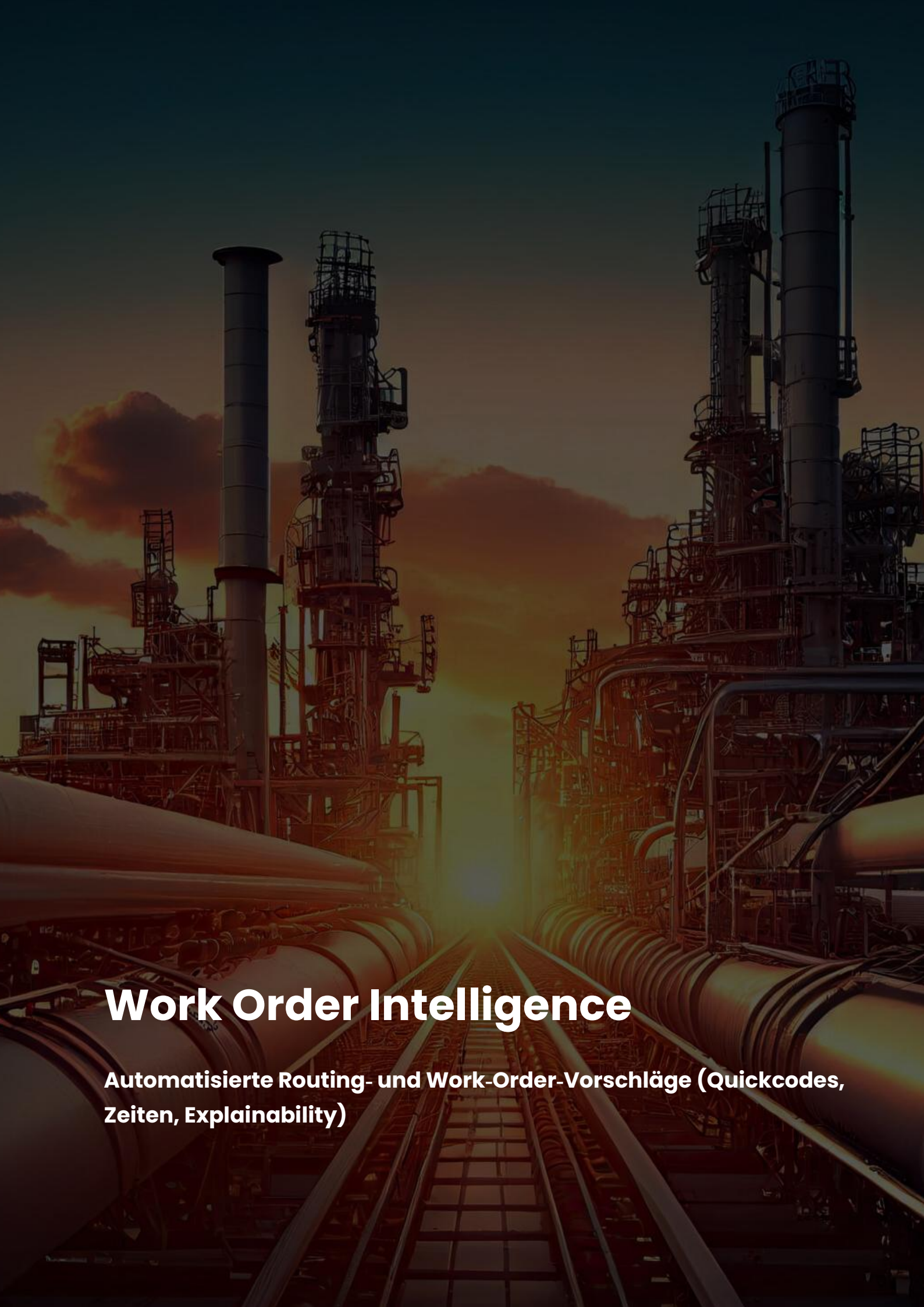


A photograph of an industrial facility, likely a refinery or chemical plant, at sunset. The scene is dominated by tall, cylindrical distillation columns and a complex network of pipes and structural steel. The sky is a mix of orange, yellow, and blue, with some clouds. The foreground shows a series of parallel pipes or walkways leading towards the center of the image, creating a sense of depth. The overall lighting is warm and dramatic, with the sun low on the horizon.

