



Scheduling, Ressourcen und Factory Twin

Batches, Reinigung, Räume, Personal und gemeinsam genutztes Equipment endlich kapazitiv planen





Auf einen Blick

Technische Entscheidung	Pfad in Axion
Welche Produktion ist mit den real verfügbaren Ressourcen, Cleaning- und Freigabezeiten erreichbar?	Decide → Factory twin / Scheduling
Primäre Nutzer	Zulässiger Reifegrad
MSAT, Manufacturing, Capacity Planning, Project Engineering	Screening mit Standardzeiten; Calibrated mit Batch-/MES-Daten; Validated mit genehmigtem Betriebskalender

ENTSCHEIDUNGSREGEL

Scheduling übersetzt den Prozessgraphen in zeitliche Nutzung. Equipment darf mehrfach verwendet werden, wenn Transfer, Cleaning, Setup, Wartung, Raum, Personal und Utility-Kapazität konfliktfrei eingeplant sind.

The screenshot displays the Axion Process OS interface for 'Cultured Meat - Perfusion'. The left sidebar contains navigation menus for MODEL, PROCESS MODEL, ANALYZE, and REVIEW. The main content area shows a 'Plant Overview' with key metrics: Annual product (4.88 t), Campaign duration (272 h), Direct cost (\$52,456/kg), Utilities (1,840.2 MWh), and Plant utilization (59%). Below this is a 'PROCESS ENGINEERING REVIEW' section for the 'Cultured Meat production model', which includes a description of the industrial screening workspace and an 'Open Process Builder' button. At the bottom, a 'CURRENT MODEL STATUS' section indicates the model is a 'Screening model' with 29% evidence complete. A progress bar at the very bottom shows the status of various design tasks: 0 design ready, 6 process ready, 1 blocked, and 22 missing inputs.

Relevante Axion-Arbeitsoberfläche für dieses Teilhandbuch.

Modell vorbereiten

Eingabe	Warum erforderlich	Bereit, wenn
Operationsdauer	Bestimmt Belegung und Takt.	Min/typ/max oder Verteilung je Operation ist vorhanden.
Equipment Pools	Definiert alternative und gemeinsam genutzte Ressourcen.	Kapazität, Kalender und Changeover-Regel sind gesetzt.
CIP/SIP	Verhindert unrealistische Direktwiederverwendung.	Recipe, Dauer, Dirty/Clean Hold und Freigabe sind modelliert.
Räume/Personal	Bildet reale Engpässe außerhalb des Equipments ab.	Schichtkalender, Qualifikation und Raumstatus sind verfügbar.
Utilities	Begrenzt gleichzeitige Dampf-, Kühl-, WFI- und Gaslasten.	Kapazitätsprofile und Spitzenlimits sind gesetzt.
Release/Holds	Koppelt QC, Freigabe und Lager an den Prozess.	Sampling, Testdauer, Hold Limit und Batchstatus sind definiert.

Prüfung vor dem Start

- Jede Operation einem Equipment/Room/Operator zugeordnet
- Cleaning zwischen inkompatiblen Nutzungen
- Kalender und Wartung aktiv
- Batchanzahl nicht als Auslastung vorausgesetzt
- Schedule-Baseline gespeichert

GELTUNGSGRENZE

Ein Schedule ist nur so belastbar wie Dauerverteilungen, Kalender, Cleaning-, Freigabe- und Ausfalldaten. Eine optimierte Grafik ersetzt keine bestätigte Betriebslogik.

Arbeitsablauf

1. Operationen erzeugen

1. Flowsheet-Units in Tasks mit Dauer, Precedence und Batchbezug übersetzen.

SICHTBARES ERGEBNIS

Jede relevante Unit besitzt einen ausführbaren Task.

2. Ressourcen zuweisen

2. Equipment, Raum, Personal, Utility und QC als endliche Ressourcen zuordnen.

SICHTBARES ERGEBNIS

Task zeigt alle benötigten Ressourcen gleichzeitig.

