

Zwischen Modellierung und Entscheidung

Entwicklung eines flexiblen
Simulationswerkzeugs zur Analyse von
BPMN-Prozessen im Zeitalter von Daten
und KI

Norman Koss – MINAUTICS GmbH

01 / 23

DREI KERNFRAGEN DIESES VORTRAGS



01 Wie machen wir Prozesse sichtbar?

BPMN 2.0 als gemeinsame Sprache zwischen
Fachbereich und IT

02 Wie erkennen wir Engpässe bevor sie entstehen?

Diskrete-Ereignis-Simulation auf Basis realer
Prozesszeiten

03 Wie optimieren wir ohne Risiko?

KI-gestützte Szenario-Analyse statt Versuch und
Irrtum

FRAGEN

Bitte um Handzeichen

A

Wer modelliert Geschäftsprozesse formal — z. B. mit BPMN oder ähnlichen Modellierungssprachen?

B

Wer analysiert Prozessleistung mit Daten — z. B. mit Process Mining oder Reporting?

C

Wer simuliert Prozesse, bevor Entscheidungen (z.B. über Kapazitäten von Ressourcen) getroffen werden?

Frage C ist der Kern dieses Vortrags

EINORDNUNG

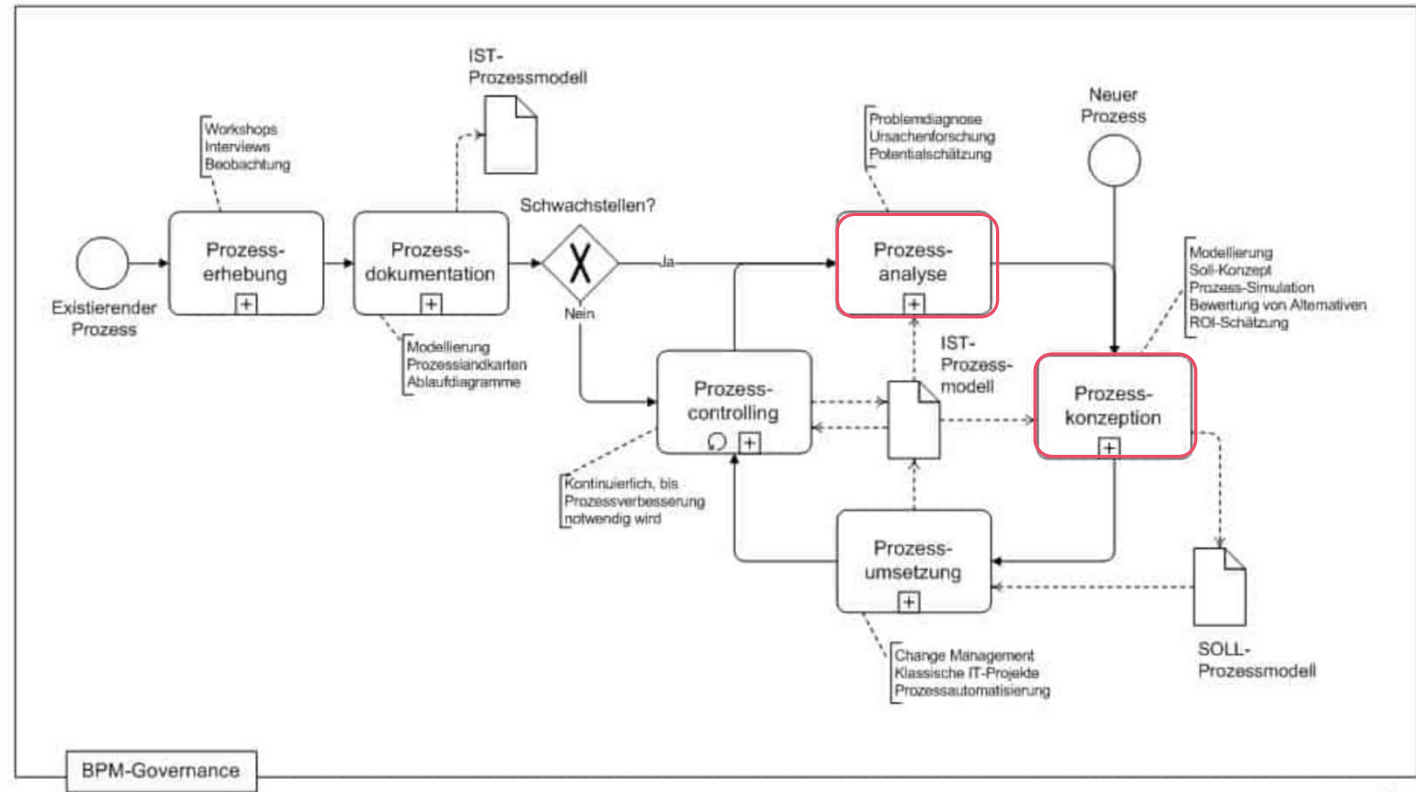
BPM-Zyklus

Der BPM-Zyklus zeigt, wie Prozesse kontinuierlich erhoben, dokumentiert, analysiert, konzipiert, umgesetzt und kontrolliert werden.

★ MINAUTICS BPMN 2.0-Simulator

Unterstützt Prozessanalyse und -konzeption durch Modellierung & Simulation

BPM ZYKLUS – Wo ist die Simulation zu Hause



BPM Zyklus (by camunda)

DAS PROBLEM – Warum sollte etwas simuliert werden?

Prozesse im Blindflug

Viele Organisationen betreiben ihre Prozesse ohne belastbare Analyse — Entscheidungen basieren auf Erfahrung, nicht auf Daten.

01 Prozesse existieren nur auf Papier Wenn überhaupt

Ablaufbeschreibungen in Word-Dokumenten, die nie die Realität widerspiegeln. Keine strukturierte BPMN-Modellierung, keine gemeinsame Sprachebene.