Work Order Intelligence

Automatisierte Routing- und Work-Order-Vorschläge (Quickcodes, Zeiten, Explainability)



Whitepaper – Work Order Intelligence

Automatisierte Routing- und Work-Order-Vorschläge (Quickcodes, Zeiten, Explainability)

Zielgruppe: VP Technology, Production Planning, Manufacturing Engineering, ERP/IT

Datum: 2026-01-07



1. Executive Summary

In vielen Fertigungsorganisationen entstehen Routings/Work Orders heute aus Erfahrungswissen, Excel-Logik und individuellen Heuristiken. Das führt zu (1) inkonsistenten Arbeitsplänen, (2) hohen Schleifen-/Nacharbeitskosten und (3) großen Terminrisiken – insbesondere dort, wo Engpässe (Bottlenecks), Outsourcing-Lead-Times und Qualitätsprüfungen den größten Hebel haben.

Work Order Intelligence ist ein Produktansatz, der **Routing-Vorschläge** automatisiert erzeugt und dabei drei Kernanforderungen erfüllt:

- **Korrekte Sequenzierung** der Prozessschritte (z. B. Programming → Materialzuschnitt → Fertigung → QC → Finish → Gravur).
- **Planbare Zeit-/Lead-Time-Bausteine** (Setup/Run/OP-Time), ohne „magische“ Versprechen.
- **Explainability & Governance:** Jeder Vorschlag ist nachvollziehbar („warum dieser Schritt?“) und Änderungen am Regelwerk sind versioniert und regression-getestet.

2. Problem: Warum Work Orders teuer sind (und warum Ausnahmen dominieren)

Arbeitsplanung ist nicht nur „Reihenfolge“. Sie ist ein Multiplikator für Kosten und Durchlaufzeit.

2.1 Typische Pain Points

- **Bottlenecks & Kapazitätsengpässe:** Falsches Routing verschiebt Last in kapazitätslimitierte Work Centers (z. B. 5X/3X, Surface Finish, Welding). Das erzeugt Terminverschiebungen, Umplanungen und Prioritätskonflikte.
- **Achs-/Maschinenlogik (3X vs 5X) und Material-Sonderfälle:** Kleine Regelbrüche (z. B. Reihenfolge bei Kunststoff-Teilen) können Umspannen, Fehlteile oder zusätzliche Bearbeitungsschleifen auslösen.



- **Outsourcing-Entscheidungen mit langen Lead-Times:** OP-Times in Business Days sind der größte Schedule-Hebel. Eine falsche Outsourcing-Policy ist nicht „nur“ ein falscher Schritt – sie ist ein Terminrisiko.
- **QC-/Inspection-Logik:** QC an der falschen Stelle führt zu teurer Bearbeitung ohne Nutzen oder fehlenden Pflichtprüfungen.
- **Assemblies vs Parts:** Unterschiedliche Regeln (z. B. QC-Exemptions, spezielle Schreib-/Markierschritte) machen „one size fits all“ unmöglich.

2.2 Warum rein datengetriebene Ansätze oft scheitern

Viele Unternehmen haben gute Auftrags-/Zeitdaten, aber:

- Setup vs Run Time ist nicht sauber getrennt,
- historische Routings enthalten Ausnahmen, Workarounds, „Legacy-Codes“,
- Sonderfälle sind selten, aber teuer.

Daher ist ein **regelbasierter, erklärbarer Kern** für den Einstieg oft die risikoärmste Strategie.

3. Lösung: Work Order Intelligence (was das Produkt liefert)

3.1 Inputs (typisch)

- **CAD / Geometrie** (z. B. prismatic/rotational/sheet metal)
- **BOM** (Material, Rohform, Zukaufteile, z. B. Ensats/Studs/Federn)
- **Drawing / Spezifikationen** (z. B. Surface-Finish-Anforderungen, Nacharbeit)

3.2 Output

Ein Routing-/Work-Order-Vorschlag als strukturierter Plan:

