

CES473667

Dynamo für Civil 3D - Das Multitool in Infrastrukturprojekten

Frederic Classon
Autodesk

Key Learnings

- Erfahren Sie, wie sie Ihre Effizienz steigern können.
- Erlernen Sie die „Basics“ von Dynamo für Civil 3D
- Lernen Sie wie man mit Dynamo für Civil 3D einfache Skripte erstellen kann.
- Entdecken Sie praktische Anwendungsfälle für Design Automatisierung

Beschreibung

Dynamo für Civil 3D verschafft Ihnen mehr Zeit, um die eigentlichen Problemstellungen in Infrastruktur Projekten zu lösen. Denn mit Dynamo können Sie schwierige Design-Aufgaben meistern und häufig wiederkehrende und zeitaufwendige Workflows automatisieren.

Und das alles, ohne Programmierkenntnisse, denn Dynamo ist ein leicht verständliches, grafisches ProgrammierTool. In Hochbauprojekten wird Dynamo schon lange eingesetzt und nun ist es auch endlich für Civil 3D verfügbar.

Im Folgenden ein paar Grundlagen, die Ihnen den Zugang zur visuellen Programmierung mit Dynamo für Civil 3D vereinfachen sollen. Beispiele für Anwendungsfälle sind dem Recording der Autodesk University Session CES473667 „Dynamo für Civil 3D - Das Multitool in Infrastrukturprojekten“ zu entnehmen.

Sprecher



Frederic Classon ist bei Autodesk in München als Technical Sales Specialist für die Region Central Europe tätig. Dort betreut er im wesentlichen Kunden und Vertriebspartner im Bereich Infrastruktur.

Frederic studierte an der Universität Köln Geografie, Geologie und Bodenkunde und an der Universität Innsbruck Geoinformatik. Danach arbeitete Frederic zunächst im Bereich der geotechnischen 3D Modellierung. Darauf folgten 10 Jahre technisches Consulting bei einem Autodesk Partner im Infrastrukturbereich. Seine Freizeit verbringt Frederic am liebsten mit seiner Familie; Mit Grillen, Einhörner basteln und Lego Star Wars bauen.

Einführung

Design Automatisierung ist, in Zeiten von Fachkräftemangel und in Zeiten mit hoher Projektkomplexität, ein strategisch wichtiges Puzzleteil und einer der Gründe, warum wir Civil 3D mit Dynamo ausgerüstet haben.

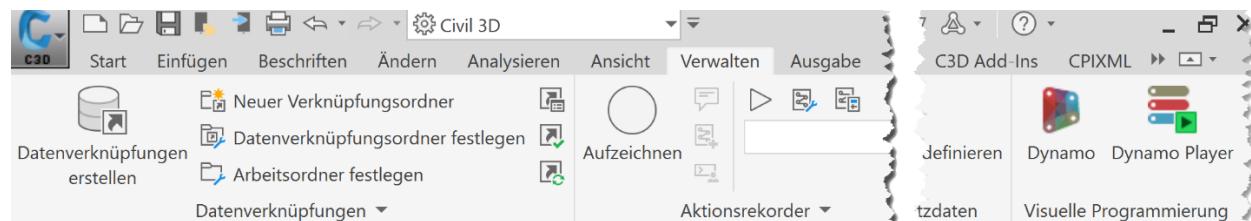
Im Architekturmfeld wird Dynamo schon lange in Kombination mit Revit eingesetzt und erfreut sich dort stetig wachsender Popularität. Aber warum ist das so? Einer der Gründe für die Popularität von Dynamo ist, dass es für Ingenieure und Architekten gemacht ist und nicht für Programmierer.

Beim Entwurfsprozess müssen häufig Beziehungen zwischen den Teilelementen eines Entwurfs eingerichtet werden. In der Mehrzahl der Fälle werden bei der Entwicklung dieser Beziehungen Arbeitsabläufe verwendet, die mithilfe von Regeln zum Ergebnis führen. Dabei setzen man, vielleicht ohne es zu wissen, Algorithmen ein: Sie definieren, in Einzelschritten nacheinander ablaufend, Aktionen. Aktionen, die einer grundlegenden Logik aus Eingabe, Verarbeitung und Ausgabe folgen.

Bei der Programmierung mit D4C geht man auf die gleiche Art und Weise vor. Mit dem Unterschied, dass diese Algorithmen in einem Programm zur Wiederverwendung festhalten werden. Der entscheidende Unterschied von Dynamo, im Gegensatz zu anderen Werkzeugen zur Programmierung, ist jedoch, dass es ein Programm zur visuellen Programmierung ist. Das „Visuelle“ an der Programmierung erleichtert den Einstieg, und Designer fühlen sich deswegen davon angesprochen.

Dynamo für Civil 3D

Seit der Version 2021 wird D4C automatisch mit Civil 3D mit mitinstalliert; Es ist keine separate Installation nötig. In der Civil 3D Version 2020 ist und war für D4C noch eine separate Installation nötig: Der Installer für die 2020er Version lässt sich über die Autodesk Desktop App beziehen, steht aber auch im Autodesk Account unter den Produkt Updates zum Download bereit.



Aufrufen lässt sich D4C über den Arbeitsbereich Civil 3D, auf der Registerkarte Start, im Bereich Visuelle Programmierung oder über den Befehl „_AeccLaunchDynamo“.

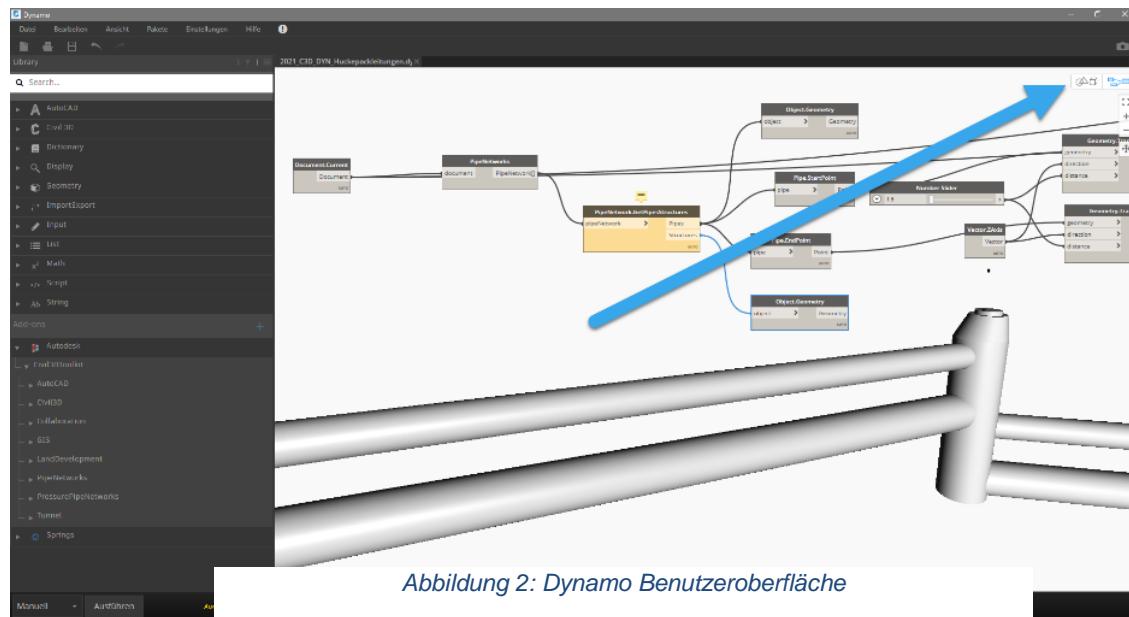


Abbildung 2: Dynamo Benutzeroberfläche

Benutzeroberfläche

Die Benutzeroberfläche von Dynamo weist fünf Bereiche auf. Der größte Bereich ist der Bereich, in dem die eigentliche visuelle Programmierung stattfindet.

