

CES473388

5D Deponiebau in der Praxis - Möglichkeiten der AEC Collection

Holger Kaiser
BAUER Resources GmbH

Lernziele

- Geologie kann auch in Civil 3D und in Revit nachgebildet werden
- Wie Photogrammetrie funktioniert
- Baufortschrittskontrolle mit Drohnen ist keine Rocket Science
- Über den Tellerrand blicken und andere AU University Vorträge kennen lernen

Beschreibung

Der Vortrag beschäftigt sich mit der Frage, wie der Betrieb einer Deponie inkl. Zeit- und Kostenabläufe mit Hilfe der AEC Collection von Autodesk nachgebildet werden kann. Dabei wird, nicht wie von Autodesk gedacht, auf Civil 3D gesetzt, sondern als zentrales Softwareprodukt Revit benutzt. Die Anwendungsfälle Bestandserfassung, Vermessung mittels Drohnenbefliegung, 3D-Baugrundmodellerierung, Baufortschrittskontrolle mittels Drohnenbefliegung, 4D-Modellerstellung, Darstellung des Bauablaufs und 5D-Modellerstellung, Darstellung des Gewinn- und Verlustverlaufs werden anhand eines Beispiels dargestellt.

Referent(en)

Holger Kaiser ist BIM Manager und Digitalisierungskoordinator bei der BAUER Resources GmbH. Seit 6 Jahren arbeitet er mit Revit. Daneben ist er Drohnenpilot und kümmert sich um den reibungslosen Einsatz von Drohnen auf BAUER Baustellen. Für den Hauptverband der deutschen Bauindustrie arbeitet er am Positionspapier „BIM im Spezialtiefbau“ sowie im DGQT Arbeitskreis „Digitalisierung in der Geotechnik“ mit. Er ist an der Entwicklung neuer IOT und KI Lösungen in der BAUER AG mit beteiligt.

Einleitung

Mit der Frage: "Wieviel kostet mich eine Deponie bei unterschiedlichen zukünftigen Einflüssen?" Wurden wir als Planungsabteilungen der BAUER Resources GmbH beauftragt, den Bau und den Betrieb einer Deponie 5D mit Autodeskprodukten zu planen.

Darstellung von Geologie mit Autodesk Produkten

Grundlage der 5D Planung sollte ein 3D Modell der bestehenden Deponie sein.

Darstellung von Geologie in Civil 3D

Civil 3D ist die Standardlösung von Autodesk für die Darstellung von Geologie in 3D. Die Software ist mit verschiedensten Funktionen ausgestattet, um die geologische Fragestellung zu lösen. U.a. die Komplexität von Civil 3D hat uns jedoch dazu bewogen, die Deponie mit Revit planerisch zu erfassen.

Darstellung von Geologie in Revit

In Revit lassen sich verschiedene Familien für die Darstellung von Geologie nutzen. Von Geschossdecken, Körpern oder Objekten aus adaptiven Familien ist alles möglich. Entschieden ist, dass auch eine Materialdatenbank verknüpft werden kann, die bei der Darstellung den geologischen Körper allgemein ersichtlich macht. Bei der BAUER Resources GmbH haben wir eine Materialbibliothek mit Darstellungen der Materialien nach ISO und DIN.