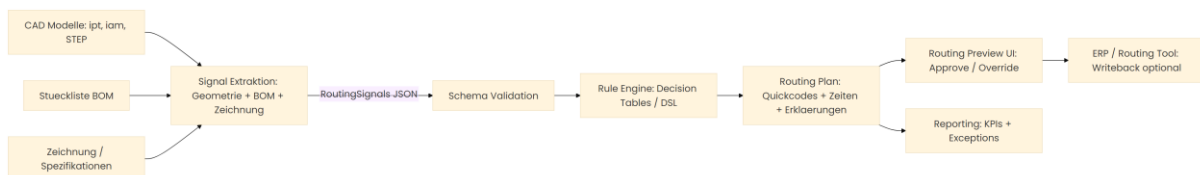
- **Quickcode-Sequenz** (geordnet)



- **Zeit-/Lead-Time-Bausteine** (SU/RT/OP-Time)
- **Costing/Variant-Hinweise** (Material-/Typabhängig)
- **Explainability:** „Rules applied“ + Notes pro Vorschlag

4. Architektur: Contract-First, Explainable by Design

Kernidee: Entkopple Signal-Extraktion (CAD/BOM) von Routing-Logik. So kann die Routing-Logik unabhängig von CAD-Lizenzen und Integrationen iteriert und abgesichert werden.



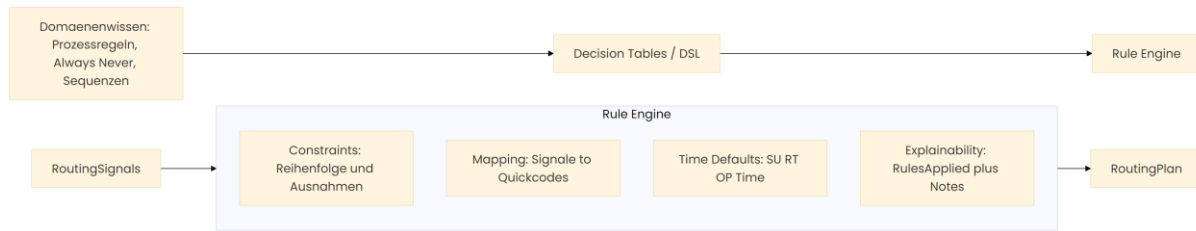
4.1 RoutingSignals als Vertrag (Contract)

- Klare Signal-Struktur statt „Freitext“
- Validierbar per JSON-Schema
- Ermöglicht Testdaten-Fixtures, Regression und CI

4.2 Rule Engine als Produktkern

Der Routing-Kern ist als **Decision-Table/DSL** aufgebaut:

- **Constraints:** Reihenfolge, Exemptions, Always/Never-Policies
- **Mapping:** Signale → Quickcodes
- **Defaults:** Zeit-/Lead-Time-Bausteine, die später kalibriert werden
- **Explainability:** Jede Entscheidung wird begründet



5. Was daran „besonders“ ist (Messaging / Differenzierung)

5.1 Fokus auf die teuersten Hebel

Work Order Intelligence optimiert zuerst dort, wo Fehler am meisten kosten:

- **Bottleneck-Work-Centers** (Kapazität & Priorisierung)
- **Outsourcing mit Lead Times** (Schedule-Hebel)
- **QC-/Inspection-Sequenzen** (Kosten-/Compliance-Hebel)
- **Achslogik & Material-Sonderfälle** (Fehlteil-/Rework-Hebel)

5.2 Explainability statt Black Box

- Routing ist nicht nur „ein Ergebnis“, sondern ein Vorschlag mit Begründung.
- Das schafft Akzeptanz bei Planern und reduziert Risiko beim Rollout.