02 Engpässe werden zu spät erkannt Oder gar nicht

Ressourcenprobleme und Wartezeiten fallen erst im Betrieb auf — wenn Anpassungen teuer und zeitaufwändig sind.

03 Optimierung bleibt Spekulation

Welche Prozessänderung bringt wie viel? Ohne Simulation: raten. Mit falscher Entscheidung: Kosten...

Was ist Diskrete-Ereignis-Simulation (DES)?

Ein Geschäftsprozess wird als Abfolge diskreter Ereignisse modelliert.

Eine diskrete Ereignissimulation bildet Prozesse über einzelne Ereignisse* ab, die den Systemzustand zu bestimmten Zeitpunkten verändern.“

*Start und Ende einer Aktivität
05 / 23

E

Entitäten

Fälle, Aufträge, Patienten die durch den Prozess fließen

R

Ressourcen

Mitarbeiter, Maschinen mit begrenzter Kapazität

W

Warteschlangen

Entstehen wenn Nachfrage größer als Kapazität

S

Stochastik

Zufällige Dauer und Ankünfte nach Wahrscheinlichkeitsverteilung

Beispiel: Patienten durchlaufen die Prozessaktivitäten “Aufnahme”, “Behandlung” und “Entlassung”.



Technische Grundlage – SimPy als Engine

Python-Bibliothek für prozessbasierte diskrete Simulation — der Motor hinter dem MINAUTICS BPMN 2.0-Simulator

Warum Simulation?

Vier zentrale Vorteile gegenüber klassischer Prozessanalyse.

01

Risikofreies Experimentieren

Änderungen testen ohne reale Prozesse zu stören oder zu unterbrechen

02

Was-wäre-wenn Szenarien

Verschiedene Ressourcenkonstellationen und Nachfragespitzen durchspielen

03

Engpässe sichtbar machen

Warteschlangen und Auslastungen präventiv identifizieren
— bevor sie entstehen

04

Datengestützte Entscheidungen

KPIs wie Durchlaufzeit und Kosten vor einer Investition quantifizieren

ANWENDUNG

Für welche Prozesse lohnt sich Simulation?