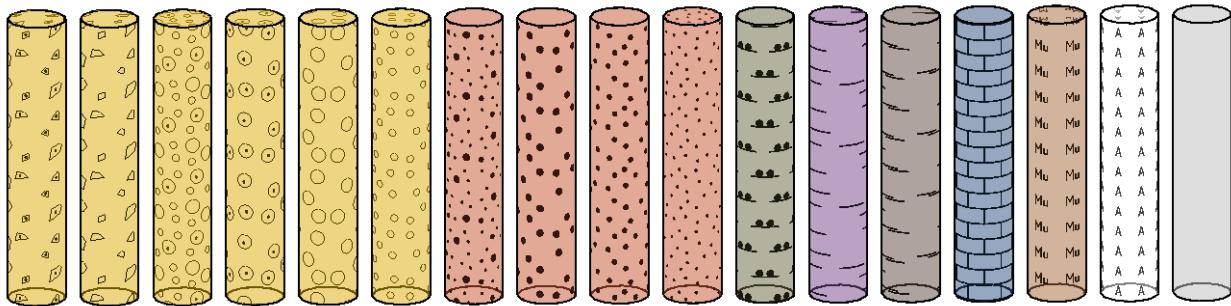


Abbildung 1 Geologie nach Norm in Revit

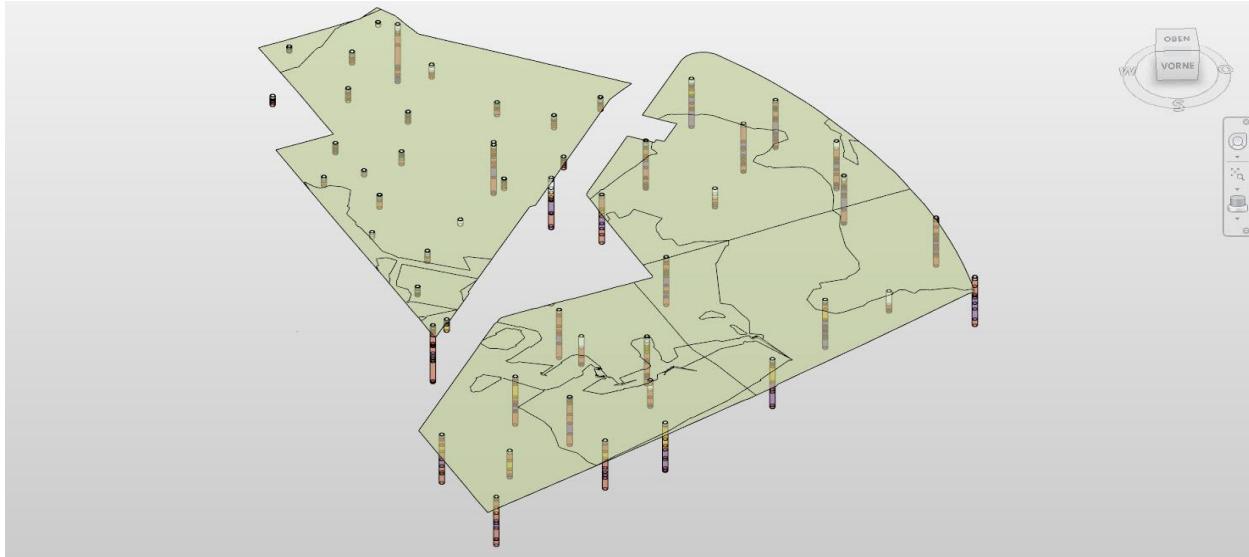


Abbildung 2 Georeferenzierte Bohrprofile mit Topografie in Revit

Ein eigens programmiertes Add-Inn für Revit erlaubt es uns, die Bohrprofile aus geotechnischen Berichten automatisiert als georeferenzierten Bohrsäulen in Revit darzustellen.

