

Simulationsplattform NovaCarts Virtual

Flexibleres Testen in Connected-Mixed-Reality-Umgebungen

Neue COM5.Mobile- Produkte für SDN

MicroNova unterstützt bei Software-Defined-Networking

Endgeräte in der Cloud verwalten

Neue Cloud-Version von ManageEngine Desktop Central



„Den Wandel nutzen“



Liebe Leserinnen und Leser,

haben Sie in letzter Zeit eine VHS-Kassette angesehen? Oder eine Kutschfahrt unternommen? Vermutlich nicht. Der Wandel des technologischen Fortschritts hat beides – unfreiwillig – in das Reich der Nostalgie verwiesen, bestenfalls. Derzeit gibt bekanntermaßen ein externer Faktor den Takt des Wandels vor: Nicht wenige Expertinnen und Experten halten die wirtschaftlichen Auswirkungen der Coronapandemie für die größten seit dem zweiten Weltkrieg. Die Krise hat uns alle wachgerüttelt. Wir haben uns hinterfragt, persönlich, gesellschaftlich, wirtschaftlich.

Was also kann eine positive Wirkung der Pandemie sein? Den (oktroierten) Wandel zu nutzen! „Und nichts (...) ist so mächtig wie eine Idee, deren Zeit gekommen ist“ – so das bekannte Zitat von Victor Hugo. Was heißt das für unsere Kundinnen und Kunden, für unsere Partner und unser Team? Innovation stand und steht seit jeher im Zentrum unseres Handelns. Die jetzige Lage hat im Zusammenspiel mit weiteren Faktoren dazu geführt, dass nun für so manche Idee die Zeit gekommen ist.

Zum Beispiel treibt MicroNova bereits seit längerem das Thema Virtualisierung im Testing-Umfeld aktiv voran – und bietet nun

die richtigen Lösungen zur rechten Zeit. Unseren Leserinnen und Lesern sei daher der Beitrag zu NovaCarts Virtual besonders empfohlen. Künstliche Intelligenz für Unternehmen sowie die Brennstoffzellentechnologie sind weitere Eisen, die jetzt geschmiedet werden. Auch dazu finden Sie Artikel in dieser Ausgabe.

In der Telekommunikationsbranche gibt es mit Software-Defined-Networks (SDN) und 5G zwei Treiber, die viel bewegen werden. Neue Services und Geschäftsmodelle profitieren entscheidend von diesen Technologien. Und MicroNova hat auch hier den Wandel genutzt, um die eigene Strategie für den Bereich Telco Solutions nochmals auf den Prüfstand zu stellen und die richtigen Schlüsse zu ziehen. Das Ergebnis können Sie in dieser Ausgabe der InNOVation nachlesen.

Auch hat die Pandemie erneut gezeigt, welche große Bedeutung Digitalisierung und Technologie allgemein haben. Von der Aufrechterhaltung der Kommunikation im privaten Umfeld über Home Office bis hin zu verteilter Forschung im Pharmabereich: IT ist die Basis für alles. Und auch diesmal berichten wir über einen zufriedenen Kunden und neue Produkte aus dem IT-Management.

Statt unseres Gründers Josef W. Karl meldet sich in der aktuellen Ausgabe sein Sohn Maximilian Karl zu Wort. Er gibt als noch relativ neuer Unternehmenseigentümer ein klares Bekenntnis zum eingeschlagenen Weg von MicroNova. Denn bei all dem Wandel tut ein Stück Bewährtes auch einfach mal gut und ist vor allem zu einem gewissen Grad nötig – es bildet den Rahmen, in dem Wandel funktioniert. Wir achten weiterhin auf beides.

Nun wünsche ich Ihnen wie immer: Frohe Lektüre und bleiben Sie gesund!

Ihr Orazio Ragonese

002 // Editorial

003 // Inhaltsverzeichnis



Testing Solutions

004 // NovaCarts Virtual für Connected Mixed Reality

Virtuelle Simulationsplattform von MicroNova beschleunigt Steuergeräte-Tests in Testumgebungen mit virtuellen und realen Komponenten

008 // Künstliche Intelligenz für Unternehmen

MicroNova unterstützt bei der erfolgreichen Durchführung

010 // „NovaCarts Shift-by-Wire“ testet maximal flexibel

Audi AG setzt beim Test von Wählhebel-Steuergeräten auf MicroNova

014 // Funktionale Sicherheit mit Zertifikat

Validas AG und MicroNova entwickeln EXAM ISO 26262 QKit für Tool-Qualifizierungsprozess

018 // Best of Both Worlds: Brennstoffzellen-Controller

MicroNova und Smart Technologies kombinieren Testtechnologien



Telco Solutions

020 // Im Gespräch mit: Reinhard Jahn

Der Head of OSS Engineering bei Telefónica Germany über COM5.Mobile

022 // Mit SDN/NFV zu einem leistungsfähigen 5G-Netz

Neue COM5-Produkte für Software-Defined-Networking und Network Function Virtualization

026 // Open-RAN, SDN und NFV für Funkzugangsnetze

MicroNova integriert O-RAN-Standard in erste Lösungen

030 // Neue Mobilfunk-Partnerschaft bei 5G-Technologien

MicroNova und highstreet technologies kooperieren



IT-Management

032 // Active-Directory-Management für BRUNNEN

Schneider Gruppe mit Kernmarke BRUNNEN automatisiert AD-Routine-tätigkeiten mit ADManager Plus

034 // Neues von ManageEngine: Desktop Central

Neue Cloud-Version ermöglicht effizientes Endpoint-Management ohne eigene Infrastruktur

036 // Daten schützen oder 1,6 Mio. Euro verschenken?

Neues Lizenzmodell für Data-Loss-Prevention-Lösung Safetica DLP für bezahlbaren Datenschutz

038 // monday.com: Team-Arbeit effizient gestalten

Forrester Research berechnet Effizienzgewinne durch Projektmanagement-Tool

039 // Stimme aus der Gründerfamilie

040 // Impressum

NovaCarts Virtual für Connected-Mixed-Reality-Umgebungen

Testumgebungen, die sowohl virtuelle als auch reale Komponenten verwenden, beschleunigen die Fahrzeugentwicklung und senken die Kosten für die Absicherung von Steuergeräten.

TEXT: Franz Dengler BILDER: © Iokanan VFX Studios / Shutterstock.com

Die Automobilindustrie steht vor einem gravierenden Wandel: Neue Funktionen wie autonomes Fahren führen dazu, dass der Software-Anteil am Funktionsumfang von Fahrzeugen kontinuierlich ansteigt. Der Fokus der Wertschöpfung verschiebt sich dabei immer mehr von der Hardware auf die Software. Zusätzlich stehen die Kfz-Hersteller unter einem hohen Kostendruck, und neue Funktionalitäten müssen in immer kürzeren Zeiträumen entwickelt werden. Endkunden erwarten heutzutage, dass ein automatisches Software-Update erfolgt, sobald neue Funktionen zur Verfügung stehen. Auch die Variantenvielfalt der Fahrzeuge wird in Zukunft hoch bleiben. Unter Einbeziehung der in der Software realisierten Leistungsmerkmale wird sich diese Vielfalt sogar noch erhöhen.

Automobilhersteller werden daher immer mehr auch zu Software-

Herstellern. Dazu müssen sich die Entwicklungsprozesse künftig noch stärker an die Software-Entwicklung anpassen. Bisherige am V-Modell orientierte Teststrategien, die Funktionen und Steuergeräte erst gegen Ende eines Entwicklungsabschnitts zusammen testen, reichen allein nicht mehr aus. Hier ist eine Erweiterung durch agile Prozesse erforderlich. Darüber hinaus macht es die oben erwähnte Variantenvielfalt notwendig, bei jedem Inkrement viele Kombinationen aus Steuergeräten und Software zu testen.

Der Einsatz so genannter Connected Mixed Reality (CMR) bildet einen Lösungsansatz, um die Entwicklung und Funktionstests zu beschleunigen sowie gleichzeitig eine hohe Qualität über den gesamten Entwicklungszyklus sicherzustellen. Dabei handelt es sich um eine, der jeweiligen Testaufgabe angepasste, Testumgebung aus echten und simulierten Steuergeräten.

Flexiblere Testumgebungen und Simulation in der Cloud

Durch die beliebig zur Laufzeit konfigurierbare Testumgebung und den echtzeitfähigen Betrieb der Simulationen in einer Cloud bietet der CMR-Ansatz neue Möglichkeiten: So wird beispielsweise neben einem kompletten echten Fahrzeugaufbau mit Steuergeräten auch eine vollständige virtuelle Simulation in der Cloud möglich – oder eine Mischung aus beiden Umgebungen.

Für die vollständige virtuelle Simulation des Fahrzeugs, inklusive seiner Umwelt, der Steuergeräte sowie der Schnittstellenkommunikation, sind keine realen Testaufbauten erforderlich. Damit sind sogar Testabläufe schneller als in Echtzeit denkbar. Solche virtuellen Szenarien können auch bei kommerziellen Cloud-Providern gerechnet werden. Für den echtzeit-

fähigen Betrieb einer Simulation mit realen Steuergeräten sind jedoch lokale Server-Cluster erforderlich.

Ein wesentlicher Vorteil von ausgereiften CMR-Umgebungen besteht in der hohen Modularität der einzelnen Komponenten. Denn dadurch lassen sich Testumgebungen automatisch konfigurieren. Die Verwaltung und Pflege der Hardware-Aufbauten erfolgt zentral, so dass die einzelnen Bestandteile immer auf dem aktuellen Stand sind. So können unterschiedliche Testaufbauten schnell und fehlerfrei konfiguriert werden. Manuelle Tätigkeiten entfallen dabei weitgehend.

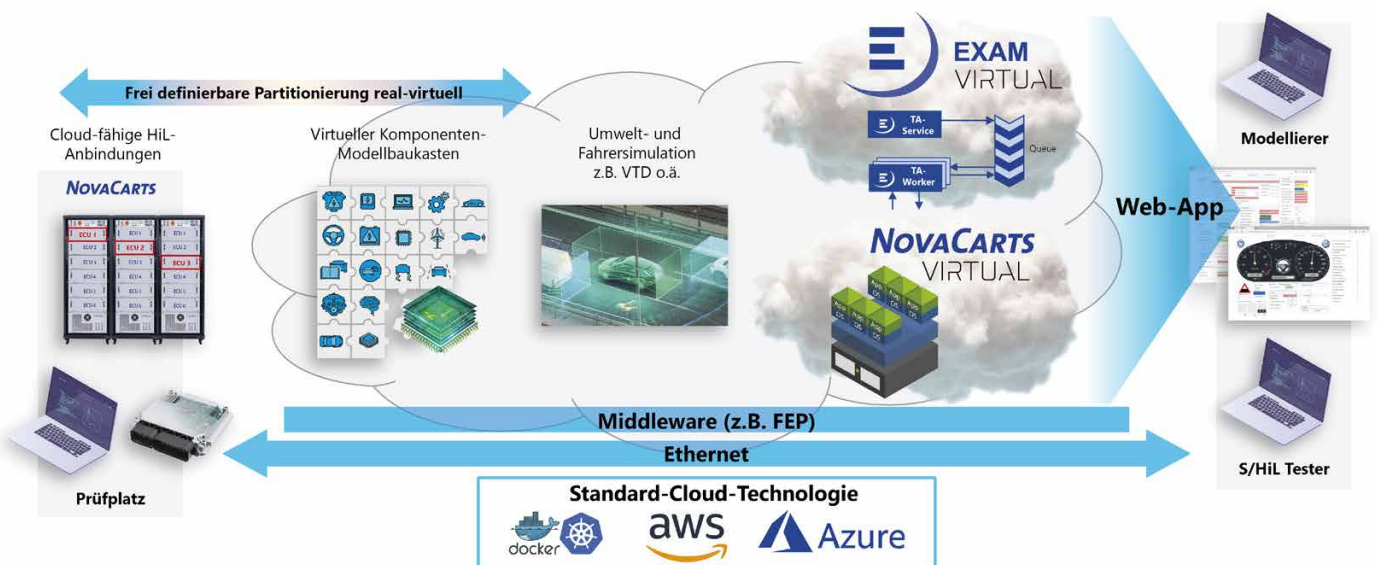
Eine CMR-Testumgebung besteht üblicherweise aus folgenden Komponenten:

- » Steuergeräte mit zugehöriger Hardware-Umgebung, die einem klassischen Einzelplatz-HiL-System entsprechen.

- » Hardware, um Einzelsteuergeräte zu Verbänden zusammenschalten (hauptsächlich bei den Bus-Systemen).
- » Verhaltensmodelle für Steuergeräte: Diese entsprechen klassischen Restbus-Simulationen, sind aber in der Regel detaillierter.
- » Umgebungsmodelle, wie Straßen-, Fahrdynamik-, Motor-, Fahrermodelle usw.
- » Umweltmodelle, die eine geometrische Simulation ermöglichen, beispielsweise Straßen, Gebäude, Wetter, Pflanzen- und Baumbewuchs.
- » Sensormodelle, die aus 3D-Daten berechnen, welches Bild z. B. ein Radarsensor sehen würde.
- » Verkehrsmodelle: Neben einzelnen Fahrzeugen lassen sich mit CMR-Umgebungen auch Fahrzeug-

verbände simulieren, um z. B. Funktionalitäten wie Platooning (gleichzeitiges Losfahren an der Ampel etc.) mit geringem Aufwand nachzubilden.

- » Middleware: Für die Kopplung von echten und simulierten Komponenten verschiedener Hersteller ist eine leistungsfähige Middleware erforderlich, z. B. FEP (Functional Engineering Platform).
- » Testautomatisierungslösungen: Eine Cloud-fähige Testautomatisierungs-Software wie EXAM bildet das Rückgrat für CMR-Anwendungen. Dadurch lassen sich auch komplexe Szenarien reproduzierbar testen.
- » Continuous Integration Platforms: Mit Hilfe solcher Plattformen lassen sich Testfabriken aufbauen, mit denen alle Aspekte des Tests realisiert werden können.



1 Etablierte und lange eingesetzte Komponenten werden Cloud-fähig.

Ein typischer Testablauf in einer CMR-Umgebung sieht folgendermaßen aus:

- » Eine neue Software-Komponente steht zum Test bereit.
- » Diese wird in die CMR-Plattform eingecheckt.
- » Abhängig vom gewählten Test-Set-up werden die benötigten Komponenten automatisch über Konfigurationsskripte zusammengeschaltet und gestartet.
- » Anschließend starten die automatisierten Tests, und Testprotokolle werden erstellt. Diese können auch aus Videos für Fahrerassistenzszenarien bestehen, die sich bei Fehlerfällen auswerten lassen.

Dieses Vorgehen ermöglicht eine immense Produktivitätssteigerung: Die Zyklen vom Erstellen einer Software bis zum ersten Testergebnis lassen sich von den heute üblichen Monaten auf die bloße Konfigurations- und Ausführungszeit der Tests verkürzen.

Aufgrund der Komplexität und des hohen Funktionsumfangs können einzelne Anbieter keine vollständige CMR-Lösung bereitstellen. Für eine optimale Umsetzung des CMR-Ansatzes kombinieren OEMs und Zulieferer daher idealerweise Best-in-Class-Lösungen zu einer modularen Plattform. Dabei kommen beispielsweise Simulationsmodelle für Radarsensoren am besten direkt vom Hersteller.

MicroNova bietet folgende Best-in-Class-Komponenten für CMR-Lösungen:

- » Aus der Cloud ansteuerbare Hardware-Komponenten: Diese schaffen die Voraussetzung für eine dynamische und einfache Konfiguration und Bedienung variabler Steuergeräteverbände.

Alle Baugruppen im NovaCarts-Portfolio verfügen dazu über eine Realtime-Ethernet-Ansteuerung. Auch die Bus-Systeme sind alle aus der Cloud bedienbar.

- » Werkzeuge zur modularen Konfiguration von Simulationsmodellen im Binärformat ohne Neukompilierung (NovaCarts Test Configurator): Damit lassen sich Simulationsmodelle aus einem Modellbaukasten einfach zu Gesamtsimulationen kombinieren.
- » Und last but not least: NovaCarts Virtual, die virtuelle HiL-Simulationsplattform.

Echtzeitfähige Simulationen mit NovaCarts Virtual

NovaCarts Virtual ist die echtzeitfähige Simulations-Software von MicroNova für den Einsatz in CMR-Umgebungen. Damit können Echtzeitsimulationen in einer lokalen Cloud ablaufen und Hardware-Komponenten, die über Realtime Ethernet angeschlossen sind, in Echtzeit ansteuern.

NovaCarts Virtual basiert auf der seit Jahrzehnten bewährten HiL-Simulationsplattform NovaCarts. Viele Bestandteile von NovaCarts Virtual entsprechen den in HiL-Systemen weltweit erfolgreich eingesetzten NovaCarts-Komponenten.

Folgende Merkmale machen NovaCarts Virtual einzigartig:

- » **Reale und virtuelle HiL-Simulationen:** NovaCarts Virtual ermöglicht sowohl die Arbeit mit klassischen HiL-Set-ups als auch vollständig virtuelle Simulationen in einer Cloud. Letztere lassen sich zudem schneller als in Echtzeit durchführen. Darüber hinaus ist eine beliebige Mischkombination möglich.

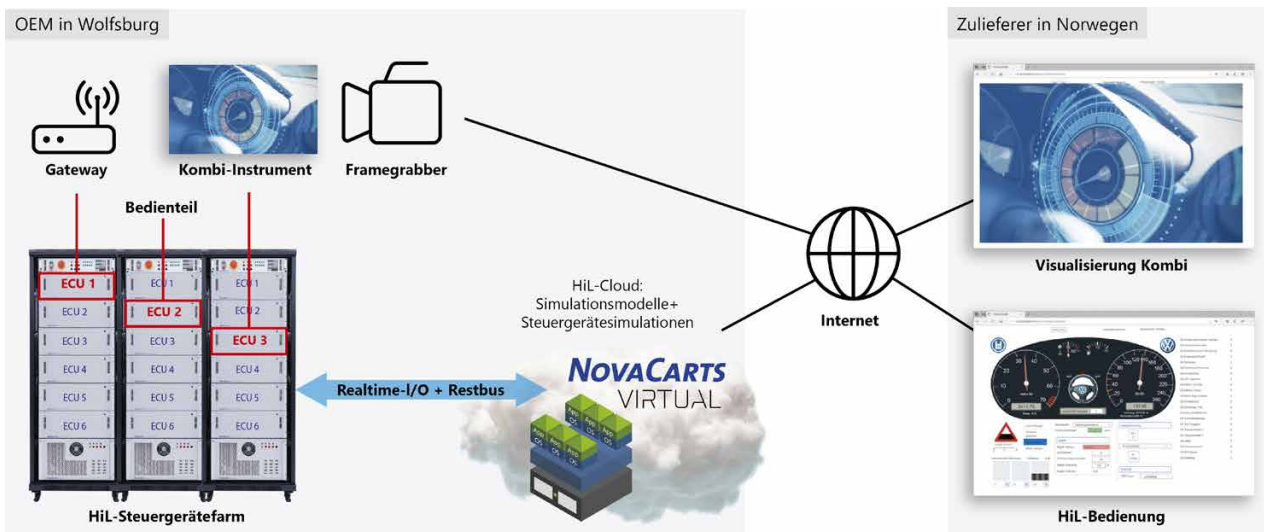
- » **Als Container-Image realisiert:** Anwender profitieren davon, dass eine Testumgebung sehr schnell konfiguriert werden kann. Dadurch entfallen die bisher notwendigen aufwändigen Installationsvorgänge. Auch die Testkonfigurationen sind einfach versionierbar. Ein Test-Set-up für Regressionstests lässt sich somit schnell und unkompliziert wiederherstellen.

