

AUTOCAD

Fachmagazin für Konstruktion, Architektur und Planung

MAGAZIN



Das Fahrzeug als lebender digitaler Zwilling

Trends und Herausforderungen im Automobilbau

PRAXIS

Tipps und Tricks:
Anwender-Wissen
für Konstrukteure

FERTIGUNG

Digitale Plattformen bündeln
Angebot, Informationen und Abwicklung
in einem System

INFRASTRUKTUR

Wie Extended Reality Planung
und Sicherheit auf der Baustelle
verbessert



Für manche ein Bauteil. Für uns das, worauf es ankommt.

- ✓ Kein Lieferantensuchen. Kein Preisraten. Kein Warten.
- ✓ 5.000+ geprüfte Lieferanten. ISO-zertifiziert.
- ✓ Upload. Angebot. Bestellen. Fertig.

[Jetzt kalkulieren](#)



Vom Prototypen bis
zur Serienfertigung

In der Gefahrenzone

Liebe Leser,

die Automobilindustrie steckt derzeit geopolitisch und ökonomisch in einem Schlamassel. Was die vergangenen Wochen jedenfalls gezeigt haben: Der Ausstieg aus dem Verbrennungsmotor duldet keinen Aufschub. Er ist nicht nur physikalisch und ökologisch geboten, er reduziert vielmehr auch die Abhängigkeiten und das Erpressungspotenzial von Staaten mit problematischen Regimen.

Vor diesem Hintergrund gilt es, auch wirtschafts- und energiepolitische Entscheidungen genau zu betrachten. Kurzfristige Maßnahmen wie verminderte Steuern auf Kraftstoffe setzen die Knappheit signalisierende Funktion von Preisen außer Kraft. Sie binden Mittel, die bei Infrastruktur, Forschung und Transformation besser aufgehoben wären, und sie verzögern den Aufbau zukunftsfähiger Wertschöpfung. Wo tatsächlich Engpässe bestehen, sollte über eine Rationierung nachgedacht werden, und zwar zugunsten der Industrie und nicht des motorisierten Individualverkehrs.

Die genannten Rahmenbedingungen wirken sich unmittelbar auf die Entwicklung aus und beeinflussen das Tempo der Transformation in der Automobilindustrie. Auch wenn die Anhänger des Verbrenners das Elend mit allen Mitteln verlängern wollen, wird die Elektromobilität früher oder später



Andreas Müller

Chefredakteur

zum neuen Standard. Das betrifft nicht nur Antriebsstränge, Leistungselektronik und Energiemanagement, sondern auch Bauraumkonzepte, Thermik, Sicherheit und Fertigungstiefe – quer durch Entwicklung und Konstruktion.

Gleichzeitig wird das Fahrzeug zur digitalen Plattform. Vernetzung, Over-the-Air-Updates und Backend-Integration verlangen hardwareseitig stabile Architekturen, servicefreundliche Zugänglichkeiten und Lebenszyklusfähigkeit bis in den After-Sales.

Unser Schwerpunkt mit dem Automotive-Expertengipfel auf den Seiten 12–18 beleuchtet all diese zentralen Aufgaben in der automobilen Produktentwicklung und stellt Lösungen vor.

INHALT 3/26

SZENE

- 6 Plattform für Sensorik, Messtechnik und KI
Sensor+Test 2026

BRANCHE: AUTOMOBILBAU

- 8 Getrennte Wege steigern das Entwicklungstempo
Dr. Stefan Nürnberger, Veecla, über flexiblere Produktentwicklung
- 10 Vom Fahrzeug zur digitalen Plattform
Transformation der Mobilität
- 12 Mit digitalen Zwillingen den Shift-Left meistern
Trends im Automobilbau: Experten im Gespräch
- 19 Digitale Werkübergabe mit One-Model-Struktur
Inbetriebnahme, Abnahme und Übergabe (IAÜ) von BMW-Werk

PRAXIS

- 20 Tipps & Tricks
Die AutoCAD-Expertenrunde
- 24 Objekteigenschaften setzen
ACM-LPROPS2OBJ.LSP
- 24 Objekteigenschaften setzen
ACM-LPROPS2OBJ.LSP
- 24 Gesperrte Layer wieder freigeben
ACM-LAYERENTSPERR.LSP
- 25 PL-Kontrollpunkte schieben mal anders
K_MOVE-PLP.LSP
- 25 Wäscheschrank mit glatter Oberfläche
WAESCHESCHRANK.LSP
- 26 Verschieben mit Linientypfilter
ACM-LTYPSCHIEBEN.LSP
- 26 Navigation und Beschreibung für Layouts
LAYOUTTOOL.LSP:
- 27 3D-Volumenkörper auswerten
ACM3D-DATA2EXCEL.LSP
- 27 Abgestufte Transparenzzuweisung
ACM_ATZ.LSP

SPEZIAL: FERTIGUNGSPLATTFORMEN

- 28 Schnell die optimale Lösung finden
Plattformökonomie in der 3D-Fertigung
- 32 Beschaffung neu gedacht
Fertigungsplattformen



BRANCHE: AUTOMOBILBAU Die Automobilindustrie steht an der Schwelle zur nächsten Ausbaustufe: Elektrifizierung, vernetzte Systeme und neue Mobilitätskonzepte verschieben die Gewichte in Entwicklung, Produkt und Geschäftsmodell.

,Bild: Inyo Mobility



SPEZIAL: FERTIGUNGSPLATTFORMEN Ein spezifisches Bauteil wird dringend benötigt. Doch was ist tatsächlich vergleichbar? Welcher Preis gilt für welche Stückzahl? Mit welcher Nachbearbeitung und Lieferzeit ist zu rechnen?

Bild: Protiq



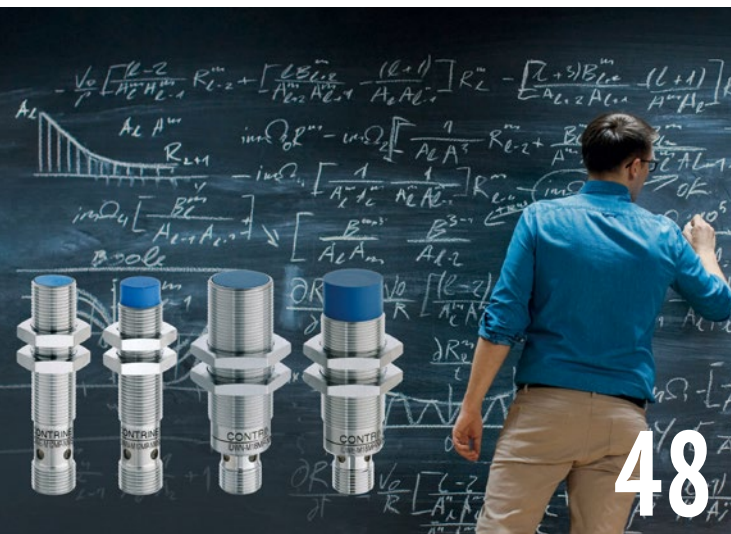


FERTIGUNG Der 3D-Druck hält Einzug in Streitkräfte weltweit. Die additive Metallfertigung spielt eine zentrale Rolle unter anderem bei der Reparatur und Wartung von Ausrüstung

Bild: Meltio

FERTIGUNG

- 36 **Jenseits der Erde**
Additive Fertigung für eine neue Ära der Raumfahrt
- 38 **Von der Idee zum Bauteil in wenigen Stunden**
3D-Druck in der Praxis
- 40 **Neue Wege in der Beschaffung**
3D-Druck und Plattformökonomie
- 42 **Höhere Bereitschaft durch Produktion vor Ort**
José Luis Sánchez, Geschäftsführer von Meltio, im Gespräch
- 44 **Neue Produkte & News**



KONSTRUKTIONSBAUTEILE: SENSORIK Smarte induktive Ganzmetallsensoren bieten gute Voraussetzungen für IoT-Anwendungen. Sie vereinen nicht nur verschiedene Sensormodi in einem einzigen Gerät, sondern sind auch robust.

Bild: Contrinex, © Gorodenkoff/Shutterstock.com

KONSTRUKTIONSBAUTEILE

- 46 **Der Multisensor am Federbein**
Rennwagen: Fahrzeugverhalten immer im Blick
- 48 **Leistung auch unter Extrembedingungen**
Ganzmetall-Sensoren für Industrie 4.0-Applikationen

ARCHITEKTUR

- 50 **Wie XR Baustellen intelligenter macht**
Nathan Marsh, Bentley Systems, über Deutschlands Infrastruktur-Offensive, digitale Zwillinge und KI
- 53 **Bund bringt BIM auf die Straße**
Digitalisierung in der Infrastrukturplanung
- 54 **Mehr Tempo für Schiene, Straße und Energie**
Nathan Marsh, Bentley Systems, über Deutschlands Infrastruktur-Offensive, digitale Zwillinge und KI

SERVICE / RUBRIKEN

- 21 LISP-Programme für AutoCAD
- 57 Einkaufsführer
- 60 Applikationsverzeichnis
- 61 Schulungsanbieter
- 62 Impressum / Vorschau

Für Abonnenten: LISP-Programme und Top-Tools für AutoCAD und Inventor finden Sie ab dieser Ausgabe online auf unserer Website. Dazu erhalten Sie ein gesondertes Schreiben.



50

ARCHITEKTUR & BAUWESEN

XR kommt im Bauwesen immer häufiger zum Einsatz – besonders im Tiefbau. Dura Vermeer setzt dabei auf Autodesk Workshop XR, um Planungs- und Sicherheitsprozesse zu beschleunigen.

Bild: Autodesk

REDAKTIONELL ERWÄHNT FIRMEN UND ORGANISATIONEN: Althen S. 7, AMA Service S. 6, Autodesk S. 50-52, AWS S. 12, Bentley Systems S. 54-56, Cadfem S. 12-13, Comsol S. 13, Contrinex S. 48-49, DEGES S. 53, Dura Vermeer S. 50-52, EOS S. 36-37, Gefran S. 46-47, GTM S. 7, Hexagon S. 18, Inyo S. 14, IPG Automotive S. 15, Laserhub S. 32-34, Manner S. 7, Meltio S. 42-43, Misumi S. 32-34, Partspace S. 32-34, PCB Piezotronics S. 7, Protiq S. 28-30, Siemens S. 13-14, Spanflug S. 32-34, Synopsys S. 16, TU München S. 7, Ultimaker S. 38-39, Veecla S. 8-9, VI-Grade S. 17, Vision Engineering S. 7, Xometry S. 40-41



Impressionen von der
Sensor+Test 2025.

Plattform für Sensorik, Messtechnik und KI

Im Kontext schwieriger wirtschaftlicher Rahmenbedingungen behauptet sich die Sensor+Test als zentrale Plattform der Branche. Vom 9. bis 11. Juni 2026 präsentieren in Nürnberg mehr als 300 Aussteller Innovationen aus Sensorik, Mess- und Prüftechnik sowie industrielle KI-Lösungen.

Vom 9. bis 11. Juni öffnet die internationale Fachmesse Sensor+Test in Nürnberg erneut ihre Tore und bringt Hersteller, Anwender, Wissenschaft und Fachpublikum zusammen. Erwartet werden mehr als 300 Aussteller aus zahlreichen Ländern. Auch wenn manche Unternehmen ihre Standflächen verkleinern, bleibt die Messe für viele ein Muss im Terminkalender. Denn hier können sie Neuheiten präsentieren, Fachgespräche führen und neue Geschäftskontakte knüpfen.

Fokus und Sichtbarkeit

Während kleinere Anbieter auf großen Industriemessen oft untergehen, setzt die Sensor+Test bewusst auf Spezialisierung. Im Mittelpunkt stehen Sensorik, Mess- und Prüftechnik. Besucher finden gebündelt Lösungen für Branchen wie Automotive, Maschinenbau, Rail sowie Luft- und Raumfahrt. Gerade jungen und kleineren Unternehmen bietet die Messe wirtschaft-

liche Beteiligungsmöglichkeiten. Gemeinschaftsstände sorgen für hohe Reichweite bei überschaubaren Kosten. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE) unterstützt junge Unternehmen am Stand „Young Innovators“ mit bis zu 60 Prozent der Standkosten.

Hinzu kommen spezialisierte Bereiche wie die Calibration Area und die Condition Monitoring Area. Mit den sogenannten Technologieboxen bietet die Messe zudem unkomplizierte Komplettpakete für Startups, kleine Firmen und Forschungsteams.

