durch uns aufgenommen:

Einfache Bundsteine werden auf der entfernten Seite von der Strassenachse aufgenommen.





## 4.6 Zusätzliche Punkte

Auf Wunsch können beliebig zusätzliche, nicht durch das Modell erfasste Punkte gemessen werden.

Beispiele:

- |                        |  |
|------------------------|--|
| ▪ Kontrollschacht      | Aufnahme Zentrum Schachtdeckel             |
| ▪ Einlaufschacht       | Zentrum Schachtdeckel (tiefster Punkt)     |
| ▪ Strassenablauf       | Mitte Rand an tiefsten Punkt               |
| ▪ Wasser-Schieber      | Mitte Schieber                             |
| ▪ EW-Schacht           | meist 4-Eckig, 4 Ecken aufnehmen           |
| ▪ Kandelaber           | Zentrum Kandelaber, keine Höhe             |
| ▪ Hydranten            | Zentrum 4-Kant Schraube                    |
| ▪ Sondagen             | Zentrum                                    |
| ▪ Strassenmarkierungen | Mitte Streifen                             |
| ▪ First- Dachhöhen     | Dachhöhen entspricht dem äussersten Ziegel |

## 4.7 Bruchkanten definieren

Auf Wunsch können die Bruchkanten nach bestem Wissen und Gewissen auf verschiedene Layer unterteilt werden. Dies erfordert zusätzlichen Aufwand. Diese Layer könnten zum Beispiel heissen: Randstein, Wasserstein, Stellriemen, Mauer, Verbundstein, Belagsrand etc.

## 5 Abgabe

Das fertig gerechnete Modell kann auf verschiedenste Weise dargestellt und abgegeben werden.

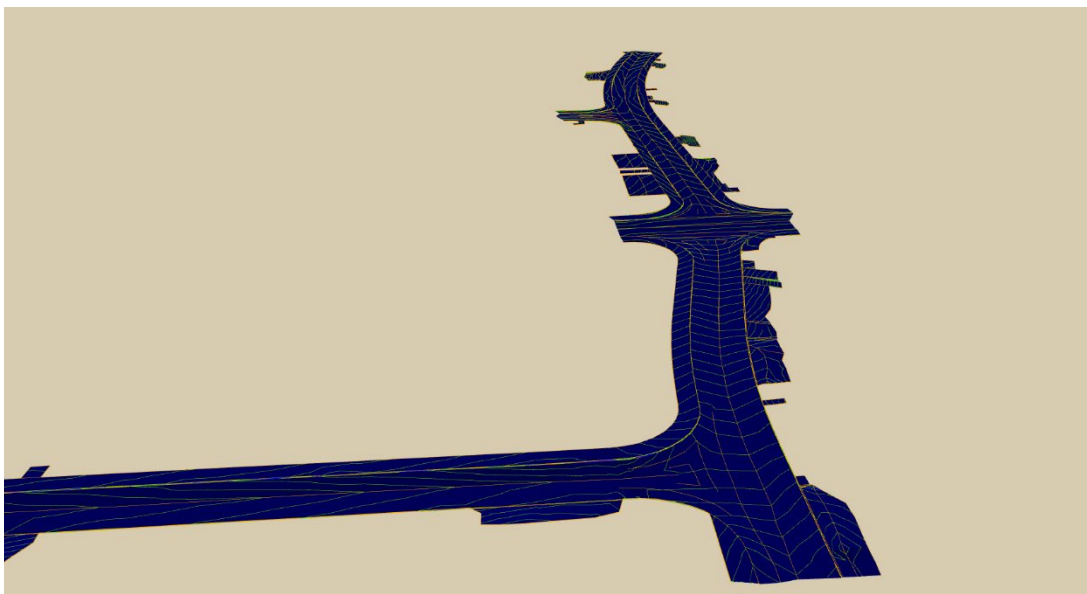
### 5.1 Höhenlinien

Auf das Modell können Höhenkurven in jeglicher Äquidistanz gerechnet werden. Bei Geländeaufnahmen im Feld werden in der Regel 25 cm Höhenlinien gerechnet. Bei Strassen können schon 5 cm Höhenlinien hilfreich sein, um Gefällsverhältnisse zu erkennen.

Die generierten Höhenkurven werden dank moderner CAD-Programme nur noch für visuelle Darstellungen genutzt. Zum Arbeiten sind eher die Messpunkte, Bruchkanten und 3D-Flächen gedacht.

### 5.2 3D-Ansicht HTML

Das HTML-Modell lässt sich mittels Webbrowser in 3D anzeigen und so im Raum darstellen, ganz ohne leistungsfähige CAD-Software. Beispiele siehe [Punkt 6](#)





### 5.3 Austauschformate

Das Modell wird in der Regel als 2D-PDF, DXF/DWG, Land-XML und als HTML-Datei abgegeben.