In diesem Bereich hat man zwei unterschiedliche Ansichtsmodi (siehe **Error! Reference source not found.**) zwischen den sich umschalten lässt: Die Diagrammansicht, in der man das eigentliche Skript erstellt und die 3D Vorschau, mit der man das geometrische Ergebnis des Skriptes inspizieren und prüfen kann.

Die Knotenbibliothek ist das Herzstück von D4C. Sie enthält alle geladenen Blöcke: Die Blöcke, die zum Lieferumfang von D4C gehören und Blöcke, die zusätzlich geladenen werden können.

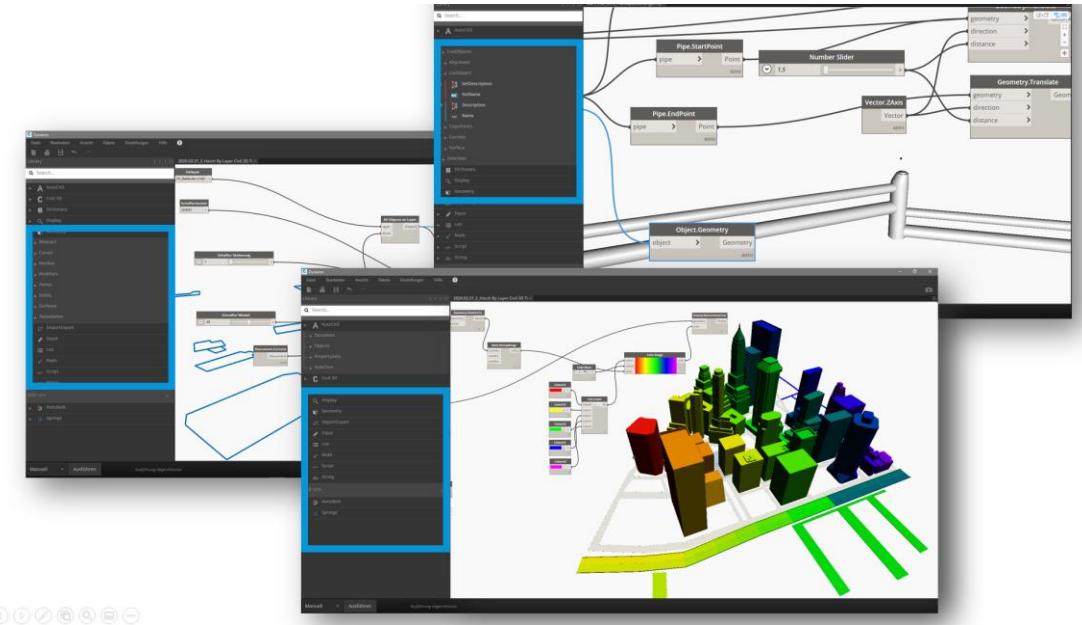


Abbildung 3: Die Knotenbibliothek

Tipp: Ein einfacher Klick auf einen Block in der Bibliothek entnimmt diesen der Bibliothek zur Verwendung im Arbeitsbereich

Tipp: Die Bibliothek enthält AutoCAD-, Civil 3D- und auch Dynamo-Blöcke, welche kreativ miteinander kombiniert werden können.

Die Bausteine eines Dynamo Skriptes

Die zentralen Bausteine eines Dynamo-Skriptes, welche nur sinnvoll miteinander verbunden werden müssen, werden als Blöcke (eng. Nodes), bezeichnet. Drähte (eng. Wires) verbinden diese Blöcke miteinander, um Beziehungen zu erstellen und den Ablauf eines visuellen Programms festzulegen. Verbundene Knoten werden Graphen (eng. Graphs) genannt. Ein Graph, der in einer *.dyn-Datei gespeichert wird, wird als Dynamo-Skript bezeichnet.

Im Folgenden die Hauptelemente eines Dynamo Skriptes (vgl. Abbildung 4: Elemente eines Dynamo Skriptes):

- Name (1): Der Name des Blocks gemäß der Namenskonvention *Kategorie.Name*
- Anschlüsse (2) (eingehend und ausgehend): Die Rezeptoren für Drähte, über die die eingegebenen Daten sowie die Ergebnisse von Blockaktionen an Blöcke geliefert werden.
- Hauptbereich (3): Der Hauptkörper des Blocks. Durch Klicken mit der rechten Maustaste auf diesen Bereich werden Optionen für den gesamten Block angezeigt.
- Vergitterung (4): Zeigt die für die Zuordnung von Listeneingaben angegebene Vergitterungsoptionen an.

- Vorschau: Eine Vorschau auf das numerische Ergebnis der Knoten-Operation.
- Drähte (6): Drähte verbinden den Ausgabeanschluss eines Blocks mit dem Eingabeanschluss eines anderen Blocks.

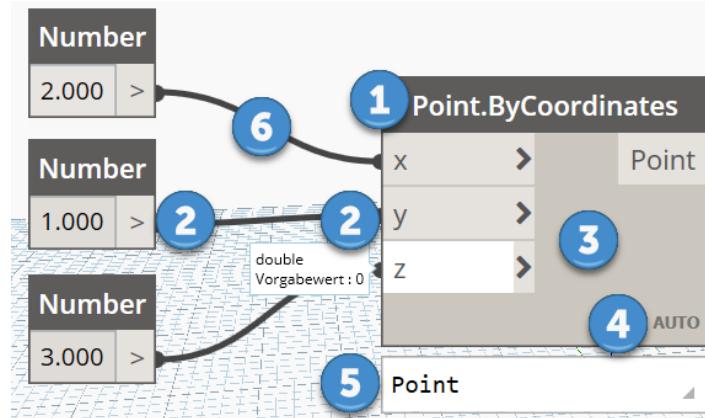


Abbildung 4: Elemente eines Dynamo Skriptes

Tipp: Wenn Sie den Mauszeiger über einen Eingabeanschluss zeigen, erscheint der Vorgabewert. Einige Blöcke verfügen über Vorgabewerte, die verwendet werden können, aber nicht verwendet werden müssen.