Sensorik und KI

Sensorik und Messtechnik liefern die Datenbasis für industrielle Künstliche Intelligenz. Ohne präzise Messwerte sind Automatisierung, Predictive Maintenance oder intelligente Produktionssteuerung nicht möglich. Auf der Sensor+Test zeigen Unternehmen praxisnahe Anwendungen – von selbstlernenden Robotern über si-

mulationsgestützte Entwicklung bis hin zu effizienteren Produktionsprozessen. „Die Aussteller präsentieren konkrete Lösungen, die zeigen, wie Sensorik und Messtechnik die KI der Zukunft antreiben“, erklärt Schultz.

Zwei Konferenzen parallel

Begleitend zur Ausstellung finden zwei Fachkongresse statt. Die 23. ITG/GMA-Fachtagung Sensoren und Messsysteme widmet sich aktuellen Entwicklungen in Sensorik, Messtechnik und Multi-Sensorik. Erstmals findet zudem die ETTC European Test and Telemetry Conference im NCC Mitte statt. Im Fokus stehen Telemetrie, Testinstrumentierung und Datenverarbeitung für Anwendungen in Luft- und Raumfahrt, Automotive, Biomedizin und Industrie 4.0.

Neben dem umfassenden Messe- und Kongressprogramm rücken insbesondere die zahlreichen Ausstellerneuheiten in den

Fokus, die für Engineering, Produktentwicklung und moderne Messtechnik besonders relevant sind. Einige davon stellen wir hier vor.

Strukturüberwachung von Composite-Drucktanks

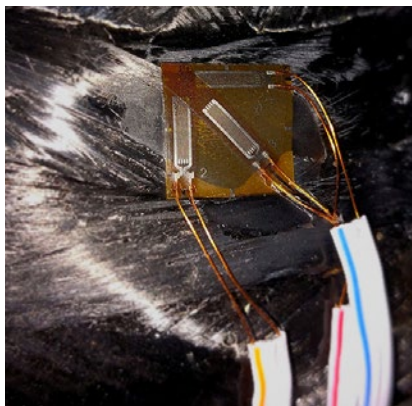
Das studentische Raumfahrt-Team WARR der Technischen Universität München entwickelt Höhenforschungsraketen und forscht an ultraleichten „Typ-V Composite-Drucktanks“ aus Voll-Carbon. Die Tanks kommen ohne inneren Liner aus, stellen jedoch hohe Anforderungen an Sicherheit, Belastbarkeit und Simulation.

Zur Analyse des Materialverhaltens setzt das Team hochpräzise Dehnungsmessstreifen von Althen ein. Damit lassen sich axiale, radiale und zusätzliche Belastungen exakt erfassen. Die gewonnenen Messdaten verbessern die Simulation des anisotropen Composite-Materials und liefern wichtige Erkenntnisse über kritische Belastungszonen sowie das Versagensverhalten unter Druck.

Ein wichtiger Meilenstein gelang im September 2025 mit dem ersten vollmaßstäblichen Typ-V Tank bei einem Leergewicht von nur 2,3 Kilogramm.

Zum Einsatz kommt die Technologie im Raketenprojekt „Nixus“, mit dem WARR 2026 erneut bei der European Rocketry Challenge (EUROC) in Portugal antritt. Gegenüber Aluminiumtanks reduziert der Composite-Tank das Gewicht um rund 50 Prozent und steigert so die Leistungsfähigkeit der Rakete deutlich.

Halle 1, Stand 1-230



Zur Analyse des Materialverhaltens setzt das Team hochpräzise Dehnungsmessstreifen von Althen ein.

Neue Kraftmesseinrichtungen

Mit einer neuen Familie von Kraftmesseinrichtungen bringt GTM seine langjährige metrologische Erfahrung in industrielle Kalibrierprozesse ein. Die Systeme basieren auf bewährten Prüfmaschinenrahmen und sind mit GTM-Referenzkraftaufnehmern ausgestattet. Sie erreichen eine Messunsicherheit von nur 0,1 Prozent bei einem Nennkraftbereich bis 250 kN.

Automatisierte Steuerung, robuste Mechanik und speziell entwickelte Elektronik sorgen für zuverlässige, effiziente Prüf- und Kalibriervorgänge. Die Software WebForceManager ermöglicht Kalibrierungen nach gängigen Richtlinien und bietet hohe Flexibilität bei der Parametrierung.

Ein besonderes Merkmal: GTM ist das einzige Labor in Deutschland, das diese Systeme im Rahmen einer Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17025 auch direkt vor Ort kalibrieren kann. Die Anlagen eignen sich für Qualitätssicherung, Forschung und automatisierte Produktion.

Halle 1, Stand 1-567

Echtzeit-Monitoring

Mit der Signal Suite bietet Manner eine Lösung für die präzise Datenerfassung und Analyse im Testbetrieb von Getrieben, Maschinen und rotierenden Systemen. Gerade bei Prüfstandläufen entstehen große Datenmengen, deren nachträgliche Auswertung häufig zeitaufwendig und fehleranfällig ist. Die integrierte Monitoring-Funktion ermöglicht es, kritische Ereignisse wie Grenzwertüberschreitungen oder Fehlfunktionen bereits während des laufenden Tests zu erkennen. So lassen sich Probleme frühzeitig beheben, Messfehler vermeiden und Entwicklungs- sowie Freigabeprozesse beschleunigen. Besonders bei langen und kostenintensiven Testläufen erhöht das System die Betriebssicherheit deutlich. Echtzeit-Ereignislogging, automatische Berechnungen und proaktive Datenanalyse sorgen für zuverlässiges Health Monitoring und eine effiziente Auswertung direkt im Prozess.

Halle 1, Stand 1-450

Sensoren überwachen Brücken und Gebäude sicher

Große Bauwerke wie Brücken, Hochhäuser oder Stadien reagieren empfindlich auf niederfrequente Schwingungen mit

großen Auslenkungen. Ursachen können Wind, Erdbeben, Bauarbeiten oder sogar Menschenmengen sein. Werden solche Belastungen unterschätzt, entstehen erhebliche Sicherheitsrisiken. Für die Überwachung dieser Strukturen bietet PCB Piezotronics piezoelektrische Seismik-Beschleunigungssensoren an. Hochpräzise Sensorelemente und für seismische Anwendungen optimierte integrierte ICP-Vorverstärker ermöglichen die zuverlässige Erfassung kleinster Amplituden und niedrigster Frequenzen. Damit eignen sich die Sensoren für baodynamische Messungen an Gebäuden, Brücken und anderen Großstrukturen. Eine Broschüre informiert über verfügbare Sensoren und passendes Zubehör wie Messkabel.

Halle 1, Stand 1-312

3D-Stereomikroskop

Vision Engineering stellt mit Proteq Viso ein digitales Stereomikroskop vor, das echte 3D-Darstellung auf einem Flachbildschirm ohne Okulare oder 3D-Brille ermöglicht. Ein integriertes Autostereo-



Vision Engineering stellt ein digitales Stereomikroskop vor, das 3D-Darstellung auf einem Flachbildschirm ermöglicht.

Display mit Eye-Tracking sorgt für räumliche Bildtiefe, hohe Ergonomie und freie Kopfbewegung. Das System wurde für Anwendungen in Elektronik, Medizintechnik und Prototypenentwicklung entwickelt. Ein 10:1-Zoom, flexible Beleuchtung sowie eine ergonomische Sitzposition unterstützen Arbeiten auch über längere Zeiträume.

Für Dokumentation und Zusammenarbeit bietet das Mikroskop Bild- und Videoaufzeichnung, Live-Streaming, Mess- und Annotationsfunktionen sowie Softwareintegration. Ergebnisse können so im Team oder remote geteilt werden.

Halle 1, Stand 1-160

Getrennte Wege steigern das Entwicklungstempo

Im Interview mit dem Autocad Magazin erklärt Dr. Stefan Nürnberger, Mitgründer und CEO von Veecla, eines Unternehmens, das sich auf moderne Softwareansätze für Fahrzeughersteller sowie Branchen wie Robotik und IoT spezialisiert hat, warum die enge Kopplung von Software und Hardware Europas Industrie bremst – und wie sich das ändern lässt.

Klassische Entwicklungsmodelle sind stark hardwaregetrieben. Doch flexible Softwareplattformen, virtuellen Entwicklungsumgebungen und datenbasierten Ökosystemen gewinnen an Boden. Denn Unternehmen, die Software unabhängig von konkreter Hardware entwickeln, können schneller auf neue Chips reagieren, Produkte effizienter aktualisieren und Lieferkettenrisiken besser abfedern.

Autocad Magazin Herr Dr. Nürnberger, warum wird die enge Kopplung von Software an konkrete Chips zunehmend zu einem strategischen Risiko für die europäische Industrie?

Dr. Stefan Nürnberger: Die starke Kopplung von Software und Hardware hat heute direkte Auswirkungen auf die In-

novationsgeschwindigkeit. Lange Zeit war das kein Problem, weil es der klassische Entwicklungsstandard war: Zuerst wurde entschieden, welche Hardware und welcher Chip eingesetzt werden. Danach konnte die Softwareentwicklung beginnen.

Dieses Modell hat jahrzehntelang funktioniert. Heute leben wir aber in einer extrem schnelllebigen Welt, und Unternehmen, die sich von diesem starren Ablauf gelöst haben, sind klar im Vorteil. Sie konzentrieren sich auf Software als eigentliches Unterscheidungsmerkmal und behandeln die Hardware eher als austauschbare Basis. Dadurch lassen sich Chips schneller ersetzen oder verbessern, ohne die gesamte Software neu entwickeln zu müssen. Oft genügt es, Treiber oder Schnittstellen anzupassen.

Für Europa ist das strategisch relevant: Wer weiter an festen Hardware-Software-Abhängigkeiten festhält, verliert Zeit, Flexibilität und letztlich Wettbewerbsfähigkeit.

Wie wirkt sich das konkret auf Innovationsgeschwindigkeit und Wettbewerbsfähigkeit aus?

Dr. Stefan Nürnberger: Sehr direkt. Wenn jede neue Hardwaregeneration eine neue Softwaregeneration erzwingt, verlangsamt das Entwicklungszyklen massiv. Produkte kommen später auf den Markt, Updates dauern länger und Innovationen kosten deutlich mehr.

Unternehmen mit entkoppelten Architekturen können dagegen neue Funktionen viel schneller ausrollen, weil die

Software bereits vorhanden ist und nur angepasst werden muss. Das erhöht nicht nur die Geschwindigkeit, sondern auch die Skalierbarkeit.

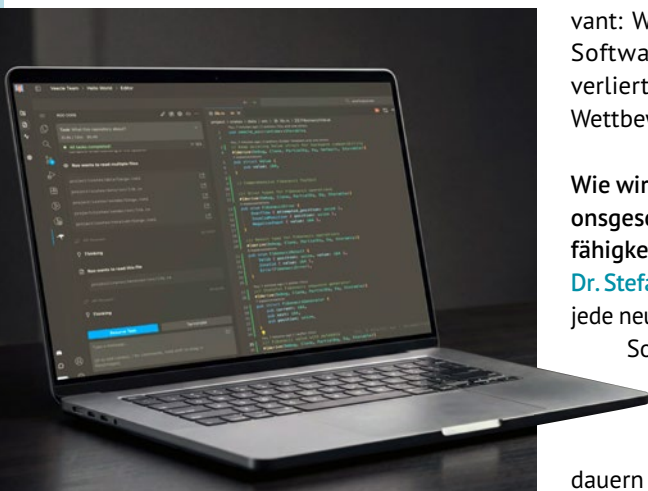
Gerade im globalen Wettbewerb sehen wir, dass asiatische Unternehmen in vielen Bereichen deutlich agiler agieren. Sie bringen schneller neue Produkte auf den Markt und übertragen vorhandene Softwarekompetenz auf neue Gerätekategorien.

Können Sie dafür, bitte, aktuelle Beispiele nennen?

Dr. Stefan Nürnberger: Ein Beispiel, wo das weniger gut funktioniert, ist die Automobilindustrie. Bei europäischen Herstellern wie VW oder BMW sieht man, dass unterschiedliche Hardwaregenerationen oft nicht mehr mit neuen Softwareversionen kompatibel sind.

Ein Kunde kauft beispielsweise ein Fahrzeug Ende 2023, ein anderer wenige Monate später äußerlich fast dasselbe Modell. Trotzdem erhält nur das neuere Fahrzeug weitere Updates, weil intern andere Chips verbaut wurden. Für den Kunden ist das schwer nachvollziehbar – und es wirkt technologisch rückständig.

