AS470725

# Generative Design für Revit in der Praxis

Lejla Secerbegovic  
Autodesk

## Lernziele

- Besser verstehen, was Generative Design in der Architektur bedeutet und wo es eingesetzt werden kann
  - Generative Design in Revit sinnvoll einsetzen und die möglichen Anwendungsfälle in Ihren Projekten erkennen
  - Zusammenhang zwischen Dynamo (visuelle Programmierung) und dem Generative Design in Revit
- Voraussetzungen für das Anwenden von Generative Design in Revit

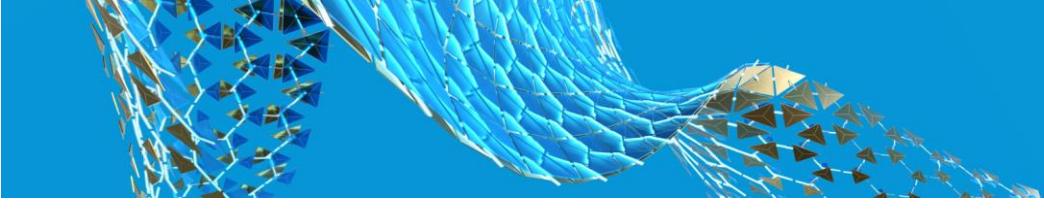
## Beschreibung

Beim generativen Design entsteht aus einer einzelnen Idee nach Ihren Vorgaben in kürzester Zeit eine Vielfalt funktionierender Varianten. Diese können anschließend nach verschiedenen Kriterien, die Sie selbst festlegen, ausgewertet werden, so dass am Ende eine Variante, die Ihren Anforderungen am besten entspricht, übrig bleibt. Generative Design hilft Ihnen, Ihre Kreativität sinnvoll einzusetzen und redundante Arbeit, wie z.B. das Anfertigen unzähliger Skizzen per Hand, zu reduzieren. Generative Design ist ein fester Bestandteil von Revit seit der Version 2021 - in diesem Vortrag stellen wir Ihnen anhand von aktuellen Praxisbeispielen für die Büroplanung unter Berücksichtigung der durch COVID-19 bedingten Mindestabstände die Möglichkeiten und Vorteile dieser Entwurfsmethode vor.

Die hier gezeigten Beispiele basieren auf dem Workspace Layout Datensatz, den Sie hier herunterladen können: <https://autode.sk/workspace-layout>

## Sprecher

Lejla Secerbegovic arbeitet als technische Spezialistin für BIM im Hochbau bei Autodesk. Sie hat Architektur an der TU Wien studiert und zwischen 2004 und 2012 als Architektin in diversen Architekturbüros in Wien, Köln und Aachen in allen Leistungsphasen der HOAI gearbeitet. Bevor sie im Mai 2015 zu Autodesk wechselte, war sie 3 Jahre BIM und Revit Spezialistin bei der Firmengruppe Max Bögl und unterstützte dort die Implementierung der BIM-Prozesse im Bereich Hochbau / Schlüsselfertigung.



Sie können Generative Design in Revit dafür nutzen, unterschiedliche Lösungsvorschläge basierend auf Ihren Zielen, Einschränkungen und Vorgaben zu generieren. Revit wird mit einer Reihe von Studientypen (Dynamo Skripten) installiert, die Ihnen die praktischen Möglichkeiten von GD aufzeigen.

## Übung 1 – Studie Arbeitsbereichlayout

Das Ziel dieser Übung ist es, die beste Anordnung von Schreibtischen mit Hilfe von GD in Revit zu ermitteln. Die Studie Arbeitsbereichlayout liefert unterschiedliche Anordnungen organisiert in Reihen – also passend für ein Großraumbüro oder ein Klassenzimmer. Die Ziele sind dabei, die Anzahl der Schreibtische sowie die Sichtbeziehungen nach draußen zu maximieren, sowie die Entfernung der Schreibtische zum nächsten Ausgang zu minimieren.

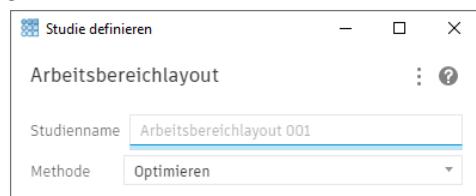
1. Öffnen Sie die Datei *Datasets/Workspace Layout.rvt*.
2. In der Registerkarte *Verwalten*, klicken Sie auf *Studie erstellen*.



Der folgende Dialog listet Ihnen alle verfügbaren Studientypen. Dies sind die Beispiele, die von Autodesk mitgeliefert wurden. Weitere Studien können mit Hilfe von Dynamo erstellt werden, um so individuelle Anforderungen zu berücksichtigen.

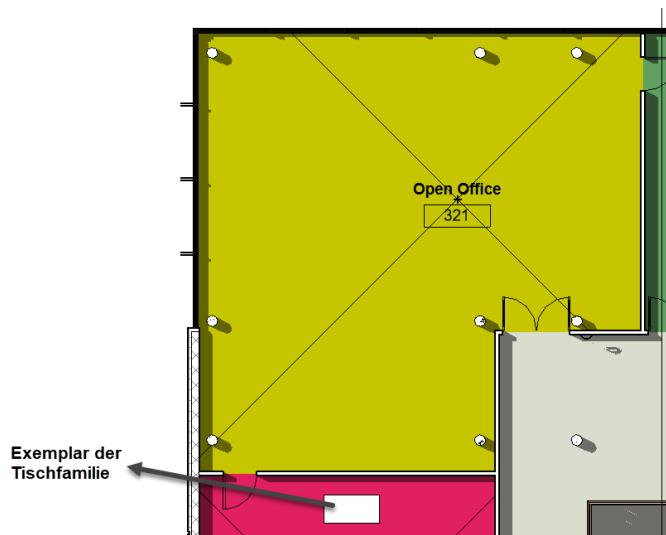


3. Wählen sie den Studentyp *Arbeitsbereichlayout* aus.
4. Vergeben Sie der Studie im Feld *Studienname* einen eindeutigen Namen.
5. Die *Methode* definiert den Algorithmus, nachdem die Ergebnisse berechnet werden. In diesem Beispiel nutzen wir *Optimieren* – diese Auswahl beeinflusst auch alle nachfolgenden Einstellungen.



Wenn Sie eine Studie mit der Methode Optimieren erstellen, stehen Ihnen folgende Ziele zur Verfügung:

- Durchschnittlichen Abstand zu Ausgängen minimieren
  - Ansichten zur Außenseite maximieren (berücksichtigt die Sichtbeziehungen)
  - Anzahl der Schreibtische maximieren
6. Wählen Sie nun erstmal den Raum für die Studie: öffnen Sie in dem Beispielmodell die Ansicht 03 – *Floor view* und wählen Sie den Raum 321 *Open Office*. (Anmerkung: In Revit können die Räume nur im Grundriss selektiert werden).



7. Wählen Sie eine Instanz der Schreibtischfamilie aus, die für die Berechnung genutzt werden soll. In dem Beispielmodell haben wir den Tisch in den unten angrenzenden Raum *320 Media Review* platziert.



8. Unter *Variablen wählen* können Sie nachträglich noch entscheiden, welche Werte variiert werden können. Für diese Übung sollten beide Werte ausgewählt sein.

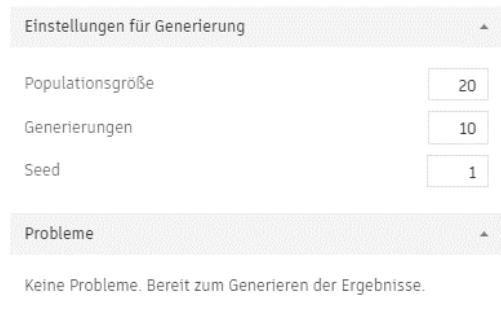


9. Bei *Ziele festlegen* selektieren Sie entsprechend, welche Werte minimiert und welche maximiert werden sollen:

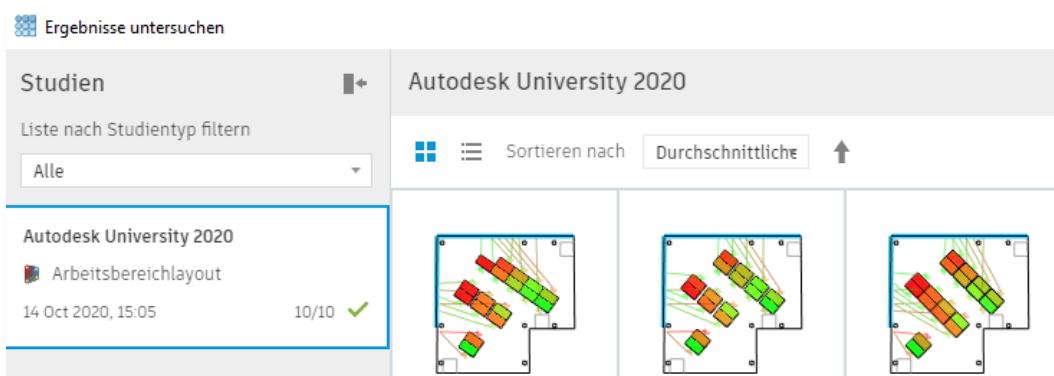


10. Zusätzlich zu diesen Angaben können Sie auch bestimmte Abhängigkeiten festlegen, z.B. den durchschnittlichen Abstand zu Ausgängen. In diesem Beispiel werden wir diese Angaben nicht setzen.

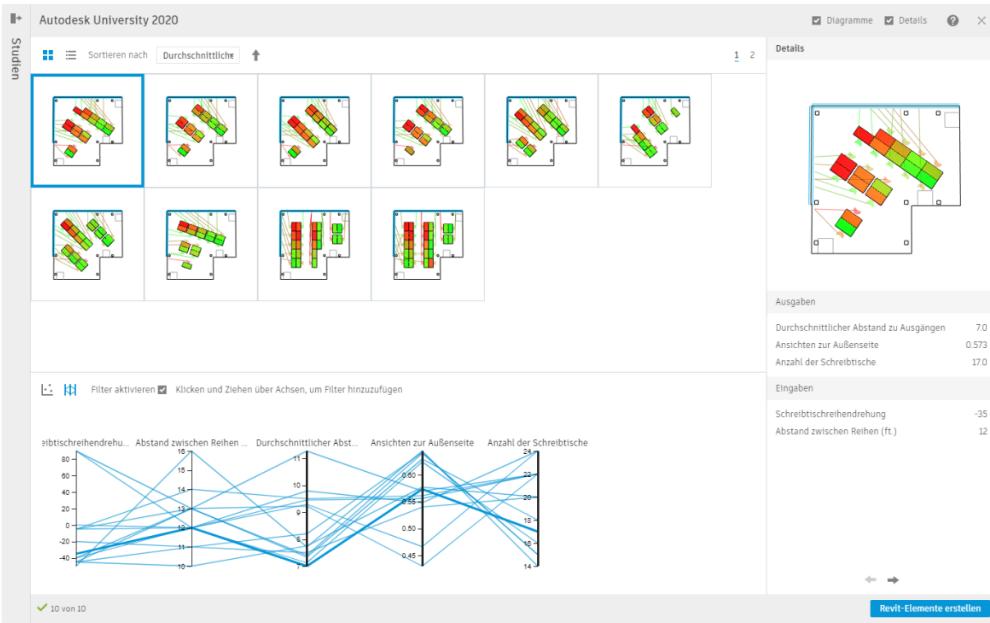
11. Bei *Einstellungen für Generierung* wählen Sie dieselben Angaben wie in dem folgenden Screenshot. Diese Einstellungen beziehen sich auf die Optimierungsmethode. Bevor Sie weitermachen, sollten Sie sicherstellen, dass der Abschnitt *Probleme* keine Warnungen enthält.



12. Klicken Sie auf *Generieren*. Dies öffnet das Fenster *Ergebnisse untersuchen* und Ihre Studie wird erstellt.
13. Sobald die Berechnung abgeschlossen ist, sehen Sie einen grünen Haken neben dem Namen. Die Ergebnisse werden in der Mitte als Miniaturansichten dargestellt.

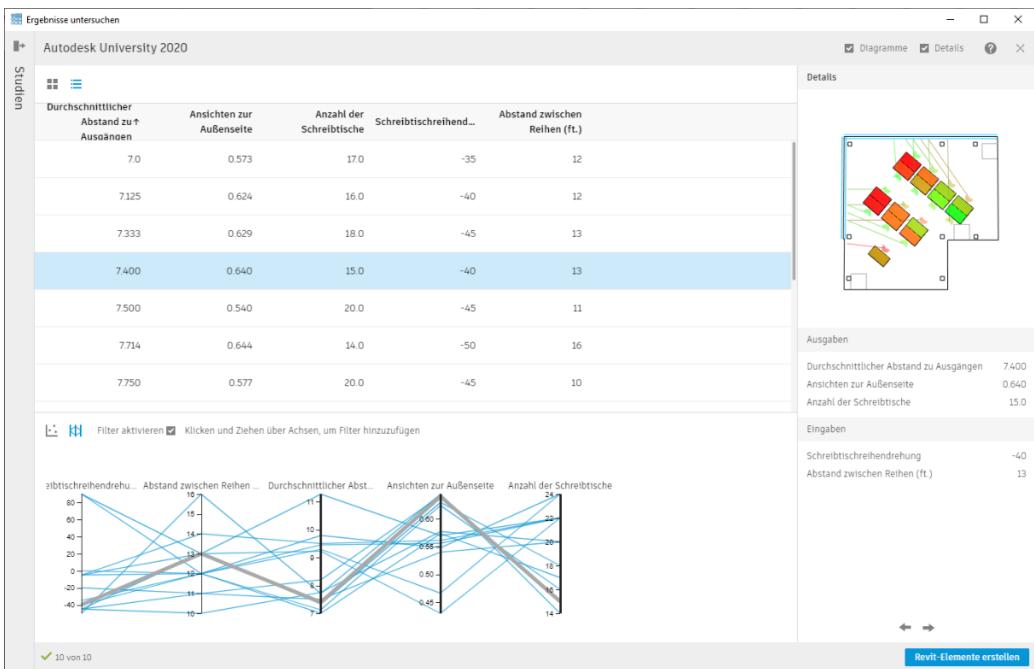


14. Klicken Sie auf  um die Studienliste einzuklappen und mehr Platz für die Ergebnisse zu haben.



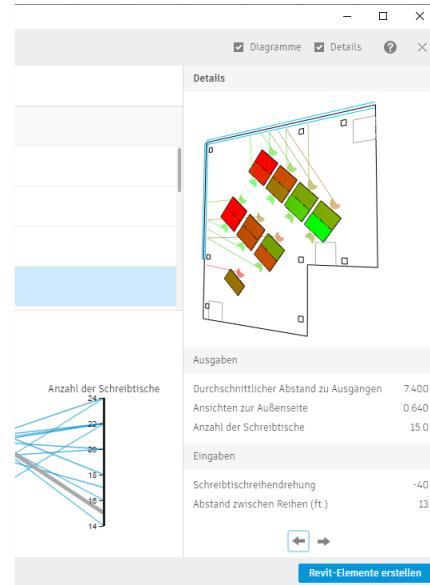
The screenshot shows the Autodesk University interface. On the left, there's a grid of 12 small 3D model thumbnails labeled 'Studien'. A blue box highlights the first row. Below the grid is a search bar with placeholder text 'Filter aktivieren' and a 'Klicken und Ziehen über Achsen, um Filter hinzuzufügen' button. To the right is a 'Details' panel containing a larger 3D view of a desk setup, an 'Ausgaben' section with numerical results, and an 'Eingaben' section with parameters like 'Schreibtischschreibendrehung' and 'Abstand zwischen Reihen (ft.)'. At the bottom right is a 'Revit-Elemente erstellen' button.

15. Jede Miniaturansicht ist eine Echtzeit 3D Ansicht, so dass nicht unbegrenzt viele gleichzeitig angezeigt werden können. Sie können die Ergebnisse allerdings durchblättern, filtern und sortieren.

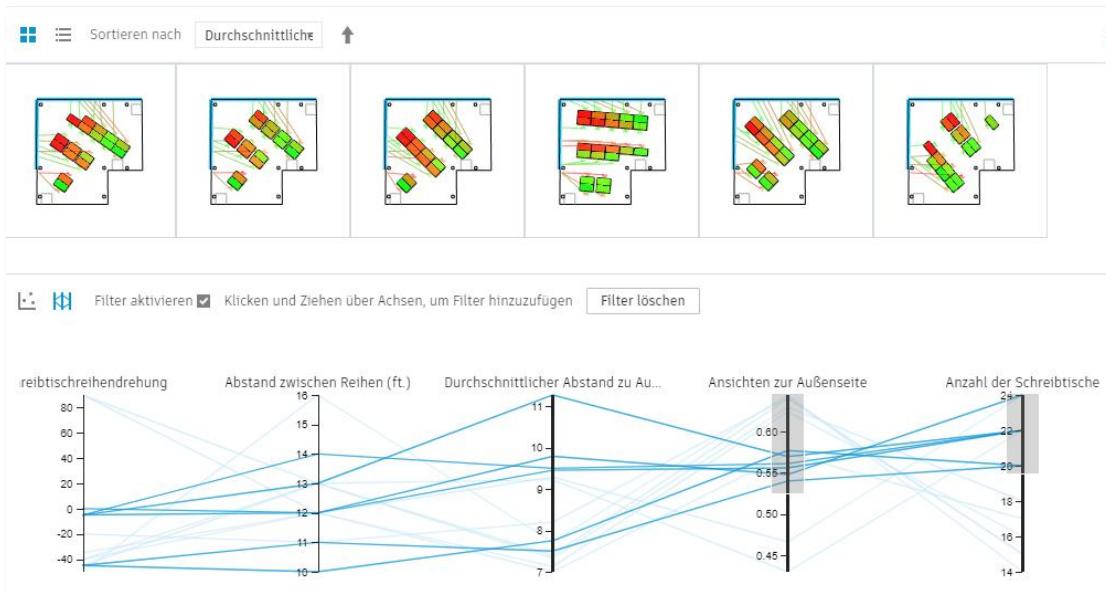


This screenshot shows the same Autodesk University interface but with the study list expanded. The first row of thumbnails is now visible, and the search bar is empty. The 'Ausgaben' and 'Eingaben' sections in the details panel remain the same as in the previous screenshot.

16. Wählen Sie einen Vorschlag aus der Liste und stellen Sie sicher, dass die Optionen *Diagramme* und *Details* oben rechts aktiviert sind. Die Details werden in der rechten Spalte angezeigt. Bei der Darstellung handelt es sich um eine 3D Ansicht, die Sie frei manipulieren können. Die *Ausgaben* zeigen die Berechnungsergebnisse für diese Option an, und die Eingaben die verwendeten Werte. Mit den Pfeilen rechts unten können Sie direkt zu anderen Vorschlägen in der Liste wechseln.

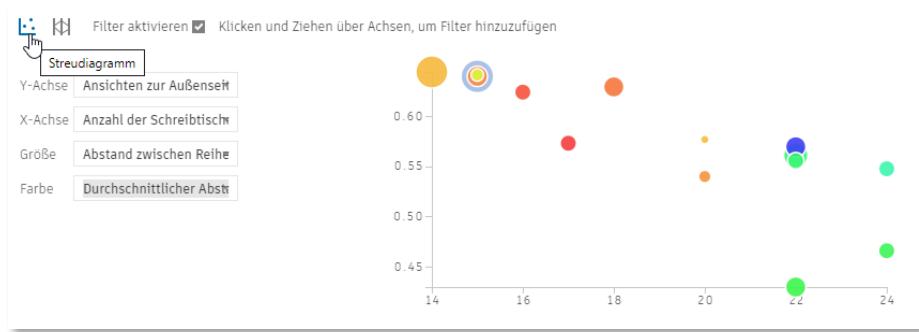


17. Sie können die Ergebnisse auch durch direkte Auswahl von Wertebereichen in dem Diagramm unten filtern. Klicken und ziehen Sie ein Fenster auf um den Wertebereich, den Sie betrachten möchten. Sie können auch mehrere Wertebereiche auf den einzelnen Achsen auswählen und so die Ergebnisse weiter einschränken.

