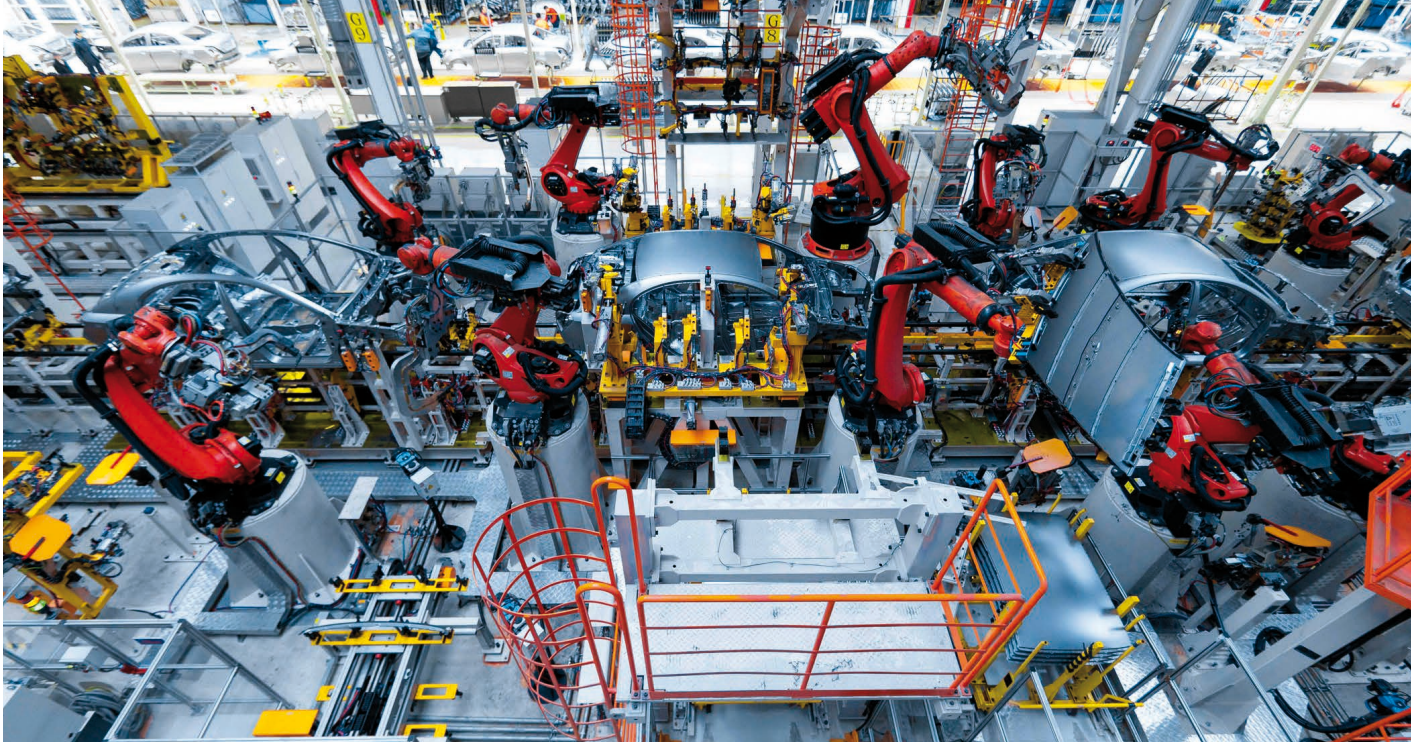


Produktionsoptimierung im Kontext

Mit Graphdatenbanken ERP-, MES- und Supply-Chain-Daten verknüpfen



© Unsplash/ Getty Images

Lieferengpässe, volatile Rohstoffpreise und geopolitische Unsicherheiten setzen Produktionsnetzwerke unter Druck. Wer hier mit traditionellen Planungssystemen agiert, reagiert oft zu spät. Die Lösung: Graphdatenbanken. Sie schaffen Kontext, wo zuvor nur isolierte Datensilos herrschten. Das ermöglicht fundierte Entscheidungen in Sekunden.