- » **Vollständig modulares (binär-kompatibles!) Konzept:** Alle Simulationsmodelle sind als modulare Binärdateien verfügbar und können ohne Neukompilierung auf allen NovaCarts-Plattformen (HiL-Systeme und NovaCarts Virtual) ausgeführt werden.

- » **Identische Konfigurationswerkzeuge für reale HiL-Systeme und für die Cloud:** Die Architektur von NovaCarts wurde so entworfen, dass die bewährten Konfigurationswerkzeuge (NovaCarts Test Configurator) für HiL-Umgebungen und NovaCarts Virtual identisch sind. Dadurch entfällt zusätzlicher Schulungsaufwand.

- » **Restbus-Simulationen aus HiL-Systemen unverändert in Cloud-Umgebungen einsetzbar:** Durch Verwendung von Bus/Ethernet-Konvertern (CAN FD) kann eine Restbus-Simulation in der Cloud gebucht werden und kommt damit quasi aus der LAN-Steckdose.

- » **Bedienung von Simulationen über Webbrowser:** Komplexe Simulationsszenarien wie Kolonnenverkehr laufen weitgehend automatisch ab. Daher ist eine zeitgleiche Visualisierung von Simulationsvariablen der einzelnen Fahrzeuge über Bedienoberflächen nicht mehr vernünftig handhabbar. Treten jedoch Situationen auf, die manuelle Eingriffe erforderlich machen, benötigen Anwender



2 Implementiertes Szenario (PoC): Remote-Prüfplatz

Bedienoberflächen für einzelne Fahrzeugsimulationen. In NovaCarts Virtual lassen sich die einzelnen Simulationen über Browser bedienen: Jede Einzelsimulation bietet hierfür einen Webserver, über den Anwender die Bedienoberfläche der jeweiligen Simulation via Browser aufrufen können.

- » **Standardisierte Schnittstellen:** Ihre Verfügbarkeit bei allen Komponenten stellt ein wichtiges Erfolgskriterium für CMR-Umgebungen dar. NovaCarts Virtual unterstützt unter anderem folgende Schnittstellen:
- **REST-API:** Alle Simulationen lassen sich über die REST-API starten und steuern.
 - **FEP (Functional Engineering Plattform):** NovaCarts Virtual kann als Simulationskomponente an einem FEP-Verbund teilnehmen.
 - **FMI/FMU:** FMU-Komponenten lassen sich in eine NovaCarts-Simulation einbinden und betreiben.

Zentrale Verwaltung des Gesamtfahrzeugaufbaus

Durch den Cloud-basierten CMR-Ansatz mit NovaCarts Virtual lassen sich Zulieferer und Dienstleister besser in den Entwicklungsprozess einbinden. Sie haben immer Zugriff auf den aktuellen Entwicklungsstand sowie auf den Gesamtaufbau aller beteiligten Steuergeräte. Somit lässt sich frühzeitig mit allen Kommunikationsschnittstellen testen, die für die Umgebung der jeweiligen ECU relevant sind. Das reduziert die Testzeit erheblich, da Ergebnisse teilweise schon nach Stunden statt wie bisher nach Wochen vorliegen.

NovaCarts Virtual ist bereits in zahlreichen Projekten erfolgreich im Einsatz und bleibt dabei nicht auf Automotive-Anwendungen beschränkt. Durch den universellen Aufbau lässt sich NovaCarts Virtual beispielsweise auch für Bereiche wie Windenergie verwenden. Im Grunde profitieren alle Branchen, in denen Software- und Steuergerätestests erforderlich sind, vom Einsatz von Mixed-Reality-Test-

umgebungen: Neben einer besseren Ressourcenauslastung der Testsysteme ermöglichen sie eine standortübergreifende Zusammenarbeit und beschleunigen letztendlich den Entwicklungsprozess, was zu Kosteneinsparungen bei gleichbleibender Qualität führt.

Testvirtualisierung – Next Steps

Virtuelle und gemischte Testumgebungen benötigen künftig auch eine geeignete Lösung zur automatischen Verteilung von Testfällen auf die verschiedenen Ausführungsinstanzen in der Cloud. Darüber hinaus muss auch die Testautomatisierung in der virtuellen Umgebung erfolgen.

Entsprechende Konzepte befinden sich mit der Testautomatisierungslösung EXAM sowie dem Test Cloud Controller (TCC) bereits bei MicroNova in der Entwicklung. Dabei wird der etablierte TCC für den Cloud-Betrieb erweitert. Mehr dazu in der nächsten Ausgabe der InNOVation!

Künstliche Intelligenz für Unternehmen

Mit Anwendungen aus dem Bereich der Künstlichen Intelligenz (KI) können Unternehmen Betriebsprozesse deutlich effizienter gestalten.

TEXT: Redaktion

BILD: © Willyam Bradberry / Shutterstock.com

Künstliche Intelligenz

Der Begriff „Künstliche Intelligenz“ (kurz KI) wurde 1956 auf der Dartmouth Conference von dem amerikanischen Informatiker John McCarthy geprägt. Schon in den Jahren zuvor wurde das Konzept intelligenter Maschinen ausgiebig diskutiert, wie etwa in dem Paper „Intelligent Machinery“ des Informatik-Pioniers Alan Turing aus dem Jahr 1948. Hier präsentierte er unter anderem bereits erste Vorstellungen von genetischen Algorithmen und neuronalen Netzen.

Künstliche Intelligenz bezeichnet heute ein Teilgebiet der Informatik, in dem Algorithmen so konzipiert werden, dass sie versuchen, die menschliche Intelligenz nachzuahmen.

Was derzeit generell als KI bezeichnet wird, ist die sogenannte schwache Künstliche Intelligenz. Eine Intelligenz, die über die gleichen Fähigkeiten verfügt wie ein menschliches Gehirn, also eine starke KI, existiert bis dato nicht.

Geschäftsentscheidungen werden häufig auf Basis einer unzureichenden Grundlage getroffen, da die erforderlichen Informationen nicht in geeigneter Form zur Verfügung stehen. Dabei sind eigentlich alle notwendigen Daten vorhanden – sie müssten nur nutzbar gemacht werden.

Um Daten entsprechend zu analysieren und zu strukturieren, kommen in den letzten Jahren verstärkt Methoden der Künstlichen Intelligenz zum Einsatz. Verfahren wie Machine Learning (ML), Deep Learning und Neuronale Netze helfen beim Erkennen von Mustern in großen Datenmengen. Am Markt steht für diese Verfahren inzwischen eine Vielzahl unterschiedlicher Lösungen zur Verfügung.

MicroNova unterstützt Unternehmen dabei, die passende zu finden und KI-Technologien optimal einzusetzen. Dazu bietet unser Geschäftsbereich Consulting & Services ein umfassendes Beratungs- und Entwicklungs-

angebot mit Schwerpunkt auf den Bereichen Datenanalyse und Machine Learning. Denn durch den richtigen Einsatz von KI und Data Science lassen sich vorhandene Informationen gewinnbringend einsetzen und viele Betriebsprozesse deutlich effizienter gestalten.

Individuelle Unterstützung bei KI-Projekten

Da jede Organisation andere Ziele und Fragestellungen bei der Einführung KI-basierter Technologien hat, startet jedes Projekt mit einer fundierten Untersuchung und Beratung: Mit Hilfe von Datenvoranalysen und Workshops identifizieren unsere Con-

sultants zunächst das Verbesserungspotential im jeweiligen Unternehmen und beraten bei der Wahl des richtigen Verfahrens für den angestrebten Anwendungsbereich. Dabei stehen Aspekte wie Kosten, Effizienz und Flexibilität des Systems im Mittelpunkt.

Nach der Bedarfsermittlung und der Auswahl des geeigneten Tools unterstützt das Team aus Experten für Data Science und Machine Learning im gesamten Projektverlauf: von der Prototypenentwicklung bis hin zur produktiven Umsetzung der Lösung in der Organisation. Dabei kommen meist Methoden aus der agilen Software-Entwicklung zum Einsatz. Auf Basis der individuellen Anforderungen entstehen so zuverlässige, qualitativ hochwertige Lösungen.

Webinar Künstliche Intelligenz – Technologien und Potentiale

Um einen Überblick zum Thema „KI für Unternehmen“ zu geben, haben unsere Experten vor Kurzem ein Webinar durchgeführt. Videos zur Präsentation sind unter www.micronova.de/consulting/KI verfügbar. Schließlich beschäftigen sich laut einer aktuellen Bitkom-Studie drei Viertel der befragten Unternehmen mit dem Thema Künstliche Intelligenz. Das Bewusstsein, dass KI eine der wichtigsten Zukunftstechnologien darstellt, ist dabei durchaus vorhanden – bei der praktischen Umsetzung benötigt die Mehrheit nach eigenen Angaben allerdings Unterstützung.

In dem Webinar stellten unsere Experten die grundlegenden Technologien der Künstlichen Intelligenz vor und zeigten verschiedene Anwendungsfälle. Weitere Schwerpunkte bilden die Bereiche „KI in der Industrie“ sowie Machine Learning und Neuronale Netze. Zentrales Thema jedoch ist die erfolgreiche Durchführung von KI-Projekten und was Unternehmen dafür benötigen.

KI für den Praxiseinsatz

Um bei den zahlreichen Fachbegriffen den Überblick zu behalten oder um sich weiter in das Thema einzuarbeiten, gibt MicroNova mit dem Infobereich „KI für den Praxiseinsatz“ unter www.micronova.de/consulting/KI eine Orientierungshilfe. Dort werden Verfahren rund um KI sowie deren Einsatzmöglichkeiten kurz erläutert. Wir starten unter anderem mit Lernverfahren, wie Supervised, Unsupervised und Reinforcement Learning sowie Clustering und statistische Regression aus dem Bereich der Datenanalyse. Die Website wird kontinuierlich weiter ausgebaut und um neue Begriffe erweitert.

Consulting-Angebot

Ob Aufbau der notwendigen IT-Infrastruktur für skalierbare KI-Lösungen oder Optimierung bestehender KI-Initiativen: Wir unterstützen Sie gerne bei Ihren Herausforderungen rund um den Einsatz von KI.

Ausführliche Informationen finden Sie unter www.micronova.de/consulting/KI oder kontaktieren Sie uns gerne unter **+49 8139 9300-0** oder sales-testing@micronova.de.

„NovaCarts Shift-by-Wire“ testet maximal flexibel

Höchste Flexibilität und Genauigkeit beim Test von
Wählhebel-Steuergeräten für verschiedene Fahrzeugprojekte:
Diesen Wunsch hat MicroNova der Audi AG mit dem
HiL-System „NovaCarts Shift-by-Wire“ erfüllt.

TEXT: Stefan Edelmann, Christian Latta BILDER: © vpilkauskas, VoodooDot, Harvey Art / Shutterstock.com

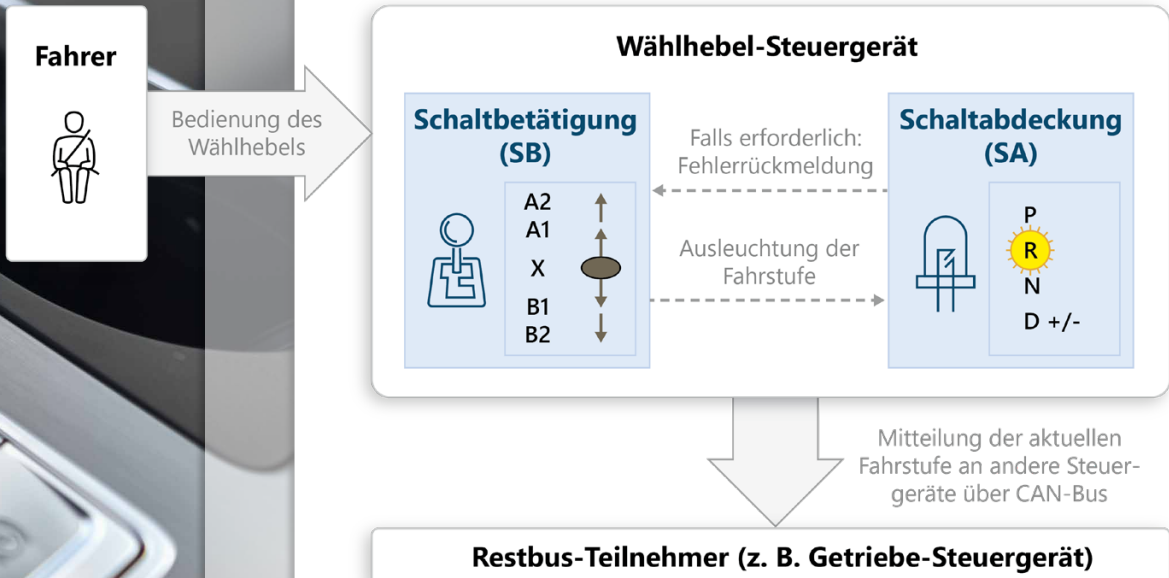
Als 2013 die erste Generation des Komponentenprüfstands zum Test eines Steuergeräts für den Wählhebel des Modularen Längsbaukastens (MLBevo) an Audi ausgeliefert wurde, war nicht absehbar, welche Herausforderungen auf dieses Hardware-in-the-Loop(HiL)-System zukommen würden: Ursprünglich nur für ein Fahrzeugprojekt konzipiert, haben die NovaCarts-Experten von MicroNova den Prüfstand über fünf Jahre hinweg immer wieder vor Ort angepasst – und zwar ohne nennenswerte Ausfallzeiten. Inzwischen wurden Wählhebel-Steuergeräte von insgesamt fünf Fahrzeugprojekten an dem System getestet. Der Umbau zwischen den einzelnen Projekten nahm jeweils nur wenige Minuten in Anspruch.

Aufgrund dieser konstant zuverlässigen Leistung von Mensch und Technik hat Audi 2018 bei MicroNova ein neues Prüfsystem für Wählhebel-Steuergeräte beauftragt. Diesmal sollte das System von Anfang an so konzipiert sein, dass es höchste Flexibilität hinsichtlich unterschiedlicher Fahrzeugprojekte bietet.

Das Wählhebel-Steuergerät

Entscheidend für das Prüfstandskonzept ist das Funktionsprinzip des Wählhebel-Steuergeräts (vgl. Abb. 1). Die zu testenden Steuergeräte (Device Under Test, DUT), der verschiedenen Fahrzeugprojekte bestehen jeweils aus zwei Komponenten: einer „Schaltabdeckung“ (SA) und einer

„Schaltbetätigung“ (SB). Über die Schaltbetätigung gibt der Fahrer eine Fahrstufe vor (z. B. „P“ für Parken, „R“ für Rückwärtsfahren, „N“ für Neutralgang und „D“ für Drive/Fahren). Diese wird auf der Schaltabdeckung durch LEDs angezeigt, die in Abhängigkeit von der gewählten Fahrstufe aktiviert bzw. deaktiviert werden. Die erforderliche Kommunikation zwischen SA und SB erfolgt per LIN-Anbindung (Local Interconnect Network). Zudem übernimmt die Schaltbetätigung die Kommunikation mit den Steuergeräten, die ebenfalls die Information über die aktuell eingelegte Fahrstufe benötigen (z. B. das Getriebe-Steuergerät). Dies erfolgt über einen CAN-Bus (Controller Area Network).



1 Funktionsprinzip eines Wählhebel-Steuergeräts

Das Prüfstandskonzept

Auf Basis dieses Funktionsprinzips haben die HiL-Systementwickler von MicroNova ein wunschgemäß extrem flexibles Prüfsystem konzipiert und umgesetzt. „NovaCarts Shift-by-Wire“ verfügt über drei Haupteinschübe, in denen sich die einzelnen Komponenten des Steuergeräts befinden:

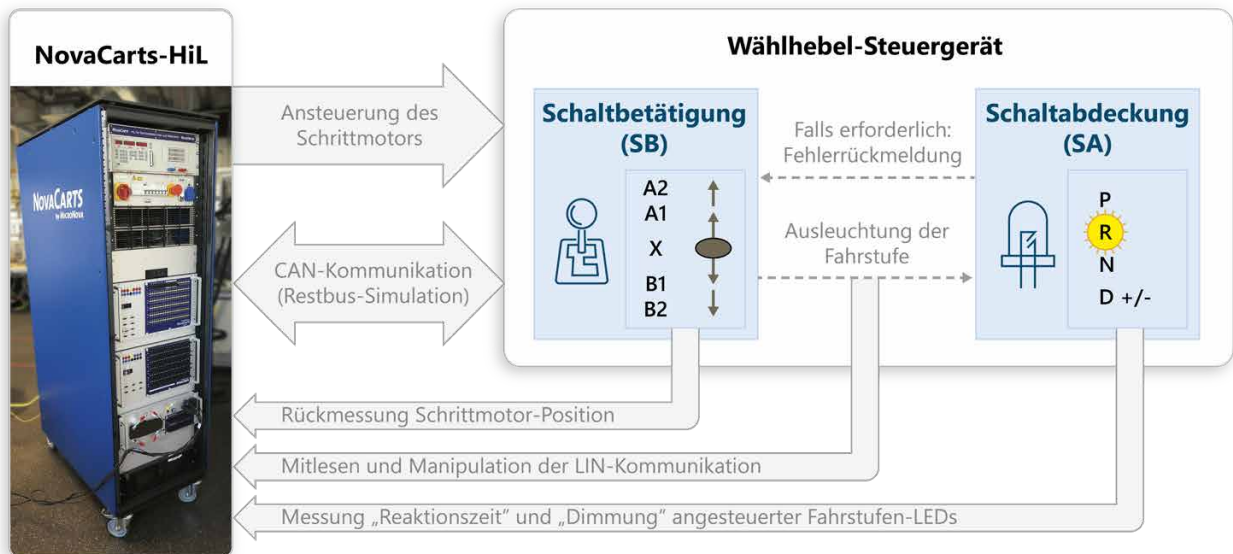
In **Einschub 1** wurde der reine Echtzeitverbund mit Schaltabdeckung und -betätigung realisiert. Wie oben beschrieben, kommunizieren die beiden Teilkomponenten über das LIN-Interface. Das HiL-Echtzeitsystem liest diese Kommunikation zu jedem Zeitpunkt mit und ermöglicht dem Testingenieur so eine schnelle Analyse.