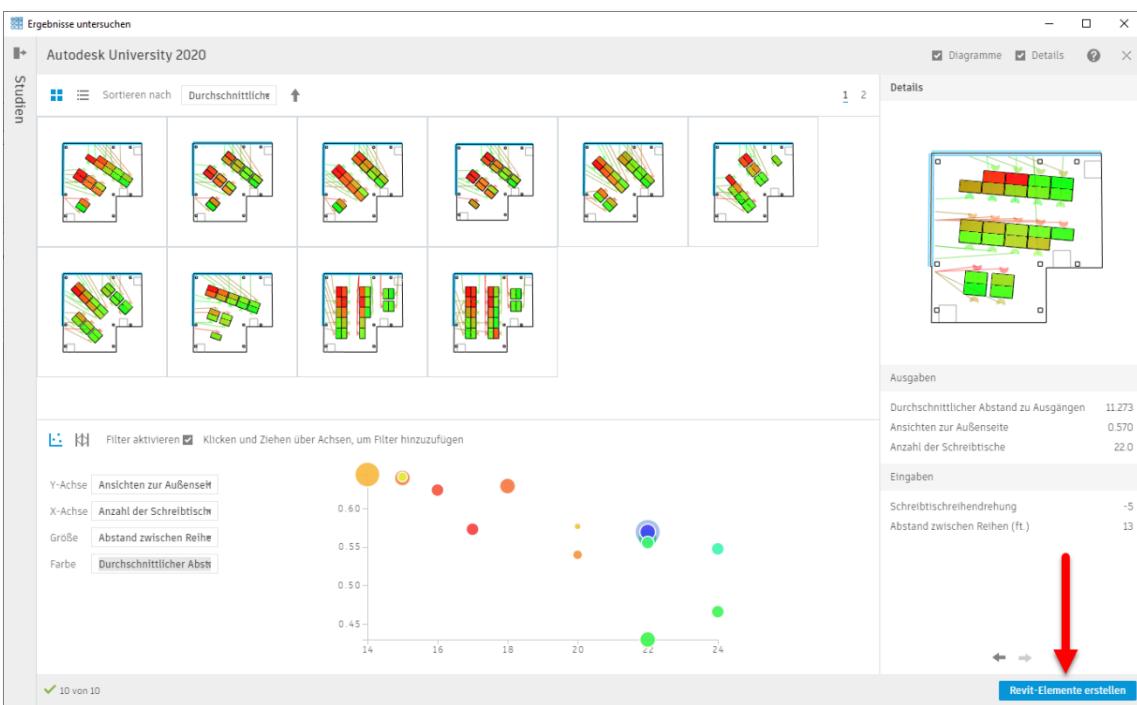


18. Klicken Sie auf *Filter löschen*, um wieder alle Ergebnisse anzuzeigen.

19. Eine weitere Analysemöglichkeit bietet das Streudiagramm, bei dem die Werte für die X und Y Achse frei vorgegeben werden können, sowie die Größe und die Farbe der Ergebnisse gesteuert werden kann.

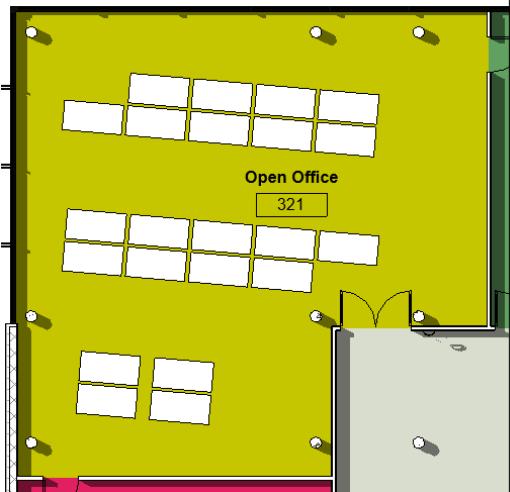


20. Wählen Sie einen Punkt auf dem Diagramm, um das zugehörige Ergebnis zu selektieren.
21. Wenn Sie sich für eine Variante entschieden haben, generieren Sie die entsprechenden Revit Elemente über die Option *Revit Elemente erstellen*.

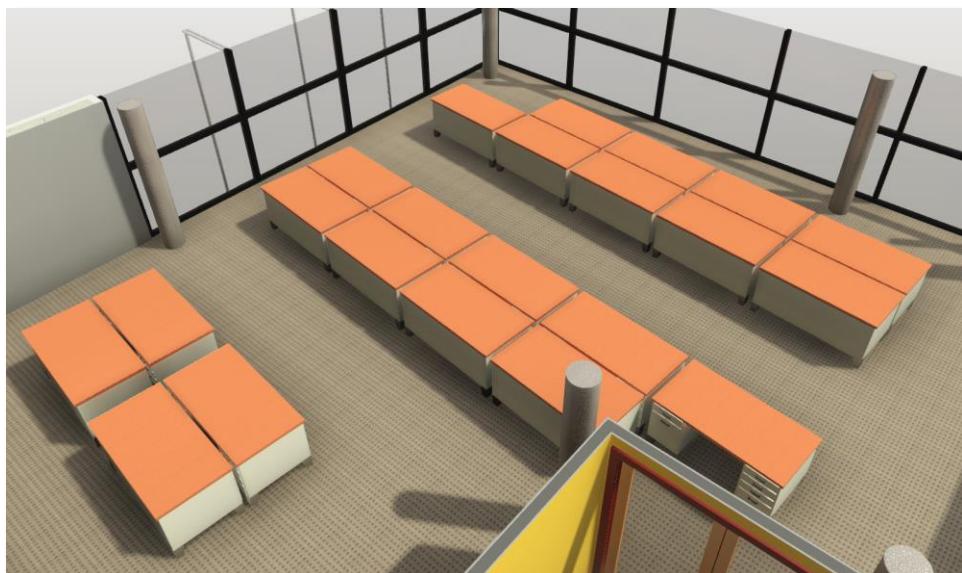


The screenshot shows the Autodesk University software interface for 'Ergebnisse untersuchen'. The main area displays a grid of 10 study configurations, each showing a floor plan with furniture and various lines indicating measurements. Below this is a scatter plot with the same axes as the previous figure. To the right, there are sections for 'Details' (showing a detailed floor plan with specific elements highlighted in green and red) and 'Ausgaben' (listing outputs like 'Durchschnittlicher Abstand zu Ausgängen' and 'Anzahl der Schreibtische'). The 'Eingaben' section lists inputs like 'Schreibtischrehendrehung' and 'Abstand zwischen Reihen (ft.)'. At the bottom right, a large red arrow points to the blue button labeled 'Revit-Elemente erstellen'.

22. Das Resultat wird in dem Grundriss 03 - *Floor plan* angezeigt.



Öffnen Sie die 3D Ansicht *Office Building*. Hier merken Sie, dass die Tische nicht richtig gedreht sind (vorne- hinten).

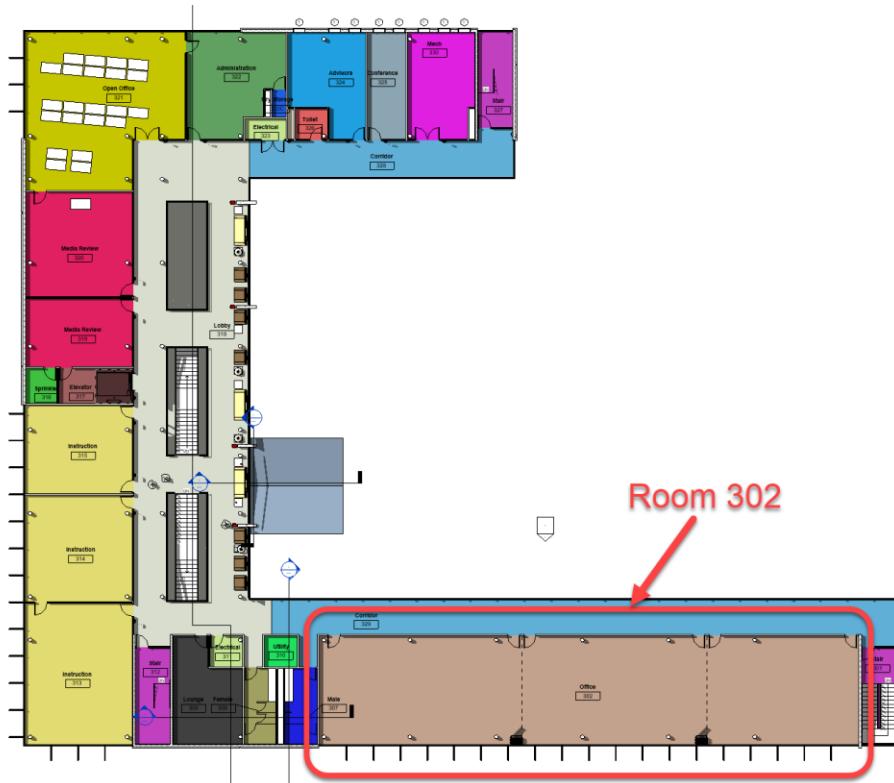


23. Dies kann sehr einfach angepasst werden, indem Sie die Schreibtische selektieren und die *Leertaste* zweimal drücken.



## Übung 2a – Stehschreibtische mit angepasster Arbeitsbereichlayout Studie

In dieser Übung betrachten wir einen größeren Raum 302 Office in unserem Modell. Diesmal nutzen wir einen anderen Stehschreibtisch und werden die Studie mit Dynamo anpassen.



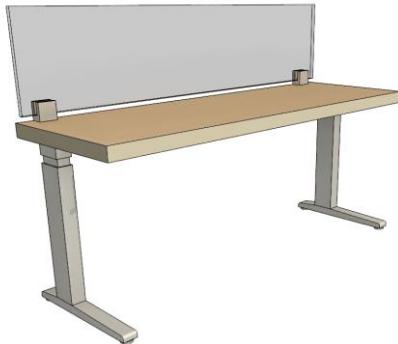
Eine große Herausforderung in Großraumbüros ist es, den notwendig Sicherheitsabstand zwischen den Mitarbeitern einzuplanen. Mit Generative Design müssen wir hierfür unser Ziel so formulieren, dass wir den erforderlichen Minimalabstand gewährleisten.

Weitere Vorgaben:

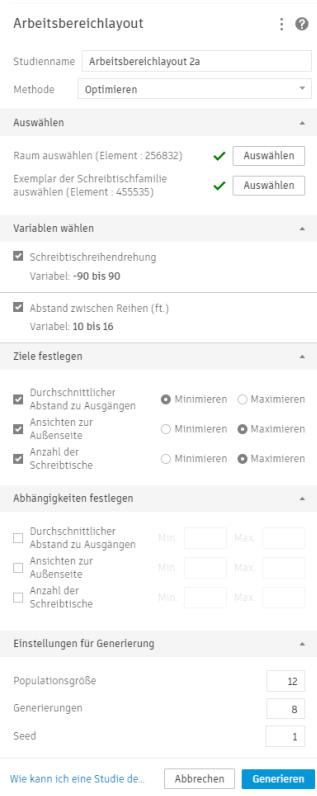
- Wir brauchen 32 Steharbeitsplätze
- Glaspaneele können genutzt werden, um eine vis-a-vis Platzierung zu ermöglichen
- Idealerweise sollten die zwei existierenden mobilen Trennwände nutzbar bleiben

Diese Vorgaben sollen nun in die *Arbeitsbereichlayout* Studie einfließen.

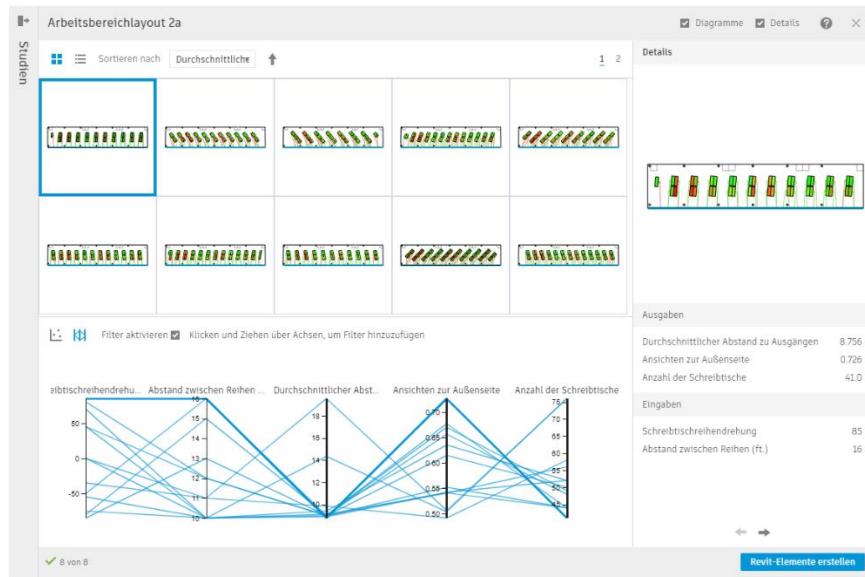
1. Laden Sie in Revit die Familie *Furniture\_System-Standing\_Desk-Rectangular\_w\_Partition.rfa* aus dem *Datasets* Ordner. Dies ist eine verschachtelte Familie aus zwei Standardfamilien: *Furniture\_System-Standing\_Desk-Rectangular.rfa* und *Furniture\_System-Partition-Privacy\_Panel.rfa*.



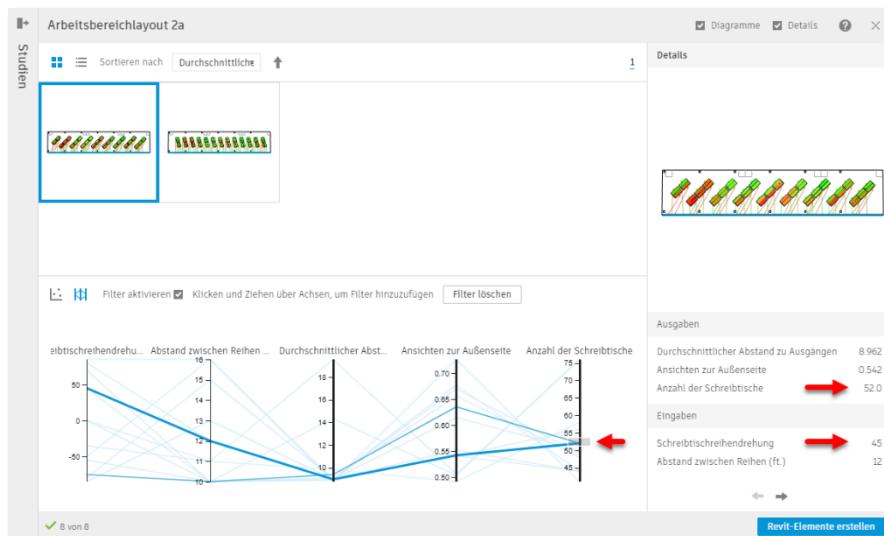
2. Platzieren Sie ein Exemplar dieser Familie in den Flur 329 Corridor, so dass wir es im nächsten Schritt einfach selektieren können.
3. Erstellen Sie eine neue *Arbeitsbereichlayout* Studie mit den Standardeinstellungen wie hier angezeigt:



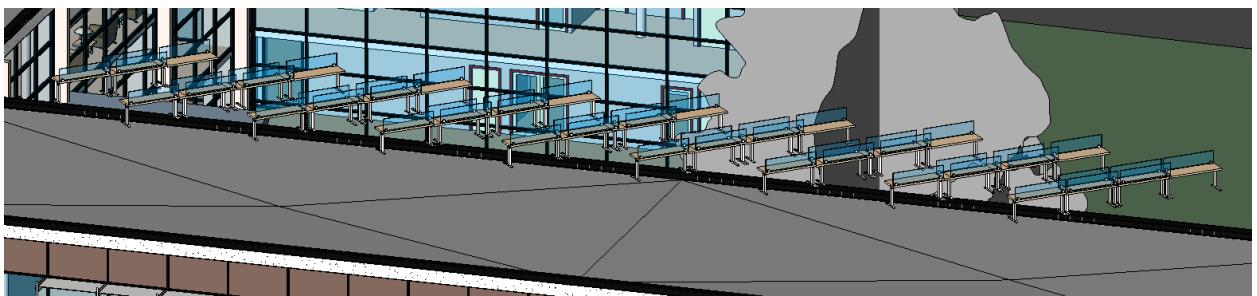
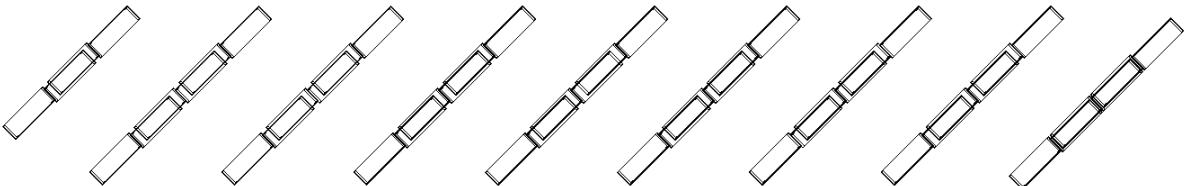
4. Vergleichen Sie die Einstellungen, vergeben Sie Ihrer Studie einen Namen und klicken Sie anschließend auf *Generieren*.
5. Die Lösungsvorschläge werden nun berechnet und nach einigen Minuten sollten diese so aussehen:



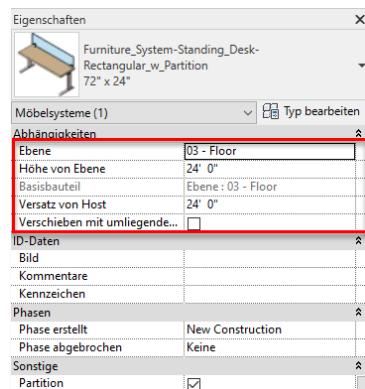
6. Wählen Sie die Variante mit 52 Tischen und einer  $45^\circ$  Schreibtischdrehung und klicken Sie auf *Revit-Elemente erstellen*.



7. Nachdem Sie die Meldung bekommen, dass die Elemente erfolgreich erstellt wurden, werden Sie feststellen, dass diese in dem Grundriss *03 - Floor plan* nicht zu sehen sind.
8. Öffnen Sie den die Ansicht *Site* (Lageplan), um die Schreibtische zu sehen und festzustellen, dass (1) die Tische in der Luft schweben und (2) die Anordnung / Ausrichtung nicht der gewählten Variante entsprechen.

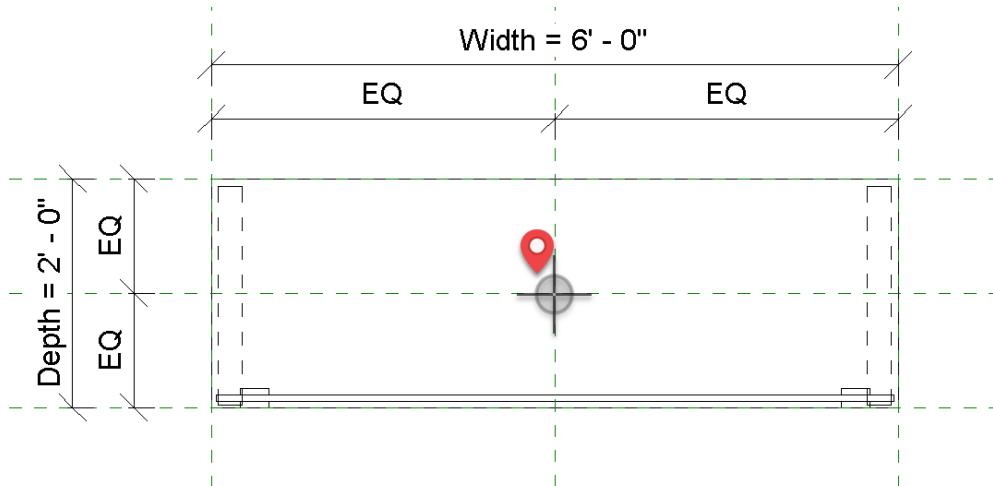


9. Wählen Sie einen der Tische aus und überprüfen Sie die Ebene – diese ist grundsätzlich korrekt, allerdings haben alle Tische eine *Höhe von Ebene* (es ist zu diesem Zeitpunkt irrelevant, dass das Standardbeispiel imperiale Einheiten hat).



Die Tisch-Familie aus dem ersten Beispiel hat in diesem Fall funktioniert, da dort die *Höhe von Ebene* gesperrt war – was bei dem Stehtisch anders ist, da hier der Wert bearbeitbar ist.

10. Wählen Sie den Stehtisch aus und klicken Sie auf *Familie bearbeiten*. Im Familieneditor, gehen Sie auf die Ansicht *Ref. Level*, um zu sehen, wo der Einfügepunkt der Familie liegt.



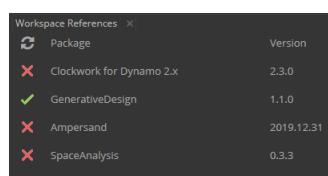
Anmerkung: Der Einfügepunkt bzw. die Abmessungen der *Furniture\_System-Standing\_Desk-Rectangular\_w\_Partition.rfa* unterscheiden sich von der ersten Schreibtisch-Familie. Wir werden allerdings nicht die Familie, sondern das Dynamo Skript anpassen, um dies zu berücksichtigen.

11. Schließen Sie die Familie und löschen Sie die bereits platzierten Schreibtische aus dem Modell. Schließen Sie den Dialog *Ergebnisse überprüfen*.
12. Wir werden nun einige Änderungen in der Arbeitsbereichlayout-Studie machen.

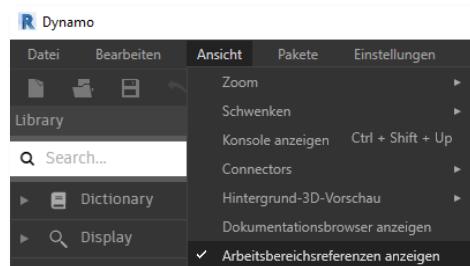
Anmerkung: Alle Generative Design Studien werden in Dynamo definiert. Änderung vorhandener Studien bzw. Erstellung neue Studien erfordert Dynamo Kenntnisse. Alle von Autodesk mitgelieferten Beispielstudien finden Sie unter im folgenden Verzeichnis:  
*C:\Users\<username>\Documents\AEC Generative Design*.

Starten Sie Dynamo (unter Verwalten > Visuelle Programmierung > Dynamo und öffnen Sie die Datei *C:\Users\<username>\Documents\AEC Generative Design\Workspace Layout.dyn*.

