

AI IN ACTION: SYSTEMS ENGINEERING

VOM VERSPRECHEN ZUM BEWEIS, FALLSTUDIEN AUS DER PRAXIS



Im Bereich Embedded Systems ist Präzision keine Option, sondern eine Notwendigkeit. Ob in der Luft- und Raumfahrt, der Automobilindustrie oder im Transportwesen – Ingenieure arbeiten unter realen Einschränkungen: begrenzte Rechenleistung, strenge Sicherheitsvorschriften, null Toleranz für Fehler.

Bei Expleo betrachten wir KI nicht als Ersatz für technische Exzellenz, sondern als Multiplikator. Embedded-KI verbessert die Leistung, beschleunigt Tests und reduziert die Komplexität – vorausgesetzt, sie wird zielgerichtet und pragmatisch eingesetzt.

Darum geht es in diesem Playbook.

Die hier vorgestellten Fallstudien zeigen KI, die wirklich eingebettet ist: von der Vorhersage von Hardware-Ausfällen in Elektrofahrzeugen (EVs), über die Automatisierung von Prüfständen bis hin zur Entlastung der kognitiven Belastung von Kampfpiloten. In jedem Beispiel liefert KI messbare Vorteile in Bezug auf Leistung, Sicherheit oder Entwicklungsgeschwindigkeit.

Wir haben diese Beispiele ausgewählt, weil sie unseren Ansatz widerspiegeln: praxisnahe KI, die sich nahtlos in Ihre Rahmenbedingungen einfügt – nicht entgegen ihnen.

Mit Expleo skalieren Sie die Performance Ihrer Produkte – powered by AI.



Philippe Gonçalves

Vice President, Electronics & Embedded Systems, Expleo

KI für Embedded
Systems

Seite 4

So verändert KI das Embedded
Systems Engineering^(AI)

Seite 5

Leistung und Sicherheit von Produkten verbessern

Sicheres Fliegen:
KI-Sensorik sorgt für
zusätzliche Redundanz

Seite 7

Kopf frei:
KI verringert die kognitive
Belastung von Rafale-
Piloten

Seite 8

Smarter Acker:
Weniger Stress für
Landwirte durch KI

Seite 9

Intelligenteres Fahren:
So beschleunigt LightlyEdge
die Entwicklung autonomer
Fahrzeuge durch KI

Seite 11

Vorausschauend:
Wie ein Automobilhersteller
seine Wartungskonzepte mit
KI optimiert

Seite 12

Effizienz in der Entwicklung steigern

Volkswagen optimiert
Systems Engineering mit
KI-gestütztem Lebens-
zyklusmanagement

Seite 15

Quilter optimiert das
Design von Leiterplatten
mit KI

Seite 16

Führender europäischer
Autohersteller revolutioniert
HiL-Tests mit präziser KI

Seite 17

Bosch macht die
Testautomatisierung
mit KI effizienter

Seite 19

Über Expleo

Seite 20

DIE AUSWIRKUNGEN VON KI AUF EMBEDDED SYSTEMS ENGINEERING^(AI)

Die Arbeit von Embedded-Systems-Entwicklern wird sich schon bald grundlegend verändern. KI wird über den gesamten Projektlebenszyklus hinweg eingesetzt – und zwar nicht nur als Produktivitätsverstärker. Durch den Wandel von „Quality by Testing“ hin zu „Quality by Design“ stärkt KI die frühen Entwicklungsphasen und trägt dazu bei, von Anfang an robuste Systeme zu entwickeln.

SO VERÄNDERT KI DAS EMBEDDED SYSTEMS ENGINEERING^(AI)

[expleo]

1. Anforderungsmanagement

KI validiert und verfeinert Anforderungen, indem sie auf Unklarheiten, Vollständigkeit und Konsistenz prüft.

Sorgen Sie für ein gemeinsames Verständnis und vermeiden Sie kostspielige Nachbesserungen in späteren Projektphasen.

2. Funktionale Spezifikation & System-design im Detail

Basierend auf validierten Anforderungen unterstützt KI Ingenieure dabei, funktionale Spezifikationen (z. B. Verhaltensweisen) zu erstellen und diese in Softwarearchitekturen – inklusive Zustandsautomaten – zu übersetzen.

Beschleunigen Sie die Designerstellung, verbessern Sie die Robustheit bei Erstentwürfen und steigern Sie die Wiederverwendbarkeit von Designs.

3. Implementierung

KI unterstützt Ingenieure bei der Analyse von Schaltplänen und Datenblättern und kann sogar Embedded Software-Code sowie PCB-Routing aus dem Detaildesign generieren.

Steigern Sie die Produktivität von Embedded-Software- und Hardware-Teams durch Automatisierung repetitiver Aufgaben.

5. Systemvalidierung

KI erstellt Validierungstestfälle und verknüpft Systemtests lückenlos mit den Anforderungen.

Erleichtern Sie Zertifizierungsprozesse durch vollständige Rückverfolgbarkeit und Einhaltung regulatorischer Vorgaben wie ISO 26262 und DO-178C.

4. Unit- & Integrationstests

KI erzeugt Unit-Testfälle direkt aus dem Detaildesign (z. B. Randbedingungen, Fehlermodi) und schlägt Integrationstest-Szenarien basierend auf Architektur-Interaktionen und Data Flows vor.

Beschleunigen Sie frühe Testphasen, erhöhen Sie Testabdeckung und Robustheit – und reduzieren Sie menschliche Fehler bei der Testentwicklung.

LEISTUNG UND SICHERHEIT VON PRODUKTEN VERBESSERN



SICHERES FLIEGEN: KI-SENSORIK SORGT FÜR ZUSÄTZLICHE REDUNDANZ

Luftfahrt basiert auf Sicherheit. Alle Instrumente an Bord müssen daher zuverlässig funktionieren, vor allem solche für kritische Messwerte wie die Fluggeschwindigkeit. Aber was ist, wenn ein Primärsystem wie der Staudrucksensor (Pitot-Rohr) während des Fluges ausfällt?

