

# 3D-Leitfaden

## Fachwissen kompakt

### Vereinbarungen zur Kosteneinsparung

Maschinensteuerungen ermöglichen wirtschaftlicheres Arbeiten und bedeuten im Wettbewerb sinkende Preise.

Die Einsparungen kommen in erster Linie dem Auftraggeber zugute. Trotz der Vorleistung (Investition) profitiert auch der innovative Bauunternehmer, da er bessere Chancen auf einen noch auskömmlichen Auftrag hat. Der Planer hat keinen Kostenvorteil, aber Erleichterungen bei der Abnahme und Abrechnung. Auftraggeber, denen an günstigen Angeboten gelegen ist, sollten die 3D-gerechte Ausführungsplanung gezielt beauftragen. Auftragnehmer, die mit Maschinensteuerungen arbeiten, erstellen derzeit die fehlenden Unterlagen selbst neu – meistens aufwändig und personalintensiv von Hand. Ein sinnvoller Ausgleich ist nach Klärung der folgenden Fragen möglich:

- ⇒ Wie groß ist der Mehraufwand beim Planer für die Ausgabe von 3D-Daten?
- ⇒ Wie groß ist der Vorteil beim Auftragnehmer, wenn er 3D-Daten erhält?
- ⇒ Übernimmt der Auftraggeber die Kosten?
- ⇒ Übernimmt der Auftragnehmer die Kosten?
- ⇒ Ist der Mehraufwand so gering, dass eine Übergabe sowieso vorhandener Daten kein Kostenfaktor ist?
- ⇒ Kann ein Ausgleich durch Tausch einzelner Leistungen erreicht werden, z. B.:
- ⇒ Verzicht auf die Erstabsteckung gegen die Übergabe des passenden Geländemodells
- ⇒ Tausch digitaler 3D-Haltungsdaten gegen einen ebensolchen Bestandsplan nach Fertigstellung

### Einheitliches Baustellenkoordinatensystem

Bauingenieure verfügen selten über das notwendige Vermessungswissen, um Koordinatentransformationen und Netzausgleichungen zu rechnen. Im Zuge der Umstellung der amtlichen

Systeme von Gauss-Krüger auf UTM können fehlerhafte, einfache „Umrechnungen“ bereits bei kleinen Bauvorhaben merkliche Abweichungen verursachen. Netze, die tachymetrisch auf Sicht erstellt wurden, zeigen untereinander deutliche Spannungen, wenn übergeordnet über Satelliten gemessen wird. Die Empfehlung lautet daher, grundsätzlich in demselben örtlichen System zu arbeiten, in dem geplant wurde.

- Übergabe Festpunktfeld (ausgeglichen, Festpunkte räumlich um die Baumaßnahme verteilt und örtlich vorhanden)
- Übergabe Höhenbezug (mindestens ein verbindlicher Höhenpunkt)
- Abstimmung von Transformationsparametern bei Bauvorhaben mit großer Ausdehnung (> 1km)
- Ggf. Übergabe der örtlichen Anpassung (Lokalisierung), Nutzung gemeinsamer GNSSReferenzstationen
- Insbesondere bei Verwendung von Korrekturdatendiensten mit Transformation („Trans“-Dienste) muss geprüft werden, ob hinreichend genau auch im Baustellenkoordinatensystem gemessen wird (Festpunkte prüfen).

### Gewerkspezifische Empfehlungen

Unten sind für verschiedene Gewerke optimale Zusammenstellungen von Dateien aufgeführt. In **Fettdruck** gekennzeichnet ist der **empfohlene Mindestumfang der Daten**.

#### Ingenieurbau:

Für Ingenieurbauwerke und deren Umgebung ist die Verwendung von Volumenelementen sinnvoll. Diese können derzeit von den gängigen Maschinensteuerungssystemen und Vermessungsinstrumenten nicht ausgewertet werden. Volumenelemente müssen aufgetrennt und als digitale Geländemodelle ausgegeben werden. Die Ausgabe senkrechter Kanten und Elemente ist daher nicht möglich.

