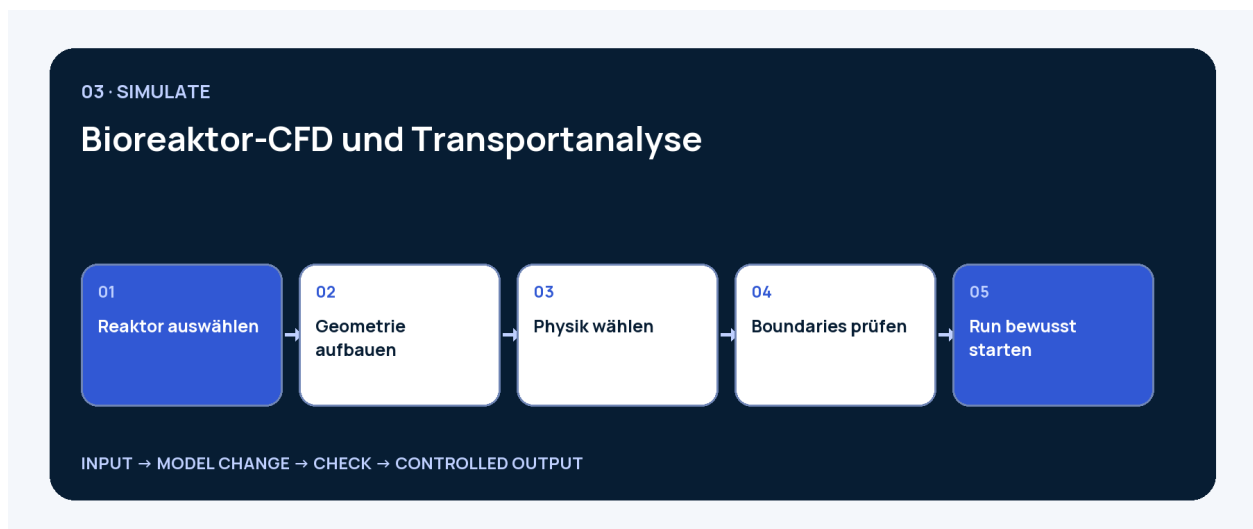




Axion

Bioreaktor-CFD und Transportanalyse

Geometrie, Randbedingungen, Stofftransport und Validierung kontrolliert aufsetzen



AUSGABE 2.6 · 19. AUGUST 2026 · TEILHANDBUCH · 03 · SIMULATE

Axion · Bioprocess engineering software



Auf einen Blick

Technische Entscheidung	Pfad in Axion
Wo entstehen Misch-, Sauerstoff-, Nährstoff-, Scher- oder Wärmeübertragungsrisiken im Reaktor?	Simulate → Bioreactor CFD

Primäre Nutzer	Zulässiger Reifegrad
Bioreactor Engineering, CFD, Scale-up, Process Development	Browserlauf = Engineering Screening; validierte 3D-CFD nur mit externem Solver, Mesh- und Validierungsnachweis

ENTSCHEIDUNGSREGEL

Der CFD-Bereich führt von realer Reaktorgeometrie über Boundary Conditions zu einer transportphysikalischen Bewertung. Er darf nur nach bewusstem Start rechnen und muss Screening klar von einem qualifizierten externen 3D-Lauf trennen.

Modell vorbereiten

Eingabe	Warum erforderlich	Bereit, wenn
Geometrie	Definiert Tank, Füllhöhe, Baffles, Welle, Impeller und Einbauten.	Dimensionen, Koordinaten und CAD/Skizzenquelle sind geprüft.
Rheologie und Phasen	Bestimmt Impuls-, Blasen- und Stofftransport.	Dichte, Viskosität, Modell und Temperaturbezug sind vorhanden.
gas_inlet	Legt Gas-Holdup, Plume und O ₂ -Quelle am Ringsparger fest.	alpha.gas, U.gas, C_O ₂ , Ringposition und Bubble Basis sind gesetzt.
feed_inlet	Definiert Nährstoffzugabe und lokale Risikozonen.	C_N/Glucose/Glutamin, Rate, Port und Zeitprofil sind gesetzt.
walls_baffles	Erzeugt No-slip, Grenzschicht und mögliche Dead Zones.	U.liquid = noSlip und Wandmodell sind dokumentiert.
top_headspace	Beschreibt Druckauslass und Gasentmischung.	p_rgh/alpha.gas sowie Schaum-/Headspace-Basis sind gesetzt.
impeller_zone	Definiert MRF/Momentum Source und Scher-/Mischenergie.	Drehachse, rpm, Richtung, Durchmesser und Zone sind geprüft.
cell_uptake	Verbraucht O ₂ und Nährstoffe als volumetrische Senke.	S_O ₂ /S_N, Biomassefeld und Zeitbezug sind definiert.

