CONWEAVER

Whitepaper

Digitale Transformation in der Fertigungsindustrie

Yeghishe Mkhitaryan & Udo Jauernig, Januar 2026

Orientierungs- und Handlungsrahmen für bessere Entscheidungen und gezielte Investitionen

Summary

Die Fertigungsindustrie steht unter anhaltendem Transformationsdruck. Wettbewerb verschärft die Kostensituation. Die Entkopplung der Wirtschaftsräume erhöht Lieferkettenrisiken. Der demografische Wandel verstärkt die Fachkräfteknappheit. Regulatorische Anforderungen fordern mehr Nachhaltigkeit. Neue Tech-Wellen wie GenAI, Agentic AI, Robotics verändern Spielregeln und Taktung fundamental.

Unternehmen wollen intelligenter, effizienter, effektiver und damit wettbewerbsfähiger werden. Die Wirkungsgrade von Initiativen auf Basis klassischer Ressourcen stagnieren allerdings oft, reaktive und punktuelle Einzelinitiativen („Pilotitis") liefern selten Wirkung in der Fläche.

Dieses Whitepaper bietet einen Orientierungs- und Handlungsrahmen. **Es hilft Entscheidern, ihren Status Quo zu bestimmen, gezielt zu priorisieren, skalierbar zu investieren und messbar zu liefern.**

Der Rahmen unterscheidet Digitalisierung (taktische Prozesshebel) von Digitaler Transformation (strategische Geschäftsmodell- und Operating-Model-Hebel). Beide sind in wiederkehrenden Wellen/S-Kurven verankert: *Explore → Prove → Scale → Run/Optimize → Renew*.

Zwei komplementäre Modelle strukturieren den Weg:

- **Karl-Heinz Lands „Digitaler Darwinismus“** beschreibt den Marktdruckpfad von Digitalisierung über Vernetzung und Automatisierung bis zur Dematerialisierung.
- **Klaus Norths „Wissenstreppe“** zeigt die Fähigkeitslogik vom Rohdatenmanagement über Informations- und Wissensbildung bis zum Handeln und messbaren Erfolg.

Das Whitepaper diskutiert die grundsätzlichen Änderungen mit ihren tiefgreifenden Eingriffen in die Arbeitsweisen für wesentliche Funktionsbereiche in Unternehmen.

Wir identifizieren **Gamechanger-Technologien** mit kurzer Time-to-Impact und hoher Skalierbarkeit im Business: AI/GenAI/Agentic AI, Robotics, Spatial & Immersive Computing, Data/Platforms, Hybrid/Edge Computing und Digital Trust.

Wir zeigen, wie in der **Referenzarchitektur von CONWEAVER** der Enterprise Knowledge Graph (EKG) als föderierter Wissens-Backbone mit Artificial Intelligence for IT Operations (AIOps) zusammenarbeitet, um Daten und Modelle in betriebsfähige Produkte mit Verträgen zu verwandeln. Agenten, Robotics und Workflows skalieren somit nicht isoliert, sondern als wiederverwendbare Wertmaschine. Zwei Perspektiven (Plattform-Enablement vs. Domänen-Outcomes) beschleunigen dabei Time-to-Value und Wiederverwendung.

Das Whitepaper stellt einen **Transformation-Readiness-Check** und einen kurzfristig nutzbaren **90-Tage-Umsetzungspfad** vor: Diagnose → Leuchtturm → Scale-Mechanik → Governance.

Das Ergebnis: Unternehmen gelangen von Piloten zu skalierbarer Wertschöpfung – messbar an Kennzahlen wie First Pass Yield (Prozessqualität), On Time In Full (Lieferperformance), Mean Time to Repair (Reaktionsgeschwindigkeit), Time-to-Quote (Agilität) und Net Promoter Score (Kundenzufriedenheit).

Inhalt

1. Ausgangssituation und Motivation 4
2. Framework des Wandels: Digitalisierung und digitale Transformation 5
3. Struktur- und Kompetenzmodelle des digitalen Wandels 9
4. Aktuelle Tech-Trends und Gamechanger-Technologien 14
5. Voraussetzungen: Digitales Ökosystem und Referenzarchitektur 19
6. Verknüpfen von Modellen, Technologien und Unternehmensrealität 22
7. Das Betriebsmodell für digitale Transformation 26
8. Digitale Transformation: Von der Theorie zur Praxis 26

1. Ausgangssituation und Motivation

Die Fertigungsindustrie ist aktuell mit vielschichtigen Herausforderungen konfrontiert. Eine Situation, die durch diverse Paarungen von Einflussfaktor-Kategorien geprägt ist:

- Druck/Einfluss von außen aus dem Umfeld vs. Druck/Einfluss von innen im Unternehmen
- Kosten sparen (Effizienz) vs. neue Einnahmen generieren (Effektivität)
- Prozesse operativ betreiben (Exploitation) vs. neue Ideen, Märkte, Geschäftsmodelle, Technologien strategisch erforschen (Exploration)
- Stabilität und Kontinuität der Organisation (Run) vs. dynamischer Veränderungen (Change)

Unternehmen müssen zunehmende Risiken in globalen Lieferketten bewältigen, mit einem spürbaren Fachkräftemangel umgehen und verschärfte Nachhaltigkeitsauflagen erfüllen – und das alles gleichzeitig. Parallel dazu rollt eine neue Technologiewelle heran: mit Generative AI, agentenbasierten Systemen und Robotics, die das Fundament industrieller Wertschöpfung in Frage stellen und neu gestalten.

In diesem dynamischen Umfeld müssen bestehende Geschäftsmodelle abgesichert und operativ effizient betrieben werden – und es gilt, zukunftsfähige Strukturen strategisch aufzubauen und neue Wertquellen effektiv zu erschließen.

Unternehmen können diese Herausforderungen langfristig, mittelfristig und kurzfristig nur im Zusammenspiel von Strategie, Planung und Umsetzung bewältigen – mit der Fähigkeit, sich dynamisch an Veränderungen anzupassen.

Entscheider benötigen dafür drei Dinge:

1. Klare Einschätzungen, Klassifikationen und Analysen als Basis für fundierte Entscheidungen,
2. einen Orientierungs- und Handlungsrahmen, der strategische Leitplanken vorgibt,
3. und eine realistische Bestimmung des Status quo ihrer eigenen Organisation – inklusive Pfadabhängigkeiten und Stärkenprofil.

Nur so gelingt es, aus der reaktiven „Falle“ ständiger Anpassung auszubrechen und eine proaktive Gestaltung der Zukunft einzuleiten.

Vieles deutet darauf hin, dass wir am Beginn neuer Zyklen von Digitalisierung und digitaler Transformation stehen. Wer es jetzt schafft, seine Initiativen zu industrialisieren, wird die Spielregeln der nächsten Welle maßgeblich mitbestimmen.

2. Framework des Wandels: Digitalisierung und digitale Transformation

Zum besseren Verständnis ist die Unterscheidung zwischen Digitalisierung und digitaler Transformation zentral. Beide Ansätze ergänzen sich, verfolgen jedoch unterschiedliche Ziele und Strategien.

Digitalisierung (Effizienzsteigerung der bestehenden Arbeitsweisen):

Digitalisierung bedeutet, analoge Informationen und Arbeitsschritte in digitale Form zu überführen und diese zu automatisieren. Sie wirkt prozessnah und taktisch – mit dem Ziel, Abläufe schneller, fehlerärmer und transparenter zu machen. Typische Beispiele sind

- die Umstellung von Papierrechnungen auf elektronische Rechnungen,
- die Nutzung von eSignatures anstelle manueller Unterschriften,
- die Erfassung von Maschinenzuständen als Sensordatenstream anstelle eines physischen Logbuchs
- oder die Ablösung endloser Excel-Mail-Schleifen durch Workflow-Tools.

Die Effekte lassen sich klar messen: geringere Durchlaufzeiten, sinkende Fehlerquoten, steigende Automatisierungsraten, niedrigere Prozesskosten pro Einheit sowie eine bessere Transparenz über alle Prozessschritte.

Digitale Transformation (Wertsteigerung durch neuartige Arbeitsweisen):

Digitale Transformation geht deutlich weiter. Sie beschreibt den strategischen Umbau von Geschäftsmodell, Kundenerlebnis, Operating Model, Organisation und Kultur – auf Basis digitaler Technologien. Während die Digitalisierung bestehende Prozesse effizienter macht, verändert Transformation grundlegend, wie ein Unternehmen Wert schafft. Sie ist strategisch, ganzheitlich und wirkt auf mehreren Ebenen zugleich. Beispiele sind

- neue Erlösmodelle wie „Product-as-a-Service“, die durch Remote Monitoring oder Predictive Maintenance möglich werden,
- oder der Wechsel von isolierten Abteilungsprozessen hin zu integrierten End-to-End-Customer Journeys.

Auch hier lassen sich die Effekte klar in KPIs abbilden: höherer Anteil digitaler Umsätze, steigende wiederkehrende Erlöse, bessere Kundenbindung und Retention, schnellere Time-to-Market, höhere Deployment-Frequenz und ein effizienterer Umgang mit IT-Budgets im Verhältnis zum Umsatz.