◀ Vor KI: die Herausforderung des Projekts

Ein großer europäischer Flugzeughersteller stand genau vor dieser Frage. Pitot-Rohre sind zwar so konstruiert, dass sie bestimmten Störungen standhalten, aber sie bleiben anfällig für Eiskristalle in großen Höhen oder Schmutz auf dem Rollfeld. In seltenen Fällen können mehrere Sensoren gleichzeitig ausfallen, sodass die Piloten keine zuverlässigen Geschwindigkeitsdaten mehr erhalten – ein inakzeptables Risiko. Der Hersteller hatte ein herausforderndes Entwicklungsziel: Eine zuverlässige Backup-Lösung, die ohne externe Sonden auskommt.

Das System muss autonom funktionieren, mit der begrenzten Rechenleistung an Bord auskommen und sich nahtlos in die bestehenden Flugzeugsysteme integrieren. Hier kam KI ins Spiel.



KI im Einsatz: der Wendepunkt

Die Luftfahrt- und Data Science-Teams von Expleo schlugen eine KI-basierte Lösung vor, die bereits vorhandene Sensordaten der Triebwerke als unabhängige Quelle für die Geschwindigkeitsmessung nutzt. Mit Blick auf die Einschränkungen von Systemen für Embedded Computing entwickelten sie ein schlankes Deep-Learning-Modell – ein mehrschichtiges Perzeptron. Es verarbeitet Triebwerksparameter wie Druckunterschiede oder die Rotationsgeschwindigkeit der Schaufeln und errechnet daraus in Echtzeit die Fluggeschwindigkeit.

Das KI-Modell wurde mit Flugdaten aus Dutzenden kommerzieller Flüge trainiert. Die Messwerte der Triebwerkssensoren wurden mit validierten Pitot-Rohr-Messungen abgeglichen. Im Betrieb liefert das Modell Schätzungen der Fluggeschwindigkeit mit einer Genauigkeit von weniger als 10 Knoten, was als Sicherheitsreserve ohne Eingreifen des Piloten ausreicht.

Um diese Präzision zu erreichen, korrigierten die Expleo-Techniker den Trainingsdatensatz, um atypische Manöver und andere Störfaktoren auszuschließen. Sie wiederholten den Vorgang mehrfach unter Einbeziehung von Feedback durch Embedded-Systems-Experten des Herstellers. Das Ergebnis: ein robustes KI-System, das die Komplexität des Flugbetriebs selbst unter turbulenten Flugbedingungen bewältigt.

Was sich geändert hat: messbare Ergebnisse und Business Impact

Die Lösung hat sich bewährt. Nach erfolgreichen Tests in Flugzeugen mit zwei Triebwerkstypen hat der Hersteller die Modelle positiv bewertet. Er hat bereits eine dritte Version für eine neue Triebwerkskonfiguration in Auftrag gegeben. Das KI-Modell ist in die Avionik des Flugzeugs integriert und arbeitet passiv im Hintergrund. Es alarmiert die Piloten nur dann, wenn die Standardsensoren ungewöhnliche Daten liefern. So bietet es eine neue Ebene intelligenter Systemredundanz. Dieser Durchbruch zeigt: KI ist nicht mehr nur ein Schlagwort, sondern tief in das Flugzeug integriert. Sie erhöht Ausfallsicherheit und senkt Risiken dort, wo es wirklich wichtig ist.

KOPF FREI: KI VERRINGERT DIE KOGNITIVE BELASTUNG VON RAFALE-PILOTEN

Der TALIOS-Pod von Thales revolutioniert Luftkampfeinsätze, denn er reduziert die kognitive Belastung der Piloten durch eine integrierte KI. Das System erfasst, interpretiert und unterstützt in Echtzeit.



Vor KI: Die Herausforderung des Projekts

Auf dem Schlachtfeld zählt jede Sekunde, und korrekte Informationen sind entscheidend für den Erfolg einer Mission. Bei den französischen Luftstreitkräften müssen Rafale-Piloten schnelle und risikoreiche Entscheidungen treffen, oft unter hohem Druck und bei hohen Geschwindigkeiten.

Elektrooptische Daten, Infrarotsignaturen, GPS-Koordinaten, Gefahrenwarnungen – bis vor kurzem war es Aufgabe des Piloten oder Waffensystemoffiziers, die Flut von Sensordaten während des Fluges zu interpretieren. Diese kognitive Belastung kann die Effizienz der Mission senken, das Risiko erhöhen und die Reaktionszeit verlangsamen.



KI im Einsatz: der Wendepunkt

Hier kommt das KI-fähige TALIOS ins Spiel: das von Thales entwickelte optronische Long-range Zielerkennungssystem. Dieses in Militärflugzeuge integrierte System revolutioniert die Art und Weise, wie Kampfeinheiten taktische Daten erfassen, verarbeiten und darauf reagieren – und wie Piloten agieren.

Frühere Systeme umfassten lediglich hochauflösende Sensoren und Tag-Nacht-Betriebsfähigkeit, sodass Piloten bewegliche Ziele verfolgen und gleichzeitig ISR-Operationen (Intelligence, Surveillance, Reconnaissance) durchführen konnten. Aber mit der Einführung der KI haben sich die Spielregeln grundlegend geändert.

Was sich geändert hat: messbare Ergebnisse und Business Impact

TALIOS kann nun Videoaufnahmen in Echtzeit analysieren. Möglich wurde das durch Algorithmen, die anhand tausender Bilder aus dem Verteidigungssektor trainiert wurden. Auf Basis von Deep Learning identifiziert und markiert das System innerhalb von Millisekunden interessante Objekte und leitet nur relevante Daten an die Besatzung weiter. Die Koordinaten von Zielen werden nun bis zu 100-mal schneller verarbeitet. Für einen Piloten, der mit Mach-Geschwindigkeit fliegt, bringt dies den entscheidenden Unterschied zwischen Reagieren und Vorausschauen.

In Zukunft wird es eine „kollaborative Gefechtsumgebung“ geben, in der viele Systeme (Drohnen, Kampfflugzeuge, Satelliten) Sensordaten an Armeeeinheiten übertragen. Die KI-Fähigkeiten von TALIOS sind dafür verantwortlich, dass nur kritische Informationen an die Piloten weitergeleitet und deren Reaktionszeit verkürzt wird.



