

Vorname:

Nachname:

Lean Simulationsmodell "Push" (Basisszenario TOPIQ)

In einer Modellfertigung werden **8 verschiedene Endprodukte** in **4 Prozessschritten** produziert. Es soll ein Simulationsmodell erstellt werden, um die Fertigungslosgröße in der Wärmebehandlung zu untersuchen.



- 1. Erstellen Sie ein neues Simulationsmodell: Zeiteinheit in Sekunden und Längeneinheit in Meter
- 2. Die Produkte werden in 4 Prozessschritte produziert, wobei sich vor jedem Prozessschritt ein Lagerplatz befindet. Benennen Sie die einzelnen Prozesse wie folgt (keine Umlaute, Leerzeichen und Sonderzeichen verwenden):
 - Teilefertigung
 - Montage
 - o Waermebehandlung
 - Qualitaetskontrolle

Fügen Sie am Beginn eine Source und am Ende ein Endlager und eine Sink hinzu. Verbinden Sie den Materialfluss und testen Sie Ihr Modell.

3. Es werden 8 verschiedene Endprodukte produziert. Die Produkte werden laut einem MRP-Plan in Losen gefertigt (Source → Arrival Style → Arrival Schedule). Es werden 9 Fertigungsaufträge produziert (Edit Table → Arrivals: 9) und es wird ein zusätzliches Label benötigt (Labels: 1) mit dem Namen Type. Es müssen die unten angeführten Werte in die Tabelle eingefügt werden (insbesondere die Daten für Quantity und Type).

	ArrivalTime	ItemName	Quantity	Type
Arrival1	0	Product	5	1
Arrival2	0	Product	2	2
Arrival3	0	Product	2	3
Arrival4	0	Product	4	4
Arrival5	0	Product	4	5
Arrival6	0	Product	2	6
Arrival7	0	Product	2	7
Arrival8	0	Product	2	8
Arrival9	0	Product	1	1

- 4. Geben Sie jedem Produkttyp eine eigene Farbe:
 - Source
 - o Trigger
 - o (+) On Exit
 - o (+) Visual
 - "Color by Case" (verwende vordefinierte Eingaben)

Testen Sie den Trigger "Color by Case" mit der Step-Funktion (verifizieren).

z.B. die ersten 5 Aufträge haben die Farbe ______. Diese 5 Aufträge sind stammen aus der oben angeführten Tabelle / Zeile ____.





- 5. Die Prozesszeiten der einzelnen Prozessschritte sind wie folgt:
 - Teilefertigung mit einer gleichverteilten Prozesszeit zwischen 18 und 22 sec. (uniform(min,max,random number stream) = uniform(18,22,0))
 - Montage mit einer gleichverteilten Prozesszeit zwischen 18 und 22 sec. (uniform(min,max,random number stream) = uniform(18,22,0))
 - Wärmebehandlung mit einer Prozesszeit von 60 sec. und "Maximum Content = 6".
 - Qualitätskontrolle inkl. Nacharbeit mit einer Prozesszeit "By Percentage": 80% uniform(18,22,0) und 20% uniform(30,36,0); d.h. 20% der Produkte werden nachbearbeitet und haben daher eine höhere Bearbeitungszeit.

6. Losfertigung bei Wärmebehandlung

Im Lager vor der Wärmebehandlung werden die Produkte zu einer "Batch Size" von 6 Stück zusammengefasst (Perform Batching → Target Batch Size: 6).

7. Dashboard

- o "Average **Content"** (Lager vor Montage, Lager vor Wärmebehandlung, Lager vor Qualitätskontrolle und das Endlager). Info: hierbei handelt es sich um den *Bestand*.
- "Staytime" (Teilefertigung, Lager vor Montage, Montage, Lager vor Wärmebehandlung, Wärmebehandlung, Lager vor Qualitätskontrolle und Qualitätskontrolle). Info: hierbei handelt es sich um die *Durchlaufzeit (DLZ)*.
- o "State" (Teilefertigung, Montage, Wärmebehandlung und Qualitätskontrolle). Info: hierbei handelt es sich u.a. um die *Auslastung*.