DIGITALISIERUNG VS. TRANSFORMATION

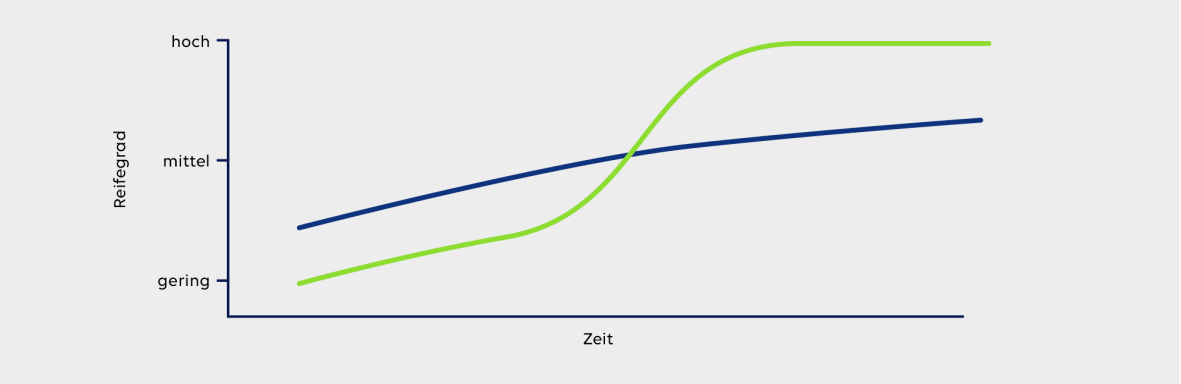


Abb. 1: *Digitalisierung (blau) mit stetiger Verbesserung bestehender Prozesse, Transformation (grün) mit disruptiven Sprüngen zu neuen Geschäftsmodellen und größerem Hub bzgl. digitaler Reife.*

Das Verhältnis der beiden Ansätze:

- Digitalisierung ist eine Teilmenge der digitalen Transformation.
- Man kann viel digitalisieren, ohne wirklich zu transformieren.
- „Transformation ohne Digitalisierung“ gibt es nicht.

Zur Verdeutlichung zusammengefasst:

- Digitalisierung bedeutet: „Gleiches Ziel – schneller, papierlos, automatisiert.“
- Digitale Transformation bedeutet: „Wertversprechen, Erlöse, Strukturen oder Kundenerlebnis verändern sich grundlegend.“

Häufige Irrtümer oder Fallen (wie bei jeder Transformation):

- *Tech-first statt Problem-first:* Tool gekauft, Problem bleibt.
- *Pilotitis:* Viele Piloten, kein Rollout/Scale.
- *Projekt- statt Produktdenken:* Keine dauerhafte Ownership.
- *Nur Kosten sparen, keine Wachstumsstory.*
- *Kultur & Skills ignoriert:* Ohne Change-Management scheitert jede Transformation.

So sieht die sinnvolle Reihenfolge der Transformation aus:

Vision → Geschäftsmodell → Operating Model → Prozesse & Daten → Technologie

Digitalisierung wirkt vor allem auf den letzten zwei Stufen, während digitale Transformation in alle Stufen greift.

Die zyklische Dynamik von Digitalisierung und digitaler Transformation

Beide Ansätze sind keine einmaligen Projekte, sondern wiederkehrende Zyklen. Sie verlaufen in Wellen, die sich regelmäßig erneuern und vertiefen. Jeder neue Technologiesprung, etwa von On-Premise über Cloud zu KI/GenAI, stößt eine neue Runde an. Man identifiziert unterschiedliche Trigger der Wellen, die jeweils neue Runden auslösen: Technologiesprünge, Architektur-Reset oder Standardwechsel.

Technologiesprünge: On-Prem → Cloud → AI/GenAI. Jede dieser Wellen rechtfertigt es, Altarchitekturen abzulösen.

Architektur-Reset: Monolith → Microservices/Events → Data Lake → Lakehouse → Knowledge Graph/Enterprise Knowledge Graph (Graph Mesh). Jede dieser Stufen sprengt und überwindet die inhärenten Grenzen der vorherigen.

Standardwechsel: proprietäre Schnittstellen → offene APIs → Plattform-Ökosysteme

Trigger/Treiber der neuen Zyklen und Wellen:

- ***Markt & Regulierung*** ändern Spielregeln, eine nächste Runde beginnt
- ***Technische/organisatorische Schuld*** sammelt sich, es folgen Refactoring und Neuaufbau
- ***Pfadabhängigkeit*** macht inkrementelle Verbesserungen billig, aber Richtungswechsel teuer; daraufhin wechseln die Wellen den Pfad
- ***Kompetenzschwund, Fachkräftemangel*** treiben das Kompetenzrisiko, neue Runde startet
- ***Sättigung:*** KPIs flachen ab, es werden andere Hebel nötig

Die Muster der Wellen folgen immer dem Schema ***Explore → Prove → Scale → Run/Optimize → Renew/Refactor***. Dabei enden die Wellen jeweils nicht perfekt, sondern stabil, bis die nächsten Trigger relevant werden.

Zyklus der Digitalisierung (taktisch, prozessnah):

- **Takt:** Wochen/Monate (3–12 Monate pro Thema)
- **Loop:** PDCA/Kaizen: Engpass finden → automatisieren → messen → nächster Engpass
- **Abschluss:** Wenn der Prozess nahe „best practice“ ist; startet eine neue Runde durch neue Tools/Daten.

Zyklus der Digitalen Transformation (strategisch, geschäftsmodell-nah):

- **Takt:** Jahre (18–36 Monate pro Welle)
- **Loop:** Geschäftsmodell-/Plattform-Wechsel planen → Leuchtturm beweisen → skalieren → Betrieb professionalisieren → Altlasten abbauen → nächste Plattform/Story
- **Abschluss:** Neues Betriebsmodell steht und liefert; nächste Welle beginnt mit neuer Value-Story/Technologie.

DIGITALSIERUNG VS. TRANSFORMATION: PHASEN UND ZYKLEN

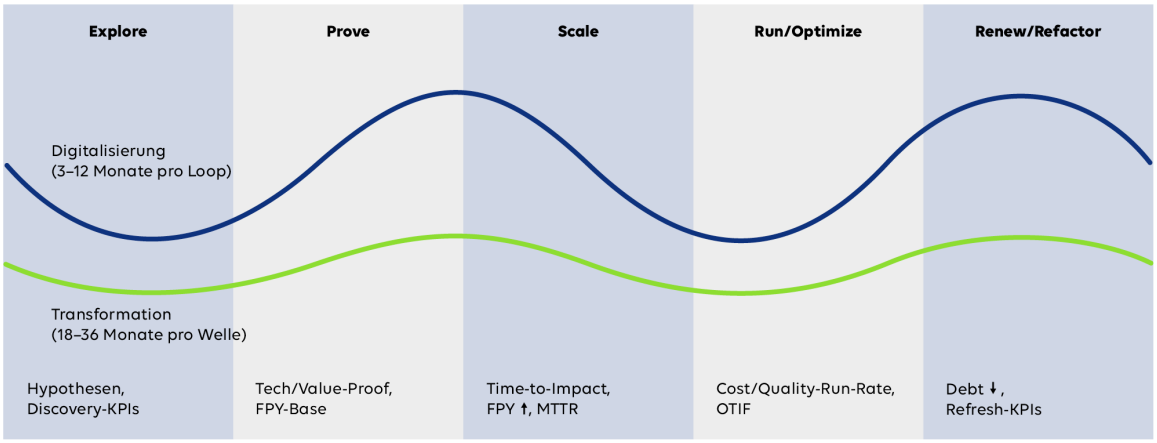


Abb. 2: *Typische Zyklen in der Digitalisierung (blau; 3–12 Monate) und der Digitalen Transformation (grün; 18–36 Monate) mit entsprechenden KPIs pro Phase.*

Indikatoren für den Beginn einer neuen Welle

Der Beginn einer neuen Transformationswelle lässt sich an klaren Mustern erkennen. Wenn **zentrale KPIs** stagnieren - wie Net Promoter Score, Retention Rate, Cost of Goods Sold, Unit Economics oder Time-to-Market - ist das meist ein erstes Warnsignal. Auch die **reduzierte Change Velocity** gibt Aufschluss: Sinkt die Deployment-Frequenz und steigen gleichzeitig die Lead-Times, verliert die Organisation an Anpassungsgeschwindigkeit.

Ein weiteres Anzeichen sind wachsende technische oder prozessuale Schulden (**Tech/Process Debt**), die Innovationen ausbremsen – wenn also mehr Workarounds als tatsächlicher Wert entstehen. Schließlich zeigen auch **externe Indikatoren** wie Preisverfall, neue Wettbewerber oder regulatorische Änderungen, dass ein neuer Zyklus bevorsteht.

Die Steuerungslogik in den Wellen

Erfolgreiche Unternehmen reagieren nicht ad hoc, sondern steuern ihre Transformation entlang klar definierter **Kadenzen**. Dazu gehören ein jährlicher Strategie-Refresh, ein rollierendes 12- bis 18-Monats-Portfolio sowie quartalsweise Entscheidungen nach dem Prinzip „scale, kill oder hold“. So entsteht ein kontinuierlicher Rhythmus, der Lernen, Bewertung und Neuausrichtung verbindet.

Dabei gilt es, zwei Perspektiven in Balance zu halten: **Run** steht für Stabilität, Kostenkontrolle und Compliance – also den sicheren Betrieb. **Change** steht für Lernen, Wachstum und Time-to-Value – die dynamische Weiterentwicklung. Nur das Zusammenspiel beider Perspektiven ermöglicht nachhaltige Fortschritte.

Begleitend dazu sorgen ein gezielt eingesetztes **Sunset-Budget** für die Abschaltung veralteter Systeme sowie fortlaufende **Capability-Roadmaps** – etwa in den Bereichen Data, API, Identity, CI/CD und Security – für eine stetige Weiterentwicklung der digitalen Fähigkeiten.