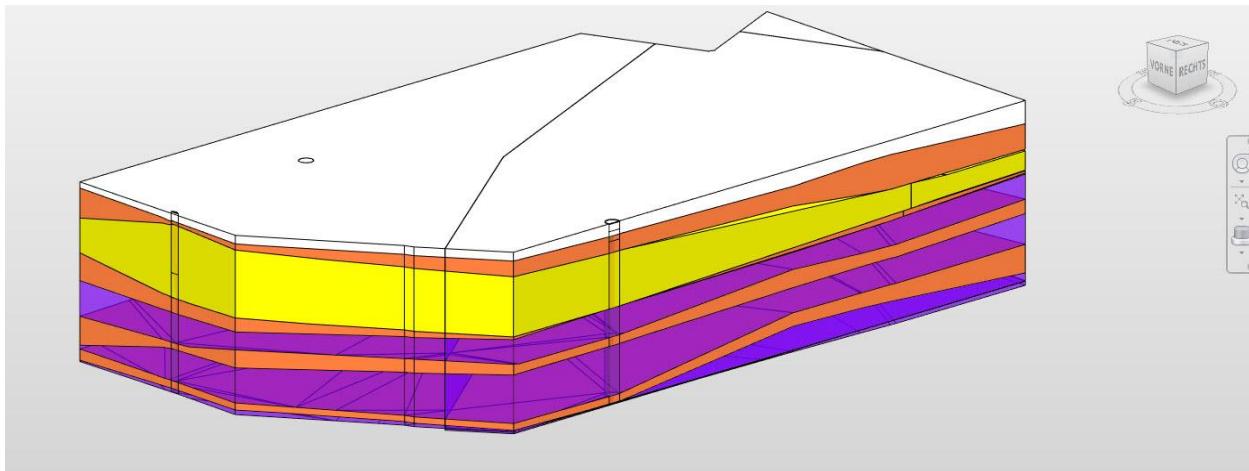


Abbildung 3 3D Geologiemodell mit Linsen und Homogenbereichen

Aus den georeferenzierten Bohrprofilen lassen sich dann Schichtenmodelle erzeugen, die auf Grund der geologischen Modellkörper auch Linsen und Homogenbereiche enthalten können. Die Oberfläche entsteht durch Verschneidung der Volumenkörper mit Topographien.

Drohnen zur Erstellung von Topographien

Der Einsatz von Drohnen erlaubt es mit einfachen und schnellen Mitteln, Oberflächen von Deponien oder Tiefbaubaustellen aufzunehmen. Mittels photogrammetrischen Methoden lassen sich aus den Bildern Topographien erstellen.

Photogrammetrie

Wie funktioniert diese photogrammetrische Auswertung eigentlich, die schon seit dem 19. Jahrhundert bekannt ist? Die Photogrammetrie beruht auf Winkel bzw. Streckenbeziehungen mit denen sich Abstände außerhalb der Kamera ermitteln lassen, wenn Strecken und Winkel innerhalb der Kamera von Linse zu CCD bekannt sind. Durch die Digitalisierung sind Bilder in Raster aufgeteilt, was die Photogrammetrie vorantreibt, wie man an folgendem Bild erkennt.

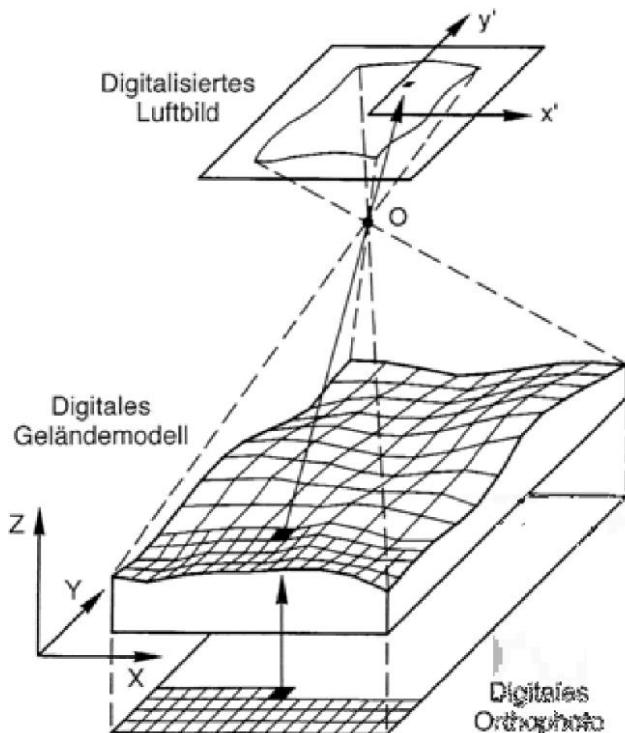


Abbildung 4 Schema digitales Luftbild (Quelle: Digitale stereoskopische Darstellung von orientierten Luftbildern und Orthophotos eines Bildverbandes mittels Anaglyphenverfahren, Diana Büttner 2009)

Ist die Fläche größer, müssen überlappende Bilder erstellt werden. Dabei muss beachtet werden, dass genügend Überlappungen der Bilder vorhanden sind.