8. Beschreiben und interpretieren Sie die Ergebnisse

Ergebnisse - Average Content	Zielgröße 1: WIP
Ergebnisse - Staytime	Zielgröße 2: DLZ
Ergebnisse - State	Zielgröße 3: Auslastung





9. Szenarien

Verwenden Sie Ihr FlexSim Modell um die nachfolgenden **Szenarien zu testen**. Beschreiben und interpretieren Sie die **Ergebnisse** der jeweiligen Lean Maßnahme (Szenarien).

- Szenario 1: Reduzieren Sie die "Batch Size" für die Wärmebehandlung auf 4 Stück.
- Szenario 2: Reduzieren Sie die "Batch Size" für die Wärmebehandlung auf 2 Stück.

Szenario 3: Wählen Sie das beste "Batch Size"-Szenario und verändern Sie den **prozentuellen Anteil** der Produkte, welche **nachbearbeitet** werden müssen auf 0,3%.

Ergebnisse Szenario 1	Wirkung auf Zielgrö- ßen festlegen

Wirkung



Anita Onay

Ergebnisse Szenario 2

	größen festlegen
Ergebnisse Szenario 3	Wirkung auf Ziel- größen festlegen



Vorname:

Nachname:

Lean Simulationsmodell "Push mit Time Tracking"

In einer Modellfertigung werden 8 verschiedene Endprodukte in 4 Prozessschritten produziert. Es soll ein Simulationsmodell erstellt werden, um die **Auftragsdurchlaufzeit** zu untersuchen.



- 1. Verwenden Sie das TOPIQ Simulationsmodell "Push" (FlexSim Modell) zum Starten. Dabei sollen die folgenden Einstellungen für die 4 Prozessschritte hinterlegt sein/werden:
 - a) Teilefertigung mit einer gleichverteilten Prozesszeit zwischen 18 und 22 sec. (uniform(min,max) = uniform(18,22,0))
 - b) Montage mit einer gleichverteilten Prozesszeit zwischen 18 und 22 sec.
 - c) Wärmebehandlung mit einer Prozesszeit von 60 sec. und "Maximum Content = 4". Im Lager vor der Wärmebehandlung werden die Produkte zu einer "Batch Size" von 4 Stück zusammengefasst.
 - d) Qualitätskontrolle inkl. Nacharbeit mit einer Prozesszeit "By Percentage": **80**% uniform(18,22,0) und **20**% uniform(30,36,0); d.h. 20% der Produkte werden nachbearbeitet und haben daher eine höhere Bearbeitungszeit.
 - e) Speichern Sie dieses Modell unter einem neuen Namen.
- 2. Datenerhebung pro Auftrag
 - a) Tabelle erstellen:
 - Gehen Sie zu "Toolbox" (+)
 - "Global Table" hinzufügen
 - b) Eigenschaften der Tabelle unter "Properties" ändern
 - Tabelle umbenennen in "Durchlaufzeit"
 - Anzahl Spalten (Columns) auf 3 erhöhen
 - Einstellung ändern: On Reset "Clear All Cell Data " und (+) "Delete All Rows"
- 2.1 Beginn der Bearbeitung von jedem Auftrag in der ersten Spalte erfassen
 - a) Gehen Sie zurück zum Modelllayout ("Model")
 - b) Öffnen Sie die Einstellungen der Teilefertigung (Processor Properties)
 - c) Gehen Sie zu den "Triggers"
 - d) Neuen Trigger hinzufügen (+) "OnEntry"
 - (+) Data: Add Row and Data to GlobalTable

Table: "Durchlaufzeit"

Wert: Model.time [bzw. verwende vordefinierte Eingaben]

- 2.2 Simulation und globale Tabelle verifizieren (funktioniert die Datenerfassung wie geplant?)
 - a) Gehen Sie zur Tabelle: "Durchlaufzeit"
 - b) Drücken Sie "Reset" wird der Tabelleninhalt gelöscht?
 - c) Drücken Sie mehrmals "Step" und vergleichen Sie die "Run Time" mit dem Eintrag in Spalte 1 der Tabelle "Durchlaufzeit"





- 2.3 Verlassen des Systems von jedem Auftrag in der zweiten Spalte erfassen
 - a) Öffnen Sie die Einstellungen der Sink
 - b) Gehen Sie zu den "Triggers"
 - c) Neuen Trigger hinzufügen (+) "OnEntry"
 - (+) Data: Write to GlobalTable