Die Rolle von Expleo in der Entwicklung eingebetteter Systeme und KI für die Verteidigung

Als wichtiger Partner für missionskritische KI bringt Expleo fundiertes Fachwissen zu Embedded Systems und Modellentwicklung für Echtzeitanwendungen mit, von der Sicherheit in der Luft- und Raumfahrt bis hin zu sicheren Kampfszenarien. In ähnlichen Kontexten hat Expleo KI-Modelle für Flugzeuge entwickelt, die die Flugeschwindigkeit anhand von Triebwerkssensoren berechnen, selbst wenn herkömmliche Systeme ausfallen – eine Herausforderung, die On-Board-Computing und eingeschränkte Verarbeitungsumgebungen erfordert.

Expleos KI-Frameworks sind auf Zuverlässigkeit, Transparenz und Geschwindigkeit ausgelegt – genau die Art intelligenter Automatisierung, die Systeme wie TALIOS möglich macht.

SMARTER ACKER: WENIGER STRESS FÜR LANDWIRTE DURCH KI

[expleo]

Das See & Spray-System von John Deere bringt Computer Vision und KI in den Reihenkulturanbau. Er bringt Landwirten einen Echtzeit-Assistenten, der Unkraut erkennt, Entscheidungen trifft und die Chemikalienmenge ebenso wie den Stress senkt.



Vor KI: Die Herausforderung des Projekts

Präzisionslandwirtschaft ist heute wörtlich zu verstehen. Die heutige Landwirtschaft ist von ständigem Druck geprägt. Bauern müssen gleichzeitig Chemiker, Datenanalysten, Maschinenbediener und Wetterpropheten sein. Die Feldarbeit wird komplexer, vom Verständnis des Unkrautdrucks bis zur Kalibrierung der Sprühgeräte. Das macht es den Landwirten oft schwer, den Überblick zu behalten.

Ohne digitale Unterstützung sind Landwirte auf ihr Gedächtnis, ihre Intuition und Trial-and-Error-Versuche angewiesen. Bei der Unkrautbekämpfung geht es nicht darum, einfach auf einen Knopf zu drücken. Variablen wie Unkrautart, Feldhistorie, Bodenfeuchtigkeit, Reifegrad der Pflanzen, Düsenkalibrierung und Umweltauflagen müssen gleichzeitig berücksichtigt werden. Der Spielraum für Fehler ist gering – und die Kosten durch Überdosierung steigen.



KI im Einsatz: der Wendepunkt

Die Antwort von John Deere und Blue River Technology lautet „See & Spray“, ein bildverarbeitendes Gerät, das dank maschinellem Lernen als intelligenter, integrierter „Entscheidungsträger“ im Sprühgerät selbst fungiert. Das System verwendet 36 Kameras, die Bilddaten an einen integrierten Prozessor liefern, der darauf trainiert ist, Unkraut in Millisekunden von Nutzpflanzen zu unterscheiden, während das gesamte System in Echtzeit arbeitet.

SMARTER ACKER: WENIGER STRESS FÜR LANDWIRTE DURCH KI

[expleo]

Was sich geändert hat: messbare Ergebnisse und Business Impact

Wenn Unkraut erkannt wird, gibt eine Düse eine präzise Menge Herbizid ab, ansonsten fährt die Spritze weiter. Das KI-gestützte System identifiziert Pflanzen, die behandelt werden müssen. Landwirte, die See & Spray testeten, berichten von Einsparungen der Herbizidmenge in Höhe von 60 bis 70 Prozent. Das System verringert den Einsatz von Chemikalien, erhält die Gesundheit der Pflanzen und optimiert die Zeit für das Nachfüllen der Tanks.

Zudem werden bei jedem Durchgang alle erfassten Daten automatisch an das John-Deere-Betriebszentrum übertragen, wo sie in Langzeit-Karten zum Unkrautdruck einfließen. Diese visuellen Einblicke helfen Landwirten, Muster zu erkennen, wie beispielsweise eine höhere Unkrautdichte um ehemalige Baumreihen herum, und wie sie künftige Maßnahmen anpassen können.

John Deere hat neu definiert, was integrierte KI für die Landwirtschaft bedeutet. Sie verringert Stress und verbessert den ROI, oft innerhalb von 18 Monaten. Für viele Landwirte ist die früher oft kritisch beäugte Technologie heute unverzichtbar. Ein Nutzer drückt es so aus: „Einen Sprüher ohne dieses System könnte ich mir heute nicht mehr vorstellen.“

Die Rolle von Expleo in der Entwicklung eingebetteter KI

Durch die Kombination von fundiertem KI-Know-how und Systemtechnik unterstützt Expleo führende Industrieunternehmen bei der Bereitstellung eingebetteter KI, die menschliche Bediener entlastet. Die Machine-Learning-Modelle des Unternehmens haben Kunden ermöglicht, Sensordaten unter schwierigen Rahmenbedingungen zu nutzen, ähnlich wie bei der Echtzeit-Unkrauterkenennung von See & Spray. Die eingebettete KI von Expleo bringt Schnelligkeit und Vertrauen, wenn Genauigkeit, Latenz und menschliche Interaktion entscheidend sind.

INTELLIGENTERES FAHREN: SO BESCHLEUNIGT LIGHTLYEDGE DIE ENTWICKLUNG AUTONOMER FAHRZEUGE DURCH KI

Datenüberflutung ist ein Paradoxon bei der Entwicklung autonomer Fahrzeuge: Mehr Daten führen zu besseren Ergebnissen, doch zu viele und vor allem unstrukturierte Daten verlangsamen die Entwicklung und treiben die Kosten in die Höhe. Gerade europäische Automobilhersteller kämpfen mit Personalabbau und sind in einem harten Wettbewerb mit KI-Vorreitern, wie zum Beispiel Tesla. Ein effizientes Datenmanagement ist daher von entscheidender Bedeutung.