Graphdatenbanken speichern nicht nur Informationen – sie modellieren Beziehungen (Bild 1). Aus isolierten Punkten entsteht ein dynamisches Netzwerk aus Knoten (z. B. Rohstoff, Anlage, Produkt) und Kanten (z. B. „wird verarbeitet in“, „Bestandteil von“). Jeder Knoten und jede Kante kann Eigenschaften enthalten – etwa Mengen, Preise oder CO₂-Werte. Dieses Datenmodell erlaubt es, komplexe Zusammenhänge direkt zu analysieren, statt sie erst aufwändig herzustellen. Anders als bei relationalen Datenbanken bleibt die Abfragegeschwindigkeit auch bei Milliarden von Elementen konstant.



*Autor:
Konrad Hippius
Enterprise Executive
für Pharma, Life Sciences
und Financial Services
Neo4j
www.neo4j.com*

Komplexe Zusammenhänge direkt analysieren

Gerade für Industrie 4.0 ist das entscheidend. Denn hier geht es nicht um einfache Datenabfragen, sondern um ganzheitliche Sichtweisen auf Produktion, Supply Chain und Allokation. Klassische Systeme liefern bestenfalls lokale Sichten: der Einkauf bewertet Lieferantenrisiken, die

Produktion kennt Anlagenauslastung, der Vertrieb sieht Aufträge. Die entscheidende Frage – wie hängt alles miteinander zusammen – bleibt unbeantwortet. Graphdatenbanken schließen diese Lücke. Sie machen verteilte Datenquellen zu einem vernetzten, durchsuchbaren Abbild der Realität.

Drei Anwendungsszenarien

Kommt es an einem Punkt zu einer Änderung, etwa beim Preis eines Rohstoffs, sind dutzende Folgeeffekte zu bewerten:

- Welche Produkte verlieren Marge?
- Welche Werke verfügen über freie Kapazitäten?
- Wo entstehen Risiken?

Um solche Fragen beantworten zu können, braucht es Kontext. In einem Graphmodell werden daher Produktions-, Logistik- und Beschaffungsdaten zu einem ganzheitlichen System verknüpft. So können Hersteller unterschiedliche Szenarien simulieren und analysieren.

Allokationsplanung bei Engpässen

Wenn zentrale Rohstoffe knapp werden, zählt Geschwindigkeit. Mit einem Graphen lassen sich sofort alle betroffenen Produkte, Anlagen und Kundenaufträge identifizieren. Planer analysieren in Echtzeit, welche Alternativen wirtschaftlich

tragfähig sind. Die Entscheidung, wo knappe Ressourcen eingesetzt werden sollen, stützt sich nicht auf Bauchgefühl, sondern auf fundierte Profitabilitätsrechnungen entlang der gesamten Prozesskette. Das erhöht die Versorgungssicherheit und optimiert den Ressourceneinsatz (Bild 2).

Produktionsverlagerung bei geopolitischen Risiken

Die Frage, ob sich ein Produkt in einem anderen Werk günstiger oder stabiler herstellen lässt, lässt sich im Graph sofort beantworten. Produktionslinien, Transportwege, Vertragskonditionen und Kapazitäten sind miteinander verknüpft. In einer einzigen Abfrage lässt sich simulieren, welche Verlagerung möglich und wirtschaftlich sinnvoll ist. Das ist besonders relevant bei geopolitischen Risiken oder Energieschwankungen – und ein zentraler Hebel für operative Resilienz.

End-to-End-Transparenz für strategische Entscheidungen

Viele herstellende Unternehmen betrachten Profitabilität isoliert auf Produkt- oder Standortebene. Der Graph schafft dagegen eine ganzheitliche Sicht: Er zeigt, wie einzelne Produkte, Anlagen und Lieferketten zusammenhängen – und wo Optimierungspotenzial schlummert. Strategen können Margen simulieren, Sortimente bewerten und Investitionsentscheidungen faktenbasiert treffen. Der Blick auf das große Ganze ersetzt das Excel-Silo-Denken und macht den Weg frei für agile, datengetriebene Steuerung.