Einstellungen:

Table: "Durchlaufzeit"

Row: current.stats.input.value [verwenden der Pipette: auf die Sink klicken]

Column: 2

Value: Model.time

- 2.4 Simulation und globale Tabelle verifizieren (funktioniert die Datenerfassung wie geplant?)
 - d) Gehen Sie zur Tabelle: "Durchlaufzeit"
 - e) Drücken Sie auf "Run" oder verwenden Sie die "Step" Funktion und vergleichen Sie die "Run Time" mit dem Eintrag in Spalte 1 bzw. Spalte 2 der Tabelle "Durchlaufzeit"
 - f) Werte auf Plausibilität überprüfen (z.B. entspricht der letzte Eintrag in Spalte 2 der "Run Time" am Ende der Simulation?)
- 3. Berechnung der Durchlaufzeit

Durch die Differenz der "EntryTime" und "ExitTime" kann die Durchlaufzeit pro Auftrag erfasst und untersucht werden.

- a) Öffnen Sie die Einstellungen der Sink
- b) Gehen Sie zu den "Triggers"
- c) Rechts neben dem Eintrag "OnEntry" (+) auf das Hand-Symbol klicken
- d) Neuen Trigger durch klicken auf (+) hinzufügen
 - Data: Write to GlobalTable Table: "Durchlaufzeit"

Row: current.stats.input.value [verwenden der Pipette: auf die Sink klicken]

Column: 3

Value: Model.time - Table("Durchlaufzeit")[current.stats.input.value][1]

Note. Sie können auch einfach die Werte der Tabelle in ein Excel-File kopiert und dort die Durchlaufzeit berechnen.





Fragen:	Ergebnisse
Berechnen Sie die mittlere Durchlaufzeit (mit- tels Ihrer globalen Tabelle "Durchlaufzeit")	Mittlere Durchlaufzeit = 222,0854167
Stellen Sie die Ergebnisse der mittleren Durch- laufzeit mit den Ergebnissen im Dashboard ge- genüber. Gibt es Unterschiede? Welche? Wa- rum?	Mittlere Durchlaufzeit laut Flexsim= 222.08
Wann wurde der letzte Auftrag laut Tabelle Durchlaufzeit ausgeliefert?	723,94
Entspricht die Nachfrage der Kundennach- frage im Planspiel? Bezogen auf das echte Planspiel	Nein, entspricht nicht der nachfrage
Brainstorming: wie könnte die Kundennach- frage im FlexSim berücksichtigt werden?	Auslieferung zu der Sink erst nach 6,5 Minuten einstellen.





Vorname:

Nachname:

Lean Simulationsmodell "Push mit Fertigwarenlagerbestand" (Szenario: Spielrunde 2 im TOPIQ Planspiel)

In einer Modellfertigung werden 8 verschiedene Endprodukte in 4 Prozessschritten produziert. Es soll ein Simulationsmodell erstellt werden, in welchem die **Kundennachfrage** dem Planspiel entspricht.



- 1. Verwenden Sie das TOPIQ Simulationsmodell "Push mit Time Tracking" (Ihr FlexSim Modell von Anleitung 2) zum Starten. Dabei sollen die folgenden Einstellungen für die 4 Prozessschritte hinterlegt sein:
 - a) Teilefertigung mit einer gleichverteilten Prozesszeit zwischen 18 und 22 sec. (uniform(min,max) = uniform(18,22))
 - b) Montage mit einer gleichverteilten Prozesszeit zwischen 18 und 22 sec.
 - c) Wärmebehandlung mit einer Prozesszeit von 60 sec. und "Maximum Content = 4". Im Lager vor der Wärmebehandlung werden die Produkte zu einer "Batch Size" von 4 Stück zusammengefasst.
 - d) Qualitätskontrolle inkl. Nacharbeit mit einer Prozesszeit "By Percentage": 80% uniform(18,22,0) und 20% uniform(30,36,0); d.h. 20% der Produkte werden nachbearbeitet und haben daher eine höhere Bearbeitungszeit.
 - e) Speichern Sie das Modell unter einem neuen Namen
- 2. Auslieferung Kundenaufträge:

Das erste Produkt soll erst nach 6.8333 Minuten (entspricht 410 Sekunden) "ausgeliefert" werden. Alle weiteren Produkte werden dann im gleichen Takt alle 30 Sekunden abgerufen (inter-departure time, IDT).