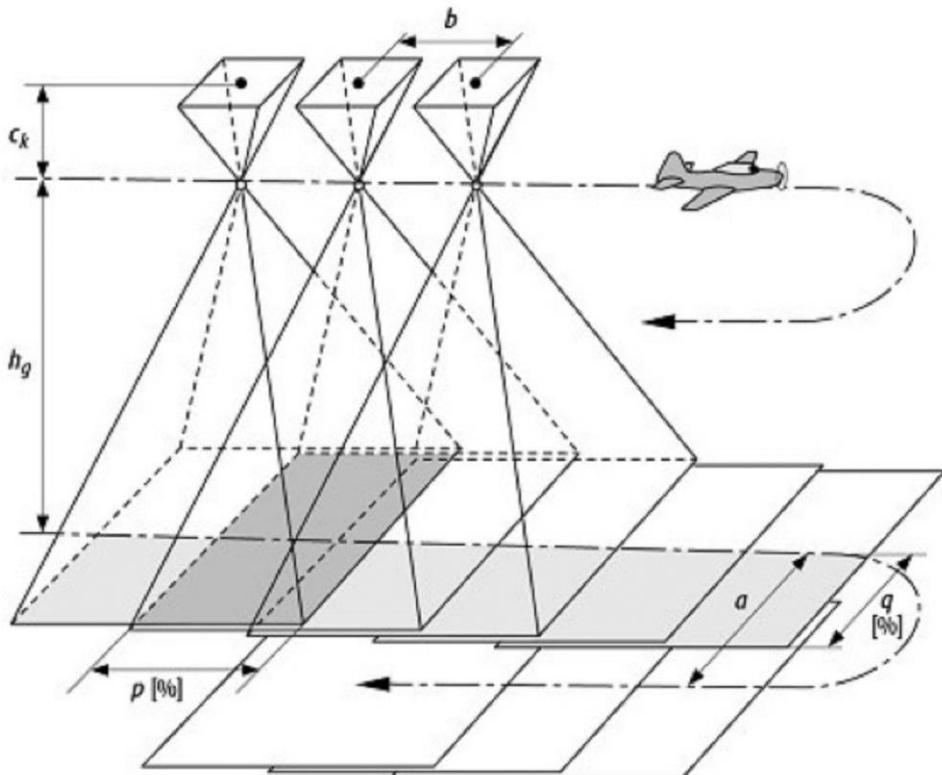


Abbildung 5 Überlappung von Luftaufnahmen (Quelle: Lexikon der Geowissenschaften: Bildüberdeckung bei www.spectrum.de)

Genauigkeit der Drohnendaten

Bei der Befliegung mit Drohnen muss des Weiteren beachtet werden, dass die in den Metadaten der Bilder gespeicherten Koordinaten, bezogen von einem mathematisch definierten Ellipsoid sind. Um reale Höhen bestimmen zu können muss für den jeweiligen Ort der Abstand zum Geoid, also der realen Erdoberfläche, hinzugerechnet werden.

