



HiL-Tests im Gesamtverbund

Simulationsmodelle vereinfachen –
Aufbau vernetzter HiL-Systeme

RAN Intelligent Controller

Intelligente Controller für zukunftsfähige
5G-Netze

Projekt-Tracking

Projekte mit monday.com erfolgreich
überwachen und messen



Partnerschaftlich zusammenarbeiten



Liebe Leserinnen und Leser,

die Ihnen und uns allen zur Verfügung stehenden Technologien haben inzwischen eine beeindruckende Tiefe und Breite erreicht, und das für schier unzählige Anwendungsfälle; es sei dabei auch auf den Kommentar unseres Aufsichtsratsvorsitzenden Josef W. Karl verwiesen (Seite 35). High-Tech und Innovation eröffnen viele Chancen. Und am Ende machen doch Menschen den Unterschied. Das gilt besonders in unruhigen Zeiten.

Von den Banken über die Wirtschaft zur Automobilbranche, weiter mit Covid bis zu Lieferketten, eine zuletzt tragische Geopolitik und nochmals Gesamtwirtschaft samt Inflation: Wir sind in einer Dauer-Krisenschleife. Und „nebenher“ sind noch ein paar ökologische Dinge ungeklärt ... Umso glücklicher schätze ich mich, von so vielen herausragenden Menschen umgeben zu sein. Das gilt sowohl für das MicroNova-Team – inzwischen 400 Personen stark (vgl. Seite 34) – als auch für unsere vielen meist langjährigen Kunden.

Wir alle wissen: Eine gute, langfristige und erfolgreiche Zusammenarbeit hat die besten Voraussetzungen, wenn sie partnerschaftlich angelegt ist. Wenn die Perspektive gewechselt wird. Wenn die andere Seite gesehen, gehört, verstanden wird. Sie und wir, liebe Leserinnen und Leser, gehen eine Art Symbiose ein – ein Umstand, der mehr wiegt als jede Technologie und der uns alle in herausfordernden Zeiten stärkt.

Und so „stemmen“ die Beteiligten weiterhin beeindruckende Projekte mit großartigen Resultaten. Das zeigt gleich zu Beginn ein Artikel über Modellierung, eine der vielen Kooperationen mit Audi. Der Nutzen virtueller Steuergeräte für die Software-Entwicklung und die inzwischen bei Version 5.2 angelangte Testautomatisierungslösung EXAM sind weitere Automotive-Highlights dieser Ausgabe.

Ihnen folgt auf Seite 14 ein Artikel aus der Medizintechnik, die wie viele weitere Branchen ebenfalls Test-Bedarf hat. Beratung ist ein Teil des Telco-Geschäfts, und sie erhält ihren Wert erst durch tiefgreifende Technologiekompetenz, wie der Text zum 5G-Netz der nächsten Generation zeigt.

Eine Premiere feiern wir in dieser Ausgabe der InNOVation auch, denn sie enthält erstmals einen Anwenderbericht zur Projektmanagement-Lösung monday.com (ab Seite 26) gefolgt von einem Fachartikel über erfolgreiches Projekt-Tracking mit monday.com. Beiden voraus geht eine weitere ManageEngine Success Story.

Nun wünsche ich Ihnen einmal mehr: Frohe Lektüre, bleiben Sie gesund, und hoffen Sie mit mir auf eine friedliche Welt!

Ihr Orazio Ragonese

002 // Editorial

003 // Inhaltsverzeichnis



Testing Solutions

004 // Simulationsmodelle vereinfachen HiL-Tests im Gesamtverbund

MicroNova unterstützt die Audi AG bei der Integration von Modellen in die NovaCarts-Prüftechnik.

006 // Der Freund des Entwicklers: die virtuelle vECU

Bei der Durchführung von Software-Integrations- und Systemtests profitieren Entwickler von der Kombination realer und virtueller Prüfstände.

010 // Preview EXAM 5.2

Die ab Q1/2024 erhältliche Version der Testautomatisierungslösung bietet neue „Diff & Merge“-Funktionen zum Vergleich von Modell-elementen und -strukturen.

014 // Testautomatisierung in der Medizintechnik

Die effiziente Erstellung, Durchführung und Verwaltung von Testfällen erhöht die Sicherheit medizinischer Geräte.

016 // MicroNova sponsert Motorsport-Nachwuchs

Das Unternehmen unterstützt zwei Teams der „Formula Student“, bei der Studierende mit selbst konstruierten Rennwagen gegeneinander antreten.



Telco Solutions

018 // RAN Intelligent Controller für 5G-Netze

Intelligente Controller unterstützen Mobilfunknetzbetreiber beim Aufbau zuverlässiger und serviceorientierter Angebote.



Enterprise Solutions

022 // IT Service Management bei Hawa Sliding Solutions

ServiceDesk Plus von ManageEngine sorgt für kurze Lösungszeiten und einen reibungslosen Geschäftsbetrieb.

026 // Effizienteres Projektmanagement bei Almdudler

monday.com unterstützt bei Personalmanagement & digitaler Transformation.

030 // Projekte erfolgreich überwachen und messen

Worauf es bei einem guten Projekt-Tracking-Tool ankommt, und warum monday.com die optimale Wahl für Unternehmen ist.

034 // 400 Mitarbeitende bei MicroNova

035 // Stimme aus dem Aufsichtsrat

036 // Impressum

Simulationsmodelle vereinfachen HiL-Tests im Gesamtverbund

Sind beim Aufbau eines vernetzten HiL-Systems noch nicht alle Informationen oder Komponenten vorhanden, können Modelle Abhilfe schaffen.

TEXT: Matthias Lorenz BILDER: © Frame Stock Footage, MiniStocker / Shutterstock.com

In einer früheren Ausgabe unserer Kundenzeitschrift [<https://www.micronova.de/artikel-modulare-umfeldsimulation>] wurde das Thema Modellierung bereits diskutiert – konkret das Dilemma, wenn zum geplanten Aufbauzeitpunkt der Hardware-in-the-Loop(HiL)-Prüfstände noch nicht alle benötigten Informationen oder Prototypen zur Verfügung stehen. In solchen Fällen ist der Einsatz von Modellen sehr hilfreich, um die Komplexität bei der Planung und Realisierung solcher Systeme zu verringern. Dieser Artikel stellt einen konkreten Anwendungsfall dafür vor: Mit langjähriger Erfahrung unterstützt MicroNova die AUDI AG bei der Integration ihrer vorhandenen Modelle in die NovaCarts-HiL-Prüftechnik.

Komplexität vernetzter Systeme

Um Vernetzungstests von Steuergeräten durchzuführen, verwenden Automobilhersteller in der Regel sogenannte Gesamtfahrzeug-HiL-Prüfstände (G-HiLs). Diese bilden das komplette Fahrzeug nach. Dabei kommen möglichst viele originale, also reale, ECUs (Electronic Control Units) zum Einsatz, um die Wirkkette im Fahrzeug zu simulieren.

Folglich sind eine Vielzahl von Fachabteilungen sowie externe Partner an einem solchen Projekt beteiligt. Das macht eine termingerechte Planung bzw. Realisierung äußerst herausfordernd: Häufig müssen im Rahmen dieses Prozesses bereits Aufträge an Hersteller von HiL-Systemen, wie MicroNova, spezifiziert und vergeben werden, ohne dass verlässliche Informationen vorliegen. Denn im Idealfall sollen die Prüfsysteme zur Verfügung stehen, sobald das zu validierende Steuergerät testbereit ist – ein klassisches Henne-Ei-Problem.

Modellbaukasten für Steuergeräte

Um diesen Herausforderungen Herr zu werden, hat die Simulationsabteilung der virtuellen Funktionsintegration und Test der AUDI AG in Ingolstadt vor einigen Jahren beschlossen, einen Baukasten mit Verhaltensmodellen für fast alle im Auto eingesetzten Steuergeräte aufzubauen. Da die heutige Fahrzeugentwicklung markenübergreifend erfolgt, wurde der Simulationsbaukasten auf Konzernebene gehoben. Dieser Baukasten – in der aktuellen Ausprägung VPF (Virtuelle Probefahrt) genannt – wird im Konzern genutzt und entwickelt. Die Mo-

delle können noch nicht vorhandene Steuergeräte oder HiL-Aufbauten im Test ersetzen. Somit lassen sich bereits verfügbare Komponenten frühzeitig in das Gesamtsystem integrieren, in Betrieb nehmen und überprüfen – erste Testreihen können früher starten, und der Zeitdruck bei der Entwicklung sinkt. Darüber hinaus gewinnen die testenden Abteilungen so die Möglichkeit, Aufbauten genau dann erstellen zu lassen, wenn die erforderliche Qualität an Informationen vorliegt.

Diese Vorgehensweise kam bei Audi in Ingolstadt mit der NovaCarts-Prüftechnik an einem vernetzten HiL-System für die MEB-Plattform erstmals zum Einsatz. Da die Test-Readiness vorgezogen werden sollte, hatte das Projektteam den Entschluss gefasst, diesen neuen Weg zu beschreiten. Außerdem sollten bestimmte Komponenten komplett durch Simulationen ersetzt werden – und zwar solche, die speziell bei vernetzten Tests keinen entscheidenden Mehrwert liefern würden, jedoch im mechanischen oder elektrischen Aufbau sehr aufwändig und teuer sind. Wichtig ist hier zu erwähnen, dass diese Komponenten vorab bereits intensiv getestet wurden, z. B. an Komponenten-HiL-Systemen.

Portierung der Modelle

Die größte Herausforderung bei diesem Projekt bestand darin, die bestehende Struktur der Modelle aus dem erwähnten Baukasten anzupassen und die vorhandenen Modelle in die NovaCarts-Prüftechnik zu integrieren. Modelle liegen bei Audi als sogenannte Offline-Gesamtmodelle für das zu simulierende Fahrzeug in Matlab/Simulink vor.

Werden die Testsysteme für jede Steuereinheit (ECU) in einzelne Modelle aufgeteilt, kommen die Vorteile des modularen Aufbaus der NovaCarts-Testsysteme zum Tragen. In diesem Zug gilt es, auch die Schnittstellen für die Inputs und Outputs der Modelle zu definieren. Die aufgesplitteten Modelle stellen später die Einheiten dar, die zwischen Realteil und Verhaltensmodell umgeschaltet werden können. Das kann flexibel und unter bestimmten Voraussetzungen sogar am laufenden Prüfstand geschehen.

Modell-Mapping

Im nächsten Schritt müssen die Modelle im Simulink durch NovaCarts-Input- und Output-Blöcke ersetzt werden, um die Verbindung zum NovaCarts-Testsystem herzustellen. Diese Simulink-Blöcke werden zusammen mit dem passenden Compiler durch die NovaCarts-Toolkette bereitgestellt und stehen für alle aktuellen Matlab-Simulink Versionen zur Verfügung.

Um das Mapping zwischen den Import-Vernetzungsdaten und den Bus-Schnittstellen der einzelnen Modelle zu ermöglichen, genügen einige wenige Anpassungen. Sobald die Ergebnisse zusammengefügt sind, steht ein NovaCarts-Workspace bereit, der sich ausschließlich aus Verhaltensmodellen zusammensetzt. Im Gegensatz zum oben erwähnten Offline-Gesamtmodell läuft dieser Workspace nicht mehr in der Matlab-Simulink-Modellierungsumgebung, sondern bereits auf der Ziel-Hardware von MicroNova.

Ein solcher Workspace bildete im konkreten Projekt die Grundlage für

die Inbetriebnahme des vernetzten HiL-Systems für die MEB-Plattform. Nach und nach haben ihn verschiedene Teams von MicroNova mit den Hardware-Modulen angereichert, bis der endgültige gewünschte Echtteil-Zustand erreicht wurde. Auf diese Weise konnte Audi das NovaCarts-Testsystem optimal nutzen, um die Steuereinheiten der MEB-Plattform erfolgreich zu validieren.

Flexible Erweiterung

Die neu gewonnene Flexibilität kam in diesem Projekt direkt zum Tragen und konnte die großen Vorteile des Einsatzes von Simulationsmodellen unter Beweis stellen: Während des HiL-Aufbaus hatte sich nämlich herausgestellt, dass die Testtiefe im Bereich Batterie erhöht werden musste, da ein Verhaltensmodell nicht ausreichte, um den Akku abzubilden. Ein zusätzlicher 19-Zoll-Schrank sollte die Einbindung des Batteriesteuergeräts sicherstellen und das Verhaltensmodell ersetzen.

Während der drei Monate bis zur Auslieferung dieser neuen Komponente konnten am Gesamt-HiL-System dennoch alle anderen Tests uneingeschränkt weiter durchgeführt werden. Ohne den Zwischenschritt über das Verhaltensmodell hätte die Testabteilung das vernetzte HiL-System abschalten und auf den neuen Aufbau warten müssen.

HiL-Umbau für MEB-Nachfolgeplattform

Zum Ende des dritten Quartals 2023 begann ein weiterer Umbau des Gesamtsystems von der Plattform MEB

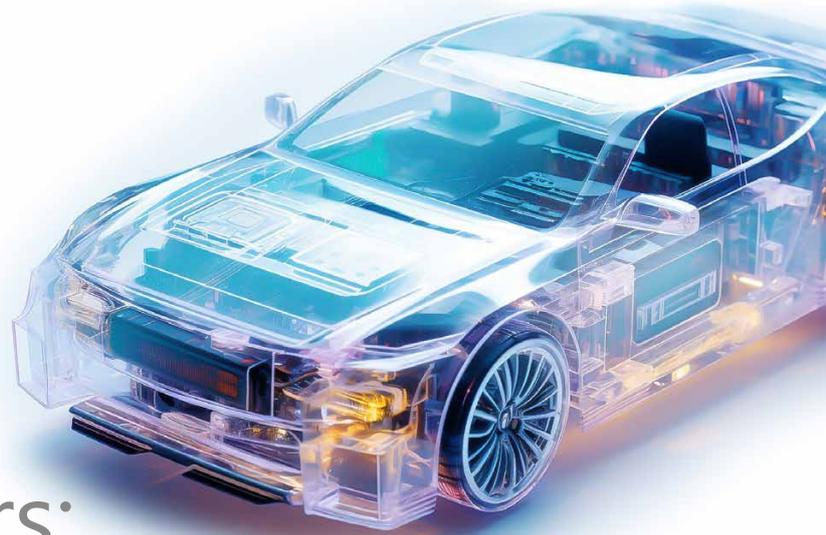
UNECE auf die Nachfolgeplattform. Da dieser lediglich den Austausch einiger Steuergeräte erfordert, die Vernetzungsstruktur aber bestehen bleibt, ist die angepasste Lösung ebenfalls für den Einsatz von Verhaltensmodellen prädestiniert. Somit können die Ingenieure von MicroNova bereits in einem sehr frühen Stadium und vor der Verfügbarkeit der Steuergeräte-Prototypen sowie des Testaufbaus die ECUs durch Verhaltensmodelle ersetzen und den vernetzten Test starten.

Aufgrund der engen und erfolgreichen Zusammenarbeit bei der Modellportierung in mehreren Projekten des Volkswagen Konzerns ist MicroNova inzwischen frühzeitig in Änderungen am Modellbaukasten eingebunden. Diese Tatsache und die Nutzung der Erkenntnisse aus den bereits durchgeführten Modellportierungen resultierten in einer kontinuierlichen Verbesserung des Toolings und entsprechend schnelleren Testmöglichkeiten sowie kürzeren Go-to-Market-Zeiten für Kunden.

Fazit

Dank der Simulationsmodelle können Automobilhersteller von einer stabilen und reaktionsschnellen Toolkette profitieren, um freigegebene Offline-Gesamtmodelle ohne aufwendige, fehleranfällige manuelle Tätigkeiten in einen funktionsfähigen NovaCarts-Workspace zu überführen. Damit stehen die Türen für die Aufnahme des Modellkonzepts in eine dem Ansatz der Continuous Integration (CI) bzw. dem Continuous Development (CD) folgenden Kette weit offen. ■





Der Freund des Entwicklers: die virtuelle ECU

Virtuelle Steuergeräte haben längst Einzug in die Software-Entwicklung für Antriebsstrang, Zentralsteuergerät oder Lenkung gefunden. Eine Kombination von realen und virtuellen Prüfständen optimiert die Durchführung von Software-Integrations- und Systemtests. Entwickler erhalten so eine flexible und effiziente Test- und Analysemöglichkeit.