- 2.1 Zu Beginn sollen keine Aufträge das Endlager verlassen:
 - a) Öffnen Sie die Einstellungen des Endlagers
 - b) Gehen Sie zu Trigger
 - c) Neuen Trigger hinzufügen (+) "OnReset"
 - a. (+) Close and open ports

Action: "closeoutput"

Object: current [verwende vordefinierte Eingaben]
Condition: true [verwende vordefinierte Eingaben]

- d) Verifizieren: Füllt sich der Bestand im Endlager nach Ablauf der "Run Time"?
- 2.2 Die regelmäßige Kundennachfrage mit einem **User Event** implementieren:
 - a) Gehen Sie zu "Toolbox" (+)
 - b) Modeling Logic → User Event hinzufügen
 - a. Name: "Auslieferung"

First Event Time: 410 Sekunden [anklicken: repeat event]

Repeat Event Time: 30 Sekunden Event Code (+) Open and Close Ports

b. Action: "openoutput"

Object: Model.find("FGI")[oder verwenden der Pipette und auf das Endlager klicken]





Condition: true [verwende vordefinierte Eingaben]

- c. Apply / OK
- 2.3 Es wird immer nur ein Auftrag nachgefragt:
 - a) Öffnen Sie die Einstellungen des Endlagers
 - c) Gehen Sie zu Trigger
 - d) Neuen Trigger hinzufügen (+) "OnExit"
 - a. (+) Control: Close and open ports

Action: "closeoutput"

Object: current [verwende vordefinierte Eingaben]
Condition: true [verwende vordefinierte Eingaben]

- 3. Implementieren Sie eine "Stop Time" von 1100.01 und verifizieren Sie das Modell Verifizieren Sie das Modell mittels globaler Tabelle:
 - a) Erfolgt die erste Auslieferung nach 410 Sekunden?
 - b) Entspricht die IDT dem 30 Sekunden-Rhythmus?

Fragen	Ergebnisse
Wann wurde der letzte Auftrag ausgeliefert?	nach 1100 Sekunden
Beschreiben Sie die Ergebnisse der Simulation:	
Mittlerer Bestand (Average WIP):	8,66 Stk.
Mittlere Durchlaufzeit (Staytime):	520,97
Mittlere Auslastung (State Pie):	0.43
Welche Auswirkung hat die Implementierung der Kundennachfrage auf die Zielkenngrö- ßen?	Der WIP Bestand wird größer



Vorname:

Nachname:

FALLBEISPIEL SÄGE



Die Säge ist ein zweistufiges Fertigungssystem (Entrinden und Schneiden); Endprodukte sind Bretter. Für ein Lean-Projekt müssen wir die Leistung des Fertigungssystems analysieren.

IHRE AUFGABE I: "getting started"

- 1. Öffne FlexSim + neues Modell + Grundeinstellung: **Minuten** (für den Rest die Default-Einstellungen übernehmen).
- 2. Elemente mit "drag-and-drop" hinzufügen: Source, Queue, Processor, Queue, Processor und Sink.
- 3. Materialflussverbindung einfügen (z.B. Connect Objects (A) Icon).
- 4. Zwischenankunftszeiten: Die Zwischenankunftszeiten der Bestellungen sind normalverteilt mit einem Mittelwert von 20,5 Minuten und einer Standardabweichung von 1 Minute (Zufallszahlenfolge gemäß den Standardeinstellungen; i.e., getstream(current)).
- 5. Die Prozesszeit (*Processor*): Die durchschnittliche Bearbeitungszeit je Schritt beträgt 20 Minuten. Allerdings ist die Variabilität der Stationen unterschiedlich:
 - a. Schritt 1 (Entrinden) ist variabel mit einer gammaverteilten Bearbeitungszeit von gamma(0.0, 8, 2.5, getstream(current))
 - b. Schritt 2 (Schneiden) Die Bearbeitungszeit der zweiten Fertigungsstufe ist konstant (deterministisch), was bedeutet, dass die Bearbeitungszeit **20 Minuten** beträgt.
- 6. Fügen Sie ein Dashboard hinzu:
 - a. "Durchschnittlicher Bestand" (an jeder Warteschlange und jedem Prozessor; *Average Content*).
 - b. "Durchschnittliche Durchlaufzeit" (an jeder Warteschlange und jedem Prozessor; *Staytime*).
 - c. "Durchsatz / Stunde" (für jeden Prozessor; Output per hour).
- 7. Analysieren Sie Ihre Ergebnisse nach 223200 Minuten (definieren Sie die Run-Time).





