

SKALIERBARE OPTIMIERUNG VON GROSSANLAGEN

BEI LINDE ENGINEERING

Die Optimierung von Großanlagen wie Luftzerlegungsanlagen ist von zentraler Bedeutung, um langfristig und lieferkettenübergreifend Kosten zu reduzieren und die Produkteffizienz zu erhöhen. Allerdings ist die Einführung von anlagenbezogenen Advanced Process Controls kostenintensiv, aufwändig und zeitraubend. Mittels eines von Linde entwickelten Machine-Learning-Verfahrens, insbesondere dem Reinforcement Learning, kann diese Umsetzungszeit auf gerade einmal einen Monat verkürzt werden. Das Linde Machine-Learning-Modell agiert als virtuelles Abbild (digital twin) der Anlage, welches für die Simulation und Optimierung diverser Einstellungen für die Anlage nützlich ist. Das Team von PRODATO hatte das Ziel, den Python-Code der Machbarkeitsstudie in Microsoft Azure Cloud zu implementieren. Der Proof-of-Concept demonstrierte die erfolgreiche Optimierung von Luftzerlegungsanlagen.

Linde Engineering ist eines der weltweit führenden Unternehmen im Bau schlüsselfertiger Industrie-Großanlagen. Schwerpunktmäßig plant, projiziert und errichtet Linde Engineering Anlagen zur Erzeugung und Bearbeitung von Gasen auf Basis eigener Technologien. Dabei kann das Unternehmen auf jahrzehntelange Erfahrung und mehr als 1.000 verfahrenstechnische Patente zurückgreifen.

NAHTLOSE INTEGRATION UND AUTOMATISIERUNG VON MACHINE LEARNING IN DER MICROSOFT AZURE CLOUD

Im Projekt haben wir als Team von PRODATO den Python-Code der Machbarkeitsstudie in die Microsoft Azure Cloud integriert. Nach umfassender Anforderungsanalyse zur Identifizierung der notwendigen Arbeitsschritte erfolgte die Auswahl der passenden Technologien und Dienste innerhalb der Cloud. Die Datenanbindung wurde sorgfältig entworfen und umgesetzt, um ein geeignetes System für strukturierte und unstrukturierte Daten bereitzustellen. Daraufhin wurde die Machine-Learning-Pipeline entwickelt, welche die Datenvorverarbeitung und das Training des digitalen Zwillings einschloss. Hierbei wurde die individuelle Konfiguration der Pipeline für jede Luftzerlegungsanlage berücksichtigt. Ein wesentlicher Faktor war die manuelle Evaluierung des trainierten Machine-Learning Modells, um dessen Leistungsfähigkeit zu gewährleisten. Des Weiteren wurde eine transparente Versionierung für die Data Pipeline, die Machine-Learning-Pipeline sowie die genutzten Python-Environments konzipiert und umgesetzt. Verwendet wurden zusätzlich Docker-Container, um eine plattformübergreifende Kompatibilität sicherzustellen. Um das Projekt ganzheitlich automatisieren

zu können, hat das Team zudem DevOps Pipelines (Continuous Integration und Continuous Deployment) eingeführt. Die Umsetzung des Proof-of-Concepts erfolgte aus Gründen von verfügbarer Hardware, Firewall-Richtlinien, Verfügbarkeit und Wartung der Systeme in der Microsoft Azure Cloud. Dank der cloud-nativen Umsetzung des Machine-Learning-Prozesses in der Azure Cloud, ist Linde in der Lage, für ihre mehr als 2.800 Luftzerlegungsanlagen in über 80 Ländern, ein vollumfänglich konfigurierbares Machine-Learning-Modell zu trainieren, diese manuell durch Process Engineers zu verifizieren und das produktive Deployment einzuleiten.

HERAUSFORDERUNGEN GESCHICKT GEMEISTERT DURCH OPTIMALE LÖSUNGSKONZEPTE

Im Verlauf des Projekts wurden verschiedene Herausforderungen identifiziert, die Anlass dazu gaben, neue Lösungsansätze auszuarbeiten. Eine dieser Anregungen bestand darin, die effektive Verwaltung von sowohl strukturierten als auch unstrukturierten Datensätzen zu optimieren. Dabei handelte es sich zum einen um die Eingangsdaten, bei denen vor allem Zeitreihen eine bedeutende Rollen spielen. Zum anderen wurden die Artefakte der Machine-Learning-Pipeline berücksichtigt, welche in strukturierter und unstrukturierter Form vorlagen. Besonderes Augenmerk lag darauf, diese Artefakte für Trainingsläufe leicht zugänglich und transparent bereitzustellen. Wir von PRODATO haben uns bewusst für die Implementierung eines Azure Data Lakes entschieden. Diese Wahl ermöglicht Linde, eine präzise und vordefinierte Struktur sowie Hierarchie für die Datenspeicherung zu etablieren. Die Umsetzung dieser Vorgabe erfolgt stringent und automatisiert durch den Code. Eine zusätzliche Herausforderung bestand in dem Training mehrerer Machine-Learning-Modelle innerhalb eines Trainingslaufes, wobei dieselben vorverarbeiteten Daten Verwendung finden sollen. Um dieses Ziel zu erreichen haben wir die Anzahl der Modelle, die gleichzeitig trainiert werden können, mithilfe einer Konfigurationsdatei parametrisiert. Diese Herangehensweise garantiert nicht nur eine optimale Nutzung der Ressourcen, sondern ermöglicht auch eine reibungslose Durchführung der Trainingsprozesse.