TEXT: Robert Evert BILDER: © MicroNova

Die Absicherung von Steuergeräte-Software ist ständigem Innovationsdruck unterworfen. Virtuelle Steuergeräte (vECU) können die Effizienz bei der Software-Validierung erhöhen und die Entwicklung von komplexen Funktionen vereinfachen.

Software-Entwickler kennen den Modultest als unterste Stufe im V-Modell: Eine abgeschlossene Funktionseinheit muss mit geeigneten Eingabedaten versehen, ausgeführt und die Ausgabedaten gegen einen Erwartungswert geprüft werden. Im Software-in-the-Loop-Kontext bei der Steuergeräte-Entwicklung lässt sich diese Über-

prüfung bereits als Test auf einem sehr einfachen virtuellen Steuergerät auffassen, das einen hohen Abstraktionsgrad im Vergleich zur Hardware-Plattform des Steuergeräts aufweist. Eine Reduzierung des Abstraktionsgrads führt zusammen mit der Validierung einer oder mehrerer Software-Komponenten in den Bereich der Integrationstests. Für diese und höhere Stufen ist eine einheitliche Testumgebung für HiL- und SiL-Prüfstände wünschenswert, da dies den Aufwand für Erstellung und Pflege von Testfällen massiv verringert und eine hohe Flexibilität in den Testprozess bringt.

Am Beispiel der Umsetzung einer Software-Funktion werden im Folgenden die Möglichkeiten und Vorteile erläutert, die ein einheitlicher Prüfstand für Integrations- und Systemtests bietet. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf den Vorteilen, die für Entwickler entstehen.

Herausforderung: Entwicklung auf unterschiedlicher Hardware

Eine Besonderheit bei der eingebetteten Steuergeräteentwicklung besteht darin, dass sich Entwicklungs- und Ziel-Hardware unterscheiden.

Das gilt sowohl für die Umgebung, in der die Software ausgeführt wird, als auch für die Schnittstellen, die zur Verfügung stehen. Entwickler können an dieser Stelle eine angepasste Hardware auf einem Entwickler-Board verwenden. Diese muss nicht vollständig der Ziel-Hardware entsprechen und besitzt möglicherweise eine andere Konfiguration sowie Vorabversionen des jeweiligen Steuergeräteprozessors. Alternativ kann auch eine angepasste Muster-Hardware verwendet werden, die zum Beispiel zusätzliche Schnittstellen für die Fehlersuche bietet. Allerdings sind solche Prototypen üblicherweise teuer, haben eine Lieferzeit und müssen während der fortschreitenden Entwicklung immer wieder angepasst werden.

Virtualisierung weiter gedacht

Mit Hilfe von Virtualisierung können Verzögerungen und Herausforderungen, die durch fehlende Hardware entstehen, in allen Projektphasen iterativ und kostensparend abgemildert werden. Gleichzeitig erhöht sich dadurch der Grad der Automatisierung. Der Ansatz mit der erweiterten Virtualisierung

bewegt sich damit aus dem Bereich der Implementierung im unteren Teil des V-Modells (Abbildung 1) heraus und ergänzt im ersten Schritt die Software-Integration. Diese ist häufig nicht automatisiert, da reale HiL-Systeme in der Regel zu teuer und zu ausgelastet sind und Integrationstests somit nur mit hohem Aufwand in einer vollständigen HiL-Umgebung durchgeführt werden können.

In einem zweiten Schritt lässt sich ein solcher virtueller Prototyp um bestehende Umwelt-, Physik- oder Kommunikationsmodelle erweitern. Diese sind häufig bereits auf produktiven HiL-Systemen im Einsatz. Damit wird das virtuelle Steuergerät ein Teil des Systemtests.

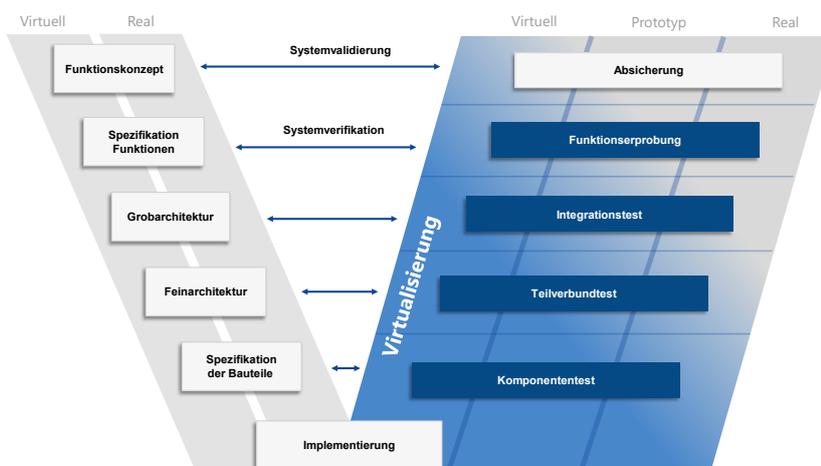
Software-Komponente im Fokus

Für die Umsetzung eines virtuellen Steuergeräts ist es von Vorteil, wenn die Struktur der Steuergeräte-Software einer standardisierten Architektur, zum Beispiel AutoSAR, folgt. Diese besteht häufig aus einer Anwendungsschicht, einer Middleware

zur Koordination des Datenaustausches und einem Betriebssystem mit weiteren Abstraktionsschichten für die Hardware-Ansteuerung, Kommunikationskomponenten oder für kryptographische Operationen. Abbildung 2 zeigt den grundsätzlichen Aufbau einer solchen Steuergeräte-Software. Während die beiden unteren Schichten, also Middleware und Betriebssystem, meist zugekauft werden, liegt der Fokus der Entwicklung häufig auf den Software-Komponenten selbst, da diese die Funktionalität des Steuergeräts umsetzen.

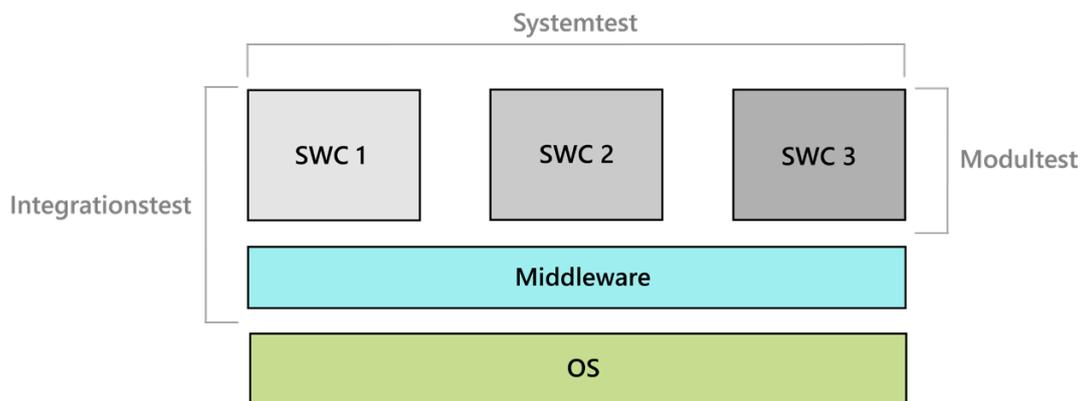
In einer typischen Struktur ist jeweils ein Entwickler für eine Komponente verantwortlich. Jeder dieser Entwickler steht zunächst vor der Herausforderung, „seine“ Komponente im Modultest mit geeigneten Daten selbst validieren zu können. Die nächste Anforderung besteht darin, zu überprüfen, ob die Komponente auch im Zusammenspiel mit möglichen weiteren Software-Komponenten und darüber hinaus auch mit der Middleware und dem Betriebssystem korrekt funktioniert. Die gängige Vorgehensweise stellt hier der Integrationstest dar.

An dieser Stelle im Entwicklungsprozess kommen die Stärken der zunehmenden Virtualisierung zum Tragen: Ein funktional identischer Prototyp der Hardware lässt sich so sehr früh bereitstellen und kontinuierlich an wechselnde Anforderungen anpassen. Neue Hardware-Module können aktiviert oder deaktiviert, Schnittstellen schnell ausgetauscht und mit verschiedenen physikalischen Modellen kombiniert werden. Die virtuelle Umgebung bildet hier ein konfigurierbares Paket, das je nach Anforderung zusammengestellt wird. Die Verteilung dieses Pakets erfolgt von einer zentralen Stelle aus, so dass Entwickler und Tester Zugriff auf die gleiche Umgebung haben. Standardisierte Austauschformate ermöglichen auch eine einfache Zusammen-



1 Einordnung virtueller Software-Tests im V-Modell [nach NI]¹

¹ <https://www.ni.com/de/solutions/transportation/adas-and-autonomous-driving-validation/shifting-left-the-evolution-of-automotive-validation-test.html>



2 Modultest und Integrationstest im Kontext einer Software-Komponente (SWC) und Testumfang als Klammer angedeutet.

arbeit über Unternehmensgrenzen hinweg und erlauben weitere Formen der Kollaboration.

Stufen der Virtualisierung

Um die Einsatzmöglichkeiten einer vECU besser unterscheiden zu können, hilft die Einstufung nach Leveln. Unterschieden werden hier die Level 0, Level 1-3 und Level 4 (a,b), die nicht mit den Stufen des automatisierten Fahrens zu verwechseln sind².

Eine vECU Level 0 wird auch als Model-in-the-Loop bezeichnet. Hierbei wird ein funktionales Modell, das jedoch noch nicht auf dem späteren Quellcode basiert, innerhalb einer Entwicklungs- oder Modellierungsumgebung ausgeführt (z. B. Algorithmen oder Verhaltensmodelle). Die zweite Stufe bezeichnet Modelle, die bereits auf einer Version des späteren Quellcodes basieren, bei denen Teile der Steuergeräte-Software jedoch noch durch Platzhalter ersetzt sind. Der kompilierte Quellcode wird auf diesem Level noch nicht für die Ziel-Hardware übersetzt, sondern für das System, auf dem die späteren Testfälle laufen sollen. Dabei handelt es sich meist um einen Entwicklerrechner oder eine Cloud-Umgebung. Durch die Flexibilisierung der Anteile, die der echten

Software entsprechen sowie die Platzhalter kann dieser Ansatz bereits sehr früh in der Entwicklung umgesetzt werden. Die Definition der Platzhalter unterscheidet hier die Level 1, 2 und 3. Solche Modelle lassen sich in einer breiten Spanne von schneller bis langsamer als Echtzeit ausführen und eignen sich daher sehr gut für die Stufen des Entwickler- und Integrationstests.

In der höchsten vECU-Stufe (Level 4) wird der Quellcode bereits für die Ziel-Hardware kompiliert und auf einem Prozessorsimulator ausgeführt. Hier liegt die Ausführungsgeschwindigkeit, abhängig von der Komplexität des Prozessors, meist weit unterhalb der Echtzeit. Die hohe Hardware-Nähe vereinfacht eine Handhabung als echter Prüfstand, da es weniger Einschränkungen bei der Ausführung der Steuergeräte-Software auf diesem System gibt. Das wiederum ermöglicht gemäß der Vorgaben zur Funktionalen Sicherheit die Qualifizierung einer solchen vECU nach ISO 26262, analog zu herkömmlichen bestehenden realen Prüfständen.

Vorteile

Die Vorteile der Virtualisierung liegen auf der Hand: Aufwändiges und möglicherweise fehleranfälliges Flashen

der Hardware entfällt. Die Inbetriebnahme erfolgt zentral durch die bereitgestellte Umgebung, sodass auch hier aufwändige Schritte wie eine Erstinbetriebnahme oder Parametrierung entfallen. Dies spart Zeit und Kosten. Die Umgebung für die Ausführung ist klar definiert, alle Entwickler arbeiten in der gleichen lokalen oder Cloud-Struktur. Durch einen einfachen Up- oder Downgrade-Prozess können unterschiedliche Versionen und auch Varianten getestet werden. Darüber hinaus ist die Ausführung von Integrationstests auf einer regelmäßigen Basis möglich. Entwickler erhalten so direkte Rückmeldung zu aktuellen Code-Änderungen.

Testaufbau mit virtueller ECU

Abbildung 3 zeigt einen typischen Testaufbau mit einem virtuellen Steuergerät. Die Koordination der Tests, das heißt das Verteilen und Starten der Testfälle sowie die Zusammenführung der Testergebnisse, kann typischerweise eine CI/CD- oder Testmanagement-Software übernehmen. Der Prüfstand wird aus der jeweiligen Testautomatisierungslösung heraus angesteuert (z. B. EXAM). Dieser ist auch für die korrekte Initialisierung zuständig. Externe Abhängigkeiten von weiteren Software

² https://www.prostep.org/fileadmin/downloads/WhitePaper_V-ECU_2020_05_04-EN.pdf

Tools entstehen zum Beispiel durch Kalibrierwerkzeuge, die im Automotive-Bereich zur Parametrierung eingesetzt werden. Die Anbindung des Prüfstands an die Testautomatisierungs-Software erfolgt über proprietäre Schnittstellen oder besser standardisierte Schnittstellen wie den xIL-Standard.

Durch die Wahl einer geeigneten Abstraktion innerhalb der Testautomatisierung lässt sich eine Entkopplung der ausgeführten Testfälle vom Prüfstand erreichen. Daher können sie auf einer Vielzahl unterschiedlicher Systeme ablaufen. Diese Abstraktion kann durch die Einhaltung eines gängigen Standards (FMU/FMI, SiLVI, DCP etc.), aber auch innerhalb der Implementierung durch geeignete Interfaces erfolgen. Die Spanne der möglichen Ausbaustufen für Prüfstände reicht hier vom einfachen Tischprüfplatz über das voll ausgebaute HiL-System bis zum virtuellen Prüfstand und den darin integrierten virtuellen Steuergeräten. Die verwendeten Werkzeuge sind auf allen Ebenen des Tests die gleichen. Das heißt, der Komponentenentwickler kann auf das gleiche Kalibrierwerkzeug zugreifen wie der System-Tester oder ein automatisiert ablaufender Testfall.

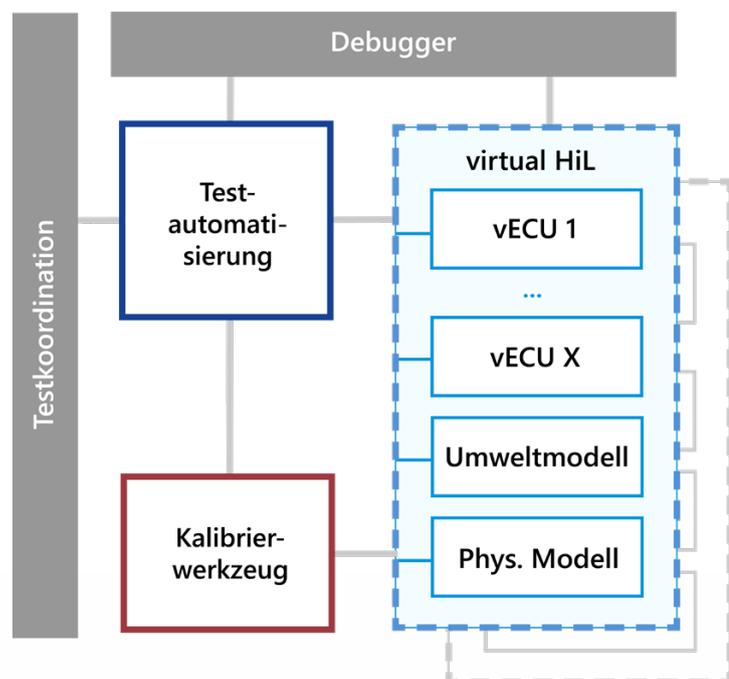
Für Entwickler ergeben sich innerhalb einer solchen Struktur wesentliche Vorteile für die Identifizierung und Behebung von Fehlern. Durch die Verwendung einer virtuellen ECU kann das Debugging in einer Umgebung erfolgen, die der entspricht, in der auch der Fehler aufgetreten ist. Teure HiL-Zeit muss somit nur im Ausnahmefall für die zeitintensive Fehlersuche angewendet werden.