Vor KI: Die Herausforderung des Projekts

Die Speicherkosten steigen exponentiell, die Datenübertragung ist langsam und Daten zu seltenen, aber kritischen Ereignissen gehen in irrelevanten Aufzeichnungen unter. Daran zeigt sich: Herkömmliche Methoden erfassen aus den Fahrzeugsensoren zwar jede Sekunde einer Fahrt, sind aber teuer und manchmal ineffizient bei der Datenverarbeitung.



KI im Einsatz: der Wendepunkt

Das Zürcher Start-up Lightly erkannte diese Herausforderung und hat mit LightlyEdge eine bahnbrechende KI-Lösung entwickelt. LightlyEdge nutzt den Trend Edge KI, bei der KI-Modelle direkt auf Sensoren und Kameras arbeiten. So verwandelt das Unternehmen die Datenerfassung von einer passiven Aufzeichnung in einen intelligenten, selektiven Prozess.



Was sich geändert hat: messbare Ergebnisse und Business Impact

Anstatt unzählige Terabytes zu speichern, analysiert das System die Daten in Echtzeit und überträgt nur relevante Erkenntnisse: riskante Fahrsituationen, ungewöhnliche Wetterereignisse oder unerwartetes Verhalten von Fußgängern.

LightlyEdge reduziert dadurch die Menge der zu speichernden, zu übertragenden und zu verarbeitenden Daten. Dies senkt die Betriebskosten erheblich und beschleunigt das Training der KI-Modelle. Dieser strategische Vorteil verschafft europäischen Herstellern einen Wettbewerbsvorteil und hilft ihnen, mit etablierten KI-Marktführern Schritt zu halten.

KI im All: Nanosatellit ExpleoLissa definiert die Datenerfassung neu

ExpleoLissa ist ein neuartiger softwaredefinierter Nanosatellit, der sich der jeweiligen Raumfahrtmission flexibel anpasst. Er ist mit einer integrierten KI ausgestattet, um Daten intelligent zu verarbeiten. Damit gelangen wichtige Erkenntnisse schnell und sicher zu den Nutzern.

Wenn sich die Satellitenmission ändern muss, kann ExpleoLissa schnell, mit wenigen Klicks, aus der Ferne und dank Verschlüsselung sicher neu konfiguriert werden. Ob es um die weltweite Verfolgung von medizinischen Gütern, die Bereitstellung kritischer Informationen für das Management von Waldbränden oder die Schließung von Lücken in der Flugsicherheit geht – ExpleoLissa bietet anpassungsfähige, effiziente und sichere Lösungen für die Datenerfassung und -analyse.

VORAUSSCHAUEND: WIE EIN AUTOMOBILHERSTELLER SEINE WARTUNGSKONZEPTE MIT KI OPTIMIERT

Expleos ML-Pipeline für Onboard-Systeme setzt neue Standards in Sicherheit und Performance

◀ Vor KI: Die Herausforderung des Projekts

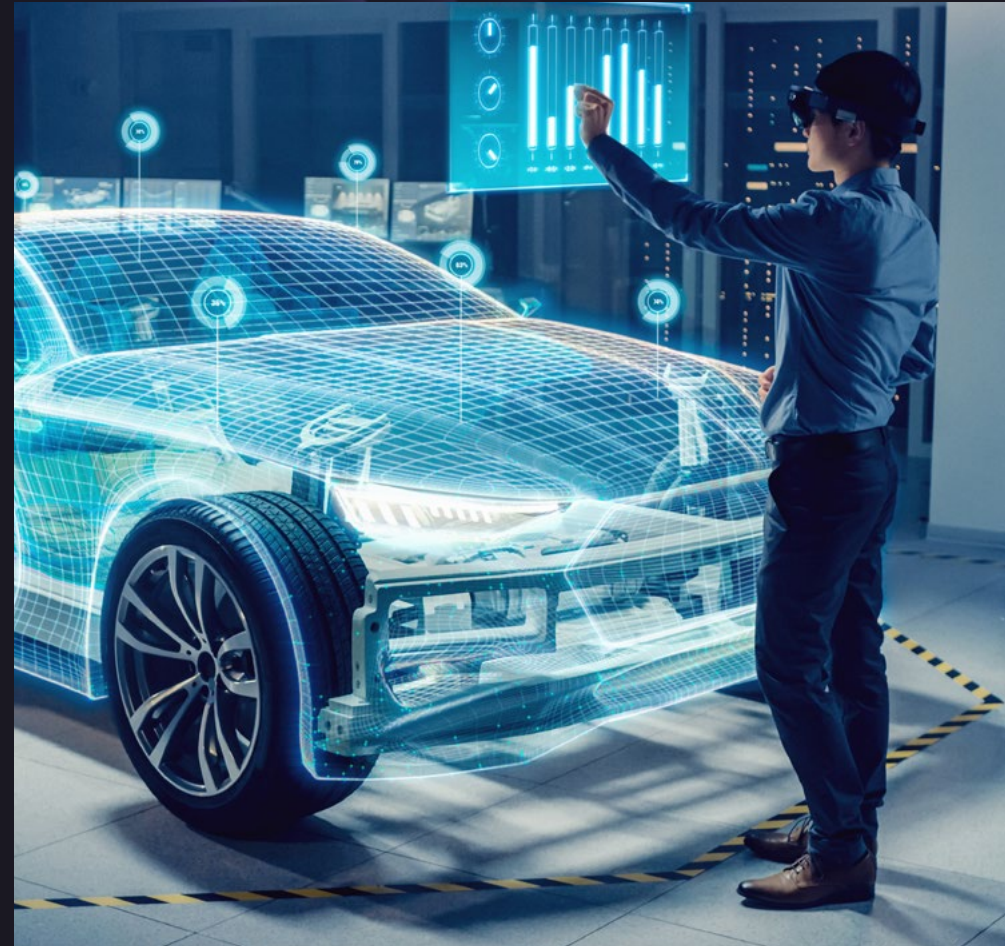
Mit der zunehmenden Verbreitung von Elektrofahrzeugen steigen auch die Erwartungen an Sicherheit und Verfügbarkeit. Für einen globalen Automobilhersteller (OEM) ist die fehlerfreie Leistung der Hochvoltkomponenten von entscheidender Bedeutung. Der Ausfall des Onboard-Chargers würde die Zuverlässigkeit des Fahrzeugs senken und das Vertrauen in die Marke mindern. Herkömmliche Wartungskonzepte sind jedoch meist reaktiv und beheben Probleme erst, nachdem sie aufgetreten sind.