Der KPI-Fokus der Wellen

Die relevanten Kennzahlen unterscheiden sich je nach Ebene: In der **Digitalisierung** stehen operative Größen im Vordergrund – etwa Durchlaufzeiten, Fehlerquoten (First Pass Yield), Automatisierungsgrad oder Kosten pro Vorgang.
In der **Transformation** rücken dagegen strategische KPIs in den Fokus: digitaler Umsatzanteil, wiederkehrende Erlöse, das Verhältnis von Customer Acquisition Cost zu Customer Lifetime Value, Deployments pro Tag, Lead-Time oder der Anteil entkoppelter Services.

Gemeinsam bilden diese Kennzahlen das Steuerungsinstrumentarium, um den Fortschritt innerhalb der Wellen zu messen – und den richtigen Zeitpunkt für die nächste Runde zu erkennen.

Digitalisieren heißt: Prozesse kontinuierlich zu verbessern. Transformieren heißt: Wertschöpfung in mehrjährigen Wellen neu zu gestalten. Wer beides als einmaliges Projekt behandelt, stagniert – zuerst sichtbar an sinkender Geschwindigkeit, dann an ausbleibenden Ergebnissen.

3. Struktur- und Kompetenzmodelle des digitalen Wandels

Um die digitale Transformation strukturiert anzugehen, helfen bewährte Modelle bei der Orientierung. Zwei komplementäre Ansätze bieten unterschiedliche, aber sich ergänzende Perspektiven auf den Transformationsprozess.

Das Modell von Karl-Heinz Land: „Digitaler Darwinismus“

Karl-Heinz Land beschreibt den digitalen Wandel als evolutionären Prozess, der in vier Schritten verläuft: **Digitalisierung → Vernetzung → Automatisierung → Dematerialisierung**.

Seine Kernaussage: Alles, was sich digitalisieren, vernetzen und automatisieren lässt, wird es auch. Das führt letztlich zur Dematerialisierung, bei der physische Produkte zunehmend durch digitale Services ersetzt werden. Musik dient als klassisches Beispiel: von der Vinyl-LP über den Download bis hin zum Streaming.

(Quellen zu Karl-Heinz Land: Digitaler Darwinismus und Dematerialisierung)

Eingeordnet in unsere Terminologie bedeutet das:

- Digitalisierung entspricht der taktischen Ebene, in der Prozesse papierlos und schneller werden.
- Vernetzung beschreibt Plattformen, APIs und Ökosysteme.
- Automatisierung steht für Regeln, Machine Learning und operative Intelligenz.
- Dematerialisierung führt zu neuen Wertversprechen und Preismodellen, oft in Form von Abo- oder „as-a-Service"-Angeboten.

Wichtig ist der zyklische Charakter: Jede neue Technologiewelle, z.B. GenAI oder Agentic AI, stößt diese Sequenz erneut an und setzt eine neue Evolutionsrunde in Gang.

Das Modell von Prof. Klaus North: „Wissenstreppe"

Prof. Klaus North betrachtet den Wandel aus der Perspektive von Wissen und Kompetenzen. Seine Stufen lauten:

Zeichen → Daten → Information → Wissen → Kompetenz/Können → Handeln → Wettbewerbsfähigkeit/Erfolg.

Um das Modell zu verstehen, empfiehlt sich ein grundlegender Blick auf die Rolle digitalen Ressourcen wie Zeichen, Daten, Information, Wissen.

Zeichen sind elementare Symbole ohne eigene Bedeutung – etwa Bits, Bytes, Buchstaben, Ziffern oder Emojis. Erst durch Syntax oder Kodierung, beispielsweise ASCII oder UTF-8, wird ihre Interpretation eindeutig. Zeichen sind somit die kleinste digitale Einheit, aber noch ohne inhaltlichen Wert.

Daten entstehen, wenn Zeichen geordnet und einer Syntax folgend strukturiert werden. Beispiele sind eine CSV-Zeile („2025-09-08, Munich, 25"), ein JSON-Objekt, eine Tabellenzelle oder ein Logeintrag. Daten sind jedoch bedeutungsneutral: Ohne Kontext tragen sie keine Information in sich.

Information entsteht, wenn Daten in einem bestimmten Kontext für einen Empfänger nutzbar gemacht werden. Sie reduziert Unsicherheit, verdichtet Sachverhalte und beantwortet konkrete Fragen. Ein Beispiel: Aus der CSV-Zeile wird die Aussage „Am 08.09.2025 waren es in München 25°C". Informationen finden sich in Berichten, Dashboards, Alerts oder Textzusammenfassungen. Entscheidend ist: Gleiche Daten ergeben nicht zwingend die gleiche Information – Kontext und Fragestellung machen den Unterschied, etwa Wetterdaten im Vergleich zu Servertemperaturen.

Wissen geht über Information hinaus. Es entsteht durch Vernetzung und Generalisierung, kombiniert mit Erfahrung, Regeln und Heuristiken, auf deren Basis gehandelt werden kann. Wissen kann explizit vorliegen, zum Beispiel in Playbooks, Wikis, Ontologien, Wissensgraphen oder Entscheidungsmodellen („Wenn CPU > 90 °C, drosseln"). Ebenso kann es implizit sein – als Können und Erfahrung im Kopf von Mitarbeitenden. Wichtig dabei: Wissen altert, wenn es nicht gepflegt und validiert wird.

Häufige Fehlannahmen hinsichtlich der digitalen Ressourcen:

- „Daten = Information."
  → Falsch. Information braucht Zweck, Semantik, Kontext und Empfänger.
- „Mehr Daten = mehr Wissen."
  → Nicht immer. Nur wenn Qualität + Kontext + Aufbereitung stimmen.
- „Wissen ist dokumentiert, also fix."
  → Falsch. Wissen altert und muss gepflegt/validiert werden.

Das **Modell von Prof. Klaus North** zeigt nun, wie aus Rohdaten durch Strukturierung, Kontextualisierung und Anwendung ein messbarer Geschäftserfolg entsteht. Im weiterentwickelten Modell „Wissenstreppe 4.0" hebt North insbesondere die Rolle digitaler Technologien für die Wertschöpfung hervor – und damit genau die Fähigkeiten, die moderne Digitalprogramme benötigen.

(Quellen zu Klaus North: Wissenstreppe, Wissensorientierte Unternehmensführung, Wissen 4.0. Siehe auch die Folgen III und IV der Videoreihe Linked Data Talk von CONWEAVER mit Prof. North.)

Wiederum eingeordnet in unsere Terminologie:

- Von Zeichen zu Daten: Datenqualität und Kodierung.
- Von Daten zu Information: Definitionen, Lineage, semantische Anreicherung.
- Von Information zu Wissen: Regeln, Modelle, Ontologien, Knowledge Graphen.
- Von Wissen zum Handeln: Automatisierung, Produkte, Services, Entscheidungsunterstützung.
- Am Ende steht der messbare Business-Lift – etwa in Umsatz, NPS oder Cost-to-Serve.

Wie wirken die beiden Modelle von Karl-Heinz Land und Prof. Klaus North zusammen?

Land und North liefern zwei Sichtweisen auf denselben Transformationsprozess. Beide Modelle beschreiben komplementäre Ebenen des digitalen Wandels: technische Strukturhebel vs. organisationale Wissens- und Handlungskompetenz.

- Land zeigt den Marktdruck-Pfad (Digitalisierung → Vernetzung → Automatisierung → Dematerialisierung).
- North zeigt die Fähigkeitsleiter (Daten → Information → Wissen → Handeln/Erfolg).

Erst das Zusammenspiel beider Perspektiven macht Transformation wirksam. Karl-Heinz Land liefert das „Warum", Klaus North zeigt das „Wie" im Inneren der Organisation. Beide Perspektiven helfen, das „Wohin" zu erreichen: neuen Wert als Zielbild.

Ohne „Land" droht Stillstand in gut strukturierten, aber marktfernen Wissenssystemen. Ohne „North" bleibt „Land" auf visionären Schlagworten und sogenannter Pilotitis stehen. Gemeinsam entsteht ein doppelter Pfad: strukturell-technisch auf der einen Seite, wissens- und kompetenzbasiert auf der anderen.

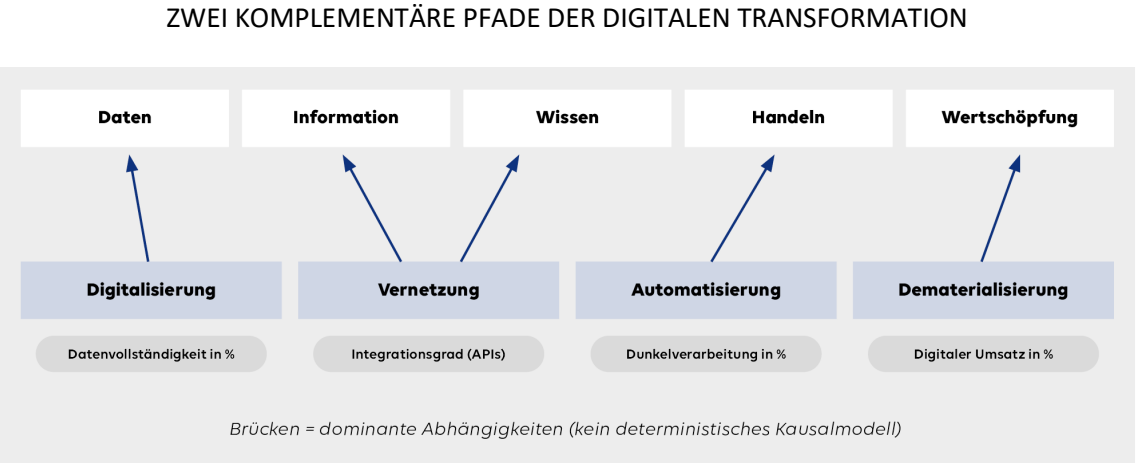


Abb. 3: *Der strukturell-technische Pfad (Karl-Heinz Land, unten) und der wissens-/ kompetenzbasierte Pfad (Prof. Klaus North, oben)*

Erst durch die Kontextualisierung und Verknüpfung von Informationen – Norths „Mitte der Treppe" – entsteht das Verständnis, das nötig ist, um Lands Schritt von Vernetzung zu Automatisierung erfolgreich zu vollziehen. Ohne diesen Kontext, angereichert mit Erfahrung und Regeln, bleibt Wissen fragmentiert und in Datensilos gefangen.