Auf der anderen Seite gibt es Unternehmen, die das sehr gut beherrschen. Chinesische Firmen wie etwa Xiaomi entwickeln Softwareplattformen, die vom Roller über den Staubsaugerroboter bis zum Smartphone funktionieren. Segway-Ninebot überträgt Plattformkompetenz von Kick-Scootern auf Mähroboter und Lieferfahrzeuge. Das zeigt: Wer Software als Kernkompetenz versteht, kann neue Märkte schneller erschließen.



Programmierung, Simulation, Validierung und Bereitstellung finden in einer einzigen Cloud-Umgebung statt.

Wie funktioniert die Entkopplung von Software und Hardware in der Praxis?

Dr. Stefan Nürnberger: Technisch geschieht das über saubere Softwarearchitektur und standardisierte Schnittstellen – sogenannte APIs, also Application Programming Interfaces. Eine Anwendung arbeitet dann nicht direkt mit einem bestimmten Chip, sondern mit abstrahierten Funktionen. Die Software fordert beispielsweise ein Kamerabild, eine GPS-Position oder Temperaturdaten an. Wie genau die darunterliegende Hardware das liefert, bleibt verborgen.

Das kennen wir aus der Smartphone-Welt: Eine App funktioniert auf tausenden unterschiedlichen Geräten, obwohl Kameras, Prozessoren oder Sensoren völlig unterschiedlich sind. Genau dieses Prinzip lässt sich auf Autos, Haushaltsgeräte, Robotik oder Industrieanlagen übertragen.

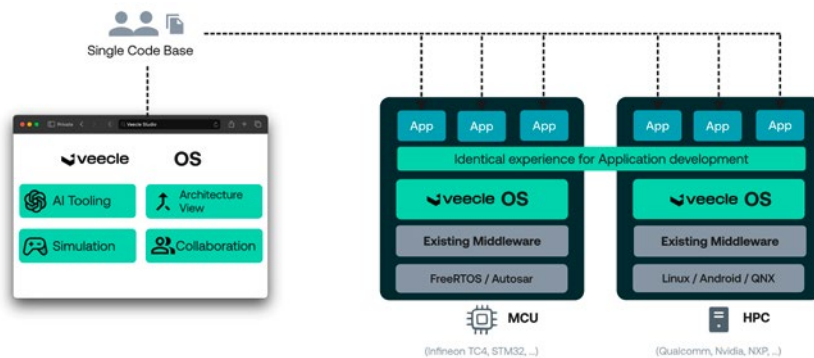
Welche Rolle spielen virtuelle Entwicklungsumgebungen und Hardwareemulationen?

Dr. Stefan Nürnberger: Eine sehr große. Entwickler können Software heute oft bauen und testen, bevor die reale Hardware überhaupt existiert. Ein Unternehmen kann einen neuen Rasenmäroboter, ein Fahrzeugsteuergerät oder ein Smart-Home-Gerät zunächst virtuell simulieren. Kameras, Sensoren, GPS-Daten oder Motorsteuerung lassen sich nachbilden.

Dadurch erkennt man sehr früh Probleme, beispielsweise, dass eine Kamera höher positioniert werden müsste oder ein Sensor ungünstig sitzt. Solche Erkenntnisse in einer späten Entwicklungsphase zu gewinnen, wäre teuer und zeitaufwändig. Virtuelle Entwicklung spart also Zeit, Geld und reduziert Fehlentscheidungen.

Inwiefern kann künstliche Intelligenz diese Entwicklung vorantreiben?

Dr. Stefan Nürnberger: KI beschleunigt Entwicklungsprozesse massiv – vom CAD-Design über Benutzeroberflächen



Veecle OS: Eine Open-Source-Laufzeitumgebung, die Hardware und Betriebssystem abstrahiert und Anwendungen vom Prototyp bis zur Produktion portabel hält.

bis hin zur eigentlichen Programmierung. Viele Standardaufgaben lassen sich heute automatisieren oder stark vereinfachen. Dazu gehört auch Code für Bilderkennung, Sensorfusion oder Steuerungslogik.

Dadurch entsteht derzeit eine deutliche Schere zwischen Unternehmen, die KI aktiv einsetzen, und solchen, die noch zögern. Kleine, agile Firmen erzielen teils enorme Effizienzsprünge. Große Organisationen riskieren dagegen, zurückzufallen.

Wo liegen die größten Hürden bei der Umstellung auf parallelisierte Entwicklung?

Dr. Stefan Nürnberger: Meist nicht in der Technik, sondern in der Organisation. Viele große Unternehmen arbeiten historisch in klar getrennten Abteilungen: Mechanik, Elektronik, Software. Entscheidungen laufen nacheinander statt parallel. Feedback-Schleifen sind langsam.

Moderne Entwicklung verlangt jedoch, dass Maschinenbauer, Elektrotechniker und Softwareteams gleichzeitig arbeiten und laufend iterieren. Das funktioniert in kleineren Teams oder Open-Source-Strukturen oft leichter als in Konzernen.

Die eigentliche Herausforderung ist daher kulturell und organisatorisch: Man muss ändern, wie ein Unternehmen arbeitet.

Wie hilft eine hardwareagnostische Softwarestrategie gegen Lieferkettenrisiken?

Dr. Stefan Nürnberger: Sehr stark. Wenn Software auf mehreren Chips lauffähig ist, kann ein Unternehmen im Krisenfall schneller den Zulieferer wechseln. Während der Pandemie sah man, dass manche Hersteller wegen fehlender Einzelkomponenten Fahrzeuge oder Geräte nicht fertigstellen konnten. Andere Unternehmen konnten alternative Chips einsetzen, ohne dass das Produkt grundsätzlich neu entwickelt werden musste. Das erhöht Resilienz erheblich – und Resilienz ist heute ein Wettbewerbsfaktor.

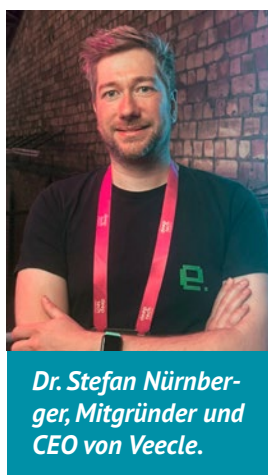
Welche Veränderungen im globalen Wettbewerb erwarten Sie bis 2035, wenn sich der Fokus von Chipproduktion hin zu Systemarchitektur, Softwareintegration und Datenökosystemen verschiebt?

Dr. Stefan Nürnberger: Ich sehe darin eine große Chance. Europa hat starke Industriekompetenz, Ingenieurwissen und hochwertige Fertigung. Wenn es gelingt, diese Stärken mit schnellen Softwarezyklen, offenen Plattformen und datengetriebenen Geschäftsmodellen zu verbinden, kann Europa wieder deutlich wettbewerbsfähiger werden.

Wer künftig nur Chips produziert, aber keine integrierten Systeme beherrscht, wird austauschbar. Entscheidend werden Plattformen, Software, Nutzererlebnis, Services und die Fähigkeit, neue Produkte schnell auf den Markt zu bringen. Wenn Europa das versteht und konsequent umsetzt, kann es bis 2035 im globalen Wettbewerb wieder deutlich aufholen.

anm ◀

Herr Dr. Nürnberger, vielen Dank für das Gespräch.



Dr. Stefan Nürnberger, Mitgründer und CEO von Veecle.

Vom Fahrzeug zur digitalen Plattform

Die Automobilindustrie steht an der Schwelle zur nächsten Ausbaustufe: Elektrifizierung, vernetzte Systeme und neue Mobilitätskonzepte verschieben die Gewichte in Entwicklung, Produkt und Geschäftsmodell.

VON ANDREAS MÜLLER

Langen definierten Leistung, Fertigungsqualität und Design den Wettbewerb. Heute rücken Komfort, Nutzererlebnis und digitale Dienste in den Vordergrund. Damit steigt der Druck, Software-Stacks zügig serienreif zu bekommen – was funktionale Sicherheit, Cybersecurity und eine robuste und funktionierende Updatekette über den gesamten Fahrzeuglebenszyklus mit einschließt. Im Lichte fragiler Lieferketten und hoher Ressourcenkosten empfiehlt es sich zudem, die Nachhaltigkeit in Architektur- und Prozessentscheidungen mitzudenken.

Nicht mehr Karosserie und Antrieb allein entscheiden, sondern die Software, die idealerweise eine komfortable User Experience, Servicefähigkeit und OTA-Updatefähigkeit bereitstellt. Das Auto wird somit auch zu einer digitalen Plattform.

Neue Entwicklungsziele bestimmen die Agenda

Im Zentrum steht das Software Defined Vehicle (SDV). Fahrzeuge werden zu Plattformen, die sich auch nach dem Kauf weiterentwickeln sollen: Funktionen kommen

per OTA-Update, HMI-Oberflächen reifen in der Nutzung, Assistenzsysteme wachsen mit den Bedürfnissen der Anwender mit. Die Hardware bildet eine langfristig stabile Basis, die Software gibt den Takt der Entwicklung vor. Standardisierte Plattformen (zum Beispiel AUTOSAR Classic/Adaptive, POSIX) und Containerisierung entkoppeln die Domänen Hardware und Software und beschleunigen den Funktions-Rollout.

Diese Logik verändert die Entwicklung, und ein Stichwort ist hier Shift Left. Denn die Validierung wandert vom späten Fahrzeugtest in frühe Simulationsphasen: von Model-in-the-Loop (MiL) über Software-in-the-Loop (SiL) bis hin zu virtuellen Steuergeräten (vECU) in Continuous-Integration-Pipelines. Anforderungen, Architektur und Tests greifen modellbasiert ineinander. Die Traceability sichert Nachweise bis in die Homologation. Eine Schlüsselrolle spielen dabei digitale Zwillinge. Mehrskalen- und Mehrdomänenmodelle bilden Fahrzeug, Subsysteme und Komponenten elektrisch, elektronisch, mechanisch und thermisch virtuell ab. Mit szenariobasiertem Testen, Closed-Loop-Simulation und Flottenfeedback lassen sich Entwicklungsentscheidungen beschleunigen und kostspielige Iterationen in den digitalen Raum verlagern.

Zentral ist die Virtualisierung der Fahrzeugarchitektur über den gesamten Stack – von der Systemebene bis ins Halbleiter-

Digitale Produktionsplattform (DPP)
Volkswagen Group richtet Produktion auf KI-Zeitalter aus

Flexiblere und effizientere Produktionsprozesse

Geringere IT-Kosten

Fahrzeuge schneller bei Kunden

Volkswagen nutzt eine digitale Produktionsplattform unter anderem, um künstliche Intelligenz (KI) und moderne IT-Systeme flächendeckend in seinen Werken einzusetzen.

design. Anbieter wie Synopsys ermöglichen virtuelle Prototypen (zum Beispiel auf SystemC/TLM-Basis), Co-Simulation und frühes Software-Bring-up vor verfügbarer Hardware. Das macht Systemverhalten vorhersagbar und reduziert Prototyping-Aufwände.

Die größten Herausforderungen

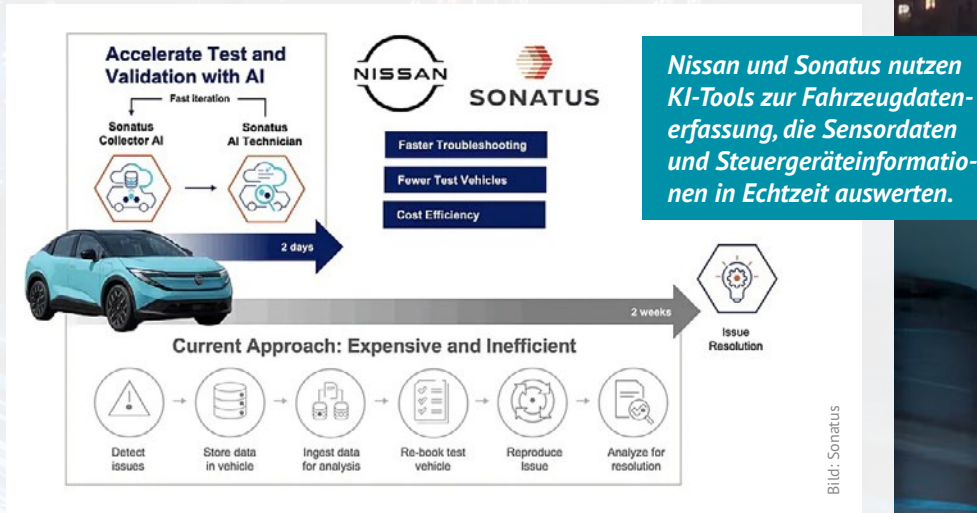
Die Nutzer erwarten die leichte Bedienbarkeit des Smartphones im Fahrzeug: reaktionsschnelle HMIs, stabile Konnektivität, kurze Bootzeiten und die nahtlose Integration ihrer digitalen Dienste – sowie kontinuierliche Verbesserungen ohne Werkstattbesuch. Andererseits müssen die Hersteller in der Entwicklung auch die Regulatorik im Blick behalten. Denn die Anforderungen an funktionale Sicherheit (ISO 26262), SOTIF, Cybersecurity und Software-Updates (UNECE R155/R156), Datenschutz und Zulassungen für automatisierte Funktionen erhöhen die Komplexität. Neben Ingenieurskunst sind belastbare Prozesse, Dokumentation und Konformitätsnachweise (zum Beispiel ASPICE) Pflicht.

