

ZUGEHÖRIGE DATEI:

Solarbibliothek.vcp

Beschreibung:

Diese Komponentensammlung enthält die auf Seite 10-15 beschriebenen Komponenten der Solarbibliothek.

ZUGEHÖRIGE DATEI:

Solarlayout.vcm

Beschreibung:

Diese Datei enthält das Ergebnis des Layouts, dass Sie auf Seite 7-8 erstellen werden.

DIE DUALIS IT SOLUTION SOLARBIBLIOTHEK

IHRE LEISTUNGS- UND ANPASSUNGSFÄHIGE LÖSUNG AUF DEM GEBIET DER SOLARWAFER-PRODUKTION.

ZIEL

Der Photovoltaik-Sektor ist im Zuge des Verlangens nach alternativen Energien ein wachsender Markt und bietet Raum für bahnbrechende wirtschaftliche Innovationen aber auch hohes Potential auf dem Gebiet der Forschung. Der Produktionsprozess von Solar-Wafern ist nach wie vor verbesserungsfähig und daher Gegenstand von Optimierungs- und Simulationsproblemen. Dualis IT Solution möchte mit seiner Solarbibliothek seinen Beitrag leisten, die Lösung dieser Optimierungsprobleme weitestgehend zu vereinfachen oder zu automatisieren. Dieses Presales-Tutorial gibt Ihnen eine umfassende Einführung in die Komponenten der Dualis Solar-Bibliothek. Nach dem Studium dieser Unterlagen sind Sie in der Lage, ihr persönliches Produktionslayout selbst aufzubauen.

VORAUSSETZUNGEN

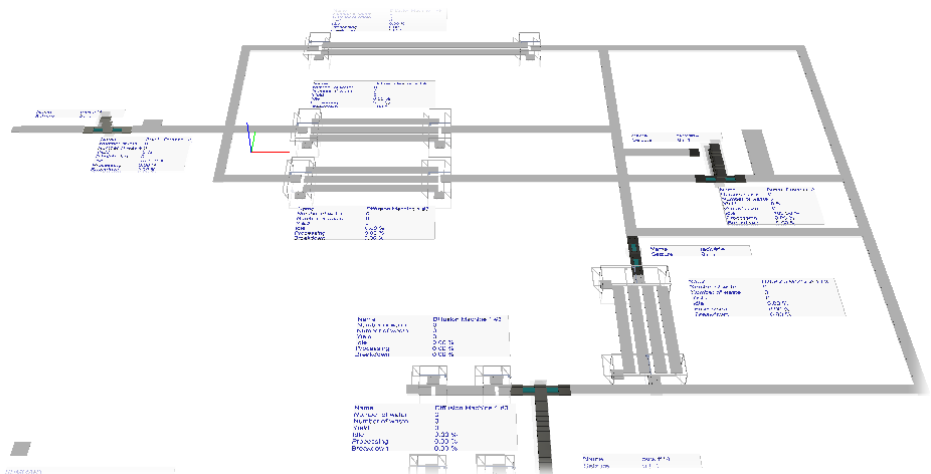
3DCreate sollte installiert sein. Außerdem muss die Solarbibliothek installiert sein. Dies geschieht per Doppelklick auf die Datei "Solarbibliothek.vcp". Folgen Sie dann den Anweisungen auf dem Bildschirm.

Darüber hinaus sollten Sie mit den Grundkenntnissen von 3D Create vertraut sein. Sie können z.B. die Demo-Tutorials auf der 3D-Create Demo-CD konsultieren, um sich in den grundsätzlichen Umgang mit 3D-Create Werkzeugen einzuarbeiten. Bei Fragen zögern Sie nicht, den Visual Components Vertriebspartner in Deutschland, Dualis IT Solution, zu kontaktieren.

DUALIS GmbH IT Solution, Tiergartenstrasse 32, 01219 Dresden
Tel.: +49-351-47791-0 Email: support@dualis-it.de

EINFÜHRUNG

Dieses Tutorial gliedert sich in drei größere Teile: Die Seiten 2 bis 7 beschäftigen sich mit den Komponenten im Einzelnen. Dabei wird zunächst auf die Basiskomponenten Wafer und Los eingegangen, dann auf die Komponenten, welche diese Basiskomponenten durch das Layout transportieren und schließlich auf die einzelnen Puffer- und Verarbeitungseinheiten. Seite 8 und 9 beschreibt den Routing-Algorithmus im Detail, der bestimmt, wo entlang Wafer und Lose im Produktionsprozess geleitet werden. Seite 10 bis Seite 13 schließlich beschäftigt sich mit dem schrittweise Aufbau eines Beispiellayouts, das Sie unten in verkleinerter Form dargestellt sehen.

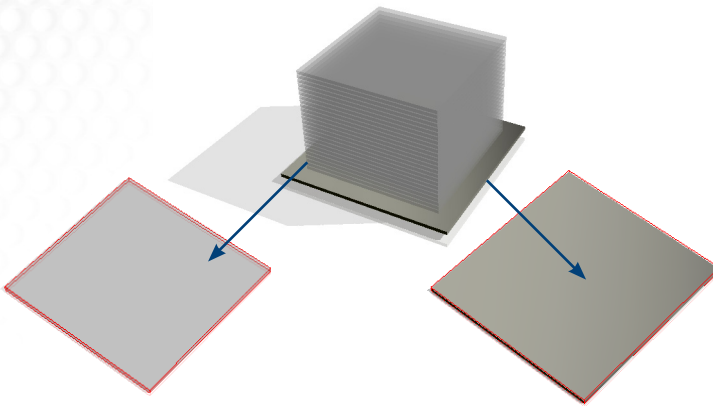


SUPPORT@VISUALCOMPONENTS.COM

WWW.VISUALCOMPONENTS.COM

Die Visual Components Logos 3DCreate, 3DRealize und 3DVideo sind eingetragene Marken und Eigentum von Visual Components Oy, Inc., registriert in den USA, Europa und/oder anderen Ländern. Alle anderen Marken, Produkte oder Logos gehören den entsprechenden Besitzern.

LOS UND WAFER – DIE “WERKSTÜCKE”



Los (Lot) und Wafer

Basiskomponente und Bearbeitungsgegenstand in dieser Komponentensammlung sind Solar-Wafer. Diese werden zu Stapeln auf einem Los (engl. Lot) gespeichert und auf diesem Los durch die komponierte Anlage befördert.

Lose, und darauf die entsprechenden Wafer, werden durch einen Creator in den Komponentenumlauf gebracht und durchlaufen mehrere Verarbeitungsschritte, die vom Typ des Wafers abhängen. Je nach aktuellem Verarbeitungsschritt, der für einen Stapel von Wafern auf einem Los gerade ansteht, hat ein Los eine bestimmte Verarbeitungsstation zum Ziel, die es im Komponentenfluss als nächstes ansteuert.

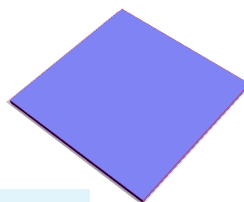
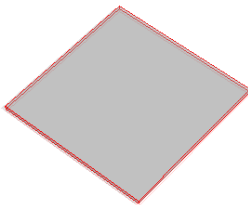
Wafer

Ein Wafer wird einem bestimmten Wafertyp zugeordnet. Dieser Wafertyp bestimmt das Routing des Wafers, d.h. die einzelnen Verarbeitungsschritte, die ein Wafer dieses Typs durchläuft mit ihren zugehörigen Verarbeitungszeiten. Wafer werden in Stapeln auf einem Los transportiert, wobei immer alle Wafer auf einem Los vom selben Wafertyp sind.

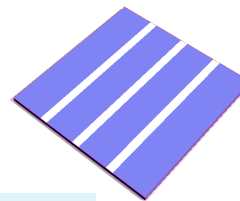
Normalerweise werden einzelne Wafer nicht manuell über die Registerkarte “Param” parametrisiert, aber außer den Einstellungen zum Routing des Wafers wären typische Eigenschaften:

- **work_time**: Bearbeitungszeit, die dieser Wafer im nächsten Verarbeitungsschritt benötigt.
- **wafer_length, wafer_width, wafer_height**: Geometrische Abmessungen des Wafers

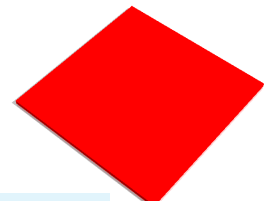
Ein Wafer wird während seiner Lebenszeit verarbeitet, er durchläuft z.B. ein Oxid-Ätz-Bad oder eine Metallisierungsanlage. Dadurch wird die Struktur und das Aussehen des Wafers verändert, was in einem weiteren visuellen Parameter **step** repräsentiert werden kann. Beachten Sie, dass dieser Parameter nur die visuelle Repräsentation des Wafers beeinflusst und nicht mit den Routing-Parametern zu verwechseln ist. Desweiteren kann ein Wafer als Ausschuss klassifiziert werden. Dies geschieht, indem **waste** auf 1 gesetzt wird.



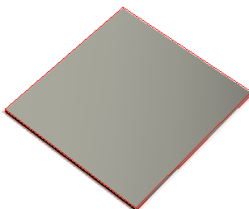
step = 2



step = 3



waste = 1



Los (Lot)

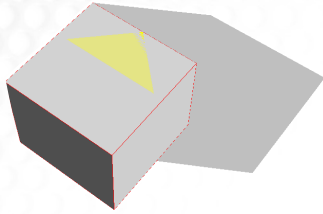
Ein Los ist ein Container, der mit einem Stapel von Wafern gefüllt wird. Dieses Los transportiert dann die Wafer, die es enthält, durch die Anlage. Alle Wafer auf einem Los sind von ein- und demselben Wafertyp. Dieser Wafertyp kann durch die Farbe des Loses repräsentiert werden. Der erste Wafer, der auf ein Los geladen wird, bestimmt den Typ, von dem die weiteren Lose sein müssen. Damit hat das Los ein eindeutiges Routing, d.h. es kennt sein Ziel, nämlich die nächste Verarbeitungsstation der Wafer. Vor dieser nächsten Verarbeitungsstation wird das Los entladen bzw. nach der Verarbeitungsstation wieder mit Wafern beladen.