Fazit

Die fortschreitende Virtualisierung bietet neue Herangehensweisen bei der einheitlichen Gestaltung von Testlandschaften bei Herstellern elektronischer Systeme. Wie sieht also die

Testlandschaft der Zukunft aus? Die – zum Teil gesetzlich vorgegebenen – Anforderungen zur Funktionalen und zur Cyber-Sicherheit werden auch in Projekten zur Entwicklung von Steuergeräten zunehmend wichtiger. Sie machen es erforderlich, immer früher, häufiger und mehr zu testen. Die Besonderheit besteht darin, dass sowohl bei der Entwicklung als auch bei der späteren ECU-Hardware verschiedene Hardware-Architekturen berücksichtigt werden müssen. In großen Bereichen auf der rechten Seite des V-Modells können Simulationen helfen, diese Vielzahl von Tests effizient

auszuführen. Bei der Überprüfung eines Algorithmus, einer Funktion, einer Software-Komponente bis hin zur vollständigen Software ist es möglich, den Code in einer passenden Umgebung auszuführen und damit reale Bedingungen für das jeweilige DuT zu schaffen. Das daraus resultierende Testsystem kann vom Entwickler, Tester und sogar Zulieferer verwendet werden, um Tests durchzuführen. Dieser ganzheitliche Ansatz schafft einen echten Mehrwert für Unternehmen bei der Produktentwicklung, spart Kosten und kann die Time-to-Market für neue Modelle verkürzen. ■



3 Typischer vereinfachter Testaufbau mit vECU.



Preview EXAM 5.2

Die neue Version 5.2 der Testautomatisierungslösung EXAM ist ab Q1 2024 bei MicroNova erhältlich. Das kostenfreie Tool wird alle bisherigen Features sowie zahlreiche zusätzliche Neuerungen mit Schwerpunkt auf Diff & Merge-Funktionen enthalten.

TEXT: Rainer Moosburger BILDER: © Comaniciu Dan / Shutterstock.com; © MicroNova

Standen beim letzten Major Release EXAM 5.0 vor allem Verbesserungen der Benutzerfreundlichkeit und ein neues Parameterkonzept im Vordergrund, so können sich Anwender in der neuen Version über die Erweiterung des Diff & Merge-Konzepts freuen. Dieses Konzept wurde bereits mit EXAM 5.1 eingeführt und ermöglicht sowohl den inhaltlichen Vergleich einzelner Modellelemente als auch den Vergleich von ganzen Modellstrukturen.

Damit kann übersichtlich dargestellt werden, welche Elemente eines Modellbereichs in der aktuell geladenen Konfiguration im Vergleich zu einem anderen Versionsstand geändert, gelöscht oder hinzugefügt wurden. Insbesondere für Sequenzdiagramme und PythonBodies lassen sich so die Unterschiede zwischen verschiedenen Ständen detailliert anzeigen. Bei den PythonBodies können ab EXAM 5.1 zusätzlich Inhalte zusammengeführt oder Änderungen zeilenweise gemergt

werden. In der neuen Version 5.2 wird Diff & Merge nun insbesondere um Funktionen für VariableMappings und SystemConfigurations erweitert.

Erweitertes Diff & Merge-Konzept

Ein VariableMapping ist ein Abbildungselement und dient der Zuordnung von internen EXAM-Mapping-Objekten zu Prüfplatz- bzw. Simulationsgrößen. Vereinfacht gesagt, lässt

```

Compare X
Compare Versions of a PythonBody: _1_Library.Platform.SimulationModel.details.Sim_VariableAccess_Base.read
read - Version 1 of Branch Main->MDB_1_3_1 (Read Only)
from Platform.SimulationModel.MAPortController import MAPortController
from ErrorHandling.ErrorObjects import ExternalToolException

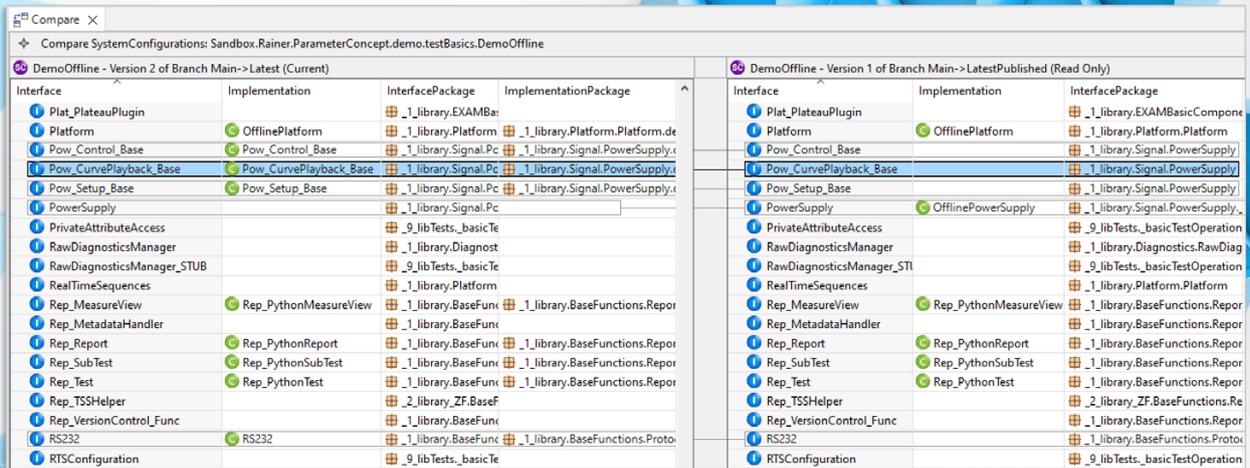
if sVariable@I0-L6b3ca8b807f84cb8a7ba142143b9698b@ is None or sVariable@I0-L6b3ca8b807f84cb8a7ba142143b9698b@:
    Err_ErrorSignaling@I12545@.raiseException@I11923@(LIBRARY_EXCEPTION@I13320@, "e_S")

try:
    sPath = Map_VariableInfo@I10980@.getTestSystemVariablePath@I1501@(sVariable@I0-L6b3ca8b807f84cb8a7ba142143b9698b@)
except LibraryException, e:
    sPath = sVariable@I0-L6b3ca8b807f84cb8a7ba142143b9698b@

try:
    aValue = MAPortController.read(idSimModelID@I0-Lca47450a7b3b401a96ab7c335b9d624c@, sPath)
except ExternalToolException, e:
    Err_ErrorSignaling@I12545@.raiseException@I11923@(LIBRARY_EXCEPTION@I13320@, "e_S")

Log_Logger@I2374@.debug@I2525@("Read value '%s' for '%s' ('%s')." % (str(aValue), sVariable, sPath))
  
```

1 Compare-Ansicht für PythonBodies



2 Compare-Ansicht für SystemConfigurations

sich damit eine Variable in EXAM mit einer HiL- oder ECU-Variablen verknüpfen.

Mit Hilfe von SystemConfigurations wird in EXAM sogenannten Interfaces eine Implementierungsklasse zugewiesen. Diese Zuordnung innerhalb der SystemConfigurations beschreibt die technische und funktionale Charakteristik eines Prüfsystems. Das Interface-Konzept erlaubt es dabei, generische Testfälle zu modellieren. Eine endgültige Konkretisierung der technischen Details und der verwendeten Hardware findet erst zum Zeitpunkt der Testausführung durch die Auswahl der passenden SystemConfiguration statt. Das ermöglicht es, Testfälle auf verschiedenen Prüfsystemen auszuführen und somit wiederzuverwenden – ohne vorher Änderungen vornehmen zu müssen.

Die Einführung von Diff & Merge für VariableMappings und SystemConfi-

gurations erleichtert die tägliche Arbeit mit EXAM wesentlich. Damit lässt sich beispielsweise sehr schnell visualisieren und nachvollziehen, welche Simulationsgrößen sich in Variable-Mappings über mehrere Versionsstände hinweg verändert haben. Auch bei den SystemConfigurations ermöglicht die Diff-Funktion einen guten Überblick über die unterschiedlichen Prüfplatzbeschreibungen. Für beide Modellelemente steht mit dem Merge zudem die Option einer komfortablen inhaltlichen Zusammenführung zur Verfügung.

Neben der bereits vorhandenen Diff-Funktion für Sequenzdiagramme kann ab Version 5.2 nun auch ein Merge für einzelne Steps veranlasst werden. Anwender können beim Vergleich von zwei unterschiedlichen Diagrammen die Inhalte in beide Richtungen zusammenführen. Die Navigationsfunktionen der Compare-Editoren „Previous Diff“ und „Next Diff“ sowie der

eigentliche „Merge“ lassen sich jetzt komfortabel mittels Keyboard-Shortcuts ausführen.

Darüber hinaus haben die Entwickler die Diff- und Compare-Funktionen an zahlreichen Stellen im EXAM-Client erweitert und verbessert: So erlaubt beispielsweise die History View, zwei beliebige Versionen miteinander zu vergleichen. Ferner können beim Strukturvergleich von „Latest“ und „LatestPublished“ im Diff-Browser nun auch die wichtigen Versionierungsfunktionen „Publish“ und „Discard“ genutzt werden.

Weitere Neuerungen

Neben dem umfangreichen Ausbau des Diff & Merge-Konzepts hat die ModelerPerspective in EXAM 5.2 an zahlreichen Stellen Verbesserungen erfahren. Über den Parameter-Table Editor können nun z. B. für jede Parameter-Variante die TagValues und

| MappingVariable | ShortName | SimulationVariable |
|-----------------|-------------------------------------|---|
| int16Matrix3x2 | SimModel_EXAMples_MATRIX_3X2_INT16 | Model Root/Matrix/int[3x2] |
| int16Vector1x3 | SimModel_EXAMples_VEC_1X3_INT16 | |
| RisingSlewLimit | SimModel_EXAMples_SLEWLIMIT | Model Root/LeverMechanic/FallingSlewLimit |
| turnsignal | SimModel_EXAMples_TURN_SIGNAL | Model Root/FrontLightEcu/TurnSignalMessage/Out1 |
| turnsignallever | SimModel_EXAMples_TURN_SIGNAL_LEVER | Model Root/TurnSignalLever[-1..1]/Value |

3 Compare-Ansicht für VariableMappings

statischen Detail-Attribute analog zum übergeordneten Testfall gepflegt werden. Diese Erweiterung schafft die Grundlage für eine strukturierte und vollständige Verwaltung der Metadaten von verschiedenen Testfallvarianten.

Alle EXAM-Anwender, die bereits den neuen ReportService von EX.E nutzen, werden auch mit Version 5.2 von neuen Features profitieren. So können sie nach erfolgreicher Testausführung jetzt direkt per Link von der Testrunner-Konsole in den Report des EX.E ReportService navigieren. Zudem wurden die Parameter von altem und neuem ReportService in EXAM in den Preferences klarer differenziert und sind dadurch deutlich besser unter-

scheidbar. Außerdem lassen sich ab Version 5.2 in den Descriptions von EXAM-Elementen enthaltene Hyperlinks direkt öffnen. Externe Quellen, auf die beispielsweise in Funktionsbeschreibungen von Interfaces und Methoden verwiesen wird, sind so mit einem Klick erreichbar.

Im Bereich User Management wurden zudem Anpassungen an der Toolbox vorgenommen, um Anwendern die Verwaltung von Gruppen und Nutzerkreisen zu erleichtern. Nutzer, die bereits in User Groups oder Circles Mitglied sind, werden nun nicht mehr in der Toolbox aufgelistet. Diese Eingrenzung der verfügbaren Benutzer vereinfacht Modelladministratoren die Rechteverwaltung.

| Version | Baseline | Date |
|-------------|-----------------|---------------------|
| 1 (1 items) | MDB_1_3_1 | 23.01.2020 15:50:00 |
| 2 (3 items) | MDB_2_0_2 | 09.10.2020 08:36:59 |
| | MDB_2_1_2 | 09.10.2020 08:36:59 |
| | MDB_2_2_3 | 09.10.2020 08:36:59 |
| 3 (3 items) | Latest | 02.10.2023 14:49:21 |
| | LatestPublished | 02.10.2023 14:49:21 |
| | MDB_2_4_0 | 31.03.2022 15:10:22 |

4 Compare-Ansicht für SystemConfigurations

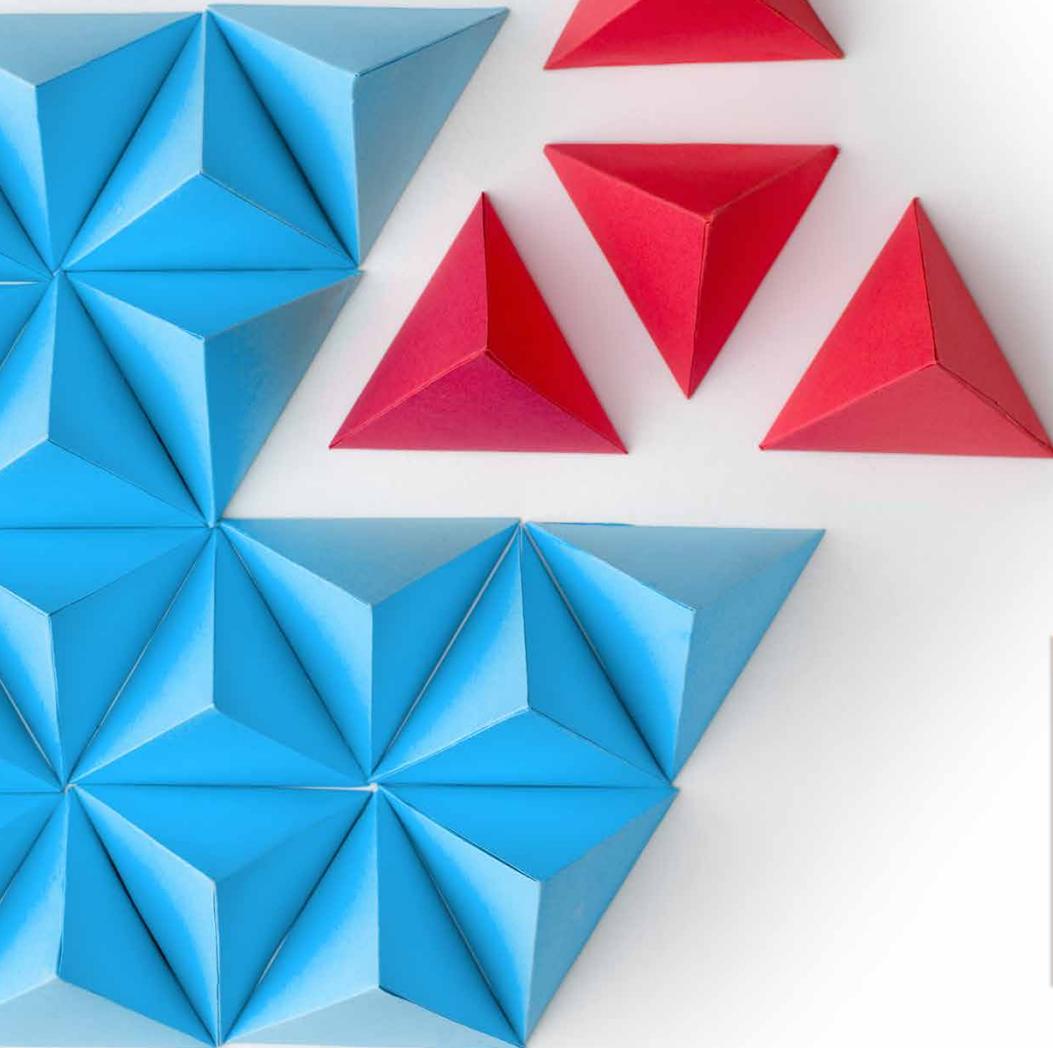
Fazit

Mit EXAM 5.2 veröffentlicht MicroNova eine neue Version der Testautomatisierungslösung, die Anwendern in ihrer täglichen Praxis in vielerlei Hinsicht einen deutlichen Mehrwert bietet. Auch aus technologischer Perspektive hat EXAM 5.2 eine wichtige Aktualisierung seiner Laufzeitumgebung erfahren und verwendet zur Ausführung der Client- und Serverkomponenten nun Java 17. ■

Zertifizierung zum EXAM Test Designer

Anwenderinnen und Anwender, die die Prüfung zum EXAM Test Designer ablegen möchten, erhalten mit dem EXAM-Training „Test Designer“ die optimale Vorbereitung.