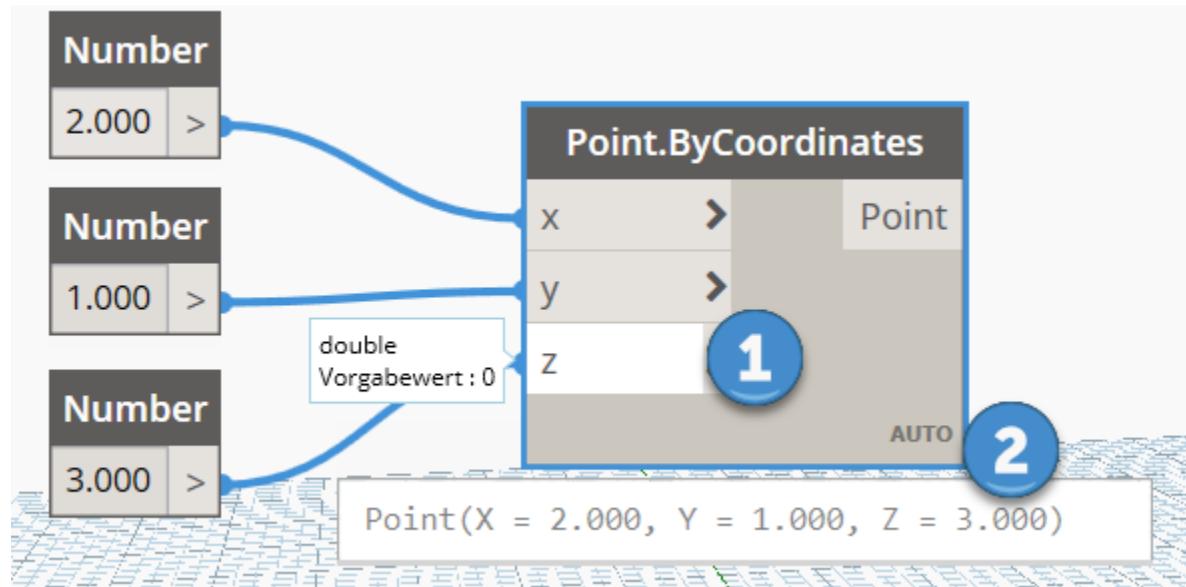


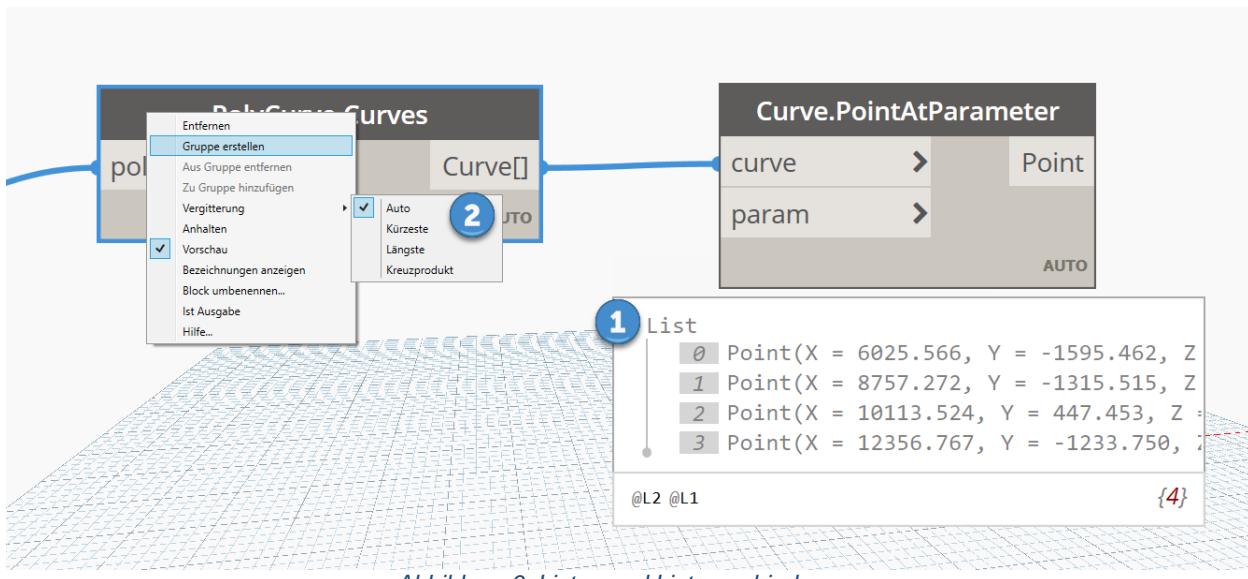
Abbildung 5: Vorgabewerte und Ereignisvorschau

Listen und Listenverbindungen

Listen sind das Ergebnis bzw. Teilergebnis einer Operation in D4C; Sie sind eine Sammlung von Elementen oder Einträgen (Siehe Punkt 1 in Abbildung 6).

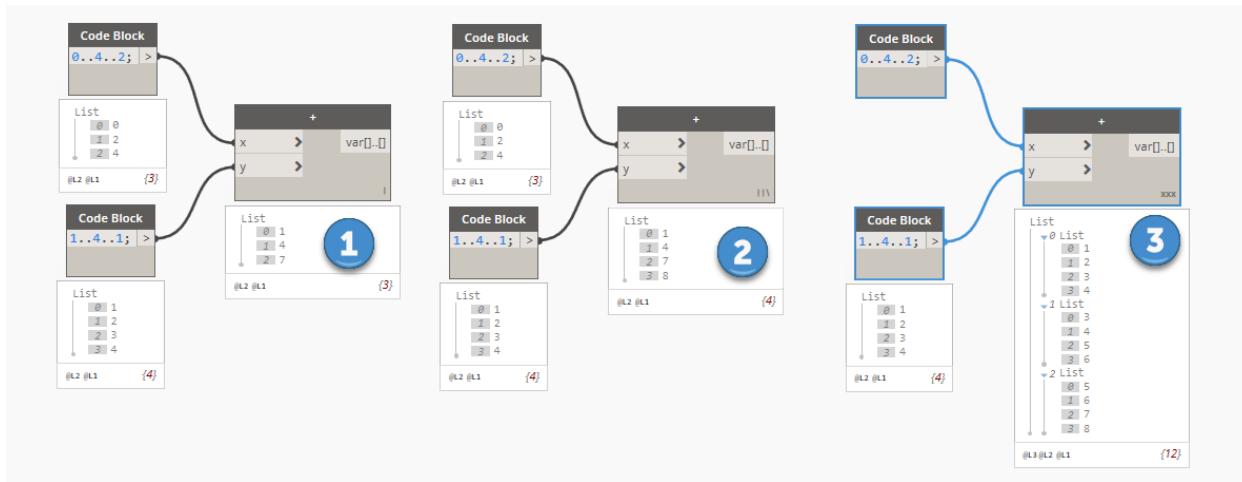
Es ist wichtig zu wissen, dass Daten in einer Liste immer geordnet sind und dass der erste Eintrag in einer Liste immer den Index "0" hat (vgl. Abbildung 6: Listen und Listenverbindungen).

Von einer Operation zur Nächsten, wird die Reihenfolge einer Liste immer „weitervererbt“ (Insofern man die Liste nicht neu organisiert). Diese Eigenschaft von Listen vereinfacht eine Zuordnung von Daten in unterschiedlichen Listen ungemein.