Ein Los wird üblicherweise durch einen Creator in den Komponentenumlauf gebracht und kann schon zu Beginn mit einer Anzahl an Wafern gefüllt sein – muss aber nicht. Es kann auch leer bleiben, um erst später (z.B. an einer Verarbeitungsstation) mit Wafern befüllt zu werden.

Normalerweise wird die Eigenschaft eines Loses über die Konfiguration des Creators definiert, der das Los mit seinen Wafern erzeugt. Typische Eigenschaften eines Loses können allerdings ebenfalls der Registerkarte “Param” entnommen werden:

- **lot_size**: Anzahl der Wafer, die auf diesem Los Platz finden
- **lot_length, lot_width, lot_height**: Geometrische Abmessungen des Loses
- **distance_between_wafer**: Abstand zwischen zwei Wafern auf dem Waferstapel
- **number_of_wafer**: Anzahl der Wafer, die sich zur Zeit auf dem Los befinden

CREATER, WEICHE, FÖRDERBAND, SENKE – DIE INFRASTRUKTUR



Creator

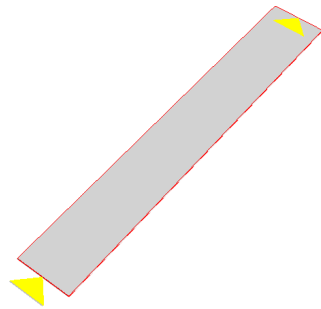
Ein Creator erstellt Lose, ggf. mit einem Stapel an Wafern darauf, und bringt diese in den Komponentenfluss. Er wird per Plug-and-Play mit der Fertigungsstrecke, z.B. also mit einem Förderband (Conveyor) oder einer Weiche (Turn Unit) verbunden. Ein Creator lässt sich parametrisieren über die Registerkarte "Param". Folgende Einstellungen sind möglich:

- **create_with_wafer:** Bestimmt, ob der Creator Lose erstellt, die bereits mit Wafern gefüllt sind. Ist diese Eigenschaft deaktiviert, sind die erzeugten Lose leer und können später, z.B. bei Verarbeitungsstationen, noch gefüllt werden.
- **lot_create_interval:** Das Zeitintervall, in dem der Creator ein neues Los (ggf. mit Wafern) erzeugt und in den Umlauf des Komponentenflusses schickt.
- **redraw_wafer:** Zeichnet die erstellten Wafer neu. Diese Eigenschaft sollte aktiviert sein, wenn wafer_width und wafer_height nicht den Standardwerten entsprechen. Ansonsten sollte sie deaktiviert sein, da sie sehr rechenaufwändig ist.

Klickt man auf die Schaltfläche "**Lot and Wafer Parameters**", werden weitere Parameter eingeblendet, welche die Eigenschaften der erstellten Lose und Wafer beschreiben.

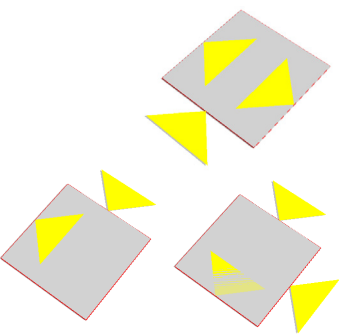
- **distance_between_wafer, lot_length, lot_width, lot_height, wafer_length, wafer_width, wafer_height:** Geometrische Abmessungen von Los und Wafer.
- **lot_size:** Anzahl der Wafer, die auf jedem Los Platz finden

Wie man für einen Creator definiert, welches Routing/Rezept die von ihm erstellten Lose zugewiesen bekommen, wird auf Seite 8 erklärt. Mit der Schaltfläche "**Update all creator**" lassen sich die meisten Eigenschaften eines Creators (lot_size, lot_create_interval sowie alle Parameter der Rezeptdefinitionen) auf alle Creator des aktuellen Layouts übertragen.



Förderband (Conveyor)

Ein Förderband befördert ein Los mit dem daraufliegenden Wafern horizontal und geradlinig von einem Punkt zum anderen. Förderbänder können per Plug-and-Play mit anderen Förderbändern, bzw. Weichen, Creator, Puffern oder Verarbeitungsstationen verbunden werden. Dazu verfügen Sie über einen Ein- und einen Ausgang. Hauptsächliche Eigenschaft eines Förderbandes sind die Parameter **conveyor_length, conveyor_width** und **conveyor_speed**, die nach einem Klick auf "Geometric data" auf der Parameterseite zum Vorschein kommen. conveyor_length bestimmt die Länge und conveyor_speed die Geschwindigkeit, mit der Lose über das Förderband laufen. Außerdem kann eine **capacity** (Kapazität) eingestellt werden, d.h. eine maximale Anzahl an Losen, die gleichzeitig über das Förderband laufen kann. Letztendlich sorgt der Parameter **Breakdown** dafür, dass der Conveyor vollständig deaktiviert werden kann.



Weiche (Turn Unit)

Weichen dienen dazu, den horizontalen Komponentenfluss der Lose mit ihren Wafern umzulenken oder in verschiedene Richtungen aufzuteilen. Eine Weiche hat 4 Seiten, jede Seite kann als Ein- oder Ausgang definiert werden, an dem andere Förderbänder, Weichen, Creator, Puffer oder Verarbeitungsstationen angeschlossen werden können. Wird über einen Eingang ein Los in die Weiche eingespeist, entscheidet ein Routing-Algorithmus (der auf Seite 7 f. erläutert wird) anhand des nächsten Verarbeitungsschrittes über welchen Ausgang dieses Los die Weiche wieder verlassen soll. Folgende Parameter lassen sich einstellen:

- Unter "Ports": **IN1, IN2, IN3, IN4, OUT1, OUT2, OUT3, OUT4:** Definiert für jede der 4 Seiten, ob diese Komponenteneingang bzw. -ausgang ist.
- Unter "Geometric Data": **turn_unit_height, turn_unit_length:** Geometrische Abmessungen der Weiche



Senke (End)

Eine Senke ist das Gegenstück zum Creator. Sie nimmt Lose mit Wafern entgegen und entfernt sie aus dem Komponentenfluss, wodurch diese Ihren Lebenszyklus beenden. Mittels der Parameter **end_block_size** und **end_block_height** sind die geometrischen Abmessungen der Senke einstellbar.

SUPPORT@VISUALCOMPONENTS.COM

WWW.VISUALCOMPONENTS.COM

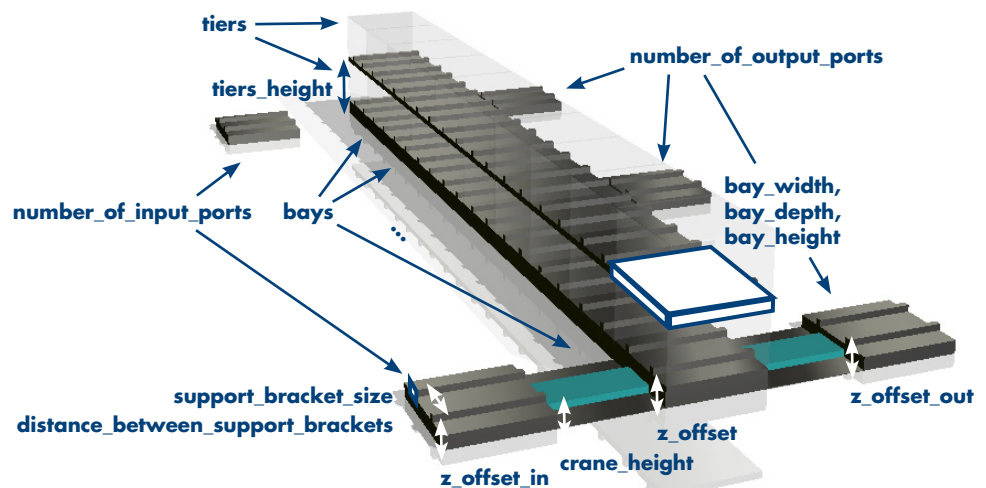
Die Visual Components Logos 3DCreate, 3DRealize und 3DVideo sind eingetragene Marken und Eigentum von Visual Components Oy, Inc., registriert in den USA, Europa und/oder anderen Ländern. Alle anderen Marken, Produkte oder Logos gehören den entsprechenden Besitzern.

PUFFER (RACK) & VERARBEITUNGSSTATION (PROCESS LINE)

Puffer (Rack)

Puffer werden verwendet, um Komponenten — in diesem Fall Lose mit ihren Wafern — zwischenzuspeichern, wenn sich der Komponentenfluss staut, z.B. aufgrund der Auslastung einer Verarbeitungsstation. Sie stellen eine Art "Hochregallager" dar, in denen zudem Liegezeiten für die eingelagerten Komponenten gespeichert werden, sodass Komponenten, die schon länger im Lager liegen, zuerst aus diesem entfernt werden, wenn der Komponentenfluss wieder anläuft. Ein Puffer ist vielseitig konfigurierbar. Auf der unten dargestellten Abbildung sind einige der geometrischen Parameter visualisiert.