Auch die Lieferketten bleiben im Kontext geopolitischer Verwerfungen fragil. Die Abhängigkeiten von Chips und Rohstoffen haben die Verwundbarkeit gerade der europäischen Hersteller offengelegt. Multisourcing, soweit möglich Phase-out von US- und China-Lieferketten, Second-Source-Designs, modulares Baukastendenken und transparente Stücklisten – bis in die Software (SBOM) hinein – könnten hier belastbare Rezepte sein.

Zudem verändert sich die Zusammenarbeit von OEMs und Zulieferern. Weil aus klar getrennten Komponenten integrierte Systeme aus Hardware, Software und Services entstehen, gilt es, Verantwortlichkeiten, Schnittstellen und Sicherheitsanforderungen in Ende-zu-Ende-Architekturen neu zu verteilen. Hinzu kommt der Flickenteppich an Standards. Differierende Lösungen bei OTA, Diagnostik, Datenmodellen oder Fahrzeug-APIs bremsen Tempo und Interoperabilität – und erschweren internationale Programme.

Neue Entwicklungswelt

Hardware folgt langen Industriezyklen, Software hingegen iteriert schnell – or-



Nissan und Sonatus nutzen KI-Tools zur Fahrzeugdatenerfassung, die Sensordaten und Steuergeräteinformationen in Echtzeit auswerten.

chestriert über modellbasierte Systeme (MBSE), durchgängige Simulation und automatisierte Tests. So treffen Teams frühe, belastbare Entscheidungen und vermeiden späte, teure Änderungen.

HiL (Hardware-in-the-Loop) bleibt ein zentrales Werkzeug in der Entwicklung – flankiert von SiL, MiL und Fahrdynamikprüfständen. Unter realistischen Bedingungen lassen sich so Steuergeräte und Software prüfen, lange bevor ein vollständiger Prototyp bereitsteht. Szenariobibliotheken, synthetische Daten und Coverage-Metriken erhöhen die Testtiefe, gerade bei ADAS/AD-Funktionen.

Auch Test und Validierung gewinnen weiter an Boden. Die Assistenzsysteme müssen ein enormes Spektrum an Situationen sicher beherrschen, zum Beispiel verschiedene Wettereinflüsse oder unübersichtliche Baustellen. Toolchains für Datenmanagement, Annotation und Re-Simulation schlagen die Brücke zwischen Straße und Entwicklungsabteilung.

Nissan Technical Centre Europe und Sonatus arbeiten beispielsweise mit KI-gestützten Tools zur Fahrzeugdatenerfassung, die Sensordaten und Steuergeräteinformationen in Echtzeit auswerten. Unregelmäßigkeiten und potenzielle Fehler werden früh erkannt, wodurch sich Entwicklungs- und Analysezeiten in ersten Anwendungen von Wochen auf wenige Tage verkürzen. Der Ansatz reduziert die Abhängigkeit von physischen Testfahrzeugen und stärkt einen „Digital-first“-Entwicklungsworkflow, bei dem Simulation, reale Daten und KI-gestützte Auswertung eng verzahnt werden.

Parallel modernisieren Hersteller die fahrzeuginternen Datennetze. Ein Ether-

net-Backbone mit TSN ergänzt CAN-FD und LIN, domänenbasierte werden zu zonalen Architekturen. Zentrale Hochleistungsrechner (SoCs) konsolidieren Funktionen, Hypervisoren trennen Sicherheitsklassen, OTA-Pipelines aktualisieren Software von Infotainment bis zur Fahrdynamik.

Digitale Plattformlogik

Ergänzend dazu steht auch die industrielle Fertigung im Zeichen einer digitalen Plattformlogik: So baut zum Beispiel die Volkswagen Group gemeinsam mit Amazon Web Services ihre „Digitale Produktionsplattform“ (DPP) weiter aus. Diese cloud-basierte Fabrikarchitektur verbindet bereits Dutzende Werke weltweit und ermöglicht den konzernweiten Einsatz von KI in Produktion, Logistik und Qualitätssicherung. Anwendungen wie KI-gestützte Fehlererkennung, virtuelle Prozessoptimierung und standardisierte Produktions-IT schaffen durchgängige Datenflüsse zwischen Entwicklung und Fertigung.

Fazit und Ausblick

Die kommenden Jahre dürften von fünf Trends geprägt sein: stärker zentralisierte, zonale Fahrzeugarchitekturen; schnellere, kontinuierliche Software-Updates entlang sicherer OTA-Pipelines; eine konsequente Virtualisierung mit Digital Twins und vE-CUs; robustere, transparentere Lieferketten mit Design-for-Resilience; sowie neue Partnerschaften zwischen Automobil- und Tech-Industrie. Mehr dazu erfahren Sie in dieser Ausgabe in unserem Expertengipfel auf den Seiten 12 bis 18.

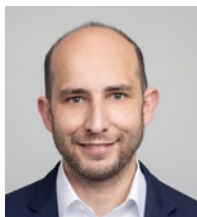
anm ◀

1. Wo sehen Sie derzeit die größten Hürden und Herausforderungen in der Fahrzeugentwicklung?
2. Wie können digitale Werkzeuge wie generatives Design, Simulation und durchgängige Datenplattformen dabei helfen, Entwicklungsprozesse zu beschleunigen und das Endprodukt zu verbessern?
3. Könnten Sie uns bitte dafür ein Beispiel nennen?
4. Welche technologischen Trends werden die Automobilindustrie in den nächsten fünf Jahren am stärksten prägen?
5. Was macht für Sie das Auto der Zukunft aus?

Mit digitalen Zwillingen den Shift-Left meistern

Softwaredefinierte Architekturen, KI-Agenten und OTA-Updates verändern die Abläufe in der Automobilentwicklung. Welche Ziele, Lösungen und Trends prägen die nächsten Jahre? Unsere Expertenrunde gibt Antworten. **VON ANDREAS MÜLLER**

Die Automobilentwicklung muss viele verschiedene Ziele im Blick behalten, die sich teilweise nur durch Kompromisse erreichen lassen: kürzere Time-to-Market, hohe Softwarequalität, funktionale Sicherheit sowie sinkende Kosten und geringerer Energieverbrauch. Und die Produktentwicklung geht nach dem Verkauf noch weiter. Denn Autos werden zunehmend zu softwaredefinierten Plattform mit kontinuierlichen Updates, datenbasierten Services und echter Personalisierung.



Alexander Lenk

Head of Automotive & Manufacturing Solutions Architecture EMEA bei AWS.

1. Die Software-Komplexität im Fahrzeug wächst exponentiell – getrieben durch Elektrifizierung, autonomes Fahren, Cybersecurity und eine steigende Variantenvielfalt. Gleichzeitig arbeiten Teams oft in Silos; der durchgängige digitale Faden vom Konzept über die Simulation bis zur

Produktion fehlt. Skalierbare Cloud-Infrastruktur, Virtualisierung und durchgängige Datenplattformen können hier Abhilfe schaffen – aber der Wandel von klassischen, hardwaregebundenen Prozessen hin zu softwaregetriebener Entwicklung ist kulturell und technisch anspruchsvoll.

2. Der Schlüssel liegt im ‚Shift Left‘ – Entwicklung, Test und Validierung so früh wie möglich in den Prozess verlagern. Auf AWS können OEMs Software auf virtualisierten Steuergeräten (vECUs) in der Cloud entwickeln und testen, unabhängig von physischer Hardware. Cloud-basierte Engineering Workbenches geben verteilten Teams Zugriff auf einheitliche Entwicklungsumgebungen. Für das physische Design ermöglicht die Cloud CFD-, Crash- und FEA-Simulationen on demand, ohne auf lokale Cluster warten zu müssen. KI erzeugt aus Konzeptskizzen optimierte Varianten, simuliert sie direkt – und KI-Agenten werten die Ergebnisse aus und iterieren eigenständig weiter – wobei der Ingenieur jederzeit die Kontrolle behält und Entscheidungen validiert. So rücken virtuelle und physische Produktentwicklung zusammen.

3. Die BMW Group entwickelt ihr ADAS-System für die Neue Klasse auf AWS. Software wird auf virtuellen ECUs in der Cloud gebaut und getestet – unabhängig von



Bild: Postproduction, stock.adobe.com

physischen Prototypen. Das beschleunigt Iterationszyklen erheblich und macht Software-Innovation für deutlich mehr Teams zugänglich. Das gilt auch für ganz neue Innovationen wie Amazon Alexa+ mit KI-Agenten im Fahrzeug.

4. Drei Trends: Erstens wird das Fahrzeug selbst zum intelligenten Agenten – aufbauend auf Software-Defined-Vehicle-Architekturen. Der Fahrer interagiert mit seinem Auto als intelligentem Gegenüber. Dahinter arbeitet ein Multi-Agenten-System: spezialisierte KI-Agenten für Navigation, Energie, Komfort und Sicherheit, die Kontext verstehen und eigenständig Entscheidungen treffen – von Fahrwerksanpassung über Energiemanagement bis zur Routenwahl. Zweitens revolutionieren KI-Agenten das Engineering: Sie erzeugen Designvarianten, simulieren und iterieren eigenständig – vom virtuellen Steuergerät bis zur Aerodynamik. Drittens erfasst Physical AI die Fertigung: Autonome Roboter und KI-Agenten machen Produktionslinien flexibler und resilienter.

5. Das Auto der Zukunft ist ein softwaregetriebenes, ständig lernendes System, das nach dem Kauf immer besser wird. Im Zentrum steht Personalisierung: KI-Agenten ermöglichen Assistenten, die den Fahrer verstehen – von individueller Routenplanung über vorausschauendes Energiemanagement bis zu einem Infotainment, das sich an Vorlieben und Kontext anpasst. Das Fahrzeug ist nahtlos mit der Cloud vernetzt, empfängt Updates und lernt aus dem Nutzungsverhalten. Für den Fahrer bedeutet das: Jedes Auto wird mit der Zeit individueller, sicherer und komfortabler – ein persönlicher Begleiter, der sich dem Leben anpasst, nicht umgekehrt.



Josef Overberg

Geschäftsführer
Cadferm Germany GmbH.

Bild: Cadferm Germany

1. Aus unserer Sicht liegen die größten Herausforderungen heute in der zunehmenden Komplexität der Fahrzeuge und der Notwendigkeit, Entwicklung, Absicherung und Homologation neu zu denken. Elektrifizierung, automatisierte Fahrfunktionen und software-definierte Architekturen führen dazu, dass klassische, stark hardware-getriebene Entwicklungsansätze an ihre Grenzen stoßen. Hinzu kommen steigende regulatorische Anforderungen, kürzere Innovationszyklen und kleinere Budgets. Wir beobachten zudem, dass viele Unternehmen mit gewachsenen heterogenen Tool- und Datenlandschaften kämpfen, die einen durchgängigen digitalen Entwicklungsprozess erschweren.

2. Genau hier setzen wir bei Cadferm an, einschließlich unserer Partner-Unternehmen aus der Cadferm Group. Mit einem konsistenten, simulationsgetriebenen Entwicklungsansatz lassen sich physikalische Effekte und Systemverhalten sehr früh realitätsnah abbilden. Virtuelle Absicherung wird damit zu einem integralen Bestandteil der Entwicklung und nicht nur zu einem späten Prüfpunkt. Virtuelle Homologation ermöglicht es, regulatorisch relevante Nachweise reproduzierbar, transparent und skalierbar zu erbringen und

1. Wo sehen Sie derzeit die größten Hürden und Herausforderungen in der Fahrzeugentwicklung?
2. Wie können digitale Werkzeuge wie generatives Design, Simulation und durchgängige Datenplattformen dabei helfen, Entwicklungsprozesse zu beschleunigen und das Endprodukt zu verbessern?
3. Könnten Sie uns bitte dafür ein Beispiel nennen?
4. Welche technologischen Trends werden die Automobilindustrie in den nächsten fünf Jahren am stärksten prägen?
5. Was macht für Sie das Auto der Zukunft aus?

physische Tests gezielt zu ergänzen. Das reduziert Entwicklungsrisiken und beschleunigt Entscheidungen erheblich.