8. Leistung des Fertigungssystems:	Das Sägewerk
Durchschnittliche Durchlaufzeit (ØDLZ)	83.14
Durchsatz / Stunde (ØTH)	2.92
Durchschnittlicher Bestand (ØWIP)	4.05

9. Verifikation der Simulation:	Entrinden	Schneiden
Überprüfen Sie, ob die Bearbeitungszeiten für beide Fertigungsstufen tatsächlich im Mittel 20 Minuten lang sind.	Durchschnitt = 20,1	20
Wie sind Sie für die Überprüfung vorgegangen, beschreiben Sie Ihre Verifikationsschritte	Auswerten der Simulatio	n und ablesen der Werte



Nachdem wir die Ergebnisse mit dem Lean-Team besprochen haben, wurde klar, dass wir eine wichtige Annahme übersehen hatten: Es arbeitet nur ein Bediener pro Schicht. Das Team war einverstanden, dass zur Simulation eine Vereinfachung möglich wäre (Annahme), und wir werden diese Annahme als ein CONWIP-System simulieren.

IHRE AUFGABE II: Umsetzung der Annahme "ein Bediener pro Schicht" (CONWIP)

1. Trigger für Queue1: On Exit: Control: Close and Open Ports: closeoutput.

Beschreiben Sie kurz was passiert	
	System ist geblockt, da der Output geschlossen ist

2. Trigger für die Sink: On Entry: Control: Send Message to Queue1.

Beschreiben Sie kurz was passiert	
	Queue1 ist überfüllt, selbes Ergebnis, aber eine Message wird geschickt

3. Trigger für Queue1: On Message: Close and Open Ports: openoutput.

	Queue 1 wird geöffnet sobald durch Sink1 eine Message geschickt wird um das nächste Teil weiter zu schicken
--	---

4. Sehen Sie sich erneut das Fertigungssystem in der Simulation an (z.B., im Zeitverlauf, Kennzahlen) und beschreiben Sie kurz "die problematische Situation". Wie würden Sie diese durch Produktionsmanagementlösung(en) überwinden (z.B. Lean Production Maßnahmen). Nennen Sie mind. 3 Kernprobleme und schlagen Sie bitte jeweils eine Lösungsmaßnahmen vor (mit Rückbezug auf Literatur).

Losgrößen anpassen Mehr Mitarbeiter Automatisieren (Roboter)



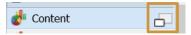


Nachdem wir die potenziellen Lösungen mit dem Lean-Team besprochen haben, werden wir wie folgt vorgehen. Es wird ein neuer Anlieferungsprozess für die Stämme getestet (d.h., die Anlieferung wird gemäß einer vordefinierten Logröße und in einem bestimmten Intervall erfolgen; i.e. "JIT Delivery").

Hierfür sind besonders folgende **Informationen** hilfreich: 1 Schicht = 7,5 Stunden und die Maschinen werden 15 Stunden pro Tag genutzt (d.h., für zwei Schichten).

IHRE AUFGABE III: neuer Anlieferungsprozess

- 1. Source: Zu Beginn jeder Schicht (alle 450 Minuten), kommt eine Losgröße mit Stämmen an; das sind 16 Stück (hierfür brauchen wir in FlexSim einen *Arrival Schedule*)
- 2. Dashboard:
 - "Content vs Time" für Queue1 (dashboard library -> content -> shadow frames -> line chart)



3. Kennzahlen der Simulation	Das Sägewerk
Führen Sie kurz die Ergebnisse an	
Wie beeinflusst die Losgröße die Warte-	
schlange 1 und die durchschnittliche Durchlaufzeit?	
Ist die Losgröße angemessen? Warum?	