Mapping auf die zwei Pfade nach Land und North

Um die Verbindung der Modelle mit unseren Grundbegriffen zu verdeutlichen: Digitalisierung adressiert vor allem die technische Erfassung und Verarbeitung von Daten (Land: Stufe „Digitalisierung"; North: Übergang von Daten zu Information). Transformation geht darüber hinaus: Sie baut Vernetzung, Automatisierung und Dematerialisierung (Land) auf und entwickelt parallel die Wissens- und Handlungskompetenzen (North), um Geschäftsmodelle und Wertschöpfung grundlegend zu verändern.

Strukturell-technischer Pfad (Karl-Heinz Land):
Digitalisierung (Zeichen→ Daten→ Information) → **Vernetzung** (Information → Wissen) → **Automatisierung** (Regeln/Modelle/Heuristiken anwenden → Handeln) → **Dematerialisierung** (Wissen/Leistung als digitales Produkt → Wertschöpfung).

Kompetenz-/wissensbasierter Pfad (Prof. Klaus North):
Zeichen + Syntax/Kodierung → Daten (z. B. „2“, „5“, „°“, „C“ → 25°C)

- **Daten + Kontext/Zweck → Information**
  (Was? Wo? Wann? Für wen?)
- **Information + Erfahrung/Regeln → Wissen**
  (Wie entscheide/handle ich allgemein?)
- **Wissen + Anwendung → Wert**
  (Automatisierung, bessere Entscheidungen, weniger Risiko)

Wir differenzieren **digitale Ressourcen**: *Zeichen* (Rohträger), *Daten* (Schema-konform), *Information* (semantisch und kontextualisiert) und *Wissen* (kontextualisiert und handlungsleitend).

Vom Zeichen zum Nutzen (Brücke Land ↔ North): Digitalisierung transformiert **Zeichen in Daten**; Vernetzung macht **Daten zu Information und Wissen**; Automatisierung setzt **Wissen in Handeln** um; Dematerialisierung skaliert **Wissen als Service** zur **Wertschöpfung**.

„WISSENSTREPPE X STRUKTURMODELL“

Wissensstufen	Digitalisierung	Vernetzung	Automatisierung	Dematerialisierung
Zeichen	Erfassung & Kodierung: Sampling OCR Endocing IDs	Transport/Serialisierung: JSON/Avro Adressierung Topics	Eingangsvalidierung Schema-Evolution Contract-Tests	Öffentliche Feeds/APIs Ereignis-/Datenschema als Produkt
Daten	Erfassung Qualitätssicherung	Datenintegration Kataloge	Validierungsregeln Monitoring	Produktisierte Datensätze
Information	Dashboards Reports	Event-/API-Sharing	Realtime-Alerts Decision Rules	Informationsservices (extern)
Wissen	Glossare Standards	Communities Playbooks	ML-Modelle im Betrieb Entscheidungslogiken	Wissensbasierte Services/Features
Handeln	SOPs	End-to-End-Workflows	RPA/IPA Auto-Remediation	Self-Service/ No-Ops
Wertschöpfung	Use Cases (Pilot)	Skalierte Use Cases	Kosten-/ Qualitätssprung	Neue Geschäftsmodelle/ Subscriptions

Abb. 4: *Digitale Ressourcen in der Matrix beider Modelle*

Die Sicht von CONWEAVER: Aus Daten wird handlungsfähiges Wissen, wenn Entitäten und Relationen eindeutig sind. Der Enterprise Knowledge Graph liefert Kontext sowie Erfahrung, Regeln und Heuristiken für AI, Agenten, Robotics, Workflows – ganz ohne „Tool-Zoo“.

4. Aktuelle Tech-Trends und Gamechanger-Technologien

Die aktuelle Tech- und Business-Landschaft ist von rasanter Innovation und hartem globalem Wettbewerb geprägt. Zusätzlich entstehen Herausforderungen durch gesellschaftliche und wirtschaftliche Trends. Strategische Tech-Trends dienen als konkreter Orientierungsrahmen für CIOs, IT- und Business-Leiter. Sie helfen, Produktivität, Sicherheit und Innovationskraft messbar zu steigern.

Die Grenze zwischen digital/physisch und zentral/dezentral verwischt. Dadurch wachsen Komplexität, Skalierungsansprüche und Vertrauensanforderungen. Führungsteams müssen früh priorisieren, wo neue Technologien echten Geschäftsnutzen stiften. Sie sollten sich an erprobten Anwendungsfällen orientieren. Wer die relevanten Trends jetzt gezielt einsetzt, baut resilientere und innovativere Unternehmen.

Gartner: Top Strategic Tech Trends 2025

- Agentenbasierte KI
- KI-Governance-Plattformen
- Desinformationssicherheit
- Post-Quanten-Kryptografie (PQC)
- Unsichtbare Umgebungsintelligenz
- Energieeffizientes Computing
- Spatial Computing
- Polyfunktionale Roboter
- Neurologische Verbesserung
- Hybrides Computing (Cloud+Edge)



Abb.5 : *©Gartner; Die 10 wichtigsten strategischen Technologie-Trends 2025*

Forrester: Top 10 Emerging Tech 2025

Kurzfristige Technologien (0–2 Jahre):

- Synthetic Data
- IoT Security
- TuringBots
- GenAI for language

Mittelfristige Technologien (2–5 Jahre):

- Agentic AI
- GenAI for visual content
- Edge Intelligence
- Autonomous Mobility
- Quantum Security

Langfristige Technologie (>5 Jahre):

- Humanoid robots

McKinsey: Tech Trends Outlook 2025

- Agentic AI
- Artificial Intelligence
- Application-specific semiconductors
- Advanced Connectivity
- Cloud- und Edge-Computing
- Immersive-reality Technologies
- Digital Trust and Cybersecurity
- Quantum Technologies
- Future of Robotics
- Future of Mobility
- Future of Bioengineering
- Future of Space Technologies
- Future of Energy and Sustainability Technologies

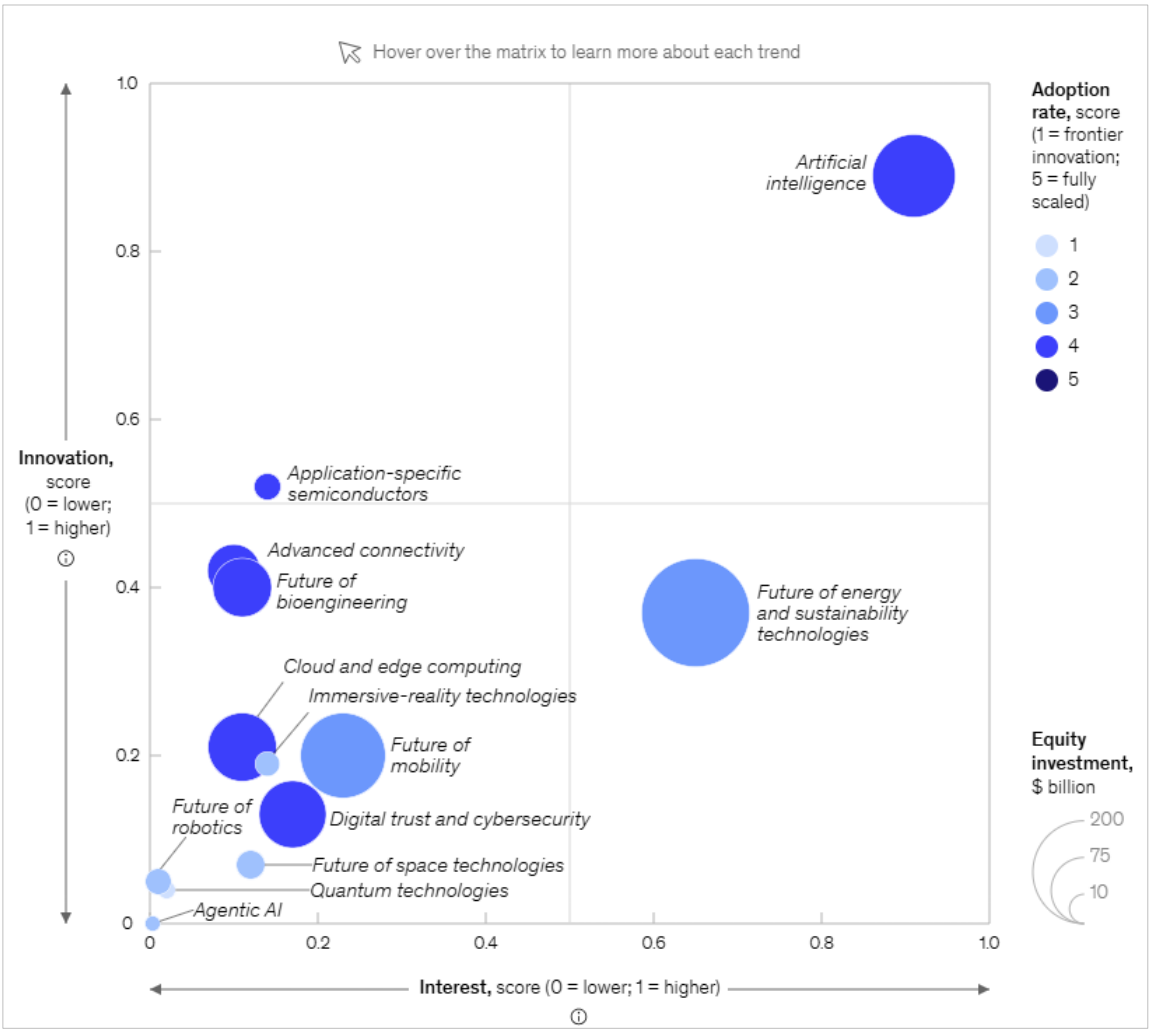


Abb. 6: *©McKinsey; 13 Tech Trends 2025*

IDC: [FutureScape 2025 – „AI Pivot“]