Vergitterungen

Manchmal gibt es für die Zuordnung von Daten in unterschiedlichen Listen jedoch keine eindeutige Lösung. Beispielsweise, wenn Eingaben von unterschiedlicher Listenlängen verwendet werden. Für diesen Fall hält Dynamo drei unterschiedliche Lösungen sog. Vergitterungen (in Englischen „lacing“) parat (vgl. Abbildung 7: Vergitterungsmethoden)



Die Lösungen zum Umgang mit unterschiedlich langen Listen wie folgt:

Jedem Wert in den beiden Listen wird genau ein Wert gegenübergestellt, bis das Ende der Folgen erreicht ist. Diese Methode wird als „Kürzeste Liste“ genannt. Der Algorithmus "Längste Liste" verwendet gegebenenfalls Elemente mehrfach, bis alle Folgen aufgebraucht sind. Mit der Methode "Kreuzprodukt" werden sämtliche möglichen Verbindungen in den beiden miteinander verbundenen Listen hergestellt (Vgl. Abbildung 7: Vergitterungsmethoden)

Tipp: Ein Rechtsklick auf einen Knoten gibt diese Vergitterungen „Kürzeste Liste, Längste Liste & Kreuzprodukt“ frei

Nennenswerte Knoten

Im Folgenden ein paar Knoten, um die man nicht herumkommt in der visuellen Programmierung mit D4C. Alle beschriebenen Knoten sind im Standartumfang von D4C enthalten und lassen sich mit einem einfachen Klick aus der Bibliothek aufrufen

Die Knoten in der Bibliothek liegen geordnet i.d.R. nach Objekttyp geordnet vor und sind je nach Funktion wie Folgt gekennzeichnet.

| | | |
|--|-------------------|---|
| | Erstellungsknoten | Erstellen/ Erstellen z.B. Erstellen von Civil-Objekten oder von Dynamo-Geometrie |
| | Aktionenknoten | Aktionen, z.B. Objekte löschen, Wert festlegen oder mathematische Operationen durchführen |
| | Abfrageknoten | Abrufen eines Wertes oder Parameters z.B. Radius eines Kreises abrufen |

Tipp: Ein Rechtsklick im Modellierbereich für Skripte gibt eine Suche frei, in der man relevante Knoten suchen kann und mithin „Mauskilometer“ sparen kann.

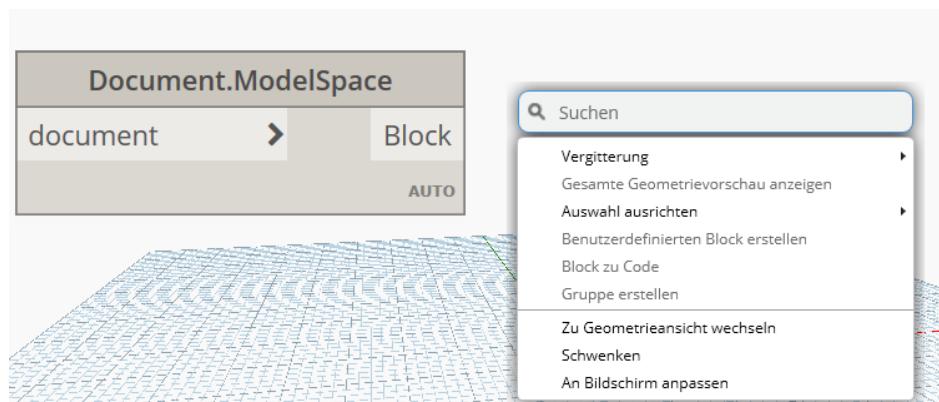
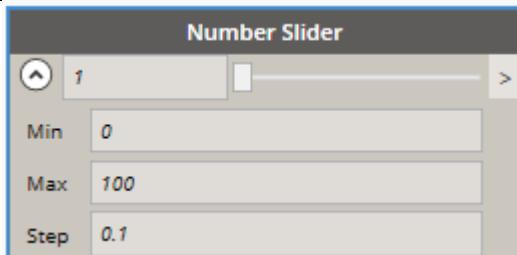


Abbildung 8: Knotensuche

| | |
|--|--|
| | Code-Blöcke verstehen sich als universelle Text-Blöcke. Sie können mit Zahlen, Zeichenfolgen, Formeln, Listen und Variablen versehen werden Tipp: Mit einem Doppelklicken in den Dynamo Canvas entsteht automatisch ein Codeblock. |
| | Auch Zeichenfolgen (Strings) können auf vielfältige Weise eingesetzt werden. Z.B. für die Eingabe benutzerdefinierter Parameter |
| | Mit dem Watch-Node lässt sich eine Liste, und mithin ein Ergebnis bzw. Teilergebnis permanent, nicht nur in der Voransicht, visualisieren. Das optimale Werkzeug zum Inspizieren eines graphischen teil Ergebnisses. |
| | Der Watch 3D Node ist ein Fenster für die Vorschau von Dynamo-Geometrie. Das optimale Werkzeug zum Inspizieren eines graphischen (Teil-) Ergebnisses. |

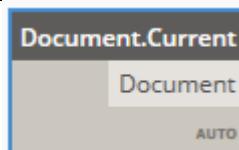


Mit dem Number Slider Schieberegler lassen sich numerische Werte als Eingaben im Intervall erzeugen.

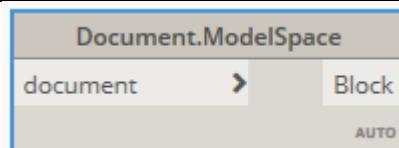
Tipp: Es gibt auch einen "Ganzzahlschieberegler".



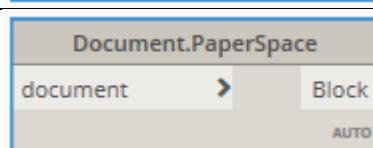
Der Knoten Range erstellt eine Sequenz von Zahlen und Buchstaben im angegebenen Bereich her.



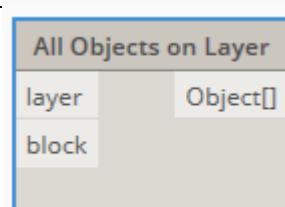
Einer der wichtigsten Knoten im AutoCAD-Bereich der -Bibliothek ist der Knoten "Document.Current". Dieser ist erforderlich, um die Verbindung der aktuell geöffneten Civil-Zeichnung mit dem aktuell geöffneten Dynamo-Skript herzustellen.



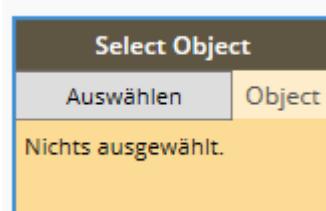
Mit diesem Knoten kann man angeben, dass man sich in der geöffneten DWG auf den Modellbereich mit Dynamo beziehen möchte.



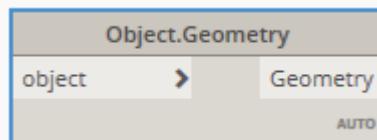
Mit diesem Knoten kann man angeben, dass man sich in der geöffneten DWG auf den aktuellen Papierbereich mit Dynamo beziehen möchte.



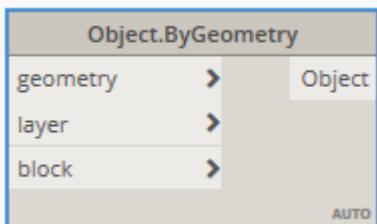
Hiermit lassen sich alle Objekte auf dem namentlich angegeben CAD Layer auswählen.



Mit Select Object lässt sich ein Zeichnungsobjekt im aktuellen Dokument auswählen.



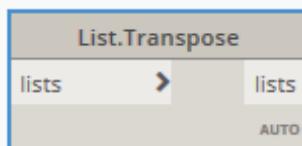
Mit Object.Geometry können Sie CAD-Geometrie in Dynamo-Geometrie überführen.



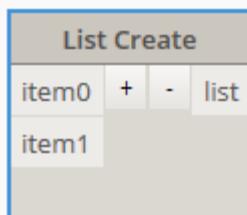
Mit Object.ByGeometry lässt sich Dynamo-Geometrie in CAD-Geometrie überführen.



