



PerfectPattern

KAYROS

Künstliche Intelligenz
optimiert die Smart Factory



KAYROS

Künstliche Intelligenz optimiert die Smart Factory

KAYROS ist eine innovative Lösung für die dynamische Produktionsplanung. KAYROS plant anspruchsvolle Produktions- und Logistikprozesse mit Hilfe von Künstlicher Intelligenz (KI) mit mathematischer Präzision. KAYROS verplant eigenständig beliebige Auftragspools in hochkomplexen Netzwerken von Produktionssystemen – alles mit dem Ziel, die Einhaltung von Terminen, die Optimierung des Ressourcenverbrauchs sowie die Minimierung der Produktionskosten sicherzustellen. Die zugrundeliegende mathematische Technologie ist eine proprietäre, von PerfectPattern wesentlich verbesserte Form der Reinforcement Learning-Technologie.

Komplexe Planungsprobleme

Die Planung von 500 Arbeitsschritten ist ein Symbol für 101.000 mögliche Abläufe. Die Ermittlung der besten Planung unter Berücksichtigung der Maschinenrüstkosten ist ein mathematisches Problem, das mit herkömmlichen Mitteln nicht gelöst werden kann. Die heute üblichen automatischen Planungssysteme ordnen die Aufträge und Arbeitsschritte den verfügbaren Maschinen auf Basis einfacher Heuristiken zu. Diese beruhen im Wesentlichen auf der schrittweisen Planung des einzelnen Fertigungsauftrags – übergreifende Einflüsse sowie einmal getroffene Planungsentscheidungen werden nicht in Frage gestellt und nicht verändert. Selbst Rechner mit höchster Leistung benötigen für eine umfangreiche Produktionsplanung viele Stunden Rechenzeit und erzeugen nur mäßig brauchbare Ergebnisse. Die Maschinenressourcen werden nicht einmal annähernd optimal genutzt, und in vielen Fällen ist der Materialverbrauch nicht optimiert.



Die Leistung von KAYROS

Dank der innovativen Kerntechnologie (konstruktives Verstärkungslernen) stellt die mit KAYROS berechnete Planung einen Paradigmenwechsel dar.

Bei diesem Reinforcement Learning wird das kognitive Verhalten von KAYROS auf der Grundlage von Erfahrungen trainiert. Dies erlaubt, extrem komplexe Planungsszenarien in überraschend kurzer Zeit zu berechnen.

Dies ermöglicht:

Dynamische Planung: Dies bedeutet beispielsweise, dass eine Fabrik unerwartete Eilaufträge problemlos bewältigen kann. Die Umplanung erfolgt in Minutenschnelle auf Knopfdruck. Auch die Neuplanung nach einem Maschinenausfall ist kein großes Problem mehr.

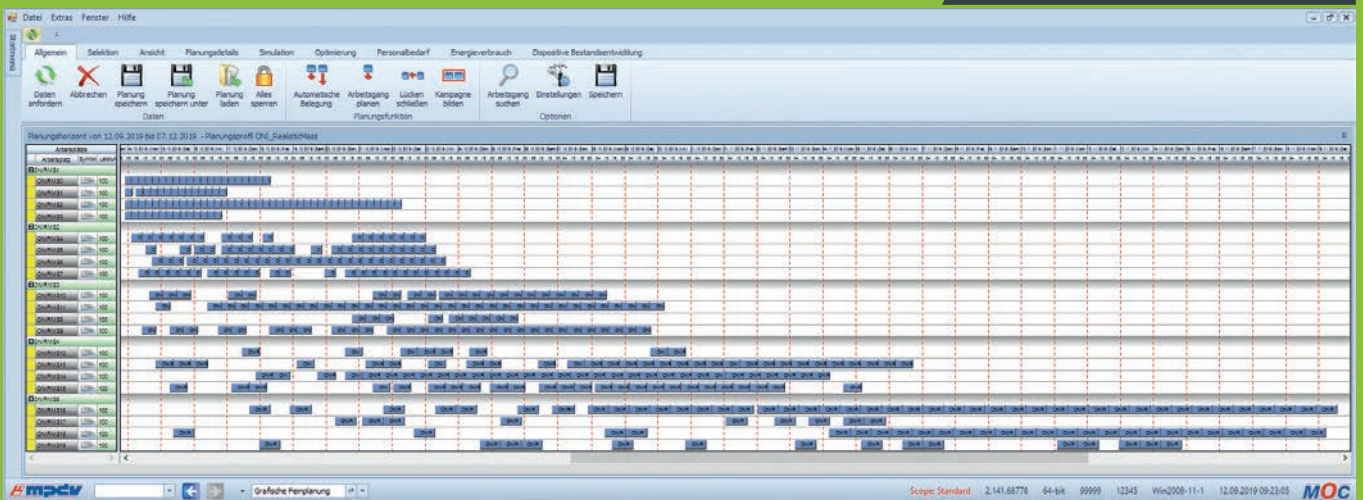
Hohe Planungsgenauigkeit: KAYROS berücksichtigt viel mehr Abhängigkeiten und Parameter als andere Planungswerkzeuge. Beispiele sind:

- Kosten für die Einrichtung der Maschinen und den Verbrauch von Rohstoffen
- Termintreue und Früherkennung von Kapazitätsengpässen
- Berücksichtigung von Transportwegen
- flexible Maschinenmodelle, die auch sehr spezielle Anforderungen abbilden können
- Verwaltung begrenzter Ressourcen, die zu verschiedenen Zeiten an verschiedenen Stellen des Produktionsnetzes benötigt werden (Werkzeuge, Mitarbeiter)

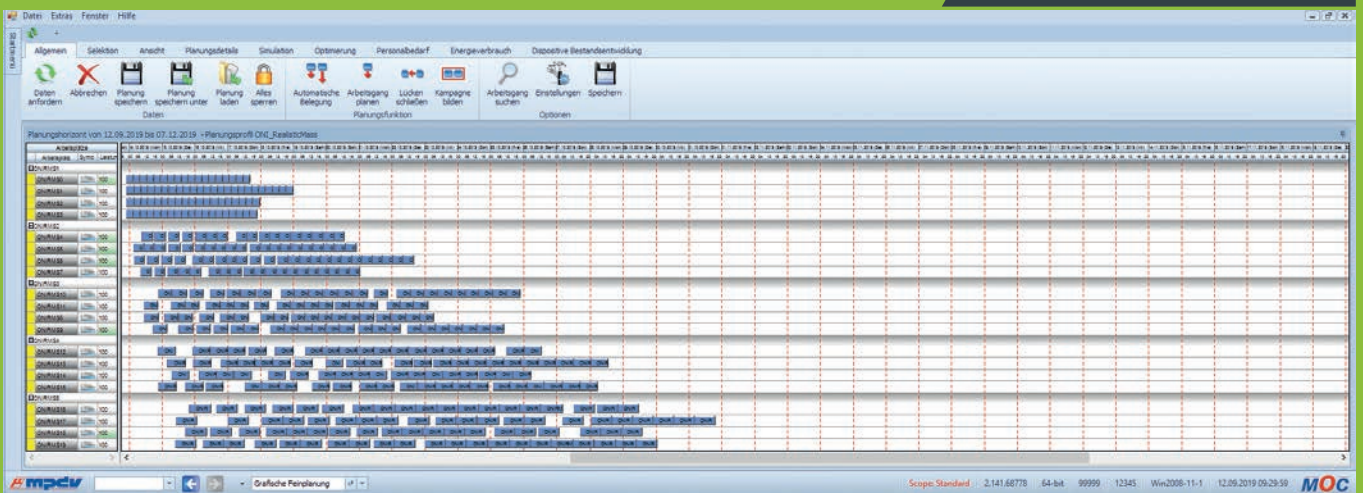
Im Ergebnis kann eine Produktionsanlage so gesteuert werden, dass sie wesentlich effizienter arbeitet.

Der Vergleich

Heuristische Planung



KAYROS kognitive Planung



Vergleich der heutigen Planungswerkzeuge (oben) mit KI-basierter kognitiver Planung (unten)

Digitale Representation der Produktion

In einer Modellierungssprache von KAYROS wird zunächst eine digitale Darstellung (digitaler Zwilling) der Fabrik erstellt.