- AI Economics
- AI Pivot Barriers
- Cyber-Resiliency
- Cloud Modernization
- Data as Product
- App Metamorphosis
- Interference Delivery
- Decarbonizing AI Infrastructure
- Unified Platforms for Composite AI
- New Work Roles

Die zentrale Erkenntnis: Über alle Studien hinweg verschiebt sich der Fokus deutlich hin zu AI als Produktivitäts- und Werthebel – ergänzt durch Governance/Trust, Edge-Nähe und den produktfähigen Umgang mit Daten und Modellen.

Für die Fertigungsindustrie sind insbesondere sechs Themen entscheidend:

1. Agentenbasierte KI/GenAI/Agentic AI
2. Robotics
3. Spatial & Immersive Computing
4. Data-as-a-Product/Composite AI/Synthetic Data
5. Hybrid/Edge Computing & Advanced Connectivity
6. Digital Trust/Governance/Cyber-Resilienz

Diese Technologien zeichnen sich durch kurze Time-to-Impact, hohe Skalierbarkeit und klare Betriebs- und Governance-Modelle aus. Sie sind damit zentrale Bausteine einer nachhaltigen digitalen Transformation.

Gamechanger-Technologien in der Fertigungsindustrie – **AI im Zentrum**:

AI/GenAI-Agenten/Agentic AI
Warum: Virtuelle datengetriebene Assistenz und Automatisierung bei Knowledge Work, hebelt Wissens- und Routinearbeit, orchestriert mehrstufige Tasks über Systeme hinweg (Entwicklung, Produktion, Service, SCM etc.). Hoher Reifegrad und mit breitem Cross-Impact. Gelistet bei Gartner, Forrester, McKinsey.
(Quellen: CRN, TechRepublic)

Robotics (polyfunktional/humanoid) + Future of Robotics
Warum: Physische Automatisierung in variantenreicher Fertigung. Collaborative Robot (Cobots) / Autonomous Mobile Robot (AMR) + Vision ersetzen monotone, ergonomisch riskante Arbeit. Humanoide Roboter übernehmen immer mehr Assistenz-Funktionen im Service-Bereich. Wird betont bei Gartner (polyfunktionale Roboter), Forrester (Humanoid robots), McKinsey (Future of robotics).
(Quellen: CRN, McKinsey)

Spatial & Immersive Computing (räumlich, visuell, virtuell)
Warum: Spatial & Visualisierung (Extended Reality (XR) – Oberbegriff für Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR), Mixed Reality (MR). Training, Remote-Assist, visuelle Werksanweisungen, Design-Review – direkte Effekte auf Anlaufzeiten/Overall Equipment Effectiveness (OEE) / First-Time-Fix Rate (FTF) / First-Time-Through (FTT) / First-Time-Yield (FTY). Gartner (“Spatial Computing”), McKinsey („Immersive-reality technologies“).
(Quelle: CRN)

Data-as-a-Product/Unified Platforms for Composite AI/Synthetic Data
Warum: Gemeinsamer Nenner/Backbone im Sinne der digitalen Ressourcen. Macht Daten/Modelle zu betreibbaren Produkten mit SLA (Katalog, Lineage, Semantik) – die **Voraussetzung** für jeden Scale-Pfad. Explizit bei IDC („Data as Product", „Unified Platforms for Composite AI"). Darunter sind insbesondere Enterprise Knowledge Graph Plattformen eine wichtige Voraussetzung für die Industrialisierung von AI.
(Quelle: IDC)
Entlastet knappe/geschützte Daten, deckt seltene Fehlerfälle ab (Qualität, Safety), beschleunigt Modelle/Twins. Wird besonders hervorgehoben von Forrester.
(Quelle: TechRepublic)

Die Sicht von CONWEAVER auf die oben genannten Gamechanger-Technologien: Sie entfalten ihr volles technologisches Potential erst auf Basis einer intelligent organsierten Datenbewirtschaftung mit einer Schicht des **handlungsfähigen Wissens** – nativ repräsentiert durch domänenspezifische **Knowledge Graphen** sowie den föderierten **Enterprise Knowledge Graph**. So wird handlungsfähiges Wissen operationalisiert: mit AI virtuell, mit Robotics physisch und mit Immersive Computing visuell.

Hybrid/Edge-Computing + Advanced Connectivity
Warum: Bringt Latenz-kritische Intelligenz (Qualität, Sicherheit, Instandhaltung) direkt an Linie/Asset; entlastet Cloud-Kosten. Wiederkehrend bei McKinsey (Cloud & Edge, Advanced connectivity) und Gartner („unsichtbare Umgebungsintelligenz" Impuls).
(Quellen: McKinsey, Forbes)

Die Sicht von CONWEAVER auf Hybrid/Edge-Computing + Advanced Connectivity: Unterstützung der Verarbeitung und der Ownership möglichst nah an der Wertschöpfung, auch in Bezug auf die Datenveredelung. Das bedeutet neue Herausforderungen für die wertschöpfungsnahe Software und Hardware (insbesondere Chips).

Digital Trust, Cyber-Resilienz, Governance
Warum: Gemeinsamer Nenner im Sinne von Vertrauen. Ohne klare Policies und Resilienz skaliert kein einziger AI-Use Case. Explizit bei Gartner (AI-Governance, Disinformation Security), McKinsey („Digital trust and cybersecurity"), IDC (Cyber-Resiliency).
(Quellen: CRN, McKinsey)

Die Sicht von CONWEAVER auf Digital Trust, Cyber-Resilienz, Governance: Diese Technologien bilden das notwendige **technisch-infrastrukturelle** und **Sicherheitsframework**. Sie bieten sofortige Hebel auf Kosten, Speed und Resilienz, sind plattformfähig, stapeln miteinander (Edge↔Daten↔Agenten↔Robotics↔Twin), und ihre Risiken sind beherrschbar (Governance/Trust/PQC) – diese Einschätzung wird belegt durch die aktuellen (2025) Prioritäten der großen Analysten.

Von Piloten über Skalierung bis Governance: So wird aus Trendrauschen ein priorisiertes umsetzbares Investitions- und Transformationsprogramm – weg vom Experiment, hin zur Skalierung und Ökonomie.

5. Voraussetzungen: Digitales Ökosystem und Referenzarchitektur

Die digitale Wertschöpfung folgt einer klaren Kette von Schritten: Zunächst werden Daten erfasst, anschließend qualifiziert (mit Data Quality und Lineage), dann semantisch angereichert und verknüpft – etwa über Ontologien oder Knowledge Graphen.

Auf dieser Basis können sie operationalisiert werden, beispielsweise durch APIs, Workflows oder AI-Anwendungen. Den Abschluss bilden Messung und Feedback, die den Kreislauf kontinuierlich verbessern.

Unterstützt wird diese Wertkette durch zwei grundlegende Ebenen:

- die infrastrukturelle Basis aus Hybrid- und Edge-Computing sowie Advanced Connectivity
- und die vertrauensbildende Schicht aus Digital Trust, Cyber-Resilienz und Governance.

So agieren die digitalen Ressourcen – Daten, Informationen und Wissen – als gemeinsamer Nenner in einem konsistenten Backbone, das durch Konzepte wie Data-as-a-Product, Unified Platforms for Composite AI und Synthetic Data realisiert wird.

Das Backbone ist somit die Data Foundation mit den vernetzten und mit Business-Kontext, Erfahrungen und Regeln angereicherte Daten (föderierter Enterprise Knowledge Graph) als höchste Veredelungsstufe – **die technologische Voraussetzung und Grundlage für die Gamechanger-Technologien.**

Damit diese komplementären Technologien sich gegenseitig verstärken, müssen die bestehenden Architekturen in ein strategisches digitales Ökosystem transformiert werden.

Ohne ein solches Ökosystem werden Datenveredelungs-, Anwendungs-, Infrastruktur-Technologien zum Flickenteppich. Erfolgreiche Unternehmen kombinieren diese Technologien und Governance deshalb in eine ganzheitliche Architektur – als gemeinsames **Backbone und datengetriebenes digitales Ökoystem**.