Die Herausforderung liegt in der Architektur. Der OEM sammelt Echtzeit-Fahrzeugdaten über eingebettete Systeme, jedoch weist die Onboard-Konnektivität nur eine geringe Abtastrate auf. Das bedeutet, dass die Ingenieure nur wenige Anhaltspunkte für die frühzeitige Erkennung eines Komponentenausfalls haben. Mit Standardtools ist es zu schwierig zum Beispiel einen Batteriefehler vor dem Auftreten vorherzusagen.

🚀 KI im Einsatz: der Wendepunkt

Deshalb wandte sich der OEM an Expleo, um die minimalen Daten im Fahrzeug in Vorhersagen umzuwandeln. Die Teams starteten gemeinsam einen Proof-of-Concept mit Schwerpunkt auf Hochspannungskomponenten.

Data Scientists von Expleo entwickelten dazu eine Machine-Learning-Pipeline, einen sogenannten „Kernel“, der speziell an die Systembeschränkungen angepasst war. Sie schrieben zudem maßgeschneiderten Python-Code und lieferten technische Berichte, Spezifikationen und Modelle für einen Stack, der die Fahrzeugarchitektur nicht verändert.



VORAUSSCHAUEND: WIE EIN AUTOMOBILHERSTELLER SEINE WARTUNGSKONZEPTE MIT KI OPTIMIERT

[expleo]

Was sich geändert hat: messbare Ergebnisse und Business Impact

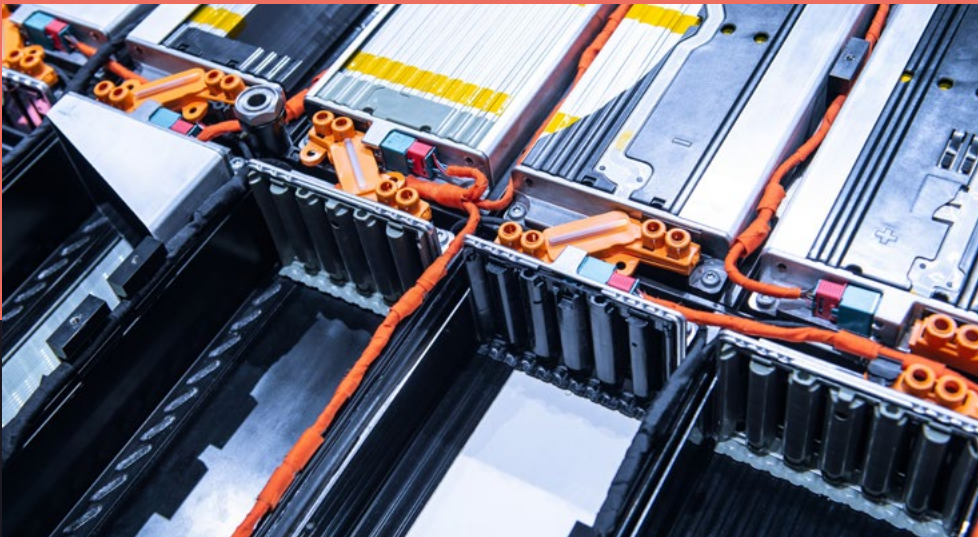
Das Ergebnis ist ein eingebettetes KI-Modell mit Vorhersagekraft. Es kann Ausfälle des Bordladegeräts mit einer Genauigkeit von 99 Prozent vorhersagen. Dabei werden nur bereits im Fahrzeug verfügbare Daten ausgewertet – keine neuen Sensoren, keine zusätzliche Hardware. Das ist eine entscheidende Neuerung, denn der Hersteller kann nun Fehler vorhersehen, Wartungsarbeiten zum richtigen Zeitpunkt durchführen, Garantiekosten senken und die Lebensdauer der Batterie verlängern, ohne das ursprüngliche Design des Fahrzeugs zu verändern.

Bei dieser Umstellung geht es nicht nur um Einsparungen, sondern um eine Neudefinition der Zuverlässigkeit von Fahrzeugen. Dank der auf Systemebene eingebetteten KI kann der globale Automobilhersteller von reaktiven Reparaturen zu proaktiver Wartung übergehen. Dies ist ein Schritt

zu noch sichereren Fahrzeugen, effizienter Wartung und letztlich mehr Komfort für die Fahrer. Der Ansatz dient nun als Vorbild für andere Anwendungsfälle innerhalb der Gruppe.

Dieses Projekt legt auch den Grundstein für zukünftige Innovationen in der Diagnostik. Der Proof-of-Concept hat gezeigt, was möglich ist. Nun plant das Unternehmen, die prädiktive KI in seinem ganzen EV-Portfolio zu nutzen. Der Kernel von Expleo wird als Basis für weitere Anwendungen in den Bereichen Softwarezuverlässigkeit, autonome Funktionen und Echtzeit-Überwachung des Fahrzeugzustands dienen.

Bei Expleo gehört diese Art der KI-gestützten Transformation zur DNA. Unsere Ingenieure sind auf eingebettete Intelligenz spezialisiert. Sie arbeiten mit globalen OEMs zusammen, um prädiktive Systeme zu entwickeln, die in Echtzeit und unter realen Bedingungen funktionieren. Für den OEM haben wir End-to-End-Support bereitgestellt: Softwareentwicklung, maschinelles Lernen, agile Bereitstellung und technische Beratung. Wir haben gezeigt, dass vorausschauende Wartung intelligent, kostengünstig und sofort einsetzbar ist, ohne die Systemintegrität zu beeinträchtigen.



EFFIZIENZ IN DER ENTWICKLUNG STEIGERN



VOLKSWAGEN OPTIMIERT SYSTEMS ENGINEERING MIT KI-GESTÜTZTEM LEBENSZYKLUSMANAGEMENT

Um die Komplexität in der modernen Fahrzeugentwicklung zu bewältigen, ist ein Umdenken in der Arbeitsweise von Ingenieuren erforderlich. Die Zusammenarbeit von Volkswagen mit Microsoft und PTC zeigt, wie KI effizientes Engineering neu definieren kann.