Dazu gehört neben der Modellierung der Eigenschaften der Maschinen unter anderem:

- jeder Prozess, den die Maschine ausführen kann
- zugewiesene Kosten und Zeiten
- Einrichtungszustände der Maschine
- Umrüstzeiten und -kosten von einem Rüstzustand in einen anderen
- Verfügbarkeiten der Maschinen
- weitere Voraussetzungen

Es werden auch weitere Faktoren beschrieben, darunter:

- die Transportzeiten und -kosten von Material und Waren
 - notwendige Ruhezeiten (z.B. Kühlzeiten, Trocknung, etc.)
 - Zwischenlagerung
 - Verfügbarkeit von für bestimmte Aufgaben erforderlichen Mitarbeitern
 - Lagerung von Rohstoffen und anderen Materialien
 - Auftragsbestand
- und viele mehr.

Darüber hinaus werden die Produkte modelliert, die von der Fabrik hergestellt werden:

- welche Rohstoffe oder andere Materialien werden benötigt
- welche Produktionsschritte müssen in welcher Reihenfolge erfolgen, um das Produkt herzustellen

Für den zuverlässigen Betrieb von KAYROS müssen diese Modelle sorgfältig implementiert und bei Änderungen der Parameter angepasst werden. Die Daten für die Modellierung des digitalen Zwillings der Fertigung sind in der Regel im MIS- oder MES-System des Unternehmens (z.B. Hydra von MPDV) verfügbar. Dadurch ist es oft möglich, die Pflege der Modelle vollständig zu automatisieren.

Planung mit KAYROS

Basierend auf dem digitalen Zwilling und einem aktuellen Auftragspool wird eine Planungsrechnung ausgelöst.

Ein automatisierter Machine Learning-Prozess (AutoML) läuft jetzt innerhalb von KAYROS. Im Kern handelt es sich dabei um den PerfectPattern-eigenen „Constructive Reinforcement Learning“-Algorithmus. Ein autonomer Software-Agent erforscht seine Umgebung, nimmt Informationen über seinen Zustand wahr und ergreift Maßnahmen. Im Gegenzug bietet ihm die Umgebung ein Signal, das positiv oder negativ sein kann. Das Ziel des Agenten ist es, die positive Belohnung während der Interaktion zu maximieren.

Auf diese Weise kann der Lernprozess auch bei Anwendungen optimiert werden, deren Entscheidungsräume in der Regel sehr groß und uneinheitlich sind, wie z.B. bei industriellen Produktionsanlagen. Basierend auf den Entscheidungen des AutoML-Prozesses modelliert KAYROS immer den aktuell besten Auftragsfluss durch das Produktionsnetzwerk.

Generell wählt das System immer die Produktionsvariante, die den Zielen der Termineinhaltung (höchste Priorität) sowie der Minimierung des Ressourcenbedarfs und der Produktionskosten am nächsten kommt. Aufgrund seines dynamischen Charakters passt es sich spontan an unvorhersehbare Ereignisse wie etwa Maschinenausfälle an und kompensiert diese durch Umterminierung.

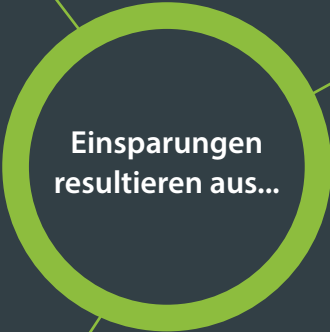
Durch die Einstellung der Eingabeparameter (insbesondere der Kostenparameter) können die Nutzer weitreichenden Einfluss auf das Verhalten von KAYROS bei der Planung nehmen. So kann z.B. bei nicht realisierbaren Anforderungen an die Gesamtplanung gesteuert werden, ob bei vielen kleinen Aufträgen oder bei einem großen Auftrag der geforderte Termin in Frage gestellt werden soll.

Der generierte Plan enthält genaue Anweisungen für die Steuerung der Produktion und wird von KAYROS in das Managementsystem (z.B. HYDRA von MPDV) übertragen.

Mittels der fortschrittlichsten mathematischen Technologie (KI) generiert KAYROS hocheffiziente, kostenoptimierte Produktionsplanungen für komplexe industrielle Fertigungsprozesse.

Niedrigeren Betriebskosten

(Energie, Personal, etc.)



**Einsparungen
resultieren aus...**

**Geringeren Materialkosten,
weniger Verschrott**

(stark abhängig von der
Art der Produktion)

**Höherer Kapazität durch
bessere Maschinenauslastung**

(geringere Investitionsausgaben)

PerfectPattern GmbH
Boschetsrieder Straße 71
81379 München