DIGITALES ÖKOSYSTEM

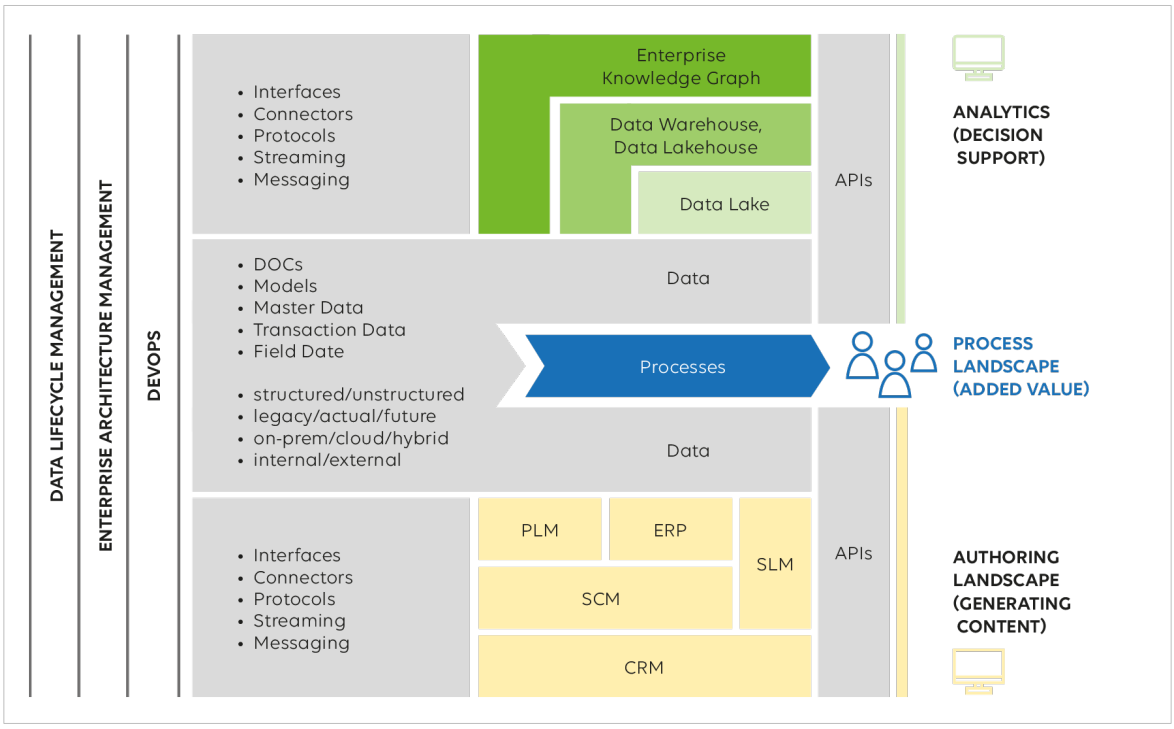


Abb. 7: *Referenzarchitektur für ein datengetriebenes Unternehmen (minimal, skalierbar)*

Domänen-Knowledge-Graphen sowie der föderierte Enterprise Knowledge Graph repräsentieren semantisch verknüpfte, mit Erfahrung/Heuristiken angereicherte kontextualisierte Daten. Das ist der primäre Mechanismus, um die Skalierung der Gamechanger-Technologien zu ermöglichen und handlungsfähiges Wissen aus Rohdaten zu generieren. Er schafft die Grundlage, um digitale Ressourcen wie interne Dienstleistungen oder Produkte behandeln zu können.

Knowledge Graph – die Methode. Graph-basierte Wissensrepräsentation: Entitäten + Beziehungen (+ Ontologie/Regeln) werden explizit modelliert, um Kontext herzustellen, Antworten abzuleiten und Automatisierung zu ermöglichen (Query/Reasoning/Rules). Kurz gesagt: So wird Wissen strukturiert.

Domänen-Knowledge Graph (Domänen-KG) – im Unternehmen. Ein domänenspezifischer KG (z. B. R&D, Produktion, Service) zur Lösung lokaler Aufgaben. Die Domäne ist Owner; Integrationen sind zielgerichtet; der Betrieb oft „best effort“, aber mit klaren KPIs für den Use Case.

Enterprise Knowledge Graph (EKG) – föderierter Backbone. Unternehmensweiter Verbund (Mesh) mehrerer Domänen-KGs mit globaler Identität, Governance, Security, Schnittstellen-Verträgen (APIs/Events) und Betrieb (SLO/Monitoring). Ziel sind domänenübergreifende Fragen und die Wiederverwendung als Plattform-Capability.

Jeder Enterprise Knowledge Graph ist ein Knowledge Graph – plus Enterprise-Merkmale: Identitätsauflösung, Ontologie-Versionierung, Zugriffsmodelle, Lineage/Audit, SLOs, API/Event-Verträge, QBR-Steuerung.

Domänen-Knowledge-Graphen sowie der föderierte Enterprise Knowledge Graph von CONWEAVER repräsentieren semantisch verknüpfte, mit Erfahrung/Heuristiken angereicherte kontextualisierte Daten.

Das ist der primäre Mechanismus, um die **Skalierung der Gamechanger-Technologien** zu ermöglichen und handlungsfähiges Wissen aus Rohdaten zu generieren. Er schafft die Grundlage, um digitale Ressourcen wie interne Dienstleistungen oder Produkte behandeln zu können.

Domänen-Knowledge-Graphen und der föderierte Enterprise Knowledge Graph fungieren als Wissens-Backbone zwischen Daten und Informationen als digitale Ressourcen einerseits und Knowledge Workers sowie Knowledge-intensiven/sensitiven Gamechanger-Anwendungen andererseits – wie etwa AI/GenAI-Agenten/Agentic AI/Robotics/Immersive.

Der Weg zum Erfolg: Auf ein strategisch durchdachtes digitales Ökosystem setzen - mit Domänen-KG und föderiertem EKG als Katalysator für Skalierung und Wiederverwendung.

6. Verknüpfen von Modellen, Technologien und Unternehmensrealität

Die vorgestellten Modelle, Technologien und Architekturen entfalten ihren Wert erst, wenn sie in Beziehung gesetzt werden – zueinander und zur Realität industrieller Organisationen. Wir zeigen zunächst, wie Digitalisierung und Transformation als übergeordnete Bezugsrahmen wirken und welche Rolle sie für Struktur, Kultur und Geschäftslogik spielen, verbinden dann die technologische Entwicklungen mit organisationalen Lern- und Fähigkeitsmodellen und bilden im dritten Schritt die Technologien auf operative Bereiche wie Entwicklung, Produktion, Service oder Supply Chain ab. So wird deutlich, wo die größten Hebel und Synergien für messbaren Geschäftsnutzen entstehen.

Mapping auf das grundsätzliche Framework und die Modelle des Digitalen Wandels

Digitalisierung (taktisch): Edge-Qualität, RPA/Workflow mit Agenten, XR-Werksanweisungen.
Transformation (strategisch): Data-as-a-Product + AI-Governance als Operating-Model, Robotics-getriebene Fabriklogik, neue Abo/Outcome-Modelle über Digital Twin & Service.

DIGITALISIERUNG VS. DIGITALE TRANSFORMATION

Trend	Digitalisierung (taktisch: schneller/fehlerärmer)	Digitale Transformation (strategisch: neues Wertversprechen/ Operating Model)
Agentic AI	Fallabschlüsse beschleunigen (Tickets, Angebote, ECR-Dossiers)	Neue „AI-as-a-Colleague"-Arbeitsmodelle, teilautonome Service-/Supply-Prozesse
Robotics	Taktzeit runter, Qualitäts-/ Handling-Schritte automatisieren	Re-konfigurierbare, softwaredefinierte Fabrik (Fertigung als Plattform)
Spatial/Immersive	Training, Remote-Assist, visuelle WI – Anlaufzeiten ↓	Remote-/Outcome-Services, neue Kollaboration & Produkt-Erlebnis
Data-as-a-Product/Composite AI/Synthetic Data	Datenqualität/Semantik; Tests/QA boosten	Daten/Modelle als Produkte mit SLA → Plattform-Ökonomie
Hybrid/Edge + Connectivity	In-line-Qualität, Safety, PM bei niedriger Latenz	Echtzeit-Betriebsmodelle, Edge-first-Services
Digital Trust/Governance/ Cyber-Resilienz	Policies, Evals, Audit-Trails in jedem Workflow	Vertrauensbasierte Plattform & Compliance-fähiges Geschäftsmodell

Abb. 9: *Gamechanger-Technologien in der Digitalisierung vs. Digitale Transformation*

Die Digitalisierung liefert Tempo & Stabilität; die digitale Transformation nutzt diese Basis für neue Erlös-/Service-Logiken. Die Gamechanger-Technologien treiben Vernetzung, Plattformisierung sowie Automatisierung voran und sichern Vertrauen.

Zusammenfassung und Fazit

- **Agenten (virtuell), Robotics (physisch), Spatial (visuell)** operationalisieren **Wissen**
- **Data-as-a-Product + KG + Composite AI** liefern das **handlungsfähige Wissen**
- **Edge/Connectivity** und **Digital Trust/Governance** sind das **Betriebs- und Vertrauens-Fundament**
- In Lands Logik: von **Digitalisierung** über **Vernetzung** zur **Automatisierung** - und weiter zur **Dematerialisierung** (Twin-/Service-Modelle)
- In Norths Logik: von **Daten** zu **Erfolg** - durch Semantik, Modelle, und verlässliche Ausführung

Mapping der Gamechanger-Technologien auf Unternehmensfunktionen

Auch die beste technologische Architektur muss beweisen, dass sie im Business Nutzen bringt. Deshalb lohnt sich ein Abgleich und detaillierter Blick in die konkreten Unternehmensfunktionen.