Faustregel:

Warteschlangen +
Ressourcenkonkurrenz =
Simulationspotenzial

TYPISCHE BRANCHEN

Finanzwesen

Kreditanträge,
Kontoeröffnung

Gesundheit

Notaufnahme, OP-
Planung

Logistik

Lieferketten,
Lager

Fertigung

Produktionslinien

Verwaltung

Genehmigungs-
prozesse

Handel

Checkout, Returns

EIGNUNGSKRITERIEN

DES eignet sich insbesondere für *standardisierte* BPMN-Prozesse mit *begrenzten Ressourcen*, *variablen Bearbeitungszeiten* und *komplexen Abhängigkeiten* zwischen Prozessinstanzen und Ressourcen.

Typische Anwendungsfälle

Überall dort, wo Ressourcen knapp und Abläufe variabel sind — lohnt sich Simulation.



GESUNDHEITSWESEN

- Notaufnahme-Triage
- Apotheken-Kommissionierung
- OP-Planung & Bettenbelegung



LOGISTIK & E-COMMERCE

- Lager-Kommissionierung
- Retourenabwicklung
- Last-Mile-Delivery



FINANZWESEN

- Schadensfallbearbeitung
- Kontoeröffnung
- Kreditantragsprüfung



ÖFFENTLICHE VERWALTUNG

- Baugenehmigungsverfahren
- KFZ-Zulassung
- Einbürgerungsanträge



FERTIGUNG

- Produktionslinie & Rüstzeiten
- Qualitätskontrolle
- Wartungsplanung



HANDEL

- Checkout-Prozess
- Wareneingang & Einlagerung
- Click & Collect



TELEKOMMUNIKATION / IT-SERVICES

- Ticket-Bearbeitung
- Incident-Management
- Rechenzentrumsprozesse



TRANSPORT & MOBILITÄT

- Flughafenabfertigung
- Fahrgastströme
- Paketverteilung



VERSICHERUNGEN

- Schadensregulierung
- Antragsprüfung
- Backoffice-Prozesse



Durchlaufzeiten
analysieren



Engpässe
identifizieren



Ressourcen-
auslastung
optimieren



Warteschlangen
reduzieren



SLA-Einhaltung
bewerten



Prozessvarianten
vergleichen



Auswirkungen von
Lastspitzen
untersuchen

Simulation vs. Process Mining

Zwei komplementäre Ansätze —
optimal in Kombination.

PROCESS MINING

Intialer Fokus: Vergangenheit

- Basiert auf echten Event-Logs
- Rekonstruiert tatsächl. Prozessabläufe
- Erkennt Varianten & Bottlenecks
- Konformitätsanalysen
- Ursachenanalyse
- Liefert reale Prozessparameter

SIMULATION

Intialer Fokus: Zukunft

- Generiert synthetische Szenarien
- Bewertet KPI-Auswirkungen
- Optimiert Ressourcen und Durchlaufzeiten
- Unterstützt “What-if”-Analysen
- Sensitivitätsbetrachtungen

Ideale Kombination



Process Mining liefert reale Prozessparameter — die DES nutzt sie für belastbare Zukunftsszenarien

DIE LÖSUNG

Drei integrierte Säulen des MINAUTICS BPMN 2.0-Simulators

Modellieren, Simulieren und
Optimieren — nahtlos integriert
in einem Browser-Tool.

01 Modellieren

BPMN 2.0 Editor (bpmn.io) direkt im Browser — Aufgaben, Gateways, Ereignisse, Pools und Timer in Industriestandard-Notation.