Best Practices: So gelingt der Graph-Einstieg

Damit der Einsatz von Graphdatenbanken in der Praxis den gewünschten Mehrwert bringt, sollten Unternehmen bei der Umsetzung einige Grundprinzipien beachten.

1. Domänenwissen strukturieren

Auch die beste Datenbank liefert nur dann verlässliche Ergebnisse, wenn die zugrunde liegenden Daten korrekt, einheitlich und vollständig sind. Der erste Schritt ist daher die systematische Erfassung des vorhandenen Fachwissens – des sogenannten Domänenwissens. Dies ist das Wissen der Fachabteilungen über Produkte, Anlagen, Prozesse und Lieferketten. Zusammen bestimmen sie, welche Elemente (z. B. Rezepturen, Standorte, Maschinen, Produkte) im Graphen auftauchen und wie sie zusammenhängen.

Ebenso wichtig ist die gemeinsame Sprache, die sogenannte Semantik. Begriffe wie „Kapazität“ oder „Marge“ müssen überall im Unternehmen das Gleiche bedeuten. Nur wenn Definitionen und Messmethoden einheitlich sind, lassen sich die Daten später sinnvoll verknüpfen und auswerten.

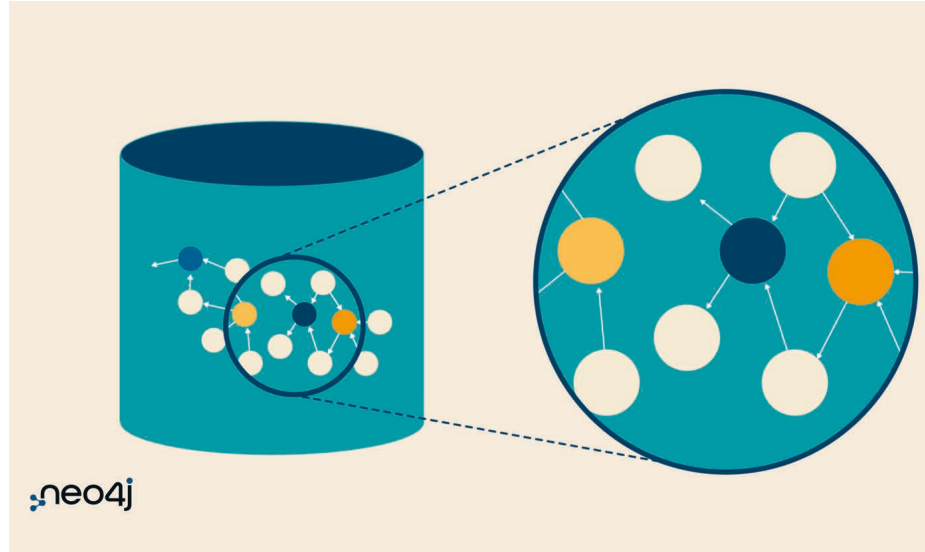


Bild 1: Graphdatenbanken speichern nicht nur Daten, sondern auch die Beziehungen dazwischen.
© Neo4j

2. Fragmentierte Systeme schrittweise verknüpfen

ERP- und MES-Systeme, IoT-Plattformen und Supply-Chain-Datenbanken sind oft historisch gewachsen und sprechen unterschiedliche „Datensprachen“. Der Versuch, die Daten auf einmal zu verknüpfen, führt schnell zu langen Projekten und unüberschaubarer Komplexität.

Besser ist ein schrittweises Vorgehen: Zuerst werden die Datenquellen angebunden, die für die wichtigsten Fragestellungen den größten Mehrwert liefern. Entscheidend ist eine konsistente, vertrauenswürdige Basis zu schaffen.