3. Ein gutes Beispiel ist die Absicherung moderner Fahrerassistenzsysteme. Mithilfe von Ansys-Simulationen lassen sich hochkomplexe Szenarien virtuell abbilden und systematisch auswerten. Unsere Start-ups aus der Cadfem Group unterstützen dabei: CogniBIT berücksichtigt menschliches Verhalten, während 3D Mapping und AVES Reality reale Umgebungen präzise in die virtuelle Welt übertragen bzw. Szenarien immersiv erlebbar machen. Weil das die Kommunikation zwischen Engineering, Management und Behörden deutlich erleichtert, entsteht eine belastbare Grundlage für virtuelle Freigaben und Homologationen.

4. Wir beobachten klar, dass virtuelle Entwicklung und Absicherung in den kommenden Jahren zum Standard werden. Simulation entwickelt sich vom reinen Validierungswerkzeug hin zu einem zentralen Entscheidungselement. Künstliche Intelligenz unterstützt zunehmend bei

der Beherrschung von Variantenvielfalt und Testaufwänden, während digitale Zwillinge den gesamten Lebenszyklus eines Fahrzeugs begleiten. Diese Trends erfordern durchgängige Daten- und Entwicklungsplattformen, genau hier liegt eine unserer Kernkompetenzen.

5. Für uns ist das Auto der Zukunft vor allem eines, das zuerst digital entsteht. Es wird virtuell entwickelt, virtuell abgesichert und virtuell homologiert, bevor es in Serie geht. Es ist softwaregetrieben, nachhaltig optimiert und jederzeit weiterentwickelbar. Entscheidend ist dabei nicht nur das Fahrzeug selbst, sondern das digitale Ökosystem, in dem es entsteht.



Dr. Royston Jones

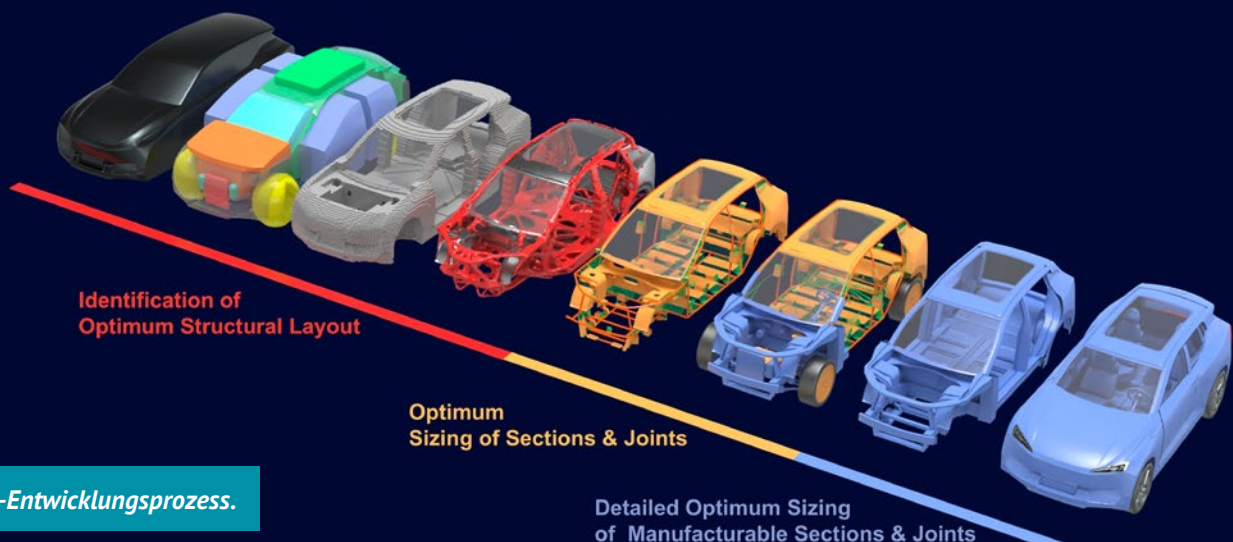
Global Head of Automotive & Transportation,
Siemens Digital Industries Software.

Bild: Siemens

1. Aus unserer Sicht stellt die explodierende Komplexität des Produkts die größte Herausforderung dar mit dem Übergang von einem mechanisch zentrierten zu einem mechatronischen System, das heißt elektrischer Antriebsstrang, umfangreiche Software, mehrere Sensoren mit hohen Datenvolumen. Dies wird zusätzlich verstärkt durch die Anforderung elastische Plattformen mit mehreren Antriebsstrang-Varianten in erheblich verkürzten Zeiträumen zu entwickeln. Darüber hinaus haben viele Organisationen noch immer Schwierigkeiten, kontinuierliche und synchronisierte Datenflüsse über die gesamte PLM-Unternehmenslandschaft hinweg zu betreiben.

2. Unser Ansatz positioniert leistungsstarke Simulation als das dominante Engineering-Tool und ersetzt physische Tests durch virtuelle Tests. Die Erweiterung der Simula-

Body-in-White Concept Development : Optimization & AI Enhanced Simulation



Body-in-White-Entwicklungsprozess.

Siemens Digital Industries Software

tion mit Optimierungs- und KI-Technologien hilft dabei, diese Fahrzeugplattformen schnell zu entwickeln und der Komplexitätsherausforderung zu begegnen. Zusätzlich bietet der umfassende Digitale Zwilling einen leistungsstarken End-to-End-Datenfluss, bei dem jede Abteilung nahtlos von der Konstruktion über die Fertigung bis hin zum Service verbunden ist. KI ist tief in die PLM-Journey eingebettet und wird zunehmend leistungsfähiger. Eine simulationsgetriebene Designmethodik erhebt Ingenieure zu Kooperationspartnern im Designprozess. Das Ergebnis ist ein Design, das Leistungsanforderungen erfüllt, physische Tests reduziert, robuste Fertigung ermöglicht und die Garantieleistung im Service verbessert.

3. Betrachten Sie die Phase Konzeptdesign der Rohkarosserie, bei der das Produkt hunderte von Leistungsattribut-Zielen erreichen muss, beispielsweise NVH, Crash usw.. Verschiedene Optimierungstechnologien, integriert mit Simulation, liefern wichtige Informationen darüber, wie Gewichts- und Leistungsziele automatisch erreicht werden können. Außerdem sind traditionell virtuelle Crash-Leistungsbewertungen ein großer ‚Engpass‘ im Designprozess. Mit Hilfe der Reduced-Order-Model-Technologie können hunderte von Crash-Simulationen effizient durchgeführt und jede einzelne Designvariation automatisch mithilfe von KI kategorisiert werden, um das Crash-Systemverhalten zu bestimmen. Folglich wird ein gewichtsoptimiertes und robustes Crash-Design ermittelt.

4. Drei wichtige Technologietrends sind hervorzuheben: die schrittweise Zunahme von KI-Anwendungen (zum Beispiel Agentic AI-Bots, Physics-basierte (Simulations-)KI, Co-Piloten usw.), End-to-End umfassende Digitale Zwillinge, die das gesamte Unternehmen umspannen und schließlich Cloud-Plattform-Ökosysteme, wie das Siemens Xcelerator-Portfolio.



Dr. Phillip Oberdorfer

Manager Technology Communication,
Cimsol Multiphysics GmbH.

1. Für uns als Softwareanbieter spiegeln sich die Herausforderungen vor allem in zwei Themenfeldern wider: Zum einen ist die Elektrifizierung technologisch noch längst nicht ausgereizt. Unternehmen müssen unterschiedliche Konzepte und Varianten unter hohem Zeit- und Innovationsdruck bewerten und weiterentwickeln. Zum anderen beobachten wir einen starken Bedarf an durchgängigen Entwicklungsprozessen. Viele Unternehmen suchen nach Softwareplattformen und Standards, die eine konsistente Entwicklung über das gesamte Fahrzeug und verschiedene Disziplinen hinweg ermöglichen.

2. Digitale Werkzeuge wie Simulation ermöglichen es, neue Konzepte frühzeitig zu verstehen und zu testen, weit bevor der erste physische Prototyp entsteht. Darüber hinaus findet man mithilfe mathematischer Optimierung nicht nur gute, sondern bestmögliche Designs und Konfigu-

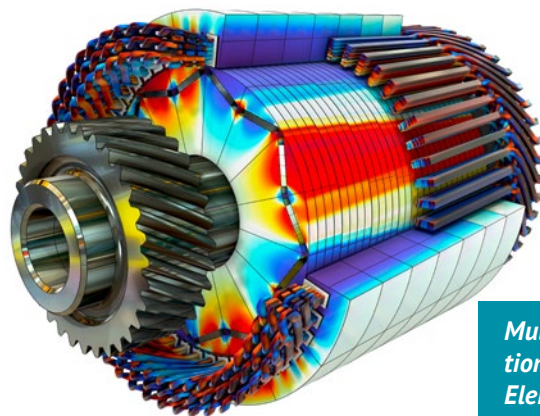


Bild: Cimsol Multiphysics

Multiphysik-Simulationsmodells eines Elektromotors.

rationen unter Berücksichtigung aller Einschränkungen. In der Praxis wird Simulation zunehmend als Ergänzung zum Prototyping eingesetzt, das beschleunigt Entwicklungsprozesse erheblich.

3. Nehmen wir zum Beispiel die Entwicklung von Leistungselektronik für elektrische Antriebe, wie Inverter. Hier kommen elektromagnetische, thermische und mechanische Effekte zusammen, die sich gegenseitig beeinflussen und die daher ganzheitlich berücksichtigt werden müssen. Bei Bosch wird Simulation genutzt, um diese Wechselwirkungen frühzeitig abzubilden, bereits in der Konzeptphase. In Kombination mit mathematischer Optimierung lassen sich dabei unterschiedliche Zielgrößen (Effizienz, Bauraum, thermische Belastung) gegeneinander abwägen und verbessern.

4. Der dominierende Trend bleibt die Elektrifizierung und diese Entwicklung wird sich sicher nicht mehr umkehren. In den kommenden Jahren wird sich entscheiden, wie wettbewerbsfähig insbesondere europäische Hersteller im globalen Vergleich aufgestellt sind und welche technologischen Antworten sie auf die starke Konkurrenz aus Asien finden.

5. Für mich sollte das Auto der Zukunft vor allem wieder stärker auf seinen eigentlichen Zweck ausgerichtet sein: alltagstaugliche, effiziente und bezahlbare Mobilität. Ich fände es wünschenswert, wenn sich der Trend zu immer größeren und schwereren Fahrzeugen wieder umkehrt. Zwischen E-Bike und großem SUV gibt es aus meiner Sicht doch viel Raum für sinnvolle Lösungen, die Individualverkehr ermöglichen, wo er notwendig ist, etwa im ländlichen Raum, und gleichzeitig Ressourcen schonen.



Markus Zwick

Geschäftsführer der
Inyo Mobility GmbH.

Bild: Inyo Mobility

1. Die zentrale Herausforderung ist nicht die Technologie, es ist die Integration. Bei INYO entwickeln wir ein L4-autonomes Fahrzeug für den öffentlichen Raum, was bedeutet, dass Fahrzeugtechnik, AD-Stack, Regulierung und Betriebslogistik nicht isoliert, sondern gleichzeitig betrachtet werden.

Die AFGB-Zulassungsanforderungen erzeugen Konstruktionskonflikte wie Redundanzen in Bremse, Lenkung und

1. Wo sehen Sie derzeit die größten Hürden und Herausforderungen in der Fahrzeugentwicklung?
2. Wie können digitale Werkzeuge wie generatives Design, Simulation und durchgängige Datenplattformen dabei helfen, Entwicklungsprozesse zu beschleunigen und das Endprodukt zu verbessern?
3. Könnten Sie uns bitte dafür ein Beispiel nennen?
4. Welche technologischen Trends werden die Automobilindustrie in den nächsten fünf Jahren am stärksten prägen?
5. Was macht für Sie das Auto der Zukunft aus?

Energieversorgung bei gleichzeitigem Leichtbauanspruch. Dazu kommt das Regulatory-Timing: TÜV-Zertifizierungen sind heute sequenzielle, manuelle Prozesse und skalieren nicht, wenn wir ab 2028 in mehreren EU-Ländern gleichzeitig deployen wollen.