◀ Vor KI: Die Herausforderung des Projekts

Autobau heißt heute: Millionen von Codezeilen in einem intelligenten, softwaredefinierten Fahrzeug zu koordinieren. Mit diesem Wandel stehen die Ingenieure von Volkswagen vor wachsenden Herausforderungen im gesamten Produktentwicklungszyklus. Die Anforderungen nehmen zu, die Sicherheitsstandards werden strenger, die Systeme sind immer stärker vernetzt und die Fahrzeuge selbst entwickeln sich von mechanischen Konstruktionen zu digitalen Plattformen mit interner Software, Sensornetzwerken und Always-On-Connectivity.

🚀 KI im Einsatz: der Wendepunkt

Um der wachsenden Komplexität gerecht zu werden, entschied sich Volkswagen für die Codebeamer-Plattform von PTC, eine robuste Lösung für das Application Lifecycle Management (ALM). Der OEM integrierte sie in Microsoft Copilot und Microsoft Cloud for Manufacturing. Das Ziel war, das Systems Engineering intelligenter, schneller und widerstandsfähiger zu machen.

Was sich geändert hat: messbare Ergebnisse und Business Impact

Die Engineering-Teams von Volkswagen profitieren heute von einem KI-Assistenten, der direkt in ihre Entwicklungsumgebung eingebettet ist. Er beantwortet nicht nur Fragen, sondern hilft auch bei der Erstellung von Anforderungsspezifikationen, dem Entwurf von Testfällen und dem Abruf relevanter Altdaten. Durch seine Nutzung wird Doppelarbeit erheblich reduziert, die Rückverfolgbarkeit verbessert und die Entwicklungszeit um bis zu 40 Prozent verkürzt. Das Tool lernt aus der Engineering-Geschichte von Volkswagen, sodass sich die Teams auf Innovationen konzentrieren können.

Das System-Engineering bei Volkswagen wurde zu einem Treiber für Geschwindigkeit und Qualität. Das Application Life Cycle Management (ALM) erforderte früher eine ständige Überwachung und Koordination. Es ist nun dank der Kombination von KI, Cloud-Skalierung und branchenspezifischen Tools schneller und präziser. Mit der Ausweitung des Einsatzes von Codebeamer im gesamten Volkswagen-Konzern meistert das Unternehmen nicht nur die aktuellen Entwicklungsherausforderungen, sondern legt auch eine solide Grundlage für die softwaredefinierten Fahrzeuge der Zukunft.

QUILTER OPTIMIERT DAS DESIGN VON LEITERPLATTEN MIT KI

Eine Leiterplatte (PCB) ist das „Nervensystem eines Geräts“. Sein Design ist eine der komplexesten und zeitaufwändigsten Aufgaben in der Entwicklung von Embedded Systems. Mit der KI von Quilter wird dieser Prozess von Grund auf neugestaltet.



Vor KI: Die Herausforderung des Projekts

Früher bedeutete das Design einer Leiterplatte: bei Null anfangen und sich stark auf Erfahrungen verlassen. Ingenieure entwarfen das Layout jeder Komponente manuell, verbanden Leiterbahnen und lösten komplexe Probleme – von der Signalintegrität bis zur thermischen Leistung. Dieser Prozess dauerte Tage oder sogar Wochen. Er war langsam und repetitiv, mit wenig Raum für Iterationen.

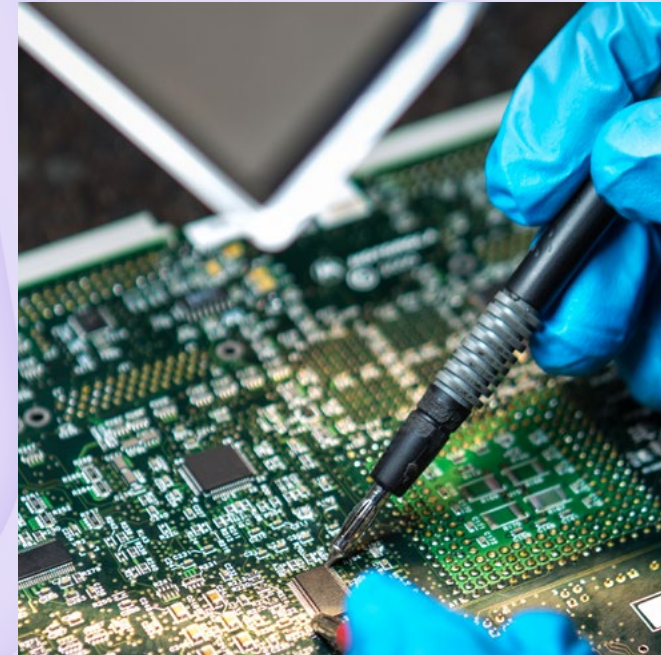
Die Komplexität der Entwicklung von Embedded Systems nimmt zu. KI-gestützte Geräte werden immer kleiner, schneller und stärker vernetzt. Die Leiterplatte ist die physische Infrastruktur, die alle Komponenten miteinander verbindet. Sie muss diese Komplexität unterstützen, mit Blick auf Größe, Herstellbarkeit oder Kosten. Für Ingenieure bedeutet dies, schwierige Kompromisse zu machen. Dabei haben sie oft nur eine einzige Chance, alles richtig zu machen.



KI im Einsatz: der Wendepunkt

Quilter-Gründer Sergiy Nesterenko griff auf seine früheren Erfahrungen in der Luftfahrttechnik bei SpaceX zurück und stellte eine einfache Frage: Wie lässt sich das PCB-Layout automatisieren?

Das führte zur Entwicklung von Quilter. Die KI-gestützte Plattform erzeugt PCB-Designs mit Reinforcement Learning und physikalischer Modellierung. Die Ergebnisse erfüllen viele Anforderungen an Design und Fertigung und entstehen in einem Bruchteil der Zeit.