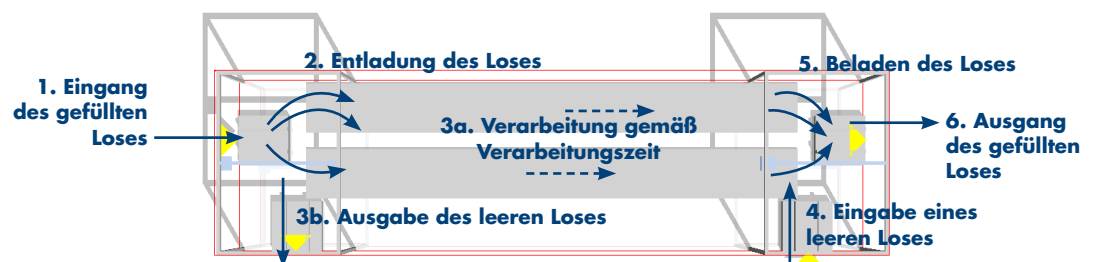
- **number_of_input_ports, number_of_output_ports:** Die Anzahl der Eingänge und Ausgänge des Puffers, an denen Lose entgegengenommen oder abgegeben werden.
- **tiers, bays:** Anzahl der "Lagerplätze" nebeneinander (bays) bzw. übereinander (tiers)
- **bay_width, bay_depth, bay_height:** Abmessung der Plattform eines Lagerplatzes
- **tiers_height:** Abstand zwischen einer Plattform und der darüberliegenden
- **z_offset_in, crane_height, z_offset, z_offset_out:** Sockelhöhe unterhalb der Plattform, jeweils für die Plattformen der Eingänge (z_offset_in), des Ladearms ($crane_height$), der untersten Lagerebene (z_offset) und der Ausgänge (z_offset_out)
- **support_bracket_size:** Dicke der "Schienen", die auf jeder Plattform angebracht sind
- **distance_between_support_brackets:** Abstand zwischen dem Schienenpaar auf jeder Plattform



Verarbeitungsstationen (Process Line)

Verarbeitungsstationen repräsentieren die Kernprozesse in der Solarwaferherstellung. Hier werden die Wafer durch einen Roboter von ihren Losen entladen und Wafer für Wafer virtuell Verarbeitungsschritten unterzogen, z.B. der Reinigung, der Diffusion oder dem Oxid-Äzen. Dazu laufen die Wafer über eine vorher definierte Bearbeitungszeit durch die Verarbeitungsstation und sind im Anschluss bereit für den nächsten Verarbeitungsschritt. Am Ende der Verarbeitungsstation können sie wieder von einem Roboter aufgenommen und auf ein weiteres Los gesetzt werden, um dann ihren Weg zur nächsten Verarbeitungsstation anzutreten. Der Komponentenfluss gestaltet sich also wie folgt:

Der eigentliche Prozess, für den die Verarbeitungsstation zuständig ist, wird durch

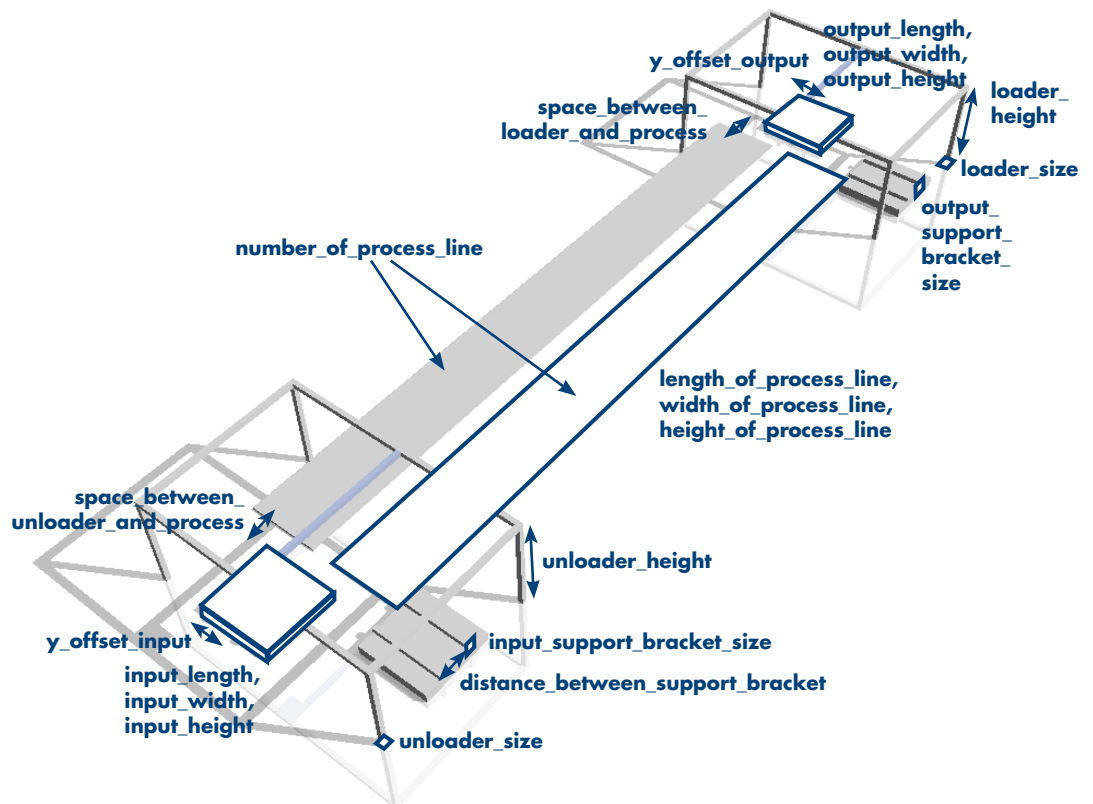


einen Parameter namens **routing_name** beschrieben, der mit dem entsprechenden

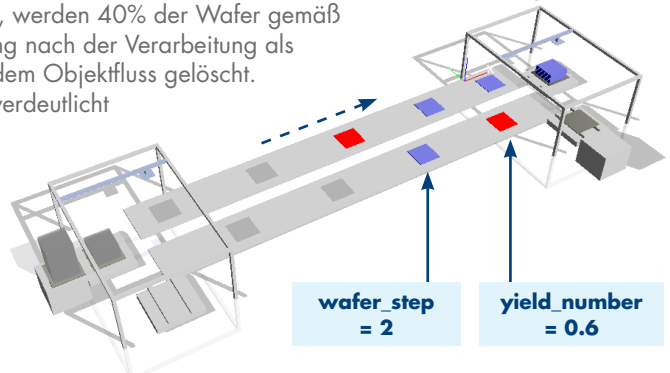
Verarbeitungsschritt in der Rezept-Definition für einen Wafertyp übereinstimmen muss. Daneben lassen sich für eine Verarbeitungsstation verschiedene geometrischen Parameter einstellen, die in der untenstehenden Abbildung dargestellt sind.

- **input_length, input_width, input_height, output_length, output_width, output_height:** Abmessung der Eingangsplattform und der Ausgabepattform für leere Lose bzw. der Ausgangsplattform und der Eingabepattform für leere Lose
- **number_of_process_line:** Anzahl der parallel verlaufenden Verarbeitungsstrecken
- **length_of_process_line, width_of_process_line, height_of_process_line:** Abmessung der Verarbeitungsstrecke
- **space_between_unloader_and_process, space_between_loader_and_process:** Abstand zwischen Eingangs- bzw. Ausgangsplattform und Verarbeitungsstrecke(n)
- **unloader_height, loader_height:** Höhe des Entlade- bzw. Laderoboters
- **unloader_size, loader_size:** Dicke des Gestänges des Entlade- bzw. Laderoboters
- **y_offset_input, y_offset_output:** Verschiebung der Eingabe- bzw. Ausgabepattform in y-Richtung zum Verarbeitungsschritt
- **output_support_bracket_size, input_support_bracket_size:** Dicke der "Schienen", die auf der Ausgabepattform und der Eingangsplattform für leere Lose bzw. der Eingabepattform und der Ausgangsplattform für leere Lose angebracht sind
- **distance_between_support_bracket:** Abstand zwischen einem Paar "Schienen"

Mit dem Parameter **wafer_step** kann man festlegen, welchem Bearbeitungsschritt die Wafer

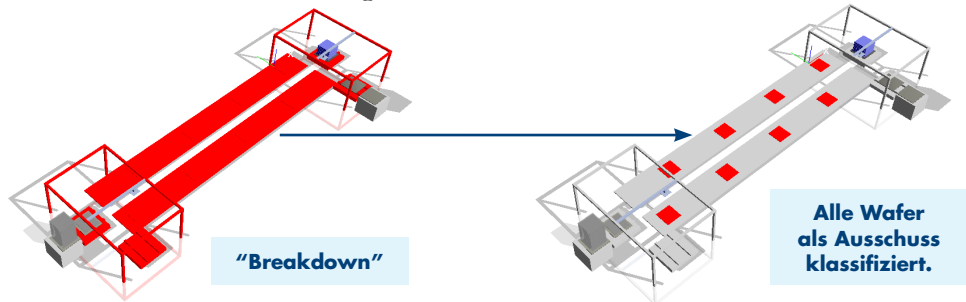


nach der Verarbeitung zugeordnet werden sollen (siehe Abschnitt "Wafer" auf Seite 2). Außerdem lässt sich über die **yield_number** eine Ausbeute zwischen 0 und 1 angeben. Wird diese z.B. auf 0.6 gesetzt, werden 40% der Wafer gemäß einer zufälligen Normalverteilung nach der Verarbeitung als Ausschuss klassifiziert und aus dem Objektfluss gelöscht. Die nebenstehende Abbildung verdeutlicht dieses Prinzip.



Breakdown	
manual_breakdown	<input type="checkbox"/>
with_breakdown	<input checked="" type="checkbox"/>
MTBF	normal(1800.000 ...)
MTRR	normal(200.0000 ...)

Für eine Verarbeitungsstation lässt sich weiterhin eine Zuverlässigkeit, d.h. eine Ausfallwahrscheinlichkeit, definieren. Hier steht der Bereich "Breakdown" zur Verfügung. Um diese Funktion zu nutzen, muss zunächst der Parameter **with_breakdown** aktiviert werden. Der Parameter **MTBF** ("Mean Time before Failure") beschreibt anhand einer Zufallsverteilung, wieviel Zeit vergehen muss, bis die Verarbeitungsstation ausfällt. Man kann diesen Ausfall auch mit dem Parameter **manual_breakdown** manuell simulieren. Dies wird daraufhin durch eine rote Einfärbung der Maschine dargestellt und die Maschine wird angehalten. Ein zweiter Parameter **MTRR** ("Mean Time to Repair") beschreibt, ebenfalls anhand einer Zufallsverteilung, die Zeit, die vergehen muss, bevor die Maschine nach einem Fehler wieder in ihren arbeitsfähigen Zustand zurückkehrt. Zu diesem Zeitpunkt werden dann alle Wafer, die sich zur Zeit des Fehlers auf der Verarbeitungsstrecke befinden, als Ausschuss klassifiziert.