Einschub 2 enthält einen sogenannten „Nadelbett-Adapter“, der ausschließlich die „nackte“ Platine der Schaltabdeckung beinhaltet. Das Schließen des Nadelbett-Adapters stabilisiert die Platine und drückt gleichzeitig leitende Nadeln auf eine Vielzahl von Testpunkten auf der Platine. Über diese Nadeln lassen sich analoge Spannungen, Widerstände und PWM-Signale messen (z. B. zur Bestimmung der LED-Helligkeit in einer bestimmten Fahrstufe). Außerdem kann darüber eine gezielte Fehlereinspeisung (z. B. Überspannung) via Signalmanipulation durchgeführt werden.



„MicroNova hat uns gezeigt, wie gut das vorhandene Know-how mit den NovaCarts-HiL-Systemen umgesetzt werden kann. Es wurden Ergebnisse geliefert, die sogar der Steuergerätehersteller für unmöglich gehalten hat.“

– Christopher Schopp,
Abteilung „Entwicklung
Antrieb Sensoren“, Audi AG



2 Ansteuerung des Wahlhebels durch das HiL-System NovaCarts Shift-by-Wire

Folgendes Szenario zeigt ein typisches Einsatzgebiet des Nadelbett-Adapters: Wird eine Fahrstufe vorgegeben, so muss auf der Schaltabdeckungsplatine die entsprechende LED angesteuert werden. Dabei soll die Helligkeit der LED („Dimmungswert“) von der Umgebungshelligkeit abhängen, die durch den Testingenieur am HiL-System definiert wird. Über den Nadelbett-Adapter kann am Testpunkt der entsprechenden LED das PWM-Signal genau gemessen werden.

In **Einschub 3** befindet sich ein weiterer Nadelbett-Adapter, in den allerdings eine „nackte“ Platine der Schaltbetätigung eingespannt ist. Auch in diesem Fall lassen sich sämtliche Testpunkte vermessen und Fehlereinspeisungen durchführen. Die Besonderheit an diesem Adapter ist jedoch ein hochauflösender Schrittmotor, der mit einer Genauigkeit von bis zu ca. 0,003 Grad pro Schritt exakte Positionierungswünsche umsetzen kann.

Am Schrittmotor befindet sich ein Hebelarm, in den ein Originalmagnet des Wahlhebels eingelassen wurde, wie er auch im magnetischen Sensorsystem der Schaltbetätigung verbaut ist. Dieser Magnet ist im realen Fahrzeug an der unteren Seite des Wahlhebels wenige Millimeter über einem Hall-Sensor montiert, der sich auf der SB-Platine befindet. Ändert der Fahrer die Fahrstufe, bewirkt das eine Bewegung des Magneten, auf die der SB-Controller innerhalb einer festgelegten Zeit entsprechend reagieren muss. Die durch den Fahrer ausgelösten Bewegungen können mithilfe des Schrittmotors in allen Grenzbereichen und sogar darüber hinaus exakt nachgestellt werden. Dabei lässt sich der Schrittmotor innerhalb des geforderten Echtzeitakts (1ms) ansteuern. Ein Fahrstufenwunsch ist somit im SB-Nadelbett-Adapter vollautomatisch realisierbar.

Maximale Flexibilität in der DUT-Kommunikation

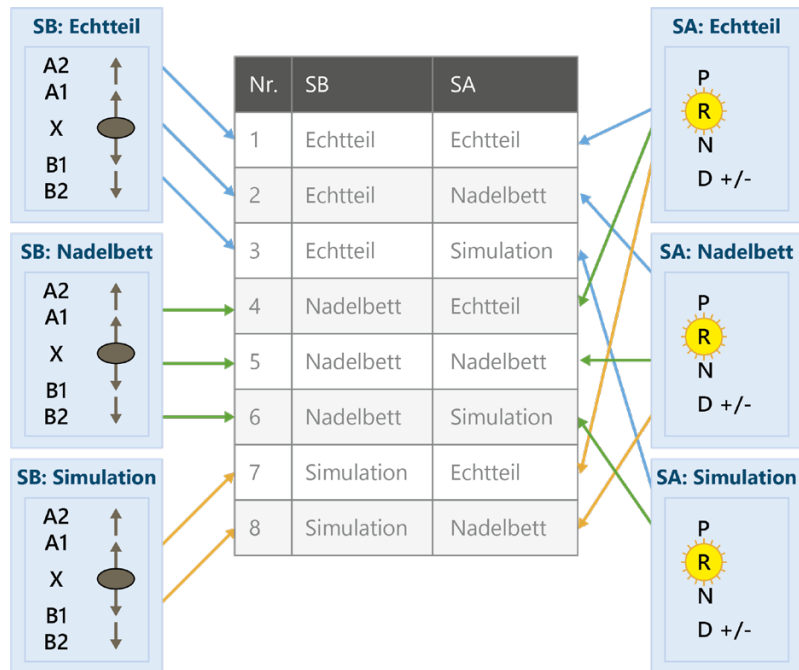
Die beschriebene Kommunikation von SB und SA mit dem sogenannten Restbus – die Steuergeräte, die im Fahrzeug mit dem Wahlhebel-Steuergerät kommunizieren – lässt sich zu jedem Zeitpunkt an beliebiger Stelle unterbrechen. Hierfür sind im Prüfstand „LIN/CAN-Multiplexer“ verbaut, die als Weichen fungieren. Dadurch lassen sich auch andere Fehler simulieren, wie ein Kurzschluss zu Versorgungsspannung/Masse oder ein Kabelbruch.

Das Besondere am „NovaCarts Shift-by-Wire“ ist jedoch die Möglichkeit, die DUTs Einschub-übergreifend in beliebiger Konstellation per LIN miteinander kommunizieren zu lassen, also zum Beispiel die Schaltbetätigungsplatine im „Echtteil-Einschub“ mit der Schaltabdeckungsplatine im Nadelbett-Adapter-Einschub. Darüber hinaus haben die Modellierungs-

experten von MicroNova voneinander unabhängige, echtzeitfähige Verhaltensmodelle für Schaltabdeckung und Schaltbetätigung entwickelt, die mit den jeweils als Echtteil vorhandenen Partnersteuergeräten kommunizieren. Damit lassen sich weitere automatisierte Tests in bis zu acht Konstellationen durchführen, die mit „realen“ Steuergeräten nur äußerst schwierig nachstellbar wären. Im praktischen Einsatz überzeugt die Anwender neben der Zuverlässigkeit und Stabilität des Systems vor allem die unkomplizierte Bedienung des Prüfstands über die NovaCarts-Software.

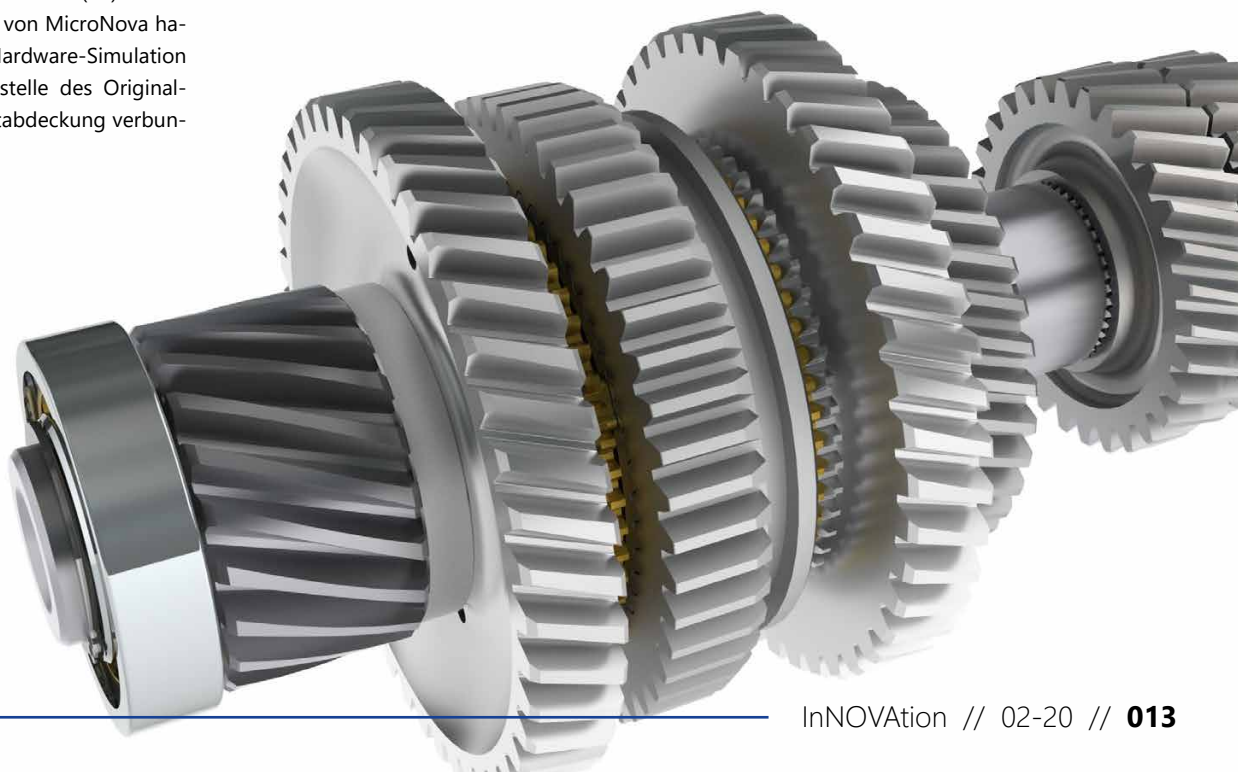
Zufriedene Auftraggeber und Tester

„MicroNova hat uns gezeigt, wie gut das vorhandene Know-how mit den NovaCarts-HiL-Systemen umgesetzt werden kann. Es wurden Ergebnisse geliefert, die sogar der Steuergerätehersteller für unmöglich gehalten hat“, so Christopher Schepp, Abteilung „Entwicklung Antrieb Sensoren“, Audi AG. Gemeint ist hier die sogenannte „Funktionsfolie“, die Bestandteil der Schaltabdeckung ist. Diese beinhaltet kapazitive Elemente, die üblicherweise durch Berührungen des Fahrers Signale an die Schaltabdeckung senden, um bestimmte Funktionen zu (de)aktivieren. Die HiL-Profis von MicroNova haben hierfür eine Hardware-Simulation entwickelt, die anstelle des Originalteils mit der Schaltabdeckung verbun-



3 Mögliche Konstellationen am NovaCarts Shift-by-Wire

den ist. Mit diesem i-Tüpfelchen zum Abschluss des Projekts „NovaCarts Shift-by-Wire“ ist es somit auch möglich, Sensorberührungen eines Fahrers durch elektronische Ansteuerung vollautomatisch zu simulieren (z. B. durch die Testautomatisierungslösung EXAM).





Funktionale Sicherheit mit Zertifikat

Was bedeuten bis zu 100 Millionen Code-Zeilen

im Auto für die „Funktionale Sicherheit“ (FuSi)?

MicroNova hat Antworten und eine neue Partnerschaft.

TEXT: Steven Bailey BILDER: © ParabolStudio / Shutterstock.com

Wie sehr unterscheiden sich doch die Autos heute von denen älterer Generationen – oder auch nur von Wagen, wie sie vor wenigen Jahren noch gefahren wurden. 2005 wurden in einem Auto zwischen sechs und sieben Millionen Zeilen Code verwendet, im Jahr 2020 ist diese Zahl auf rund 100 Millionen Zeilen angestiegen. Um die Zunahme des Programmier-Codes in unseren Fahrzeugen einzuordnen: Boeings aktuellstes Flugzeugmodell, die 787 Dreamliner, nutzt etwa 14 Millionen Zeilen; das Handy-Betriebssystem Android benötigt zwischen zwölf und 15 Millionen Zeilen – und ein aktuelles Smartphone leidet nicht gerade an einem Mangel an Funktionen...

Auch bei Autos – ebenso natürlich bei Lkws, Bussen usw. – steht diese schiere Menge an Code vielen spezifischen Aufgaben gegenüber, die mit ihm ausgeführt werden. Eine Studie von Volvo aus dem Jahr 2020 hat er-

geben, dass Software im Auto rund zehn Millionen Entscheidungsereignisse im Quellcode steuert. Das entspricht einem Verhältnis von 1:10 von „Entscheidungen zu Code-Zeilen“.

Wie reagiert eigentlich der Markt auf die immer komplexeren Systeme? Wie sieht es in diesem Zusammenhang mit der Zunahme des Verkehrs auf unseren Straßen aus? Immerhin gibt es derzeit rund 1,4 Mrd. Autos weltweit, und 2050 sollen es fast doppelt so viele sein. Angesichts dieser Zahlen und den zunehmend volleren Straßen gewinnt das Thema Sicherheit im Straßenverkehr zunehmend an Bedeutung.

Sicherheit rückt in den Vordergrund

Im Bereich der staatlichen Regulierung lässt sich recht eindeutig feststellen, dass die Vorgaben strenger geworden sind. Die Gesetzgebung be-

rücksichtigt verstärkt, ob und wie ein Unternehmen aktiv der Gesundheit von Fahrern und Passagieren im Kfz Beachtung schenkt. Bei Missachtung dieser Vorgaben sind in manchen Ländern Geld- und sogar Gefängnisstrafen als Maßnahmen möglich geworden.

Gerade in den Jahren 2011 und 2018 hat sich bei diesem Thema einiges getan: Die Internationale Organisation für Normung (International Organization for Standardization, ISO) hat die Norm 26262 für „Functional Safety (FuSi)“ auf den Weg gebracht bzw. um eine „Second Edition“ erweitert. Weltweit haben Automobilhersteller die Norm gemäß der geschilderten Rahmenbedingungen zügig umgesetzt.

Was bedeutet ISO 26262?

Seit 2011 gelten für alle IT-Systeme in Automobilen, die elektronische



Steuergeräte und Software-Komponenten enthalten, zusätzliche Anforderungen, wenn diese für den Lebenszyklus sicherheitsrelevanter Systeme von Bedeutung sind. Das betrifft sowohl die Entwicklungs- und Produktions- als auch die Management- und Serviceprozesse. Ziel ist es, mögliche Gefahren zu minimieren, die durch Fehlfunktionen des E/E-Sicherheitssystems verursacht werden können. Zentrale Herausforderungen für die Automobilhersteller sind dabei:

- » Entwicklungskosten und finanzielles Risiko aus der Haftung bei Sicherheitsmängeln möglichst niedrig zu halten,
- » Forderungen von Herstellerseite bzgl. der Zertifizierung aller Werkzeuge nach ISO 26262 zu erfüllen und
- » Risikotoleranz sowie -management frühzeitig zu definieren.

Entscheidende Faktoren für die Sicherheit

Grundsätzlich bestimmen drei Aspekte die Sicherheitsanforderungen und das Sicherheitsniveau eines Systems:

- » der Schweregrad: Wenn ein System ausfallen sollte, wie schlimm könnten die Sicherheitsfolgen für die Insassen oder Fußgänger in der Nähe, bzw. für andere Fahrzeuge sein?
- » die Wahrscheinlichkeit: Wie wahrscheinlich ist es, dass eine Situation zeitgleich und kausal bedingt mit dem analysierten Ausfallmuster auftritt und zu einer Gefährdung führen könnte?
- » die Beherrschbarkeit: Wie hoch ist bei einem Ausfall des Systems die Möglichkeit, einen Schaden durch die rechtzeitige Reaktion der beteiligten Personen oder Fahrzeugsysteme zu vermeiden?

MicroNova: Partner beim Thema Sicherheit

Vor diesem Hintergrund ist es wenig erstaunlich, dass Automobilhersteller seit der Einführung der ISO-Norm von ihren Zulieferern erwarten, dass sie im Zuge der ISO-Entwicklung eine entsprechende Zertifizierung für das Gesamtprodukt mitbringen oder bei dieser unterstützen. MicroNova kommt hier als erfahrener und vertrauenswürdiger Partner ins Spiel: So haben zum Beispiel zwei Auftraggeber bereits 2019 nach jahrzehntelanger, enger und erfolgreicher Zusammenarbeit unterschiedliche Projekte aus dem Umfeld „Consulting & Services“ entsprechend erweitert. In der Folge hat MicroNova mit Analysen zur

funktionalen Sicherheit sowohl in der Entwicklungs- als auch in der Testphase gemäß ISO 26262 unterstützt – eine Zusammenarbeit, die bis heute erfolgreich andauert.

Bei einem der beiden Projekte lag der Fokus auf der Qualifizierung eines „virtuellen Steuergeräts“ (vECU), beim anderen auf der Qualifizierung einer kompletten Software-Tool-Kette. In beiden Fällen kommt „ISO 26262-8, Teil 8: Unterstützende Prozesse“ mit der Sektion 11 als Spezifikation zum Einsatz. Ziel ist es, die sogenannten Tool Confidence Level und Automotive Safety Integrity Level (ASIL) zu bestätigen und zu verifizieren. Dies wurde erreicht auf Grundlage und durch Nutzung der 11.4.8-Methode 1a aus ISO 26262-8, Teil 8, Sektion 11: Das Team überprüfte Anwendungsfälle, in denen es darum ging, wie die Werkzeuge eingesetzt werden sollten, um eine Klassifizierung und Qualifizierung jedes einzelnen Werkzeugs gemäß den Normen zur funktionalen Sicherheit abzuschließen.

Vorgehensweise

Für die Qualifizierung einer Software-Komponente erfordert ISO 26262 Tests unter normalen Betriebsbedingungen sowie unter Hinzufügen von Fehlern in das System. Auf diese Weise soll auch die Reaktion auf anormale Eingänge geprüft werden. Im Rahmen der Analyse werden potenzielle Gefahren und Risiken (hazard analysis and risk assessment, HARA) identifiziert und Anwendungsfälle der funktionalen Sicherheit sowie potenzielle Anforderungen an diese definiert und schließlich zur vollständigen Produktdefinition hinzugefügt.

Die gesammelten Informationen ermöglichen es, die Auswirkungen eines Tools auf die FuSi zu bestimmen, den sogenannten Tool Impact Level oder TI. Auch lässt sich so die Werkzeugfehlererkennung (Tool Error Detection, TD) entsprechend verorten. Dabei kommt folgende Vorgehensweise zum Einsatz, wenn ein Software-Tool sicherheitsrelevante Fehler verursachen oder nicht erkennen kann:

- » TI 1: Keine Auswirkung
- » TI 2: Auswirkung

Bestimmung der TD bei Verwendung des Werkzeugs:

- » TD1: hohe Wahrscheinlichkeit, potenzielle Tool-Fehler zu erkennen / zu verhindern
- » TD2: mittlere Wahrscheinlichkeit, potenzielle Tool-Fehler zu erkennen / zu verhindern
- » TD3: alle anderen Fälle (niedrig/unbekannt)

Bestimmung des „Tool Confidence Level“ (TCL):

| | | Tool error detection | | |
|-------------|-----|----------------------|------|------|
| | | TD1 | TD2 | TD3 |
| Tool impact | TI1 | TCL1 | TCL1 | TCL1 |
| | TI2 | TCL1 | TCL2 | TCL3 |

Von der Lösung zum umfassenden Angebot

Die praktischen Erfahrungen aus beiden Projekten gaben den Startschuss für ein umfassendes Beratungs- und Projektangebot von MicroNova Consulting & Services. „Teil 8: Unterstützende Prozesse“ ist dabei eine von vielen Unterspezifikationen in ISO 26262. MicroNova qualifiziert derzeit bereits Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter für weitere Abschnitte von ISO 26262 beim TÜV. Zudem nimmt das Team an TÜV-Kursen teil, um die Prüfungen für die Zertifikate „LEVEL 1: ISO 26262 Functional Safety Engineer“ oder „LEVEL 2: ISO 26262 Functional Safety Professional“ zu absolvieren.