Die Zertifizierung zum EXAM Test Designer erfolgt über ein standortunabhängiges, digitales Prüfverfahren mit Identitätsnachweis. Der Beleg für das Erreichen der Lernziele wird auf einer webbasierten Prüfungsplattform erbracht. Das zugehörige Zertifikat gilt als Qualitätsnachweis für EXAM-Anwender und bildet die Grundlage für eine einheitliche Arbeitsweise bei Projekten im produktiven Anwendungsbereich von EXAM. Eine Teilnahme an der Prüfung ist auch ohne vorherige Kursteilnahme möglich.

**Kontakt**

Weitere Informationen rund um EXAM sind erhältlich unter www.micronova.de/exam. Zudem bietet MicroNova auch für die aktuelle Ausbaustufe von EXAM umfangreiche Schulungen und Support.

Kontakt: info@exam-ta.de oder +49 8139 9300-46.

Testautomatisierung in der Medizintechnik

EXAM für den Test von Dialysegeräten:

Die effiziente Erstellung, Durchführung und Verwaltung
von Testfällen erhöht die Sicherheit medizinischer Geräte.

TEXT: Erwin Goldstein, Tobias Weimer BILD: © zlikovec / Shutterstock.com

In der Medizintechnik gibt es – ähnlich wie im Bereich Automotive – strenge Sicherheitsnormen, um das Risiko für Patienten durch etwaige Fehlfunktionen zu minimieren. Diese Anforderungen an Medizinprodukte in Kombination mit dem komplexen Aufbau von Dialysemaschinen führen zu einem hohen Testaufwand bei der Entwicklung der Geräte. Daher werden auch hier zunehmend Software-Lösungen zur Testautomatisierung eingesetzt, um eine hohe Zuverlässigkeit sicherstellen zu können.

Ein führender Anbieter von Produkten und Dienstleistungen für Menschen mit Nierenerkrankungen hat EXAM als zentrales Werkzeug für die Automatisierung beim Test seiner Dialysemaschinen eingeführt. Die Software, die seit vielen Jahren von MicroNova zusammen mit dem VW-Konzern entwickelt wird, ermöglicht die effiziente Erstellung, Durchführung und Verwaltung von Testfällen.

Funktionsweise eines Dialysegeräts

Die Dialyse ist eine lebenserhaltende Behandlung für Menschen mit chronischer Niereninsuffizienz. Rund 3,7 Millionen Menschen weltweit benötigen regelmäßig eine solche Blutreinigung. Diese kann mit Hämodialyse-Geräten durchgeführt werden. Dem Patienten wird während der ca. vierstündigen Behandlung kontinuierlich Blut entnommen und in einer künstlichen Niere, dem Dialysator, gefiltert. Anschließend wird das gereinigte Blut in den Körper zurückgeführt. Gleichzeitig lässt sich dieses Verfahren nutzen, um Stoffe von der Dialysierflüssigkeit ins Patientenblut zu transportieren. Auf diese Weise wird das Blut von pathogenen Stoffen befreit und beispielsweise mit Elektrolyten angereichert. Die Dialysemaschine steuert und überwacht diesen komplexen Vorgang.

Die zwei wesentlichen Bestandteile einer Dialysemaschine sind eine Hydraulikeinheit, z. B. zur Wasseraufbereitung, und ein extrakorporales

Behandlungsmodul zur Blutförderung. Ein Touch-Monitor bildet die Bedienschnittstelle. Während der Dialyse steuern und überwachen mehrere miteinander kommunizierende ECUs (Electronic Control Units) alle Vorgänge.

EXAM – Testautomatisierung für Dialysemaschinen

Angesichts der hohen Anforderungen an die Sicherheit und Effektivität dieser Steuergeräte ist eine umfassende Verifikationsstrategie unerlässlich. Um den hohen Testaufwand bei Dialysemaschinen zu bewältigen, hat das Medizintechnikunternehmen die Testautomatisierungslösung EXAM im Entwicklungsprozess eingeführt. Denn sowohl für den Test einzelner Steuereinheiten als auch für die Dialysemaschine als Gesamtsystem sind mehrere Testlevel erforderlich. An diesem Punkt setzt EXAM an: Ob Tests des Gesamtsystems oder HiL-Tests der einzelnen ECUs, die Testautomatisierungslösung soll produktübergreifend alles in einem Tool vereinen und so den pro-

dukt- und projektübergreifenden Einsatz von Testfällen unterschiedlichster Testlevel und Testumgebungen ermöglichen.

Workflow und Integration von EXAM

Um die Anforderungen des Kundenunternehmens umzusetzen, haben die Experten von MicroNova eine umfassende Tool-Kette zum Test von Dialysemaschinen für verschiedene Teststufen (Komponenten-, Integrations- und Systemtests) auf mehreren HiL-Systemen implementiert. Die Verwendung von EXAM als zentralem Bestandteil aller Testautomatisierungsaktivitäten soll nicht nur zu einem besseren Austausch von Know-how bezüglich Automatisierung führen, sondern auch von konkreten Testfällen über verschiedene Projekte und Produkte hinweg. Entscheidend ist dafür die abstrakte Modellierung der Testfälle gegen Interfaces, wodurch diese wiederverwendet werden können. Damit lassen sich umfangreiche und komplexe Testabläufe automatisiert durchführen, was sich zeit- und ressourcensparend auf die Projekte auswirkt.

Der Workflow zur Testautomatisierung umfasst mehrere Schritte (vgl. Abbildung 1): Die Spezifikation der Testfälle erfolgt im Application-Lifecycle-Management(ALM)-Tool „Polarion“ mithilfe abteilungsübergreifend abgestimmter Keywords. Zu diesen Keywords werden die benötigten Bibliotheken in EXAM implementiert. Anschließend überträgt der EXAM ALM-Synchronizer die Testspezifikationen in die Automatisierungslösung, wo sie als Testfallimplementierungen ange-

legt werden. Diese klar strukturierten Spezifikationen ermöglichen später die Verwendung des EXAM Test Case Generators (TCG) zur vollautomatisierten Erstellung der Testfälle.

Eine weitere Quelle für die Implementierung bilden die Bus-Matrizen, die durch den Bus-Importer als Mapping-Klassen ins EXAM-Modell importiert werden. Ein Groovy-Script erzeugt aus den Mapping-Klassen dann Shortnames und entsprechende Variable-Mappings.

Neben dem Bus-Importer hat MicroNova auch einen A2L-Importer entwickelt. Dieser liest A2L-Dateien ein, wodurch die notwendigen Variablen-Mappings, MappingClasses und Shortnames automatisiert erstellt werden können. Bei der Durchführung der Testfälle an einem HiL-Prüfstand erfolgt der Zugriff auf die Software- und Modell-Variablen dann über die Schnittstellen XCP und XiL mit Hilfe der vorhandenen EXAM Core Bibliotheken.

Die ALM-Synchronizer-, Bus- und A2L-Imports dienen dem TCG als Basis, um die Spezifikationen in lauffähige Testfälle umzuwandeln. Diese werden dann im EXAM Test Runner ausgeführt. Der Testfall steuert den HiL-Prüfstand anschließend über die ASAM XiL-API an und erzeugt einen Test-Report. Diese Ergebnisse können mit dem ALM-Synchronizer wieder nach Polarion übertragen und dort weiter verarbeitet werden.

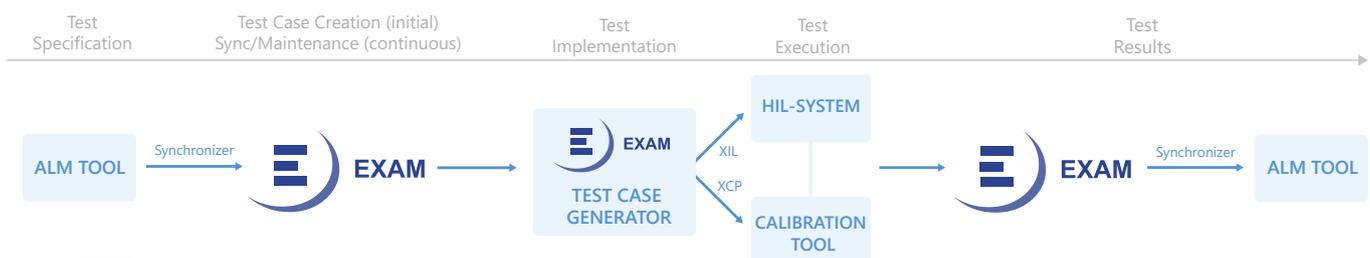
Das Ergebnis: Die Integration von EXAM in den Entwicklungsprozess hat zu einer erheblichen Effizienzsteige-

rung geführt, da wiederholbare Tests automatisiert und manuelle Eingriffe minimiert werden konnten.

Vorteile von EXAM in der Medizintechnik

Die Einführung von EXAM als Testautomatisierungs-Tool bietet zahlreiche Vorteile für den Medizintechnikanbieter: Erstens beschleunigt es die Markteinführung von Dialysemaschinen, da Testzyklen in kürzerer Zeit abgeschlossen werden können. Zweitens gewährleistet EXAM eine höhere Qualität und Sicherheit der Produkte, da umfangreiche und komplexe Tests automatisiert durchgeführt werden – und zwar auch nachts und am Wochenende. Drittens wird die Nachvollziehbarkeit der Testabdeckung verbessert und die Verwaltung der Testfälle vereinfacht.

Die beschriebene Tool-Kette ermöglicht die Absicherung eines sicherheitskritischen Systems auf mehreren Test-Levels. Das zeigt das Potential eines branchenübergreifenden Einsatzes erprobter Technologien: Testmethoden für embedded Systeme, die ursprünglich für den Automotive-Sektor entwickelt wurden, eignen sich somit auch, um die Absicherung solcher Systeme in anderen Branchen effizienter zu machen. Dazu zählen neben der Testautomatisierungslösung EXAM beispielsweise auch HiL-Systeme, die ASAM Standards XiL-API und MCD-2 sowie Bus-Technologien. Ob beim Test von Steuergeräten oder anderen Themen: Ein Blick über den Tellerrand lohnt sich, um erprobte Anwendungen und bewährte Technologien für einen branchenübergreifenden Einsatz zu entdecken. ■



1 Workflow mit EXAM

MicroNova sponsert zwei Teams der Formula Student

Unterstützung für den Motorsport-Nachwuchs:

Das Herkules Racing Team Kassel und die Rennschmiede

Pforzheim e. V. entwickeln eigene Rennwagen für

den Konstruktionswettbewerb für Studierende.

TEXT: Redaktion BILDER: © Rennschmiede Pforzheim; © Herkules Racing Team

Der Wettbewerb „Formula Student“ zieht seit Jahren Studierende aus der ganzen Welt an, die sich einer einzigartigen Herausforderung stellen: Mit selbst konstruierten Rennwagen treten die Teams gegeneinander an und stellen ihr Können und ihre Kreativität unter Beweis. MicroNova fördert als engagierter Sponsor zwei Teams auf ihrem Weg zum Rennsporterfolg.

Herkules Racing Team Kassel – Elektrische Innovation auf der Strecke

Seit der Saison 2020 ist MicroNova stolzer Sponsor des Herkules Racing Teams Kassel. Das ambitionierte Team trat 2019 erstmals mit einem rein elektrisch angetriebenen Rennwagen in der Formula Student an und hat seitdem weiter kontinuierlich an innovativen Lösungen gearbeitet. Die Studierenden der Universität Kassel, die aus unterschiedlichsten Fachrichtungen stammen, bilden ein eingeschworenes Team, das gemeinsam an einem Ziel arbeitet: der Entwicklung und dem Bau eines leistungsstarken Rennwagen-Prototyps, mit dem sie in der Formula Student einen Spitzenplatz erreichen können.

MicroNova unterstützt das Team bei diesem ehrgeizigen Vorhaben. Durch das Sponsoring werden neben finanziellen Mitteln vor allem Technologie und Expertise eingebracht, die dem Herkules Racing Team Kassel bei der Realisierung seiner Ideen zugutekommen.

Rennschmiede Pforzheim e. V. – Elektromobilität im Fokus

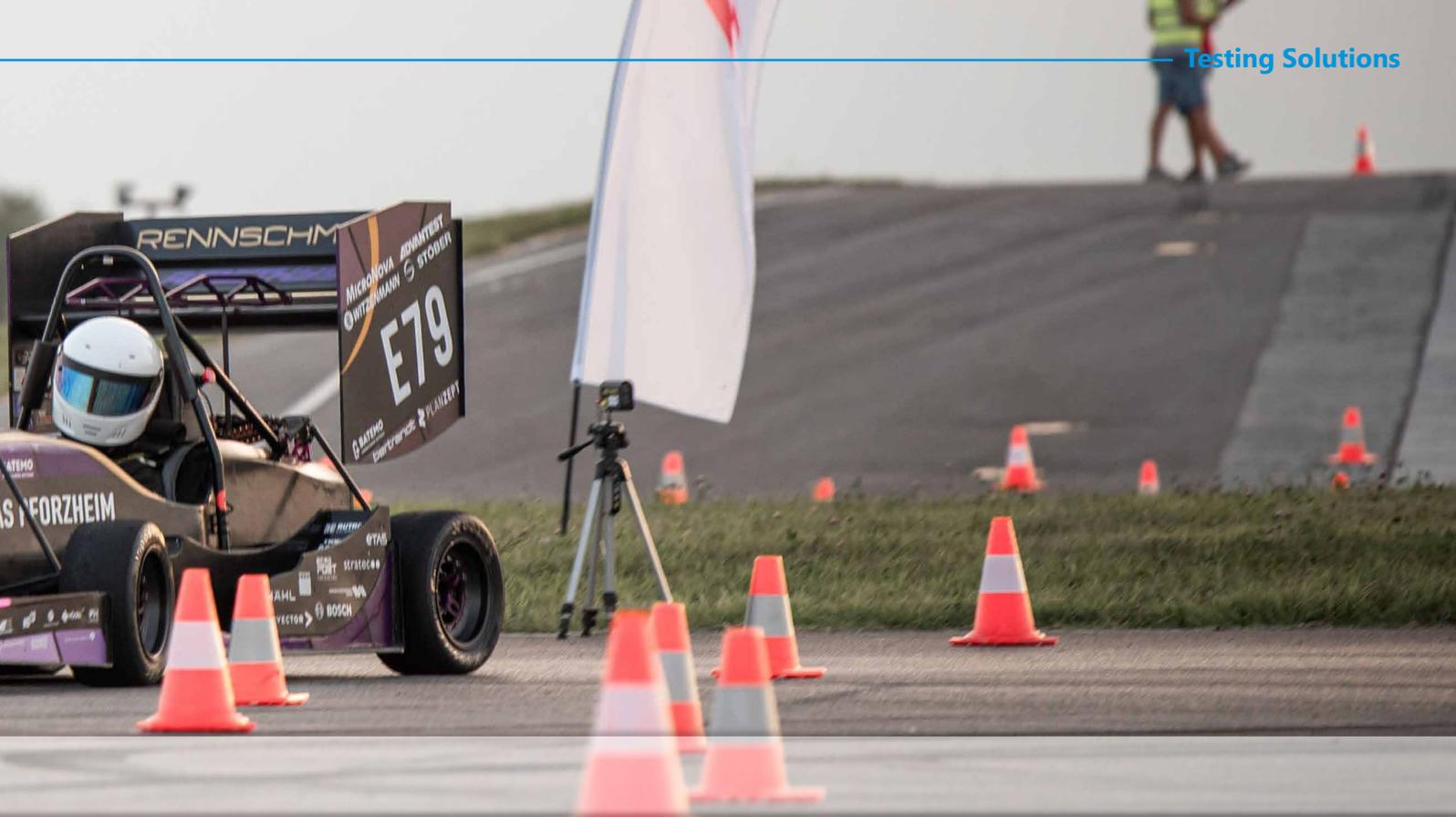
Das zweite Team, das von MicroNova unterstützt wird, ist die Rennschmie-

de Pforzheim e. V. Die Studierenden nehmen ebenfalls seit Jahren an der Formula Student teil und setzen dabei auf zukunftsweisende Technologien im Motorsport. So liegt der Fokus der Rennschmiede Pforzheim ebenfalls seit 2019 ausschließlich auf Elektrorennwagen.