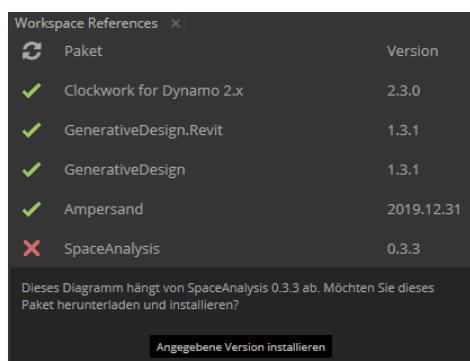
13. Dieses Skript nutzt einige Pakete, die nicht standardmäßig installiert sind. Dynamo macht sie hierauf in der Registerkarte *Arbeitsbereichreferenzen* (*Workspace References*) aufmerksam.



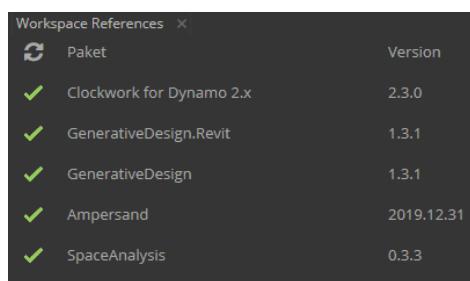
14. Sollten Sie diese Registerkarte nicht sehen, können Sie sie unter Ansicht > Arbeitsbereichreferenzen anzeigen aktivieren.



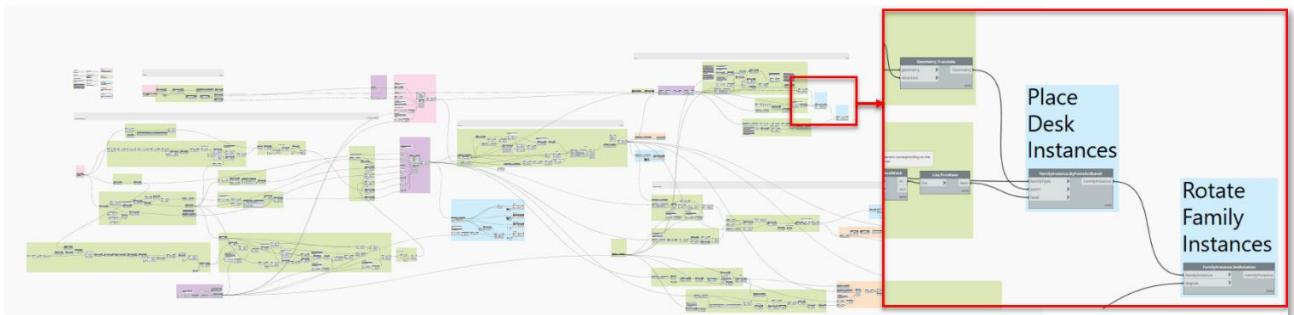
15. Wählen Sie die fehlenden Pakete  aus und klicken Sie Angegebene Version installieren...



...bis Sie alle Pakete installiert haben:



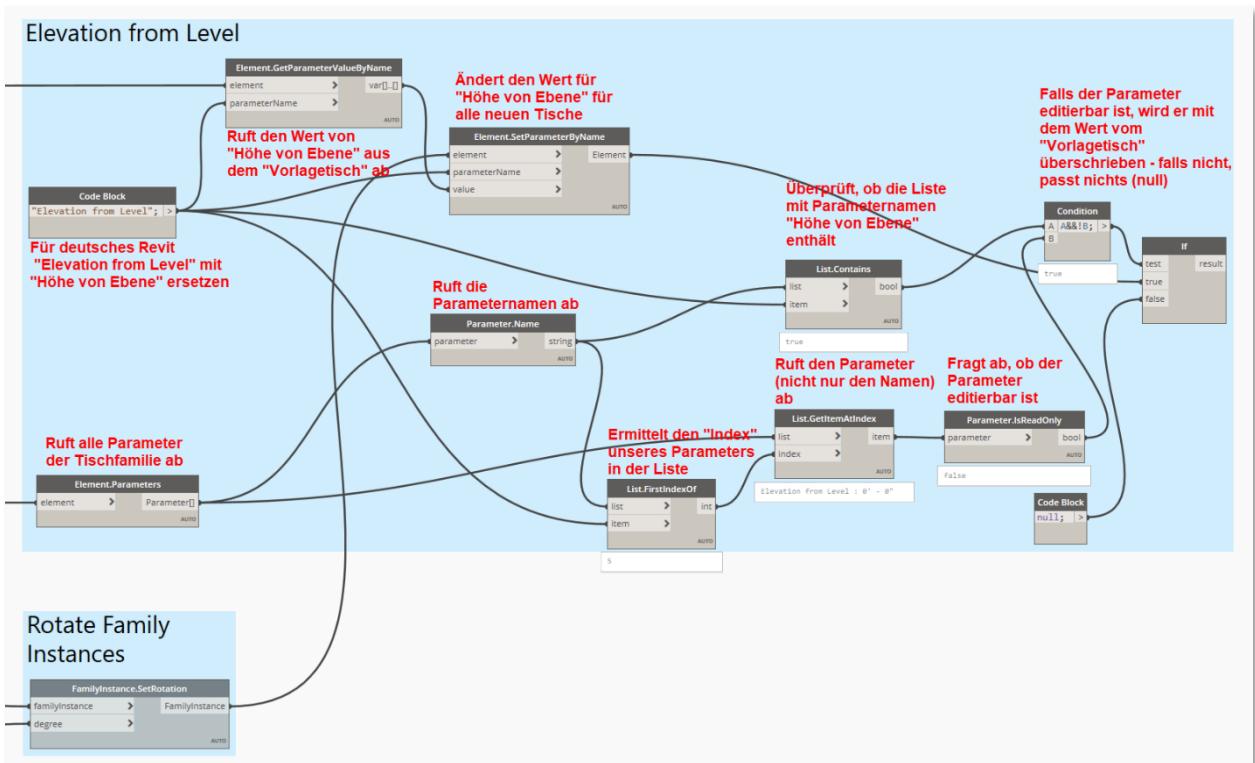
16. Gehen Sie zu dem Bereich *Place Desk Instances*:



17. Das Skript muss nun angepasst werden, so dass die platzierten Schreibtische die richtige *Höhe von Ebene* haben. Nach der Änderung wird das Skript überprüfen, ob die Familie den entsprechenden Parameter hat und dieser editierbar ist; falls ja, wird das Skript die entsprechende Höhe von unserem manuell platzierten Schreibtisch, den wir anfangs im Skript als Eingaberefenz auswählen, abrufen und diesen Wert allen neuen Schreibtischen zuweisen.

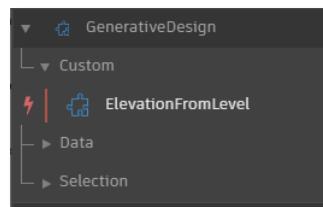
Falls Sie diesen Schritt überspringen möchten, gehen Sie zum *Schritt 28*.

Die Abfrage gestalten Sie mit den folgenden Blöcken:

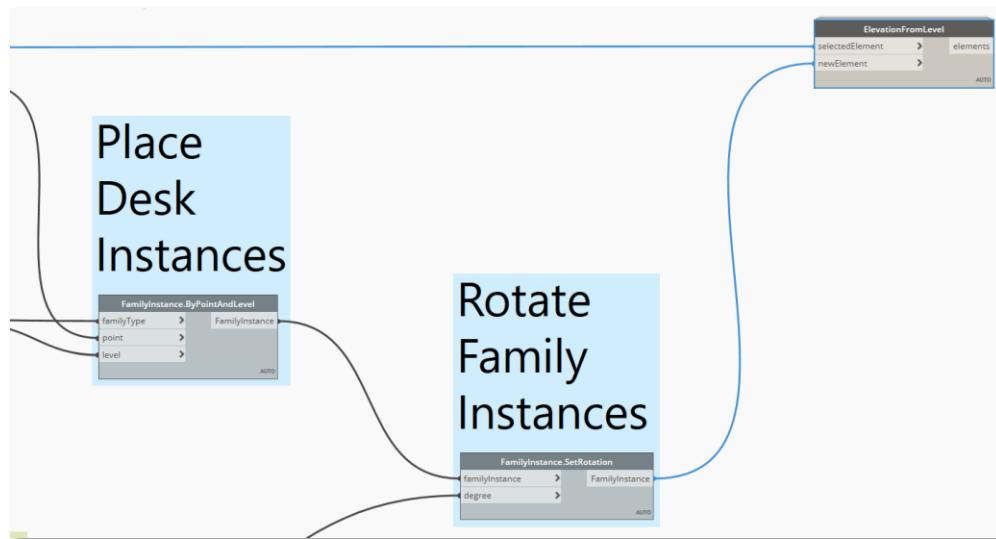


**Anmerkung:** würden wir nicht abfragen, ob der Parameter editierbar ist und dementsprechend das Verhalten des Skripts steuern, würde das Skript zwar bei unserem Tisch (der einen beschreibbaren Parameter für Höhe von Ebene hat) laufen, allerdings bei anderen Familien, bei denen der Parameter nicht beschreibbar ist, hängen bleiben.

18. Sie können entweder zu Übungszwecken die Blöcke selbst in das Skript einfügen oder den vorbereiteten benutzerdefinierten Block *ElevationFromLevel.dfy* nutzen. Diesen finden Sie in dem Datasets Ordner. Um ihn in Dynamo zur Verfügung zu haben, müssen Sie den Block in den Ordner *C:\Users\<username>\AppData\Roaming\Autodesk\Revit\2.6\definitions* kopieren und anschließend Dynamo neu starten. Danach finden Sie den benutzerdefinierten Block in der Bibliothek unter *Generative Design > Custom:*



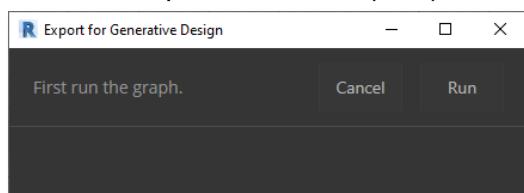
Als Eingaben für diesen Block nutzen Sie den Tisch, den wir als Vorlage im ersten Schritt selektiert hatten, sowie die neu generierten Revit Elemente.



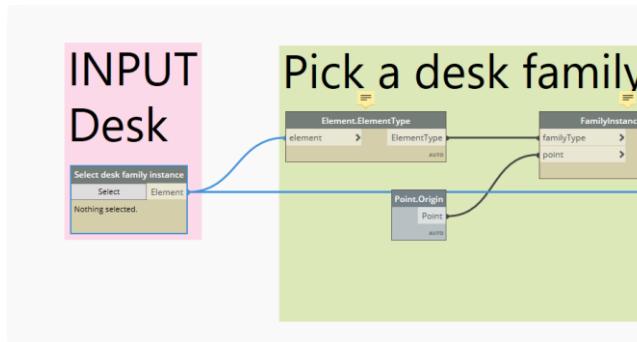
**WICHTIG:** Falls Sie mit deutschem Revit arbeiten, vergessen Sie nicht, den Block *ElevationFromLevel* durch Doppelklick zu öffnen und „*Elevation from Level*“ mit „*Höhe von Ebene*“ zu ersetzen!



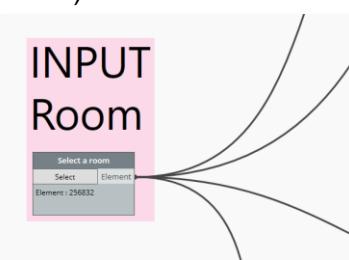
19. Speichern Sie anschließend Ihr Skript erstmal unter einem neuen Namen *Datei > Speichern unter*.
20. Anschließend exportieren Sie Ihre Studie über *Generative Design > Für Generative Design exportieren*.  
Anmerkung: hierbei wird eine ev. bereits vorhandene Studie mit demselben Namen überschreiben, daher haben wir unser Skript im vorhergehenden Schritt unter einem neuen Namen gespeichert.
21. Sie werden nun aufgefordert, ihr Skript *auszuführen (Run)*.



22. Eventuell bekommen Sie an dieser Stelle eine Fehlermeldung, dass Sie keine Eingaben definiert haben. Dabei werden die fehlerhaften Blöcke gelb eingefärbt:

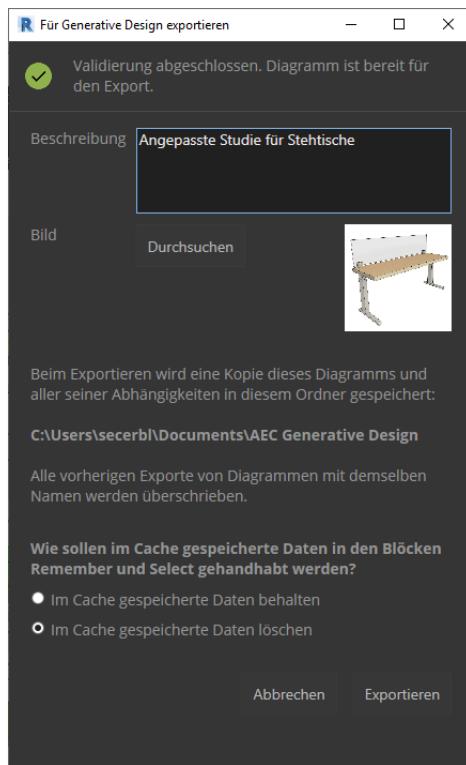


- Anmerkung: alternativ können Sie diesen Schritt überspringen und zum Schritt 28 gehen.
23. Schließen Sie das Dialogfenster *Für Generative Design exportieren* und wählen Sie die beiden Eingaben (Raum sowie Tisch):



24. Führen Sie den Vorgang „Für Generative Design exportieren“ erneut aus.

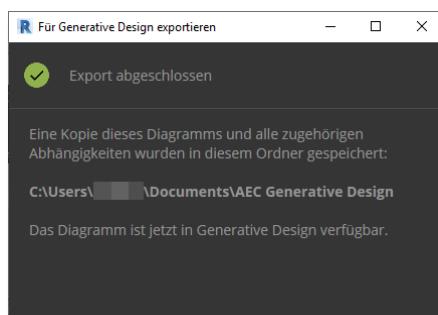
25. Im Exportdialog können Sie auch eine Beschreibung sowie ein Bild angeben (das von uns genutzte Bild *standing-desk-w-partition.png* finden Sie ebenfalls in dem Dataset Ordner). Diese Angaben werden später in dem *Studie erstellen* Dialog in Revit angezeigt.



26. Wählen Sie die Option *Im Cache gespeicherte Daten löschen*.

Anmerkung: Falls Sie die im Cache gespeicherten Daten behalten, werden alle Zwischenergebnisse und Angaben behalten, inkl. der in Revit ausgewählten Elemente. I.d.R. wird der Cache bei neuen Studien geleert, so dass die Nutzer aufgefordert werden, die gewünschten Elemente zu selektieren.

27. Klicken Sie auf *Exportieren*



Das Studie wird nun zusammen mit allen erforderlichen Dateien exportiert, die für das Ausführen notwendig sind, und erscheint automatisch in dem Dialogfenster *Studie erstellen*.

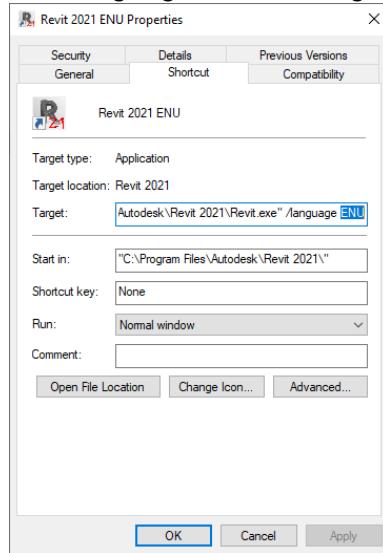
In demselben Ordner wird auch ein Unterordner *dependencies* angelegt, der folgende Dateien enthält:

- *info.json*: die Beschreibung des Studientyps
- *study\_type.png*: das Miniaturbild
- *packages*: Alle Dynamo Pakete, die für das Skript genutzt wurden
- *definitions*: Ordner mit allen ev. genutzten benutzerdefinierten Blöcken

Anmerkung: Um den neuen Studientyp Ihren Kollegen zugänglich zu machen, geben Sie ihnen sowohl die DYN Datei wie auch den dazugehörigen *dependencies* Ordner. Um die Studie in Generative Design zu sehen, müssen beide Dateien in den Ordner *C:\Users\<username>\Documents\AEC Generative Design* kopiert werden. Beachten Sie, dass Sie zwar Studien, allerdings keine Ergebnisse auf diesem Weg teilen können.

28. Falls Sie die Schritte 17-27 übersprungen haben, kopieren Sie das Zwischenenergebnis aus dem Dataset Ordner *Workspace Layout - Standing Desk.dyn* inkl. *Workspace Layout - Standing Desk.Dependencies* Ordner in Ihren eigenen Ordner unter *C:\Users\<username>\Documents\AEC Generative Design*.

Anmerkung: beachten Sie unbedingt den Hinweis aus Schritt 18, falls Sie deutsches Revit nutzen bzw. starten Sie ihr Revit in Englisch, indem Sie auf die Desktop Verknüpfung klicken und hier nach language *ENU* für Englisch angeben:

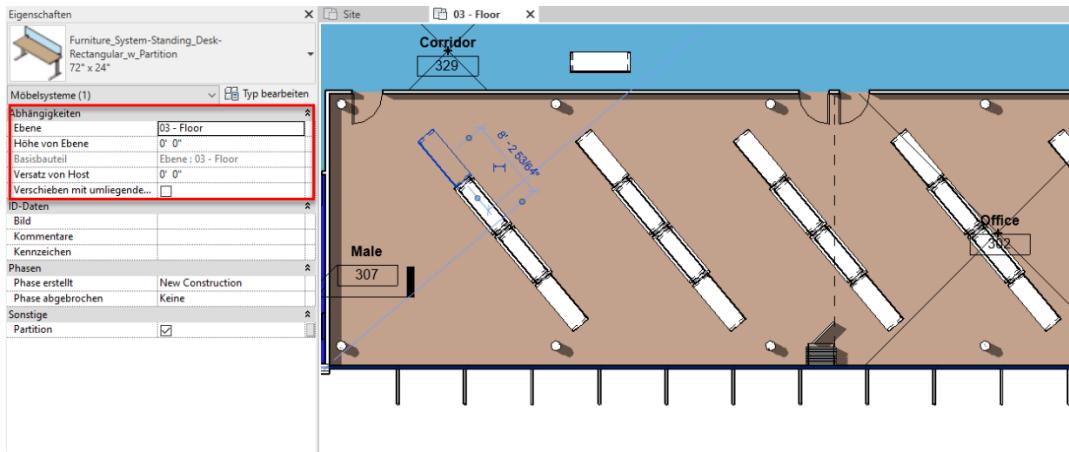


29. Schließen Sie Dynamo und gehen Sie in Revit auf *Generative Design > Studie* erstellen.  
 Hier werden Sie Ihre neue Studie sehen:



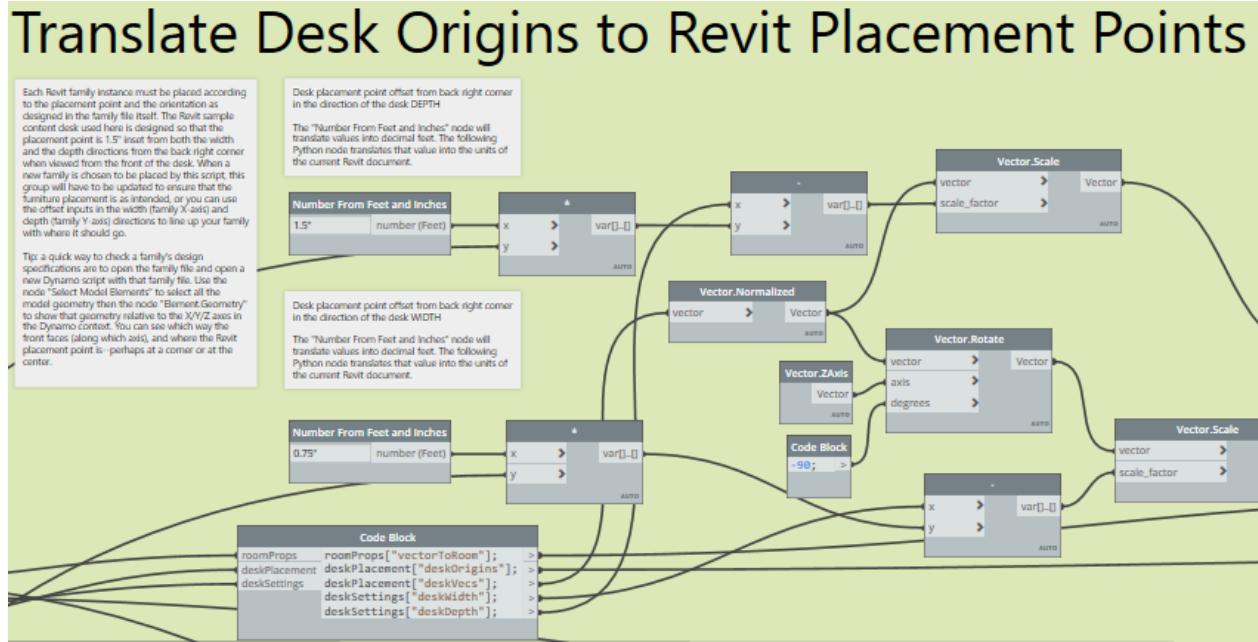
30. Erstellen Sie eine Studie wie bereits in den Schritten 3-7 erläutert mit diesem neuen Studentyp und denselben Einstellungen. Alle Tische befinden sich nun auf der richtigen Ebene, allerdings ist die Anordnung noch immer nicht korrekt. Diese werden wir in den nächsten Schritten korrigieren.