Produktentwicklung (R&D/Engineering)

- **Top-Trends:** Agentic AI, Data-as-a-Product/Composite AI/Synthetic Data, Spatial
- **Hebel/Beispiele:** Engineering Change Request (ECR)/Engineering Change Order (ECO) Impact via KG+Agent; KG+ Vektor+Agent-RAG über Requirements/Normen; Variantenanalyse; XR-Design-Review
- **KPIs:** Time-to-Change, Defect-Escape-Rate, Reuse-Quote.
- **Architektur/Daten:** PLM/BOM↔Anforderung↔Änderung im KG, KG+Vektor+Agent-RAG, Simulations-/Testdaten (synthetisch)
- **Risiken/Trust**: IP-Leakage, Modellfehleinschätzung → Policy, Evaluations, Zugriffssteuerung

Produktion (Manufacturing)

- **Top-Trends:** Robotics, Hybrid/Edge+Connectivity, Agentic AI
- **Hebel/Beispiele:** CV-Qualität in-line; AMR/Cobots; Edge-PM; Schicht-/Umlaufplanung durch Agenten.
- **KPIs:** OEE, FPY, MTBF/MTTR, Energie/Einheit.
- **Architektur/Daten:** Edge-Inference, Event-Backbone, MES/IIoT↔KG (Anlage–Station–BOM–Order).
- **Risiken/Trust:** OT-Security, HRI-Safety, Drift → Segmentierung, Safety-Zertifizierung, Drift-Monitoring.

Service (Aftersales)

- **Top-Trends:** Agentic AI, Spatial, Data-as-a-Product/Composite AI
- **Hebel/Beispiele:** Diagnose-/Lösungsagent, Remote-Assist (AR), Teile-Empfehlungen; Wissensbasis über Manuals/Tickets/Install-Base
- **KPIs:** MTTR, First-Time-Fix, Deflection-Rate, OTIF (über Teileverfügbarkeit)
- **Architektur/Daten:** Asset/Installed-Base-KG, Telemetrie-Events, RAG-Copilot, Parts-Klassifikation
- **Risiken/Trust:** Falsche Anweisungen, Haftung → Human-in-the-Loop, Audit-Trails, Freigabe-Workflows

Sourcing & Supply Chain

- **Top-Trends:** Data-as-a-Product/Composite AI, Hybrid/Edge+Connectivity, Digital Trust
- **Hebel/Beispiele:** Supplier/Part/Risk-KG; Event-getriebene ETA/Delay-Alerts; Composite-AI Forecast/Optimization
- **KPIs:** OTIF, Inventory Turns, PPV, Risk-Score, CO_2/Sendung
- **Architektur/Daten:** EDI/API-Ereignisse, Partner-Graph, Policy-/Consent-Management
- **Risiken/Trust:** Third-party Risk, Fälschungen → Provenance/Signaturen, PQC-**Roadmap**

GTM (Marketing, Vertrieb, CRM)

- **Top-Trends:** Agentic AI, Data-as-a-Product/Composite AI, Spatial
- **Hebel/Beispiele:** AE-Copilot (Q&A/Proposal), Next-Best-Action; XR-Produktdemos
- **KPIs:** Time-to-Quote, Win-Rate, Pipeline-Velocity, NPS/Churn
- **Architektur/Daten:** Customer/Account-KG, Preis-/Produktwissen in RAG, Consent/Privacy-Policy
- **Risiken/Trust:** Datenschutz → Guardrails, Content-Prüfung, Einwilligungen

Qualitätsmanagement

- **Top-Trends:** Data-as-a-Product/Composite AI/Synthetic Data, Hybrid/Edge, Agentic AI
- **Hebel/Beispiele:** Ursachen-Graph (Fehler↔BOM↔Prozess), CAPA-Agenten, synthetische Seltenfehler-Datensets
- **KPIs:** ppm, FTY, Abstellzeit, Rückrufquote
- **Architektur/Daten:** SPC-Streams, Prüfplan-Wissen im KG, Label-Standards
- **Risiken/Trust:** Bias durch Synthese, falsche Root-Cause → strikte Evals/Backtesting

Management-Funktionen (C-Level, Finance, HR, IT)

- **Top-Trends:** Digital Trust/Governance, Data-as-a-Product/Composite AI, Agentic AI
- **Hebel/Beispiele:** AI-Economics/FinOps, Portfolio-Steuerung (60/30/10), Skill-Profile & Rollen (LLMOps/KG-Engineer/Edge-Ops)
- **KPIs:** ROI/Payback, TCO/Unit, Time-to-Decision, Adoption
- **Architektur/Daten:** Plattform-KPIs (Freshness, Link-Precision, Eval-Score), Kosten-/Nutzungs-Telemetry
- **Risiken/Trust:** Regulatorik, Audit, Vendor-Lock-in → Open-Standards, Exit-Klauseln, Auditierbarkeit

Die wahre Stärke der Gamechanger-Technologien zeigt sich in der orchestrierten Nutzung als gemeinsame Wertmaschine. Wenn AI, Robotics, Immersive Computing, Data-as-a-Product und Digital Trust nicht nebeneinander, sondern miteinander wirken, entstehen Prozesse, die schneller und robuster sind, Organisationen, die produktorientiert handeln sowie Arbeitsweisen, die messbar und skalierbar sind.

Jede neue Welle hebt das Niveau der nächsten – von der digitalen Effizienzsteigerung zur strukturellen Transformation. Entscheidend ist die Priorität: weg vom Experiment, hin zur Skalierung und Ökonomie. Nur durch Integration, Wiederverwendung und klare wirtschaftliche Zielorientierung wird aus technologischer Vielfalt ein Wettbewerbsvorteil.

7. Das Betriebsmodell für digitale Transformation

Um dauerhaft Wirkung zu entfalten, muss digitale Transformation in der Organisation verankert werden. Entscheidend ist ein Betriebsmodell, das Verantwortlichkeiten, Abläufe und Entscheidungslogiken klar regelt. Es verbindet technische Enablement-Strukturen mit geschäftlichen Outcomes und sorgt dafür, dass jede Initiative messbar Wert schafft.

- **Plattform (Enablement)** stellt **stabile, produktisierte wiederverwendbare Fähigkeiten** bereit (Data/KG/Integration/AI, Security/Compliance, Developer Experience, Observability) **mit klaren Verträgen** (APIs/Events, SLOs, Roadmap, Governance).

- **Domänen (Business-Outcome)** liefern Ergebnisse (R&D, Produktion, Service, SCM, Vertrieb/CRM, Qualität) **auf Basis dieser Fähigkeiten**.

- **Entscheidungen** erfolgen auf Basis **Quarterly Business Review (QBR):** scale/kill/hold je Use Case/KPI – nicht nach Bauchgefühl, sondern **gegen Verträge & SLOs**.

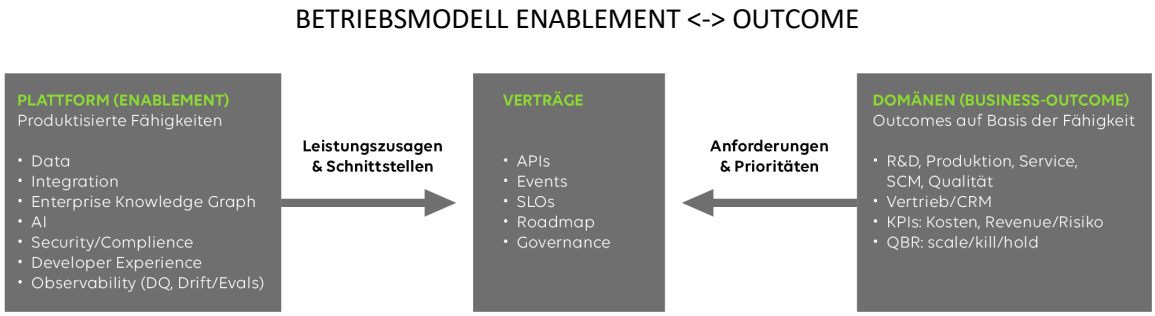


Abb. 10: *Betriebsmodell mit Verträgen (APIs, Events, SLOs, Roadmap, Governance)*

8. Digitale Transformation: Von der Theorie zur Praxis

Rahmenmodelle, Architekturen und Prinzipien bilden das Fundament der digitalen Transformation, entscheidend ist aber, sie in wirksame Umsetzung zu überführen.

Die beschriebenen Modelle zeigen, wie digitale Transformation strukturiert gedacht und systematisch vorbereitet werden kann. Sie machen die Voraussetzungen deutlich, um aus Potenzialen echte Wertschöpfung zu generieren.

Doch jede Architektur bleibt abstrakt, solange sie nicht in konkrete Handlungsprogramme übersetzt wird. Organisationen benötigen klare Orientierung: Wo stehen wir heute? Welche Fähigkeiten sind

bereits vorhanden, welche müssen aufgebaut werden? Welche Projekte haben das größte Potenzial, kurzfristig Wirkung zu entfalten und langfristig Skalierung zu ermöglichen?

Hier setzt CONWEAVER mit zwei operativen Werkzeugen an:

- Der **Transformation-Readiness-Check** liefert eine Standortbestimmung entlang zentraler Dimensionen – von Daten- und Prozessreife über technologische Infrastruktur bis hin zu Governance und Organisationsfähigkeit. Er schafft Transparenz über Stärken, Lücken und Prioritäten.
- Darauf aufbauend definiert der **90-Tage-Plan** einen klaren Umsetzungspfad: von der Diagnose über ein fokussiertes Leuchtturmprojekt bis hin zu skalierbaren Strukturen und Entscheidungsmechanismen.

Beide Instrumente machen Transformation greifbar. Sie verbinden Strategie und Umsetzung, schaffen Verbindlichkeit und fördern zugleich Lernfähigkeit. So wird aus theoretischer Architektur eine praktische Roadmap – mit sichtbarem Fortschritt, messbarem Nutzen und einem klaren Zielbild.