02 Simulieren

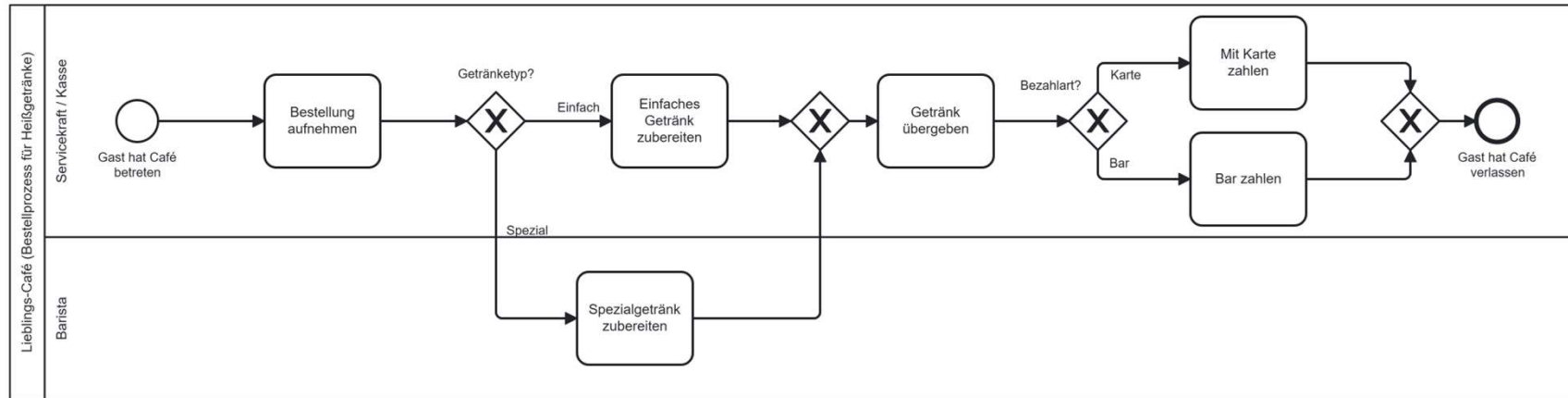
Diskrete Ereignissimulation — Durchlaufzeit, Wartezeiten, Ressourcenauslastung, Gateways, spez. Ereignistypen

03 Optimieren

6 KI-Features mit Google Gemini für Gateway-Vorschläge, CSV-Fit, Szenario-Assistent, Sensitivitätsanalyse und Optimierungs-Loop.

Lieblings-Cafe Bestellprozess

Schritt 1: Prozess modellieren in BPMN 2.0



Schritt 2: Simulation parametrisieren - Simulationsparameter

ALLGEMEINE PARAMETER

Parameter	Wert	Erläuterung
Instanzen	200	Entspricht 0,25/min
Ankunftsrate	~ 0,25 / min (15 / h)	1 Gast alle 4 Minuten
Öffnungszeiten	07:00 – 20:00	13 Stunden geöffnet

Schritt 2: Simulation parametrisieren – Prozess

RESSOURCEN-POOLS

Pool	Personen	€/min	€/h
Barista	1	0,367 €	22,00 €
Servicekraft / Kasse	1	0,300 €	18,00 €

GATEWAY-WAHRSCHEINLICHKEITEN

Gateway	Pfad	Wahrscheinlichkeit
Getränktyp?	Einfach	30 %
Getränktyp?	Spezial	70 %
Bezahlart?	Mit Karte	70 %
Bezahlart?	Bar	30 %

Woher kommen die Daten?



IT-System-Logs

SAP, Jira, ServiceNow, Camunda — jedes System speichert Timestamps. Aufgabe gestartet, Aufgabe abgeschlossen. CSV-Export → fertig.

GENAUIGKEIT

Hoch



KI-Assistent + CSV-Fit im MINAUTICS-Tool

CSV-Datei hochladen → Gemini fittet autom. die beste Verteilung. Oder: Prozesskontext beschreiben → KI schlägt Startwerte vor.

AUFWAND

Minimal



Beobachtung & Expertenschätzung

Stoppuhr, Zeitstudie oder einfache Dreipunktschätzung: Minimum, Normal, Maximum → Dreiecksverteilung. Kein IT-System nötig.

GENAUIGKEIT

Mittel



Selbst grobe Schätzungen liefern Mehrwert — sie machen sichtbar, wo ein Prozess unter Last bricht. Das ist oft wichtiger als die exakte Zahl.