2. Für uns sind digitale Werkzeuge der einzige realistische Weg, als kleines Team konkurrenzfähig zu bleiben. Generatives Design hilft direkt beim Leichtbau: Statt iterativ Gewicht herauszuoptimieren, definieren wir Lastfälle und Bauraum und lassen den Algorithmus die Geometrie finden. Simulation, die für die L4-Zulassung ohnehin Pflicht ist, erlaubt uns, Edge Cases zu testen, die im realen Betrieb Monate dauern würden. Eine durchgängige Datenplattform ist der entscheidende Hebel auf Betriebsseite: Jeder gefahrene Kilometer im Pilotbetrieb muss direkt in die nächste Entwicklungsiteration einfließen.

3. Die Homologierung eines L4-Cabs zeigt, warum eine durchgängige Toolkette keine Option, sondern eine Voraussetzung ist. Bei einem konventionellen Fahrzeug ist das Prüfobjekt das Fahrzeug. Bei einem L4-CAB ist es ein System: Fahrzeug, Sensorik, Steuerungsarchitektur, Fallback-Logik und Betriebsgebiet müssen gemeinsam bewertet werden. Das KBA erwartet Sicherheitsnachweise, die ohne Simulation nicht erbringbar sind, denn die reale Fahrleistung für alle relevanten Szenarien wäre weder zeitlich noch wirtschaftlich darstellbar.

Das bedeutet: Simulationsmodelle für den Behördennachweis müssen dieselbe Datenbasis verwenden wie die Entwicklungsumgebung und der laufende Flottenbetrieb. Sobald eine Schnittstelle bricht - unterschiedliche Parameterstände, manuelle Datenübergaben, getrennte Toolumgebungen - verliert der Sicherheitsnachweis seine Rückverfolgbarkeit. Für Inyo ist die Toolkette deshalb Teil des Produkts: Wer sie durchgängig aufbaut, kann Änderungen am Fahrzeug oder Betriebsgebiet schnell rezertifizieren.

4. Drei Trends, die sich gegenseitig verstärken: Erstens die Konvergenz von AD-Stack und Fahrzeugarchitektur, das heißt, Fahrzeuge, die von Grund auf für L4 ausgelegt sind, statt nachgerüstet werden. Inyo macht das bereits. Zweitens Software-defined Vehicles: Das Fahrzeug wird zum Endgerät für Softwareprodukte, unter anderem für Fleet-Management, Routenoptimierung, prädiktive Wartung. Drittens KI in der Entwicklung selbst: Generatives Design und automatisierte AD-Validierung werden die Entwicklungsgeschwindigkeit kleiner Hersteller dramatisch erhöhen.

5. Das Auto der Zukunft ist als Teil der Daseinsvorsorge ein mobiler Knoten in einem integrierten Verkehrssystem. Elektrisch, autonom, modular, barrierefrei, eingebettet in ein Netzwerk das effizienter ist als jedes private Fahrzeug.

Der Inyo-CAB schließt die Lücken, die entstehen, wenn Zug und Bus aufhören und es um den letzten Kilometer zur Arbeit, die Verbindung vom Dorf zum Bahnhof, den barrierefreie Zugang ohne Taxirechnung geht. Die Deutsche Bahn hat ausgerechnet, dass ein solches System 170 Euro monatliche Einsparung pro Nutzer bedeutet und ÖPNV-Zuschüsse um 20 Prozent senken könnte.



Jörg Deller

General Manager of Stationary Metrology Devices and Machine Tool Measurement bei Hexagon.

Bild: Hexagon

1. Eine zentrale Herausforderung liegt weiterhin in der fehlenden digitalen Durchgängigkeit von Daten. Konstruktion, Fertigung und Qualitätssicherung arbeiten häufig mit getrennten Systemen und unterschiedlichen Datenständen. Änderungen im CAD-Modell werden nicht konsequent in nachgelagerte Prozesse übernommen. Dadurch entstehen Bauteile, die zwar formal korrekt gefertigt sind, aber nicht mehr der aktuellen Spezifikation entsprechen. Mit steigender Komplexität und engeren Toleranzen nehmen die Konsequenzen zu. Gleichzeitig verändern sich durch geopolitische Einflüsse die Rahmenbedingungen: Lieferketten müssen regionaler organisiert und Produktionsvolumen flexibler werden.

2. Der zentrale Hebel ist ein durchgängiger Umgang mit Daten. Im „Digital Thread“ werden die aktuellen Konstruktionsinformationen automatisiert in die Fertigung und Prüfung weitergegeben. Standards wie QIF sorgen dafür, dass diese Informationen systemübergreifend konsistent bleiben. Dadurch können Prüfprogramme frühzeitig auf Basis der CAD-Daten erstellt werden und Qualitätssicherung wird zum Teil des laufenden Prozesses. Das erhöht die Prozessstabilität insbesondere in regionalen Produktions- und Lieferketten, in denen schnelle Reaktionsfähigkeit entscheidend ist.

3. Ein Beispiel ist die Einführung eines neuen Karosseriebauteils in einer regionalen Fertigung. Ohne durchgängigen Datenfluss werden Prüfpläne separat aufgebaut, Toleranzen manuell übertragen und Fehler oft erst spät im Prozess sichtbar. Die Ursachenanalyse erfolgt über mehrere Systeme hinweg, während sich die Produktion verzögert oder weitere fehlerhafte Teile entstehen. Mit einem Digital Thread entstehen Prüfprogramme automatisiert aus dem CAD-Modell, etwa mit PC-DMIS, einer Messtechniksoftware von Hexagon. Qualitätssicherung startet so parallel mit der Fertigung, Abweichungen lassen sich eindeutig zuordnen und direkt beheben – die Produktion bleibt stabil und lieferfähig.

4. Die Fertigung selbst ist bereits hochautomatisiert, doch die zugehörigen Daten liegen häufig noch in getrennten Systemen vor. Künftig werden diese Daten stärker miteinander verbunden, sodass Informationen aus Konstruktion, Fertigung und Qualität ohne Brüche zusammengeführt und einheitlich genutzt werden können.

Ein weiterer Trend ist die Integration von Echtzeitdaten in die Produktionssteuerung: Messdaten werden direkt im Prozess erfasst und genutzt, um diese dynamisch anzupassen. Dadurch entwickelt sich die Qualitätssicherung zunehmend zu einer kontinuierlichen Prozesssteuerung.

5. Beim Auto der Zukunft verläuft der Digital Thread nahtlos über den gesamten Lebenszyklus hinweg von Konstruktion bis zum Recycling. Diese Durchgängigkeit ermöglicht es, auch Erkenntnisse jenseits der Auslieferung gezielt zurückzuführen – und zwar individuell bis auf Komponentenebene. Qualität wird so nicht nur abgesichert, sondern kontinuierlich weiterentwickelt.



Verschiedene Simulationsszenarien.

Bild: IPG Automotive

zielt eingesetzt, um ausgewählte Randbedingungen zu prüfen und Modelle abzusichern. Dadurch reduziert sich die Abhängigkeit von zufälligen Ereignissen im Feldversuch deutlich.

4. Aus meiner Sicht werden in unserem Umfeld vor allem Software-in-the-Loop-Strategien, cloudbasierte Simulationen, virtuelle ECUs und digitale Zwillinge prägend sein. Hinzu kommt die stärkere Nutzung offener Standards, um Interoperabilität und Skalierbarkeit sicherzustellen. In Kombination mit CI-, CT- und CD-Pipelines entstehen hochautomatisierte Entwicklungs- und Testprozesse, die erstmals eine belastbare Absicherung komplexer Funktionen ermöglichen. Dabei ist weniger die einzelne Technologie entscheidend als deren Skalierbarkeit über Cloud-Infrastrukturen und automatisierte Testpipelines hinweg.

5. Das Auto der Zukunft ist kein statisches Produkt mehr, sondern eine kontinuierlich weiterentwickelte, softwaregetriebene Plattform. Robuste Architekturen, klar definierte Update- und Absicherungskonzepte sowie funktionale Sicherheit über den gesamten Lebenszyklus hinweg sind hier entscheidend. Dabei übernimmt die Simulation eine Schlüsselrolle, um den Entwicklungsaufwand wirksam zu reduzieren.

Bild: IPG Automotive



Ralf Sauer

Vice President Marketing & Communications, IPG Automotive GmbH.

1. Die größten Hürden ergeben sich aus der Kombination von stark wachsender Softwarekomplexität und hardwarezentrierten, historisch gewachsenen Entwicklungsstrukturen. Fahrzeuge entwickeln sich zu softwaredefinierten Systemen mit zentralen Rechnerarchitekturen und kurzen Release-Zyklen, während Prozesse, Organisationen und Teststrategien diesem Tempo oft nicht folgen. Fehler werden dadurch spät erkannt, Feedback-Schleifen verlängern sich und der wirtschaftliche Druck steigt. Zusätzlich erschwert die zunehmende Varianten- und Funktionsvielfalt eine durchgängige Absicherung.

2. Digitale Werkzeuge ermöglichen ein konsequentes Frontloading im Entwicklungsprozess. Die Simulation auf Basis unserer CarMaker-Produktfamilie verschiebt Tests frühzeitig in die Softwarephase, macht komplexe und seltene Szenarien reproduzierbar und erlaubt eine starke Parallelisierung. Durchgängige Datenplattformen wie Virto stellen sicher, dass Anforderungen, Fahrzeugvarianten, Szenarien und Testergebnisse konsistent miteinander verknüpft sind. Dadurch steigt nicht nur die Entwicklungsgeschwindigkeit, sondern auch die Qualität der Entscheidungen, da diese auf einer belastbaren Datenbasis getroffen werden können. So lassen sich Designentscheidungen bereits in frühen Konzept- und Architekturphasen absichern.

3. Ein konkretes Beispiel hierfür ist die Entwicklung und Absicherung von Fahrerassistenzsystemen. Anstatt sicherheitskritische Situationen zufällig im realen Fahrversuch zu suchen, werden diese als Szenarien definiert und virtuell variiert. Virtuelle Sensoren, Fahrzeugmodelle und Steuergerätesoftware lassen sich softwarebasiert testen und automatisiert auswerten. Anschließend werden reale Fahrversuche ge-



Marc Serughetti

Vice President Product Management, Synopsys.

Bild: Synopsys

1. Moderne Fahrzeuge sind keine Maschinen mehr – sie sind Softwareplattformen auf Rädern. Heutige softwaredefinierte Fahrzeuge (SDVs) enthalten über 600 Millionen Codezeilen, basieren auf Hunderten von Softwarelieferanten und erfordern extrem kurze Entwicklungszyklen. Gleichzeitig steigen die Kosten für physische Testfahrzeuge stark an: Große OEMs geben jährlich Hunderte Millionen für Testfahrzeuge aus, mehr als die Hälfte davon entfällt auf Software und Elektronik. Eine Produktionsverzögerung von sechs Monaten kann bis zu einer Milliarde Dollar kosten. Klassische Kennzahlen wie ‚Stunden pro Fahrzeug‘ bilden diese Realität längst nicht mehr ab.

2. Die Antwort liegt in der Virtualisierung. Mit Electronics Digital Twins (eDTs) können Entwicklungsteams Software testen, validieren und verfeinern, lange bevor physische Hardware existiert. Ansätze wie die Synopsys eDT Platform ermöglichen es, rund 90 % der Softwarevalidierung bereits vor Verfügbarkeit der Hardware durchzuführen. Dadurch sinkt die Abhängigkeit von teuren physischen Testaufbauten, CI/CD-Workflows werden beschleunigt und OEMs sowie Zulieferer können in gemeinsamen, sicheren Cloud-Umgebungen zusammenarbeiten. Durch die Virtualisierung von Fahrzeugelektronik lassen sich Entwicklungskosten um 20 bis 60 Prozent reduzieren.

3. Volvo Cars ist ein überzeugendes Beispiel. In Zusammenarbeit mit Synopsys nutzt das Unternehmen Electronics Digital Twins, um die Validierung in die frühesten Entwicklungsphasen zu verlagern. Durch virtualisierte ECUs kann das Team Tests durchführen und Probleme erkennen, bevor überhaupt Hardware existiert. Die Ergebnisse: geringere Entwicklungskosten, höhere Softwarequalität und schnellere Innovation über den gesamten Fahrzeuglebenszyklus hinweg.

4. Drei Entwicklungen stechen hervor: Erstens Physical AI – Intelligenz, die direkt in Fahrzeugelektronik eingebettet ist. Zweitens softwaredefinierte Fahrzeuge, die neue Möglichkeiten zur Verbesserung des Kundenerlebnisses schaffen, aber auch effizientere, kontinuierliche Verifikation und Validierung in der technischen Entwicklung erfordern. Drittens agentische KI im Engineering-Prozess selbst: Synopsys hat bereits einen agentenbasierten L4-Workflow für Chipdesign demonstriert, der Produktivitätssteigerungen von bis zu fünfmal ermöglicht. Zusammen erfordern diese Trends eine grundlegend neue Ingenieursphilosophie – von Silizium bis System.