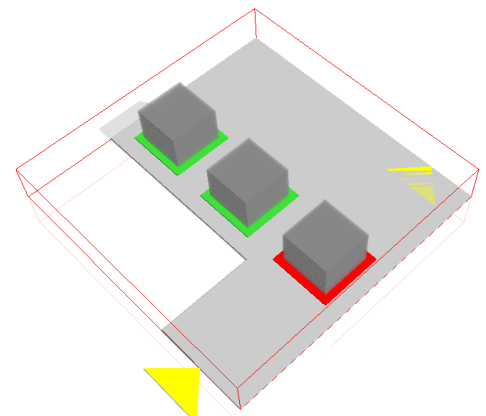
Stapelverarbeitungsstationen (Batch Process)

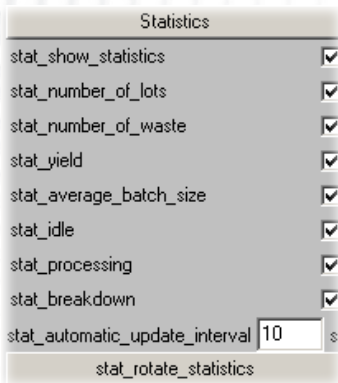
Die Stapelverarbeitungsstation stellt eine spezielle Art der Verarbeitungsstation dar, in der Wafer nicht einzeln, sondern Lose im Ganzen oder sogar mehrere Lose gleichzeitig verarbeitet werden können. Die Anzahl der gleichzeitig zu verarbeitenden Lose ist über **number_of_batch_spots** einstellbar, für jeden parallel verarbeitbaren Wafer ist ein "Spot" vorhanden; die geometrischen Abmessungen sind über **batch_spot_length**, **batch_spot_width** und **batch_spot_height** unter "Geometric data" einstellbar.

Zusätzlich dazu kann, wie bei sequenziell arbeitenden Verarbeitungsstationen, ein Ausfallverhalten im Bereich "Breakdown" (**manual_breakdown**, **with_breakdown**, **MTBF**, **MTRR**) angegeben werden. Ebenso vorhanden ist der Parameter **wafer_step** und **yield_number**. Auch ein **routing_name** kann angegeben werden, denn genauso wie sequenzielle Verarbeitungsstationen werden Stapelverarbeitungsstationen von Losen eines bestimmten Wafertyps gemäß ihrer Rezeptdefinition angesteuert, sind also Teil der Waferverarbeitungsprozesses. Details zu diesem Thema finden Sie auf Seite 8.

Charakteristisch für Stapelverarbeitungsstationen ist der Abschnitt "Batch data" unter den Parametern. Hier kann definiert werden, ob ausschließlich Lose gleichen Typs gleichzeitig auf einer Stapelverarbeitungsstation laufen dürfen (**only_same_lot_type_in_batch**). Sollte diese Option deaktiviert sein, muss allerdings die Verarbeitungszeit aller eingehenden Wafertypen dieselbe sein. In der linken Abbildung sehen sie eine Stapelverarbeitungsstation mit drei "Spots" (**number_of_batch_spots** = 3), die hier mit Losen von 3 unterschiedlichen Typen gefüllt sind.

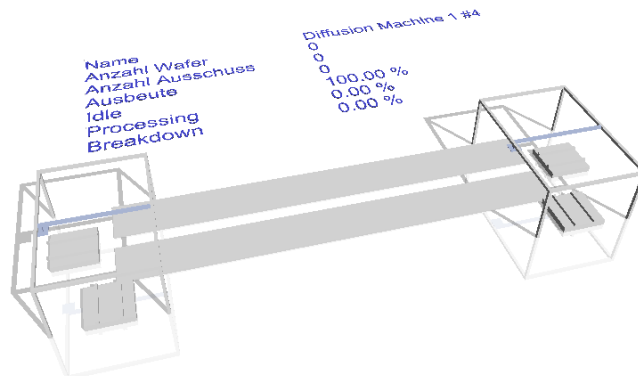
Für eine Stapelverarbeitungsstation kann außerdem definiert werden, ob die Stapelverarbeitungsstation erst gefüllt sein muss, bevor die enthaltenen Lose bearbeitet werden (**full_batch**). Ist diese Eigenschaft deaktiviert, kann unter **max_waittime_for_next_lot** definiert werden, wie lange, beginnend vom ersten eingehenden Los, auf ein weiteres Los gewartet werden soll, bevor die Verarbeitung mit einer nicht vollständig gefüllten Verarbeitungsstation gestartet werden soll. Weiterhin kann durch Auswahl zwischen **batch_failure** und **single_lot_failure** eingestellt werden, ob die Ausbeute (**yield_number**) sich auf vollständige Batches oder auf Lose bezieht.





Statistiken

Ferner werden für sequenzielle Verarbeitungsstation, Stapelverarbeitungsstationen und Puffer standardmäßig Statistiken neben den Komponenten angezeigt. Diese informieren z.B. über die Anzahl der Wafer, und über deren Unterteilung in Waferausbeute und Waferausschuss. Zusätzlich werden Belastungsstatistiken angezeigt, z.B., wie lange sich eine Maschine prozentuell in einem der drei Stati "Idle" (Leerlauf), "Processing" (Ausgelastet) oder "Breakdown" (Defekt) befunden hat. Sie können dieses Statistikenfenster einzeln verschieben. Für eine Verarbeitungsstation lässt sich im Parameterbereich unter "Statistics" einstellen, ob, und wenn ja, welche Elemente der Statistiktabelle angezeigt werden sollen. Außerdem besteht die Möglichkeit, die Statistiken mittels **stat_rotate_statistics** zu drehen sowie ein Aktualisierungsintervall über **stat_automatic_update_interval** anzugeben.



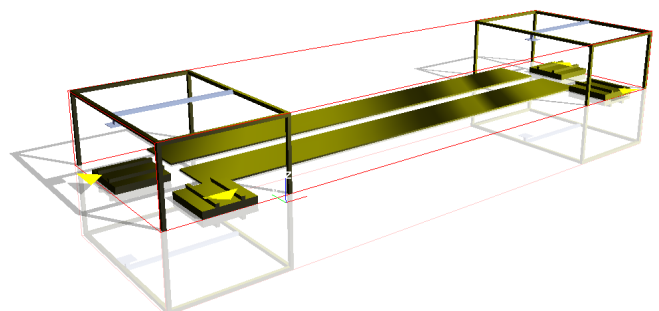
Auswertung

Diese Komponente kann irgendwo im Modell platziert werden und dient lediglich dazu, globale Statistiken abzulesen. Für jeden Wafertyp wird hier die Anzahl der Lose angezeigt, die den Komponentenfluss durchlaufen haben und dazu die durchschnittliche Durchlaufzeit ("Cycle Time") und der Flussfaktor ("FF"). Der Flussfaktor bezeichnet das Verhältnis zwischen der tatsächlichen Produktionszeit eines Wafertyps ("Cycle Time") und der Rohprozesszeit, die sich aus der Summe aller Verarbeitungszeiten des Wafertyps ergibt. Der Flussfaktor ist also ein Maß für die Effizienz der Produktion. Je näher er dem Wert 1 ist, desto effizienter arbeitet diese.

AUSWERTUNG	
Spire	4
Cycle Time	1871.94011229
FF	46.7985028072
Dualis	1
Cycle Time	2659.97608397
FF	279.231933594

Material ändern

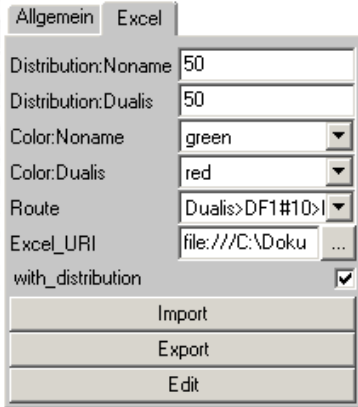
Standardmäßig werden alle Komponenten der Komponentensammlung in neutralem grau angezeigt. Zur Unterscheidung einzelner Verarbeitungsstationen oder auch Förderbänder bzw. Weichen kann es jedoch zweckmäßig sein, diese farblich zu kennzeichnen. Dazu kann über den allgemeinen Parameter "Material" das Material von grau ("concrete") auf ein beliebiges benutzerdefiniertes Material gesetzt werden.



ROUTING-/REZEPT-DEFINITION

Festlegung von Eigenschaften von Wafertypen

Wir haben bereits das Konzept unterschiedlicher Wafertypen mit charakteristischem "Routing" angesprochen. Bei einem Creator lässt sich nun einstellen, welchem Wafertyp die von ihm erzeugten Wafer und Lose angehören. Dazu wird im "Param"-Bereich die Registerkarte "Excel" verwendet.

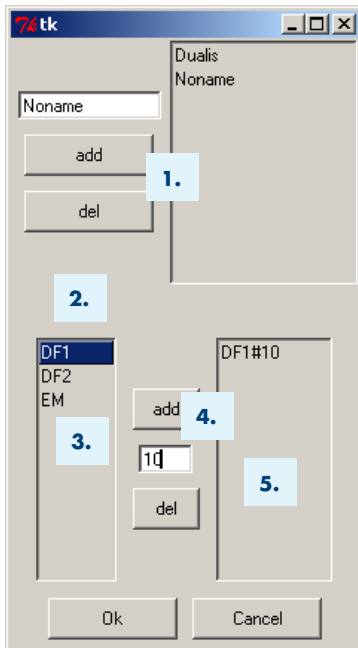


Hier können zunächst für jeden Wafertyp (in diesem Fall "Noname" und "Dualis") eine Verteilung angegeben werden (**Distribution:(Wafertyp)**). Über diese Eigenschaft lässt sich der Typ der erstellten Lose über die Zeit variieren. Werden zum Beispiel die Werte 25 und 75 gewählt, so ist jedes vom Creator erzeugte Los mit einer Wahrscheinlichkeit von 0.25 ein Noname- und mit einer Wahrscheinlichkeit von 0.75 ein Dualis-Los. Diese Funktionalität muss jedoch zuvor mittels **with_distribution** aktiviert werden. Ist **with_distribution** deaktiviert, wird immer der Wafertyp erzeugt, der unter **Route** ausgewählt ist. Weiterhin lässt sich für jeden Wafertyp die Farbe des Loses, welches diese Wafer transportiert, ändern (**Color:(Wafertyp)**). Wie werden nun die eigentlichen Wafertypen mit ihren Routing-Definitionen beschrieben?