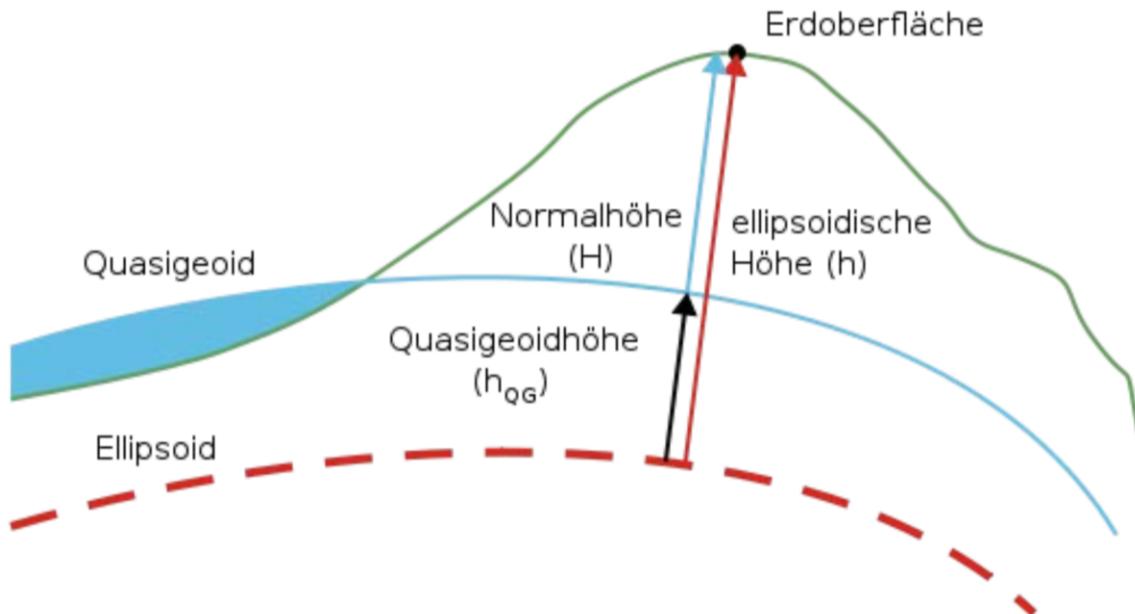


Abbildung 6 Ellipsoid und Geoid (Quelle: <https://www.cs.hhu.de/Einführung Geoinformatik Wilfried Linder>)

Anwendungsfälle im Deponiebau

Um ein 3D-Baugrundmodell zu erhalten, mussten wir zuerst eine Bestanderfassung durchführen. Mittels Baufortschrittskontrolle ließen sich dann ein 4D Darstellung des Bauablaufs und eine 5D Darstellung des Gewinn- und Verlustverlaufs erstellen.

Bestanderfassung

Aus den Bildern der Drohne wurde mit Agisoft Metashape ein digitales Geländemodell erzeugt. Auch Recap Pro mit dem cloudbasierten Recap Foto wären dazu geeignet gewesen.

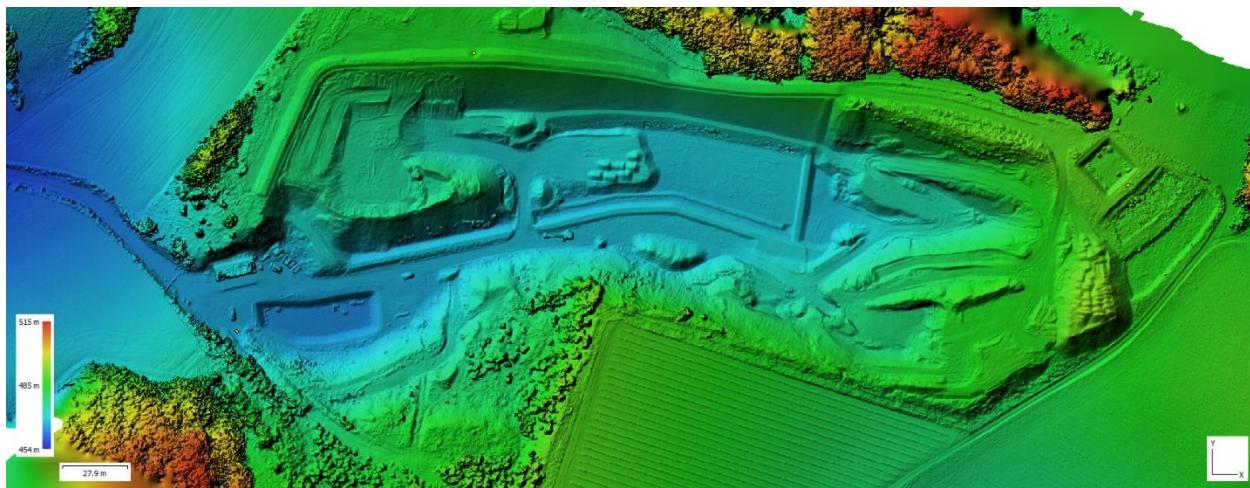


Abbildung 7 Digitales Geländemodell

Dieses Geländemodell wurde mit dem 3D Modell des Deponiekörpers verschnitten und der aktuelle Bestand von schon eingetragenen Deponiematerial und noch auszuhebenden Sand und Kies konnte digital ermittelt werden.