Anmerkung: Um diese Schritte zu überspringen, wechseln Sie direkt zum Schritt 40.



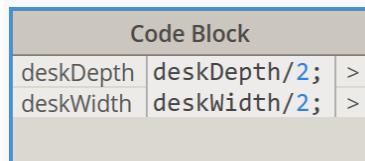
31. Öffnen Sie *Workspace Layout - Standing Desk.dyn* nochmal in *Dynamo for Revit*.

32. Gehen Sie zum dem Bereich *Translate Desk Origins to Revit Placement Points*:



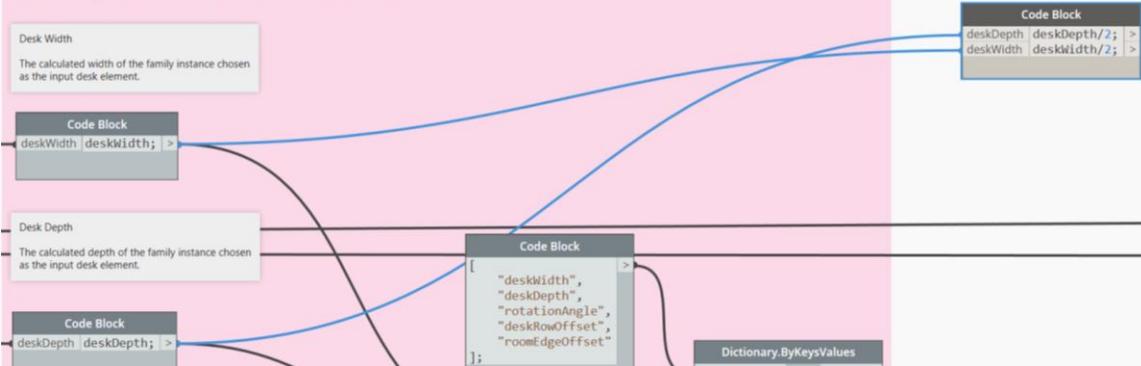
33. Sehen Sie sich die Blöcke in dieser Gruppe genauer an. Wie Sie bereits wissen, hat unsere Familie *Furniture\_System-Standing\_Desk-Rectangular\_w\_Partition.rfa* Ihren Ursprung in der Mitte des Tisches und unser Skript enthält einen fixen Versatz (entsprechend den Abmessungen der ersten Schreibtischfamilie aus Übung 1).

34. Um das Skript nun flexibler zu gestalten, werden wir diese Abstände parametrisch definieren. Hierzu legen Sie einen Codeblock an (durch Doppelklick auf den Hintergrund) und geben folgende Variablen an (grundsätzlich können Sie bei eigenen Skripten für Variablen auch deutsche Begriffe nutzen):



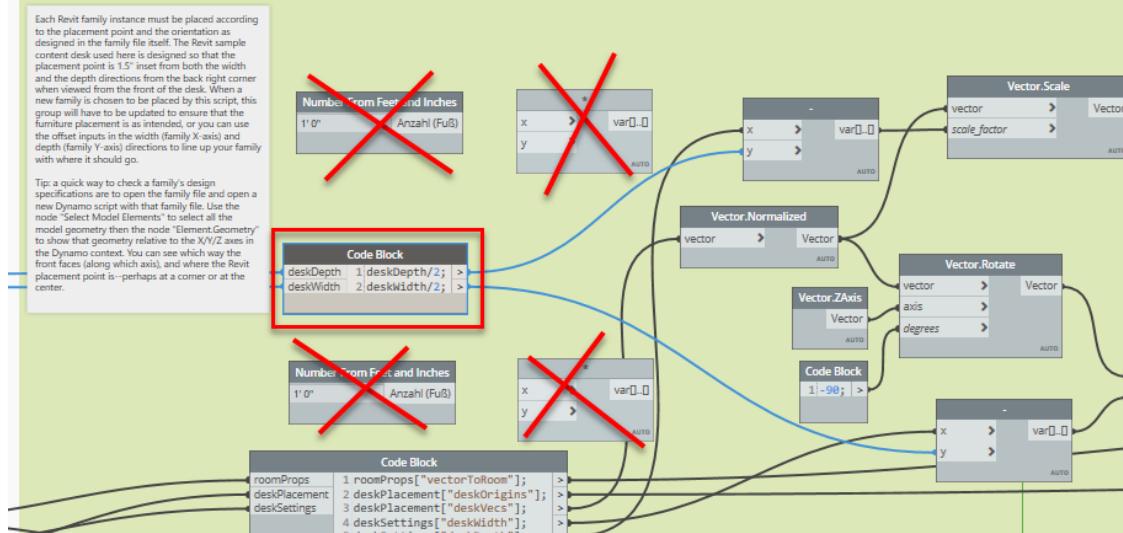
35. Die Eingaben auf der linken Seite werden automatisch erzeugt und sollten wie folgt verbunden werden:

## INPUT Desk Placement



36. Verschieben Sie nun Ihren Code Block weiter nach rechts in die Nähe des Gruppe *Translate Desk Origins to Revit Placement Points* und verbinden Sie die Ausgänge wie folgt:

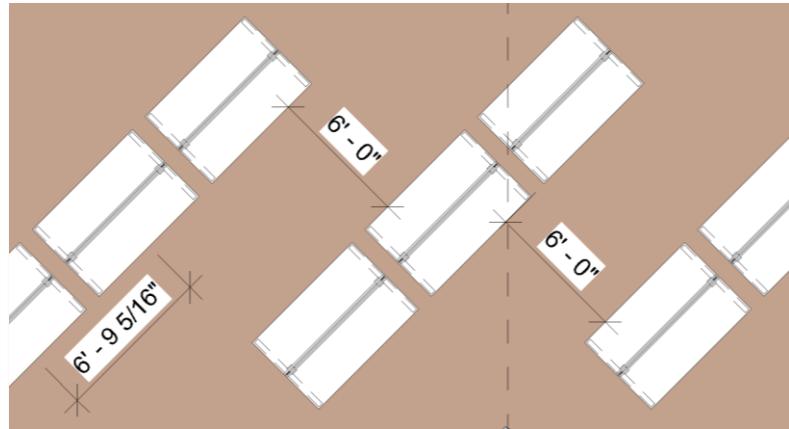
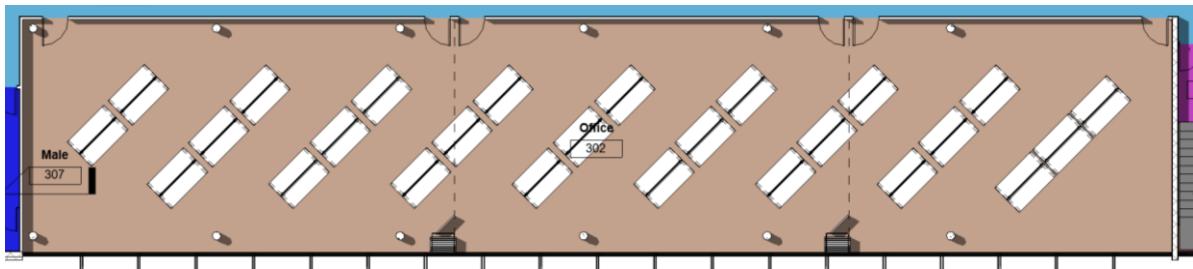
## Translate Desk Origins to Revit Placement P



Anmerkung: die durchgestrichenen Blöcke können gelöscht werden, da wir die expliziten Längenangaben und die dazugehörige Umrechnung in die Projekteinheiten nicht mehr benötigen. Unsere Abmessungen werden nun direkt aus dem Projekt von der Familie bezogen und entsprechen somit bereits den Projekteinheiten.



37. Wählen Sie *Datei > Speichern*.
38. Wiederholen Sie die Schritte 20-27, um die Studie zu erstellen.
39. Alternativ können Sie auch unseren Zwischenstand nutzen, indem Sie *Workspace Layout - Standing Desk.zip* in den Ordner *C:\Users\<username>\Documents\AEC Generative Design* entpacken.
40. Wiederholen Sie die Schritte 3-7, um eine neue Studie zu erstellen. Wählen Sie eine Variante aus und erstellen Sie Revit Elemente. Die Anordnung der Schreibtische müsste nun wie gewünscht sein:



In diesem Beispiel haben wir 52 Schreibtische in einem 45° Winkel platziert. Dieses Ergebnis entspricht unserer Vorgabe nach einem Mindestabstand von 6' (das Standardbeispiel ist wie bereits erwähnt in imperialen Einheiten, was für Übungszwecke nicht weiter störend ist.) Grundsätzlich können Sie die Projekteinheiten auf metrisch umstellen, beachten Sie dabei allerdings die [blau gekennzeichneten Anmerkungen](#), vor allem falls Sie Übungsschritte überspringen und auf die offiziellen Zwischenstände zugreifen!)

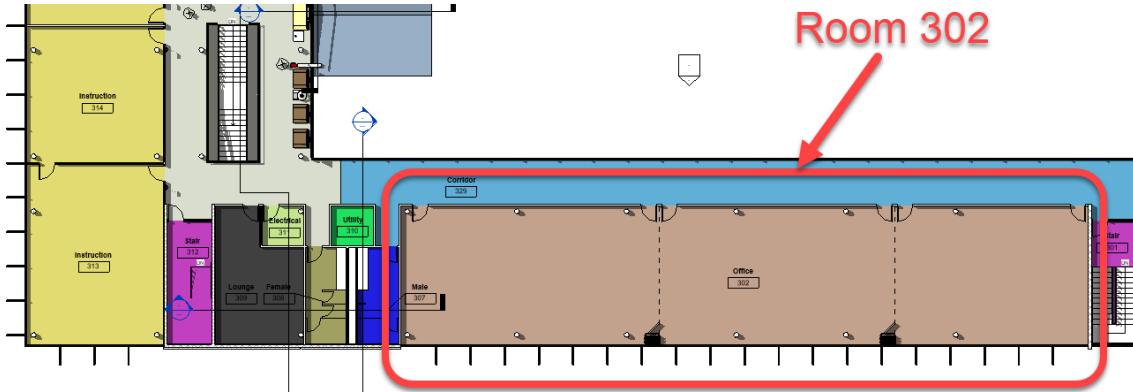




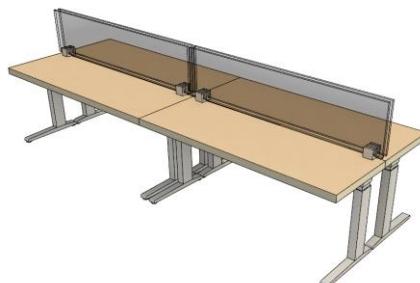
Durch den Winkel sind allerdings die mobilen Trennwände nicht nutzbar, daher sehen wir uns weitere Möglichkeiten an.

## Übung 2b – Stehtische mit angepasster Rasterobjektplatzierung

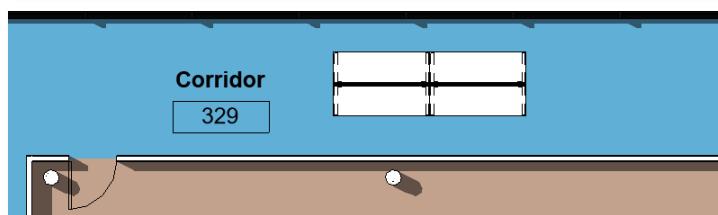
In dieser Übung sehen wir uns an, wie wir die *Rasterobjektplatzierung* Studie so anpassen können, dass die Stehtische im rechten Winkel zur Fensterfront platziert werden.



1. Bevor wir anfangen, laden Sie die Familie *Furniture\_System-Standing\_4\_Desks-Rectangular\_w\_Partition.rfa* aus dem *Datasets* Ordner in das Projekt. Diese Familie besteht aus 4 verschachtelten Tischen.



2. Platzieren Sie ein Exemplar dieser Familie in den Flur 329 Corridor vor unserem Raum:

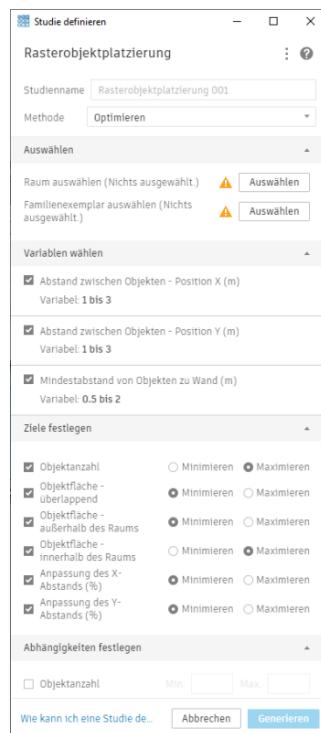


3. Klicken Sie in der Registerkarte Verwaltung auf Studie *Erstellen* und wählen Sie die *Rasterobjektplatzierung*.



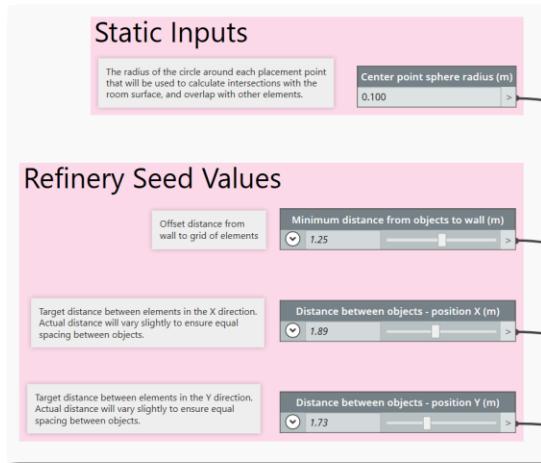
Die Beispielstudie platziert Objekte in einem rechteckigen Rastermuster im Raum.

4. Überprüfen Sie die verfügbaren Einstellungen für diese Studie:

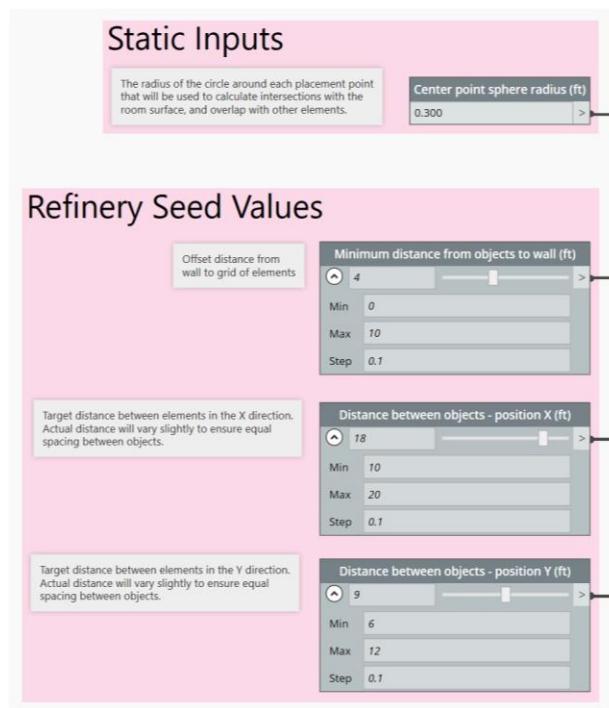


Beachten Sie, dass die manuell vorgegebenen Werte je nach Skript entweder mit einem Skalierungsfaktor im Dynamo Skript entsprechend der Projekteinheiten umgerechnet werden (wie in diesem Fall), sich aber unter Umständen tatsächlich auf explizite Einheiten beziehen können. Dies sollten Sie in Dynamo überprüfen und die Wertebereiche ggf. anpassen, wie in den nächsten Schritten beschrieben.

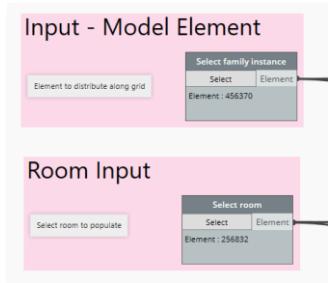
5. Schließen Sie das Fenster *Studie definieren*.
6. Öffnen Sie das Skript *Grid Object Placement.dyn* in Dynamo (siehe auch Übung 2a /Schritt 12).
7. Sehen Sie sich die Eingabeblocke an:



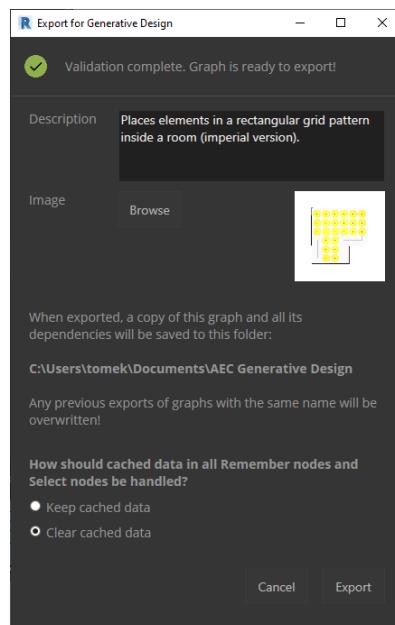
8. Bedenken Sie, dass die Abstände immer von der Mitte der Elemente gemessen werden (bei uns also die Mitte der vierer Tischgruppen) und ändern Sie die Werte wie folgt:



9. Speichern Sie das Skript unter einem neuen Namen.
10. Wählen Sie die beiden Engaben (Tisch und Raum) aus:



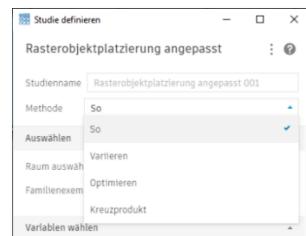
11. Gehen Sie auf *Generative Design > Für Generative Design exportieren* und speichern Sie ihre Studie mit folgenden Einstellungen ab:



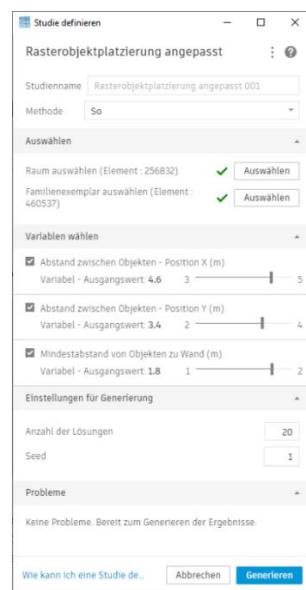
12. Schließen Sie Dynamo und gehen Sie in Revit auf *Generative Design > Studie erstellen*:



13. Wählen Sie die neue Studie aus, diesmal mit der Methode *So (Like this)*. Dies bewirkt, dass Generative Design bei der Berechnung von unseren Vorgaben ausgeht und lediglich kleine Anpassungen der Variablen vornimmt, so dass ähnliche Lösungen untersucht werden.