#### Anwendungen

- **PDF**  
dient eigentlich nur der Anschauung insbesondere für Personen ohne CAD-Programm
- **DXF-DWG**  
Übliches Austauschformat von CAD-Zeichnungen, jedoch werden die Elemente je nach CAD-Programm unterschiedlich dargestellt und die Elemente sind nur als Geometrie importiert und nicht in die Datenbank des CAD -> Bsp. Messpunkte

Im DXF wird die Datei in verschiedene Layer aufgeteilt

- Dreieckvermaschung mit 3D-Flächen
- Bruchkanten
- Terrainpunkte
- Höhenlinien
- Hintergrunddaten (z.B. amtliche Vermessung)

Auf Wunsch können die Bruchkanten genauer definiert werden: z.B. Randstein, Belagsrand, Mauer etc.

- **Land-XML**  
Das Land-XML ist ein standardisiertes Austauschformat für 3D-Daten, das in viele Programme direkt eingelesen werden kann. ([siehe Anleitung Import in ArchiCAD](#))
- **HTML**  
Für eine 3D-Darstellung mittels gewöhnlichem Webbrowser inkl. vieler Features (Beispiel Höhe messen)

Gerne geben wir auch weitere Formate wie IFC oder Koordinatenliste ab. Bei Koordinatenlisten empfehlen wir jedoch nur als Punkte zu verwenden und daraus nicht ein 3D-Modell zu rechnen.

## 6 Beispiele

[Kellersackerstrasse / Illingerstrasse Embrach 3D-HTML](#)

[Kindergarten Bazenheid 3D-HTML](#)

[Bahnhofplatz Wil 3D-HTML](#)

[Überbauung Chelenweiherweg DTM mit Ergänzung SwissAlti3D 3D-HTML](#)

## 7 Preise

Der Aufwand, um ein digitales Terrainmodell zu erstellen, lässt sich nicht anhand von Quadratmetern oder Strassenlängen berechnen.

### 7.1 Wichtige Indikatoren für die Preisberechnung

Kleiner Aufwand	Grösserer Aufwand
Unbebautes Grundstück	Bebautes Grundstück
Offenes Gelände (Wiese, Parkplatz etc.)	Verwachsenes Gelände (Hecken, Bäume Sträucher)
Grosse gleiche Flächen (Wiese Parkplatz etc.)	viele detaillierte Flächen (Ränder, Absätze, Mauern etc.)

## 7.2 Richtpreise

SwissAlti3D (bis 10 ha)	150 CHF
SwissAlti3D als Ergänzung zu Terrainaufnahmen	+ 100 CHF
Unbebautes offenes Grundstück EFH	ab 500 CHF
Bebautes Grundstück EFH	ab 700 CHF
Bebautes Grundstück für 2 MFH ca. 2000 m <sup>2</sup>	ab 1200 CHF
Strasse 200 m inkl. Trottoir und Einlenker	ab 1200 CHF
Strasse 600 m inkl. Trottoir und Einlenker	ab 2400 CHF

Bei vorgängiger Rodung des Gestrüpps und der Bäume kann ein Rabatt von bis zu 50% gewährt werden.

## 8 Alternative Erfassungsmethoden

Für flächige 3D-Modelle gibt es noch weitere Erfassungsmethoden als mit Tachymeter und GPS/GNSS.

### 8.1 Laserscanning

Messung von Punktwolken von einer oder mehreren Stationen aus. Daraus können 3D-Flächenmodelle gebildet werden. Ähnliche Genauigkeit wie bei tachymetrischen Aufnahmen. Geeignet vor allem für Bauwerke wie Gebäude, Brücken, Tunnel, Innenräume

[Link Gebäudeaufnahmen](#)

### 8.2 Flugaufnahmen

Messung von Orthofotos mittels Flugdrohne, aus welchen mittels Fotogrammetrie Höheninformationen herausgelesen werden können. Ergibt auch eine Punktwolke, welche dann zu einem flächigen Modell gerechnet werden kann. Meist wird hierbei nicht mehr von Terrainmodell, sondern von Oberflächenmodell gesprochen. Genauigkeit im Bereich von 3-5 cm bei guten Messbedingungen (keine Bruchkanten, offenes Gelände)

Geeignet vor allem bei grossflächigen Aufnahmen ohne Bruchkanten und überirdische Störeinflüsse (Bäume, Gestrüpp, Autos etc.) z.B. Wiese, Kiesgruben etc.

[Link Luftbilder](#)