Was sich geändert hat: messbare Ergebnisse und Business Impact

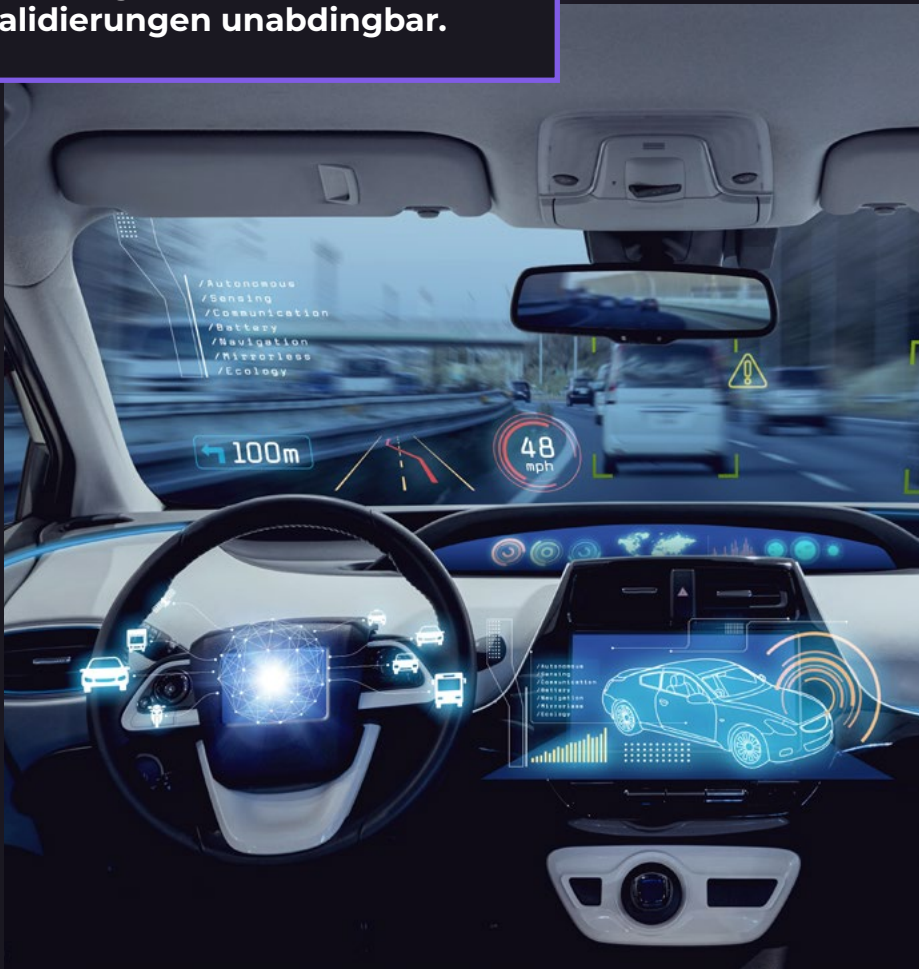
Quilter hilft Ingenieuren dabei, innerhalb weniger Stunden mehrere Layout-Optionen für Leiterplatten zu erzeugen. Die Benutzer machen Vorgaben wie Leiterplattengröße, Platzierung der Komponenten und Fertigungsregeln. Die KI entwickelt Tausende von Möglichkeiten, bevor sie die effektivsten vorschlägt. Ein Beispiel: Eine Leiterplatte, deren Entwurf durch einen Experten mehrere Tage gedauert hätte, wird in nur zweieinhalb Stunden fertiggestellt und direkt in die Fertigung geschickt.

So wird das PCB-Design nicht nur schneller, sondern auch deutlich intelligenter. Ingenieure können nun einen größeren Lösungsraum erkunden, Kompromisse beim Design besser begründen und robustere Prototypen schneller zum Leben erwecken. Quilter ersetzt die Fähigkeiten des Menschen nicht. Es ergänzt sie und gibt Ingenieuren die Freiheit, sich auf Innovationen mit langfristigem Mehrwert zu konzentrieren.

FÜHRENDER AUTOHERSTELLER REVOLUTIONNIERT HIL-TESTS MIT PRÄZISER KI

[expleo]

Im Wettlauf um die nächste Generation softwarebasierter Fahrzeuge sind Tests und Validierungen unabdingbar.



Vor KI: Die Herausforderung des Projekts

Für die traditionsreiche Marke aus Deutschland, die den Wandel hin zu softwaredefinierten Fahrzeugen kontinuierlich vorantreibt, waren Hardware-in-the-Loop (HiL)-Tests bislang der Standard, um Qualität und Sicherheit in immer komplexeren Fahrzeugsystemen sicherzustellen. Ob es um die Validierung von Funktionen für Fahrerassistenzsysteme (ADAS), Energiemanagementsystemen oder Hochspannungssicherheit geht – HiL ermöglicht die Echtzeit-Simulation von Hardware-Software-Interaktionen.

Doch als die Anzahl der Funktionen sprunghaft anstieg und Software immer weiter in den Mittelpunkt rückte, gerieten die herkömmlichen Validierungsmethoden unter Druck. Angesichts zahlreicher Fahrzeugplattformen und einer Vielzahl elektronischer Steuergeräte war dieser Prozess ressourcenintensiv und schwer skalierbar geworden. Die Kosten stiegen, die Zeitpläne verlängerten sich, und die Verantwortlichen für die Qualitätssicherung brauchten einen neuen „Verbündeten“.

Der OEM suchte nach einer Möglichkeit, seine HiL-Validierung domänenübergreifend zu modernisieren. Das Unternehmen wollte die Testproduktivität steigern, eine größere Skalierbarkeit ermöglichen und Innovationen einführen, ohne dabei seine charakteristische technische Präzision zu opfern.



KI im Einsatz: der Wendepunkt

Der Wendepunkt kam mit der Integration von ExpleoSophia, einem KI-gestützten Tool zur Erzeugung von Testfällen. ExpleoSophia wurde speziell für Teams in der Qualitätssicherung und dem Engineering entwickelt. Das Tool liest funktionale Anforderungen und generiert automatisch Testfälle für System-, Integrations- und Benutzerakzeptanztests. Damit müssen die Ingenieure des Automobilherstellers komplexe Spezifikationen nicht mehr manuell in Testskripte übertragen. Unabhängig davon, ob die Anforderungen in natürlicher Sprache oder als Prozessdiagramme gehalten sind: ExpleoSophia ordnet jedes Szenario den Testkriterien zu und reduziert so den Zeitaufwand für die Testkonzeption erheblich.