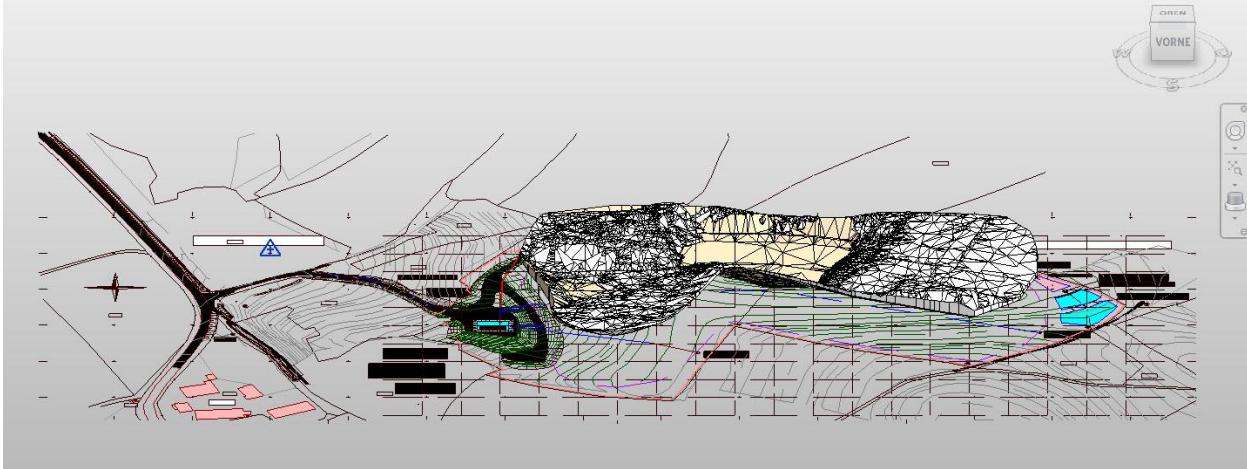


Abbildung 8 3D Bestandsmodell

Baufortschrittskontrolle mittels Drohnenbefliegung

Im weiteren Verlauf des Betriebes wurde die Deponie mit einer Drohne überflogen und die jeweiligen Zustände konnten so dokumentiert werden.