Die Entwicklung eines rein elektrischen Rennwagens bringt jedoch spezielle Anforderungen mit sich, insbesondere hinsichtlich des Batterie-Management-Systems. Dieses Steuer-



1 Herkules Racing Team Kassel



gerät muss nicht nur zuverlässig, sondern auch effizient und sicher funktionieren. Hier kommt MicroNova ins Spiel und unterstützt die Rennschmiede mit einem NovaCarts Hardware-in-the-Loop(HiL)-System. Dank dieses Prüfstands können die Studierenden virtuelle Testkilometer sammeln und die Batterie-Management-Systeme auf Herz und Nieren prüfen, noch bevor der Rennwagen tatsächlich auf die Strecke geht. Die Möglichkeit, elektronische Systeme frühzeitig unter realistischen Bedingungen zu testen, spart

nicht nur Zeit und Kosten, sondern erhöht später auch die Sicherheit und Zuverlässigkeit der Fahrzeuge.

Engagement für die Zukunft des Motorsports

Die Formula Student ist eine einzigartige Plattform, die Studierenden die Möglichkeit bietet, praktische Erfahrungen im Bereich Fahrzeugentwicklung und -konstruktion zu sammeln. Neben den technischen Fähigkeiten werden auch Teamwork, Projektma-

nagement und Innovationsgeist geschult – und damit Kompetenzen, die in der Industrie stark nachgefragt werden. Der internationale Konstruktionswettbewerb für Studierende wird bereits seit 2006 jährlich vom Formula Student Germany e. V. unter der Schirmherrschaft des Vereins Deutscher Ingenieure e. V. nach Regeln ähnlich denen der Formula SAE ausgerichtet.

MicroNova möchte mit seinem Engagement für das Herkules Racing Team Kassel und die Rennschmiede Pforzheim e.V. die Zukunft des Motorsports aktiv fördern. Durch die Unterstützung dieser ambitionierten Teams trägt MicroNova dazu bei, dass der Nachwuchs innovative Ideen entwickelt und die Mobilität von morgen mitgestaltet.

Mit Begeisterung verfolgt das Unternehmen die Entwicklung beider Teams und wünscht den Studierenden auch weiterhin viel Erfolg bei ihren zukünftigen Rennen und Projekten! ■



2

Rennschmiede Pforzheim e. V.

Der RAN Intelligent Controller als Schlüssel zum Next-Level-5G

Auf dem Weg zu einem zuverlässigen, serviceorientierten 5G-Netz benötigen Mobilfunkbetreiber innovative Lösungen für die erforderliche Infrastruktur. Im Bereich des Radio Access Network (RAN) bilden intelligente Controller einen zentralen Bestandteil.

TEXT: Ingo Bauer BILDER: © sirastock, Andrey Suslov / Shutterstock.com

Der Ausbau der 5G-Netze läuft in vollen Zügen. Mit zunehmender Verfügbarkeit im kommerziellen öffentlichen Umfeld steigt auch der Reifegrad: Die Mobilfunkbetreiber widmen sich verstärkt einem der Leitgedanken der 5G-Technologie, nämlich der Einführung von Netz-Services bzw. Network Slices. Damit ist der Startschuss hin zu einem serviceorientierten und orchestrierten System gefallen, und zwar mittels Service Management & Orchestration (SMO).

Während der ersten Integrationsphasen stand bzw. steht die Automatisierung der unterschiedlichen Provisionierungsprozesse im Vordergrund, künftig werden jedoch die abgesicherten Dienste bzw. Network Slices an Bedeutung gewinnen. Darunter fallen vor allem solche aus der Klasse der uRLLC-Services (ultra reliable low latency communication). Sie kennzeichnen eine hohe Ausfallsicherheit bei geringer Signalverzögerung und damit letztlich eine verbesserte Netzqualität.

Da Funknetze per se qualitativ nicht sicher sind und die Signalübertragung die physikalischen Grenzen der Ausbreitungsgeschwindigkeit nicht überwinden kann, bedarf es intelligenter Konzepte, um eine vereinbarte Qualität liefern bzw. sicherstellen zu können. Themen wie Mobile Edge Cloud (MEC), Digitaler Zwilling und RAN Intelligent Controller (RIC) sind wesentliche Bestandteile solcher zukünftiger Mobilfunkarchitekturen.

Mobilfunknetze besser steuern und optimieren

Das Konzept des RIC als ein Schlüsselement der 5G-Architektur ist dabei sehr stark geprägt durch das 3GPP-Standardisierungsgremium und die O-RAN Alliance. Die Idee basiert auf dem Ansatz, die Steuerungs- und Optimierungsfunktionen im Mobilfunknetz flexibler, effizienter und leistungsfähiger zu gestalten. Getrieben wird die Entwicklung vor allem durch Mobilfunkanbieter und Telekommuni-

kationsunternehmen, aber auch durch öffentliche und private Forschungseinrichtungen.

Die wesentlichen Aufgaben eines RAN Intelligent Controllers sind:

- » **Ressourcenallokation und -optimierung:** Die effiziente Zuweisung und Optimierung der begrenzten Ressourcen im RAN ist eine der Hauptaufgaben eines RIC. Dazu gehören die Zuteilung von Frequenzbändern, die Verwaltung der Übertragungsleistung und die Steuerung von Antennenrichtungen, um die Netzwerkeffizienz zu maximieren.
- » **Verkehrssteuerung und Lastausgleich:** Der RIC überwacht den Datenverkehr im RAN und leitet Mobilgeräte im Zuge eines Load Balancing bei Bedarf zu anderen Basisstationen um. So werden Engpässe vermieden.

- » **Interferenzmanagement:** Die Erkennung und Minimierung von Interferenzen zwischen Basisstationen können RICs ebenfalls durchführen. Sie koordinieren dabei auch die Sendeleistung, um eine insgesamt bessere Netzwerk-Performance sicherzustellen.
- » **Energieeffizienz:** Um die Energieeffizienz des RAN zu steigern, kann der RIC beispielsweise Basisstationen abschalten, wenn diese gerade nicht benötigt werden. Aus demselben Grund kann er die Sendeleistung reduzieren, wenn das Signal stark genug ist.
- » **Dynamische Anpassung:** Der RIC passt überdies die RAN-Konfiguration dynamisch an verschiedene Netzwerkbedingungen an, um insgesamt eine optimale Leistung und Qualität der Dienste (QoS) zu gewährleisten.

Aufbau und Architektur eines RIC

Ein wesentliches Merkmal des RIC ist seine Intelligenz: Er kann etwa Datenanalysen und KI zur Entscheidungsfindung nutzen. Das ermöglicht eine dynamische Anpassung an sich ändernde Netzwerkbedingungen und eine schnelle Reaktion auf etwaige Störungen oder Spitzenlasten. Für den effizienten Einsatz besonders wichtig: Ein RIC kann viele dieser Aufgaben automatisieren, was die Betriebskosten senkt; so kann er beispielsweise autonom Parameter anpassen, um die Netzwerkleistung zu optimieren.

Dabei ist der RIC keine monolithische Anwendung, sondern eine Kombination aus zwei unabhängigen Plattformen bzw. Frameworks: dem nicht echtzeitfähigen RIC „Non Real Time RIC“ (Non-RT RIC) und dem nahezu echtzeitfähigen RIC „Near Real-Time RIC“ (Near-RT RIC), die über die in Open RAN spezifizierte O1-Schnittstelle (O1 Interface) kommunizieren.

Ein Non-RT RIC ist in der Regel direkt an den RAN Domain Orchestrator angebunden bzw. darin eingebettet. Wie der Name bereits sagt, arbeitet er nicht in Echtzeit bzw. mit weniger strengen zeitlichen Anforderungen



– denn seine Aufgaben können auch zeitverzögert bewältigt werden. Somit ist er für großflächige, nicht zeitkritische Netzwerkoptimierungsentscheidungen geeignet, ähnlich wie bisherige Self-Organizing-Network-Systeme (SON). Der Non-RT RIC verfügt über eine leistungsfähige RAN Analytics Engine, die in Form von Algorithmen bzw. sogenannten rApps angepasst und erweitert werden kann.

KI- und Machine-Learning-(ML-) Module ermöglichen es ihm, komplexe Datenanalysen durchzuführen und langfristige Entscheidungen zur Planung und Verbesserung der Netze vorzubereiten oder zu treffen. Dieses Aufgabenspektrum ist sehr vielseitig und reicht von der Effizienzsteigerung einzelner Netzwerkressourcen und Basisstationen über die Optimierung von Netzsegmenten bis zur Vorhersage von Verkehrsmustern (Predictions). Gerade die Prognosefähigkeiten sind entscheidend für eine proaktive Anpassung des Mobilfunknetzes.

Seine Daten bezieht der Non-RT RIC durch einen direkt angebotenen Data Lake. Dieses zentrale Repository hält eine gigantische Menge an Netz- und Umgebungsdaten bereit, von klassischen Fault-/Performance-Werten über anonymisierte Verbindungs- und Bewegungsdaten bis hin zu Wetter, Veranstaltungen etc.

Near-RT RIC

Im Gegensatz zum Non-RT RIC fokussiert der Near-RT RIC darauf, Netzwerkinformationen und entsprechende Optimierungsfunktionen annähernd in Echtzeit zu verarbeiten. Das bedeutet, dass er sehr schnell auf Veränderungen der Bedingungen reagieren kann, um eine optimale Netzwerk- bzw. Serviceleistung sicherzustellen. Der Near-RT RIC ist dabei direkt in das physikalische Netz eingebunden und sehr nah an den physikalischen Stand-

orten. Er kann beispielsweise innerhalb einer Mobile Edge Cloud betrieben werden. In der Regel beschränkt sich sein Einzugsgebiet auf wenige Basisstationen bzw. RAN-Komponenten.

Verwendung findet er vor allem bei zeitkritischen Anwendungsfällen, in denen eine niedrige Latenz und schnelle Reaktion auf Netzwerksituationen von entscheidender Bedeutung sind. Häufig zitierte Use Cases sind autonomes Fahren oder Virtual- bzw. Augmented Reality. Durch die direkte Anbindung an den Non-RT RIC können globale, komplexe Datenmodelle für die lokale Optimierung herangezogen werden.

Wie sein nicht echtzeitfähiger Bruder verfügt der Near-RT RIC über KI- und ML-Module. Eine Anpassung und Erweiterung findet in Form von „xApps“ statt. Dabei handelt es sich – wie auch bei den rApps – um Algorithmen bzw. Applikationen, die in der Laufzeitumgebung des Near-RT RIC aktiv sind. Entwickelt werden xApps (wie auch rApps) in der Regel über Drittanbieter, die Bereitstellung für Mobilfunkanbieter und Netzbetreiber erfolgt über App-Stores.

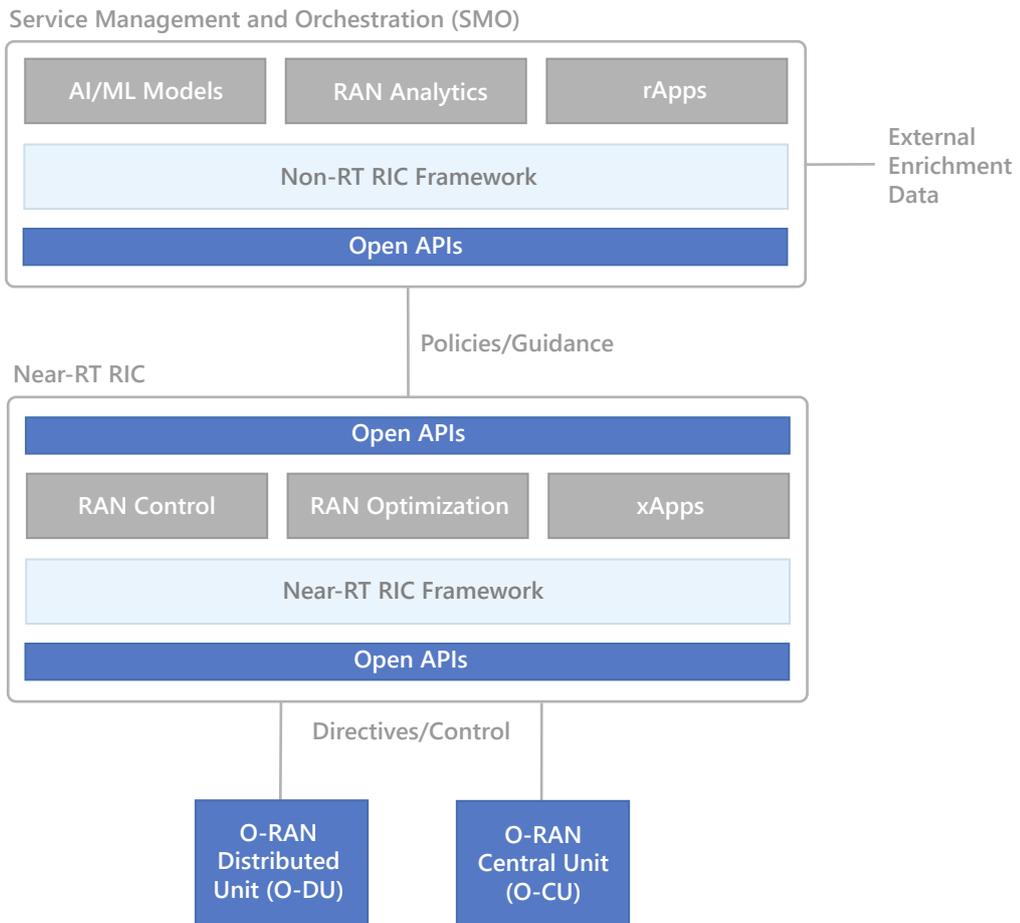
Der RIC als tragende Säule für performante Netze

Insgesamt trägt ein RIC somit viel dazu bei, die Leistung und Effizienz von Mobilfunknetzen erheblich zu verbessern, während er gleichzeitig die Unterstützung für eine Vielzahl von Anwendungsfällen und Diensten in 5G-Umgebungen ermöglicht. Das ist entscheidend, um den steigenden Anforderungen an die Konnektivität und Kommunikation sowie den daraus folgenden Geschäftsmodellen in der heutigen vernetzten Welt gerecht zu werden. Die Vorteile bzw. Funktionalitäten eines RIC kommen jedoch nur zum Tragen, wenn eine vollständig automatisierte, leistungsfähige Provi-

sionierungslösung für das RAN vorhanden ist; diese muss hierfür in der SMO-Architektur eingebettet sein.

MicroNova verfügt mit COM5.Mobile über eine sehr leistungsfähige, automatisierte RAN-Provisionierung, die sich nahtlos in eine intelligente SMO-Architektur einfügt. Sie unterstützt bereits alle notwendigen Anwendungsfälle, von der Integration über die Optimierung bis hin zur vollwertigen Service-/Slice-Provisionierung – und das herstellerübergreifend für Nokia, Ericsson, Huawei oder auch Open RAN. Durch zwei Jahrzehnte Erfahrung und entsprechendes Know-how im RAN-Umfeld bietet MicroNova ergänzend zu COM5.Mobile auch Beratung und zugehörige Services rund um die Einführung einer SMO-Architektur – bis hin zum Consulting und der Entwicklung spezifischer Apps. ■





1 RIC Architektur

Network Slicing

Mit Network Slicing lassen sich die relativ starren Funknetze für unterschiedliche Anwendungsfälle erweitern, und zwar maßgeschneidert auf den jeweiligen Use Case. Auf diese Weise können Mobile Network Operators (MNOs) vielfältige Geschäftsmodelle insbesondere ihrer B2B-Kunden unterstützen und so gleichzeitig den ROI bereits getätigter Investitionen maximieren. Weitere Informationen können Sie in Ausgabe 1-22 der InNOVation nachlesen.