1. Standortbestimmung: Der Transformation-Readiness-Check mit 10 Fragen

Bevor Skalierung gelingen kann, ist ein Blick auf die Ausgangsbasis nötig. Der Readiness-Check macht sichtbar, welche Voraussetzungen im Unternehmen bereits erfüllt sind und wo Handlungsbedarf besteht. Geprüft werden zehn Fragen in drei Clustern:

1. **Daten & Architektur**: Qualität, Verfügbarkeit, Integration
2. **Governance & Sicherheit**: Verantwortlichkeiten, Compliance, Trust
3. **Organisation & Steuerung**: Rollen, Budgetierung, Portfoliologik

Der Check besteht aus 10 Schlüsselfragen, die Bewertung erfolgt nach einem einfachen Punkteschema.

- Bewertung: **Ja = 2, Teilweise = 1, Nein = 0**
- Ampelsystem: Grün ≥ 90 % · Gelb ≥ 65 % · Rot < 65 %
- Notizen je Frage ergänzen

CONWEAVER: DER TRANSFORMATION-READINESS-CHECK

	Frage	Ja (2)	Teilweise (1)	Nein (0)	Notizen
1	**Data-as-a-Product** Sind Daten als betreibbare Produkte mit klarer Ownership, Qualität und SLA definiert?	☐	☐	☐	
2	**Semantik/Knowledge Graph** Gibt es eine semantische Verknüpfung der Kerndaten (z. B. BOM - Anlage - Prozess - Order - Kunde)?	☐	☐	☐	
3	**Verträge Plattform ↔ Domänen** Sind verbindliche Schnittstellen bzw. klare Verträge (APIs/Events, SLOs) zwischen dem stabilen Run (Plattform) und dem Change (Domänen) vorhanden?	☐	☐	☐	
4	**GenAI/Agentic AI/AI-Governance** Sind Policies, Guardrails, Audit-Trails und Evaluations-mechanismen für AI-Anwendungen vor-handen?	☐	☐	☐	
5	**Security/OT/IT-Resilienz** Ist das Sicherheits- und Vertrauensfundament (Digital Trust, Cyber-Resilienz) verankert, insbesondere in kritischen Umgebungen (OT/IT)?	☐	☐	☐	
6	**Portfolio (60/30/10; scale/kill/hold)** Wird Transformation durch ein Portfolio-Modell (60/30/10-Budgetierung, scale/kill/hold-Kadenzen) gesteuert?	☐	☐	☐	
7	**Business-KPIs je Use Case** Sind für alle Use Cases klare Business-KPIs, wie z. B. MTTR (Mean Time to Repair), FPY (First Pass Yield), Time-to-Quote definiert und im Monitoring verankert?	☐	☐	☐	
8	**Edge/Hybrid-Architektur** Ist eine Architektur vorhanden, die latenzkritische Intelligenz nah am Geschehen (Edge) bereitstellt? Bzgl. der Datenbewirtschaftung: Sind Domänen-Graphen in den wertschöpfenden Prozessen verankert?	☐	☐	☐	
9	**Rollen/Skills & Change** Sind notwendige Rollen und Fähigkeiten (Data Owner, KG-Engineer, AI-Ops, FinOps, Change) im Unternehmen verankert?	☐	☐	☐	
10	**Scale-Pfad** Gibt es eine definierte Mechanik, um Piloten in den flächendeckenden Betrieb zu überführen?	☐	☐	☐	

Abb. 11: *10 Fragen zum Status Quo und der Gap-Analyse*

Transformation gelingt nicht durch Einzelinitiativen, sondern durch ein gezielt gesteuertes Portfolio aus Projekten und Innovationen. Ein wirksames Steuerungsmodell sorgt dafür, dass Ressourcen strategisch verteilt, Fortschritte messbar und Entscheidungen konsequent getroffen werden.

Das Portfolio-Modell kombiniert dabei zwei zentrale Mechanismen: die 60/30/10-Budgetierung, die Investitionen zwischen Kerngeschäft, Weiterentwicklungen und neuen Geschäftsfeldern ausbalanciert – sowie Scale/Kill/Hold-Kadenzen, die regelmäßig prüfen, welche Initiativen skaliert, pausiert oder beendet werden.

So entsteht ein dynamischer Steuerungsrahmen, der sicherstellt, dass Transformation zielgerichtet vorangetrieben wird.

Beispiel: Portfolio-1-Pager (Scale / Kill / Hold)

Leitplanken: 60/30/10-Budgetierung, API/Event-Verträge, QBR-Kadenzen, harte Abbruchkriterien.

Use Case	Business-KPI(s)	Impact (H/M/L)	Time-to-Impact (Wochen)	Readiness (0–5)	Risiko/ Trust	Owner	Entscheid	Nächste Entscheidung (Datum)

Abb. 12: *Transformationsportfolio mit KPI-, Reife- und Entscheidungsbewertung*

2. Der 90-Tage-Plan für eine erfolgreiche Umsetzung

Digitalisierung optimiert Abläufe, automatisiert Routinen und schafft Transparenz in Prozessen und Daten. Transformation baut auf dieser Basis auf: Sie nutzt die erreichte Stabilität, um neue Erlösmodelle, Service-Logiken und Formen der Wertschöpfung zu entwickeln.

Die technologischen Enabler greifen dabei ineinander: AI-Agenten operationalisieren Wissen auf virtueller Ebene, Robotics überträgt dieses Wissen in physische Handlung, und Spatial bzw. Immersive Computing macht es visuell erlebbar und unmittelbar nutzbar. Getragen wird all dies von einer strukturierten Datenbasis – etwa durch Data-as-a-Product, Knowledge Graphs und integrierte Plattform-Architekturen – und abgesichert durch klare Mechanismen von Trust und Governance.

Entscheidend: Transformation ist kein einmaliges Projekt, sondern ein wiederkehrenden Prozess!

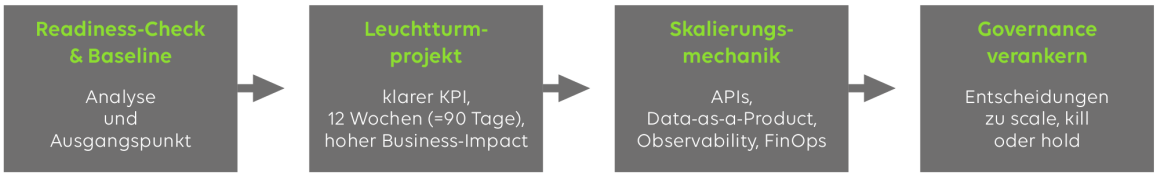


Abb. 13: *Transformation starten – in vier Zyklen*

Das CONWEAVER-Playbook: 90 Tage in 4 Zyklen

Der 90-Tage-Plan hilft Unternehmen, digitale Transformation zu starten und den kritischen Übergang vom Experiment zur Skalierung und Ökonomie zu meistern.

1. **Readiness-Check & Baseline**:
   Datenqualität/Semantik, Security/Trust, Plattform-KPIs erfassen; Ampel + Gap-Liste.
   >> Ist der KG-Kern verfügbar und Qualität/Lineage vorhanden?

2. **Leuchtturmprojekt auswählen:**
   (1 Domäne, 1–2 klare KPIs, ≤12 Wochen), z. B. Service-Diagnoseagent (MTTR), In-Line-Qualität (FTY), AE-Copilot (Time-to-Quote).
   >> Wiederverwendungs-Hypothesen definieren!

3. **Produktisieren bzw. Scale-Mechanik bauen**:
   Data-as-a-Product, API/Event-Verträge, Observability, Cost-Guardrails (FinOps).
   >> Semantische Verträge fixieren!

4. **Governance verankern**:
   Policies, Evaluations, Audit-Trails; „scale/kill/hold"-Kadenzen vierteljährlich.
   >> Policies und Entscheidungskadenzen etablieren!

Jede Welle liefert idealerweise harte Ergebnisse (z. B. −20–30 % Time-to-Quote, +2–4 pp FTY, −10–15 % Unit-Cost), reduziert Risiko (OT-Security, Compliance) und erhöht das Veränderungstempo (Deployments/Tag, Lead-Time).

Mit CONWEAVER vom Piloten zur Ökonomie:
Wiederverwendung über Domänen ist ein Architektur-Merkmal – weder Glück noch Zufall.

Starten Sie mit dem Readiness-Check, priorisieren Sie einen Leuchtturm mit echtem P&L-Hebel und entwickeln Sie die Scale-Mechanik gleich mit. Kein Sammelsurium an Tools, sondern eine gemeinsame Wertmaschine. Danach gilt: erneuern, nicht verwalten.

CONWEAVER – Pionier bei industrieller Datenvernetzung und AI
„We Make Your Data Work": Als ehemalige Ausgründung des Fraunhofer-Instituts für Graphische Datenverarbeitung IGD ist CONWEAVER mit dem Hauptsitz in Darmstadt seit über 15 Jahren Spezialist für die automatisierte Daten-Integration von Wertschöpfungsketten, Lebenszyklen und Organisationen – und Pionier beim Einsatz von AI und Enterprise Knowledge Graphen in der Industrie. Mit über 125.000 Nutzern weltweit liefert CONWEAVER effiziente Lösungen, die führende Unternehmen aus Automotive, Maschinen- und Anlagenbau, Transport, Logistik und Fertigungsindustrie erfolgreich machen.

Nehmen Sie Kontakt mit uns auf:
Mail: info@conweaver.com
Tel.: +49 6151 599 92222

© CONWEAVER GmbH