Graph als verbindendes Element

Der Graph dient dabei als verbindendes Element. Bestehende Systeme bleiben erhalten, werden aber über Schnittstellen eingebunden und mit Kontext angereichert. So lassen sich die Vorteile der Graphtechnologie nutzen, ohne funktionierende Strukturen zu ersetzen oder den laufenden Betrieb zu gefährden. Mit jedem weiteren angebundenen System wächst die Detailtiefe und damit auch der Nutzen für die Analyse und Entscheidungsfindung.

3. Fachanwender von Anfang an einbinden

Ein Graphmodell entfaltet seinen vollen Nutzen nur, wenn es die realen Entscheidungsprozesse im Unternehmen abbildet. Dafür ist es entscheidend, die Menschen einzubeziehen, die diese Entscheidungen täglich treffen (z. B. Planer, Einkäufer, Produktionsleiter, Supply-Chain-Manager). Sie wissen, welche Informationen im Betrieb nötig, welche Abhängigkeiten kritisch und welche Szenarien relevant sind.

Die Einführung startet also nicht mit der Frage „Welche Daten haben wir?“, sondern mit „Welche Fragen wollen wir beantworten?“. Wenn Fachabteilungen aktiv an der Modellierung mitarbeiten,

steigt nicht nur die Qualität der Ergebnisse. Es entsteht auch Akzeptanz für das neue System, weil die Anwender sehen, dass es ihre konkreten Herausforderungen löst. Das reduziert Schulungsaufwand und beschleunigt die Einführung – ein entscheidender Faktor für den Projekterfolg.

4. Niedrige Einstiegshürden dank Visualisierung, NLP & Co.

Zusammenhänge in der Industrie 4.0 können komplex sein. Visualisierungstools machen diese Netzwerke sichtbar und leicht navigierbar, auch ohne technisches Vorwissen. Interaktive Darstellungen erlauben es, relevante Teilbereiche im Produktionsprozess herauszufiltern, Szenarien zu simulieren und Detailinformationen abzurufen. Mit Filter- und Zoomfunktionen wechseln Nutzer mühelos zwischen Gesamtüberblick und einzelnen Verbindungen. Ausschnitte des Graphen lassen sich speichern, teamübergreifend teilen und zum Reporting an Führungsebene, Kunden und Partner heranziehen.

Bibliotheken

Einige Systeme bieten darüber hinaus integrierte Graph-Algorithmen (Bibliotheken) für vorkonfigurierte Abfragen. Natural Language Processing (NLP) und in wachsendem Maße GenAI bzw. Large Language Models (LLMs) erleichtern zudem die Eingabe, indem die Technologien helfen, natürlich formulierte Fragen automatisch in eine Abfragesprache zu übersetzen. Für den Datenschutz sorgen rollenbasierte Zugriffsrechte direkt im Graphmodell.

5. Klein starten, groß skalieren

Der Einstieg in Graphtechnologie muss kein Großprojekt sein. Erfolgreiche Implementierungen beginnen oft mit einem klar umrissenen