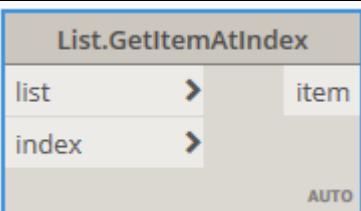
List Flatten wird zum Auflösen von Ebenen in verschachtelten Listen benutzt.



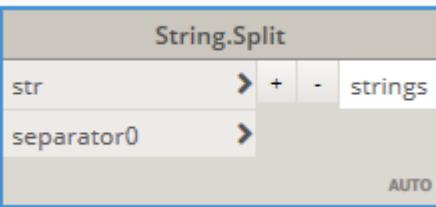
Mit List Transpose werden, genau wie in Tabellenkalkulationsprogrammen, die Spalten und Zeilen einer Datenstruktur vertauscht.



Mit Hilfe eines List.Create-Blocks lassen sich mehrere Zeilen aus unterschiedlichen Codeblöcken in ein und derselben Liste zusammenfassen.



Bei Verwendung von List.GetItemAtIndex wählt Dynamo die erste Liste nebst Ihrer Unterelemente aus.



String.Split teilt eine Liste mit Zeichenfolgen anhand des angegebenen Trennzeichens in Teillisten mit Zeichenfolgen auf.

Dynamo Pakete

Ein Dynamo Paket ist eine Sammlung benutzerdefinierter, den Funktionsumfang von Dynamo, erweiternder Blöcke, welche von externen Anbietern entwickelt wurden.

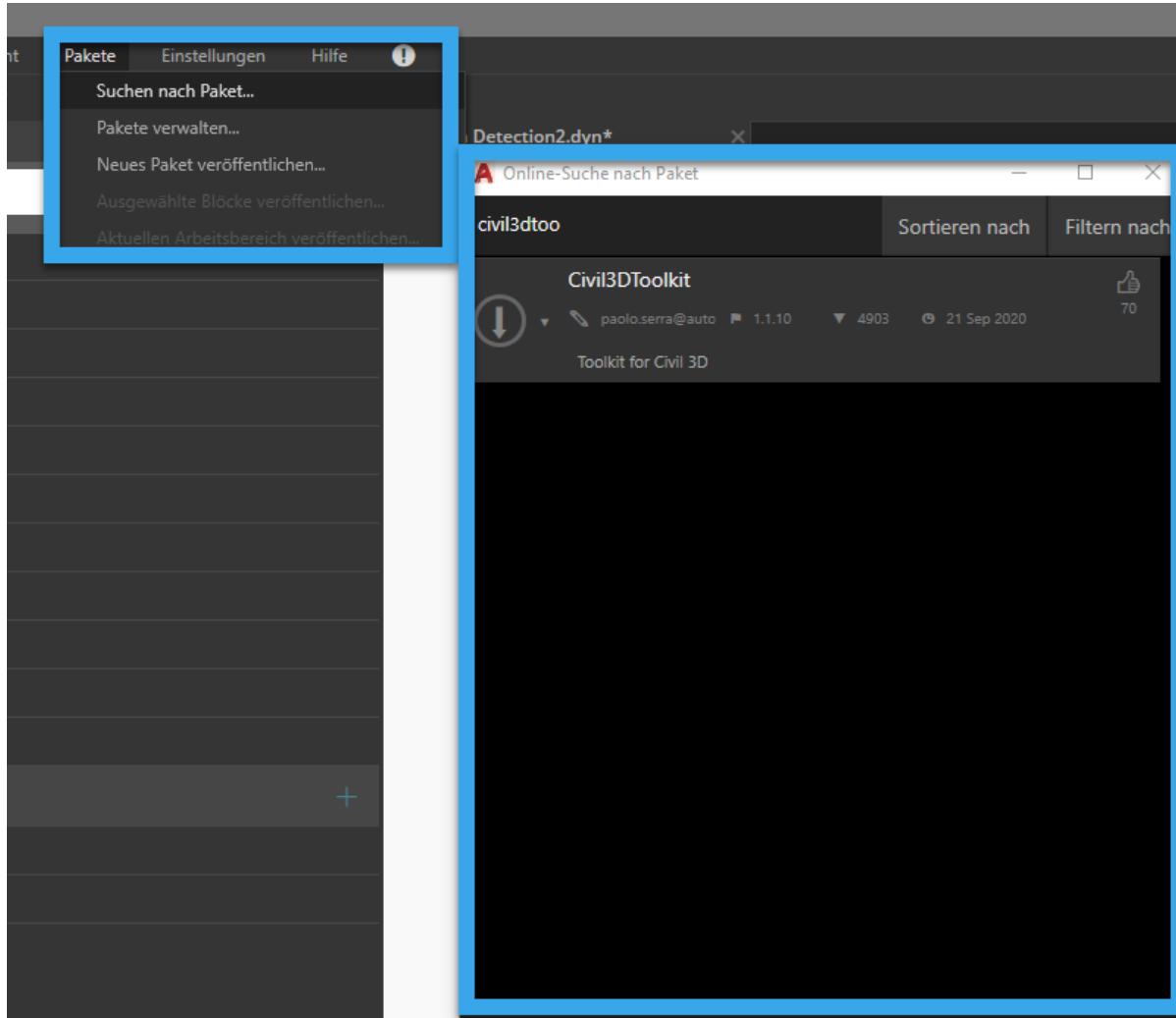


Abbildung 9: Paketmanager

Zugang zu diesen benutzerdefinierten Blöcken bekommt man über den Dynamo Package Manager. Diesen kann man als Portal in die Community verstehen; Ein Portal, aus dem man beliebige Erweiterungen herunterladen kann.

Tipp: Installieren Sie das Civil3DToolkit. Das Civil3DToolkit ist ein von Autodesk entwickeltes, Paket, welches den Funktionsumfang von D4C beträchtlich erweitert (vgl. Abbildung 10: Civil3DToolkit).