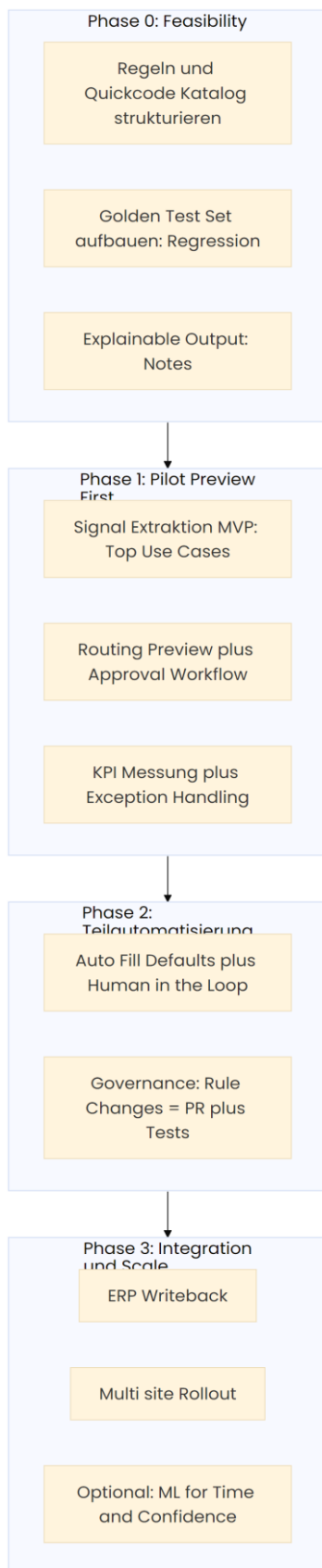
5.3 Governance-fähig

- Regeln sind versioniert, reviewbar und regression-getestet.
- Änderungen werden wie Software behandelt (PR-Flow + Tests), nicht als Excel-Wildwuchs.

6. Rollout: Preview-First statt Big Bang



Der Rollout ist bewusst risikogestuft:





6.1 Pilot (typisch 6–10 Wochen)

Ziel: Preview im Routing Tool/ERP-Umfeld, Human-in-the-Loop, messbare KPIs.

Deliverables:

- Signal-Extraktion MVP für definierte Top-Use-Cases
 - Routing Preview (Approve/Override) + Explainability
 - KPI-Report (Coverage, Exceptions, Zeit-/Lead-Time-Kalibrierbarkeit)
-

7. KPIs (realistisch, messbar, governance-kompatibel)

Statt „KI verspricht 100%“ werden KPIs pragmatisch definiert:

- **Step Coverage:** Wie häufig trifft die Sequenz die erwarteten Prozessschritte?
 - **Exception Rate:** Wie oft braucht es Overrides – und warum?
 - **Time/Lead-Time Fitness:** Wie gut sind Zeit-/Lead-Time-Bausteine kalibrierbar (Setup vs Run vs OP-Time)?
 - **Explainability/Adoption:** Wie häufig werden Vorschläge akzeptiert (Approve-Rate)?
-

8. Sicherheit & Betrieb (Kurzfassung)

- **Data Minimization:** Im Kern reichen RoutingSignals; CAD-Dateien müssen nicht permanent im System bleiben.
- **Auditability:** RulesApplied/Notes dienen als Audit Trail.
- **Change Control:** Regeländerungen nur über kontrollierten Prozess (Review + Tests).



9. FAQ (Einwände & Antworten)

„Wir haben kein perfektes Datenmodell für Zeiten.“

Das ist normal. Der Pilot trennt bewusst: erst Sequenz & Governance stabilisieren, dann Zeit-/Setup-Kalibrierung mit realen Postings.

„Ohne vollständige CAD-Integration ist das nicht nutzbar.“

Der Ansatz ist bewusst entkoppelt: Routing-Kern ist unabhängig, Signal-Extraktion kann schrittweise ausgebaut werden.

„Wer pflegt Regeln, ohne Chaos?“

Governance ist Teil des Produkts: Owner-Rollen, PR-Flow, Regressionstests, Versionierung.

„Warum nicht direkt ML?“

ML kann später Mehrwert bringen (Confidence/Time), aber der Einstieg ist risikoarm regelbasiert – gerade wegen seltener, teurer Ausnahmen.

10. Call to Action (für Vertrieb)

Wenn Sie Work Orders schneller, konsistenter und auditierbar erzeugen möchten, empfehlen wir einen **Preview-First Pilot** mit klaren KPIs und Governance. Das minimiert Integrationsrisiko und schafft früh messbaren Nutzen.

Anhang A – „Claims“ für Marketing (kurz & verwendbar)

- **Explainable Work Orders:** Jede Entscheidung ist nachvollziehbar – keine Black Box.
- **Contract-First Architektur:** Routing-Logik ist stabil testbar, unabhängig von CAD-Integrationen.



- **Bottleneck- und Outsourcing-Fokus:** Optimierte die teuersten Hebel im Routing.
- **Governance-fähig:** Regeln sind versioniert, reviewbar und regression-getestet.
- **Preview-First Rollout:** Human-in-the-Loop statt Big Bang.