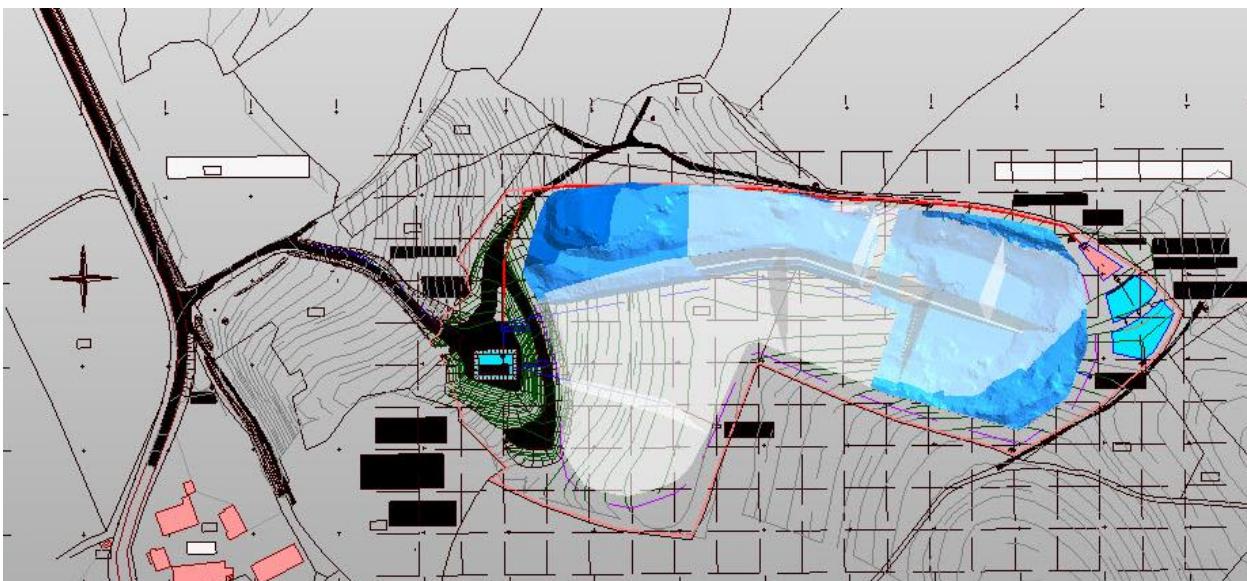


Abbildung 9 3D Modell mit Aushub- und Verfüllvolumen

Die Aushub- und Verfüllvolumen konnten einzeln als Volumenkörper dargestellt werden. Dabei erkennt man in der folgenden Abbildung die stark differenzierte Oberfläche, die in dieser Form und Größe über Boden gestützte Vermessung nur mit erheblichen Zeit- und Kostenaufwand aufgenommen werden kann.

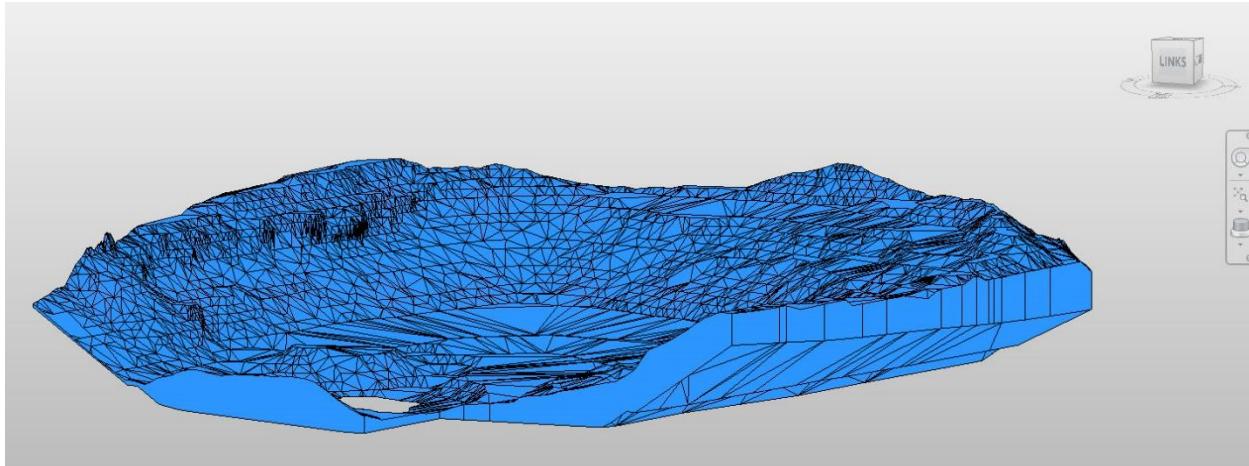


Abbildung 10 3D Modell des Aushubkörpers

4D Darstellung des Bauablaufs

Der Zeitplan für dieses Projekt lag in Excel vor. Mit einem VBA Skript konnte ein automatisierter Austausch mit MS Projekt erreicht werden. Der Zeitplan in MS Projekt wurde darauf in NavisWorks mit dem Revit Bestandsmodell verknüpft. Durch die grafische Darstellung des Bauablaufes ließ sich Kontrollfunktion (gelbe Pfeile) in den Prozess einbauen, sodass die Terminpläne auch ausgeführt werden konnten.