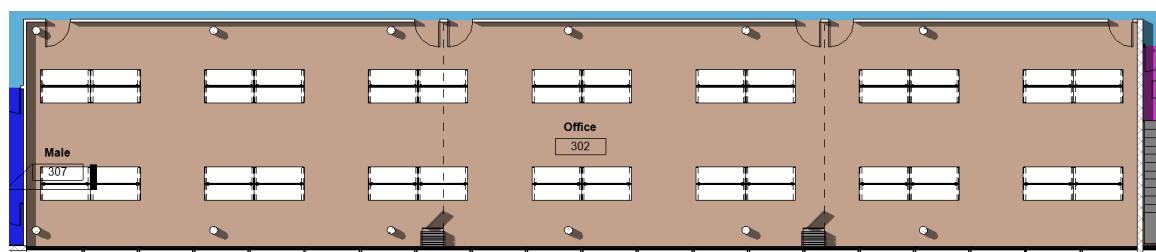
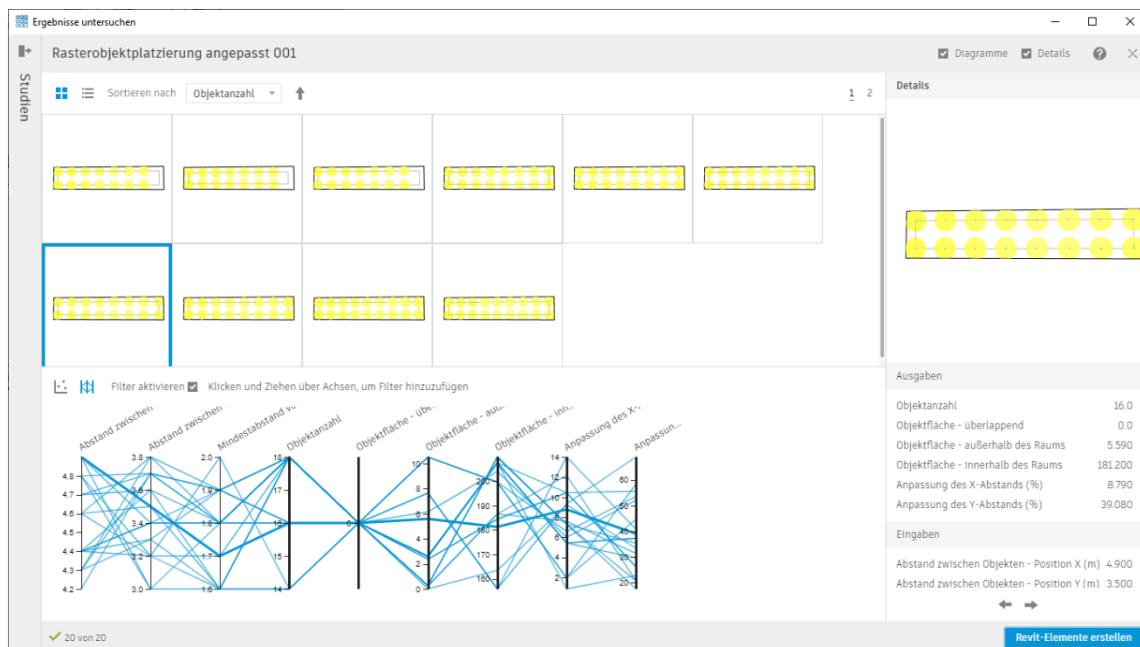


14. Wählen Sie den Raum und unsere Tischgruppe aus, sowie folgende Variablen:



15. Klicken Sie auf *Generieren*.

16. Sehen Sie sich die Resultate an und wählen Sie eines aus und klicken Sie auf *Revit Elemente erstellen*.



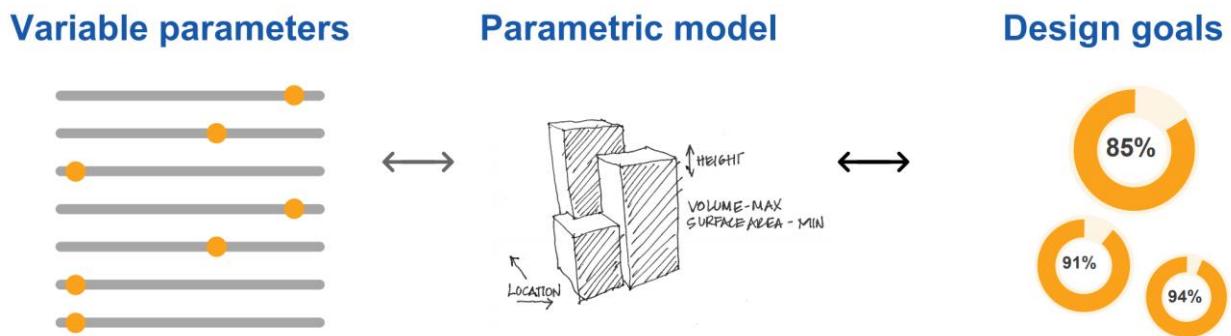
## Übung 2c – Eigene Studie für die Platzierung von Stehtischen

In den vorherigen Beispielen haben wir gelernt, wie wir vorhandene Studientypen anpassen können. Nun sehen wir uns an, wie wir eine komplett neue Studie entwickeln können, die besser unseren Anforderungen entspricht.

In dieser Übung lernen Sie, wie Sie:

- Eine Generative Design Studie vom Anfang an selbst aufbauen.
- Die Abstände der Tische in beide Richtungen (X und Y) besser kontrollieren.
- Optionen für den Abstand von Tisch zu Wand in beide Richtungen (X und Y) vorgeben.

Jede Generative Design Studie enthält Variablen, Berechnungslogiken und letztendlich die Berechnungsergebnisse bzw. Ziele, die von Generative Design in der Auswertung genutzt werden.



In dieser Übung werden wir mit folgenden Variablen arbeiten:

- Entfernung von Tischen zur Wand in X Richtung
- Entfernung von Tischen zur Wand in Y Richtung
- Entfernung zwischen Tischen in X Richtung
- Entfernung zwischen Tischen in Y Richtung

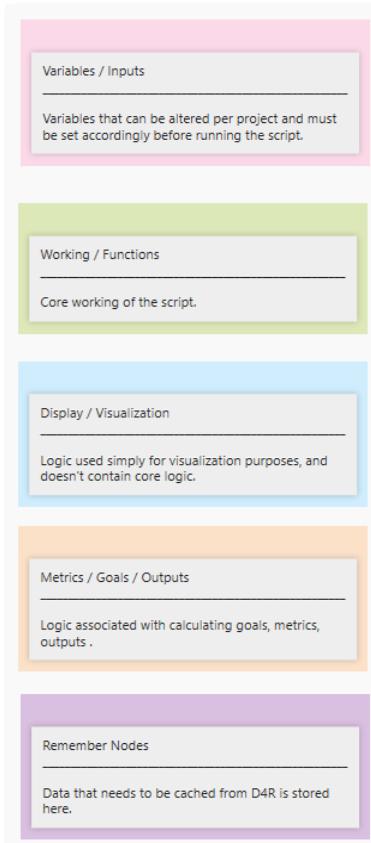
Ziele / Messwerte:

- Anzahl von Tischen
- Abstand X Richtung
- Abstand Y Richtung

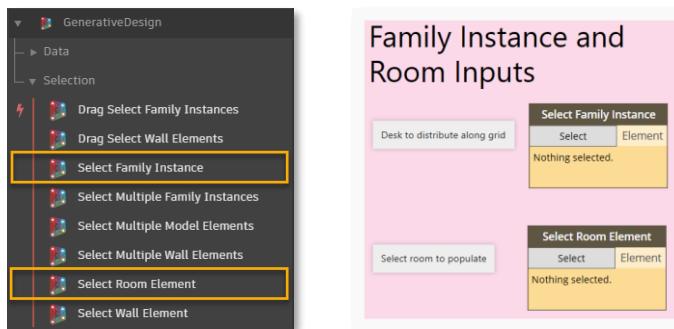
1. Beginnen Sie, indem Sie die Familie *Furniture\_System-Standing\_Desk-Rectangular\_w\_Partition\_V.rfa* aus dem *Datasets* Ordner in das Beispielprojekt laden. Diese Familie ist sehr ähnlich der aus der 2a, allerdings ist sie um 90° gedreht, so dass sie bereits im rechten Winkel zu der Fensterfront steht. Setzen Sie diese Familie in den Flur vor unserem Raum ab.



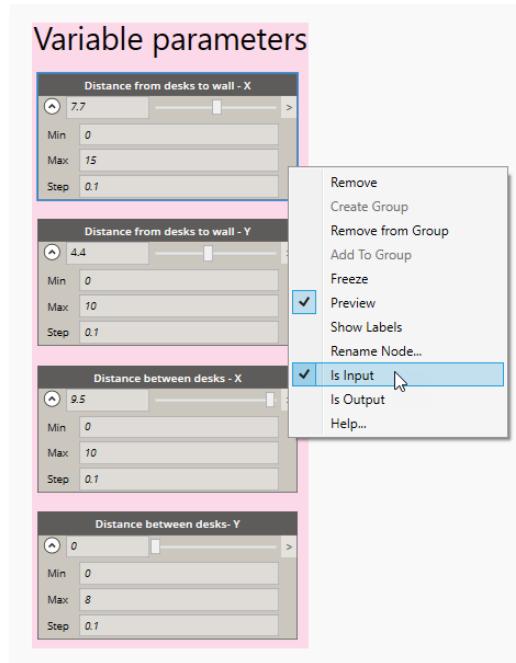
2. Öffnen Sie die Studie *Rasterobjektplatzierung* in Dynamo. Hier finden Sie die Farblegende für Gruppen:



3. In Ihrem Skript werden Sie dieselbe Gruppierung verwenden, kopieren Sie diese daher in eine neue Datei bzw. löschen Sie alternativ den restlichen Inhalt aus dem Skript.
4. Speichern Sie die Datei unter einem neuen Namen. Die Datei muss nicht unbedingt in dem Ordner C:\Users\<username>\Documents\AEC Generative Design liegen, sondern kann irgendwo auf Ihrem Laufwerk abgelegt sein.
5. Definieren Sie die Auswahlblöcke für die Familien mittels *Select Family Instance* und *Select Room Element* Blöcke, die Sie unter *GenerativeDesign > Selection* finden.



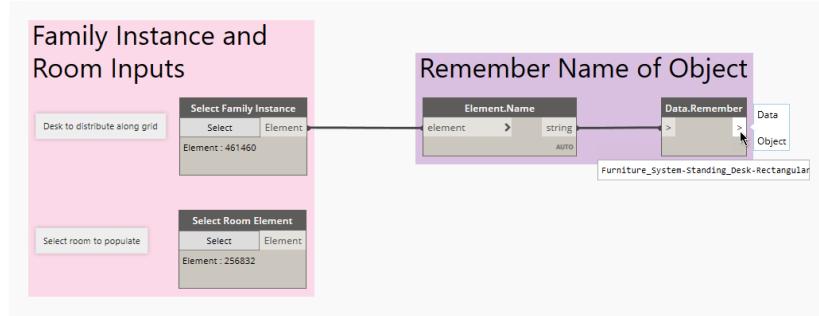
6. Definieren Sie die Variablen mit Hilfe der *Number Slider* Blöcke wie hier angezeigt. Um diese Blöcke für Generative Design sichtbar zu machen, öffnen Sie das Kontextmenü mit einem Rechtsklick und wählen *Ist Eingabe*.



Benennen Sie anschließend die Blöcke nach einem Doppelklick auf den Namen um.

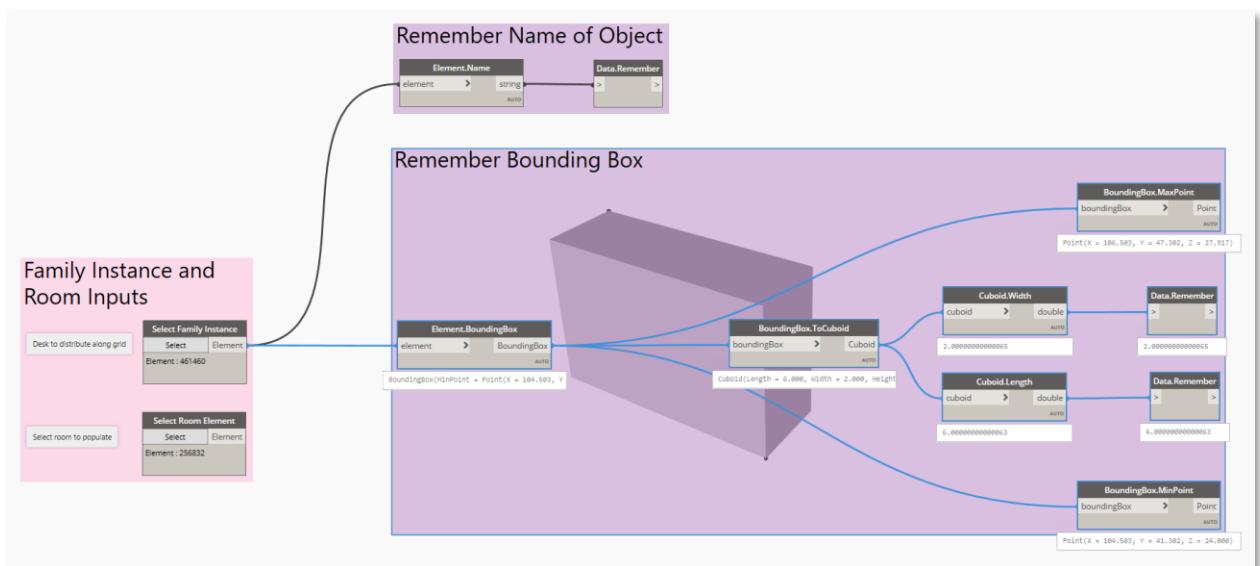
7. Wählen Sie den Tisch sowie den Raum 302 Office aus.

8. Fügen Sie folgende Blöcke zu Ihrem Skript hinzu:



Anmerkung: Generative Design für Revit ist eine gute Möglichkeit, viele Varianten in kürzester Zeit zu generieren und auszuwerten. Um Ihre Studien möglichst effizient ausführen zu können, sollten Sie sich mit den Blöcken *Data.Remember* und *Data.Gate* vertraut machen, die die Revit-Daten kontrollieren und das Skript effizienter gestalten.

9. Gruppieren Sie die Blöcke in einer *Remember Bounding Box* Gruppe.

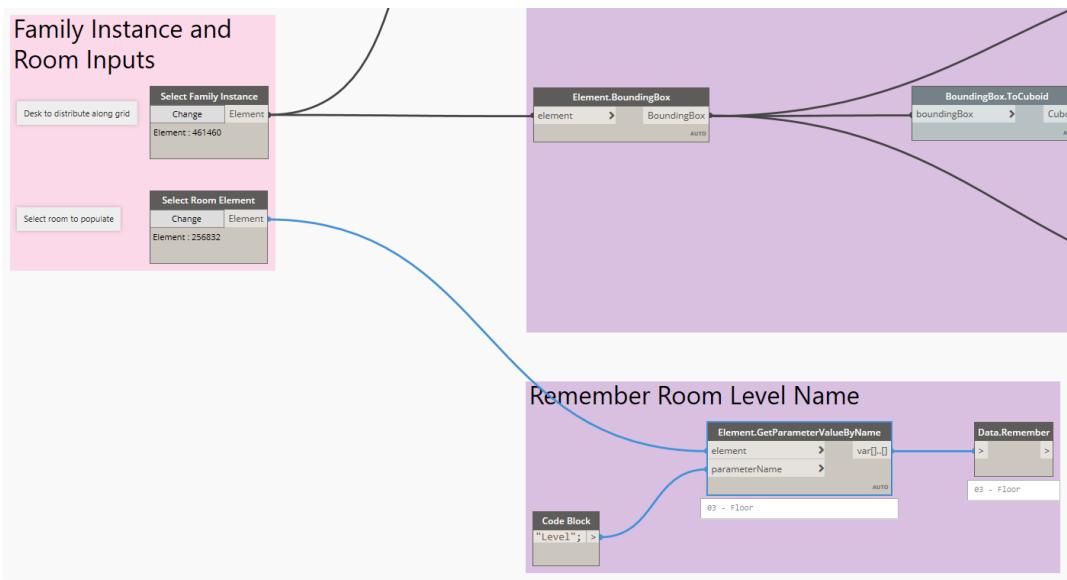


Diese Blöcke rufen die Informationen über die Bounding Box von dem gewählten Schreibtisch und werten die Breite und Tiefe aus.

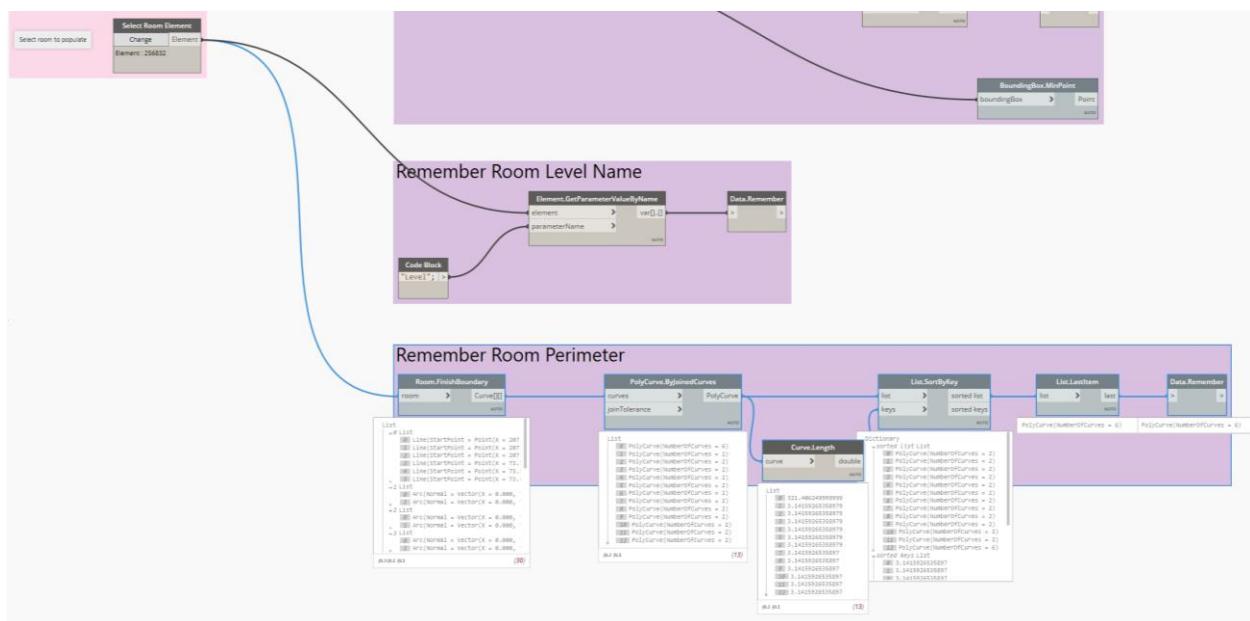
Anmerkung: *Data.Remember* kann als der Cache für Ihre Generative Design Studie betrachtet werden und kann alle alphanumerischen und geometrischen Daten speichern, so dass diese nicht bei jedem Durchlauf der Generative Design Studie neu abgerufen werden müssen. Sie können allerdings keine Revit Elemente an diesen Block übernehmen, sondern nur die Daten, die sie aus diesen Elementen abgerufen haben.



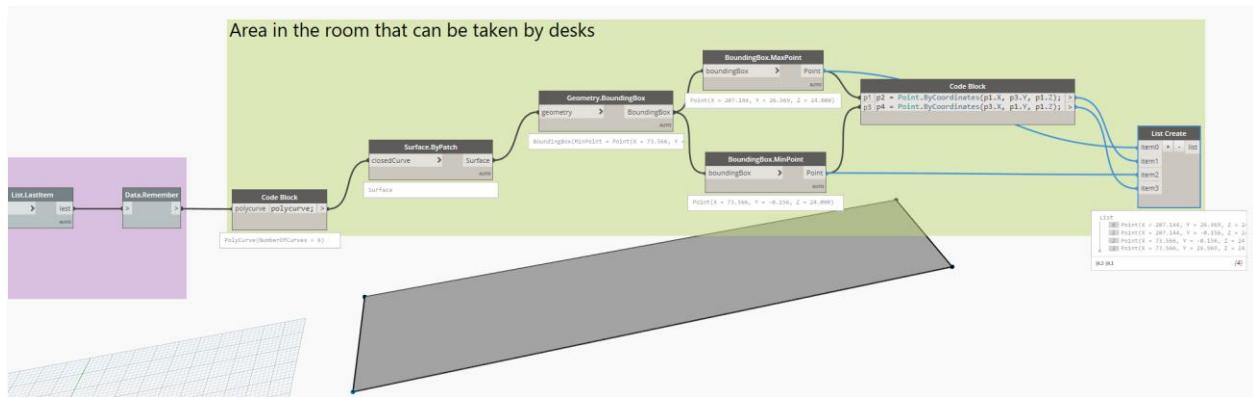
10. Wiederholen Sie den Vorgang für den Namen der Ebene. Beachten Sie, dass wenn Sie Revit in Deutsch verwenden, der Name des Parameters nicht *Level*, sondern *Ebene* lautet.



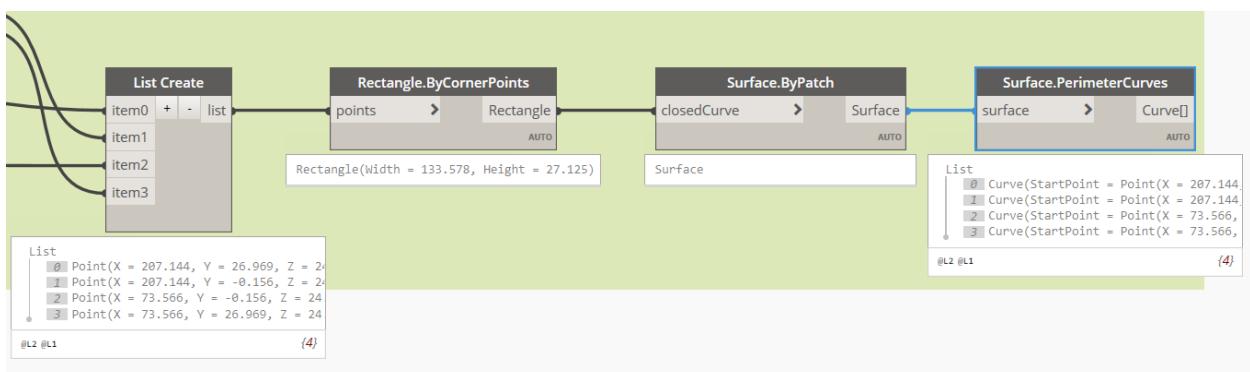
11. Rufen Sie nun auch den Umfang des Raums ab und geben Sie diesen ebenso an den Remember Block weiter.