Während also die FuSi-Projektarbeit weiterläuft, hat MicroNova Consulting & Services parallel das Portfolio erweitert und bietet folgende Dienstleistungen an:

- » Entwicklung von Safety-Requirements
- » Sicherstellung der Requirements-Traceability
- » Safety-Analysen (FMEA, FMEDA, FTA)
- » Organisation von Verifikations- und Validierungstätigkeiten
- » Tool-Qualifizierung
- » Vorbereitung von Assessments
- » Optimierung von Prozessen der funktionalen Sicherheit (V-Modell oder agil)
- » Vor-Ort-Unterstützung

Testautomatisierung gemeinsam mit Validas AG

Automotive-Unternehmen haben erkannt, dass eine manuelle Pflege von Dokumenten mit hohem Zeit- und Ressourcenaufwand nicht nur teuer, sondern auch fehleranfälliger ist. Eine möglichst weitgehend automatisierte Software-Lösung kann Abhilfe schaffen – über den ganzen Lebenszyklus hinweg. Das gilt auch im Kontext der Funktionalen Sicherheit.

An dieser Stelle kommt die seit 2006 gemeinsam von AUDI, Volkswagen und MicroNova entwickelte Testautomatisierungslösung EXAM ins Spiel. Im vierten Quartal 2020 wird MicroNova EXAM entsprechend ausbauen, und zwar in Form einer Erweiterung zur Unterstützung von „ISO 26262-8 Teil 8: Unterstützende Prozesse“ sowie „Teil 11: Analyse und Qualifizierung des Tool Confidence Level und des Automotive Safety Integrity Level“ auf halbautomatischer Ebene. Dabei hat MicroNova auf die Zusammenarbeit mit einem anerkannten Branchenführer gesetzt, der auch bevorzugter Partner von TÜV-Süd und TÜV-Nord ist: die Validas AG.

Das Unternehmen ist seit April 2000 als Experte für Library- und Werkzeugqualifizierung aktiv. Gemeinsam bieten Validas und MicroNova ein EXAM-Plug-in für Funktionale Sicherheit an, das EXAM ISO 26262 QKit. Mit ihm lassen sich für ISO 26262 relevante Produkte oder Lösungen in die Umgebung und Dokumentation von Automobilherstellern oder Zulieferern integrieren. Dabei können für die Klassifizierung ein Bericht, Plan, Sicherheitshandbuch sowie ein Verifizierungs- bzw. Validierungsbericht erstellt werden – alle konform gemäß ISO 26262.

ISO-TÜV-Qualifizierung: automatisch enthalten

Das Software-Framework für das QKit kann vor Ort und im Kundenprojekt ausgeführt werden, um generische Compliance Reports zu erstellen. Sie dokumentieren die Einhaltung der erforderlichen Sicherheitsstandards. Die Kooperation mit der Validas AG gewährleistet, dass der Tool-Qualifizierungsprozess TÜV-zertifiziert ist.

Automobilhersteller und Zulieferer, die das EXAM ISO 26262 QKit verwenden, können sich somit darauf verlassen, dass ihr EXAM-Projekt entsprechend qualifiziert ist und bei Bedarf auch ausdrücklich zertifiziert werden kann. Die Technologie im Software-Framework, auf dem das EXAM ISO 26262 QKit basiert, haben Validas und der TÜV gemeinsam konzipiert und erstellt. Sie ist flexibel und modellbasiert. Darum ist sichergestellt, dass jedes Werkzeug oder jede komplexe Reihe von Werkzeugen einer Tool-Kette qualifiziert werden kann.

Somit ist der Ansatz nicht auf EXAM beschränkt: MicroNova hat während einer Reihe von Schulungen und Workshops sowie bei Entwicklungsaufgaben bereits Erfahrung gesammelt, wie Werkzeuge und Prozesse dieses Software-Frameworks auch für die Vali-

dierung anderer Tools einsetzbar sind. Die Consultants von MicroNova sind damit in der Lage, unter Anwendung der dokumentierten und TÜV-zertifizierten Compliance-Methode von Validas mit und für Kunden die notwendigen Schritte zur Qualifizierung jedes beliebigen Tools zu gehen.

Prozessualer Ablauf

Der erste Schritt in diesem Prozess ist eine generische Werkzeug- und Dokumentationsanalyse zur Erstellung eines Strukturmodells. Dieses Modell enthält alle relevanten Aspekte, von der Benutzerfreundlichkeit über den Arbeitsablauf und die Ergebnisse bis zu den Schnittstellen. Durch Hinzufügen potenzieller Fehler und Abschwächungen wird das Struktur- zum Analysemodell. Über dessen Anwendung samt zugehöriger Prüfungen und Einschränkungen („Abschwächungen“) lassen sich potenzielle Fehler entweder erkennen oder vermeiden.

Das Ergebnis dieser ersten Phase wäre eine auf dem Konzept der Funktionalen Sicherheit basierende Tool-Simulation. Als zweiter Schritt folgt darauf die Erstellung eines Testmodells. Dabei wird eine Datenbank mit der etablierten FuSi-Testmethodik um werkzeugspezifische Testfälle erweitert – hierbei kommt die jahrzehntelange Erfahrung von Validas zum Tragen. Unter dem Strich steht die Vervollständigung des Modells: Benutzerfreundlichkeit, Arbeitsabläufe, Ergebnisse und Schnittstellen erhalten einen zertifizierten Nachweis für Funktionale Sicherheit im Hinblick auf den Test-Code.

Zu guter Letzt müssen alle Einzelteile der vorherigen Arbeitspakete integriert werden, um ein QKit zu erhalten. Dazu zählt auch die Anpassung des Benutzer- und des Entwicklerhandbuchs sowie generell aller Dokumentationsvorlagen, in denen das Strukturmodell, das Analysemodell und das Testmodell auf Vollständigkeit analysiert wurden. Außerdem müssen Import und Export der Testlisten ausgeführt und mit den vorhergesagten Ergebnissen des QKit-Integrationstests verglichen werden.

Zur Einhaltung der Sicherheitsstandards muss zudem eine Validierungs- und Verifizierungsphase („V&V“) für den „QKit Release Candidate“ formell geplant und durchgeführt werden. Erst danach kann eine Freigabe erfolgen. Der letzte Schritt ist die Ausführung des Überprüfungs- und Validierungsverfahrens. Dazu gehört das Ausfüllen von Checklisten für jeden Teil des QKit sowie dessen Erstellungsprozess, der später von Auditoren für funktionale Sicherheit verwendet wird. Außerdem ist die Erstellung eines V&V-Berichts erforderlich, der die zugehörigen Ergebnisse und ggf. Erkenntnisse dokumentiert. Etwaige V&V-Probleme müssen vor der Veröffentlichung behoben werden. Das Ergebnis ist ein QKit, das bei jeder Version oder Produktaktualisierung ausgeführt werden kann, um die FuSi-Konformität zu überprüfen.

Fazit

Funktionale Sicherheit ist aus mehreren Gründen ein unverzichtbarer Baustein für vielfältige Aktivitäten in der Automobilindustrie geworden. Mit eigener Expertise und in Zusammenarbeit mit erfahrenen Partnern bietet MicroNova Automotive-Unternehmen mit der marktreifen Lösung EXAM ISO 26262 QKit ein Plug-in für Funktionale Sicherheit und erbringt darüber hinaus umfassende Beratungsleistungen. So wird die Handlungsfähigkeit im Automotive-Umfeld aufrechterhalten, gleichzeitig sinken Komplexität und Kosten.

Consulting-Angebot

Für ausführliche Informationen zum Beratungsangebot von MicroNova sowie zum EXAM ISO 26262 QKit kontaktieren Sie uns gerne unter **+49 8139 9300-0** oder sales-testing@micronova.de.





Best of Both Worlds

MicroNova und Smart Testsolutions kombinieren ihre Testtechnologien für Brennstoffzellen-Controller.

TEXT: Redaktion BILD: © Alexander Kirch / Shutterstock.com

Die Brennstoffzellentechnologie gilt vor allem im Nutzfahrzeubbereich und auf Langstrecken als vielversprechende Alternative zum reinen batterieelektrischen Antrieb. Gerade hat beispielsweise Daimler seinen Brennstoffzellen-Lkw vorgestellt, der eine Reichweite von bis zu 1.000 Kilometern bieten soll. Brennstoffzellen versorgen die Elektromotoren solcher Fahrzeuge

(Fuel Cell Electric Vehicle, FCEV) mit der nötigen Antriebsenergie. Dazu werden Wasserstoff und Sauerstoff in einer kleinen Zelle durch eine chemische Reaktion in elektrische Energie und Wasser umgewandelt. Um eine ausreichende Menge für den Fahrzeugantrieb zu erzeugen, werden mehrere Zellen zu sogenannten Brennstoffzellen-Stacks zusammengefügt.

Spezialisierte Messtechnik und HiL-Systeme für Fuel Cell Control Units

Etablierte Unternehmen aus der Automobilbranche wie Daimler, Bosch oder Toyota arbeiten mit Hochdruck daran, möglichst kostengünstige und somit marktaugliche Brennstoffzellen-Stacks zu entwickeln. Um Auto-



mobilerstellern zeit- und kosteneffiziente sowie umfassende Testlösungen für die Absicherung der zugehörigen Brennstoffzellen-Steuergeräte (Fuel Cell Control Units; FCCU) anbieten zu können, kombinieren MicroNova und die Smart Testsolutions GmbH ihr Know-how in den Bereichen Brennstoffzellen-Messtechnik und HiL-Anwendungen.

Der Messtechnikspezialist Smart Testsolutions hat sich bei Automobilherstellern als feste Größe etabliert, wenn es um Überwachungselektronik für Brennstoffzellen geht. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf Systemen zur Kontrolle der Einzelzellspannungen in Brennstoffzellen (Cell Voltage Monitoring/CVM). Dazu gehören auch Lösungen für die Kontaktierung der einzelnen Zellen eines Stacks (Cell Voltage Pickup/CVP). Darüber hinaus bietet das Unternehmen Testtechnologie an, die die Einzelspannungen eines Brennstoffzellenstapels simuliert.

Validierung von Fuel-Cell-Steuergeräten mit NovaCarts

Die HiL-Plattform „NovaCarts Fuel Cell“ von MicroNova unterstützt Hersteller, Zulieferer und Dienstleister weltweit bei der zuverlässigen Absicherung von elektronischen Steuergeräten im Entwicklungsprozess. Der HiL-Simulator wurde für den umfassenden Test von Steuergeräten für Brennstoffzellen entwickelt: NovaCarts Fuel Cell simuliert den gesamten Brennstoffzellenstapel sowie das Umfeld des zugehörigen Steuergeräts im Fahrzeug. Dazu gehören alle relevanten Schnittstellen, wie die Kommunikationsschnittstelle SAE-J2799 zum Datenaustausch zwischen Fahrzeug und Wasserstofftanksäule.

Das vielseitig skalierbare HiL-System eignet sich somit zur vollständigen Absicherung neuer Funktionen bei

Steuergeräten für Brennstoffzellen-Stacks und lässt sich zudem per Firmware-Update für zukünftige Technologien von FCCUs erweitern.

Synergien nutzen für Best-in-Class-Testlösung

Um Herstellern von Fuel Cell Control Units künftig auch umfangreichere Tests bis hin zur Überprüfung im Gesamtverbund zu ermöglichen, hat Smart Testsolutions nun eine technologische Kooperation mit MicroNova geschlossen. „Durch die gezielte Nutzung von Synergieeffekten streben wir eine Technologieführerschaft bei Brennstoffzellen-Anwendungen an“, erläutert Wolfgang Neu, Geschäftsführer von Smart Testsolutions. „So können wir unsere Kunden gemeinsam mit MicroNova künftig auch bei Tests von Steuergeräten unterstützen, die umfassende HiL-Anwendungen erfordern.“

„Mit unserer leistungsfähigen NovaCarts-Plattform und über dreißig Jahren Erfahrung im Automotive Testing unterstützen wir gezielt die Entwicklung alternativer und elektrifizierter Antriebe“, erläutert Dr. Klaus Eder, Vorstand bei MicroNova, die Gründe für die Kooperation. „Die Kombination der innovativen Konzepte beider Unternehmen ermöglicht es, eine technologisch ausgereifte Lösung anzubieten und dabei sowohl Total-Cost-of-Ownership als auch Total-Cost-of-Test deutlich zu reduzieren.“

Im Gespräch mit: Reinhard Jahn (Telefónica Deutschland)

Reinhard Jahn ist Head of OSS Engineering bei der Telefónica Germany GmbH in München. Die Redaktion der InNOVation hat mit ihm über das „neue“ COM5.Mobile gesprochen.

TEXT: Redaktion BILD: © Corona Borealis Studio / Shutterstock.com

InNOVation: Herr Jahn, Telefónica Deutschland ist „Geburtshelfer“ von COM5.Mobile, was bedeutet die Produktifizierung für Ihr Unternehmen?

Reinhard Jahn (RJ): In den letzten zwei Jahrzehnten haben wir mit Micro-Nova als Partner sehr erfolgreich die Möglichkeit der täglichen Lieferung von Radio-Configuration-Daten in unser Telefónica-Radionetz umgesetzt. Über diese langjährige Zusammenarbeit konnten wir natürlich auch immer wieder Rückmeldung geben, wie die weitere Entwicklung aussehen soll. Mit der angesprochenen Produktifizierung von COM5.Mobile haben wir nun auch die notwendige Flexibilität und eine sehr gute Time-to-Market erreicht, um die Einführung neuer Features in unser Netz schnell und doch zuverlässig unterstützen zu können. Das spielt gerade beim jetzt beginnenden Rollout von 5G und unserem umfangreichen 4G-Rollout eine sehr wichtige Rolle.

InNOVation: Mit der Einführung des COM5.Mobile Optimizer und Integrator hat auch eine konzeptionelle Neuausrichtung stattgefunden. Was überzeugt Sie dabei besonders?

RJ: Mit dem Integrator haben wir nun die Möglichkeit, sowohl täglich die Konfiguration für neue Radio-Stationen als auch Umbauten im Netz zügig und zuverlässig vornehmen zu können. Das gibt uns die notwendige Freiheit und die technische Möglichkeit, sowohl unseren erwähnten fortlaufenden 4G- als auch den angesprochenen 5G-Rollout effizient durchzuführen. Mit dem Optimizer haben wir unseren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, die das Radio-Netz optimieren, zusätzlich ein praktisches Tool mit direktem Mehrwert an die Hand gegeben. Sie können damit tagtäglich im großen Umfang Verbesserungen ins Netz einbringen und so das bestmögliche Erlebnis für unsere vielen Millionen Kunden erzeugen. Es ist für uns ein sehr wichtiger Fortschritt, hierbei selbstständig die wesentlichen Parameter einstellen zu können.

InNOVation: Welche Funktionen wünschen Sie sich für die Zukunft? Welches Potenzial sehen Sie für die Configuration-Systeme?

RJ: Mit Blick in die Zukunft wünsche ich mir eine Weiterentwicklung in Richtung Zero-Touch-Integration. Diese Fähigkeit wird mit der voranschreitenden „Cloudifizierung“ der Netze und der Einführung von Open RAN eine wichtige Rolle spielen. Gerade mit Blick in die Zukunft von 5G erwarten wir fundamentale Änderungen in der gesamten Software- und Netzarchitektur. Durch die in 5G standardisierten Service-Klassen und die daraus resultierenden Dienste, müssen für eine wirtschaftliche Nutzung deutlich höhere Anforderungen an die Flexibilität von Mobilfunknetzen erfüllt werden. Diesbezüglich setzen wir natürlich auch auf zukunfts- und ausbaufähige Lösungen. Mit steigender Komplexität wird auch der Automatisierungsgrad des Integrations- und Optimierungsprozesses immer entscheidender für die bestmögliche Ausnutzung der hohen Netzinvestitionen im Mobilfunkmarkt. Das wird also auch ein entscheidender Punkt aus dem Anforderungskatalog für derartige Config-Systeme sein.



InNOVation: Der in den Optimizer integrierte Radio Designer verbessert die Time-to-Market deutlich. Inwiefern ist diese Funktion für Sie und letztlich für die Kunden Ihres Unternehmens von Bedeutung?

RJ: Gerade die Einführung einer neuen Technologie ist für die Netzbetreiber immer mit einer Vielzahl an Aufgaben und Herausforderungen gekoppelt, das ist ein ganz natürlicher Prozess. Um hierbei jedoch eine reibungslose Integration in die Bestandsnetze sicherzustellen, ist ein enormes Maß an Erfahrung nötig – das haben unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Darüber hinaus ist aber auch viel Flexibilität erforderlich, wenn es um

die effiziente Anpassungsfähigkeit der Tool-Landschaft geht. Und das schaffen unsere Partner und deren Lösungen. Durch die Einführung des Radio Designers, Bestandteil des COM5.Mobile Optimizers, können wir zum Beispiel neue Features und Funktionen schneller in unser Netz integrieren und diese unseren Kunden zur Verfügung stellen. Dank der Konfigurierbarkeit sparen wir natürlich Kosten, vor allem aber können wir so das Netzerlebnis unserer Kunden auf schnellstem Weg auf ein höheres Niveau bringen, und zwar fühlbar sowie messbar für alle relevanten Anwendungsfelder.

InNOVation: Herr Jahn, wir danken Ihnen für das Gespräch!

Telefonica

Deutschland

„Durch die in 5G standardisierten Service-Klassen und die daraus resultierenden Dienste, müssen für eine wirtschaftliche Nutzung deutlich höhere Anforderungen an die Flexibilität von Mobilfunknetzen erfüllt werden.“

– Reinhard Jahn,
Telefónica Deutschland

Mit SDN/NFV zu einem leistungsfähigen 5G-Netz

Software-Defined Networking und Network Functions

Virtualization bilden eine revolutionäre Möglichkeit für die Konfiguration, Optimierung und Wartung kundenorientierter Mobilfunknetze. Die Hintergründe und Optionen.