#### Straßenbau:

1. DGM über das Rohplanum ohne Berücksichtigung von kleinräumigen Elementen wie Sickerleitungen, Kabelgräben und ohne Böschungen, dafür aber unter Beibehaltung des Gefälles um 1 m verbreitert.
2. Kleinräumige Elemente als 3D Polylinie
3. DGM über die fertige Fahrbahn- und Geländehöhe inkl. aller Entwässerungsgräben, Böschungen etc.
4. **DGM über die fertige Fahrbahnhöhe, ohne Randsteinschlag; auch hier unter Beibehaltung des Gefälles um mindestens 1 m über den Straßenrand hinaus verbreitert**
5. **Straßenränder, Pflasterzeilen etc. als 2D- oder 3D-Polylinie**

Bei kleinen Bauvorhaben und wenn Rohplanum und Fahrbahn mit dem gleichen Gefälle angelegt werden, reichen die Punkte 4. und 5. aus. Bei Straßen ohne Knotenpunkte etc. können auch Trassendaten (REB) verwendet werden.

#### Kanalbau:

1. Punktliste mit Koordinaten der Schachtbauwerke: Sohlpunkt, ggf. Deckelmitte, jeweils inkl. Höhe
2. **3D-Polylinie mit den Höheninformationen der Rohrsohle, inkl. Berücksichtigung von Einlaufhöhen, Abstürzen und Anbohrpositionen**
3. Stufengräben entweder als DGM über den gesamten Graben oder als System aus 3D-Polylinien erstellen
4. DGM über die fertige Fahrbahnhöhe. Damit können Schachtdeckungen höhengenaue unter Berücksichtigung des Gefälles angepasst werden.

5. Straßenränder, Pflasterzeilen etc. als 2D- oder 3D-Polylinie (vermeidet Kollisionen von Abdeckungen und Kappen mit dem Randstein)

Rohrwandstärke und Rohrbettung sind von Lieferant und Untergrund abhängig und können nicht vorherbestimmt werden. Der resultierende vertikale Versatz gegenüber der Rohrsohle kann vom Geräteführer selbst eingegeben werden.

#### Kabel- und Rohrleitungstiefbau:

1. Punktliste mit Koordinaten der Schachtbauwerke/Schieberkappen: Hauptpunkt ggf. Deckelmitte jeweils inkl. Höhe
2. **2D-Polylinie des Trassenverlaufes**
3. DGM über die fertige Fahrbahnhöhe. Damit ist die Mindestverlegetiefe nach Abschluss der Arbeiten sichergestellt.
4. Straßenränder, Pflasterzeilen etc. als 2D- oder 3D-Polylinie (vermeidet Kollisionen von Abdeckungen und Kappen mit dem Randstein)
5. Stufengräben bei gleichzeitiger Rohrverlegung als DGM über den gesamten Graben

Bei Trassen in freiem Gelände und ohne wesentliche Änderung der Geländehöhen gegenüber dem Bestand ist die 2D-Polylinie des Trassenverlaufes ausreichend.

Für Leitungstrassen mit definiertem Gefälle (z.B. Versorgungsleitungen mit Entlüftungseinrichtungen etc.) gelten die Empfehlungen des Kanalbaus.

#### GaLa-Bau:

1. DGM über die gesamte Rohoberfläche („Aushubplan“)
2. **DGM über die fertige Geländehöhe inkl. aller Böschungen und eingebauten Materialien wie Mutterboden, Pflanzsubstrat, Steinschüttungen etc.**
3. Straßen, Zufahrten etc. nach Abschnitt „Straßenbau“
4. **Straßenränder, Pflasterzeilen, Inventar wie Poller, Zäune, Hecken, Bäume, Sitzbänke etc. als 2D-Polylinien**
5. Einzelne Elemente mit relevanter Höhe als 3D-Polylinie, z. B. Stützmauerkrone, Entwässerungsleitungen

Die Dichte der Dreiecksvermaschung ist dem Gelände anzupassen. Kleinräumige Strukturen erfordern kleine Dreiecke, damit das Gelände nicht eckig wirkt. Besondere Aufmerksamkeit ist bei der automatischen Vermaschung von Höhenlinienmodellen erforderlich:

Häufig entstehen fehlerhafte kleine, ebene Dreiecke, weil mehrere Punkte gleicher Höhe miteinander vermascht werden. Das muss manuell korrigiert werden!

Wasserlaufberechnungen ergänzen die Prüfung der Dreiecksvermaschung und zeigen Schwächen der Entwässerungseinrichtungen auf.