5. Das Auto der Zukunft ist ein softwaredefiniertes, KI-getriebenes System – kontinuierlich aktualisiert und permanent lernend. Hardware wird zur Plattform. Software definiert das Erlebnis. Entwicklung, Validierung und Innovation laufen nicht mehr sequenziell, sondern parallel und virtuell über den gesamten Fahrzeuglebenszyklus hinweg. Wer wettbewerbsfähig bleiben will, muss System, Software und Silizium als eine Einheit betrachten. Dafür braucht es offene, kollaborative Plattformen – genau solche, die die Industrie gerade erst zu entwickeln beginnt.



Guido Bairati

Vice President Sales
bei HBK.

1. Drei fundamentale Veränderungen setzen die Automobile Entwicklung heute verstärkt unter Druck: Erstens kürzere Entwicklungszyklen bei steigender Komplexität durch Elektrifizierung, ADAS und Software-Integration. Zweitens der Übergang vom sequenziellen zum parallelen Arbeiten – Sicherheit, NVH, Haltbarkeit und Softwarefunktionen müssen heute simultan entwickelt werden. Und schließlich: Die Entwicklung endet nicht mehr am Band. Bei Software-



Bild: Postproduction, stock.adobe.com

defined Vehicles werden Funktionen nach dem Launch kontinuierlich über OTA-Updates weiterentwickelt.

2. Digitale Werkzeuge verschieben Validierung gezielt nach vorne: Simulation und modellbasiertes Design erkennen Probleme, bevor Hardware existiert. Durchgängige Datenplattformen verbinden virtuelle und physische Tests in Echtzeit – Erkenntnisse aus Simulationen optimieren physische Tests, reale Messdaten verfeinern den digitalen Zwilling. Darüber hinaus wertet KI große Datenmengen automatisiert aus und liefert fortlaufend Engineering-Intelligenz für schnellere Entscheidungen. Insgesamt sind bis zu 50 Prozent kürzere Entwicklungszeiten möglich und ein Endprodukt, das kontinuierlich – auch nach dem Serienstart – durch Felddaten verbessert wird.

3. Ein gutes Beispiel ist die Hardware-in-the-Loop (HiL)-Methodik: Physische Komponenten wie Dämpfer oder Lenksysteme interagieren auf dem Prüfstand mit einem hochpräzisen virtuellen Fahrzeugmodell. Die so erzeugten Daten fließen permanent in die Simulation zurück, während das virtuelle Modell den fahrdynamischen Kontext liefert, den die Hardware allein nicht abbilden kann. Das Ergebnis ist ein präzises, real-datenbasiertes Modell mit weit höherer Präzision und Aussagekraft, als es physisches Testen oder Simulation jemals allein erreichen könnten. Und das, bevor ein erster Prototyp existiert.

4. Die nächsten Jahre werden vor allem durch softwaredefinierte Fahrzeuge geprägt, die sich per Over-the-Air-Updates kontinuierlich weiterentwickeln. Künstliche Intelligenz übernimmt zentrale Funktionen in Assistenzsystemen und Personalisierung, während autonomes Fahren schrittweise voranschreitet. Elektroautos werden durch bessere Batterien und sinkende Kosten massentauglicher. Parallel verändern sich die Entwicklungswerkzeuge: Cloud-basierte Plattformen, Simulationen, digitale Zwillinge und KI-gestützte Softwareentwicklung beschleunigen Prozesse erheblich. So wird das Auto vom klassischen Produkt zu einer vernetzten, datengetriebenen Plattform.

5. Das Fahrzeug der Zukunft ist kein abgeschlossenes Produkt mehr – es ist ein lebender digitaler Zwilling: physisch und virtuell, kontinuierlich weiterentwickelt durch Realdaten. Es wird sicherer, je mehr es fährt. Es entsteht in parallelen Engineering-Streams, weil die Entwicklungsinfrastruktur genau das ermöglicht. Und es hebt die Grenze zwischen virtueller und physischer Welt auf. Die Unternehmen, die smarte Prototypen, digitale Zwillinge und KI-gestützte Datenintelligenz konsequent integrieren, werden die Automobilindustrie der nächsten Dekade definieren. *anm* ◀

Digitale Werkübergabe mit One-Model-Struktur

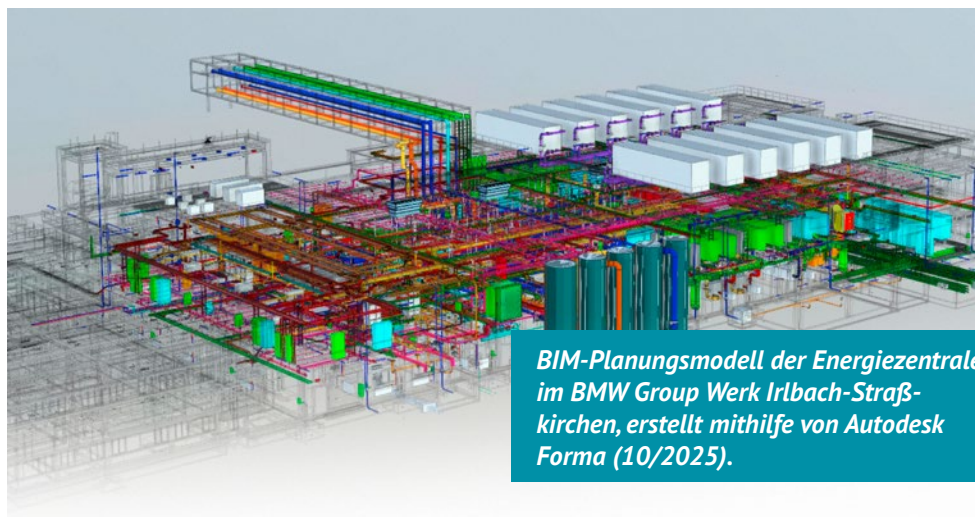
Im neuen Werk Irlbach-Straßkirchen setzt die BMW Group bei Inbetriebnahme, Abnahme und Übergabe auf einen durchgängig digitalen Prozess. Ein zentrales Gesamtmodell reduziert den Aufwand.

Für die Inbetriebnahme, Abnahme und Übergabe (IAÜ) des neuen BMW Group Werks Irlbach-Straßkirchen liefert Autodesk die digitale Lösung und bündelt das gesamte Projekt in einem einzigen, objektorientierten Modell. Das Projekt setzt auf automatisierte Übergabeprozesse (ACC-Pilot), die Anbindung an SAP/RE-FX/EAM sowie auf autonome Drohnen für Scans zur Kollisionsprüfung.

Die Lösung für Inbetriebnahme, Abnahme und Übergabe reduziert manuelle Abstimmungsaufwände deutlich, erhöht die Transparenz aller Übergabeobjekte und ist als Best-Practice-Ansatz auf Folgeprojekte übertragbar.

Ergebnisorientiertes BIM für die IAÜ

Autodesk geht gemeinsam mit der BMW Group einen weiteren Schritt bei der digitalen Transformation des Bauwesens. Zusammen wurde die Inbetriebnahme, Abnahme und Übergabe des neuen Werks der BMW Group für die Montage von Hochvoltbatterien mit der Autodesk Construction Cloud digitalisiert. Dabei kam auch die Methode des „Ergebnisorientierten BIM“ (Outcome-Based BIM) zum Einsatz. Durch die digitale Vernetzung von Arbeitsabläufen, Teams und Daten konnten mögliche Störfälle auf



BIM-Planungsmodell der Energiezentrale im BMW Group Werk Irlbach-Straßkirchen, erstellt mithilfe von Autodesk Forma (10/2025).

der Baustelle frühzeitig identifiziert und vermieden werden. Darüber hinaus wurde die Projektzeit optimiert. Durch die durchgängige digitale Abbildung des gesamten Werks in einem einzigen, objektorientierten „One Model“ entfielen rund 25.000 manuelle Informationsanfragen. Die Beteiligten konnten alle notwendigen Prozesse termingerecht abschließen.

Ein zentrales Modell als Datendrehscheibe

Kern des Ansatzes ist die Kombination einer cloudbasierten Plattform mit klar definierten Übergabe-Outcomes. Sämtliche projektbezogenen Informationen laufen in einem zentralen Modell zusammen und stehen allen Beteiligten konsistent bereit. Der konsequente One-Model-Ansatz umfasst insgesamt 62 Fachmodelle, die in einem Koordinationsmodell zusammengeführt wurden. Damit wird eine durchgängige Datenkonsistenz über alle Gewerke und Phasen der IAÜ hinweg sichergestellt.

Informationsverluste an Schnittstellen, doppelte Datenhaltung oder unterschiedliche Bearbeitungsstände sollen auf diese Weise vermieden werden. Gleichzeitig wird die Zusammenarbeit zwischen Planung, Realisierung und späterem Betrieb erleichtert.

Automatisierte Übergaben an SAP und Co.

Die Übergabedaten werden systemgestützt für nachgelagerte IT-Systeme wie SAP, RE-FX und EAM aufbereitet und über Schnittstellen übergeben. Dadurch entfallen Nachbearbeitungsschleifen und Doppelangaben. Zugleich wird die Betriebsübergabe beschleunigt und das Fehlerpotenzial reduziert. Daten stehen strukturiert und ohne zusätzliche manuelle Aufbereitung für die weiteren Prozesse bereit. Nach Angaben der Projektpartner spart der digitale IAÜ-Prozess rund 450 Arbeitsstunden und ermöglicht termingerechte Übergaben auch in einem komplexen industriellen Umfeld.

Drohnen im Einsatz für Prüfung und Qualität

Ergänzend kommen autonome Drohnen für Kollisions- und Bestandsprüfungen vor Ort zum Einsatz. Die erfassten ortsbezogenen Daten werden mit dem digitalen Modell abgeglichen. So lassen sich Abweichungen frühzeitig erkennen und der reale Baufortschritt mit dem Planungsstand vergleichen. Das trägt zur weiteren Erhöhung der Qualitätssicherung bei und unterstützt die termingerechte Fertigstellung. *anm* ◀

Tipps & Tricks

Alle Tipps sollen zum selbstverständlichen Umgang mit AutoCAD und seinen vertikalen Lösungen animieren, ihn vor allem erleichtern. Aus den vielen Leserfragen haben wir die zur Veröffentlichung ausgewählt, die allen Anwendern auch einen praktischen Nutzen versprechen. Die Fragen beantwortet unser Experte Wilfried Nelkel.

Bild: NK-Photo, AdobeStock

1 Informationen in mehreren Layouts synchronisieren

? Die Werte im Schriftkopf von meinen Zeichnungen (enthalten teilweise bis zu zehn Layouts) möchte ich nicht mehrfach eingeben, sondern nur ein Mal die Informationen eintragen, die dann in allen Layouts angezeigt werden. Über Attribute konnte ich nicht den gewünschten Effekt erzielen. Gibt es hier eine Möglichkeit, dies zu bewerkstelligen? Ich arbeite mit AutoCAD 2022.

So eine Möglichkeit können Sie mit individuellen Schriftfeldern bewerkstelligen. Öffnen Sie Ihre Zeichnungsvorlage. Im großen A links oben gehen Sie auf „Zeichnungsprogramme → Zeichnungseigenschaften“. (Bild 1)

Es erscheint eine Dialogbox mit mehreren Registerkarten, in der Sie zur Registerkarte „benutzerspezifisch“ wechseln. Tragen Sie hier über den Button „Hinzufügen“ entsprechende Namen für die gewünschten Schriftfelder ein. Als Wert können Sie etwa Ihren Namen hinterlegen und später dann diese Werte bearbeiten. (Bild 2)

Diese definierten Werte werden dann in den Schriftfeldern als Name des Schriftfelds angezeigt. So können Sie Ihren Schriftkopf mit diesen definierten Schriftfeldern ausstatten. Verändern Sie die Werte über die Zeichnungseigenschaften, werden Ihre Schriftfelder in allen Layouts automatisch angepasst. Notfalls regenerieren Sie die Zeichnung. (Bild 3)

Die Einstellungen für die Aktualisierung von Schriftfeldern erfolgt über die Optionen → Registerkarte „Benutzereinstellungen“. Hier finden Sie im unteren linken Bereich einen Button „Schriftfeld-Aktualisierungseinstellungen...“. Klicken Sie darauf. Nun können Sie einstellen, wann Schriftfelder automatisch aktualisiert werden.