Schritt 2: Simulation parametrisieren – Aktivitäten

Aufgaben und Verteilungen

Aufgabe	Verteilung	μ (min)	σ (min)	Ressource
Bestellung aufnehmen	Normal	1,5	0,5	Servicekraft / Kasse
Einfaches Getränk zubereiten	Normal	2,5	0,5	Servicekraft / Kasse
Spezialgetränk zubereiten	Normal	5,0	1,0	Barista
Getränk übergeben	Fixed	0,5	—	Servicekraft / Kasse
Mit Karte zahlen	Uniform	Min. 0,3	Max. 0,8	Servicekraft / Kasse
Bar zahlen	Normal	1,0	0,3	Servicekraft / Kasse

Schritt 3: Szenarien definieren

Die Szenarien

Gleicher Prozess, je
200 Instanzen –
verschiedene
Bedingungen

Ab ins Tool


SZENARIO 1
Normalbetrieb
 Referenz · Café im Regelbetrieb

Ankunftsrate	0,25 / min = 15 Gäste/Stunde
Instanzen	200 fest
Barista – Kapazität	1
Servicekraft/Kasse	1
GW Getränkety → Spezial	70 % Einfach 30 %

Laden → Simulieren → speichern als „Normalbetrieb“


SZENARIO 2
Hochbetrieb
 Doppelte Ankunftsrate ·
starke Auslastung

Ankunftsrate	0,50 / min ↑ doppelt
Instanzen	200 fest
Barista – Kapazität	1 unverändert
Servicekraft/Kasse	1 unverändert
GW Getränkety → Spezial	70 % unverändert

Ankunftsrate ändern → Simulieren →
speichern als „Hochbetrieb“


SZENARIO 3
Nur Barista +1
 Naheliegende Lösung –
reicht nicht

Ankunftsrate	0,50 / min wie Sz. 2
Instanzen	200 fest
Barista – Kapazität	2 ← Änderung
Servicekraft/Kasse	1 unverändert
GW Getränkety → Spezial	70 % unverändert

Barista auf 2 → Simulieren →
speichern als „Nur Barista +1“


SZENARIO 4
Beide +1
 Barista + Kasse ·
vollständige Lösung

Ankunftsrate	0,50 / min wie Sz. 2
Instanzen	200 fest
Barista – Kapazität	2 wie Sz. 3
Servicekraft/Kasse	2 ← Änderung
GW Getränkety → Spezial	70 % unverändert

Kasse auf 2 → Simulieren →
speichern als „Beide +1“


SZENARIO 5
KI-optimiert
 KI-Optimierung
auf Durchlaufzeit

Ankunftsrate	
Instanzen	
Barista – Kapazität	
Servicekraft/Kasse	
GW Getränkety → Spezial	

KI-Optimierung starten → Parameter übernehmen →
speichern als „KI-optimiert“

Engpass erkannt —
Optionen sichtbar

Ergebnisse in
Sekunden

Schritt 4: Ergebnisse und Fazit

Metrik	Normalbetrieb <i>Referenz</i>	Hochbetrieb	Optimiert	Optimiert*	KI-optimiert (DLZ)
 Änderungen	Referenz	Ankunft: 0.25 → 0.5/min	Ankunft: 0.25 → 0.5/min Barista: 1 → 2×	Ankunft: 0.25 → 0.5/min Barista: 1 → 2× Servicekraft / Kasse: 1 → 2×	Ankunft: 0.25 → 0.5/min Barista: 1 → 4× Servicekraft / Kasse: 1 → 4×
 Ø Durchlauf	20.4 min	307.4 min	314.1 min	18.3 min	7.0 min
 P90	32.5 min	389.6 min	420.7 min	28.1 min	8.9 min
 Ø Wartezeit	13.5 min	300.6 min	307.3 min	11.5 min	0.1 min
 Abgeschl.	200	200	200	200	200
 Kosten	€ 454	€ 454	€ 452	€ 456	€ 459

● Grün = bester Wert

Schritt 5: Fazit

01 Simulation macht sichtbar, was Intuition verbirgt

Szenario 3 ist der Beweis: Wer nur den Barista verdoppelt, macht es schlimmer (314 vs. 307 min.). Simulation zeigt, dass ein gelöster Engpass sofort den nächsten freilegt.