3. Reuse/Cleaning modellieren

3. Nach Produktion Transfer, CIP/SIP, Setup und Freigabe einfügen.

SICHTBARES ERGEBNIS

Equipment-State-Machine wechselt kontrolliert zwischen Dirty, Cleaning, Ready und Running.

4. Kampagne planen

4. Batchstart, Parallelzüge, Produktwechsel und Wartung terminieren.

SICHTBARES ERGEBNIS

Gantt und WIP zeigen eine konfliktfreie Sequenz.

5. Optimieren

5. Ziel wie Throughput, Tardiness, WIP oder Kosten wählen und Constraints fixieren.

SICHTBARES ERGEBNIS

Optimierter Plan verbessert das Ziel ohne harte Constraint-Verletzung.

6. Robustheit prüfen

6. Dauer-/Ausfall-/Freigabe-Szenarien simulieren.

SICHTBARES ERGEBNIS

Puffer, Engpass und Service Level bleiben sichtbar.

Ergebnisse prüfen

Prüfkriterium	Bestanden, wenn	Wenn nicht bestanden
Doppelbelegung	Kein Equipment, Raum oder Operator wird gleichzeitig unzulässig genutzt.	Alternative Ressource, Verschiebung oder zusätzliche Kapazität einplanen.
Cleaning	Jede erforderliche Reinigung und Freigabe liegt zwischen Nutzungen.	State-Machine und Changeover-Matrix korrigieren.
Utilization	Auslastung basiert auf belegter Kalenderzeit und enthält Downtime.	Nenner, Wartung und geplante Stillstände prüfen.
Throughput	Jahresoutput folgt dem realisierbaren Schedule, nicht nur 8.760 h.	Bottleneck, Holds und Kampagnen berücksichtigen.
Robustheit	Kleine Verzögerungen verursachen keinen unkontrollierten Planbruch.	Puffer, Redundanz oder Kampagnenlogik ergänzen.

ENTSCHEIDUNGSREGEL

Ein Schedule ist nur so belastbar wie Dauerverteilungen, Kalender, Cleaning-, Freigabe- und Ausfalldaten. Eine optimierte Grafik ersetzt keine bestätigte Betriebslogik.



Fehler beheben

Beobachtung	Wahrscheinliche Ursache	Korrektur
96 % Auslastung	Downtime, Cleaning oder Puffer fehlen.	Kalenderbasis und nichtproduktive Belegung ergänzen.
Equipment startet sofort neu	Turnaround-State fehlt.	Transfer, CIP/SIP, Setup und Release zwischen Batches modellieren.
Zu viele gleichzeitige Batches	Utility/Room/Operator ist unendlich modelliert.	Endliche Kapazitäten und Schichtkalender setzen.
Gantt sieht korrekt aus, Output nicht	Yield/Hold/Release ist nicht gekoppelt.	Schedule mit Materialzustand und QC-Status verbinden.



Übergabe und nächste Schritte

Artefakt	Empfänger	Muss enthalten
Finite schedule	Manufacturing	Task, Start/Ende, Batch, Ressource, Status
Utilization matrix	Capacity Planning	Belegt, produktiv, Cleaning, Downtime, frei
Bottleneck report	Projektleitung	Ressource, Wartezeit, Throughput-Effekt, Maßnahme
Scenario comparison	Management	CAPEX, Throughput, Service Level, Risiko

Abschlusscheck

- Aktives Projekt, Branch, Version und Intended Use sind sichtbar.
- Alle Eingaben besitzen Einheit, Herkunft, Reviewstatus und relevante Unsicherheit.
- Blockierende Modell-, Physik-, Numerik- und Evidenzlücken sind geschlossen oder zugewiesen.
- Der Ergebnisreifegrad passt zur vorhandenen Evidenz.
- Ein kontrolliertes Ausgabepaket öffnet fehlerfrei und enthält die Geltungsgrenzen.

[Axion öffnen](#) [Technisches Onboarding buchen](#)