TEXT: Ingo Bauer BILD: © metamorworks, Andrew Krasovitckii, MSSA / Shutterstock.com

Über die 5G-Funktechnologie und deren enorme Bedeutung für Wirtschaft und Privatleben wurde bereits ausführlich in den letzten Kundenzeitschriften berichtet. Zweifelsohne stellt 5G eine Schlüsseltechnologie für eine zukunftsorientierte Infrastruktur dar – und wird wie kaum eine andere zur wirtschaftlichen Entwicklung beitragen. Die allgegenwärtige Corona-Krise zeigt uns täglich, wie wichtig doch eine lückenlose, länderübergreifende Vernetzung für den Fortbestand der globalisierten Welt ist. Selbst in der Weltpolitik wird 5G als ein kritisches Element der digitalen Wirtschaft und Gesellschaft angesehen.

Industrie, Landwirtschaft, Verkehr, Medizin, städtische Infrastrukturen, private Haushalte – die 5G-Technologie wird alle Bereiche eines Landes miteinander vernetzen und mit einem breiten Spektrum an neuen Diensten bereichern. Gleichzeitig steigt die Nachfrage nach diesen neuen Services, vor allem getrieben durch die In-

dustrie, in den Bereichen der Echtzeit-Datenerfassung unzähliger Sensoren und Geräte – extrem hohe Bandbreiten bei geringer, garantierter Latenz und hoher Verlässlichkeit für kritische Anwendungen sind dafür das A und O.

Um diesen wachsenden Anforderungen gerecht zu werden, sind neue Ansätze hinsichtlich Netzaufbau und -architektur erforderlich. Mobilfunknetzbetreiber (Mobile Network Operators, MNOs) stehen zunehmend unter Druck, neue Technologien zügig bereitzustellen, um die stets steigenden Kundenerwartungen zu erfüllen. Dazu müssen sie Innovationen ebenso schnell wie kosteneffizient entwickeln, skalieren und ausrollen. Um die Wirtschaftlichkeit zu gewährleisten und bisherige Investitionen zu schützen, sind jedoch auch Konzepte notwendig, um den „Altbestand“ des Netzes kostengünstig und effizient in neue Architekturformen zu integrieren bzw. zu überführen.

Revolutionäre Konfigurationsmöglichkeiten

Doch wie können die MNOs diesen Herausforderungen begegnen? Zwei der wesentlichen Methoden bzw. Architekturen, die diese Netzanforderungen adressieren, sind Software-Defined Networking (SDN) und Network Functions Virtualization (NFV). Zusammen stellen sie eine revolutionäre Möglichkeit für die Konfiguration, Optimierung und Wartung eines kundenorientierten Mobilfunknetzes für die Betreiber dar.

SDN ist eine Netzarchitektur, die auf eine Steuerung per Software setzt und von der Hardware entkoppelt ist. Grundlegendes Konzept ist die Trennung der Datenebene (Forwarding Plane oder auch User Plane) von der Management- und Kontrollebene (Management Plane oder auch Control Plane). Die damit einhergehende Öffnung der bisher geschlossenen, proprietären Netzplattformen schafft die

Basis für ein zentral verwaltetes und programmierbares Netzwerk, das folglich sehr flexibel managebar ist: Neue Komponenten können ohne großen Aufwand hinzugefügt werden und erhalten automatisch alle für sie relevanten Informationen. Per Network Controller durchgeführte Änderungen sind rasch auf den betroffenen Komponenten aktiv und müssen nicht einzeln konfiguriert oder zugewiesen werden.

Wie der Name bereits sagt, ist NFV eine Methode zur Virtualisierung von Netzwerkfunktionen bzw. -diensten. Dahinter steckt eine Technik, die Netzwerkfunktionen (z. B. Berechnung von Routen oder die Verkehrssteuerung) abstrahiert, von der proprietären Hardware entkoppelt und deren Ausführung als unabhängige Software auf virtuellen Maschinen ermöglicht. Vorgestellt wurde NFV erstmals 2012 auf

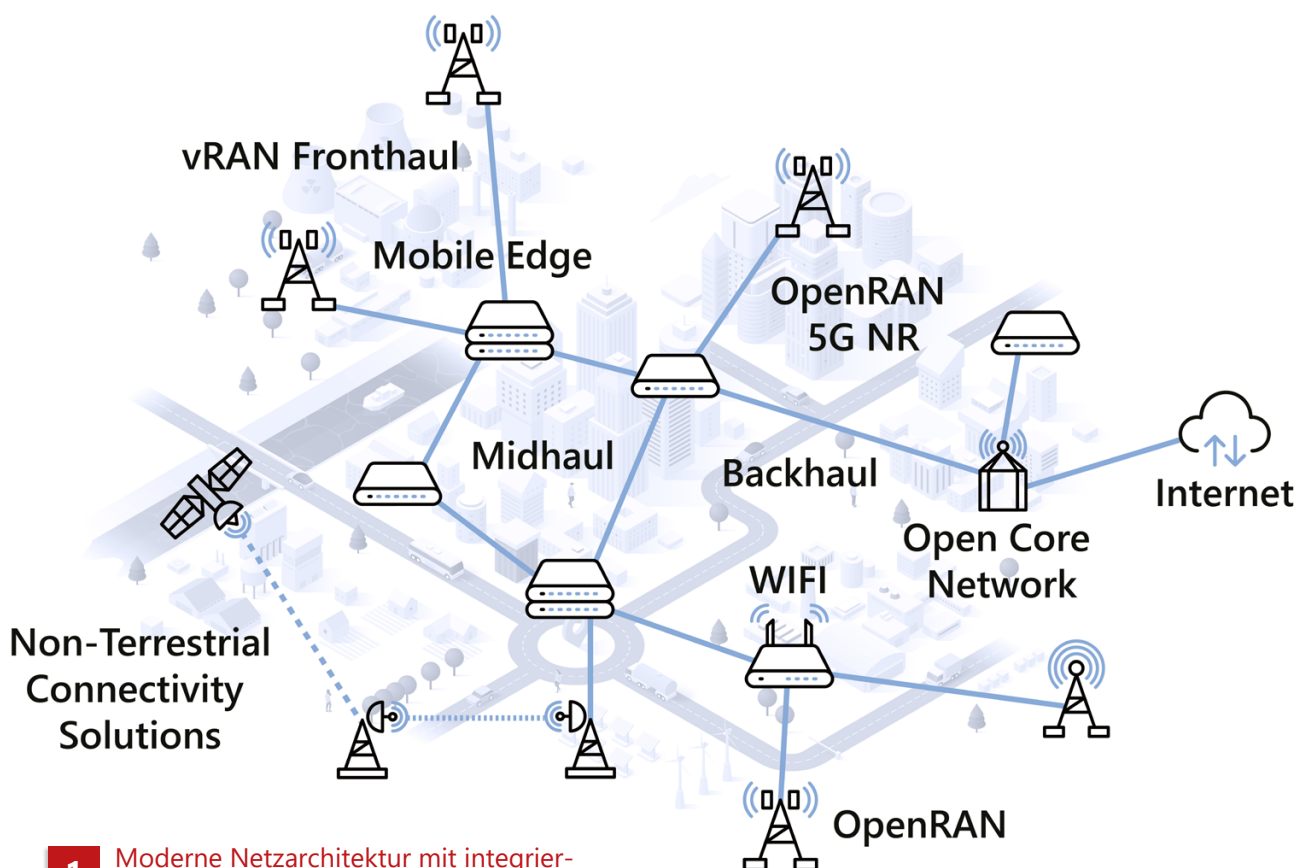
dem SDN-Welt-Kongress. Damit wurde die Basis für die Entwicklung und den Einsatz herstellerunabhängiger, standardisierter Hard- und Software-Lösungen für den Netzwerkaufbau gelegt. Der Einsatz handelsüblicher COTS-Hardware (commercial, off-the-shelf) und virtueller Netzwerkfunktionen bietet erhebliche Vorteile für die Netzbetreiber hinsichtlich Kosten, Markteinführungszeiten, Herstellerunabhängigkeit, Skalierbarkeit und Agilität.

Zusammenspiel SDN, NFV und COM5.Mobile

Die Technologien NFV und SDN stehen nicht direkt in einem Abhängigkeitsverhältnis zueinander – sie sind aber verwoben bzw. haben Ähnlichkeiten. Beiden liegt etwa das Prinzip der Virtualisierung und Abstraktion zu

Grunde, das sie jedoch unterschiedlich umsetzen im Hinblick auf Funktionen und abstrakte Ressourcen. Dabei separiert SDN die Funktionen der Weiterleitung und Steuerungsfunktionen im Netzwerk voneinander.

Die Idee dieser Trennung ist, ein zentral gemanagtes Netzwerk zu schaffen. Wie oben erwähnt basiert NFV hingegen auf der Abstraktion der Netzwerkfunktionen von der Hardware, was wiederum SDN unterstützt – denn auf diese Weise kann Infrastruktur zur Ausführung von SDN-Software bereitgestellt werden. Damit ist eine zweckbezogene gemeinsame Nutzung beider Ansätze möglich, und zwar unter Verwendung von Standard-Hardware. Mobilfunkanbieter und ggf. Betreiber von Campus-Netzen erhalten damit eine flexible, agile und effiziente Netzwerkarchitektur.



1 Moderne Netzarchitektur mit integriertem 5G-Netz auf Open-RAN-Basis

MicroNova adressiert mit COM5.SDN über eine eigene, neue Produktlinie exakt diese Anforderungen. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Überführung von Bestandstechnologie in die neuen Strukturen. Das ermöglicht eine werthaltige Integration neuer Netz- und Servicetechnologien in das Ökosystem der Netzbetreiber.

COM5.SDN bildet dabei die Basis für verschiedene Werkzeuge und Produkte – angefangen beim COM5.SDN Mediator, der den Einstieg in die SDN-Welt ermöglicht, bis hin zum Zukunftsprodukt COM5.SDN Radio Intelligence Controller, einem nicht echtzeitfähigen Controller (Non-Real-Time Radio Controller, kurz Non-RT-RIC). Auf diese Weise ist eine Roadmap entstanden, die die Kernbereiche künftiger Systemarchitektur bedient. Die folgenden Abschnitte beschreiben die wesentlichen Funktionen dieser Produktvarianten.

COM5.SDN Mediator

Zusammen mit Partner highstreet technologies (siehe Seite 30 f.) arbeitet MicroNova an der Standardisierung der Schnittstelle für „Operation and Maintenance“ innerhalb der O-RAN-Architektur (vgl. InNOVation 1-2020, Seite 21) – dem O1-Interface. Es bildet eine API zwischen der „Service Management and Orchestration“-Plattform (SMO) und den in O-RAN definierten Netzelementen bzw. Managed Elements.

COM5.SDN Mediator ermöglicht die Integration unterschiedlicher Netztechnologien (2G, 3G, 4G und 5G) in eine SDN-/NFV- bzw. Open-RAN-konforme Architektur. Dabei stützt er sich auf die in COM5.Mobile ausgereiften Basismechanismen zur Automatisierung der Integrations- und Optimierungs-Use-Cases. Dazu zählen zum Beispiel die vorhandenen herstellereigenen Netzadapter für Equipment von Nokia, Ericsson und Huawei, die vorhandene Policy Engine inkl. der bereits existierenden Betreiber-

Policies, eine Anbindung an externe Planungstools oder der Zero-Touch-Konfigurationsmechanismus, um nur einige zu nennen.

Das Northbound-Interface liefert dabei ein vollwertiger, voll konfigurierbarer Netconf/YANG-Server (YANG: „Yet Another Next Generation“, eine Datenmodellierungssprache), der mit den entsprechenden YANG-Modellen befüllt werden kann. Durch eine interne Parameter-Datenbank werden die entsprechenden, herstellereigenen Modelle darauf abgebildet bzw. fehlende Parameter über die hinterlegten Policies und Templates bedient.

Der COM5.SDN Mediator schafft somit die Grundlage für eine erfolgreiche Migration vorhandener Architekturen inkl. Bestandsnetz hin zu einer zukunftsrichtigen konsolidierten Architekturform der nächsten Generation.

COM5.SDN Radio Controller

COM5.SDN Radio Controller folgt dem O-RAN-Paradigma, indem es eine globale Netzwerksicht mithilfe eines logischen zentralisierten Controllers bereitstellt. Schwerpunkt ist dabei ein herstellereigenes, standardisiertes Southbound-Interface auf Basis von O1: Ein REST-Interface zu einer webbasierten Benutzeroberfläche wird um weitere solcher Schnittstellen zu anderen (RAN) Apps ergänzt, wie zum Beispiel zum COM5.SDN Radio Intelligence Controller. Für einen hohen Grad an Automatisierung stellt der Controller eine Abstraktion der Netzschlüssel, Leistungsindikatoren (KPI) und Konfigurationsparameter bereit. Da es sich hierbei jeweils um eine kundenspezifische Abbildung handelt, ist eine entsprechende Klärung im Vorfeld einer Integration erforderlich.

Grundsätzlich deckt der COM5.SDN Radio Controller die Funktionalität eines klassischen Element Management Systems (EMS) in Bezug auf Fault-,

Configuration-, Accounting-, Performance- und Security Management (FCAPS) ab. Die folgende Übersicht zeigt die Hauptfunktionalitäten des COM5.SDN Radio Controllers:

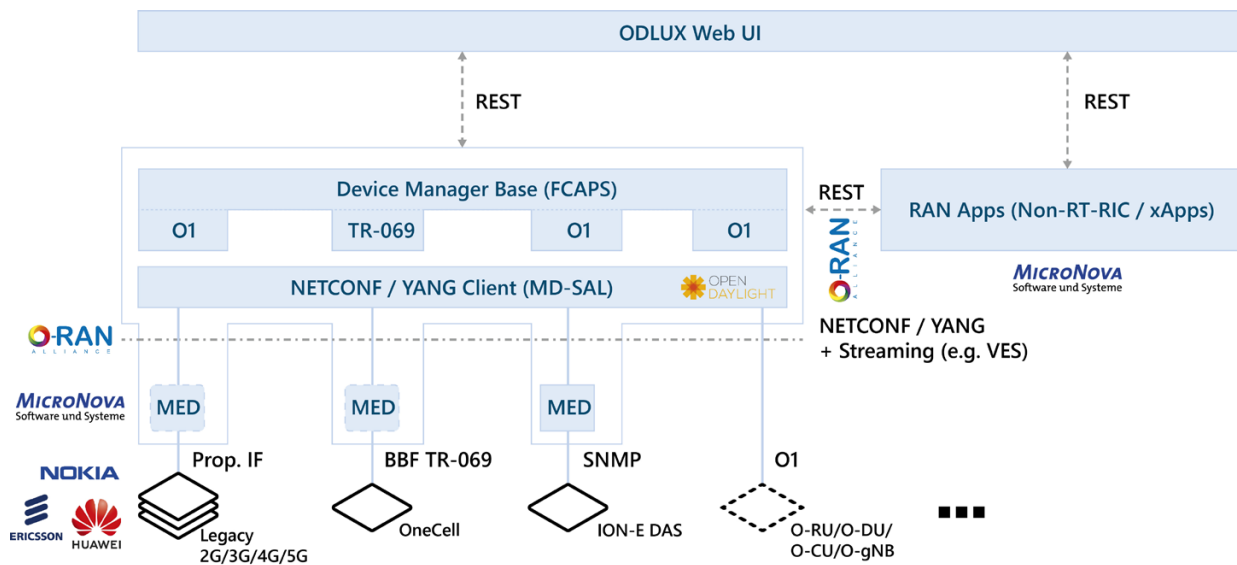
- » Auslesen der gesamten Netzkonfiguration und -topologie
- » Automatische Übernahme von Netzplanungsdaten für die Konfiguration des statischen Anteils im Netz
- » Unterstützung der Integrations-Use-Cases für eine initiale Konfiguration der O-RAN-Komponenten (Rollout) bei Unterstützung unterschiedlicher Split-Szenarios
- » RAN-Ressourcen-Management
- » Rekonfiguration und Optimierung des Netzes
- » RAN-Parameteränderungen
- » RAN-Feature-Aktivierung/Deaktivierung
- » Zyklisches Auslesen der Performance-Parameter aus dem Netz
- » Auslesen der Fehlerspeicher der RAN-Komponenten
- » Bereitstellung aller Parameter und Funktionen via REST-Interface für andere RAN-Apps

In einer ersten Implementierung ist der COM5.SDN Radio Controller in eine ONAP-Umgebung (Open Network Automation Platform) integriert und auf Basis des Open Daylight Frameworks realisiert worden. Im Wesentlichen besteht der COM5.SDN Radio Controller dabei aus folgenden Komponenten:

- » RAN Configuration Manager
- » RAN Statistic Manager
- » RAN Topology and Inventory Manager

COM5.SDN Radio Intelligence Controller – KI & ML

Der nicht echtzeitfähige COM5.SDN Radio Intelligence Controller (Non-RT-RIC) – die Latenz beträgt mehr als eine Sekunde – erweitert den COM5.SDN Radio Controller um Methoden aus



2 Aufbau der Netzmanagement-Ebene für ein SDN-basiertes RAN mit COM5.SDN Mediator, COM5.SDN Radio Controller (Device Manager Base) und COM5.SDN Radio Intelligence Controller

dem Gebiet der Künstlichen Intelligenz (KI) bzw. des maschinellen Lernens (ML) bzw. präziser des Deep Learning. Das Hauptziel besteht darin, „intelligente“ RAN-Optimierung zu unterstützen. Dazu gehören Funktionen wie das Service- & Policy Management, RAN-Analytics und das AI/ML-Model-Training für den Near-RT-RIC (Echtzeit-Controller, Latenz <1s). Der Non-RT-RIC ist wie ein geschlossener Kreislauf (Closed Loop) zum automatisierten Service Provisioning samt Optimierung zu sehen.

Auf Basis der im Netz gesammelten Daten zu Configuration-, Performance- und Fault Management, kombiniert mit den hinterlegten Betreiberrichtlinien, erzeugt und optimiert der COM5.SDN Radio Intelligence Controller die AI/ML-Modelle, die über das Standard-Interface (A1) zur Laufzeitausführung an den Echtzeit-Controller (Near-RT-RIC) übergeben werden. Beispielmodelle können sein: Frequenznutzungsmuster („Spectrum Utilization Patterns“), Netzwerkverkehrsmuster („Network Traffic Patterns“), Benutzermobilitäts- („User Mobility Patterns“) und Übertragungsmuster („Handover Patterns“) sowie Diensttypmuster

(„Service Type Patterns“) inklusive der zu erwartenden Servicequalität („Quality of Service Prediction Patterns“).

Die kombinierte Controller-Funktion aus Non-RT-RIC und Near-RT-RIC ist die Kernfunktionalität des modernen RAN-Managements und schafft die Grundlage für ein effizientes Service- und Qualitäts-Management (erforderlich für Network Slicing mit Quality-of-Service-Bereitstellung), ebenso für eine automatisierte Echtzeitorientierung für Mobilitäts- und Handover-Management.

Die offene Architektur sieht dabei Erweiterungsmöglichkeiten durch sogenannte RAN-Apps vor. Somit können 5G-ähnliche RIC-Funktionen unter Verwendung von 2G-, 3G- und 4G-bezogenen RAN-Apps auch für ihre zugehörigen Pendanten dieser Bestandsnetze bereitgestellt werden.