EFFIZIENTE TECHNOLOGIEINTEGRATION FÜR EINE ERFOLGREICHE PROJEKTEREALISIERUNG

Im Verlauf des Projekts kamen eine Vielzahl von Technologien zum Einsatz, die zu einer effizienten Umsetzung beitrugen. Dazu gehören:



Azure DevOps



Azure Machine Learning Workspace



Azure Container Registry



Azure Blob Storage



Azure Data Lake



Azure Logic App



Azure Key Vault



Python



Docker

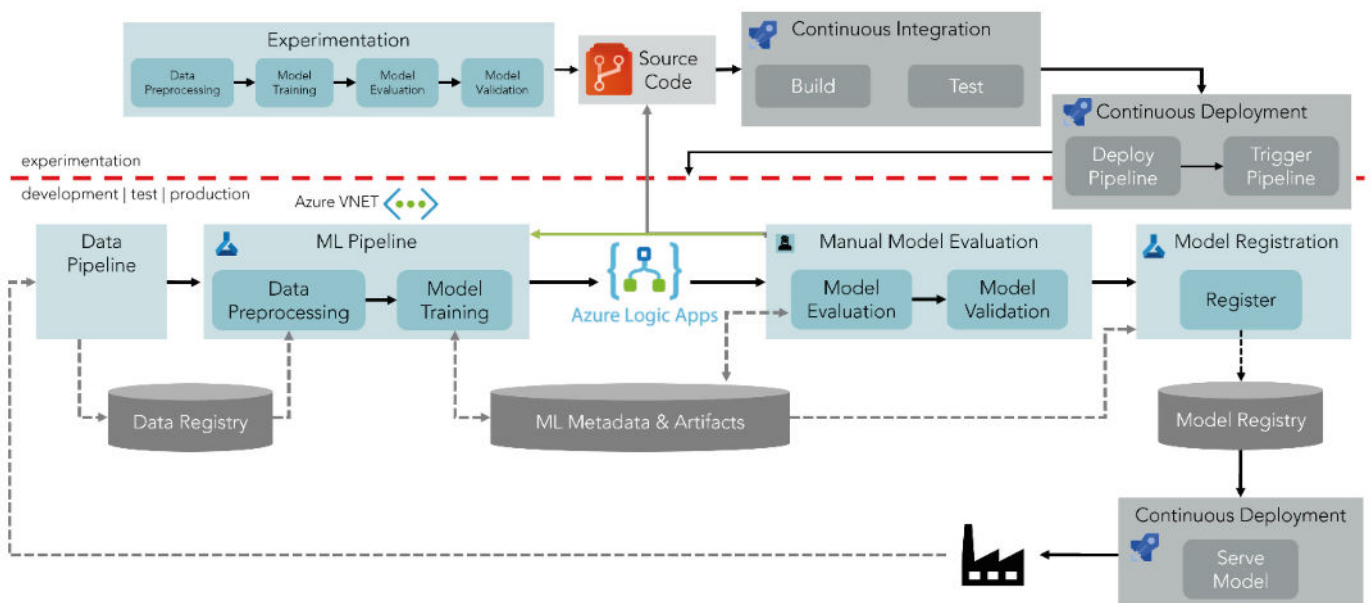


Terraform

» Machine Learning in der Azure Cloud ermöglicht uns, automatisiert und bei Bedarf Modelle zu trainieren, ohne selbst Infrastruktur dafür bereitzustellen. Die Lösung erlaubt die Versionierung der verwendeten Prozessdaten sowie graphische Unterstützung zur Auswertung des Machine-Learning-Modells durch Prozess-Ingenieure. Dadurch wird eine sehr hohe Modellqualität zur Regelung auf den Luftzerlegungsanlagen erreicht. «

Dr. Oliver Slaby, Head of IT for Process Design & Plant Operations/Linde Engineering

DER MACHINE-LEARNING-PROZESS





Mit Tools wie Microsoft Power Apps, Microsoft Power BI, Azure DevOps und Microsoft Azure unterstützen wir unsere Kunden in den verschiedensten Bereichen: von Applikationen, Datenvisualisierungen und Machine Learning in der Azure Cloud inkl. Sourcecodeverwaltung, Projektmanagement und CI/CD-Pipelines in Azure DevOps.

-

PRODATO – Prozesse, Daten, Organisation

A DATACIDERS COMPANY

Seit 1999 realisieren wir individuelle und kundenorientierte IT-Lösungen, die Fortschritt, Umsetzbarkeit und Wirtschaftlichkeit vereinen. Unser Ziel ist es, den Erfolg unserer Kunden zu verstärken, indem wir nachhaltige Informationen aus ihren Daten erschließen.

Mit durchdachten Konzepten und unserer Leidenschaft für Datenwertschöpfung entwickeln wir Lösungen, die exakt auf Ihre Anforderungen abgestimmt sind, unabhängig von Tool und Hersteller.

Mit einem Klick
Beratungstermin
vereinbaren



PRODATO Integration Technology GmbH

Herderstraße 5-9 | 90427 Nürnberg | anfrage@prodato.de | www.prodato.de | +49 (0) 911 / 994 730-15