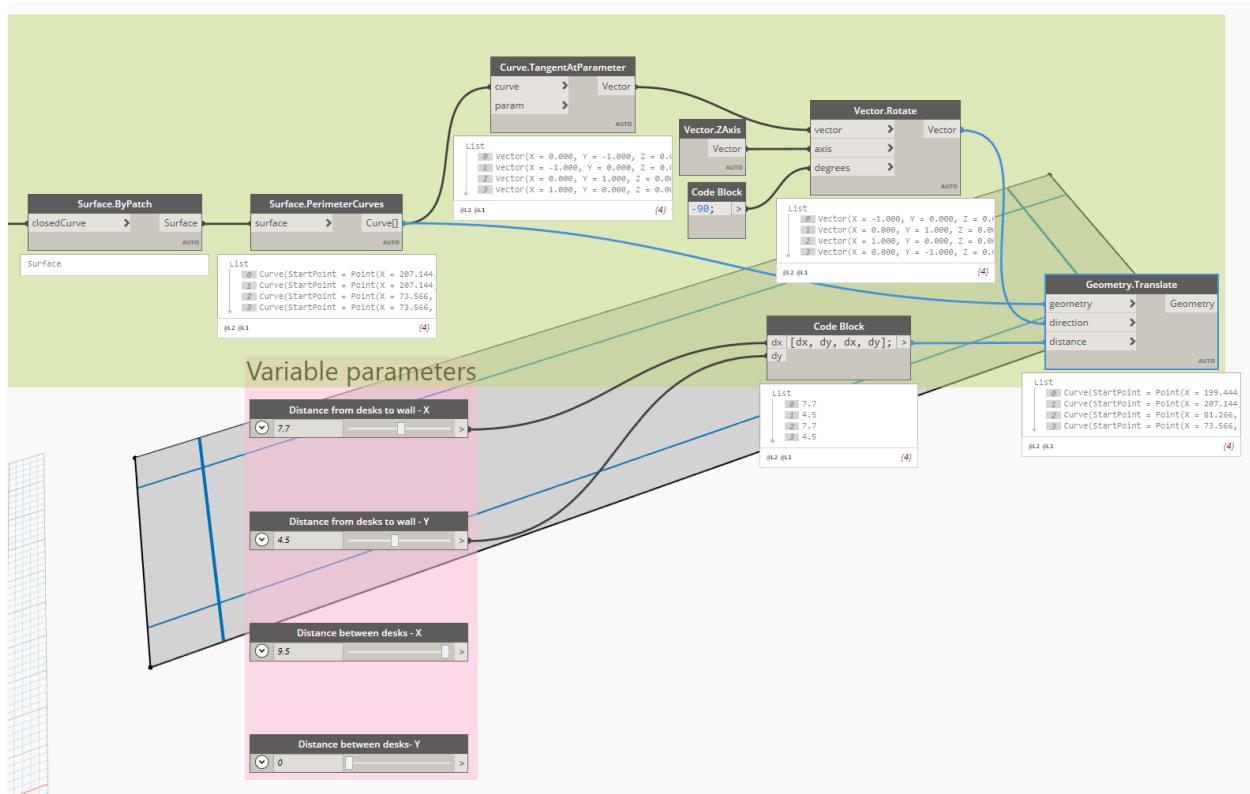
12. Nun können wir die Logik für die Berechnung der nutzbaren Raumfläche erstellen.  
Dieser Bereich wird durch den Minimalabstand der Tische von Wänden in beiden  
Richtungen vorgegeben. Als erstes ermitteln Sie die 4 Punkte, die den Raum definieren.



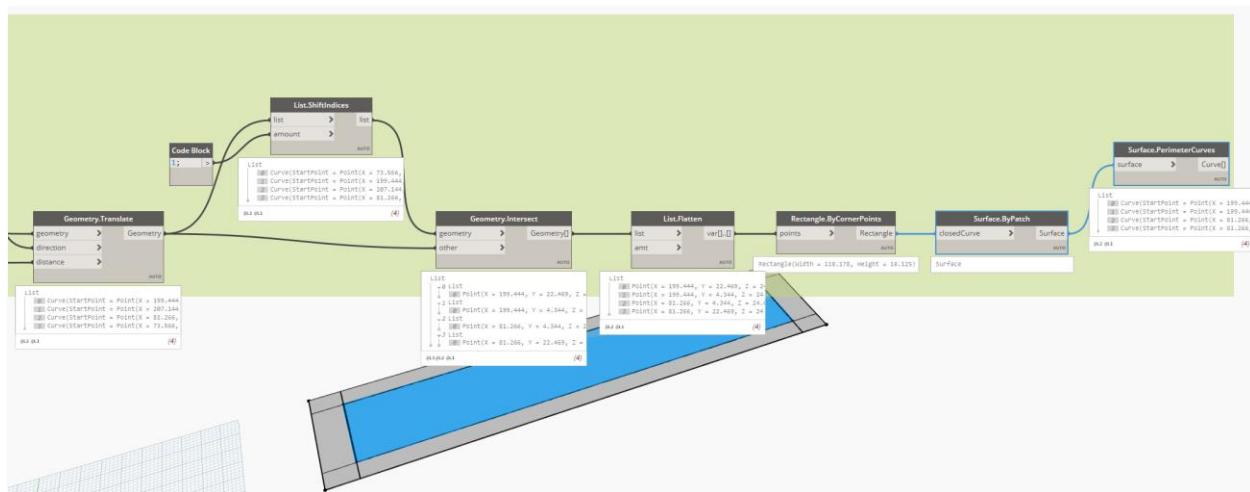
13. Danach ermitteln Sie die 4 Seiten des Raumes:



14. Versetzen Sie nun die Seiten des Raumes um den Wert der *Minimum distance from desks to wall* Variablen:

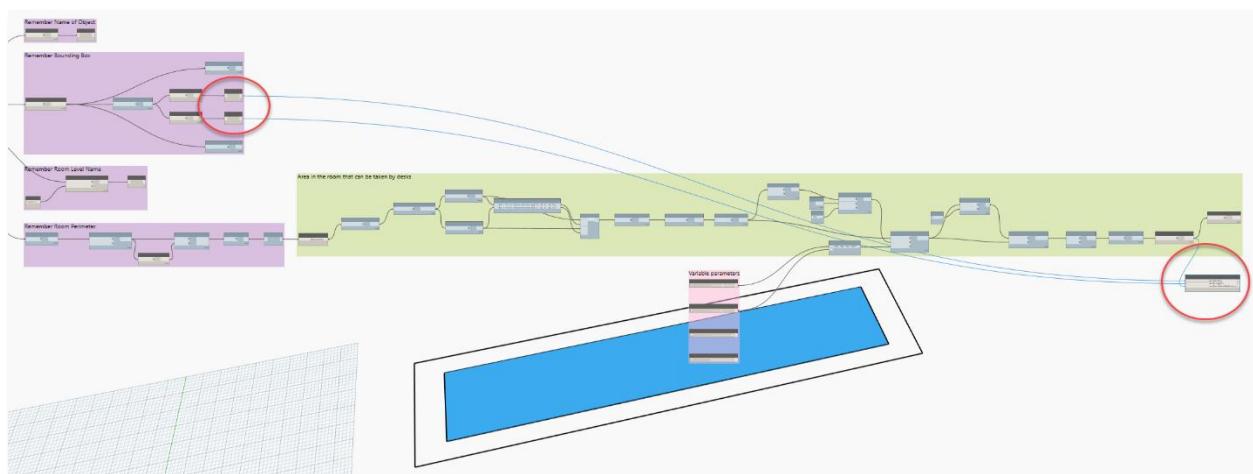
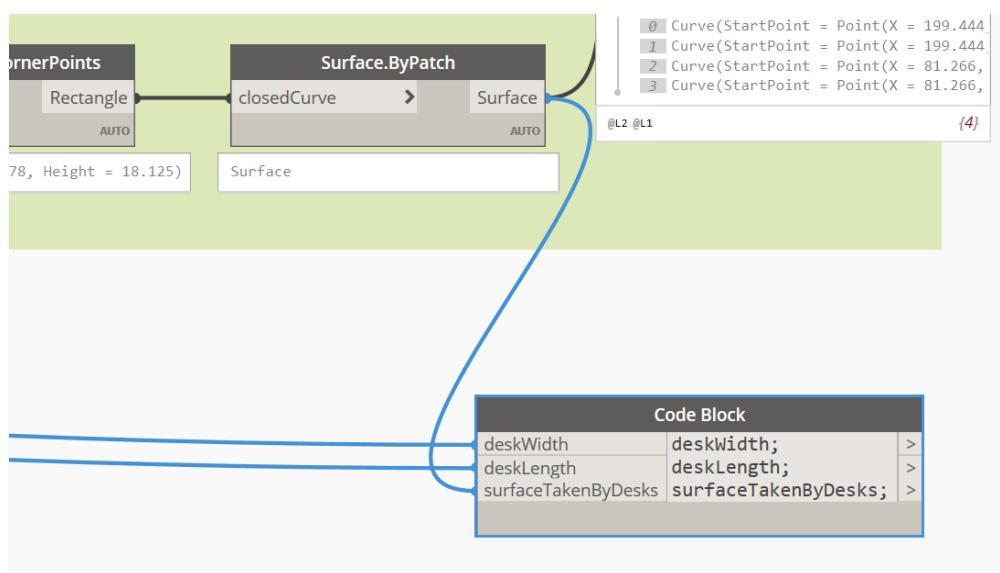


15. Ermitteln Sie die Schnittpunkte der versetzten Raumseiten und erstellen Sie eine neue Fläche. Diese Fläche wird für die Berechnung der Schreibtische berechnet, basierend auf den Variablen: 1 = ausgewählter Raum, 2 = *minimum distance from desks to walls in the X direction*, 3 = *minimum distance from desks to walls in the Y direction*.

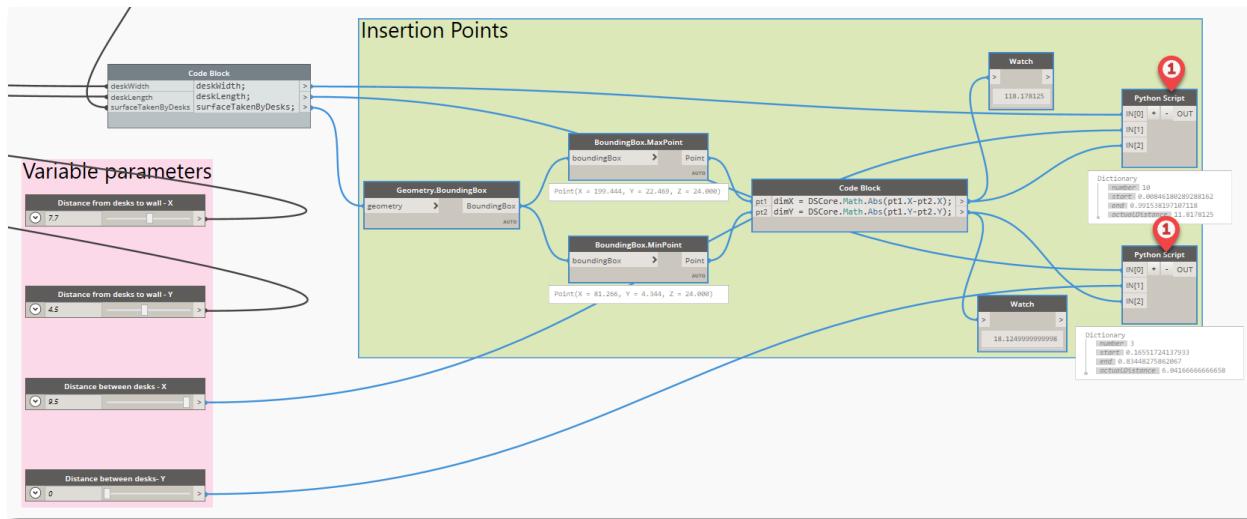
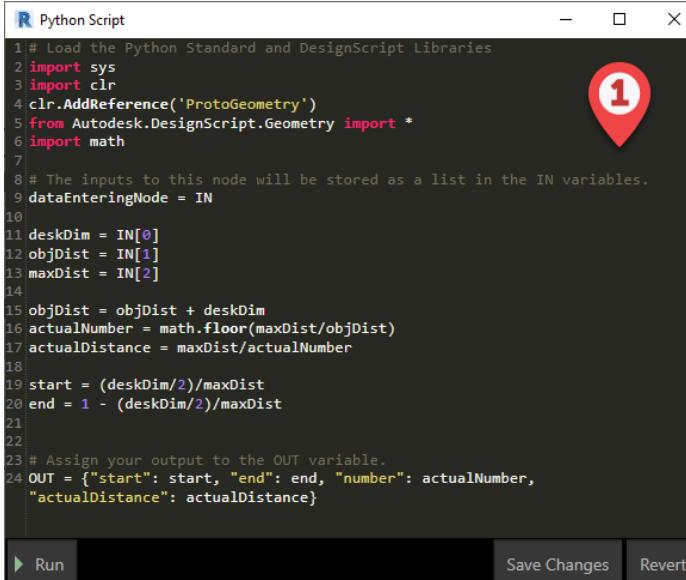


Damit haben Sie die getrennte Kontrolle für die Abstände auf der X und Y Achse implementiert.

16. Im nächsten Schritt werden Sie die Einfügepunkte für die Tische basierend auf dem vorgegebenen Tischabstand ermitteln. Der Abstand wird in beiden Richtung von den Tischkanten gemessen, und nicht von den Einfügepunkten. Sammeln Sie diese Variablen in einem Codeblock wie hier angezeigt, um Sie im weiteren Verlauf zur Verfügung zu haben.



17. Berechnen Sie die Einfügepunkte mittels eines Python Skripts wie hier gezeigt:

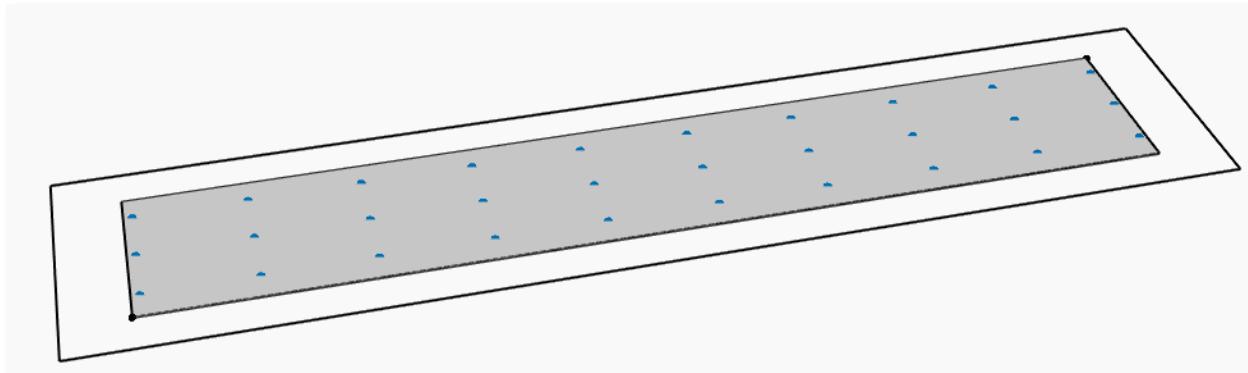
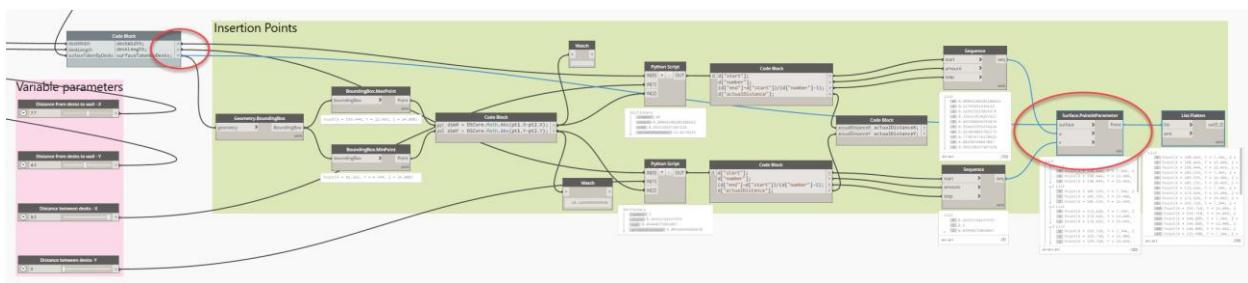
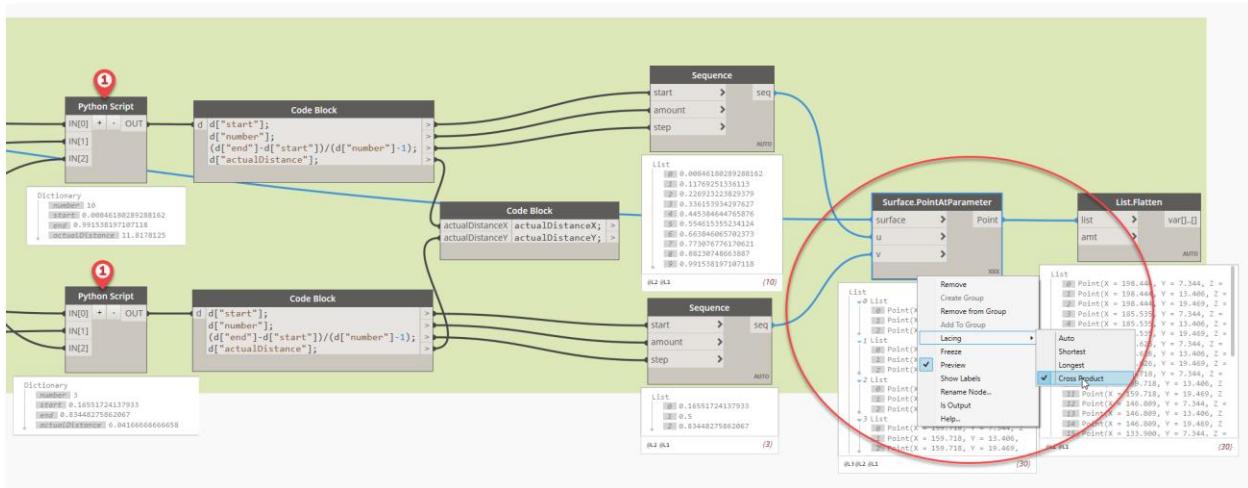
```

R Python Script
1 # Load the Python Standard and DesignScript Libraries
2 import sys
3 import clr
4 clr.AddReference('ProtoGeometry')
5 from Autodesk.DesignScript.Geometry import *
6 import math
7
8 # The inputs to this node will be stored as a list in the IN variables.
9 dataEnteringNode = IN
10
11 deskDim = IN[0]
12 objDist = IN[1]
13 maxDist = IN[2]
14
15 objDist = objDist + deskDim
16 actualNumber = math.floor(maxDist/objDist)
17 actualDistance = maxDist/actualNumber
18
19 start = (deskDim/2)/maxDist
20 end = 1 - (deskDim/2)/maxDist
21
22
23 # Assign your output to the OUT variable.
24 OUT = {"start": start, "end": end, "number": actualNumber,
"actualDistance": actualDistance}

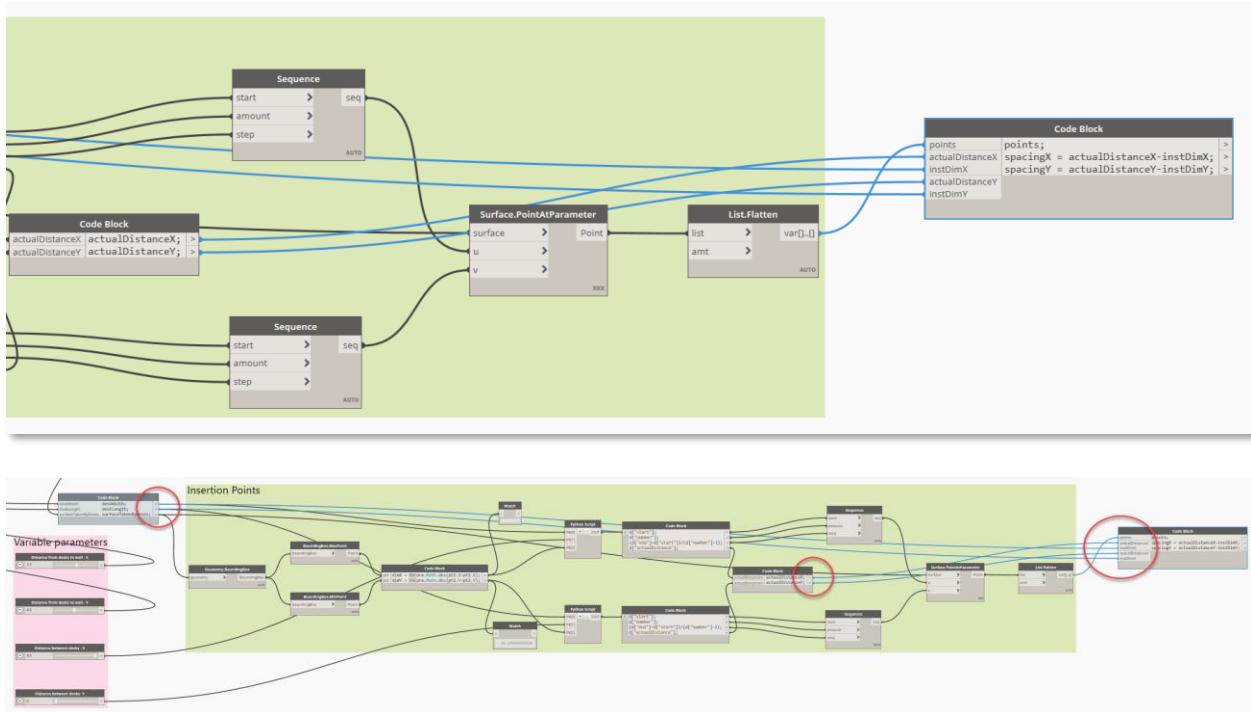
```

The screenshot shows the Autodesk Python Script Editor window. The title bar has a red circle with the number "1". The script editor displays a Python script with several lines of code. The code performs calculations based on input variables (deskDim, objDist, maxDist) to determine start and end values, and then creates a dictionary OUT containing these results.