Fazit

Neben der Einführung von 5G wird der Wechsel zu einer vollwertigen SDN-Architektur die Netzbetreiber die nächsten Jahre massiv beschäftigen und ihnen viele kritische Entscheidungen

abverlangen. Gerade die Auswahl neuer Komponenten und den damit verbundenen Herstellern legt doch die Basis für die Zukunft der MNOs und deren wirtschaftlichen Fortbestand. Themen wie Open Source im kommerziellen Einsatz oder offene, herstellerunabhängige Architekturen, verbunden mit dem politischen Druck, beschäftigen die Netzbetreiber mehr denn je.

Mit der neuen Produktlinie für SDN erweitert MicroNova das COM5-Portfolio, um diesen Herausforderungen zu begegnen. Durch die Partnerschaft mit highstreet technologies und der Mitgliedschaft im 5G Berlin e. V. steht MicroNova dafür eine vollständige 5G-Systemlandschaft zur Erforschung, Entwicklung und zum Test von neuen Funktionen zur Verfügung, von der Mobilfunknetzbetreiber und letztlich deren Kunden profitieren: Auf der Basis bewährter Lösungen gewährleistet COM5.SDN Mediator die sichere Überführung des Netzbestand in eine SDN-Architektur. COM5.SDN Radio Controller und COM5.SDN Radio Intelligence Controller liefern Lösungen für die besprochenen Zukunftsthemen – mit einem leistungsfähigen 5G-Netz.

Open-RAN, SDN und NFV für Funkzugangnetze

Mit der neuen COM5.SDN-Produktlinie bietet MicroNova eine O-RAN-konforme Lösung zum Betrieb des „offenen Radio Access Networks“.

TEXT: Ingo Bauer BILDER: © Sylverarts Vectors, yum-yum / Shutterstock.com; © macrovector / Fotolia.com

O-RAN bzw. Open-RAN legt den Grundstein für eine standardisierte, offene Netzwerkarchitektur und damit für flexible, agile Netze sowie innovative Geschäftsmodelle. SDN und NFV liefern die Grundlagen für die Open-RAN-Architektur. Eine der größten Herausforderungen bei der Realisierung eines offenen Funkzugangnetzes ist die Entwicklung der notwendigen, virtuellen Netzwerkfunktionen. Hier stehen vor allem Indikatoren wie Skalierbarkeit und Performance im Vordergrund.

Gegenüber den geschlossenen, proprietären Systemen bietet O-RAN durch seine Offenheit erhebliche Vorteile für die Entwicklung und den Betrieb der immer komplexeren Mobilfunknetze. Studien zufolge sind durch den Einsatz dieser Architekturform Einsparungen von bis zu 50 Prozent möglich, sowohl bei CAPEX als auch

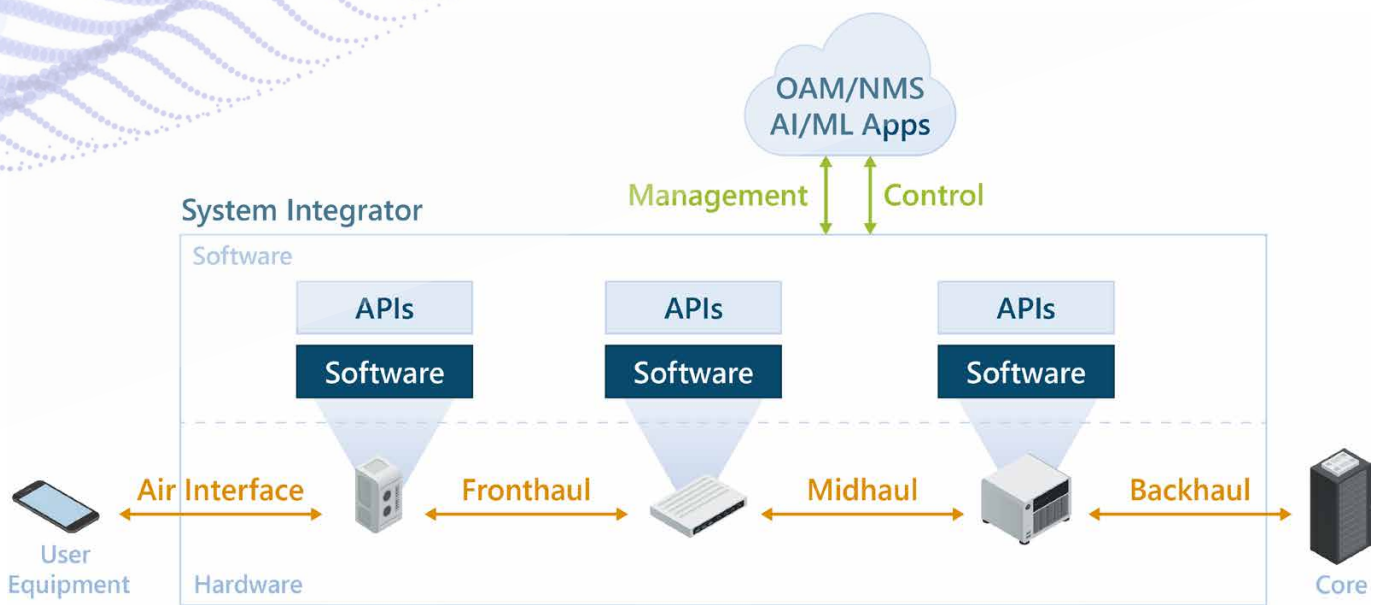
bei OPEX. Der starke Trend zu von der Open Source Community entwickelten und frei verfügbaren professionellen Plattformen wie O-RAN schafft die Basis für funktionsorientierte Lösungen bzw. Apps.

Durch Standardisierung können diese Apps reibungslos innerhalb ihrer Plattform interagieren und garantieren somit die Entwicklung kostengünstiger, hoch flexibler „Teil-“Lösungen durch spezialisierte Unternehmen. Mit über 15 Jahren Erfahrung bei der Automatisierung des Konfigurations- und Optimierungsprozesses für das Funkzugangnetz liefert MicroNova einen wesentlichen Beitrag zur Standardisierung des O-RAN-O1-Interfaces. Dieser offene RAN-Management-Standard bildet die Basis für die Entwicklung der COM5.SDN-Produktfamilie und ist bereits in den ersten COM5-Applikationen integriert.

Virtualisierung als Basis

Die Nutzung von SDN/NFV beschränkte sich bis dato vor allem auf das Kern- (Core) und Übertragungsnetzwerk (Transport). Die Infrastruktur im Funkzugangnetz (RAN) macht jedoch den größten Teil der Investitions- und Betriebskosten eines Mobilfunknetzbetreibers aus. Bisher ist dieses Netzsegment jedoch weiterhin an proprietäre Hardware sowie Software gebunden und beschränkt die Unternehmen in der Bereitstellungsflexibilität und bezüglich der Auswahlmöglichkeiten. Gerade die aktuellen politischen Diskussionen hinsichtlich der Netzsicherheit bezogen auf Equipment-Hersteller stellen die Betreiber vor neue Herausforderungen.

Mit dem Aufkommen des „virtual Radio Access Network“ (vRAN) und des „Cloud/Centralized Radio Access Net-



1 Aufbau eines virtualisierten RAN - Open RAN Architektur

work“ (CRAN) wurden erste Ansätze von SDN/NFV auch für das Funkzugangnetz (RAN-Segment) entwickelt. Beide Technologien bzw. Architekturen beschäftigen sich vor allem mit der Virtualisierung und Zentralisierung der Basiseinheiten („Base Band Units“, kurz BBUs). Den Ansätzen liegt aber eine proprietäre Implementierung zu Grunde, und sie heben die Lieferantenbindung nicht auf. Nichtsdestotrotz belegen Studien der Mobilfunknetzbetreiber, dass durch die Einführung von Virtualisierungstechnologien Einsparungen von bis zu 50 % bei OPEX und 30 % bei CAPEX erzielt werden können.

Somit wird der Ruf nach einer offenen RAN-Architektur auf Basis von Standardschnittstellen laut. Diese APIs sollen sicherstellen, dass eine Vernet-

zung von RAN-Komponenten – RRU (Remote Radio Unit) und BBU inkl. Core-Anbindung – verschiedener Anbieter möglich ist. Diese sogenannte Open-RAN-Architektur ist im Grunde kein neues Konzept. Die großen Mobilfunknetzbetreiber haben diesbezüglich in den letzten Jahren viel in Forschung, Entwicklung und Feldversuche investiert. Im Wesentlichen wurde dieses Themengebiet von zwei Organisationen getrieben:

» Das 2016 gegründete Telecom Infra Project (TIP) ist ein Zusammenschluss aus Netzbetreibern, Dienstleistern, Software-Herstellern und Integratoren, der klassische Konzepte für Aufbau und Bereitstellung der Telekommunikationsinfrastruktur neu definieren und vorantreiben möchte. Ein

wesentlicher Aspekt ist dabei, standardisierte, offene, disaggregierte Lösungen (Trennung von Hardware- und Software-Komponenten) zu entwickeln, zu testen und bereitzustellen.

» Die O-RAN Alliance ist ein von internationalen Netzbetreibern 2018 gegründetes Konsortium zur Weiterentwicklung der RAN-Technologie. Schwerpunkt ist die Einführung bzw. Spezifikation eines neuen, offenen, voll programmierbaren Funkzugangnetzes (RAN) auf Basis von Software-Modulen und handelsüblicher Hardware (COTS), so dass BBUs und RRUs unterschiedlicher Hersteller reibungslos miteinander kommunizieren können.

Ein wichtiger Schritt in der Entwicklung des Open-RAN-Ökosystems war ein Übereinkommen zwischen beiden Organisationen, Informationen und Referenzspezifikationen auszutauschen und Proof of Concepts sowie Integrationstests gemeinsam durchzuführen. Im folgenden werden die wichtigsten Konzepte der O-RAN-Architektur kurz vorgestellt:

Offenheit

Die Offenheit bzw. Standardisierung der Schnittstellen ist der wichtigste Aspekt des Konzeptes. Erst dadurch können leicht anpassbare, skalierbare, herstellerunabhängige Funknetze aufgebaut werden. Gerade die offenen Schnittstellen unterstützen die Bereitstellung mehrerer Anbieter und ermöglichen so ein wettbewerbsfähiges und dynamisches Lieferanten-Ökosystem. Insbesondere für kleinere Funknetzbetreiber ist dies von entscheidender Bedeutung, um eigene Dienste einführen oder das Netzwerk an ihre Anforderungen anpassen zu können.

Intelligenz

Mit der Einführung von 5G und der damit verbundenen Flexibilität durch neue Dienste, Service-Klassen, zugesicherte Qualität und Network-Slicing etc. wird das Netzwerk immer komplizierter. Mit herkömmlichen Methoden lässt sich diese Komplexität nicht kontrollieren – entsprechend ist es schwieriger und aufwändiger das Netzwerk bereitzustellen, zu optimieren und zu betreiben. Die Automatisierung der wichtigsten Anwendungsfälle für die Integration, Optimierung und Qualitätsabsicherung ist daher unerlässlich für den wirtschaftlichen Betrieb des Netzes.

Der Einsatz neuer Methoden aus dem Umfeld der Künstlichen Intelligenz wird immer wichtiger, um eine dynamische Zuweisung von Funk-

ressourcen zu ermöglichen und die Effizienz des gesamten Netzwerks automatisch zu optimieren. In Kombination mit offenen Schnittstellen kann eine KI-optimierte Automatisierung mit geschlossenem Regelkreis erreicht werden, die potenziell eine neue Ära für den Netzbetrieb einzuleiten vermag.

Software-Defined und RIC

Das Schlüsselprinzip der O-RAN-Architektur besteht darin, das SDN-Konzept zu erweitern, das heißt die Steuerebene (CP – Control Plane) von der Benutzerebene (UP – User Plane) zum RAN zu entkoppeln. Weiterhin ist die Einführung von KI-Methoden sowohl auf Netzseite (Near-Real-Time-RIC) als auch auf Managementseite (Non-Real-Time-RIC) ein Paradigma der O-RAN Alliance.

RAN-Virtualisierung

Ein wesentlicher Punkt im Konzept der O-RAN-Architektur ist die „Cloudifizierung“ des RAN. Diesem liegt eine Aufgliederung (Disaggregation) des Funkzugangsnetzwerks in zwei Bereiche zugrunde: erstens eine Separation von Hardware und Software bzw. Control Plane und User Plane (CP/UP-Split) und zweitens ein funktionaler Split der Basisstation in:

- » **RU – Radio Unit:** Diese Funktionseinheit umfasst die Sendeeinheit inkl. der Transformation des analogen Funksignals in digitale Signale, um sie an die DU weiterzuleiten. Neben der Funktionalität sind auch Faktoren wie Größe, Gewicht und Stromverbrauch entscheidende Kriterien für das Design der RU.
- » **DU – Distributed Unit:** Dies ist die verteilte Einheit, die sich in der Nähe der RU befindet. Sie enthält eine Teilmenge der klassischen

eNB/gNB-Funktionen (RLC, MAC und Teile der PHY-Schicht). In Legacy-Systemen wird diese auf einer proprietären Hardware (BBU) realisiert. Im Rahmen des O-RAN-Konzepts ist eine Umsetzung als Software-Lösung vorgesehen, lauffähig virtualisiert auf einer Standard-COTS-Hardware.

- » **CU – Centralized Unit:** die zentralisierte Einheit, in der alle Funktionen der höheren Protokollschichten (RRC- und PDCP-Schichten) abgebildet werden.

Diese aufgegliederte Architektur bringt vor allem Vorteile für die Skalierung und ermöglicht die Einführung herstellerunabhängiger Hardware-Komponenten für das RAN. Letzteres macht sich positiv in Bezug auf CAPEX und OPEX bemerkbar. Weiterhin schafft es die Basis für die Einführung neuer Technologien wie Mobile Edge Computing (MEC), das eine deutliche Leistungssteigerung und geringere Latenzzeiten bei der Funkzugangs-schnittstelle ermöglicht.

Nichtsdestotrotz stellt die Realisierung eines virtuellen RANs enorme Anforderungen an die zugrunde liegende Infrastruktur. Leistungssteigerungen, Zuverlässigkeit und geringe Latenzen lassen sich nur mit einem entsprechenden Glasfasernetz zwischen den jeweiligen Einheiten bewerkstelligen.

Standardisierte Schnittstellen

Die O-RAN-Architektur definiert und standardisiert Schnittstellen zwischen den einzelnen Komponenten des disaggregierten RANs. Ziel ist es, eine echte Interoperabilität zwischen den Komponenten zu erreichen und so unterschiedliche Gerätehersteller einsetzen zu können. Neben der Einführung von Open Source (siehe unten), ist dies der wichtigste Punkt für ein herstellerunabhängiges, flexibles Netz.

White-Box-Hardware

Die O-RAN Alliance hat es sich zur Aufgabe gemacht, neben den Interfaces auch die Hardware für Basisstationen weitgehend zu spezifizieren und zu standardisieren – eine sogenannte White-Box-Hardware. Die Referenzplattform unterstützt separate Methoden und bietet detaillierte Schemata

der Hardware- und Software-Architektur für BBU und RRU.

Open Source

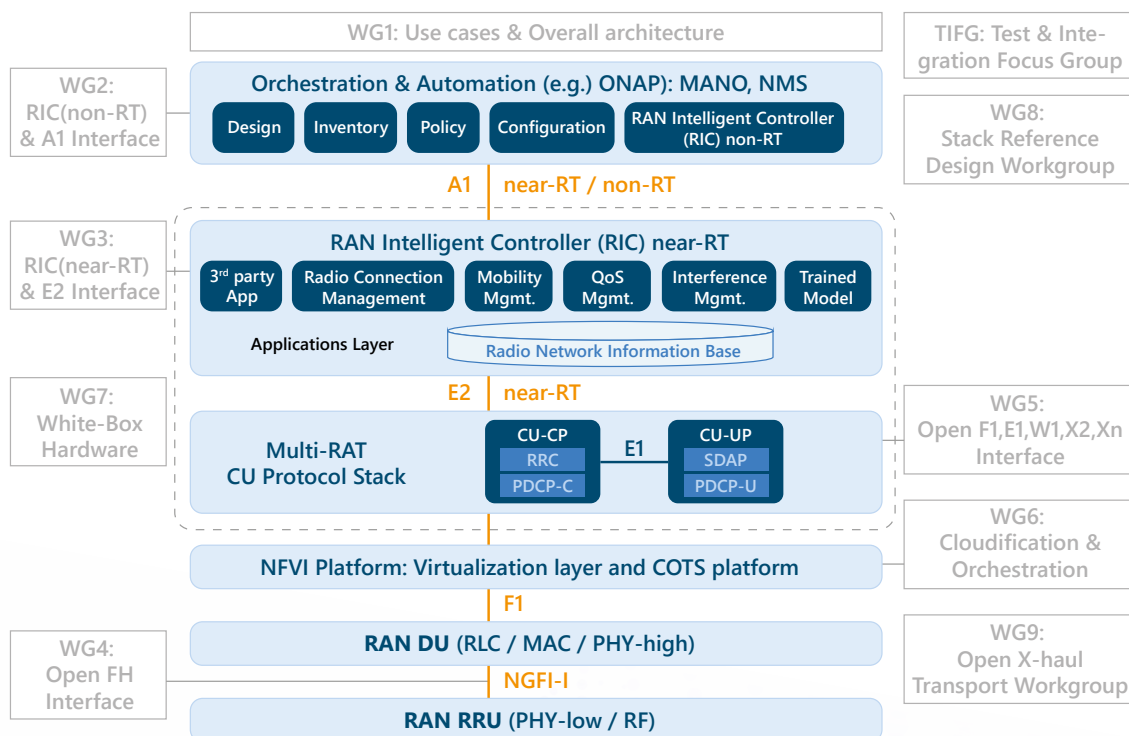
Für die Implementierung einer Referenzanwendung greift die O-RAN Alliance vor allem auf die Open-Source-Community zurück bzw. unterstützt diese maßgeblich. Viele Komponenten der O-RAN-Architektur werden über die Community als Open Source bereitgestellt, darunter beispielsweise Protokoll-Stacks, PHY-Layer-Verarbeitung, Virtualisierungs- und Orchestration-Plattform etc.

Durch die Öffnung des RANs von einer geschlossenen, herstellereigenen Systemumgebung hin zu einer standardisierten, Multi-Vendor-, Algestützten, hierarchischen Controller-Struktur besteht auch die Option, dass Fremdhersteller Zugriff auf das RAN

erhalten. So ermöglicht O-RAN auch Drittanbietern wie MicroNova oder Netzbetreibern, innovative Dienste als sogenannte RAN-Apps zu entwickeln. Die O-RAN-Plattform (SMO – Service Management and Orchestration Framework) kann somit wie ein erster App-Store für das Funkzugangnetz gesehen werden.