IT Service Management: Kurze Lösungszeiten bei Hawa Sliding Solutions AG

ServiceDesk Plus gewährleistet Geschäftsbetrieb

TEXT: Redaktion BILDER: © Hawa Sliding Solutions AG

Hawa Sliding Solutions AG:

- » Branche: Metallverarbeitende Industrie
- » Mitarbeiter: ca. 230
- » Umsatz: 70 Mio. Euro (2020)
- » Hauptsitz: Mettmenstetten, Schweiz

Die Hawa Sliding Solutions AG ist der Technologie- und Marktführer fürs Schieben am Bau, im Bau und am Möbel. Über 230 Mitarbeiter entwickeln, produzieren und vermarkten Schiebeschläge an zwei Produktionsstandorten in der Schweiz. Die Lösungen finden auf der ganzen Welt Absatz. Das Unternehmen mit Sitz in Mettmenstetten in der Nähe von Zürich, Schweiz, ist seit der Gründung vor über 50 Jahren im Besitz der Familie Haab.

IT immer geschäftskritischer

Bereits vor mehr als zehn Jahren war sich die Hawa Sliding Solutions

AG der zentralen Rolle bewusst, die die Verfügbarkeit der IT-Services für die Business Continuity spielt. Da die Mitarbeiter immer mehr IT-Ressourcen zur Bewältigung ihrer Aufgaben benötigten, machte sich die IT-Abteilung schon früh Gedanken, wie sich Störungen oder Ausfälle von IT-Services so schnell wie möglich – und mit möglichst geringen Folgekosten – beheben lassen.

Um eine geeignete Lösung für die Anforderungen des Unternehmens zu finden, erstellte Chris Bregenzer, heute Teamleiter IT-Services, zunächst ein Kommunikationskonzept für ein Inci-

Meldungen an einem Ort sowie eine Vereinfachung der Service Requests durch die zentrale Ablage aller Dokumentationen und Formulare.

ManageEngine ServiceDesk Plus

Eine passende Lösung fand Chris Bregenzer im Jahr 2008 mit ServiceDesk Plus von ManageEngine. Die ausführliche Dokumentation und die Online-Demo ermöglichten ihm und seinem Team einen schnellen Überblick und Einstieg, so dass von der Einführung bis zum Live-Betrieb gerade mal zwei Monate vergingen. Nach der Evaluation der Software wurde ein Pilot-Team aus unterschiedlichen Bereichen aufgesetzt, das ServiceDesk Plus auf Herz und Nieren prüfte. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse halfen, eine solide Entscheidungsgrundlage für die Geschäftsleitung zu erstellen. Ausschlaggebend für die erfolgreiche Einführung der Lösung war die Unterstützung der Geschäftsleitung, aber auch die klare Kommunikation mit den Anwendern, die die Vorteile bei der neuen Bearbeitung der IT-Anfragen aufzeigte.

Nach drei Wochen war die Pilotphase abgeschlossen, die daraus gewonnenen Erkenntnisse wurden in der folgenden Woche umgesetzt und gleich darauf konnten die Mitarbeiter geschult und ServiceDesk Plus zügig in den Live-Betrieb übergeführt werden. Für die unternehmensweite Erstkonfiguration holte sich die IT-Abteilung Unterstützung vom deutschen ManageEngine-Partner MicroNova. Dank der einfachen Bedienung und des geringen Pflegeaufwands der Lösung konnten die IT-Spezialisten anschließend alle weiteren Anpassungen ohne externe Unterstützung durchführen.

Seit der Einführung von ServiceDesk Plus können Anwender neue Tickets entweder über die Weboberfläche oder per E-Mail einstellen.

Letztere werden durch die integrierte E-Mail-Konvertierung automatisch in ein Ticket umgewandelt und von einem Dispatcher entsprechend zugewiesen. „Das Verhältnis zwischen Web- und E-Mail-Anfragen ist inzwischen sehr ausgeglichen“, erklärt Chris Bregenzer. Unabhängig davon, wie die Tickets erstellt werden, legt der Teamleiter IT-Services großen Wert auf die Integrität der Daten in den Tickets: „Sobald ein Ticket geschlossen wird, prüft der Support-Mitarbeiter, ob die Kategorien richtig ausgewählt wurden. Nur so können wir gewährleisten, dass das Reporting auf den richtigen Daten basiert“.



„Es ist für uns eine zentrale Aufgabe, dafür zu sorgen, dass unsere Mitarbeiter ihre Aufgaben bestmöglich ausführen können. Eine optimale Betreuung der Anwender bei Störungsmeldungen oder Service Requests liegt uns dabei besonders am Herzen – und ServiceDesk Plus unterstützt uns hierbei optimal.“

– Chris Bregenzer,
Teamleiter IT-Services,
Hawa Sliding Solutions AG

dent Management. Gesucht wurde ein Tool, das die administrativen Prozesse im Störfall vereinfachen und mehr Transparenz bieten sollte. Das Ziel: geringer Produktivitätsausfall durch schnelle Service-Wiederherstellung.

Gleichzeitig stand eine Reduzierung der Helpdesk-Kosten durch die Bereitstellung von Self-Service-Funktionalitäten auf dem Plan. Auf diese Weise sollten Anwender die Möglichkeit erhalten, einen Teil ihrer Anfragen (ca. 20 Prozent) selbst zu lösen. Zudem erhoffte sich das Unternehmen durch die neuen Prozesse kürzere Lösungszeiten für die User, eine Erfassung aller

Insgesamt gibt es bei Hawa Sliding Solutions die drei Hauptkategorien „Incident Hardware“, „Incident Software“ und „Service Request“. Chris Bregenzer hat zu jeder davon verschiedene Subkategorien und darunter entsprechende Items in ServiceDesk Plus angelegt, um diese weiter aufzugliedern: So können Anwender unter „Incident Hardware“ beispielsweise die Subkategorien „Client“, „Infrastruktur“, „Netzwerk“ oder „Peripherie“ auswählen, woraufhin das Tool die entsprechenden Items anzeigt: Bei „Peripherie“ könnte das beispielsweise ein Drucker, ein Headset oder ein mobiles Endgerät sein; bei der Subkategorie „Client“ stehen hingegen „PC“, „ThinClient“ und „Notebook“ zur Wahl. Diese Klassifizierung ermöglicht der IT-Abteilung einerseits einen schnelleren und besseren Überblick über die eingehenden Tickets und andererseits eine exaktere Auswertung.

Dazu wird jede Woche automatisch ein Report als csv-Datei generiert und grafisch ausgewertet. Der Bericht enthält neben der Ticket-Gesamtzahl auch Informationen dazu, wie viele Tickets offen, geschlossen oder „on hold“ sind. Darüber hinaus werden Service Requests und Incidents in Verhältnis zueinander gesetzt und der Zeitbedarf pro Ticket wird ermittelt. Diese Reports ermöglichen es Chris Bregenzer und seinem Team, frühzeitig entsprechende Maßnahmen zu ergreifen und ihren Service so kontinuierlich zu verbessern: „So konnten wir zum Beispiel feststellen, dass wir verhältnismäßig viele Tickets zu Outlook hatten. Wir haben dann eine entsprechende Schulung angeboten, um die Mitarbeiter mit der neuen Version besser vertraut zu machen.“

Auch Service Level Agreements (SLA) sind für Chris Bregenzer fester Bestandteil eines erstklassigen IT Service

Managements: „Für die Priorität der Tickets haben wir SLAs vergeben, um so eine Priorisierung nach Dringlichkeit und Auswirkung vorzunehmen. Dabei wird automatisch ein entsprechendes Enddatum für die Bearbeitung definiert.“

Im Laufe der Zeit hat Hawa Sliding Solutions immer wieder neue Funktionen von ServiceDesk Plus eingeführt, wie beispielsweise das „User Feedback“. Damit kann Chris Bregenzer einfach abfragen, wie zufrieden Anwender mit der Lösung ihrer Anfragen waren: „Das Feedback der User liegt uns sehr am Herzen. Das schauen wir uns genau an. Hat uns der Anwender eine ‚schlechte‘ Bewertung gegeben – beispielsweise einen oder zwei Sterne von zehn – setzen wir uns aktiv mit ihm in Verbindung und fragen nach, was wir hätten tun sollen, um zehn Sterne zu bekommen.“

Neben dem IT-Services-Team von Chris Bregenzer, das für die komplette Infrastruktur, die Services, das Netzwerk und die Clients zuständig ist, nutzen auch andere Bereiche im Unternehmen ServiceDesk Plus. So erstellt der Customer Support beispielsweise Tickets, wenn Kunden Probleme mit dem Konfigurator auf der Website haben. Diese werden dann an dem jeweiligen Spezialisten für Webapplikationen zugewiesen. Entwickler, die Probleme mit ihrer CAD-Applikation haben, können ebenfalls Tickets erstellen, die automatisch dem CAD-Experten zugeteilt werden und Tickets rund um das ERP gehen an die IT-Spezialisten im Team Business Applications.

Mehr Effizienz durch Self-Service und Dokumentation

Zum Zeitpunkt der Einführung von ServiceDesk Plus im Jahr 2008 be-

treute die IT-Abteilung etwa 80 Nutzer, Anfang 2022 waren es bereits 230. Dank der Self-Service-Funktionen von ServiceDesk Plus können die Mitarbeiter selbst nach Lösungen suchen, ohne ein Ticket erstellen zu müssen. Das entlastet die IT deutlich. Auch die umfassende Dokumentation von Prozessen und Lösungen hilft dem IT-Services-Team, Zeit bei der Lösung von Anfragen zu sparen und eine optimale Servicequalität zu bieten.



Kurze Lösungszeiten und zufriedene Anwender

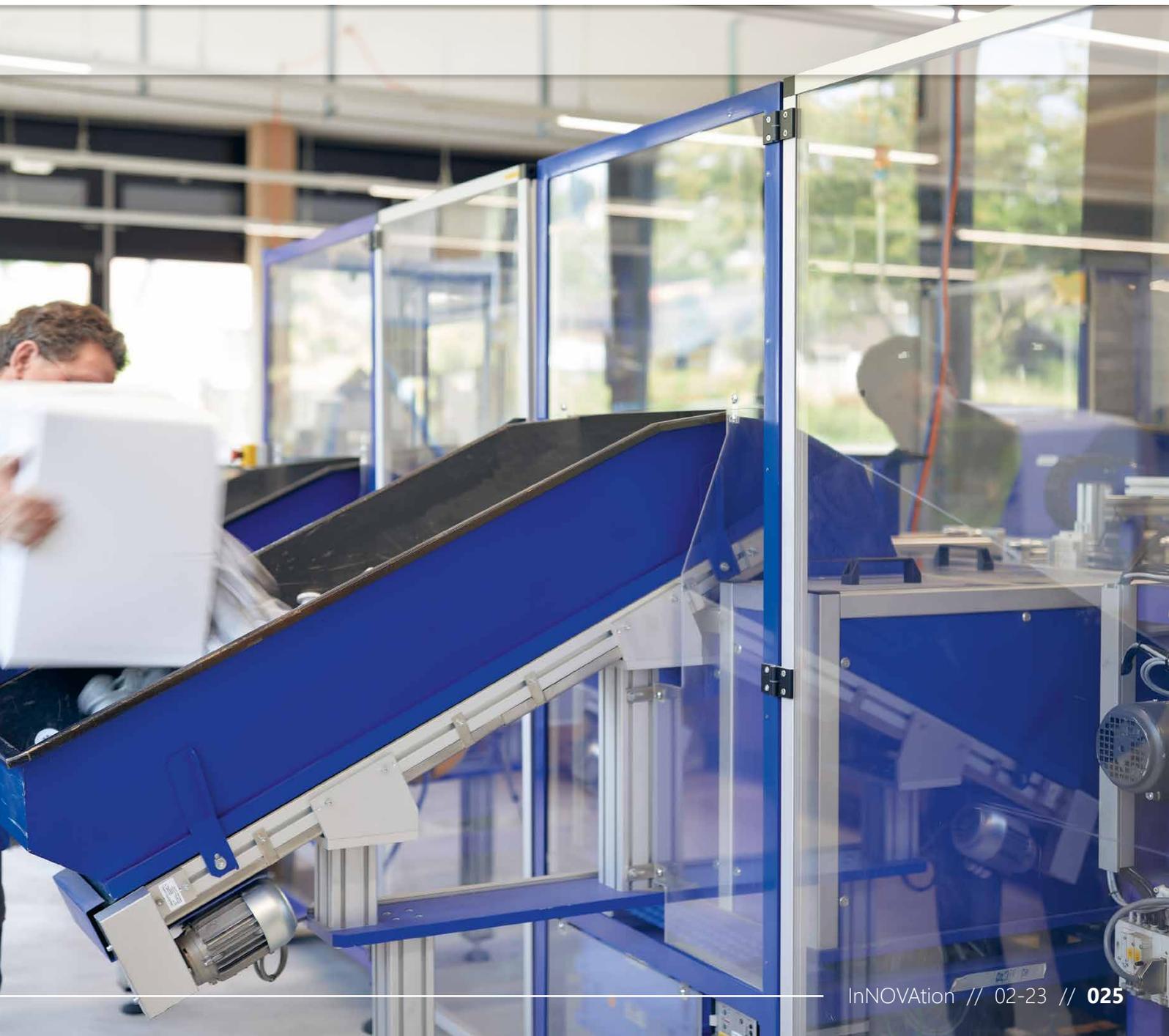
ServiceDesk Plus begleitet Hawa Sliding Solutions bereits seit vielen Jahren. Die Lösung hat sich innerhalb kürzester Zeit als das zentrale Tool etabliert, wenn es um Störungsmeldungen oder um Service Requests geht.

Auch nach all den Jahren ist Chris Bregenzer froh über die Entscheidung

für ServiceDesk Plus, zumal Mitarbeiter heute mehr denn je IT-gestützte Tools benötigen: „Es ist für uns eine zentrale Aufgabe, dafür zu sorgen, dass unsere Mitarbeiter ihre Aufgaben bestmöglich ausführen können. Eine optimale Betreuung der Anwender bei Störungsmeldungen oder Service Requests liegt uns dabei besonders am Herzen – und ServiceDesk Plus unterstützt uns hierbei optimal.“ ■

Kundennutzen:

- » Einfache Bedienung für den Anwender
- » E-Mail-to-Ticket-Konvertierung
- » Einfaches Dispatchen der Tickets
- » Umfassendes Reporting für Analysen
- » Arbeiterleichterung für die IT



Effizienteres Projektmanagement bei Almdudler

monday.com unterstützt bei Personal-
management & digitaler Transformation

TEXT: Felix Bauer, Moritz Bauer BILDER: © Almdudler Limonade A. & S. Klein GmbH & Co KG

Almdudler Limonade A. & S. Klein GmbH & Co KG :

- » Branche: Lebensmittel
- » Mitarbeiter: ca. 75
- » Hauptsitz: Wien
- » Gründung: 1957
- » <https://almdudler.com>

Almdudler ist die österreichische Limonade par excellence. Seit 1957 hat sie sich im Laufe der Jahre zu einem der beliebtesten Getränke in Österreich und darüber hinaus entwickelt. Almdudler ist ein österreichisches Familienunternehmen im Besitz von

Michaela und Thomas Klein und ist eines der bekanntesten und beliebtesten Getränke Österreichs.

Die Ausgangslage – raus aus dem Projektmanagement- Dschungel

Almdudler legt großen Wert darauf, dass sein Team über optimale Arbeitsbedingungen verfügt – auch bei den Prozessen und der Software-Ausstattung. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, gibt es eigens das Team „Organisationsentwicklung & Digitale Transformation“. Es hat es sich zum Ziel gesetzt, die Mitarbeitenden mit einer strukturierten, toolbasierten Her-

angehensweise dabei zu unterstützen, ihr persönliches Potenzial weiter zu entfalten und die dafür notwendigen Ressourcen zu schaffen – um so letztlich das gesamte Unternehmen erfolgreicher zu machen.