FÜHRENDER AUTOHERSTELLER REVOLUTIONIERT HiL-TESTS MIT PRÄZISER KI

[expleo]



Was sich geändert hat: messbare Ergebnisse und Business Impact

Was diese Transformation besonders effektiv macht, ist die Anpassungsfähigkeit von Sophia. Das Tool wird abteilungs- und HiL-übergreifend eingesetzt und sorgt so für Konsistenz, während die lokalen Teams ihre Arbeitsabläufe an den Kontext anpassen. Die Ingenieure können sich nun auf explorative Tests und die Analyse von Randfällen konzentrieren – Aufgaben, bei denen menschliches Urteilsvermögen und Kreativität den größten Mehrwert bringen.

Um diesen Produktivitätsgewinn zu verstärken, hat der OEM seine HiL-Abläufe neu strukturiert und ein Bestshore-Kooperationsmodell aufgebaut. Engineering-Zentren in Indien und Ägypten übernehmen im Rahmen einer 50:50-Vereinbarung die Hälfte der HiL-Tests. Die lokalen Teams in Deutschland sind für Koordination und das Überwachen risikoreicher Validierungen zuständig.

Das Modell ermöglicht es heute, die Validierung von Systemen – von Fahrfunktionen bis hin zu Ladesystemen – übergreifend zu skalieren, aber gleichzeitig die Kontrolle vor Ort zu behalten. Transparenz und klare Verantwortlichkeiten sind daher fest in den neuen Prozess eingebettet. Der neu konzipierte HiL-Ansatz des OEM hat, auch dank ExpleoSophia, die Validierung der Embedded Systems in großem Maßstab neu definiert. Die standortübergreifende Testentwicklung wurde verbessert und der Aufwand für verteilte Qualitätssicherung konnte deutlich reduziert werden.

Die Kombination von technischer Exzellenz und KI-gesteuerter Produktivität setzt neue Maßstäbe für Qualität und Effizienz. Die KI-gestützte Validierung ist der Beginn einer intelligenten QA-Strategie, die dem Tempo und den Ambitionen der modernen Automobilentwicklung gerecht wird.

BOSCH MACHT DIE TESTAUTOMATISIERUNG MIT KI EFFIZIENTER

Tests sind für die Entwicklung von elektrischen Antriebssystemen unverzichtbar. Bei Bosch trägt KI dazu bei, eine der ressourcenintensivsten Phasen des Entwicklungszyklus zu transformieren.



Vor KI: Die Herausforderung des Projekts

Die Erfassung der Daten für das Training und die Kalibrierung von Elektromotoren erfordern langwierige manuelle Testkampagnen. Die Ingenieure müssen Betriebsverläufe planen, Experimente durchführen und die Sicherheitsbedingungen überwachen. Gleichzeitig müssen sie sicherstellen, dass das System die festgelegten Grenzwerte für Temperatur, Vibration oder Belastung einhält. Das bedeutet lange Arbeitszeiten, die Aufmerksamkeit von Experten und hohe Betriebskosten.

Mit der zunehmenden Zahl an KI-integrierten Steuergeräten und elektrischen Antriebskomponenten wächst der Druck, die Entwicklungszyklen zu verkürzen. Hochpräzise Testdaten sind für die Entwicklung genauer digitaler Zwillinge und virtueller Sensoren entscheidend. Doch die Beschaffung dieser Daten in großem Umfang ist langsam und teuer. Der traditionelle Ansatz hält mit dem Innovationstempo nicht mehr Schritt.



KI im Einsatz: der Wendepunkt

Die Forscher von Bosch automatisieren den Prüfstandsbetrieb mit der KI-basierten Lösung „Safe Active Learning“. Das System basiert auf einem sequenziellen Lernalgorithmus und führt Testverläufe in Echtzeit aus. Es lernt, welche Kombinationen von Eingaben für das Training am aussagekräftigsten sind, und berücksichtigt dabei gleichzeitig Sicherheitsauflagen.

Was sich geändert hat: messbare Ergebnisse und Business Impact

Mit Safe Active Learning optimierte Prüfstände arbeiten nun autonom, auch über Nacht und an Wochenenden. Die KI ermittelt, welche Messungen noch fehlen, berechnet sichere neue Abläufe, führt diese über Standardschnittstellen aus und aktualisiert das interne Modell nach jedem Durchlauf. Dies verkürzt die Dauer der Messkampagnen erheblich und steigert die Produktivität der Bosch-Entwicklungsteams.

So ist Bosch in der Lage, produktionsreife KI-Modelle innerhalb von Stunden statt Wochen zu entwickeln. Die KI vermeidet unnötige Stillstände, beschleunigt das Training und optimiert die Auslastung der Prüfstände in allen Geschäftsbereichen. Dieser Ansatz beschleunigt die Einführung KI-basierter Funktionen in elektrischen Antriebssträngen, wie beispielsweise virtuelle Temperatursensoren, die physische Sensoren durch Echtzeit-Dateninferenz ersetzen.

Expleo trennt das Wesentliche vom Hype – und fokussiert sich auf eines: **Ihnen zu helfen, das zu entwickeln, worauf es ankommt – powered by AI.**

Wir verbinden jahrzehntelange Erfahrung in Engineering, Manufacturing und Datenanalyse mit praktischem KI-Know-how, um maßgeschneiderte Lösungen zu liefern, die reale Herausforderungen bewältigen.

Unsere Experten arbeiten Seite an Seite mit Ihren Teams, um KI praktisch, anwendbar und vor allem wertschöpfend zu machen. Egal, ob Sie gerade erst starten oder KI in großem Maßstab ausrollen möchten – wir sorgen dafür, dass KI für Sie funktioniert: für Ihr Unternehmen, Ihre Teams und Ihre Vision.

Entwickeln, worauf es ankommt. Powered by AI.

Kontakt



**Entdecken Sie mehr auf
expleo.com**

[expleo]