Dies kann auf zwei unterschiedlichen Wegen geschehen: einerseits ist dies interaktiv möglich, andererseits kann das Rezept in Microsoft Excel formuliert und in das System importiert werden. Auch ein Export des aktuellen Rezeptes nach Excel ist möglich.

Interaktive Definition von Rezepten

Über die Schaltfläche **Edit** wird ein Dialogfeld aufgerufen, das die aktuellen Wafertypen mit ihrer Routing-Definition zeigt und eine Bearbeitung erlaubt.



1. Im oberen Bereich kann den Namen eines neuen Wafertypen eingeben und per "add" hinzufügen bzw. einen bereits existierenden Wafertypen auswählen und diesen per "del" löschen.
2. Im mittleren Bereich wird die Route für den derzeit ausgewählten Wafertyp angezeigt.
3. Diese kann im unteren Bereich geändert werden. Zu diesem Zweck werden links alle Maschinentypen (**routing_names** der processLines) angezeigt, die im aktuellen Layout vorhanden sind. Wichtig ist also, dass die Verarbeitungseinheiten (processLines) für die entsprechenden Verarbeitungsschritte im Layout bereits vorhanden sind.
4. Um eine Verarbeitungsstation zur Route hinzuzufügen, wählen Sie diese aus, geben dann im mittleren Bereich die Verarbeitungszeit ein und klicken auf "add".
5. Im rechten Bereich wird die derzeitige Route dargestellt. Sie können einen einzelnen Schritt anklicken und ihn mit "del" aus der Route entfernen.

Import von und Export nach Excel

Mittels des Parameters **Excel_URI** und der beiden Schaltflächen **Import** und **Export** lässt sich die Rezept-Definition von einer sogenannte .csv-Datei laden bzw. in diese speichern. Geben Sie den Pfad zu der .csv-Datei im Feld **Excel_URI** an und klicken Sie auf **Import**, um die .csv-Datei in das System zu laden oder auf **Export**, um das Rezept in die angegebene .csv-Datei zu schreiben. Eine .csv-Datei können Sie mit Microsoft Excel abspeichern, indem Sie bei "Speichern unter..." als Dateityp "CSV (Trennzeichen-getrennt)" wählen. Es handelt sich hierbei um eine Tabelle ohne Formatierungen, die in einer einfachen Textdatei abgespeichert wird. Dabei sind Tabellenzeilen durch Zeilenvorschübe getrennt und Tabellenspalten durch Trennzeichen, wie Kommata. Nachfolgend sehen Sie eine solche Tabelle abgebildet, die ein Rezept mit zwei Wafertypen (Dualis und Noname) zu je zwei Verarbeitungsschritten (DF1, EM1 und DF2, EM2) beschreibt.

	A	B	C	D	E
1		Product	Processtime	Product	Processtime
2	Name	Dualis		Noname	
3		DF1	40	DF2	5
4		EM1	20	EM1	20

- Die erste Zeile und erste Spalte dienen rein informativen Zwecken und enthalten üblicherweise die oben angegebenen Überschriften ("Name", "Product" etc.)
- Pro Wafertyp sind zwei Spalten vorgesehen. Hier sind Spalte B und C für den Wafertyp "Dualis" und Spalte D und E für den Wafertyp "Noname" angegeben. In der zweiten Zeile links wird der Name des Wafertyps angegeben ("Dualis", "Noname")
- Wiederum darunter (ab Zeile 4 also) werden, Zeile für Zeile, die Verarbeitungsstationen mit ihrer Bearbeitungszeit in Simulationssekunden aufgelistet.

Das Rezept bestimmt für einen einzelnen Wafer, und letztendlich für das Los, auf dem sich der Wafer befindet, welche Maschine die nächste Verarbeitungsstation für dieses Los ist (Routing). Existieren nun mehrere mögliche Verarbeitungsstationen in diesem Netz für einen nächsten Verarbeitungsschritt, wird mit Hilfe des sogenannten **A*-Algorithmus** in Linearzeit entschieden, welche der Verarbeitungsstationen angesteuert wird. Dies hängt von zwei Kriterien ab:

Erstens, von Streckenlänge Geschwindigkeit auf den Förderbändern.

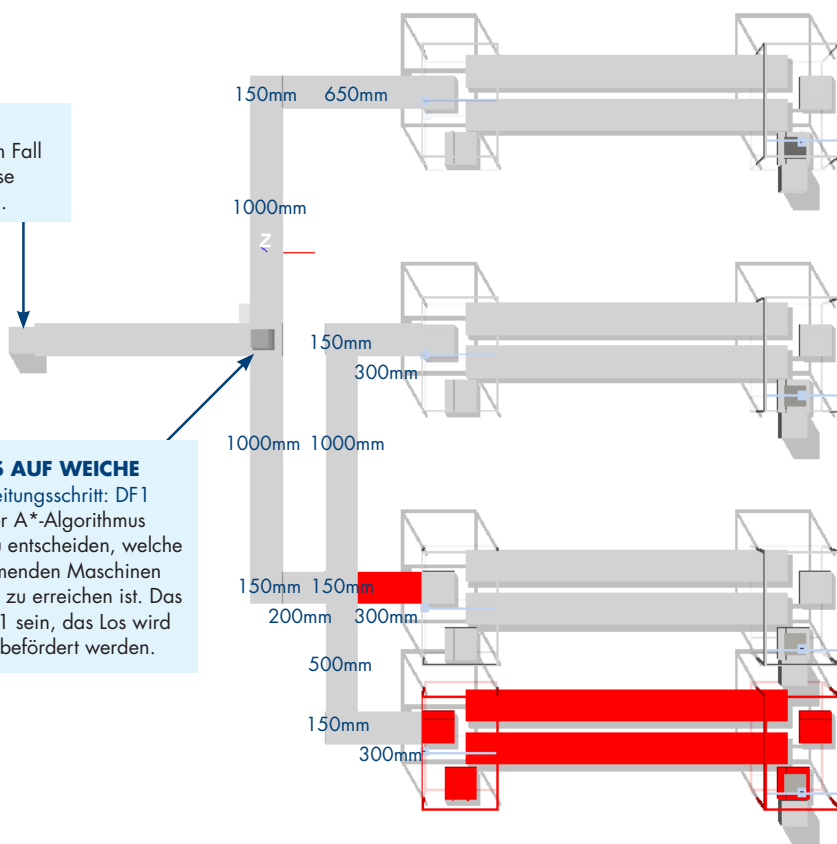
Die folgende Abbildung zeigt ein Szenario, in dem ein Dualis-Los zum nächsten Bearbeitungsschritt "DF1" (routing_name) geroutet werden soll. Der Einfachheit halber wird angenommen, dass alle Förderbänder gleich schnell laufen (conveyor_speed). Alle 4 dargestellten Stationen M1-M4 wurden als "DF1" spezifiziert. Hier wird die Station gewählt, deren aufsummierte Länge der Förderbänder, die zu dieser Station führen, am kleinsten ist. Dabei werden Routen verworfen, bei denen ein Förderband sich im "Breakdown" befindet. Allerdings spielt es keine Rolle, ob die Maschine selbst ausgefallen ist, da ankommende und aufgestaute Lose nach der Wiederinbetriebnahme der Maschine abgebaut werden.

1. CREATER

Erzeugt in diesem Fall ausschließlich Lose vom Typ "Dualis".

2. DUALIS-LOS AUF WEICHE

Aktueller Verarbeitungsschritt: DF1
Hier wird nun der A*-Algorithmus ausgeführt um zu entscheiden, welche der infrage kommenden Maschinen M1-M4 schneller zu erreichen ist. Das Ergebnis wird M1 sein, das Los wird also nach rechts befördert werden.



DF1-MASCHINE "M1"

Die aufsummierte Förderbandlänge von der aktuellen Position (Weiche) zu dieser Station beträgt **1800mm**.

DF1-MASCHINE "M2"

Die aufsummierte Förderbandlänge von der aktuellen Position (Weiche) zu dieser Station beträgt **2950mm**. Beachten Sie, dass dies (aufgrund der Umwege) einen längeren Weg als der naiven Luftlinie darstellt.

DF1-MASCHINE "M3"

Diese Station wird **nicht betrachtet**, da der Weg zu dieser Station ausgefallen ist.

DF1-MASCHINE "M4"

Die aufsummierte Förderbandlänge von der aktuellen Position (Weiche) zu dieser Station beträgt **2450mm**. Beachten Sie, dass diese Station trotz ihrem vorübergehenden Breakdown in die Berechnung miteinbezogen wird.

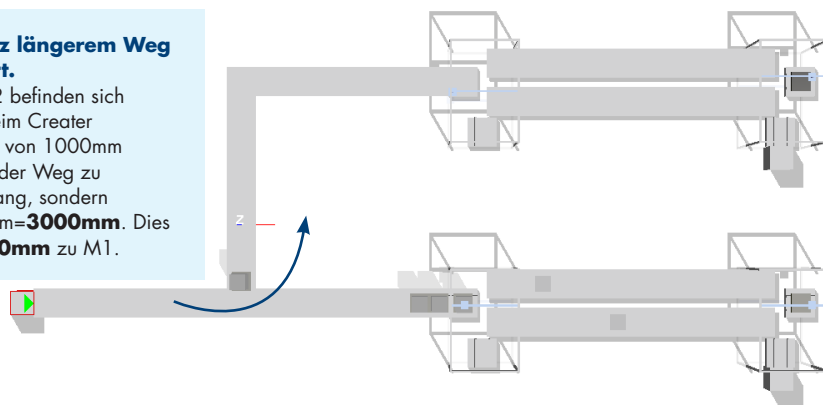
Routingparameters	
lot_cost	5000

Zweitens, von der Auslastung.