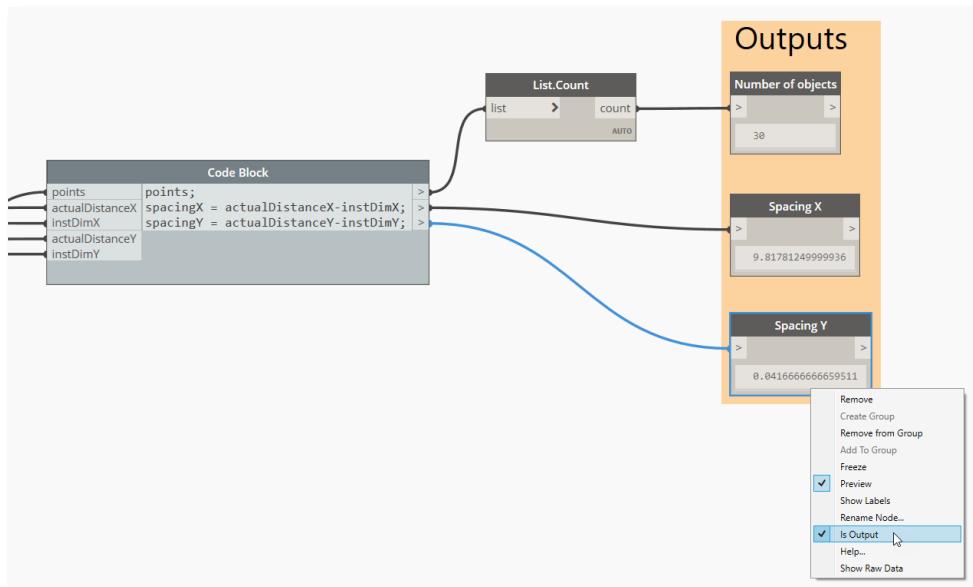
...und stellen Sie sicher, dass Ihr *Surface.PointAtParameter* Block die korrekte Vergitterung (Lacing) aufzeigt:



18. Erstellen Sie einen Codeblock, um den X und Y Abstand zwischen den Tischen zu berechnen:

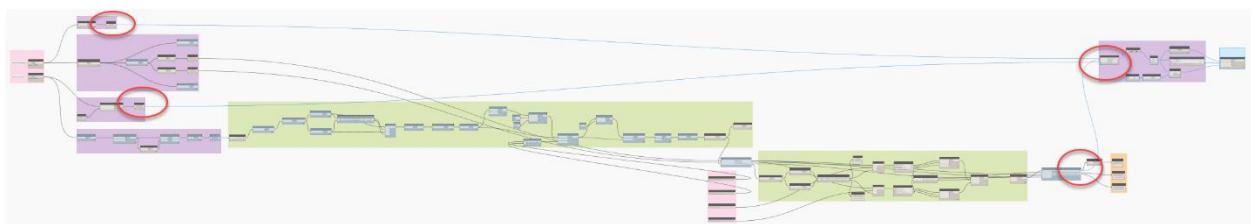
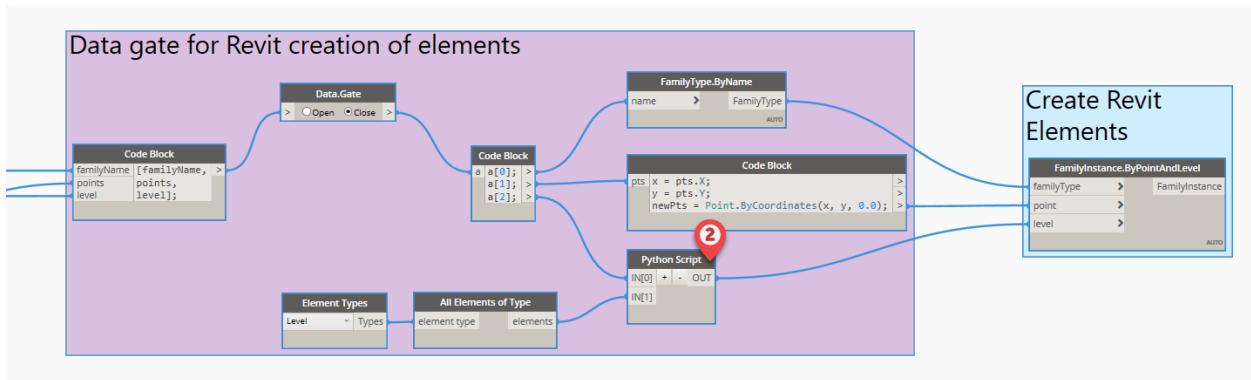
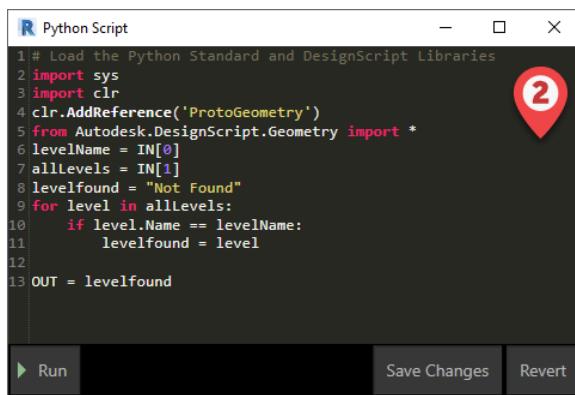


19. Definieren Sie die Ausgaben mit Hilfe der *Watch* Blöcke. Wählen Sie anschließend über das Kontextmenü den Wert „Ist Ausgabe“. Aktuell können nur numerische Werte als Ausgaben ausgewertet werden.



Ihr Skript ist nun fast fertig, Sie müssen nur noch die Revit Elemente erstellen und die Logik für die Visualisierung der Vorschau implementieren.

20. Fügen Sie folgende Blöcke ein, um Revit Elemente zu erstellen.

R Python Script

```

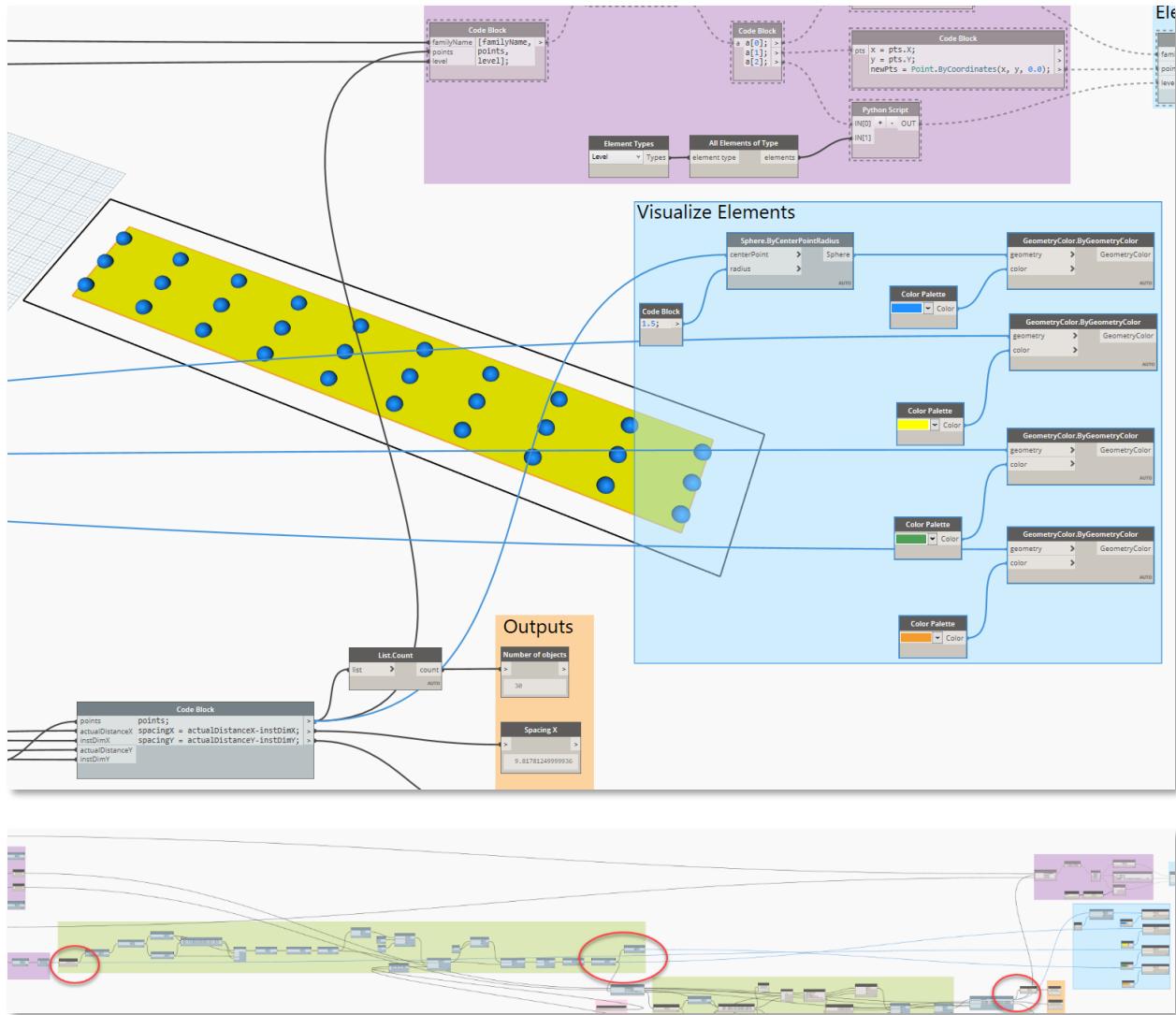
1 # Load the Python Standard and DesignScript Libraries
2 import sys
3 import clr
4 clr.AddReference('ProtoGeometry')
5 from Autodesk.DesignScript.Geometry import *
6 levelName = IN[0]
7 allLevels = IN[1]
8 levelfound = "Not Found"
9 for level in allLevels:
10     if level.Name == levelName:
11         levelfound = level
12
13 OUT = levelfound

```

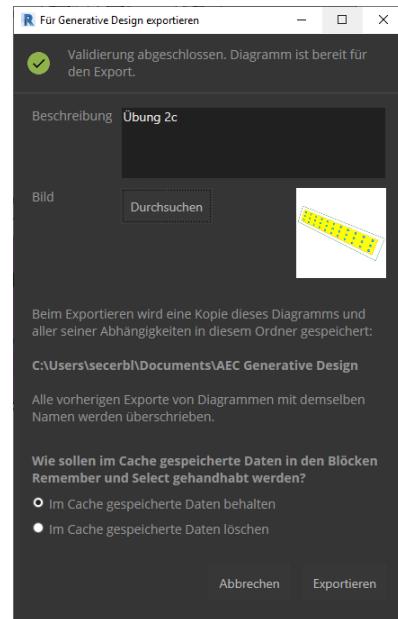
Run Save Changes Revert

Anmerkung: Der Block *Data.Gate* kontrolliert den Datenfluss und wird im Generative Design Prozess beim Klick auf „*Revit Elemente erstellen*“ aktiviert. Somit wird verhindert, dass dieser Teil des Skripts bei jedem Durchlauf der Studie ausgeführt wird und somit für jede Variante Revit Elemente platziert werden.

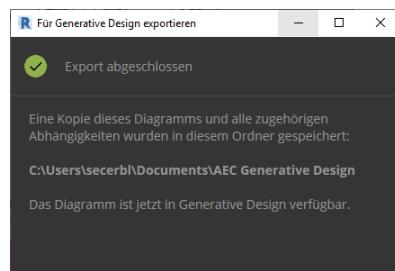
21. Um die Regeln für die Vorschau zu definieren, verbinden Sie die relevanten Ausgaben wie hier gezeigt und weisen Sie ihnen Farben zu.



22. Nun kann das Skript gespeichert und für Generative Design exportiert werden. Gehen Sie hierfür in Dynamo auf **Generative Design > Für Generative Design exportieren**.

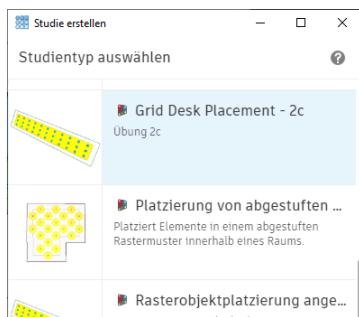


23. Klicken Sie auf *Exportieren*:

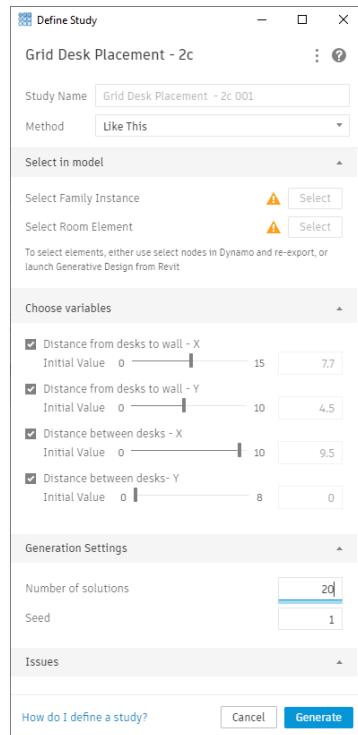


24. Um Generative Design aus Dynamo zu starten, können Sie auch in Dynamo *Generative Design > Studie erstellen* wählen.

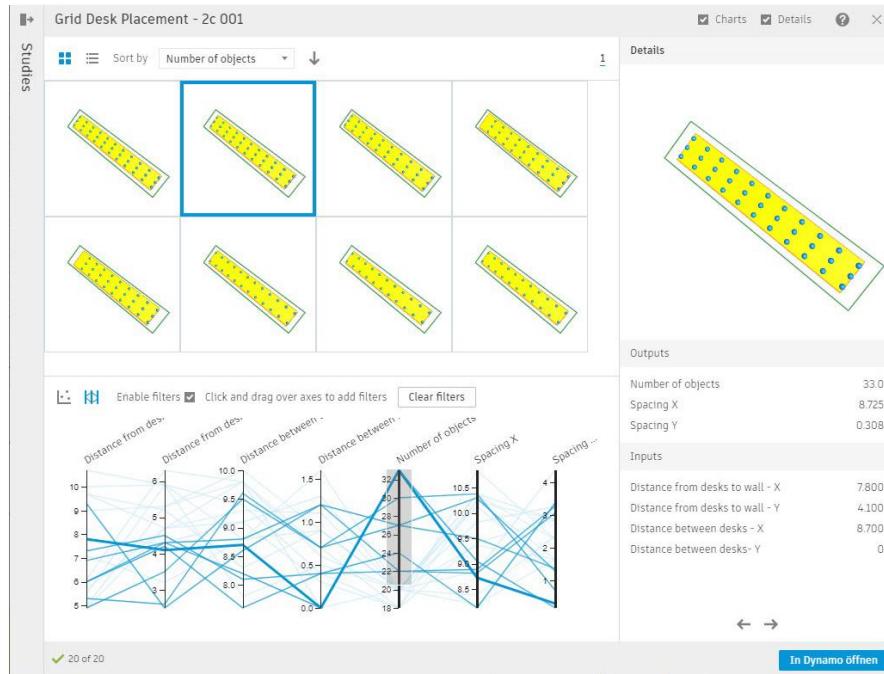
25. Wählen Sie die soeben erstellte Studie aus:



26. Überprüfen Sie die Optionen in dem *Studie erstellen* Dialog für die Methode *So*.  
Anmerkung: beachten Sie, dass Sie hier nicht den Raum oder den Tisch wählen können, da Sie im Schritt 22 den Cache behalten haben. Um die Studie in anderen Modellen nutzen zu können, müssen Sie im Schritt 22 beim Export der Studie für Generative Design die im Cache gespeicherten Daten löschen.

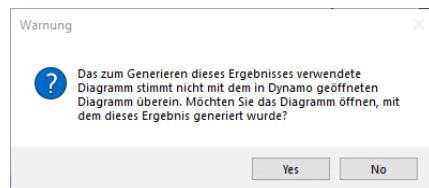


27. Klicken Sie auf *Generieren*.
28. Sobald dieser Vorgang abgeschlossen wurde, untersuchen Sie die Ergebnisse.
29. Klicken Sie in Dynamo *Generative Design > Ergebnisse untersuchen*.
30. Filtern Sie die Resultate wie angezeigt:

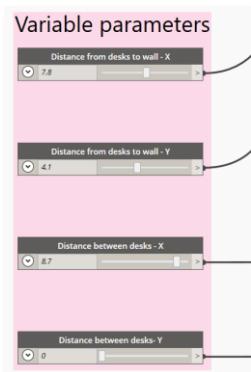


31. Wählen Sie *In Dynamo öffnen*.

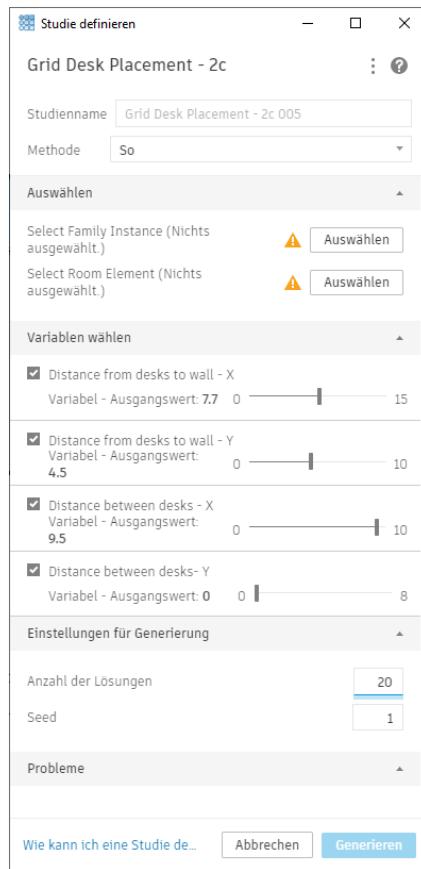
32. Wenn Sie dieses Dialogfenster sehen (es könnte auch unter dem *Ergebnisse untersuchen* Fenster versteckt sein), wählen Sie Yes.



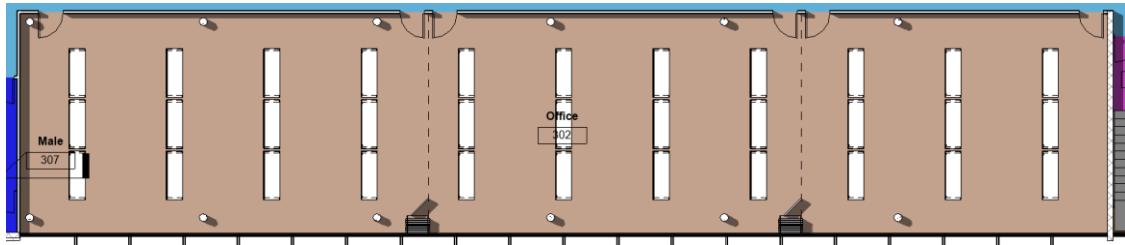
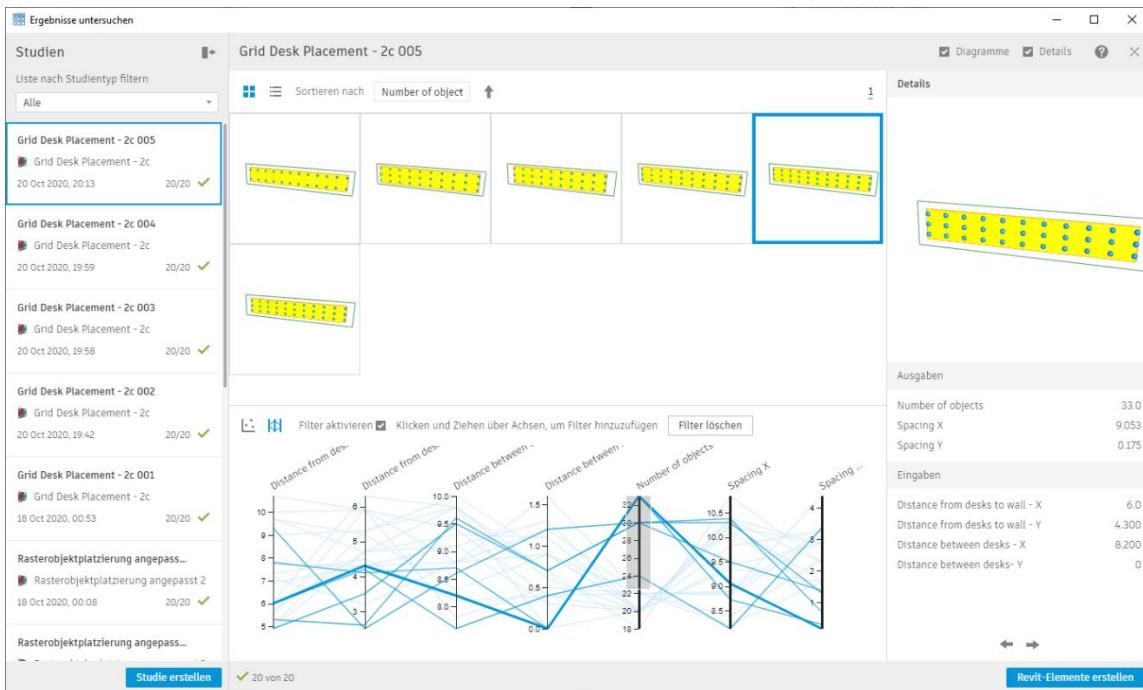
Sehen Sie, dass unsere Variablen für die Eingaben auf die ausgewählte Option angepasst wurden:



33. Exportieren Sie die Generative Design Studie erneut und wählen Sie diesmal *Im Cache gespeicherte Daten löschen*.
34. Schließen Sie Dynamo.
35. Zurück in Revit gehen Sie unter *Verwalten* auf *Studie Erstellen* und wählen Sie die *Grid Desk Placement - 2c* Studie.
36. Stellen Sie die Eingaben ein und klicken Sie auf *Generieren*. Es fällt Ihnen sicherlich auf, dass Sie diesmal aufgefordert werden, die Elemente aus dem Modell auszuwählen.