Mit diesem Anspruch hat sich Almdudler im Februar 2022 auf die Suche nach einer Lösung gemacht, um das Projektmanagement weiter zu professionalisieren. Das Ziel war es, bei diesem Thema eine einheitliche Herangehensweise für das ganze Unternehmen zu ermöglichen. Denn zuvor hatten jedes Team und jede Abteilung die Planung bzw. Abläufe auf ihre eigene Weise organisiert und gesteuert – von



Excel bis zum Notizbuch. Das passte weder zum generell wachsenden Maß an Digitalisierung bei Almdudler noch zum Qualitätsdenken.

Bei der Suche nach einer passenden Lösung stieß Christina Eberling, Organisationsentwicklung & Digitalisierung, und das Projektteam im Zuge einer Online-Recherche unter anderem auf die Projektmanagement-Lösung monday.com. Da sowohl die Funktionen als auch das „Look & Feel“ des „Work OS“ von Anfang an einen positiven Eindruck machten, kam es schnell in die engere Wahl. Auch im weiteren Evaluationsprozess überzeugte monday.com: „Insbesondere

die intuitive Nutzung, eine schnell mögliche Einarbeitung der Anwenderinnen und Anwender und die – das war schnell erkennbar – optimale Abbildung unserer Prozesse waren für uns weitere wichtige Faktoren bei unserer Entscheidung für monday.com“, erklärt Christina Eberling.

Die Lösung – ein zentrales, kollaboratives Tool

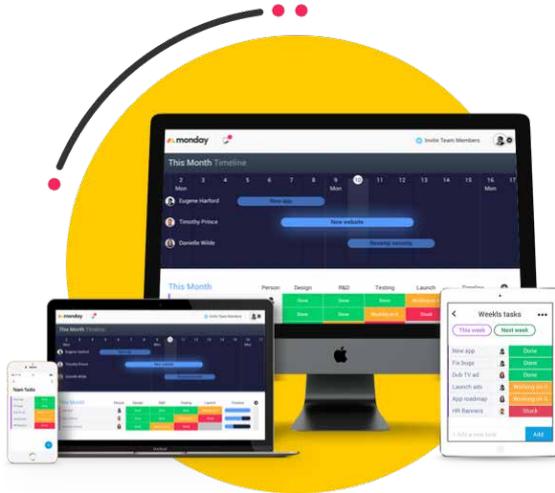
Nach dem eindeutigen Ergebnis der Evaluation war die Entscheidung für monday.com schnell gefallen. Für die Einführung des „Work OS“ – denn letztlich ist monday.com ein Betriebssystem für die operative Arbeit – hat



„Dank monday.com verfügen wir insgesamt über ein deutlich leistungsstärkeres Projektmanagement an sich. Dadurch konnten wir den Zeitaufwand für administrative Aufgaben deutlich reduzieren und können unsere eigentlichen Aufgaben jetzt schneller und besser erledigen. Das gilt sowohl auf Ebene der einzelnen Mitarbeiter als auch innerhalb der Teams – und sogar darüber hinaus.“

– Christina Eberling
Organisationsentwicklung &
Digitalisierung
Almdudler Limonade A. & S.
Klein GmbH & Co KG

Almdudler ein vierköpfiges Projektteam gebildet. Seine erste Aufgabe war es, zunächst nochmals detailliert alle Anforderungen im Hinblick auf die abzubildenden Abläufe etc. zusammenzustellen und die Ergebnisse anschließend mit der Geschäftsführung und den Bereichsleitungen abzustimmen. Schon vor der Beschaffung waren bereits Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter eng eingebunden, um von Anfang an eine hohe Akzeptanz bei der Nutzung zu erreichen – erfolgskritisch für die Einführung jedes neuen Tools.



Nach Abschluss dieser Vorarbeiten erfolgten der Kauf und die Implementierung von monday.com. Die Einführung des Work OS dauerte von der Tool-Auswahl bis zur Ersts Schulung aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter etwa vier bis sechs Monate. „Über den ganzen Zeitraum der Implementierung standen wir in engem Kontakt mit dem monday.com-Team von MicroNova, das uns stets überaus kompetent beraten hat. Wir haben uns von Anfang an sehr wohl gefühlt, auch, weil wir den Rückhalt des Herstellers für seine Partner bemerkt haben“, beschreibt Christina Eberling die Zusammenarbeit mit dem deutschen monday.com-Partner MicroNova.

Inzwischen bildet Almdudler zahlreiche unterschiedliche Prozesse mit dem neuen Projektmanagement-Tool ab, innerhalb einzelner Teams und auch übergreifend sowie auf Ebene der Mitarbeitenden. Dabei kommen auch Automatisierungen zum Einsatz, etwa bei

der Verschiebung erledigter Aufgaben in eine entsprechende Gruppe. Zu den Aufgaben, für die das kollaborative Work OS bei dem Getränkehersteller zum Einsatz kommt, zählt zum Beispiel die Abbildung von Projekten im Team sowie deren Management durch die Verantwortlichen. Sehr beliebt ist das Tool bei vielen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen auch, um jederzeit den Überblick über ihre persönlichen To-dos zu behalten. Ein weiterer Vorteil: Selbst unternehmensübergreifende Prozesse – von der Organisation von Teambuilding-Veranstaltungen bis zu Vertriebsabläufen – kann Almdudler mit monday.com jetzt deutlich effizienter und benutzerfreundlicher abbilden.

Da monday.com kontinuierlich weiterentwickelt wird, stehen den nutzen den Unternehmen und seinen Teams auch ständig neue Funktionen zur Verfügung. Dazu zählt zum Beispiel monday.com docs, das kurz nach Be-

ginn des Einsatzes des Work OS bei Almdudler vorgestellt worden war. Als direkt integrierte Alternative zu den ebenfalls browserbasierten Google Docs lassen sich seit diesem Zeitpunkt textbasierte Dokumente direkt im Work OS noch einfacher gemeinsam erstellen und bearbeiten – eine Option, die auch einige Teams bei Almdudler bereits nutzen.

Das Ergebnis – optimierte Prozesse und Zusammenarbeit

Ein besserer Überblick über den jeweiligen Aufgabenstatus und die zugehörigen Deadlines sowie insgesamt transparentere Prozesse zählen zu den Erfolgen, die Almdudler durch den Einsatz von monday.com erreichen konnte. Diese resultieren wiederum in mehr Klarheit bei der dadurch reibungsloseren Zusammenarbeit – das hat zu einer spür- und messbaren Zeitersparnis geführt. Als besonders hilfreich haben sich dabei die tief in das Tool integrierten Kollaborationsmöglichkeiten erwiesen: So lassen sich Personen beispielsweise per Tagging direkt in Aufgaben markieren, wodurch ihnen diese eindeutig zugewiesen werden. Zudem können Chat-Nachrichten auf Aufgaben-Ebene direkt in den Projekten ausgetauscht werden, wodurch die gesamte Kommunikation an einer zentralen Stelle gebündelt und jederzeit nachvollziehbar ist.

Durch die Implementierung von monday.com hat Almdudler somit in zwei großen Themenblöcken entscheidende Verbesserungen im Unternehmen erreicht: bei der Optimierung der Bearbeitung der Prozesse und der Zusammenarbeit. Dieses positive Ergebnis ist auch deswegen eingetreten, weil – mit Ausnahme des Außendienstes – inzwischen alle Abteilungen monday.com

com bei ihrer täglichen Arbeit verwenden. Das belegt auch eindrucksvoll die hohe Akzeptanz bei der Belegschaft und die Sinnhaftigkeit, das Team von Anfang an „abzuholen“. Die intuitive Bedienung hat ebenfalls zur positiven Resonanz der User beigetragen.

Darüber hinaus war eines der Kernziele von Almdudler, eine einheitliche Herangehensweise an das unternehmensinterne Projektmanagement zu finden – das ist gelungen, wie Christina Eberling bestätigt: „Wir haben auf jeden Fall erreicht, was wir uns vorgenommen hatten. Unsere Teams arbeiten koordinierter und strukturierter zusammen, einfach, weil sie jetzt eine einheitliche Lösung mit klaren Leitlinien haben – innerhalb derer größtmögliche Bewegungsfreiheit herrscht. Wenn es vor Projektstart ein wenig

Projektmanagement-Dschungel gegeben hat, verfügen wir jetzt über ein sehr hilfreiches Navigationssystem, mit dem wir schneller und zufriedener von A nach B kommen.“

Fazit

Der erfolgreiche Einsatz von monday.com steht für Almdudler somit außer Frage. Insofern verwundert es nicht, dass das Team bereits über eine Erweiterung des Aufgabenbereichs nachdenkt: Für die Zukunft plant das Unternehmen bereits, auch das gesamte Vertriebsteam an Bord zu holen – für noch mehr Transparenz und noch engere Zusammenarbeit über wirklich alle Abläufe im Unternehmen hinweg. Oder anders gesagt: für erfolgreiches Projektmanagement, ganz ohne Dschungel. ■

Kundennutzen:

- » Mehr Transparenz bei Aufgaben und Deadlines
- » Zeitersparnis durch Automatisierungen
- » Optimale Abbildung der Prozesse
- » Strukturiertere Zusammenarbeit im ganzen Unternehmen





Projekte erfolgreich überwachen und messen – mit monday.com

Worauf kommt es bei einem erfolgreichen Projekt-Tracking an? Wie können Tools dabei unterstützen, und woran lassen sich gute Lösungen erkennen? Darum geht es in diesem Artikel.

TEXT: Felix Bauer, Moritz Bauer BILDER: © Cagkan Sayin / Shutterstock.com; © monday.com

Projekt-Tracking bezeichnet das Verfolgen des Status und Fortschritts der Aufgaben in Projekten. Führen Verantwortliche mehrere Projekte gleichzeitig durch, ist es besonders wichtig, Ausgaben und Ressourcen effektiv zu verfolgen und auf dieser Informationsbasis zu steuern. Projekt-Verantwortliche müssen dafür häufig geeignete Berichte erstellen, um etwa zu informieren und Planabweichungen zu dokumentieren. Ein gutes Projekt-Tracking hilft zudem, den Überblick zu behalten, ob Aufgaben sowie Meilensteine erreicht und ob Fertigstellungstermine eingehalten werden. Zugleich vereinfacht es die Ressourcenplanung.

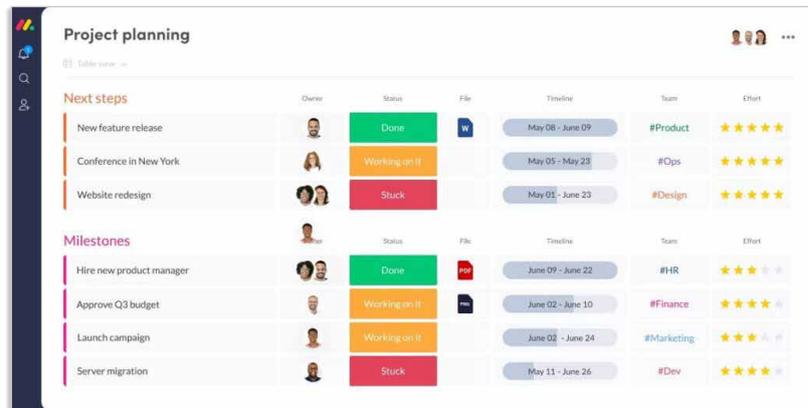
Beim Aufsetzen eines erfolgreichen Projekt-Trackings sollten folgende Fragen berücksichtigt werden:

- » Warum ist es wichtig, Projekte zu verfolgen?
- » Welche Methode ist am besten geeignet, um Projekte zu verfolgen?
- » Welche Vorteile bieten Projekt-Tracking-Tools?
- » Welche Funktionen sind bei Projekt-Tracking-Tools besonders wichtig?

Den Überblick behalten

So trivial es klingt, so schwer fällt die Aufgabe im Alltag oft: Den Projektfortschritt zu verfolgen, ist wichtig, weil Teams sich so besser auf die wesentlichen Aufgaben konzentrieren und im Rahmen des Budgets bleiben können. Indem Unternehmen den Fortschritt eines Projekts kontinuierlich verfolgen, können alle Beteiligten wichtige Aspekte überwachen. Dazu gehören zum Beispiel:

1. **Einhaltung von Fristen:** Unternehmen können den aktuellen Stand der Aufgaben und Meilensteine im Vergleich zu geplanten Terminen überprüfen.



1 Behalten Sie den Projektstatus und den Zeitplan stets im Auge – optimiert mit monday.com.

2. **Management von Ressourcen:** Teams erhalten Einblicke über Arbeitsstunden, finanzielle Mittel etc.
3. **Schätzung des Aufwands:** Über Projekt-Tracking lässt sich besser ermitteln, wie viel Zeit bestimmte noch folgende Aufgaben oder das gesamte Projekt in Anspruch nehmen werden.
4. **Abweichungen & Risikomanagement:** Stimmt der Kurs? Gibt es potenzielle Risiken oder Hindernisse? Etc.

Welche Methode ist am besten für das Projekt-Tracking geeignet?

Es gibt viele Ansätze, wie sich der Fortschritt von Projekten im Auge behalten lässt: Dazu zählen unter anderem Gantt-Diagramme und Projektübersichten. Mit Gantt-Diagrammen lassen sich Projektfortschritte visuell darstellen. Sie zeigen Projektmanagern und Teammitgliedern die Verbindung zwischen Aufgaben. Ein simples Gantt-Diagramm lässt sich bereits mithilfe einer Excel-Tabelle erstellen; für eine leistungsstärkere Variante mit Echtzeit-Änderungen und -Aktualisierungen

können Sie eine Plattform mit speziellen Projekt-Tracking-Tools nutzen.

Eine weitere Option ist die Erstellung einer Projektübersicht. Hier ist es empfehlenswert, wenn das ganze Team zusammenarbeitet und gemeinsam realistische Projektziele setzt. So lässt sich aufzeigen, welche Erwartungen an die Beteiligten als Gruppe und als Einzelpersonen gestellt werden. Es kann hilfreich sein, Meilensteine, wichtige Projektindikatoren (KPIs) und Abhängigkeiten in die Übersicht aufzunehmen.

Unabhängig davon, ob Sie sich für eine Projektübersicht oder ein Gantt-Diagramm entscheiden: Es zählt die Kommunikation im gesamten Projekt zwischen den Stakeholdern und Teammitgliedern. Ein leistungsstarkes Tool zum Projekt-Tracking unterstützt auch hier. Mit seiner Hilfe lassen sich relevante Informationen teilen, die Zusammenarbeit zwischen den Stakeholdern verbessern und der Fortschritt verfolgen. Die Kommunikation funktioniert umso besser, wenn alle relevanten Informationen zentral hinterlegt sind – so können alle Beteiligten darauf zugreifen und sich auch direkt im Tool austauschen.

Welche Vorteile bieten

Projekt-Tracking-Tools?