Fazit

Mit der Teilnahme an der Standardisierung des O1-Interfaces liefert MicroNova einen wesentlichen Beitrag zur Entwicklung des offenen RAN-Management-Standards. Von der daraus resultierenden Innovationskraft profitieren alle Beteiligten – MNOs ebenso wie weitere Technologieunternehmen, da ihnen so die Entwicklung neuer Services und Geschäftsmodelle möglich wird.



2 O-RAN-Alliance (Architecture in Workgroups)



5G

TECHNOLOGY

Neue Mobilfunk-Partnerschaft bei 5G-Technologien

Zusammenarbeit bei Software Defined Networking (SDN) und Network Function Virtualization (NFV) – 5G-Technologien im Fokus.

TEXT: Redaktion BILD: © NanamiOu / Shutterstock.com

MicroNova und die highstreet technologies GmbH aus Berlin arbeiten seit Oktober 2020 offiziell als Partner zusammen. Ziel ist es, Mobilfunkunternehmen insbesondere bei Einführung und Betrieb von 5G und der damit verbundenen Technologiewende zu unterstützen.

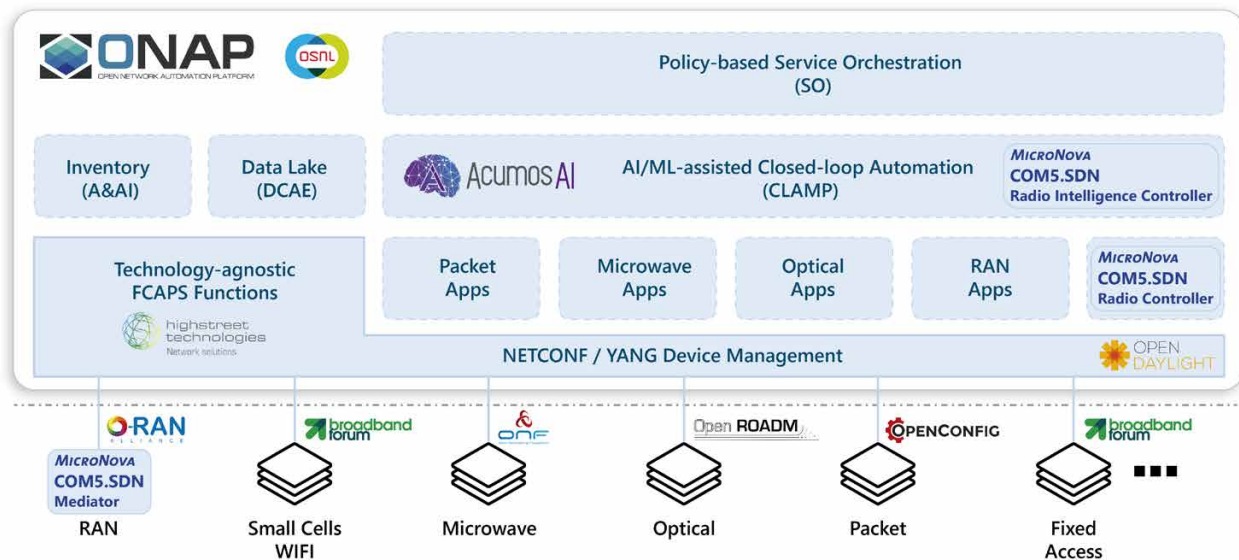
Mit Projekten basierend auf der SDN-Technologie wollen highstreet technologies und MicroNova den großen Betreibern von Mobilfunknetzen (Mobile Network Operators, MNOs) helfen, die Konfiguration und den Betrieb ihrer Netze weiter zu optimieren. In diesem Zug engagiert sich MicroNova bereits in dem von highstreet technologies ins Leben gerufenen „Open SDN &

NFV Lab“ (OSNL) in Berlin. Das OSNL ist auch an den Innovationscluster 5G Berlin e. V. angebunden, bei dem MicroNova Gründungsmitglied ist.

„Dank der Partnerschaft mit highstreet technologies und dem OSNL konnten wir unser Produktportfolio neben COM5.Mobile um COM5.SDN ergänzen, mit einigen wichtigen Produktvarianten. MicroNova ist somit in der Lage, den Betreibern von öffentlichen Netzen und vor allem auch im durch 5G angetriebenen neuen Marktsegment der Campusnetze, eine durchgängige SDN-Lösung zu bieten“, erläutert Ingo Bauer, Leiter Produktmanagement Telekommunikation bei MicroNova.

Open-Source-Ökosystem für 5G Use Cases

Das OSNL verfügt über eine leistungsstarke Infrastruktur sowie einem auf Open Source basierenden Ökosystem, der Open Network Automation Plattform ONAP. Damit lassen sich SDN/NFV-Applikationen entwickeln, testen und integrieren. Somit können highstreet technologies und MicroNova für MNOs vollständige, durchgehende Use Cases für 5G abbilden – von der Umsetzung von Proof of Concepts über die Realisierung von Forschungsprojekten bis hin zur Entwicklung kommerzieller Carrier-Grade-Lösungen.



1 Das OSNL-Ökosystem

„Von der Smart City bis hin zu vernetzten Fahrzeugen – die Bandbreite von Anwendungen im Bereich 5G erscheint unendlich groß“, erklärt Alfons Mittermeier, Geschäftsführer der highstreet technologies GmbH. „Unser Team hat umfassendes Know-how bei den dedizierten Mobifunktechnologien. In Verbindung mit der langen Historie von MicroNova im Mobilfunkumfeld werden wir so gemeinsam umfassende End-to-End-Lösungen anbieten können, bis hin zu Training und Support.“

Neue Geschäftsmodelle für Mobilfunknetzbetreiber unterstützen

„Unsere Unternehmen gehen bereits seit einiger Zeit einen gemeinsamen Weg bei verschiedenen Projekten und Kunden“, erläutert MicroNova-Vorstand Dr. Klaus Eder. „Diese Partnerschaft formalisieren und stärken wir nun weiter, sowohl technologisch

als auch vertrieblich. Wir sehen die Chance, Mobilfunkunternehmen im 5G-Umfeld gemeinsam deutlichen Mehrwert bieten zu können, etwa im Bereich der Beratung für Engineering, Künstliche Intelligenz und Machine

Learning oder bei der Integration von Services. Schlussendlich tragen wir so dazu bei, dass MNOs ihren Endkunden neue Services bieten und neue Geschäftsmodelle ermöglichen können.“

Über highstreet technologies

Die Telekommunikations- und Software-Experten von highstreet technologies haben langjährige Erfahrung in der Entwicklung von Netzmanagementsystemen. Seit 2015 bringen sie diese in die neue Welt von SDN & NFV ein. Durch die technische Leitung von ONF-, ONAP- und O-RAN-PoCs hat highstreet technologies vielfältige Erfahrung in der Integration von Transport- und RAN-Equipment in die SDN- & NFV-Plattformen OpenDaylight und ONAP gesammelt. Als aktives Mitglied der O-RAN Alliance tragen Team-Mitglieder von highstreet technologies wesentlich zur Standardisierung von APIs bei. Ferner stellt highstreet technologies Open-Source-Software zu ONAP bereit und testet ONAP im OSNL, dem „Open SDN & NFV Lab“ in Berlin. Im Rahmen des „Innovationscluster 5G Berlin e.V.“, einem Zusammenschluss von Universitäten, Forschungsinstituten und Unternehmen, betreibt highstreet technologies zusammen mit Partnern wie MicroNova eine ONAP-Installation, von der aus ein weitgehend O-RAN-konformes 5G-Netz im Zentrum Berlins gesteuert wird. Gegenwärtig unterstützt highstreet technologies mehrere Netzbetreiber in den USA und Europa bei der Einführung von ONAP.

Effizientes Active-Directory-Management für BRUNNEN

ADManager Plus automatisiert AD-Routinetätigkeiten bei
BRUNNEN

TEXT: Redaktion BILD: © Brunnen

Baier & Schneider GmbH & Co. KG:

- » Branche: Schreibwaren
- » Mitarbeiter: ca. 830 in der Firmengruppe
- » Umsatzerlös: 130 Mio. € (2018)
- » Hauptsitz: Heilbronn
- » Gründung: 1877

Die Schneider Gruppe mit der Kernmarke BRUNNEN zählt zu den größten papierverarbeitenden Unternehmen Europas. Das 1877 in Heilbronn gegründete Familienunternehmen stellt an ihren deutschen und einem Schweizer Standort jedes Jahr Millionen Schulhefte, Kalender, Blöcke, Geschäfts- und Notizbücher sowie Geschenkpapiere her. Im Jahr 2018 erwirtschaftete das Unternehmen, das rund 830 Menschen beschäftigt, einen Umsatz von mehr als 130 Millionen Euro.

Hoher manueller Aufwand

Die IT-Abteilung der Schneider Gruppe besteht aus ca. 20 Mitarbeitern, die zentral von Heilbronn aus arbeiten. Zu den weniger beliebten, aber notwendigen Aufgaben des Teams gehört das Anlegen von Benutzern im Active Directory (AD). Hinzu kommen fortlaufend Änderungen durch Mitarbeiteraustritte, Namensänderungen, neue Rollen oder Standorte, die die Pflege des AD sehr zeitaufwändig machen.

Wie viele Unternehmen setzte auch die Schneider Gruppe auf die Active-Directory-Bordmittel von Microsoft, mit denen sich einfache Aufgaben wie das Anlegen von Usern, Gruppen bzw. Computern gut abbilden lassen. Bei komplexeren, aus mehreren Teilschritten bestehenden Aufgaben stoßen die Tools allerdings schnell an ihre Grenzen und das Bearbeiten mehrerer User gleichzeitig ist beispielsweise gar nicht möglich.

Die manuelle Pflege des AD hat einen weiteren Nachteil: Da viele Applikationen zur Anmeldung auf AD-Daten zugreifen, ziehen sich Fehler schnell durch mehrere Instanzen. Die hohe Fehleranfälligkeit sowie der enorme administrative Aufwand veranlassten das Unternehmen, sich nach einer Active-Directory-Management-Software umzusehen. Sechs Lösungen wurden evaluiert, drei ausgiebig getestet – und schließlich ADManager Plus von ManageEngine ausgewählt. Den Ausschlag gaben die einfache Bedienung, die klare Struktur und insbesondere die Automatisierungsfunktionen.

ADManager Plus

Das neue Produkt wurde schnell zu einem Tool, das die IT-Abteilung bei der täglichen Arbeit nicht mehr missen möchte. ADManager Plus ist über Single-Sign-on fest eingebunden und wird mit dem Start des Browsers aktiviert. Anschließend kann das IT-Team



beispielsweise mehrere Benutzerkonten gleichzeitig konfigurieren, Gruppen und Computer verwalten und ändern oder AD-Aufgaben und -Gruppenrichtlinien delegieren.

„Benutzer lassen sich jetzt ganz einfach über Templates anlegen, das hätte sonst von Hand gemacht werden müssen. Was für eine Erleichterung“, bestätigt Klaus-Peter Neimeier, Leiter IT-Infrastruktur bei der Baier & Schneider GmbH & Co. KG. Die dazu verwendeten Vorlagen hat die IT-Abteilung per Drag & Drop schnell und einfach erstellt bzw. angepasst: Nicht benötigte Felder oder Reiter wurden entfernt oder vordefiniert, so dass nur noch Abteilung, Standort, Funktion etc. ausgewählt werden müssen. „Unterschiedliche Schreibweisen oder Tippfehler gehören damit der Vergangenheit an“, ergänzt IT-Leiter Peter Nickel. Über verknüpfte Bedingungen füllt ADManager Plus Felder sogar automatisch aus und vervollständigt beispielsweise die Adresse nach der Standortauswahl. Ein Konto für Exchange und Skype for Business wird beim Anlegen neuer AD-User übrigens gleich miterstellt – ohne zusätzlichen Aufwand für die IT.

Für weitere Arbeitserleichterung sorgt auch der automatisierte Prozess beim Austritt von Mitarbeitern: Hier setzt ADManager Plus den Account des Mitarbeiters am Austrittsdatum zunächst automatisch auf inaktiv und entfernt ihn aus allen Gruppen. Nach einem definierten Zeitraum wird das Konto ebenfalls automatisch vollständig gelöscht.

Geringerer Zeitaufwand, mehr Sicherheit

Dieser automatisierte Prozess von ADManager Plus spart – wie etliche weitere – wertvolle Zeit und verbessert gleichzeitig die IT-Sicherheit. Letztere profitiert auch von den integrierten Berichten, die das Unternehmen hinter der Marke BRUNNEN intensiv nutzt. So lässt sich Peter Nickel regelmäßig informieren, welche Passwörter demnächst ablaufen oder welche Benutzer Passwörter haben, die nie ablaufen. „Dank ADManager Plus sehen wir gleich, welche Benutzerkonten und Computer inaktiv sind und wer Mitglied in welcher Gruppe ist. Wir können so regelmäßig überprüfen, wer administrative Rechte hat. Das ist wichtig, um Sicherheitslücken aufgrund falscher administrativer Rechte gar nicht erst entstehen zu lassen.“

Weniger Fehlerquellen durch Standardisierung und Automatisierung

Die Schneider Gruppe konnte durch die Einführung von ADManager Plus viele Aufgaben rund um das AD-Management standardisieren und automatisieren. Das entlastet die IT bei manuellen Routine-Tätigkeiten, reduziert mögliche Fehlerquellen und verbessert die IT-Sicherheit. Dabei ist die Lösung nutzerfreundlich und ermöglicht ein umfassendes Reporting.



„Der große Nutzen der Vorlagen im AD-Manager Plus liegt in der Standardisierung, der Vermeidung von Fehlerquellen sowie der enormen Zeitersparnis.“

– Peter Nickel,
Leiter IT & Organisation, Baier & Schneider GmbH & Co. KG

„Benutzer lassen sich jetzt ganz einfach über Templates anlegen, das hätte sonst von Hand gemacht werden müssen. Was für eine Erleichterung.“

– Klaus-Peter Neimeier,
Leiter IT-Infrastruktur, Baier & Schneider GmbH & Co. KG

Kundennutzen:

- » Weniger Fehler durch Einsatz von Vorlagen
- » Zeitersparnis durch Automatisierung
- » Sehr benutzerfreundlich
- » Ausführliches Reporting



Neues von ManageEngine: Desktop Central

Die Unified-Endpoint-Management-Lösung Desktop Central von ManageEngine ist jetzt zusätzlich als Cloud-Variante verfügbar. Unternehmen können ihre Endgeräte damit auch ohne eigene Infrastruktur effizient verwalten.

TEXT: Redaktion BILDER: © ZOHO, © ManageEngine, © PHOTOCREO Michal Bednarek / Shutterstock.com

Vor kurzem hat ManageEngine eine Cloud-Edition der Desktop- und Mobile-Device-Management-Lösung Desktop Central herausgebracht. Damit können IT-Abteilungen alle Endpoints ihres Unternehmens (PCs, Laptops, Smartphones und Tablets) effizient und kostengünstig auf SaaS-Basis verwalten, konfigurieren und fernwarten. Dank Cloud spielt es dabei keine Rolle mehr, ob eine topmoderne und hochleistungsfähige Infrastruktur vorhanden ist.

Wiederkehrende Aufgaben wie die Installation von Patches für Anwen-

dungen und Betriebssysteme, die Distribution neuer Software oder das Einrichten neuer Geräte lassen sich mit allen Varianten von Desktop Central schnell und einfach automatisieren. Zudem können IT-Abteilungen mit der Lösung auch IT-Assets und Software-Lizenzen verwalten. Mit der On-Premise-Variante können zusätzlich Images von Betriebssystemen erstellt und ausgerollt werden. Im Gegensatz zur On-Premise-Variante unterstützt die Cloud-Version von Desktop Central derzeit noch kein Patch-Management und keine Software-Verteilung für Linux-Geräte.

Wie alle anderen Cloud-Lösungen von ManageEngine wird auch die Cloud-Edition von Desktop Central für Kunden aus Europa in einem europäischen Rechenzentrum gehostet. Sie ist in vier Varianten verfügbar: Neben einer kostenlosen „Free Edition“ für kleine Unternehmen mit bis zu 25 Computern & 25 mobilen Endgeräten gibt es die Editionen „Professional“, „Enterprise“ und „UEM“ mit unterschiedlichem Funktionsumfang.

ManageEngine
Desktop Central 10

Home Configurations Patch Mgmt Software Deployment Inventory Mobile Device Mgmt Tools Reports Agent Admin Support

Summary Useful Links Want to analyze Desktop Central's usage metrics for every technician?

Configuration Summary

| Configuration Status | No. of Config. |
|----------------------|----------------|
| Ready to execute | 7 |
| In Progress | 1 |
| Executed | 8 |
| Suspended | 5 |
| Draft | 1 |
| Retry In Progress | 0 |
| Expired | 0 |

Software Summary

| | |
|------------------------|--------|
| Total Software | : 1241 |
| In Compliance Licenses | : 0 |
| Over Licensed | : 2 |
| Under Licensed | : 0 |
| License Expired | : 0 |
| Prohibited Software | : 0 |

Computers by OS

| Operating System | No. of Computers |
|------------------|------------------|
| Ubuntu | 2 |
| Windows 8 | 1 |
| Windows 10 | 1 |

System Health Graph

| Health Status | No. of Systems |
|---------------------------|----------------|
| Health Not Available | 0 |
| Healthy Systems | 1 |
| Vulnerable Systems | 2 |
| Highly Vulnerable Systems | 0 |

Recently Added/Modified Configurations

| Configuration Name | Status |
|------------------------|----------------------|
| MyConfiguration597 | Ready to execute |
| MyConfiguration595 | Executed |
| MyConfiguration567 | Ready to execute |
| MyConfiguration550 | In Progress (Failed) |
| MyConfiguration527YWSY | Executed |

Network Status

| Patch status | No. of Patches |
|-------------------|----------------|
| Installed Patches | 131 |
| Missing Patches | 23 |

Software Repository

| Name | Version |
|---------------------|---------|
| NET Framework 2.0 | |
| 7 zip (19.00) | |
| 7 zip (19.00)(1) | |
| 7 zip (x64) (19.00) | |
| aaaaapack | |

Remote Control Connection Status

| Computer Name | Connection Status |
|-----------------|-------------------|
| swdhp-76881 | Disconnected |
| slap-w8-3p | Operation failed! |
| slva-VirtualBox | Disconnected |
| slubuntu | Operation failed! |

Quick Links Hide

How Tos Knowledge Base Videos FAQ

- How to install agents?
- How to schedule asset scanning?
- How to create a custom group?
- How to add a technician?

1 Auf dem Startbildschirm von Desktop Central Cloud finden IT-Administratoren die wichtigsten Informationen zu den End-points ihres Unternehmens.