Die oben eingeführte Methode begünstigt kurze Wege, führt aber auch sehr schnell zur Auslastung oder Überlastung dieser, während andere Stationen, die vielleicht weiter weg liegen, aber weniger ausgelastet sind, frei bleiben. Zu diesem Zweck kann für jedes Los, das sich auf einem möglichen Pfad zwischen Weiche und Station befindet, ein zusätzlichen Wegbetrag auf die Weglänge addiert werden. Dies ist mittels des Creater-Parameters **lot_cost** unter "Routingparameters" möglich.

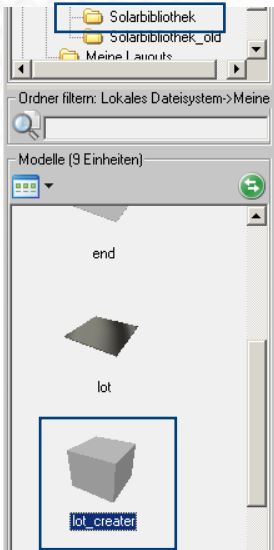
M1 wird hier trotz längerem Weg vor M2 favorisiert.

Auf dem Weg zu M2 befinden sich bereits zwei Lose. Beim Creater wurde eine **lot_cost** von 1000mm eingestellt. Damit ist der Weg zu M2 nicht 1000mm lang, sondern $1000\text{mm} + 2 \times 1000\text{mm} = 3000\text{mm}$. Dies ist mehr als die **2150mm** zu M1.



SUPPORT@VISUALCOMPONENTS.COM
WWW.VISUALCOMPONENTS.COM

Die Visual Components Logos 3DCreate, 3DRealize und 3DVideo sind eingetragene Marken und Eigentum von Visual Components Oy, Inc., registriert in den USA, Europa und/oder anderen Ländern. Alle anderen Marken, Produkte oder Logos gehören den entsprechenden Besitzern.



Erstellung des Rezeptes

Erstellen Sie zunächst das Rezept, in dem Sie die Verarbeitungsschritte der erstellten Wafer und deren Bearbeitungszeiten definieren. In unserem Beispiel wollen wir 2 Wafertypen ("ProdA" und "ProdB") zum Einsatz kommen lassen:

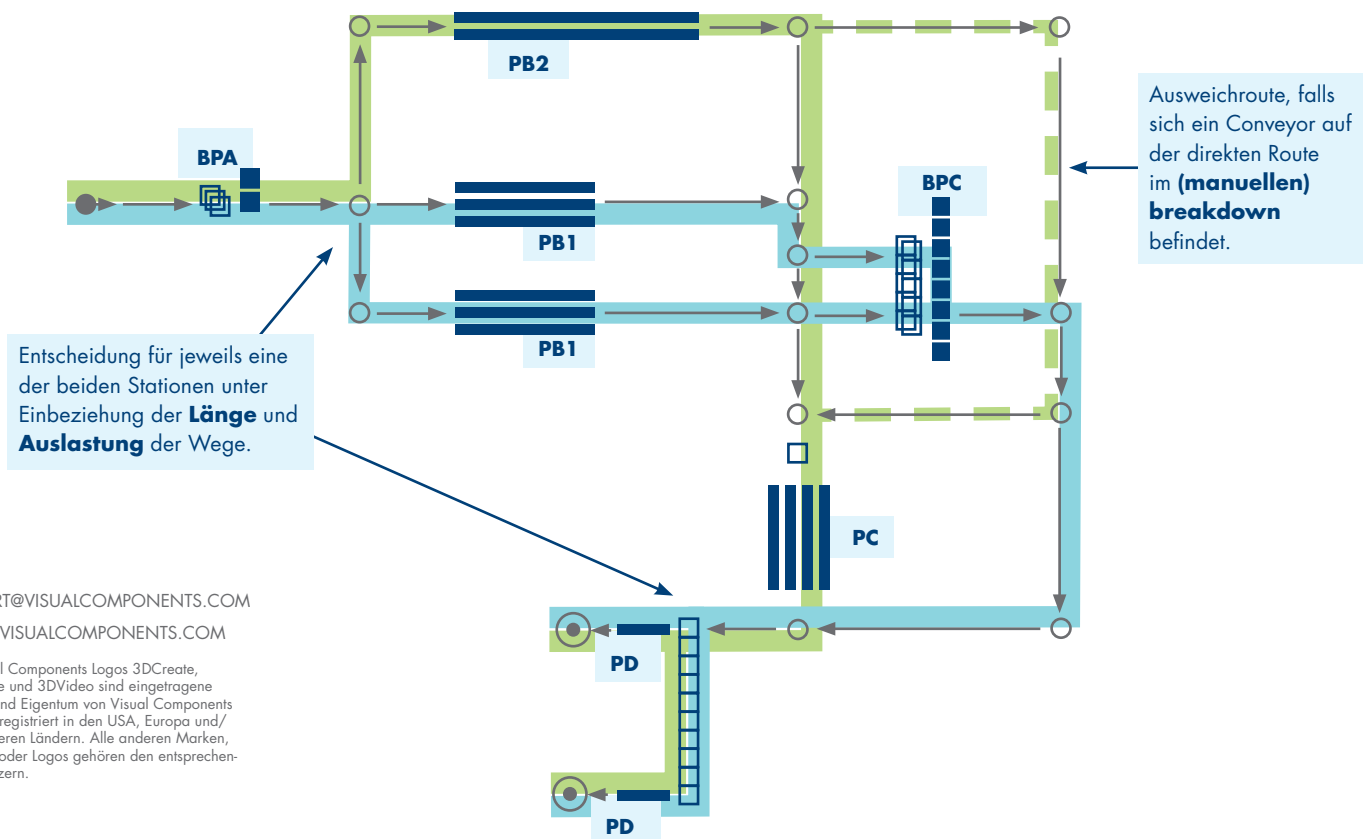
- Beide Wafertypen werden zunächst (gemischt) vom Batchprozess **BPA** 150s lang bearbeitet.
- Danach werden die Wafer des Loses ProDA im Prozess **PB1** 500s und die des Loses ProdB im Prozess **PB2** 600s bearbeitet. (Für PB1 stehen zwei alternative Maschinen zur Verfügung.)
- ProDA-Lose werden daraufhin dem Batchprozess **BPC** zugeführt und dort 1000s bearbeitet. Wafer der ProdB-Lose werden im Prozess **PC** ebenfalls 1000s bearbeitet.
- Schließlich werden beide Lostypen dem Prozess **PD** übergeben, der die Wafer weitere 10s bearbeitet.

Erstellen Sie also das Rezept, z.B. in Microsoft Excel. Dieser Schritt ist auf Seite 7 ausführlich beschrieben. Geben Sie die untenstehende Tabelle ein und speichern Sie diese im .csv-Format an einer beliebigen Stelle ("Datei", "Speichern unter...", "Dateityp" = "CSV (Trennzeichen-getrennt) (*.csv)"). Erstellen Sie dann in 3D-Create einen "Creator", indem Sie ihn aus dem eCat auf die Arbeitsfläche ziehen. Wechseln Sie dann auf die Registerkarte "Param" und dort auf "Excel". Klicken Sie auf "..." neben "Excel_URI" und wählen Sie die .csv-Datei aus, die Sie soeben gespeichert haben. Klicken Sie schließlich auf "Import".

	A	B	C	D	E
1		Product	Processtime	Product	Processtime
2	Name	ProdA		ProdB	
3	Step1	BPA	150	BPA	150
4	Step2	PB1	500	PB2	600
5	Step3	BPC	1000	PC	1000
6	Step4	PD	10	PD	10

Geben Sie schließlich noch eine Erzeugungswahrscheinlichkeit und eine Farbe für die zwei Lostypen an (siehe rechts). Für ProDA wählen Sie **blue** unter Color:ProdA und für ProdB **green** unter "Color:ProdB". Unter "Distribution:..." wählen Sie entsprechend **75** und **25**.

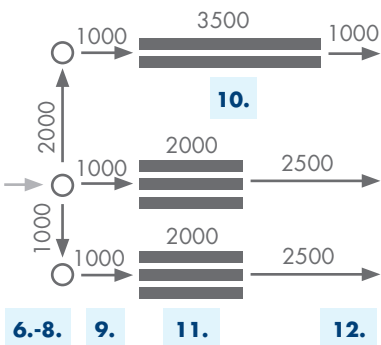
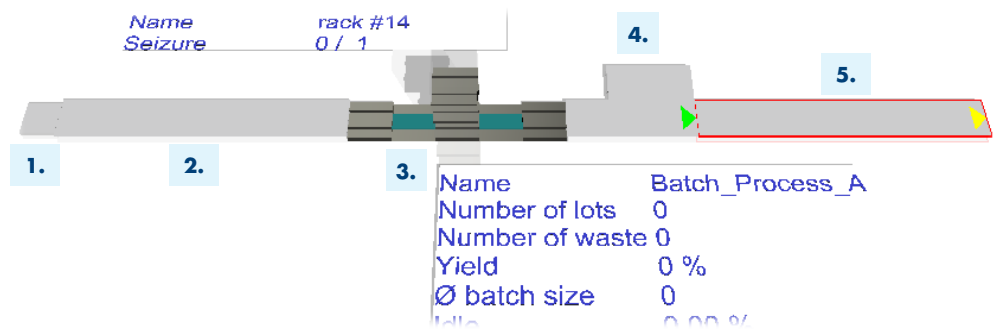
Für die beiden Wafertypen "ProdA" (blau) und "ProdB" (grün) ergibt sich so folgendes Routing:



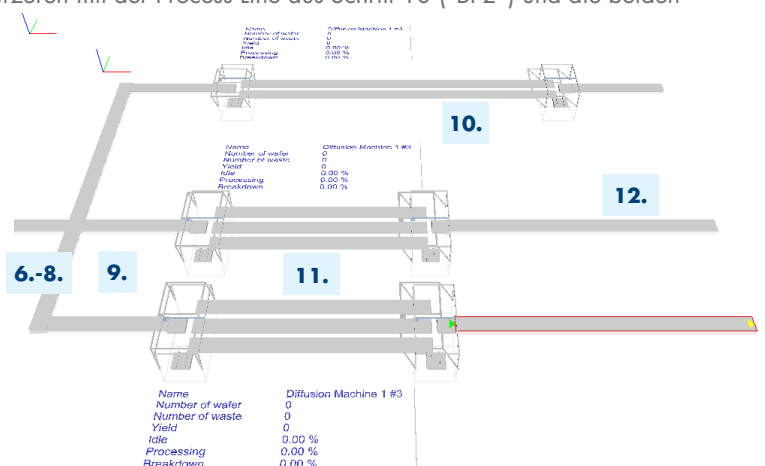


Anordnung der Komponenten

1. Konfigurieren Sie zunächst den **Creator**, den Sie zuvor erstellt haben. Setzen Sie die **lot_cost** auf 5000mm, **create_interval** auf 80s und die **lot_size** auf 15.
2. Ziehen Sie dann einen **Conveyor** auf die Arbeitsfläche und setzen Sie die **conveyor_length** auf 1000mm und den **conveyor_speed** auf 300mm/s. Verbinden Sie den Conveyor mit dem "PnP"-Werkzeug mit dem Creator.
3. Erstellen Sie auf dieselbe Weise ein **Rack**. Setzen Sie **bays** auf 1 und **tiers** auf 3, um ein 1x3-Puffer zu repräsentieren. Verbinden Sie das Rack per "PnP" mit dem Conveyor aus Schritt 2.
4. Erstellen Sie nun ein **Batch Process**. Vergeben Sie als **routing_name** "BPA" und setzen Sie **batch_spots** auf 2, um jeweils 2 Lose in einem Schritt zu verarbeiten. Aktivieren Sie die Optionen **full_batch** und **batch_failure**, sodass immer nur volle 2 Batches verarbeitet werden und im Fehlerfall auch als Ausschuss klassifiziert werden. Verbinden Sie den Batch Process per "PnP" mit dem Rack aus Schritt 3.
5. Erstellen Sie einen weiteren **Conveyor** der Länge 1000mm (**conveyor_length**). Verbinden Sie diesen mittels "PnP" mit dem Batch Process aus Schritt 4.



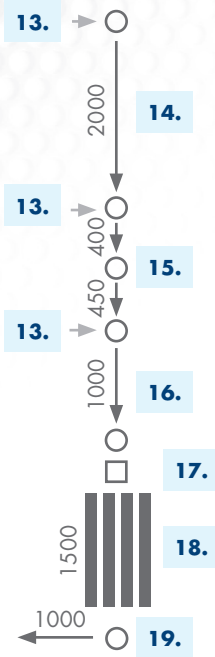
6. Erstellen Sie eine **Turn Unit** und aktivieren Sie IN1, OUT2, OUT3 und OUT4, um eine 1-zu-3-Gabelung zu erstellen. Verbinden Sie diese Turn Unit per "PnP" mit dem Conveyor aus Schritt 6.
7. Erstellen Sie dann einen **Conveyor** der Länge (**conveyor_length**) 2000mm und einen zweiten der Länge 1000mm. Verbinden Sie den längeren der beiden Conveyor mit dem rechten, den kürzeren mit dem Linken Ausgang der soeben erstellten Turn Unit.
8. Erstellen Sie zwei weitere **Turn Units**. Bei der einen aktivieren Sie IN1 und OUT4 (und erstellen so eine "Rechtskurve"). Diese verbinden sie mit dem unteren Conveyor. Bei der anderen Turn Unit aktivieren Sie IN1 und OUT2 (und erstellen damit eine "Linkskurve"). Verbinden Sie die "Rechtskurve" mit dem oberen und die "Linkskurve" mit dem unteren Conveyor.
9. Erstellen Sie zwei 1000mm-**Conveyor**. Verbinden Sie jeden der Conveyor mit einer der drei Turn Units aus den Schritten 6 und 8.
10. Erstellen Sie eine **Process Line** und vergeben Sie als **routing_name** "BP2". Setzen Sie **number_of_process_line** auf 2, **length_of_process_line** auf 3500mm und **wafer_step** auf 2. Verbinden Sie diese Verarbeitungsstation mit dem oberen Conveyor.
11. Erstellen Sie zwei weitere **Process Lines**, für die Sie beide den **routing_name** "BP1" vergeben. Setzen Sie hier **number_of_process_line** auf 3, **length_of_process_line** auf 2000mm und **wafer_step** auf 2. Verbinden Sie jede der beiden Process Lines mit einem der verbleibenden Ausgänge.
12. Erstellen Sie drei **Conveyor**, einen der Länge 1000mm und jeweils 2 der Länge 2500. Verbinden Sie den kürzeren mit der Process Line aus Schritt 10 ("BP2") und die beiden längeren mit je einer Process Line aus Schritt 11 ("BP1").



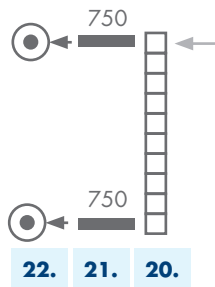
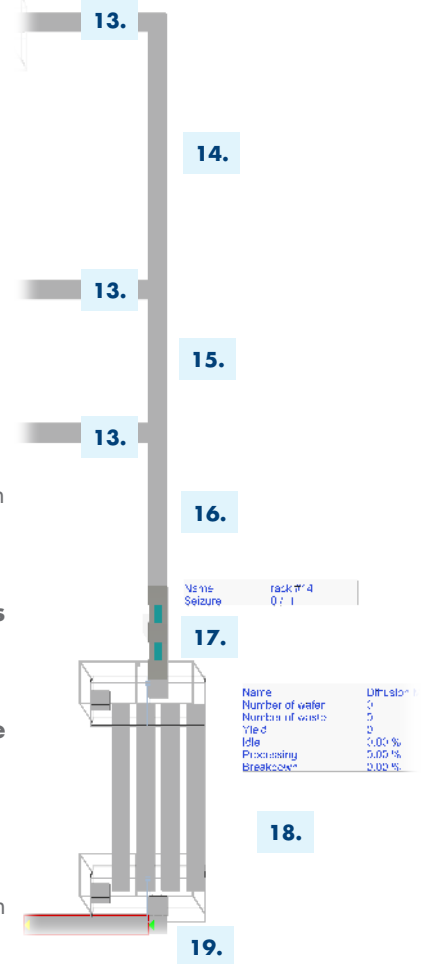
SUPPORT@VISUALCOMPONENTS.COM

WWW.VISUALCOMPONENTS.COM

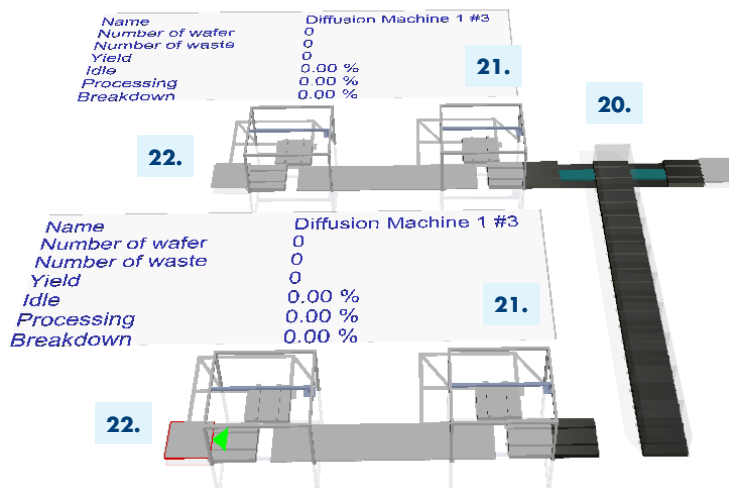
Die Visual Components Logos 3DCreate, 3DRealize und 3DVideo sind eingetragene Marken und Eigentum von Visual Components Oy, Inc., registriert in den USA, Europa und/oder anderen Ländern. Alle anderen Marken, Produkte oder Logos gehören den entsprechenden Besitzern.

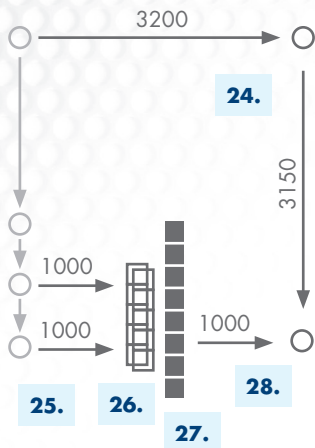


13. Ziehen Sie 3 neue **Turn Units** auf die Arbeitsfläche. Bei der ersten aktivieren Sie IN1, OUT3 und OUT4 und verbinden diese mit dem obersten der drei Conveyor aus Schritt 12. Bei den anderen beiden Conveyors aktivieren Sie IN1, IN2, OUT3 und OUT4 und verbinden Sie mit dem mittleren und dem unteren der beiden Conveyor.
14. Erstellen Sie einen weiteren **Conveyor** der Länge 2000mm und verbinden Sie damit die obere und die mittlere Turn Unit aus Schritt 13.
15. Zwischen der mittleren und der unteren Turn Unit aus Schritt 3 "verlegen" Sie einen **Conveyor** der Länge 400mm, eine **Turn Unit**, bei der Sie die Schnittstellen IN1, OUT2 und OUT3 aktivieren und einen weiteren **Conveyor** der Länge 450mm.
16. Unterhalb der Turn Unit aus Schritt 13 (an seinem "rechten" Ausgang) erstellen Sie einen weiteren **Conveyor** der Länge 1000mm. Weiterhin erstellen Sie eine **Turn Unit** bei der die Interfaces IN1, IN2 und OUT3 aktiviert sind und verbinden diese mit dem soeben erstellten Conveyor.
17. Erstellen Sie ein **Rack** und setzen Sie dessen **bays** und **tiers** jeweils auf 1. Verbinden Sie das Rack per PnP mit der soeben erstellten Turn Unit.
18. Ziehen Sie nun eine neue **Process Line** auf die Arbeitsfläche und vergeben Sie als **routing_name** "PC". Setzen Sie außerdem **number_of_process_line** auf 4, **length_of_process_line** auf 1500mm und **wafer_step** auf 0.
19. Erstellen Sie eine **Turn Unit** und aktivieren Sie die Parameter IN1, IN2 und OUT4. Verbinden Sie diese Turn Unit mit dem Ausgang der eben erstellten Process Line. Erstellen Sie ferner einen **Conveyor** der Länge 1000mm, den Sie mit der Turn Unit verbinden.