#### Baugruben:

1. **DGM über die gesamte Rohoberfläche („Aushubplan“) inkl. Arbeitsraum, mit oder ohne vordefinierten Böschungen**
2. DGM über Sauberkeitsschicht oder Tragschichtaufbau, falls diese sich nicht aus einer reinen Höhenverschiebung des Aushubplanes ergeben (unterschiedliche Dämmstärken etc...)
3. Gebäudeumriss, Lichtschächte und Versorgungsleitungen als 2D-Polylinien
4. Entwässerungsleitungen als 3D-Polylinie

Einfache Baugruben können in manchen Maschinensteuerungssystemen vom Geräteführer selbst erstellt werden, indem eine vorhandene Absteckung aufgenommen wird.

Böschungen müssen standsicher angelegt werden. Das geschieht anhand örtlicher Erfahrung oder durch einen Baugrundgutachter. Die Definition von Böschungsneigungen ohne Kenntnis der Untergrundverhältnisse ist nicht sinnvoll.

### Inhaltliche Festlegung der Daten und Datenformate

Während Vermessungsingenieure in der Regel mit Punktlisten arbeiten, braucht die Maschine lückenlose Daten (DGM oder 3D-Polylinien). Auch eine Absteckung durch Poliere etc. erfolgt am einfachsten aufgrund solcher Daten, bei sorgfältiger Aufarbeitung kann die Maschinendatei auch für einen Vermessungsrover verwendet werden.

## Definition und Datenformate

Beschreibung	Standardformat (Deutschland)	Auswahl proprietärer Formate	REB
<b>DGM</b>	Digitales Geländemodell aus einem unregelmäßigen Dreiecksnetz (auch TIN, DTM genannt)	<i>MTS: .dmg1</i> <i>Trimble: .ttm -svd</i> <i>carlson: .tin</i> <i>Topcon: .tn3</i>	<b>Punkte DA 45 + Bruchkanten DA 49+Dreiecke DA 58</b>
<b>Trasse</b>	Kurvenband, Gradiente, Querprofil	<i>Trimble: .dc .pro</i> <i>carlson: .cl</i> <i>Leica: .lin</i> <i>Topcon: .rd3</i>	<b>Achse DA 50 + Gradiente DA 21 +Querneigung DA 22</b>
<b>2D-Linie</b>	Linie ohne Höheninformation, aber mit Lageinformation	<i>Trimble: .svl</i> <i>microstation: .dgn</i> <i>Topcon: .ln3</i>	Achse DA 50
<b>3D-Linie</b>	Linie mit Höheninformation, d. h. mit Gefälle	<i>Trimble: .svl</i> <i>microstation: .dgn</i> <i>Topcon: .ln3</i>	Achse DA 50
<b>Polylinie</b>	Hier ungenau definiert als Linienzug. Es wird nicht zwischen aneinandergehängten Linien und echten Splines unterschieden. Linienzüge sind für Maschinensteuerungen besser geeignet als eine Folge von Einzellinien.	<i>Trimble: .svl</i> <i>microstation: .dgn</i> <i>Topcon: .ln3</i>	Achse DA 50, Ränder DA 23
<b>Punkt</b>	Koordinatensatz mit x-, y- Wert (oder R, H-Wert) und ggf. z-Wert (Höhe). Eine eindeutige Punktnummer ist erforderlich, eine Codierung optional.	<i>diverse ASCII</i>	Punkte DA 45
<b>Lokalisierung/Baustellenkalibrierung</b>	Enthält Passpunkte und Transformationsparameter vom WGS84 ins lokale Koordinatensystem	<i>Trimble: .dc .cfg</i> <i>carlson: .dat .loc</i> <i>Topcon: .gc3</i>	----

Empfohlene Formate für die Ausgabe von Daten an Bauunternehmer (Deutschland). DWG-Dateien sind nur eingeschränkt empfehlenswert. Ausgabe proprietärer Formate nur in Abstimmung mit dem Ausführenden.

**MTS-WISSEN**

In dieser Rubrik schreiben Fachautoren Artikel rund um den Tief- und Straßenbau. Die Themenpalette reicht vom Baurecht bis zur Bodenkunde.

Mehr Infos unter [www.MTS-Wissen.de](http://www.MTS-Wissen.de)