More | Roadmap

Endpoint-Management-Tipps für unterbrechungsfreies Remote-Arbeiten

Noch nie haben so viele Angestellte weltweit aus dem Home Office gearbeitet wie während der Corona-Pandemie. Da Remote-Mitarbeiter eine Vielzahl an Endgeräten nutzen, die mit dem Internet verbunden sind, war auch Endpoint-Sicherheit noch nie so kritisch wie heute. Um IT-Abteilungen dabei zu unterstützen, ihren Mitarbeitern ein sicheres und unterbrechungsfreies Arbeiten von Remote-Standorten aus zu ermöglichen, hat ManageEngine die wichtigsten Endpoint-Management-Tipps für Unternehmen zusammengestellt. Die Tipps finden Sie online unter:

» <https://www.manageengine.de/endpoint-sicherheit-home-office>

Cloud-Edition

Weitere Informationen zur Cloud-Edition von Desktop Central sowie eine kostenlose, 30 Tage gültige Testversion sind unter folgendem Link erhältlich:

» <https://www.manageengine.de/desktopcentral>

Daten schützen oder 1,6 Mio. Euro verschenken?

Datenverluste kosten (s. u.) – Data-Loss-Prevention-Software schafft Abhilfe. Damit das maßgeschneidert klappt, hat Safetica Technologies sein Lizenzmodell angepasst.

TEXT: Julia Reuter BILD: © Marc Roura / Shutterstock.com

Hoffentlich haben Sie sich auf Ihren Datenverlust gut vorbereitet: Machen Sie sich gefasst auf Krisenkommunikation, Anwälte, nicht mehr geheime Patente und Technologien sowie viel verlorenes Geld und Nerven ... noch besser wäre natürlich, das Risiko für ein solches Szenario über entsprechende Maßnahmen von vornherein zu minimieren: Die bei MicroNova erhältliche Data-Loss-Prevention(DLP)-Software Safetica schützt Unternehmen zuverlässig. Denn jedes, wirklich JEDES Unternehmen hat Informationen, die nicht nach außen gelangen sollen oder dürfen. Vom komplexen Patent bis zur Gehaltsabrechnung oder der schlichten E-Mail. Der operative Geschäftsbetrieb basiert heutzutage nun einmal grundsätzlich immer auf Daten, und seien es „nur“ unterstützende IT-Systeme.

Erfolgen Angriffe von außen oder innen bzw. sind Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bei nur einem Klick unachtsam, steht folglich schnell einmal der ganze Betrieb still. Das kann richtig teuer werden: Im Schnitt betragen die Kosten für Datenverluste und Ausfallzeit pro Vorfall im Jahr 2019 rund 1,6

Millionen Euro, so der „Global Data Protection Index 2020 Snapshot“ von Dell¹. Und nicht nur die Schadenshöhe, sondern auch die Eintrittswahrscheinlichkeit spricht für die Verwendung einer DLP-Lösung: 75 Prozent der befragten Unternehmen gaben 2019 in einer BITKOM-Studie² an, seit 2017 Opfer von Datendiebstahl, Industriespionage oder Sabotage gewesen zu sein. Da weitere 13 Prozent einen Vorfall vermuteten, waren in Summe 88 Prozent betroffen.

Kleine und mittlere Unternehmen mit besonderen Ansprüchen

Am häufigsten betroffen waren laut oben genannter BITKOM-Studie übrigens Unternehmen mit zehn bis 99 Mitarbeitern – es trifft also beileibe nicht nur Konzerne. Gerade der vielzi-

tierte Mittelstand als bekanntermaßen innovatives Rückgrat der Wirtschaft hierzulande ist ein „attraktives“ Ziel für Attacken. Und gerade hier haben die Unternehmen auch besondere Anforderungen an passende Funktionalität bei einem vernünftigen Preis-Leistungsverhältnis. Genau das bietet Safetica Technologies dank des cleveren neuen Lizenzierungsmodells der Version 9.6: Damit bezahlen Unternehmen nur für die Funktionen, die sie wirklich benötigen. Details über die neuen Varianten „Discovery“, „Protection“ und „Enterprise“ zeigt die abgebildete Grafik.

Sicherheit fürs Home Office

Safetica Technologies hatte bei der Entwicklung der Version 9.6 übrigens explizit auch die Büros zu Hause im Blick, deren Zahl im Zuge der soge-



¹ <https://www.computer-automation.de/steuerungsebene/safety-security/datensicherheitsloesungen-nicht-mehr-ausreichend.174557.html> und <https://www.delltechnologies.com/de-de/data-protection/gdpi/index.htm>

² https://www.bitkom.org/sites/default/files/2020-02/200211_bitkom_studie_wirtschaftsschutz_2020_final.pdf

| Compatibility on | Safetica Discovery | Safetica Protection | Safetica Enterprise |
|------------------------------------|--|---|--|
| | Understand sensitive data flow. Get security & regulatory audits. | Full Data Loss Prevention (DLP). Secure critical company data. | Enterprise data security stack. Maximum integrations. |
| | MORE INFO | MORE INFO | |
| Security Audit | ✓ | ✓ | ✓ |
| Data-flow security audit | ✓ | ✓ | ✓ |
| Office 365 file and email audit | ✓ | ✓ | ✓ |
| Regulatory compliance audit | ✓ | ✓ | ✓ |
| Workspace security audit | ✓ | ✓ | ✓ |
| Content inspection classification | ✓ | ✓ | ✓ |
| Detection of suspicious activities | ✓ | ✓ | ✓ |
| Endpoint data protection | ✗ | ✓ | ✓ |
| Email and network protection | ✗ | ✓ | ✓ |
| Devices and print protection | ✗ | ✓ | ✓ |
| Remote work protection | ✗ | ✓ | ✓ |
| Advanced data classification | ✗ | ✓ | ✓ |
| Different remediation policies | ✗ | ✓ | ✓ |
| Incident Shadow Copy | ✗ | ✓ | ✓ |
| Workspace control | ✗ | ✓ | ✓ |
| Safetica Zone | ✗ | ✓ | ✓ |
| BitLocker encryption management | ✗ | ✓ | ✓ |
| Cloud Data Protection | ✗ | ✓ | ✓ |
| Endpoint cloud sync protection | ✗ | ✓ | ✓ |
| Endpoint Office 365 protection | ✗ | ✓ | ✓ |
| Azure Information Protection | ✗ | ✓ | ✓ |
| Exchange Online Protection | ✗ | ✓ | ✓ |
| Enterprise Features | ✗ | ✗ | ✓ |
| End-user rebranding | ✗ | ✗ | ✓ |
| Workflow control | ✗ | ✗ | ✓ |
| Multi-domain support | ✗ | ✗ | ✓ |
| Security Automation | ✗ | ✗ | ✓ |
| SIEM integration | ✗ | ✗ | ✓ |
| FortiGate integration | ✗ | ✗ | ✓ |

nannten Corona-Krise signifikant zugenommen hat; seit März 2020 haben viele zuvor zögernde Unternehmen Home-Office-Funktionen für ihre Belegschaften im Schnelldurchgang eingeführt. Der Schutz sensibler Daten ist jedoch besonders kritisch, wenn Anwender sich remote über ihre Arbeitsgeräte mit dem Firmennetzwerk verbinden. Zudem müssen auch in Remote-Arbeitsumgebungen geltende interne Compliance-Richtlinien eingehalten werden können.

Um das alles sicherzustellen, hat Safetica bei seiner DLP-Lösung verschiedene Funktionen erweitert bzw. ergänzt. Damit vertrauliche Dokumente im Home Office schnell als solche gekennzeichnet werden können, ermöglicht die neue Version eine Datenklassifizierung durch die Anwender.

Einmal vom Administrator aktiviert, können User die Vertraulichkeitsstufe einer Datei über die Dokumenteigenschaften selbst festlegen. Um Missbrauch zu vermeiden, können Nutzer Default-mäßig nur höhere Stufen (z. B. „internal“, „restricted“ oder „classified“) auswählen. Zudem lassen sich die Datenklassifizierungen nun erstmals für eigene DLP-Richtlinien kombinieren. So können Unternehmen Vorgaben für bestimmte Datentypen erstellen, beispielsweise für interne Dokumente, die zudem sensible Finanzdaten enthalten.

Präzise Definition von Richtlinien

Ein weiteres neues Feature ist der Work Activity Report, der innerhalb kürzester Zeit einen vollständigen

Überblick über Datentransfers und DLP-Vorfälle ermöglicht, auch in Home Offices. Auch externe Datenträger wie USB-Sticks lassen sich jetzt verschlüsseln: Einmal geschützt kann der Inhalt nur mit dem Client-Programm „Safetica Agent“ auf dem Anwender-PC vom berechtigten User selbst wieder zugänglich gemacht werden. Zudem lässt sich die Übertragung von Daten für Remote-Geräte durch eigene Richtlinien granular definieren und so ebenfalls Gesetzes- bzw. Compliance-konform einschränken.

Das „Ausmaß“ können IT-Abteilungen dabei je nach Bedarf selbst festlegen: Sensible oder geheime Daten lassen sich umfassend vor unbefugtem Datentransfer schützen. Die Durchsetzung der definierten Richtlinien kann dazu auf alle gängigen in Unternehmen vorhandenen Datenkanäle ausgedehnt werden. Da der auf den Endpoints installierte Safetica Client unabhängig von einer Server-Verbindung arbeitet, sind die Daten selbst dann geschützt, wenn der Computer eines Anwenders nicht im VPN angemeldet ist.

Datenschutz – immer, alles, überall

Das Fazit der Einführung von Version 9.6: Unternehmen können sensible Daten in Home-Office-Umgebungen noch flexibler vor Verlust oder Diebstahl schützen. IT-Abteilungen können auf neue DLP-Richtlinien für Remote-Desktop-Dateiübertragungen und eine benutzerbasierte Datenklassifizierung zugreifen, die sich zudem in den DLP-Richtlinien kombinieren lassen.

Sie wollen Ihre Daten wirksam schützen und verhindern, dass sie Ihr Unternehmen unbefugt verlassen? Wir haben die richtigen Tools und beraten Sie gern. Erhältlich ist die neue Version im deutschsprachigen Raum exklusiv bei MicroNova – sprechen Sie unser Team gerne an: safetica@micronova.de.

monday.com: Team-Arbeit effizient gestalten



Effizienzversprechen geben viele Projektmanagement-Tools –
schön, wenn es auch einmal handfeste Belege dafür gibt.

Forrester Research hat einen solchen für monday.com erbracht.

TEXT: Julia Reuter BILD: © dvoevnore / Shutterstock.com

Ob Projektteam im Konzern oder die gesamte Mannschaft in kleineren bzw. mittleren Unternehmen (KMU): Je mehr Aufgaben, desto komplexer wird die Koordination der Zusammenarbeit. Abhilfe versprechen Tools für Projektmanagement und Kollaboration. Doch wie kann der Nachweis eines messbaren Mehrwerts gelingen? Mit der Beantwortung dieser Frage hat monday.com das renommierte Marktforschungsunternehmen Forrester Research beauftragt.

Messung des „Total Economic Impact“

Der Total Economic Impact (TEI) – eine Forrester-eigene Methodik – untersucht den potenziellen Return on Investment (ROI), den ein Unternehmen durch die Bereitstellung einer Lösung erzielen kann. Zur Ermittlung der entsprechenden Kennzahlen für die Verwendung von monday.com begleitete und interviewte Forrester ein Jahr lang eine Internet-Marketingfirma mit etwa 100 Angestellten.

Vor Einführung des Tools hatte das Unternehmen Schwierigkeiten, die Prozesse zur Kampagnenführung einheitlich im Blick und Griff zu behalten.

Mit dem Einsatz von monday.com wurde eine größere Effizienz bei der Verwaltung der Kampagnen erzielt. Die Teams erreichten Produktivitätsgewinne durch verbesserte Kommunikation, zudem konnten sie vorhandene Vorlagen und Automatisierungsfunktionen nutzen. Das Arbeitsplatz-Umfeld war geprägt von größerer Transparenz.

Auch konnten die Team-Mitglieder eigenverantwortlicher arbeiten, da Aufgabenelemente den „Eigentümern“ der Tasks systematisch zugeordnet werden können. Echtzeit-Updates über den Fortschritt von Kampagnen ermöglichen den Führungskräften zudem, die Teams besser zu steuern.

15.600 Mannstunden pro Jahr zurückgewonnen

Insgesamt ergab sich so pro Mitarbeiter nach einem Jahr Nutzung von monday.com eine wöchentliche Ersparnis von drei Arbeitsstunden. Das gesamte Unternehmen verzeichnete eine Reduzierung der Mannstunden für das Prozessmanagement um rund 15.600 Stunden. Die Zeit bis zum Start von Marketing-Kampagnen – sozusagen die „Time-to-Market“ – reduzierte sich überdies um etwa 27 Prozent.

Bereits nach drei Monaten begann sich die Lösung damit qua ROI-Ansatz für das Unternehmen zu rentieren. In Zahlen ausgedrückt verzeichnete die untersuchte Marketing-Firma einen Produktivitätsgewinn im Wert von 525.095 US-Dollar. Die kürzere Time-to-Market schlug sich in einem Plus von 134.525 US-Dollar nieder; dabei wurden einige Faktoren noch gar nicht berücksichtigt, die sich im Zuge der qualitativen Erhebung herauskristallisierten; so war das Team wegen der fühlbar besseren Prozessabläufe motivierter und engagierter.

Zufriedenere Kunden durch exzellente Team-Zusammenarbeit

Außerdem gaben die Kunden seit Einführung von monday.com entsprechend positive Rückmeldungen im Hinblick auf Transparenz und Einblicke in Projekte. Somit trägt Tool-basierte und damit exzellente Team-Arbeit zur Sicherung stabiler Kundenbeziehungen und damit von Folgeaufträgen bei. Der vollständige Forrester-Report mit allen Zahlen, Daten und Fakten ist kostenlos zum Download verfügbar unter <https://monday.com/customers/tei-report>.

Ideen für die Zukunft

Liebe Leserinnen und Leser,

bisher hat mein Vater, MicroNova-Gründer Josef W. Karl, an dieser Stelle immer Einblicke in die Arbeit und Sichtweise des Aufsichtsrats gegeben. Über die von ihm langfristig auf den Weg gebrachte Unternehmensnachfolge wurde ja bereits vor einiger Zeit an dieser Stelle berichtet. Ich bin froh, dass er sich dennoch weiterhin aktiv einbringt und mit seiner Erfahrung unterstützt, so dass unsere Vorstände ihre Arbeit so gut erledigen können. Heute möchte ich mich als Eigentümer mit einem Blick in die Zukunft zu Wort melden.

Neben genannten organisatorischen Themen kümmern wir uns selbstverständlich auch um die Inhalte – denn MicroNova ist mehr als eine Rechtsform. Das Unternehmen ist Erwerbsgrundlage für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die mit viel Herzblut an Innovationen für unsere Kundinnen und Kunden arbeiten. Damit das auch künftig uneingeschränkt der Fall sein kann, gibt es natürlich langfristige Pläne.

Mobilität wird für unsere Gesellschaft zentral bleiben. Der Technologiewechsel beim Antriebsstrang ist dabei nur eine der momentanen Herausforderungen. Mein Ziel ist es, dass MicroNova hier weiter eine wichtige Rolle spielt und Maßstäbe setzt – selbst wenn das Umfeld derzeit herausfordernd ist. Das Testing-Solutions-Team hat zuletzt bei der Virtualisierung zukunftsweisende Konzepte entwickelt und im Bereich künstliche Intelligenz großartige Kompetenzen aufgebaut. Dass dieses Know-how auch für andere Branchen wertvoll sein kann, hat sich bereits durch erfolgreiche Projekte bei Kunden aus dem Bereich Energieerzeugung gezeigt. Wir werden dafür und daran arbeiten, weitere Felder zu erschließen.

Wie Mobilität wird auch Konnektivität eine Säule unseres Alltags bleiben. Die Corona-Krise hat der ohnehin wachsenden Bedeutung von Remote-Working einen massiven Schub gegeben. So manche private Videokonferenz hat während des Lockdowns doch ein wenig geholfen, die physische Isolation besser zu überstehen. Die Entwicklung zu immer mehr Konnektivität wird sich fortsetzen. Für MicroNova wird es dabei wichtig sein, unter Beibehaltung der großen Expertise rund um das Management von Mobilfunknetzen die bereits laufende Erschließung neuer Themenfelder voranzutreiben.

Als dritte Säule soll der Bereich IT-Management weiterhin eine tragende Rolle spielen. Alle Welt redet von Digitalisierung. Jedes neue Geschäftsmodell, jede Plattform, jede noch so smarte Anwendung – ohne zuverlässige und leistungsstarke IT-Infrastruktur dahinter geht es nicht. Wir wollen und werden auch weiterhin dafür sorgen, dass Administratoren und IT-Abteilungen eine stabile IT-Infrastruktur bereitstellen können. Dazu werden wir bestehende Partnerschaften weiter intensiv pflegen, und wir werden neue Partner und ihre Lösungen ins Portfolio aufnehmen, um unser Angebot zu ergänzen.

Kurz: Der Weg von MicroNova wird, passend zur bisherigen Unternehmenshistorie, ein evolutionärer sein. Für die nächsten zehn bis 15 Jahre werden Mobilität, Konnektivität und zuverlässige IT-Systeme einen Schwerpunkt unserer Arbeit bilden. Die Fortführung dieser Diversifizierung entspricht unseren Werten. Kein Wachstum um jeden Preis, stattdessen wie bisher organisches Vorgehen mit Verlässlichkeit für Kunden, Partner und Mitarbeiter.

Zudem möchte ich die Gelegenheit nutzen und nochmal allen danken, die sich so für MicroNova engagieren – explizit auch unseren Kunden, gerade in den vergangenen Monaten. Ein großes DANKE geht an alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, insbesondere für das Verständnis während der Corona-Krise! Abschließend möchte ich unserem Vorstandsteam dafür danken, dass es das Unternehmen vorausschauend für eine solch schwierige Situation fit gemacht hat und bereits intensiv daran arbeitet, unsere langfristigen Ziele zu erreichen. Es macht mich stolz, dazuzugehören und meine Ideen für unsere gemeinsame Zukunft einbringen zu können. Ich werde all meine Kräfte einsetzen, damit wir zusammen den seit über 30 Jahren bewährten und erfolgreichen Weg von MicroNova fortsetzen können.



Maximilian Karl

Herzliche Grüße
Maximilian Karl

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
Stefan Karl (GP)
Martina Heinze

Gestaltung:

Christoph Buchner

Druck:

Offsetdruckerei Gebr. Betz GmbH,
Weichs

Auflage: 1.500 Stück

Erscheinungsweise:

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

Bildnachweis:

Seite 001/040:

© Iokanan VFX Studios / Shutterstock.

com; weitere siehe jeweilige Artikel

Seite 003:

© siehe jeweilige Artikel

Seite 005:

© PHOTOCREO Michal Bednarek,

fullvector, railway fx, VoodooDot /

Shutterstock.com; © archy13 /

Fotolia.com

Seite 007:

© PHOTOCREO Michal Bednarek /

Shutterstock.com; © vectorfusionart,

telmanbagirov / Fotolia.com

Seite 039:

© 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, 2020**