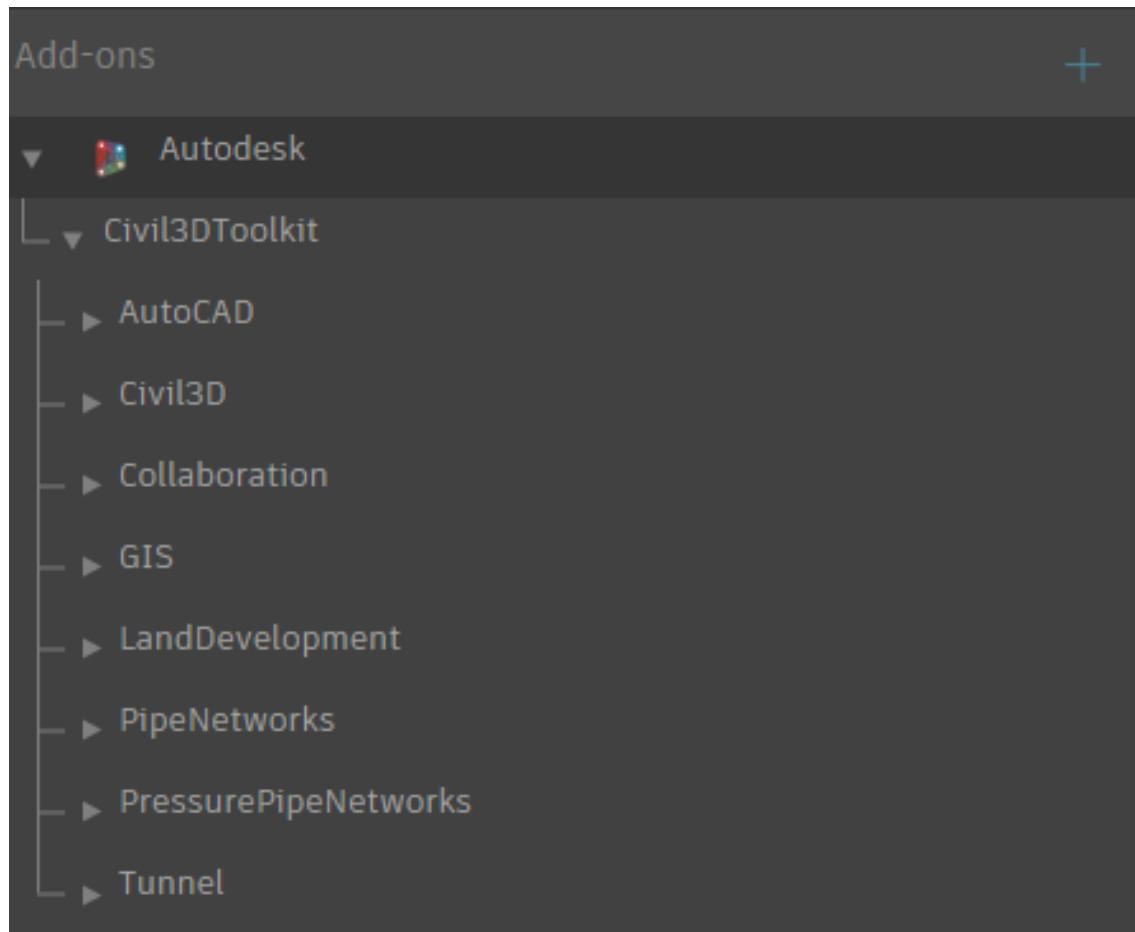


Abbildung 10: Civil3D Toolkit

Dynamo Player

Obwohl die visuelle Programmierung von Skripten mit D4C eigentlich eine einfache Angelegenheit ist, ist D4C dennoch nicht jedermann's Sache. Hier kommt der Dynamo Player ins Spiel.

Dieser bietet eine einfache Möglichkeit, Dynamo-Skripte, welche von versierten Dynamo Benutzern erstellt wurden, in Civil 3D auszuführen und die Programme einfach nur zu konsumieren.

Anders formuliert: Der Dynamo Player ist ein leicht zu navigierendes Dialogfeld, in dem Skripte gesucht werden, Benutzereingaben getätigigt werden und mit den D4C-Programmen ausgeführt werden können.

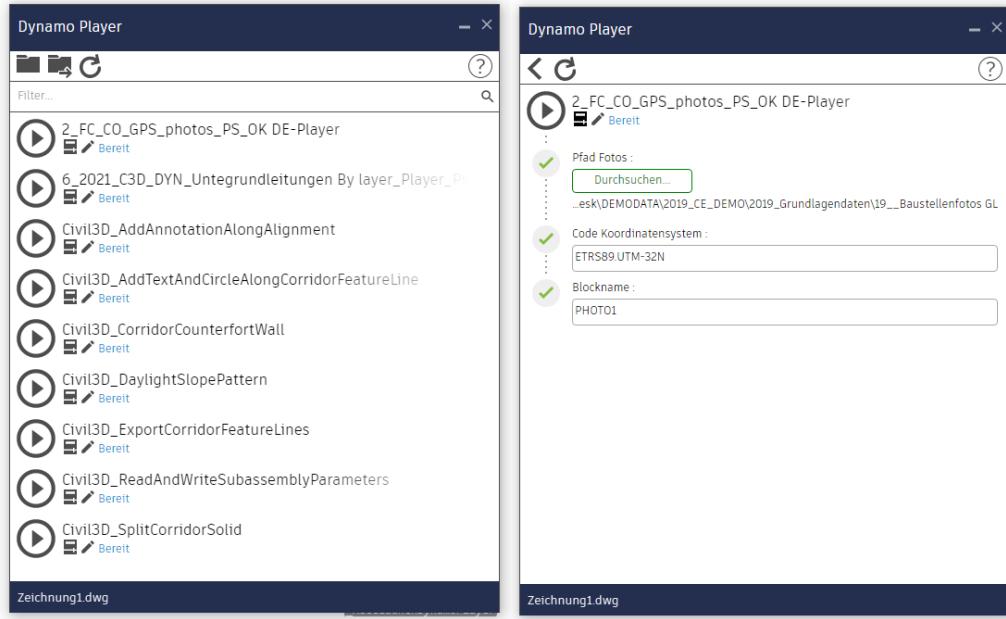


Abbildung 11: Dynamo Player

Tipp: Sie finden den Dynamo Player auf der Registerkarte Verwalten im Civil 3D Arbeitsbereich oder über den Befehl `AeccLaunchDynamoPlayer`.

Bei der Programmierung von Skripten müssen die Knoten, welche als Eingabe für Benutzer des Skriptes im Dynamo Player gezeigt werden, als solche konfiguriert werden. Dabei ist bei der Entwicklung eines Skriptes zu beachten, dass nicht alle Knoten als Dynamo Player Eingabefelder exponiert werden können.

Im Folgenden eine Übersicht über häufige Dynamo Player Eingabeknoten:

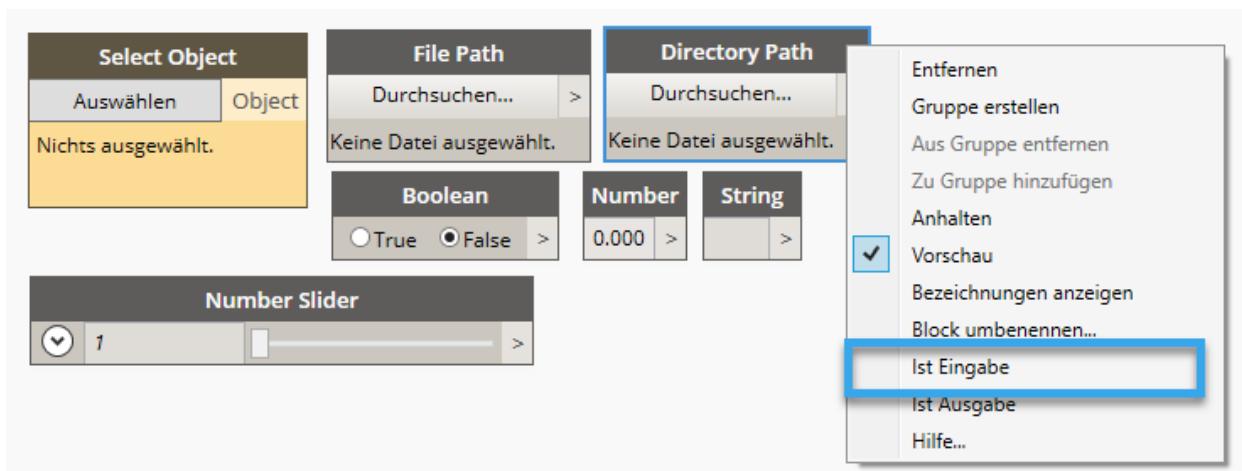


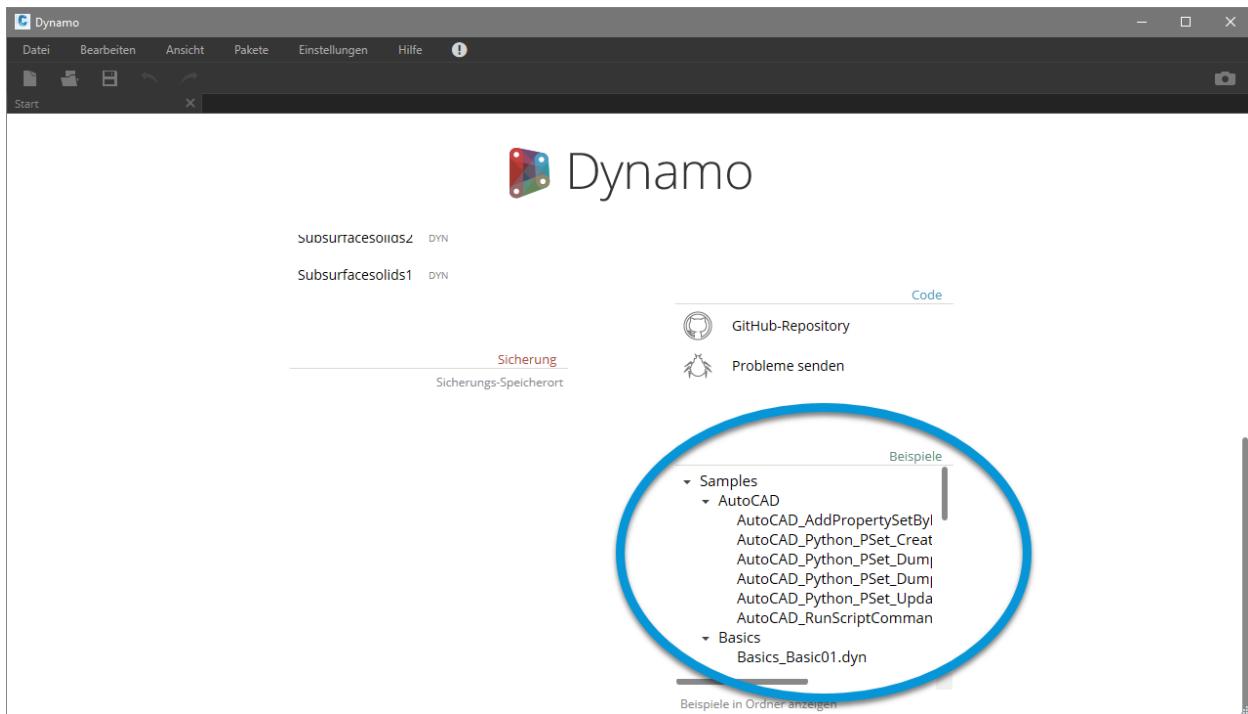
Abbildung 12: Eingabeknoten

Beispieldokumente

Neben dem grundlegenden Verständnis von Dynamo ist es beim Erlernen von D4C wichtig, viel zu Lesen, zu Üben und zu Testen. Das Internet hält dafür unzählige Ressourcen parat.

Besonders zu erwähnen seien an dieser Stelle die folgenden Quellen:

Mit Civil 3D werden zahlreiche Beispieldokumente mitinstalliert, welche auch über den Dynamo Home Screen aufzurufen sind (vgl. Abbildung 13: Dynamo Start-Bildschirm & Beispieldokumente). Mehr Informationen zu den Beispiel-Dokumenten, ihrer Intention und Struktur findet man im [Autodesk Knowledge Network](#).



Auch die Dynamo Community liefert zahllose Dokumente, an denen man sich „langhangeln“ kann, und welche man zu Übungszwecken „zurückentwickeln“ kann. Eine gute Anlaufstelle für Dokumente, Fragen und vor Allem Antworten sei hier das Civil 3D Forum auf [DynamoBIM.org](#) zu nennen.

Zu guter Letzt sei hier noch auf die Artikelserie „[Dynamo for Civil 3D - Design Automation in Infrastructure Projects](#)“ hingewiesen. Hier sind zahlreiche einfache Dokumente zu unterschiedlichen Anwendungsbeispielen zusammengetragen, beschrieben und mit Videos versehen.



Dynamo 4 Civil 3D: Sample Scripts for Autodesk Dynamo for Civil 3D

Aug 5, 2020

To kickstart you with Automation in Infrastructure Projects, Dynamo for Civil 3D is being installed with several sample scripts that are ready to use for automating workflows. You can also use these scripts to understand and ex...



Dynamo 4 Civil 3D: Process & Load Geocoded Photos in Site Plans

Jul 22, 2020

Thanks to Dynamo for Civil 3D, it is easy to process photos with GPS-data, e.g. for inventory documentation or the documentation of a construction progress in Civil 3D and thus generate site plans with the photos. The Exif headers...



Dynamo 4 Civil 3D: Change multiple styles at once to meet company standards or customer requirements

Jul 22, 2020

Civil 3D object styles and label styles make it easy to adjust drawings to meet company standards or customer requirements. The use of Dynamo for Civil 3D makes it even easier to adjust drawings to meet customer requiremen...



Dynamo 4 Civil 3D: Extract Pipenetwork Solids with Property Sets

Jul 22, 2020

Using the built in functions of Civil 3D to extract solids from pipe networks, unfortunately result in the the loss of its property sets. Dynamo for Civil 3D can fix this misbehavior :-): Solids can be extrated from the pipes and structures ...



Dynamo 4 Civil 3D: Segmentation of Corridor Solids from a Station List

Aug 4, 2020

Corridor modelling with C3D is easy and handy. Simply combine an alignment a Profile and profile assemblies to get a 3D model of your Road, dyke trench etc (<https://autode.sk/2DmlmFo>). From this corridor, you can calculate volumes...



Dynamo 4 Civil 3D: One Click Survey Workflow #1: Survey Data Import & Terrain Generation

Jul 22, 2020

Use Dynamo for Civil 3D for automating repetitive task, such as importing survey data into a drawing, creating point groups, building a terrain model from the point group and assigning styles. The video shows how use the dynamo s...



Dynamo 4 Civil 3D: One Click Survey Workflow #2; Cogo Points, Cogo Point Groups & Breakline Points

Jul 22, 2020

Although Civil 3D has the best in class modeling capabilities when it comes to terrain modeling, there is always room for improvement: Dynamo for Civil 3D can save you a few clicks by automating repetitive tasks. See in the video belo...



Dynamo 4 Civil 3D: Swap multiple pipe sizes with 1 click and win back time for the important tasks

Aug 6, 2020

In the pipe properties dialog box of a Civil 3D pipe network it is only possible to swap one pipe diameter at a time. If, for example, after a pipe renovation project, you must change multiple pipe sizes, it might involve a lot of manual w...



Dynamo 4 Civil 3D: Extend the Dynamo Capabilities with Dynamo Packages

Aug 21, 2020

Packages are created by users and can be shared locally with colleagues or with the world via the Dynamo Package Manager. A package may contain a single node or a full library of nodes that you can use in your own Dynamo defin...



Dynamo 4 Civil 3D – Mastering the 3rd Dimensions for subsurface utilities.

Aug 20, 2020

At least in my geo, existing subsurface utility plans are most often available and delivered in 2D. Plus: If you are lucky you get a DWG-file or a DXF-file. If you are unlucky you get PDF files. But nevertheless, you can make good us...