Projekte termingerecht abzuschließen sowie im Rahmen des Budgets zu halten und gleichzeitig das Arbeitsumfeld für Teammitglieder zu verbessern: Das sind die zentralen Vorteile von Projekt-Tracking-Tools. Weitere Vorteile sind:

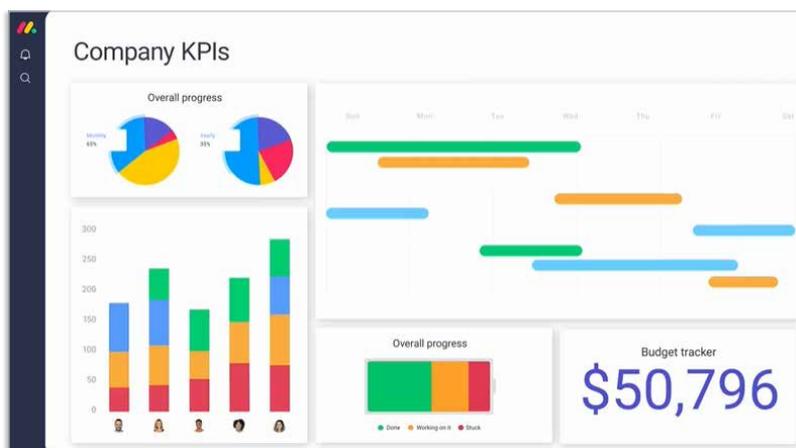
- 1. Einfachere Projektplanung:** Leistungsstarke Projekt-Tracking-Tools bieten Funktionen wie Dokumentenfreigabe, Gantt-Diagramme, Kanban-Ansichten und andere agile Workflows, die die Projektplanung erleichtern und eine effiziente Organisation ermöglichen.
- 2. Aufgaben eindeutig zuweisen:** Mit einem geeigneten Tool lassen sich Aufgaben zwischen den Teammitgliedern aufteilen und auf der Plattform markieren, so dass alle Beteiligten immer auf dem neuesten Stand darüber sind, welche Aufgaben es gerade zu erledigen gilt.
- 3. Zeitaufwand im Blick behalten:** Gute Projekt-Tracking-Tools ermöglichen es, die aufgewendete Zeit für jede Aufgabe und den erzielten Fortschritt strukturiert zu verfolgen. Das ist u. a. hilfreich, um den Ressourceneinsatz zu überwachen und den Projektzeitplan zu optimieren.
- 4. Stets aktueller Projektstatus:** Auf diese Weise lässt sich das gesamte Vorankommen des Teams bewerten. Farbige, anpassbare Labels haben sich hierbei als besonders hilfreich erwiesen, um den Fortschritt von Projekten und einzelnen (Unter-)Aufgaben übersichtlich darzustellen.
- 5. Effiziente Projektpläne:** Projekt-Tracking-Tools ermöglichen es zudem, visuelle Zeitpläne für alle Projekte zu erstellen und wichtige Start- und Endtermine festzulegen. Das unterstützt die Planung und das Erreichen von Meilensteinen.

Kollaborative Projektmanagement-Systeme ermöglichen eine besonders effektive Dokumentation der Arbeitsaktivitäten von Anfang bis Ende, weil sie das ganze Team direkt einbeziehen. Führungskräfte wiederum erhalten die Möglichkeit, ihre Projekte optimal zu verwalten, Engpässe zu identifizieren, die Effizienz zu steigern und so letztendlich den Gesamterfolg sicherzustellen.

Drei wesentliche Funktionen in Projektmanagement-Tools

Maßgeblich zur Produktivität, Effizienz und besseren Zusammenarbeit im Team können folgende Aspekte beitragen:

- 1. Workflow-Automatisierung:** Dies ist eine der wertvollsten Funktionen, die ein Projektmanagement-Tool bieten kann. Durch Automatisierung lassen sich repetitive Aufgaben minimieren, das Projektmanagement optimieren und die Qualität erhöhen. Das schont Zeit und Nerven von Projektmanagern und Teammitgliedern und hilft ihnen, sich auf ihre eigentlichen Aufgaben und das Erreichen von Projektzielen zu konzentrieren.
- 2. Mobile Anwendungen:** Im Zeitalter des hybriden Arbeitens ist es besonders wichtig, dass ein Projektmanagement-Tool mobile Anwendungen bietet. Ihr Team und Sie erhalten so jederzeit und von überall aus Zugriff auf Projekte, die Aktualisierung von Aufgaben und die Überwachung des Fortschritts.



2

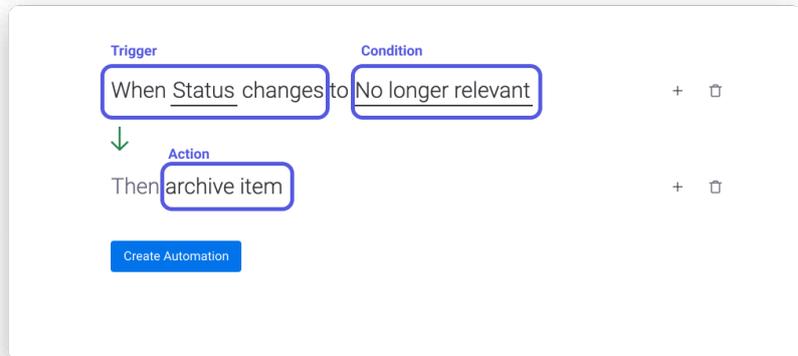
Mit übersichtlichen Dashboards haben Sie Status, Budget und Zeitplan jederzeit perfekt im Griff.

3. **Software-Integrationen:** Ein professionelles Projektmanagement-Tool bietet nahtlose Integrationen mit anderen Software- und Tool-Anwendungen. Das erleichtert die Zusammenarbeit und ermöglicht es, alle relevanten Informationen an einem Ort zu bündeln. Die Integration mit anderen Tools wie Kalenderanwendungen, E-Mail-Clients oder Kommunikationsplattformen fördert den effizienten Austausch von Informationen und verhindert den Verlust von Daten.

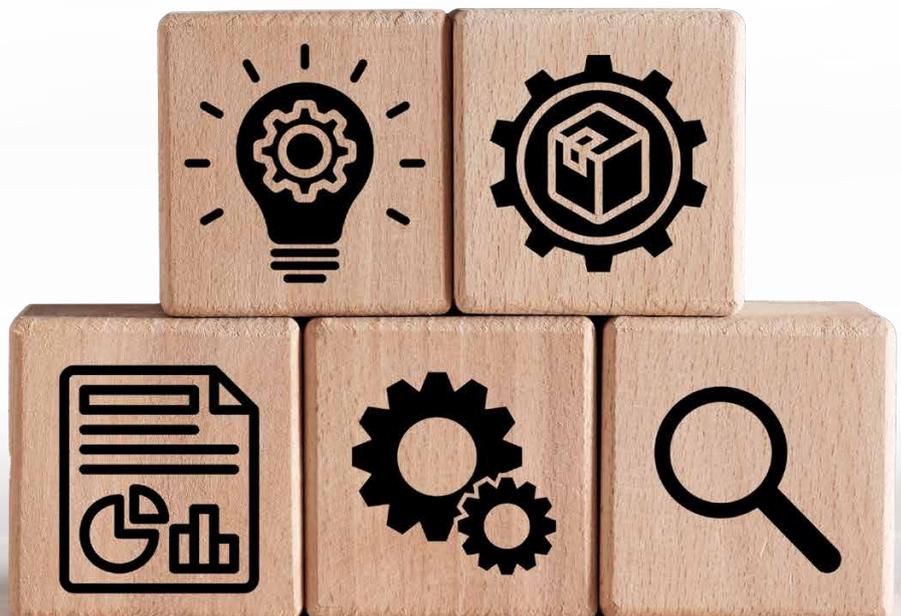
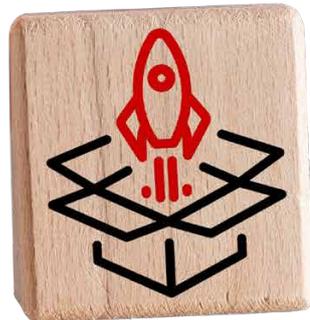
Fazit: Warum monday.com die ideale Lösung für das Projekt-Tracking ist

Dank Workflow-Automatisierung, einer hochfunktionalen mobilen Anwendung und nahtlosen Software-Integrationen erfüllt das Projektmanagement-Tool monday.com alle Anforderungen, die Unternehmen für ein zielführendes, effizientes Projekt-Tracking brauchen. Die intuitive Benutzeroberfläche, die Fähigkeiten zur Zusammenarbeit sowie die Vielzahl der verfügbaren Funktionen machen das Work OS zur idealen Wahl für das Projektmanagement – dank weitreichender Möglichkeiten zur Individualisierung für jeden Einsatzzweck.

Gerade wenn es um die Beratung und die Erstellung einer maßgeschneiderten Lösung geht, unterstützt MicroNova als zertifizierter Gold-Partner von monday.com gerne: Melden Sie sich bei uns, wenn Sie weitere Informationen oder eine Demo wünschen. ■



3 Veranschaulichung und Erläuterung der Funktionsweise von Automatisierungen



Weiter auf Erfolgskurs:

MicroNova-Team zählt 400 Mitarbeitende!

Automobil- und Telekommunikationsangebot sowie Software-Lösungen für Unternehmen sind gefragt.

TEXT und Bild: Redaktion

Innerhalb von nur fünf Jahren ist MicroNova von 250 auf 400 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter gewachsen. Software Consultant Stefan Bernard wurde beim Sommerfest am Hauptsitz in Vierkirchen von den Anwesenden zusammen mit weiteren neuen Angestellten herzlich begrüßt – und tat es mit folgenden Worten gleich: „Beim ‚Welcome Day‘ und während meines Onboardings habe ich erfahren, was für ein vielfältiges Unternehmen MicroNova ist. Es gibt reichlich spannende, innovative Themen und Projekte. Ich freue mich auf die Arbeit mit Euch allen“, sagte er dabei.

Technologisch führende Software für professionelles IT- und Projektmanagement sowie Lösungen für eine zielführende Digitalisierung von Geschäftsprozessen: Der Geschäftsbereich Enterprise Solutions, für den Stefan Bernard tätig ist, hat sich in den vergangenen Jahren zu einer echten Erfolgsgeschichte entwickelt. Mit kontinuierlichem Umsatz- und Teamwachstum sowie einer Erweiterung des Angebots hat dieser Bereich seine Stärke unter Beweis gestellt. Die steigende Anzahl an Partnern und vor allem Nutzern spricht ebenfalls für den Erfolg von MicroNova – inzwischen vertrauen rund 2.700 Unternehmen auf die Lösungen des Unternehmens und seiner Partner.



1 Orazio Ragonesi, Vorstandsvorsitzender bei MicroNova (rechts), heißt den 400. Mitarbeiter Stefan Bernard, Software Consultant Enterprise Solutions (links), willkommen.

Orazio Ragonesi, Vorstandsvorsitzender von MicroNova, betonte: „Unsere Teams entwickeln ‚hands on‘ Zukunft. Dabei folgen wir stets dem Credo unseres Gründers Josef W. Karl: Innovation und ein starkes Angebot gehen jeglichem Wachstum immer voraus – und all das ist nur durch die vielen klugen Köpfe in unserem Unternehmen möglich. Dass es nun bereits 400 sind, freut mich sehr.“ ■

Künstliche Intelligenz – Fluch und/oder Segen?

Liebe Leserinnen und Leser,

100 Millionen aktive Nutzer – wofür Instagram zweieinhalb Jahre benötigte, hat ChatGPT in nur zwei Monaten geschafft*. Künstliche Intelligenz (KI) hat, so sieht es zumindest momentan aus, die Schwelle vom beinahe Mystischen zum (gefühl?) Alltäglichen überschritten. Dieser technologische Meilenstein dürfte einer dieser raren großen historischen Wendepunkte sein. Ein Hype – oder doch ein großer Schritt für die Menschheit ...?

Andererseits gibt es das Thema ja nicht erst seit ChatGPT und damit seit 2023 oder 2022: Zum Beispiel hat unser Vorstand Dr. Klaus Eder bereits im Jahr 1994 seine Promotion über KI abgeschlossen. Lieber Klaus, sieh es mir bitte nach: Das ist doch schon eine Weile her – und zeigt dabei ja sehr gut, dass sich sowohl die Welt „da draußen“ schon länger mit KI auseinandersetzt als auch, dass der MicroNova-Mikrokosmos hier Berührungspunkte aufweist ...! Ein großer Unterschied zu früher: Computer sind inzwischen leistungsfähig genug, um sehr große Datenmengen sehr schnell zu bearbeiten.

Natürlich gibt es bei MicroNova mehr an KI als die akademische Leistung in der Geschäftsleitung. Insbesondere unser Bereich „Testing Solutions“ mit seinem Consulting-Angebot verfügt über viel Fachwissen und führt seit einiger Zeit erfolgreich KI-Kundenprojekte durch. Dabei spielt die Überprüfung von KI-Systemen selbst übrigens ebenfalls eine Rolle, denn auch diese erfordern Validierungen. Unsere Website bietet natürlich weitere Informationen zum Thema, und auch die Kundenzeitschrift 2-22 (S. 4 ff.; S. 8 f.) beschäftigte sich – noch vor dem ChatGPT-Hype – mit KI.

Es wäre ja eigentlich auch sehr erstaunlich, wenn MicroNova noch nichts mit KI am Hut hätte. Immerhin ist Innovation seit jeher die zentrale Triebfeder des Unternehmens. Und natürlich ist es ebenso stets unsere Herangehensweise gewesen, die Dinge nicht so übermäßig aufzubauchen. Letztlich dürfen wir nicht übersehen, dass KI ja auch „nur ein Werkzeug“ ist, oder besser ein Werkzeugkasten. Wie erwähnt, ist die momentan besonders hoch im Kurs stehende generative KI ja nur eine Ausprägung des Themas.

Ein Beispiel vom Werkzeug zeigt vielleicht auch ganz gut, warum KI Fluch und/oder Segen sein kann: Mit einem Hammer lässt sich ein Nagel einschlagen oder ein Verbrechen begehen. Es ist unser aller Aufgabe, das richtige Gleichgewicht zwischen Neugier und Lust auf Innovation einerseits und einem sinnvollen, verantwortungsvollen Umgang mit dieser Tool-Box andererseits zu finden. Denn die Potenziale sind zu groß, als dass Furcht – selten ein guter Ratgeber! – uns komplett ausbremsen sollte. Man denke nur an die Möglichkeiten in der Medizin und konkret das Beispiel der Krebsforschung.

Um den Bogen zu MicroNova zurück zu spannen: Auch im Automotive- bzw. Testing-Bereich wird es viele segensreiche weil potenziell lebensrettende Anwendungsfälle geben, etwa bei der Fahrassistenz/-autonomie. Ich bin mir recht sicher, dass Sie, liebe Leserinnen und Leser, künftig noch öfter das Wort KI bei uns finden werden. Und ich verspreche Ihnen: Wir werden auf einen stets sinnvollen und ethisch korrekten Umgang mit dieser Technologie achten.

Herzlich Grüße
Josef W. Karl



Josef W. Karl
Vorsitzender des Aufsichtsrats
von MicroNova

* <https://www.reuters.com/technology/chatgpt-sets-record-fastest-growing-user-base-analyst-note-2023-02-01/>

Herausgeber:

MicroNova AG
Unterfeldring 6
85256 Vierkirchen
Tel.: +49 8139 9300-0
Fax: +49 8139 9300-80
E-Mail: info@micronova.de

Redaktion:

Katharina Hampe
Regina Schwarzenböck
Melanie Lang
Stefan Karl (GP)
Martina Heinze

Gestaltung:

Christoph Liebl

Druck:

Offsetdruckerei Gebr. Betz GmbH,
Weichs

Auflage: 1.000 Stück

Erscheinungsweise:

Die InNOVation der MicroNova
erscheint halbjährlich. Zusätzlich
können Sonderausgaben veröffent-
licht werden.

Bildnachweis:

Seiten 001 und 036:
© ImageFlow / Shutterstock.com

Seiten 001 und 003:
© Gorodenkoff, Frame Stock Footage,
issaro prakalung, TippaPatt /
Shutterstock.com

Seite 002:
© Norbert Güntner

Seiten 034 und 035:
© shumo4ka / Fotolia.com

**Bei Bestellungen, Adressände-
rungen oder Abbestellungen:**

Tel.: +49 8139 9300-0
E-Mail: info@micronova.de

Alle verwendeten Bezeichnungen
und Namen sind Warenzeichen oder
Handelsnamen ihrer jeweiligen Eigen-
tümer. Beiträge und Abbildungen sind
urheberrechtlich geschützt. Kopieren
und Nachdruck nur mit ausdrücklicher
Genehmigung. Die in dieser Kunden-
zeitschrift enthaltenen Angaben zu
Produkten und Dienstleistungen
stellen keine Zusicherung von
Eigenschaften dar.

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem
Papier.

© MicroNova, 2023