- 4. Erstellen Sie ein DoE. Es soll die Losgröße in einem Intervall zwischen "Min" (müssen Sie bestimmen) und "Max" (müssen Sie bestimmen) Stück pro Anlieferung verändert werden.
 - a. Neu: Performance Measure Table
 - Average WIP oder Average Content → Sum
 - Staytime → Sum
 - Throughput per Hour oder Output / Hour (Processor Schneiden) → Sum





b. Neu: Model Parameter Table

Insgesamt bedarf es verschiedener Szenarien für die Simulation. Es soll jeweils die Losgröße verändert werden (d.h. scheduled arrival quantities; z.B. mit dem Dropper Werkzeug die Variable in der Tabelle Parameters "anwählen"): zwischen Min und Max Stück pro Anlieferung.

- 5. Statistics \rightarrow Experimenter \rightarrow Jobs:
 - a. Stop Time = 223200 Minuten
 - b. Anzahl der Replikationen = 5 Stück
 - c. Schlussendlich die Parameter für die einzelnen Szenarien eintragen (Scenarios)
- 6. \rightarrow Run:
 - a. Starte die Replikation (Run)
 - b. Im Anschluss auf View Results gehen

7. Ergebnisse der Simulation	Das Sägewerk
Führen Sie kurz die Ergebnisse an	
Wie beeinflusst die Losgröße die Warteschlange 1 und die durchschnittliche Durchlaufzeit?	
Welche Losgröße würden Sie wählen? Warum?	





Nachdem wir mit dem Lean-Team die "optimale" Losgröße besprochen haben, sind wir auf folgende Herausforderung gestoßen. Der Besitzer des Sägewerks möchte in eine **neue Schneidemaschine** investieren. Daher wird sich die Bearbeitungszeit für Schritt 2 wie folgt ändern:

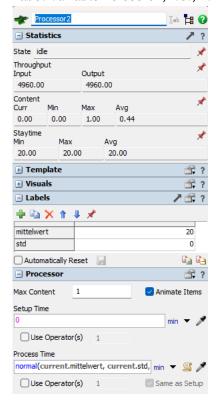
Tabelle 1: neue Schneidemaschine

Schneidemaschine		
alt	neu	
Mittelwert: 20	Mittelwert: 16	
Standardabweichung: 0	Standardabweichung: 3	

IHRE AUFGABE IV: Überprüfen Sie, ob Ihre Lösung der "optimalen" Losgröße robust ist

FlexSim-Modell wie folgt ändern.

- 1. Wir brauchen zwei *Label-Variablen* für die Schneidemaschine (*Processor Properties → Tab "Labels"*): Zwei *Number Labels* hinzufügen: Mittelwert und Standardabweichung.
- 2. Prozesszeit der Schneidemaschine ändern: Hierfür eine Normalverteilung wählen und die Werte für Mittelwert (*mean*) und Standardabweichung (*standard deviation*) durch die Label-Variablen ersetzen; i.e., normal(current.mittelwert, current.std, getstream(current))





- 3. Passen Sie den Parameters Table an
- 4. "Statistics" → Experimenter → Tab "Jobs": Für alle Ihre Szenarien mit den Anlieferungslosgrößen, kommt nun jeweils ein Versuch mit der "alten Schneidemaschine" und ein Versuch mit der "neuen Schneidemaschine" hinzu
- 5. Bitte folgende Änderungen im Experimenter vornehmen:
 - a. Run Time = 223200 Minuten
 - b. Anzahl der Replikationen = 5 Stück
- 6. Run:
 - a. Starte die Replikation (Run)
 - b. Im Anschluss auf View Results gehen

7. Bleibt die optimale Losgröße di selbe, welche Sie unter der Bed gung "alte Schneidemaschine" finiert haben? Erläuterung?	din-



Übung | JIT Delivery



Produktionssysteme - BA MECH - Onay

CHECKLIST

Führen Sie die Aufgaben dieser Übung durch und machen Sie Notizen in diesem vorliegenden Dokument.
Erstellen Sie ein Lösungsdokument (z. B. PDF-File dieses vorliegenden Dokuments).
Der Dateiname beginnt mit: IhrNachname_Uebung-Saegewerk_Notizen
Laden Sie Ihr Lösungsdokument in Sakai/Dropbox hoch.
Speichern Sie Ihre FlexSim-Modelle und laden Sie die Modelle in SAKAI (Dropbox) hoch.