Dynamo 4 Civil 3D: Enriching A Model With Semantic Data #1

Sep 3, 2020

Civil 3D's Property Sets have been there for a while now. And when talking about BIM for infrastructure, they are the key technology in Civil 3D, because Property Sets carry the information, necessary in every phase of a project. If yo...

Abbildung 14: Artikelserie „Dynamo for Civil 3D - Design Automation in Infrastructure Projects“

Tipps und Tricks

- Beim Arbeiten mit D4C kann es zur Warnung kommen, dass „die Eingabe außerhalb des zulässigen Modellbereiches liegt“ (vgl. Abbildung 15: „Die Eingabe liegt außerhalb des zulässigen Modellbereichs.“). Dies ist darauf zurückzuführen, dass die zu verarbeitenden Elemente weit vom Koordinaten-Ursprung entfernt liegen und es zu Anzeigeproblemen kommt. Diese hat keinen Einfluss auf die Art und Weise, wie Dynamo die Informationen berechnet hat.

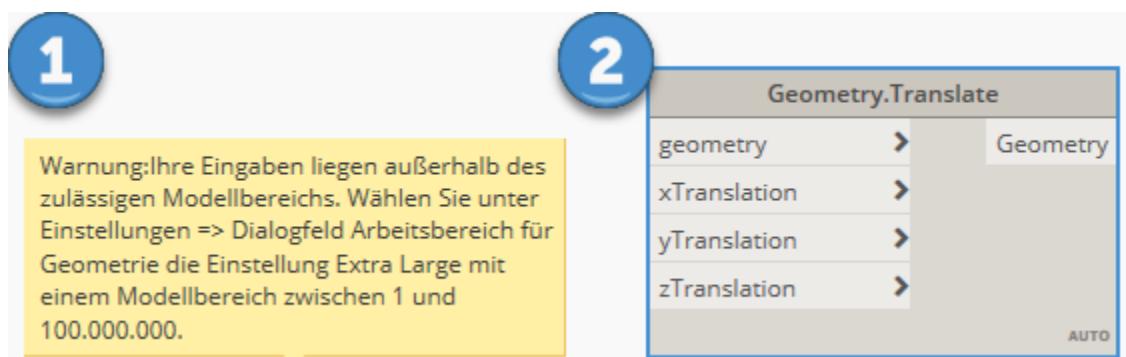


Abbildung 15: „Die Eingabe liegt außerhalb des zulässigen Modellbereichs.“

Tipp: Ändern Sie nicht den Wert der Skalierung für Geometrie in den Dynamo-Einstellungen, um die Meldung zu unterdrücken. Dies kann wiederum Auswirkungen auf das Berechnungsergebnis von Knoten haben. Mit dem Knoten „Geometry.Translate“ kann man die Dynamo Geometrie, welche die vermeintliche Fehlermeldung erzeugt, temporär näher an den Koordinaten-Ursprung verschieben und so die Meldung unterdrücken.

- Dynamo -Graphen können sehr umfangreich werden, aber zum Glück gibt es Gruppen, in denen sich Knoten zusammenfassen lassen. Sinn und Zweck dieser Gruppen ist es, einem Skript Struktur und Lesbarkeit zu geben. Mithilfe von Gruppen kann man aber darüber hinaus große Teile des Graphen verschieben, wobei die Modularität und Ausrichtung erhalten bleiben.
Zudem lassen sich Gruppen mit einem entscheidenden Vorteil einfärben: Farben helfen bei der Differenzierung des Verwendungszwecks einer Gruppe. Folgende Farbkonvention hat sich innerhalb der Community entwickelt:

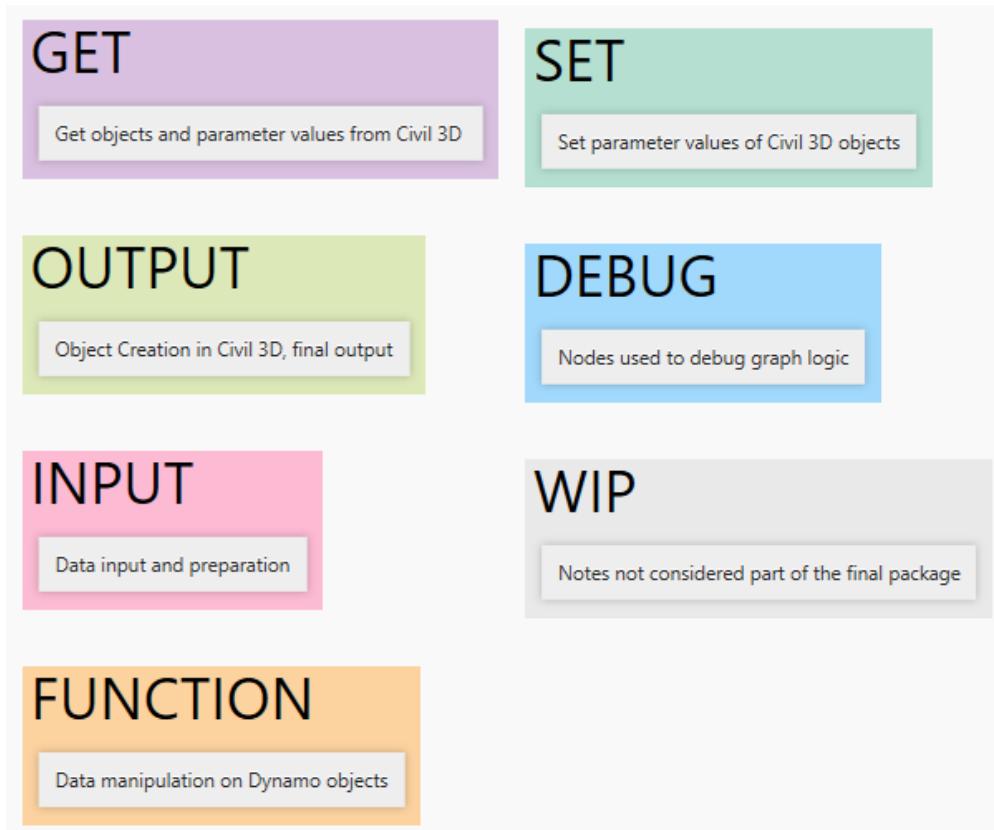


Abbildung 16: Graphen Farben

Quellen und weiterführende Informationen

Es gibt eine Vielzahl von Quellen im Internet, an denen man Hilfe, Informationen und Training zu D4C bekommt. Im Folgenden eine paar wertvolle Ressource für den Einstieg:

- <http://dynamobim.org/> ist die offizielle Dynamo-Seite mit zahlreichen Lernvideos, einem Blog und einem Forum, in dem man i.d.R. auch schnell eine Antwort erhält.
- <http://dynamoprimer.com/> ist ein digitales Handbuch zu Dynamo, das den Einstieg in die Nomenklatur erleichtert und die Grundlagen anschaulich und einfach erklärt.
- Der deutschsprachige BIM Blog beherbergt eine große an Zahl an Videos und Tutorials. Diese Beiträge sind zwar für Dynamo für Revit entwickelt worden. Der Großteil der Informationen ist aber auch für D4C relevant und nützlich. Hier geht es zum BIM Blog: <https://blogs.autodesk.com/bimblog/>
- Die Autodesk University Webseite, zu erreichen über <https://www.autodesk.com/autodesk-university/> bietet on Demand eine Vielzahl von Vorträgen an. Seit der AU 2019 auch diverse D4C Vorträge mit Anwendungsfällen.