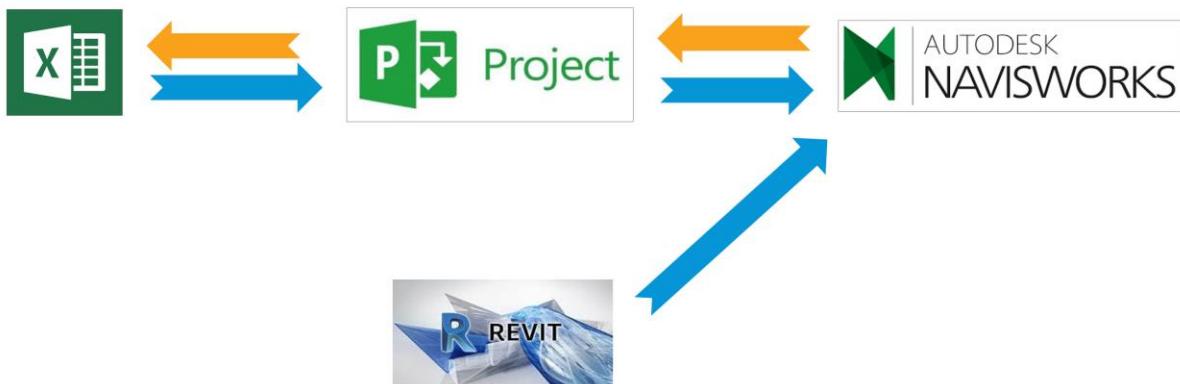


Abbildung 11 Ablaufschema 4D Bauablaufplanung

5D Darstellung des Gewinn- und Verlustverlaufes

Für die 5D Darstellung des Gewinn- und Verlustverlaufs ist nicht mehr notwendig den Terminplan und die Mengen mit Kosten zu verbinden. Für den jeweiligen Stand der Mengen ist bei der BAUER Resources GmbH noch eine Verbindung zwischen Revit und Excel erstellt worden.

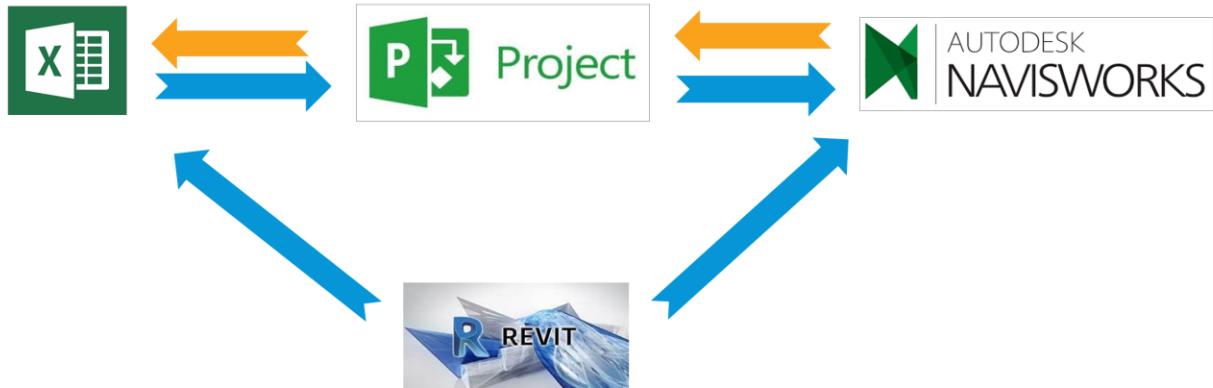


Abbildung 12 Ablaufschema 5D Darstellung des Gewinn- und Verlustverlaufes

Zusammenfassung und Ausblick

Mit der AEC Collection von Autodesk lässt sich der Bau und Betrieb einer Deponie planerisch gut begleiten. Verwendet man Revit für die Darstellung des 3D Deponiekörpers sind Dynamoskripte und Add-ins vorhanden, die das Arbeiten einfacher machen. Jedoch sind noch nicht alle Funktionen vorhanden, wie sie in Civil 3D nutzbar sind. Mit der Civil Connection <https://github.com/Autodesk/civilconnection> lassen sich die beiden Programme besser zusammen bringen.

NavisWorks, Excel und Recap komplettieren die Softwarepalette, die man benötigt, um 5D Planung von Deponien zu betreiben.