Prüfung vor dem Start

- Reale horizontale Impellerebene und korrekte Drehrichtung
- Working Volume lässt Headspace
- Alle Inlets liegen geometrisch innerhalb der Domain
- Mesh-/Numerikbasis dokumentiert
- Start wurde noch nicht automatisch ausgelöst

GELTUNGSGRENZE

Die interaktive Browserdarstellung ist ein Screening- und Setup-Werkzeug. Navier-Stokes-basierte 3D-Aussagen erfordern einen echten Solver-Worker, Netzstudie, Solver Verification und experimentelle Validierung.

Arbeitsablauf

1. Reaktor auswählen

1. Equipment-Tag und Szenario öffnen; Nominal- und Working Volume abgleichen.

SICHTBARES ERGEBNIS

CFD-Fall ist eindeutig einer Modellversion zugeordnet.

2. Geometrie aufbauen

2. Tank, Baffles, Impeller, Sparger, Feed und Headspace parametrisieren.

SICHTBARES ERGEBNIS

Schnittbild entspricht der realen Hardware.

3. Physik wählen

3. Turbulenz, Multiphase, Stofftransport, Wärme und Reaktion festlegen.

SICHTBARES ERGEBNIS

Aktive Gleichungssysteme und Annahmen sind sichtbar.

4. Boundaries prüfen

4. gas_inlet, feed_inlet, walls_baffles, top_headspace, impeller_zone und cell_uptake zuweisen.

SICHTBARES ERGEBNIS

Jede Boundary besitzt Feld, Einheit und physikalische Bedeutung.

5. Run bewusst starten

5. Preflight bestätigen und erst dann Start wählen.

SICHTBARES ERGEBNIS

Run ID, Zeitfortschritt, Residuen und Feldzeit erscheinen.

6. Felder interpretieren

6. Velocity, gas holdup, DO, nutrient, shear, mixing time und hotspots über Zeit prüfen.

SICHTBARES ERGEBNIS

Risikozonen sind räumlich, zeitlich und quantitativ dokumentiert.



7. Extern validieren

7. 3D-Case exportieren und gegen PIV, Tracer, kLa, DO oder Mischzeit vergleichen.

SICHTBARES ERGEBNIS

Solver- und Experimentalnachweis sind mit der Modellversion verknüpft.



Ergebnisse prüfen

Prüfkriterium	Bestanden, wenn	Wenn nicht bestanden
Geometrie	Impeller, Sparger, Baffles und Füllstand stimmen mit Equipmentdaten überein.	Abmessungen oder Orientierung korrigieren.
Residuals	Skalierte Residuen und globale Bilanzen erfüllen vereinbarte Kriterien.	Numerik, Zeitschritt, Mesh oder Randbedingungen prüfen.
Mesh independence	Verfeinerung ändert entscheidungsrelevante KPIs nur innerhalb Toleranz.	Mindestens drei Netze vergleichen.
Experiment	Mischzeit/kLa/DO/Velocity stimmen im Validierungsbereich überein.	Kalibrierung oder Modellwahl überarbeiten.
Maturity	Screening und validierte 3D-Ergebnisse sind sichtbar getrennt.	Status zurücksetzen und fehlende Nachweise benennen.

ENTSCHEIDUNGSREGEL

Die interaktive Browserdarstellung ist ein Screening- und Setup-Werkzeug. Navier-Stokes-basierte 3D-Aussagen erfordern einen echten Solver-Worker, Netzstudie, Solver Verification und experimentelle Validierung.



Fehler beheben

Beobachtung	Wahrscheinliche Ursache	Korrektur
Pfeile wirken chaotisch	Alle Vektoren werden ungefiltert angezeigt.	Streamlines/Contours nutzen und Vektordichte reduzieren.
Impeller dreht vertikal	Rotationsachse ist falsch.	Achse parallel zur Welle setzen; horizontale Umlaufebene prüfen.
Reaktor wirkt voll	Working Volume oder Headspace ist falsch skaliert.	Füllgrad auf projektspezifischen Wert setzen; typischen 65–80-%-Bereich nur als Screening verwenden.
CFD läuft vor Start	Autostart oder alter Runzustand ist aktiv.	Run zurücksetzen; Berechnung ausschließlich über Start auslösen.
Schöne Kontur ohne Aussage	Legende, Einheiten oder Zeitschnitt fehlen.	Min/Max, Einheit, Zeitpunkt, Slice und Akzeptanzgrenze ergänzen.



Übergabe und nächste Schritte

Artefakt	Empfänger	Muss enthalten
CFD case manifest	CFD Reviewer	Geometrie, Modelle, Boundaries, Mesh, Numerik, Version
Field exports	Process/Scale-up	Zeit, Koordinate, Variable, Einheit, min/max
Validation report	Technical Review	Vergleichsdaten, Fehlermaß, Gültigkeitsbereich
Risk map	Design Team	Hotspot, Ursache, Konsequenz, Designmaßnahme

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](#)