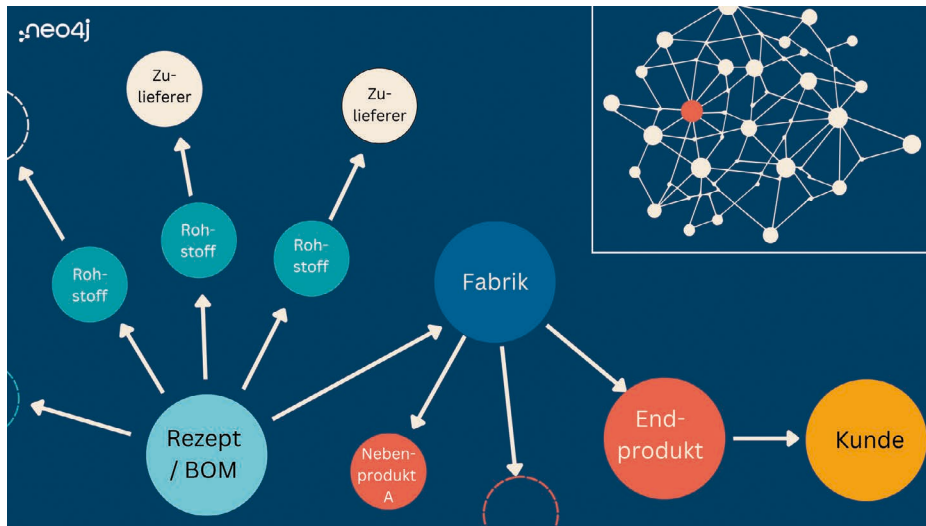


Bild 2: Datenmodell einer vereinfachten Prozesskette in der Allokationsplanung © Neo4j

Piloten, der eine konkrete, messbare Fragestellung beantwortet – zum Beispiel die Optimierung der Ressourcennutzung in einer Produktionslinie oder die Analyse eines spezifischen Lieferantenrisikos. Solche „Quick Wins“ schaffen Vertrauen in die Technologie, zeigen greifbaren Mehrwert und sichern die Unterstützung weiterer Stakeholder.

Ist der erste Anwendungsfall etabliert, lässt sich das Graphmodell iterativ ausbauen. Neue Datenquellen, Geschäftsbereiche oder Analysemethoden können modular ergänzt werden, ohne das bestehende System zu stören. Der Graph wächst organisch mit den Anforderungen. Gerade in der Industrie 4.0, wo Produktions- und Liefernetzwerke ständig größer und

dynamischer werden, ist diese Skalierbarkeit entscheidend.

6. Graph als Katalysator für KI

Graphen etablieren sich mehr und mehr zu Grundbausteinen für Künstliche Intelligenz. Ihre Stärke liegt darin, nicht nur einzelne Datenpunkte, sondern deren Beziehungen abzubilden – der entscheidende Kontext, den viele KI-Modelle für präzisere Ergebnisse benötigen.

Aktuell entwickeln sich KI-Systeme weiter zu Generative AI (GenAI) und KI-Agenten. GenAI kann auf Basis vorhandener Daten neue Inhalte erzeugen. KI-Agenten gehen noch einen Schritt weiter: Sie kombinieren Informationen, treffen Entscheidungen und stoßen eigenständig

Aktionen an – etwa die Umplanung einer Produktionslinie oder die Auswahl eines alternativen Lieferanten.

Aktueller und strukturierter Kontext

Damit solche Systeme zuverlässig arbeiten, brauchen sie aktuellen und strukturierten Kontext. Ansätze wie GraphRAG (Graph Retrieval-Augmented Generation) liefern genau das: Sie verbinden den Graph als „Wissensquelle“ mit der Sprachkompetenz großer KI-Modelle. Dadurch sind die Antworten nicht nur sprachlich überzeugend, sondern auch fachlich korrekt, aktuell und auf die jeweilige Unternehmenssituation zugeschnitten.

Fazit

Graphen sind die intelligente Plattform, die Daten in leistungsstarkes, nutzbares Wissen verwandelt. Sie bilden die Grundlage einer neuen Generation intelligenter Anwendungen für die Smart Factory. Und sie stellen den Kontext, den moderne KI für präzise Analysen, fundierte Entscheidungen und eine agile Produktionsplanung benötigt.

Wer schreibt:

Konrad Hippus ist Enterprise Executive für Pharma, Life Sciences und Financial bei Neo4j. In seiner Rolle unterstützt er Unternehmen weltweit, bestehende Datenbanksysteme zu modernisieren oder zu erweitern, Betriebskosten zu senken und mit der Graphdatenbank Neo4j echten Mehrwert aus Daten zu schaffen. Mit fast 20 Jahren Erfahrung in der IT-Branche bringt er umfassendes Know-how in den Bereichen Datenmanagement und Vertrieb mit. ◀