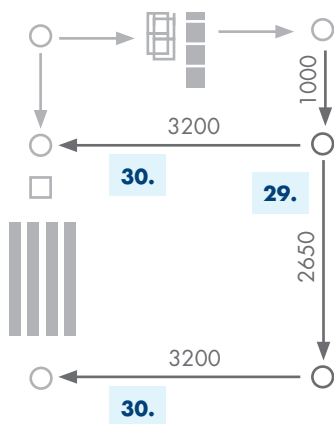
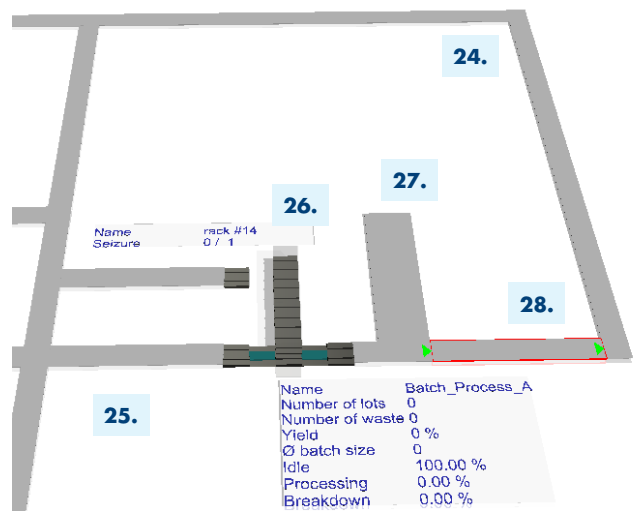


20. Erstellen Sie ein neues **Rack** mit 10 **bays** und 1 **tier**. Setzen Sie außerdem den Parameter **number_of_output_ports** auf 2. Verbinden Sie das Rack per PnP mit dem Conveyor aus Schritt 19.
21. Fügen Sie nun zwei weitere **Process Lines** dem Layout hinzu und vergeben Sie als **routing_name** "PD". Ändern Sie deren **length_of_process_line** auf 750mm und die **number_of_process_line** auf 1.
22. Ziehen Sie zwei **End-Komponenten** auf die Arbeitsfläche und verbinden Sie jede mit einer der Process Lines aus Schritt 21.

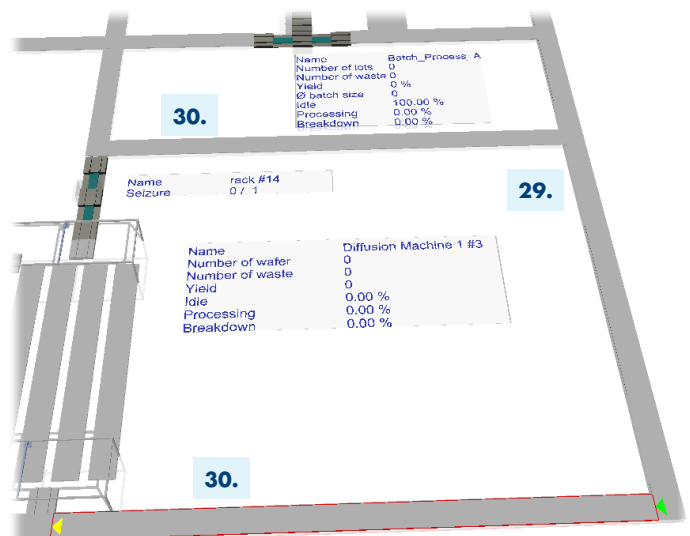




24. Erstellen Sie einen **Conveyor** der Länge 3200mm und verbinden Sie diesen mit dem verbleibenden Ausgang der oberen Turn Unit aus Schritt 13. Erstellen Sie dann eine weitere **Turn Unit** und konfigurieren Sie sie als Rechtskurve, indem Sie die Parameter IN1 und OUT4 aktivieren. Erstellen Sie schließlich einen weiteren **Conveyor** der Länge 3150mm und verbinden Sie diesen mit dem Ausgang der Turn Unit.
25. Erstellen Sie zwei **Conveyor** der Länge 1000mm. Verbinden Sie einen davon mit der unteren Turn Unit aus Schritt 13 und den anderen mit der Turn Unit aus Schritt 15.
26. Ziehen Sie ein neues **Rack** auf die Arbeitsfläche und parametrisieren Sie es mit **bays = 5**, **tiers = 2**. Stellen Sie den Parameter **number_of_input_ports** auf 2 und verbinden Sie dann beide Eingänge mit den beiden Conveyors aus Schritt 25.
27. Erstellen Sie einen weiteren **Batch Process** und setzen Sie dessen **routing_name** auf "BPC". Aktivieren Sie die Optionen **full_batch**, **batch_failure** und **only_same_lot_type_in_batch**. Setzen Sie die **number_of_batch_spots** auf 8. Verbinden Sie diesen Batch Process dann mit dem Rack aus Schritt 26.
28. Schließen Sie einen weiteren **Conveyor** der Länge 1000mm an den Batch Process an. Erzeugen Sie dann eine **Turn Unit**, bei der die Parameter IN1, IN4 und OUT3 aktiviert sind und verbinden Sie diese Turn Unit mit dem soeben erstellten Conveyor und dem zweiten Conveyor aus Schritt 24. Achten Sie darauf, dass beide Interfaces verknüpft sind.

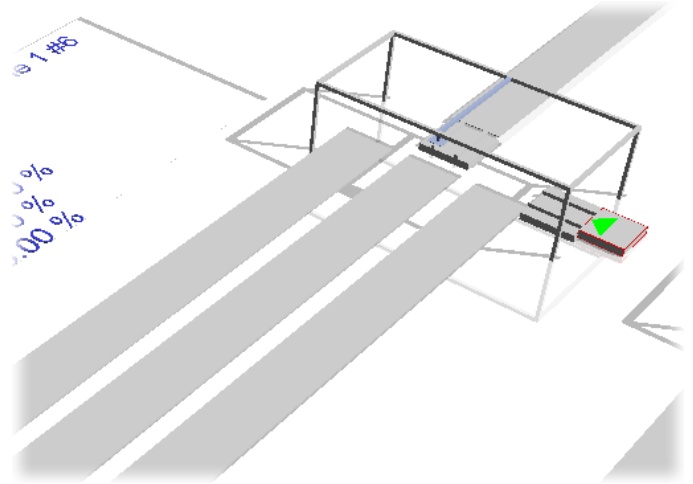


29. Verbinden Sie einen neuen **Conveyor** mit dem verbleibenden Ausgang der Turn Unit aus Schritt 28. Erstellen Sie nun eine **Turn Unit**, bei der die Parameter IN1, OUT3 und OUT4 aktiviert sind. Verbinden Sie diese mit dem Conveyor. Erzeugen Sie dann einen weiteren **Conveyor** der Länge 2650mm, den Sie wiederum mit der Turn Unit verbinden, sodass die beiden erstellten Conveyor sich auf einer Linie befinden. Erstellen Sie schließlich eine zweite **Turn Unit**, die sie als Linkskurve konfigurieren und an den zweiten Conveyor anschließen.
30. Erstellen Sie zwei **Conveyors** der Länge 3200mm, die sie zwischen den im letzten Schritt erzeugten Turn Units und den Turn Units, die sich "gegenüber befinden", "verlegen".



Weitere Maßnahmen

- Sie müssen noch dafür Sorge tragen, dass hinter jeder Verarbeitungsstation auch wieder leere Lose verfügbar sind, auf denen die bearbeiteten Wafer abgeladen werden können. Dazu erstellen Sie einfach **bei jeder Verarbeitungsstation einen Creator**, bei dem Sie die Eigenschaft "create_with_wafer" deaktivieren. Diesen Creator verbinden Sie dann mittels Plug'n'Play mit der entsprechenden Verarbeitungsstation. (s. rechte Abbildung)
- Sie können, wie auf Seite 7 beschrieben, eine **Auswertungskomponente** auf die Arbeitsfläche ziehen, um globale Statistiken anzuzeigen.
- Für jede einzelne Verarbeitungsstation kann jetzt noch die **Ausfallwahrscheinlichkeit** mit Hilfe der Parameter "MTBF", "MTTR" und "with_breakdown" festgelegt werden (s. Seite 6). Außerdem lässt sich die **Ausbeute** über die Eigenschaft "yield_number" verändern. Experimentieren Sie ruhig ein wenig mit diesen Werten herum, und sehen Sie, wie sich die Statistiken ändern. (Sie können dazu auch die Komponente "Auswertung" zu Hilfe nehmen, die wir auf Seite 6 eingeführt haben.)
- Sie können auch versuchen, das Routing zu beeinflussen, indem Sie Conveyor ausfallen lassen (Parameter **manual_breakdown**). Wie auf Seite 11 beschrieben, wurden für diesen Falle einige Ausfallrouten eingeplant.



Simulation starten

Sie können die Simulation, wie in Visual Components 3D Create üblich, mithilfe der Kontrollen oben rechts starten (Play) bzw. deren Geschwindigkeit kontrollieren (Slider).