02 Kleine Parameter. Große Wirkung

Von 307 Minuten auf 7 Minuten – bei einem Kostenzuwachs von gerade mal 5€ (97 % Zeitersparnis bei 1 % Mehrkosten). Kein “Bauchgefühl” liefert diese Präzision.

03 KI beschleunigt den Erkenntnisgewinn

Was früher Simulationsexperten benötigte und Tage dauert, geht heute in Minuten (quantitativ + qualitativ).

04 Simulations ist Risikoabsicherung und Investitionsschutz

Jede organisatorische Änderung kostet neue Stellen, Umstrukturierungen, IT-Projekte.

ABSCHLUSS

Selber

Ausprobieren?

Wir öffnen den MINAUTICS BPMN 2.0-Simulator (Beta V0.9) für einen begrenzten Zeitraum.

Feedback erwünscht (Feedback-Button im Tool – oder persönlich)

 Feedback



KI:
Ein



Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit
Gibt es Fragen?

Entscheidungskriterien

Entscheidungskriterien für die Simulation (DES) von BPMN-Prozessen



1. Prozesskomplexität

- viele Prozessschritte
- parallele Abläufe
- komplexe Entscheidungslogiken
- mehrere Rollen/Systeme

Beispiel: Krankenhausaufnahme



2. Ressourcenabhängigkeiten

- begrenzte Mitarbeiter
- Maschinen, Räume, Systeme
- gemeinsame Nutzung von Ressourcen

Fragen: Wo entstehen Engpässe?
Wie hoch ist die Auslastung?



3. Warteschlangen und Engpässe

- Wartezeiten beeinflussen den Prozess wesentlich
- Nachfrage schwankt
- Priorisierung spielt eine Rolle

Analysierbar: Queue-Längen, Durchlaufzeiten, SLA-Verletzungen



4. Stochastik / Unsicherheit

- variable Bearbeitungszeiten
- zufällige Ankünfte
- Ausfälle
- unterschiedliche Prozesspfade

Simulation bildet Unsicherheit realitätsnah ab.



5. Ziel der Analyse

- Durchlaufzeiten reduzieren
- Ressourcenauslastung optimieren
- Bottlenecks identifizieren
- Kosten abschätzen
- Prozessvarianten vergleichen



6. Verfügbarkeit von Prozessdaten

- Ankunftsdaten
- Bearbeitungszeiten
- Wahrscheinlichkeiten für Gateways
- Ressourcenverfügbarkeit

Belastbare Daten sind entscheidend für realistische Ergebnisse.



7. Dynamisches Verhalten über die Zeit

- Lastspitzen
- Schichtwechsel
- saisonale Effekte
- Prioritätsänderungen

DES bildet zeitabhängige Effekte und Entwicklungen ab.



Diskrete-Ereignis-Simulation eignet sich insbesondere für BPMN-Prozesse mit **begrenzten Ressourcen, variablen Bearbeitungszeiten und komplexen Interaktionen** zwischen Prozessinstanzen.



Prozess modellieren

BPMN 2.0 ist die internationale Standardsprache fuer Geschäftsprozesse — lesbar fuer Fachbereiche und IT gleichermassen.

Ziel: Den Ist-Prozess so abbilden, dass er simulierbar wird.

DIE VIER GRUNDBAUSTEINE VON BPMN 2.0

Ereignis

Etwas passiert: Prozessstart, Zeitablauf, Nachrichteneingang oder Abschluss. Ereignisse treiben den Ablauf an.

Aufgabe

Eine Arbeitseinheit: manuell, automatisiert oder dienstbasiert. Hier entstehen Durchlaufzeiten und Ressourcenbedarf.

Gateway

Eine Verzweigung: XOR (exklusiv) oder AND (parallel). Gateways steuern, welche Pfade durchlaufen werden.

Sequenzfluss

Verbindet Elemente und definiert die Reihenfolge. Mit Wahrscheinlichkeiten werden Pfadentscheidungen simulierbar.

KI-Analyse

🌟 KI-Analyse

Risiko: Niedrig

Der Prozess zeigt eine effiziente Handhabung ohne nennenswerte Wartezeiten oder Rework. Die durchschnittliche Durchlaufzeit von 7.0 Minuten wird fast ausschließlich durch die Bearbeitungszeit bestimmt, wobei die Zubereitung von Spezialgetränken den größten Einfluss hat. Die Ressourcenauslastung ist generell niedrig.