37. Wählen Sie das folgende Ergebnis und klicken Sie auf *Revit Elemente erstellen*.



In dieser Übung haben Sie nun den Raum für 33 Mitarbeiter eingerichtet und dabei gesorgt, dass beide mobile Trennwände funktionsfähig bleiben. Außerdem hat jeder Mitarbeiter eine gute Sicht nach draußen.

Da unser Projekt in Imperialen Einheiten ist, ist auch der Mindestabstand von 6“ durch die Vorgabe des Tisch zu Tisch Entfernung eingehalten.

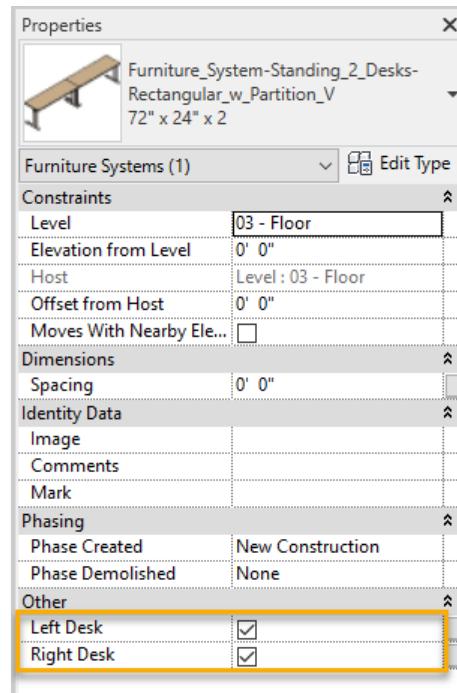
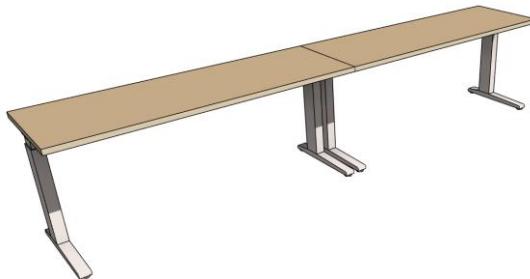


Dennoch könnte auch diese Version weiter optimiert werden. Ihre Mitarbeiter stehen immernoch direkt hinereinander und der Abstand könnte auch weiter erhöht werden, da wir nun auf die Glaspaneele verzichten. Zudem sollte die Wegeführung optimiert werden.

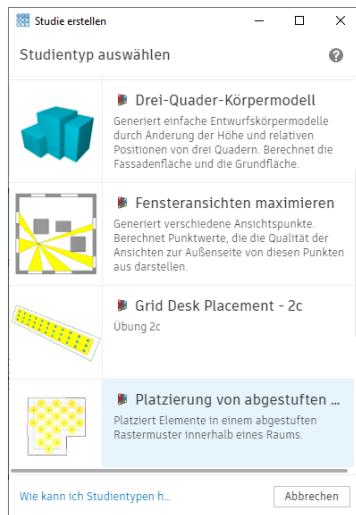
## Übung 2d – Stehtische mit angepassten abgestufter Rasterobjektplatzierung

Diese Übung stellt eine Weiterentwicklung der Übung 2c dar. Diesmal werden wir als Ausgangspunkt die Studie *Platzierung von abgestuften Rasterobjekten* nutzen.

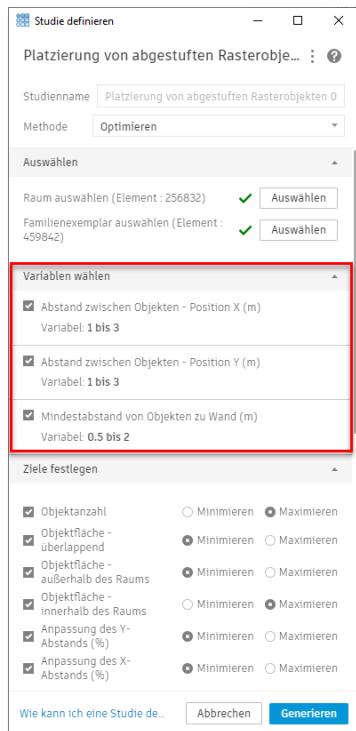
1. Laden Sie die Familie *Furniture\_System-Standing\_2\_Desk-Rectangular\_w\_Partition\_V.rfa* aus dem *Datasets* Ordner in Ihr Beispielprojekt *Workspace Layout.rvt*. Diese Familie ist sehr ähnlich der aus der Übung 2c, außer dass hier bereits 2 Tische gruppiert sind. Diese Familie hat auch zwei zusätzliche Parameter (*Left Desk* and *Right Desk*), die uns bei der Konfiguration helfen werden. Platzieren Sie ein Exemplar dieser Familie in den Flur vor unserem Raum.



2. Unter Verwalten, wählen Sie *Studie erstellen* und *Platzierung von abgestuften Rasterobjekten*:

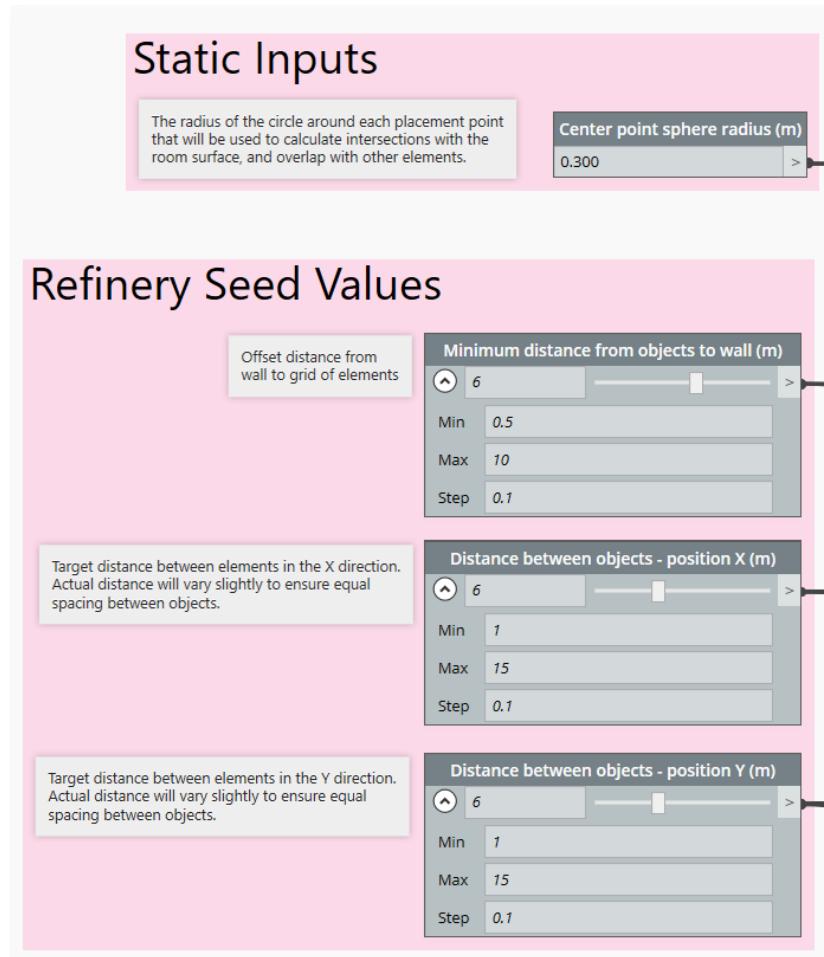


3. Überprüfen Sie die Einstellungen:



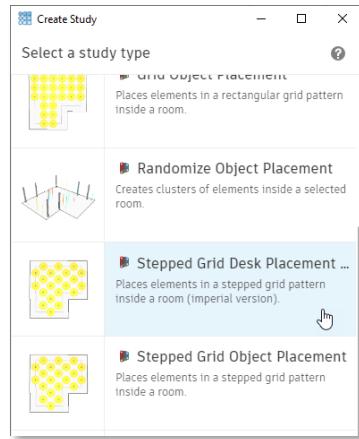
Es fällt auf, dass die Variablen in dieser Studie in m angegeben sind, während unser Projekt imperiale Einheiten hat. Außerdem sind die Entfernungswerte bezogen auf die Einfügepunkte der Familien relativ klein.

Auch hier werden wir wieder die Variablen an unsere Anforderungen anpassen müssen. Öffnen Sie dazu, ähnlich wie bereits in Übung 2b das entsprechende Dynamo Skript und passen Sie die Werte wie folgt an:

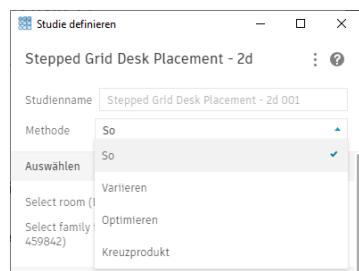


4. Speichern Sie das Skript unter dem Namen *Grid Desks Placement – 2d.dyn*.
5. Wiederholen Sie die Schritte 11-14 aus der Übung 2b, um das Skript für Generative Design zu exportieren.
6. Falls Sie die Schritte überspringen möchten, können Sie auch die Datei *Grid Desks Placement – 2d.dyn* file und den *Grid Desks Placement – 2d.Dependencies* Ordner aus dem *Datasets* Ordner nach *C:\Users\<username>\Documents\AEC Generative Design* kopieren.

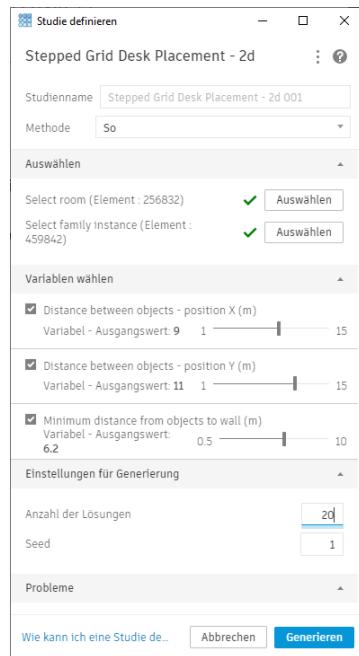
7. Schließen Sie Dynamo und klicken Sie auf *Verwalten > Studie erstellen*:



8. Erstellen Sie eine neue *Grid Desk Placement – 2d* Studie und nutzen Sie die „So“ Methode, um ähnliche Varianten zu finden.

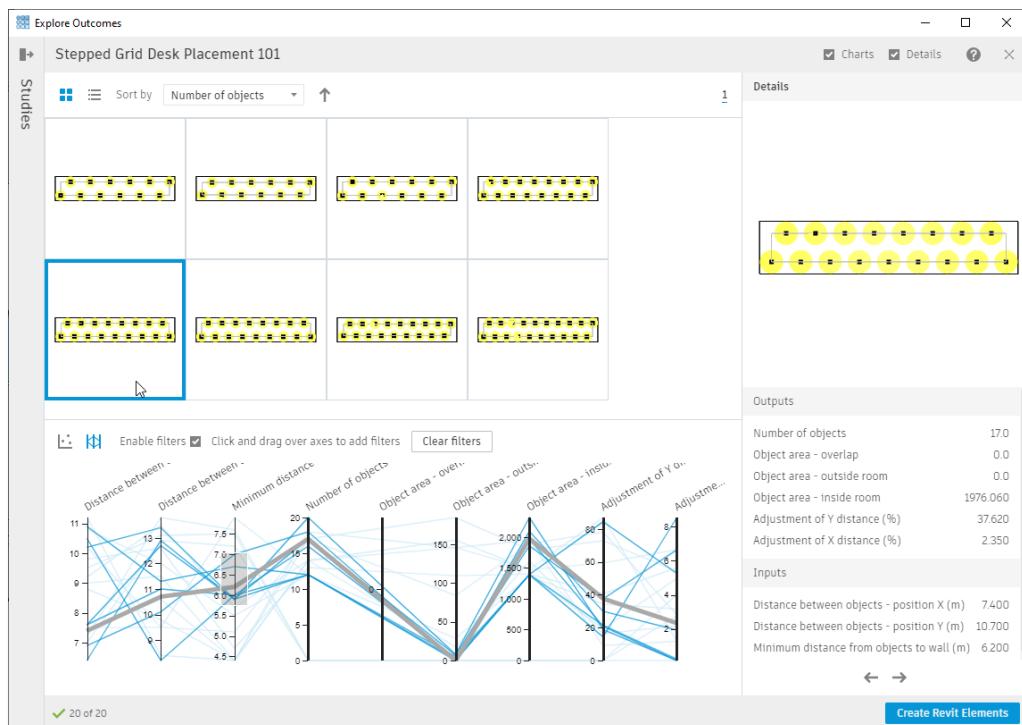


9. Wählen Sie den Raum 302 Office und die zuvor geladene Familie, sowie folgende Einstellungen:

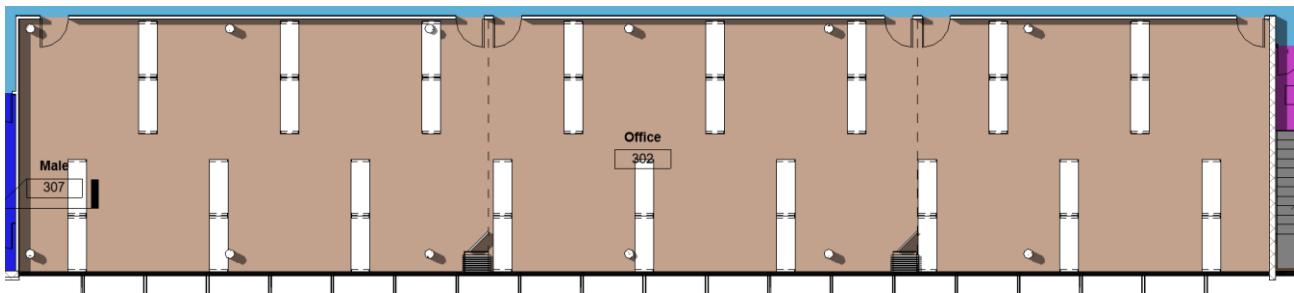


10. Wählen Sie **Generieren**.

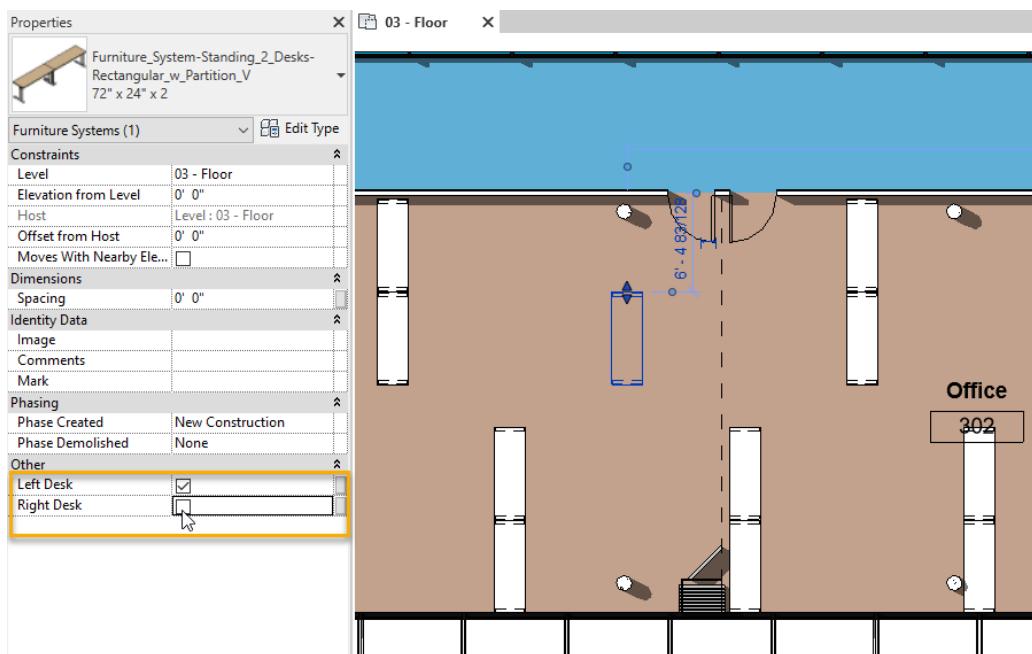
11. Filtern Sie die Resultate wie angezeigt:



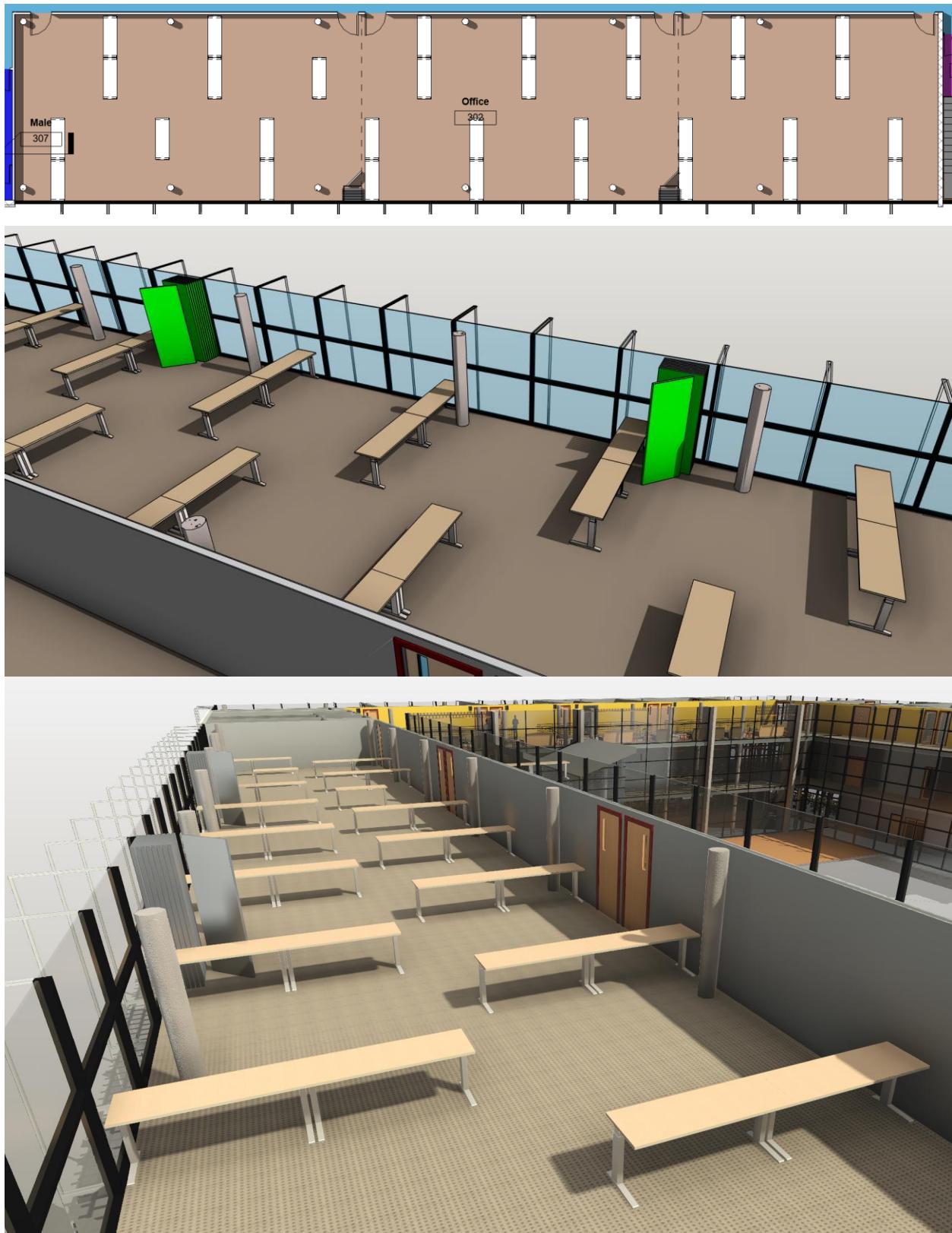
12. Wählen Sie eines der Resultate mit 17 Tischgruppen und klicken Sie auf *Revit Elemente erstellen*.



Mit Hilfe der *Left Desk* und *Right Desk* Parameter entfernen Sie die Tische, die Konflikte mit Stützen haben:



Sie haben nun die optimale Lösung für 32 Mitarbeiter in zweier Gruppen gefunden. Diese Konfiguration ermöglicht den maximalen Abstand zwischen den Mitarbeitern sowie die Funktion beider mobiler Trennwände.



Herzlichen Glückwunsch! Sie haben gelernt, die Standardstudien in Dynamo auf Ihre eigenen Bedürfnisse anzupassen und den Grundstein für eigene Generative Design Studien gelegt.

