Develop – Neue Fähigkeiten und Systemstrukturen entwickeln

Example – Develop:
The company develops a cross-system M-Q-M digital twin of its order-to-delivery cycle. ERP, WMS, TMS, energy, quality and sensor data are integrated into a common state model. Process Mining is used to calibrate actual process variants, formal process models verify feasible workflows, and scenario simulation tests new dock schedules, cross-docking rules, warehouse capacities and transport resources before they are implemented.

Konkretes M-Q-M-Beispiel

Develop geht über die inkrementelle Verbesserung hinaus:

Das Unternehmen baut eine neue organisatorische und technische Fähigkeit auf, die bisher nicht vorhanden war.

Zu entwickelnde Fähigkeit

Ein **systemübergreifender Digital Twin** verbindet:

- Transportaufträge,
- Fahrzeuge,
- Touren,
- Sendungen,
- Lagerplätze,
- Bestände,
- Rampen,
- Personalressourcen,
- Energieverbräuche,
- Qualitätsereignisse,
- Regeln und Freigaben,
- Ergebnisse und Wirkungen.

M-Q-M-Architektur des Digital Twin

Komponente	Aufgabe
Q3-Planungsdienst	Ziele, Auftragsmengen, Prioritäten und Planungshorizonte verwalten
Q2-Prozessdienst	Waren-, Energie-, Daten- und Ressourcenflüsse aktualisieren
Q1-Regelungsdienst	Regeln anwenden, Konflikte lösen und Modi setzen
Q4-Evaluationsdienst	Ergebnisse, Rückstände, Qualität, Energie und KPIs bewerten
Kopplungsoperatoren	Zustände fachlich und kontextabhängig verbinden
Widerstandsoperatoren	zeitversetzte Rückkopplungen modellieren
Historie	frühere Zustände, Regeln, Modi und Entscheidungen erhalten
Szenarioservice	alternative Pläne und Störfälle simulieren

Das Simulationsmodell trennt entsprechend Systemzustand, Quadrantenzustände, typisierte Werte, Kopplungsoperatoren und Rückkopplungen. Vorgeschlagen werden unter anderem Dienste für Planung, Prozesssteuerung, Transformationsregelung und Ergebnisbewertung.

Verbindung vorhandener Methoden

Die Entwicklungsarchitektur kann beispielsweise kombinieren:

- ERP, WMS und TMS als operative Datenquellen,
- IoT- und Energiesysteme für Zustandsdaten,
- Process Mining für tatsächlich durchlaufene Varianten,
- formale Prozessmodelle für zulässige und blockierte Abläufe,
- M-Q-M für Ziel, Semantik, Governance und Wirkung,
- Digital Twin für Szenarien und Zustandsprognosen.

M-Q-M, Petri-Netzen und Process Mining werden unterschiedliche, komplementäre Aufgaben zugeordnet: M-Q-M für Semantik und Entscheidung, Petri-Netze für Ausführung und Verifikation sowie Process Mining für Beobachtung und empirische Kalibrierung.

Konkretes Entwicklungsszenario

Vor einer baulichen Erweiterung des Lagers werden vier Alternativen simuliert:

1. zusätzliche Rampe,
2. veränderte Schichtzeiten,
3. Cross-Docking für ausgewählte Sendungen,
4. zusätzliche externe Transportkapazität.

Bewertet werden nicht nur Kosten und Durchsatz, sondern zugleich:

- Lieferfähigkeit,
- Bestandswirkung,
- Energieverbrauch,
- Emissionen,
- Sicherheitsrisiko,
- Personalbedarf,
- Störungsresilienz.

Ergebnis des Beispiels

Das Unternehmen besitzt danach eine neue Fähigkeit:

Änderungen an Prozessen, Kapazitäten und Regeln können vor ihrer realen Umsetzung systemübergreifend getestet und mit gemeinsamen Ziel- und Wirkungskriterien bewertet werden.

Gesamtablauf des Beispiels

```
ANALYZE
System verstehen, Daten klassifizieren und Szenarien simulieren
        ↓
DISCUSS
Ergebnisse interdisziplinär interpretieren und Prioritäten entscheiden
        ↓
IMPROVE
Bestehende Prozesse, Regeln, ERP-, WMS- und TMS-Nutzung verbessern
        ↓
DEVELOP
Neue Daten-, Digital-Twin- und Simulationsfähigkeiten aufbauen
        ↓
INNOVATE
Teilautonome Entscheidungsarchitektur beziehungsweise Cognitive Twin
einführen
        ↓
CONTROL
Organisation kontinuierlich und rückgekoppelt steuern
        ↓
Neue Q4-Ergebnisse werden zur Grundlage der nächsten Analyse und Planung
```

Damit bilden die sechs Punkte keinen linearen Einmalprozess, sondern einen lernenden Managementkreislauf. Die Ergebnisse des **Control**-Schrittes werden zu neuen Daten und Erkenntnissen für **Analyze**, wodurch sich Organisation, Regeln und Zielsystem historisch weiterentwickeln.