Engpaesse

- ****Aktivität "Spezialgetränk zubereiten"**: Diese Aktivität hat mit 5.0 Minuten die längste Bearbeitungszeit und ist mit 252.31 EUR der größte Kostenfaktor. Sie verursacht auch die einzige Wartezeit auf Aktivitätsebene (0.1 min), was bei steigender Nachfrage zum Engpass werden könnte.**
- ****Ressource "Barista"**: Obwohl die Auslastung bei 18.6% liegt, wird der Barista für die zeitintensive Zubereitung von Spezialgetränken benötigt und erreicht eine maximale Warteschlange von 1. Dies zeigt, dass er bereits bei der aktuellen Nachfrage ein limitierender Faktor sein kann.**

Empfehlungen

- ****Prozessoptimierung für "Spezialgetränk zubereiten"**: Analysieren und optimieren Sie die Schritte zur Zubereitung von Spezialgetränken. Mögliche Maßnahmen umfassen die Standardisierung von Rezepten, den Einsatz effizienterer Geräte oder die Vorbereitung von Komponenten, um die Bearbeitungszeit von 5.0 Minuten zu reduzieren.**
- ****Effizienzsteigerung der Ressource Barista**: Prüfen Sie, ob der Barista während geringer Auslastung zusätzliche Aufgaben übernehmen kann (z.B. Vorbereitungsarbeiten, Unterstützung bei einfachen Getränken) oder ob seine Arbeitszeit flexibler gestaltet werden kann, um die aktuell niedrige Auslastung von 18.6% zu verbessern.**
- ****Kostenanalyse der Spezialgetränke**: Untersuchen Sie die Zusammensetzung der Kosten für die Spezialgetränke (Materialien, Arbeitszeit). Eine Reduzierung der Bearbeitungszeit oder die Optimierung von Materialeinkäufen kann hier direkte Kosteneinsparungen ermöglichen.**

📊 Kostenanalyse

Die Gesamtkosten von 458.92 EUR für 200 Instanzen resultieren vollständig aus den Personalkosten der eingesetzten Ressourcen (Barista und Servicekraft/Kasse) basierend auf deren beanspruchter Zeit. Das Verhältnis von Kosten zu Durchlaufzeit ist derzeit aufgrund der niedrigen Ressourcenauslastung nicht optimal, da ungenutzte Kapazitäten Kosten verursachen. Eine Optimierung, insbesondere die Reduzierung der Bearbeitungszeit bei Engpässen wie den Spezialgetränken, würde die Kosten pro Instanz direkt senken, da die Ressourcen für diese spezifische Aufgabe weniger Zeit beanspruchen und somit geringere Kosten verursachen würden, was die Gesamteffizienz verbessert.

KI-Analyse Szenario 5 (Optimum DLZ)

6 intelligente Analyse-Features

01 Gateway-Vorschlag

KI analysiert Prozessname und Pfadbeschriftungen und schlägt realistische XOR-Übergangswahrscheinlichkeiten vor

KI FEATURE 01

02 CSV-Verteilungsfit

Echte Prozesszeiten hochladen — KI fittet die beste statistische Verteilung automatisch auf jede Aufgabe

KI FEATURE 02

03 Szenario-Assistent

Freitextbeschreibung eingeben — KI übersetzt in Simulationsparameter automatisch

KI FEATURE 03

04 Ergebnis-Interpretation

KI erklärt Simulationsergebnisse in Klartext: Engpässe, Auffälligkeiten, priorisierte Handlungsempfehlungen

KI FEATURE 04

05 Sensitivitätsanalyse

Welche Parameter haben den größten Hebel? KI variiert Werte systematisch und berechnet Einfluss-Rankings

KI FEATURE 05

06 Optimierungs-Loop

KI simuliert iterativ, vergleicht Szenarien und gibt konkrete Parameter-Empfehlungen für Ziel-KPI

KI FEATURE 06