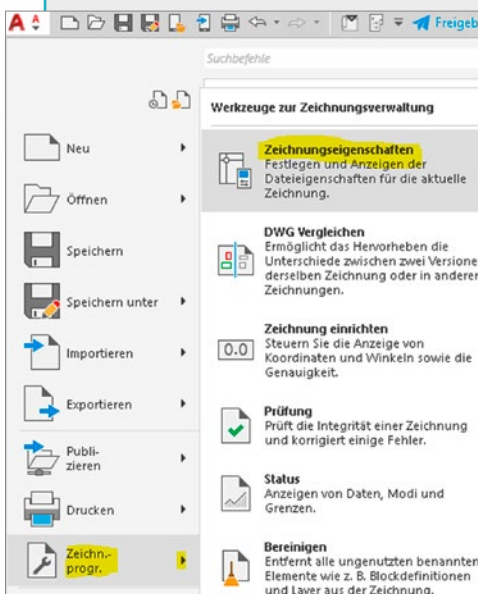


Bild 1: Die Zeichnungseigenschaften öffnen.

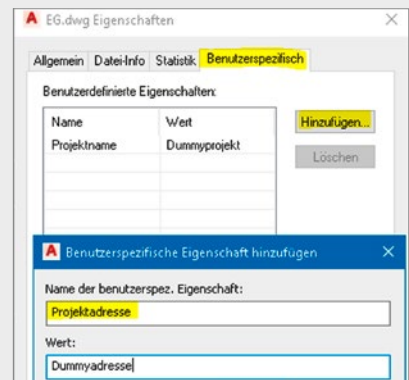


Bild 2: Persönliche Schriftfelder definieren.

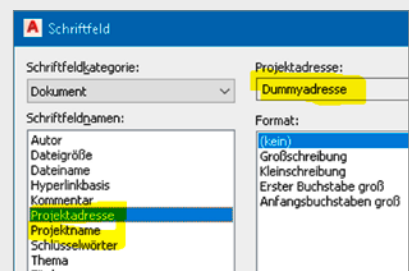


Bild 3: Einfügedialog für Schriftfelder mit den im Schritt eins definierten Parametern.

2 Nur eine Zeichnung lässt sich öffnen

? Ich arbeite mit AutoCAD 2026 und kann mir nicht erklären, wieso beim Öffnen einer zweiten Zeichnung die vorausgegangene Zeichnung immer geschlossen wird. Da ich oft Elemente von einer Zeichnung in eine andere kopiere, ist mir das gleichzeitige Öffnen mehrerer Zeichnungen enorm wichtig. Ich behelfe mir mittlerweile damit, dass ich einfach mein AutoCAD ein weiteres Mal starte, was jedoch etwas umständlich und speicherintensiv ist. Gibt es hier eine Einstellung?

Ja, die gibt es. Hintergrund ist die Systemvariable SDI, die für „Single Document Interface“ steht. Wenn Sie auf eins steht, können Sie nur eine einzige Zeichnung in einer AutoCAD-Sit-

zung öffnen. Verstellen Sie die Variable auf 0 (Null) und Ihr AutoCAD verhält sich wieder wie von Ihnen gewohnt und gewünscht. Ich würde an Ihrer Stelle die Systemvariable SDI zur Liste der

überwachten Systemvariablen hinzufügen. Normalerweise sollte sich diese Variable nicht verstellen. Unter Umständen haben Sie eine lokale Anwendung, die diese Systemvariable verstellt.

3 Unerwünschte Präfixe von Layernamen entfernen

? Wir haben nun ein weiteres Problem, nachdem wir wie von Ihnen beschrieben, Fremdzeichnungen nicht mehr als Block in unsere Zeichnung einfügen, sondern mithilfe externer Referenzen mit der Bindeoption Binden-Binden. Unsere Layernamen haben nun den gesamten DWG-Dateinamen der Fremdzeichnung als Präfix, was bedeutet, dass zum Beispiel der Layername der ursprünglichen Zeichnung „Wand“ nach dem Binden nun „230907_plan importiert\$0\$Wand“ lautet. Das ist sehr unglücklich und unübersichtlich. Da es sich um rund 100 Layer handelt, würden wir gerne „in einem Rutsch“ das nicht gewünschte Präfix aus den Layernamen entfernen. Kann man das tun?

Sie können solche Dinge bequem mit dem Befehl UMBENENN in AutoCAD lösen. Starten Sie den Befehl und geben Sie in das Feld „Alter Name“ das unerwünschte Präfix, gefolgt mit einem Sternchen ein, also „230907_plan importiert\$0\$*“. In das Eingabefeld neben „Umbenennen in“ tippen Sie lediglich einen Stern ein. (Bild 4)

Sobald Sie nun auf den Button „Umbenennen in“ klicken, werden alle Präfixe „230907_plan importiert\$0\$“ entfernt.

Es gibt übrigens noch weitere Möglichkeiten, mit diesem Befehl mehrere Einträge zu verändern. Dies betrifft Blöcke, Layer, Textstile usw. Starten Sie ihn noch einmal oder „_rename“ und markieren im linken Bereich das benannte Objekt „Layer“. Im rechten Bereich markieren Sie mit strg und/oder der Großschreibtaste die Layer, denen ein Präfix vorangestellt werden soll.

Durch die Auswahl mehrerer Layernamen, verändert sich der Eintrag in der Zeile „Alter Name:“ auf „*variiert*“. Nun tragen Sie in der Zeile „Umbenennen in:“ das gewünschte Präfix ein, gefolgt von einem Sternchen „*“. Klicken Sie auf den Button

„Umbenennen in:“ oder auf OK und automatisch werden allen Ihren gewählten Layern das eingegebene Präfix vorangestellt. (Bild 5)

Wenn Sie ein Suffix an Layernamen anhängen möchten, muss man mit Fragezeichen arbeiten. Hierbei verhält sich dieser Dialog etwas anders. Im gezeigten Beispiel haben wir mehrere Layer mit drei Buchstaben (es könnte genauso gut ein Buchstabe sein). Nun gibt man mindestens drei Fragezeichen (oder mehr) in der Zeile „Umbenennen in:“ ein. Nachfolgend tippt man das gewünschte Suffix ein. Ein Klick auf diesen Button übernimmt dann pro Fragezeichen den bestehenden Layernamen und setzt den Wert „_WIN-Verlag“ hinter die Layernamen. Das heißt, beim Umbenennen von mehreren Layern mit Suffix muss die Anzahl der Fragezeichen größer oder gleich der Anzahl Buchstaben des bestehenden Layernamens sein.

Die hier gezeigten Techniken funktionieren auch mit Textstilen und Bemaßungsstilen sowie allen benannten Objekten, die man im linken Bereich des ersten Dialogs sehen kann.

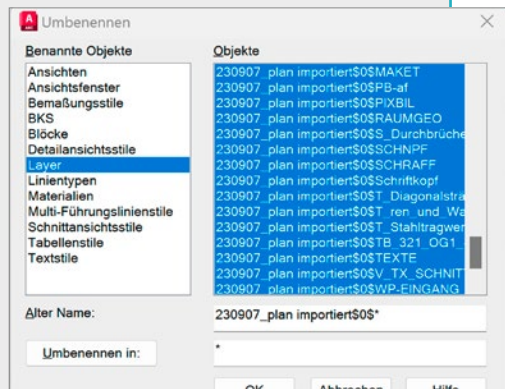


Bild 4: Textstil der ursprünglichen Zeichnung „Standard“ in der neuen Zeichnung nach Binden-Binden.

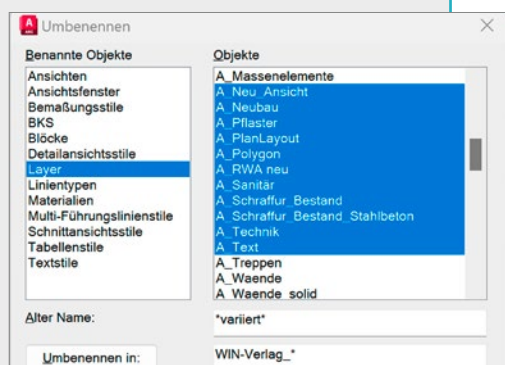


Bild 5: Präfix zu beliebigen Layernamen hinzufügen.

5 Andere Plotfarben in Ansichtsfenster

? Wir arbeiten mit AutoCAD 2026 im Bereich der Haustechnik und bekommen von Architekten DWG-Dateien zur Verfügung gestellt. In diesen Zeichnungen, die wir als externe Referenzen hinterlegen, zeichnen wir unsere Haustechnik (Sanitär, Lüftung usw.) ein. Hierzu zeichnen wir also nicht in den Architektenplänen, sondern zeichnen unsere Objekte „darüber“.

Nun möchten wir einen Plan auf einem einzigen Layout einmal ohne Haustechnik darstellen und in einem anderen Ansichtsfenster mit. Im Ansichtsfenster mit Haustechnik soll jedoch der Architektenplan in einem leichten Grau dargestellt werden, damit unsere Konstruktionen deutlich angezeigt werden. Die Ansicht der externen Referenz können wir durch Veränderung der Systemvariablen `XDWGFADECTL` einstellen. Dies würde uns schon fast genügen, wobei hier zum Beispiel rote Objekte des Architekten zwar noch immer rot dargestellt werden, jedoch etwas ausgeblendet erscheinen. Ist es möglich, in einem Ansichtsfenster den Architektenplan „farbig“ zu plotten und in einem anderen Ansichtsfenster den Plan komplett in einer grauen Farbe auszugeben?



Bild 6: Layerkonvertierungsprogramm in der Ribbonleiste von AutoCAD 2026.

Grundsätzlich ja, ein Problem tritt jedoch auf, wenn der Architekt seine Objekte nicht mit der Farbeinstellung „Von Layer“ gezeichnet hat. Folgenden Hintergrund müssen Sie hierfür wissen: Seit einiger Zeit ist es im AutoCAD nicht nur möglich, die Layer einzelner Ansichtsfenster zu frieren (also Befehl „AFLAYER“), sondern auch für einzelne Ansichtsfenster die Eigenschaften von Layer zu verändern. Dies betreffen die Farbe, den Linientyp, die Linienstärke sowie die Transparenz. Das heißt, Sie können nun neben dem Frieren einzelner Layer in einem Ansichtsfenster auch die Ansichtsfensterfarbe, den Ansichtsfensterlinientyp, die Ansichtsfensterlinienstärke als auch die Ansichtsfenstertransparenz einstellen. Dies gilt jedoch nur dann, wenn die Objekte mit

den Eigenschaften „Von Layer“ erzeugt wurden. Angenommen der Architekt hat einer roten Linie die Objektfarbe „rot“ zugewiesen, so kommen Sie mit diesem Verfahren nicht weiter. Es gibt jedoch einen Trick, wie Sie von allen Objekten des Architektenplanes die Eigenschaften auf „Von Layer“ konvertieren können. Zu diesem Zweck öffnen Sie die Architektenzeichnung direkt in AutoCAD. Starten Sie das Layerkonvertierungsprogramm, das sich in der Ribbonleiste „Verwalten“ befindet. Alternativ tippen Sie den Befehl „LAYTRANS“ in der Befehlszeile ein. (Bild 6)

Es erscheint nun eine Dialogbox. Im linken oberen Bereich werden die aktuellen Layer dieser Zeichnung angezeigt. Der rechte Bereich ist zunächst leer. Nun klicken Sie rechts auf den Button „Laden“ und öffnen die Architektenzeichnung noch einmal. Klicken Sie dann auf den mittleren Button „Dasselbe map.“ Dies bewirkt,

dass hier keine Veränderung der Layernamen stattfindet. Nun klicken Sie auf den Button unten links „Einstellungen“. Wie Sie aus dem Bild erkennen können, gibt es hier die Möglichkeit, sowohl die Objektfarbe, den Objektlinientyp, Objekttransparenz usw. auf „Von Layer“ umzuwandeln. So ersparen Sie sich umfangreiche manuelle Veränderungen der einzelnen Objekte, zumal hier auch Blöcke verändert werden können, sofern Sie dies möchten.

Anschließend klicken Sie dann auf den Button „Konvertieren“. Zunächst werden Sie noch gefragt, ob Sie nur konvertieren möchten, oder die Konvertierungseinstellungen für spätere Verwendung speichern wollen. Hier würde dann eine so genannte LAS-Datei erzeugt werden. Ein Klick auf „Nur Konvertieren“ genügt hier an dieser Stelle jedoch. Augenblicklich werden jetzt alle Objekte entsprechend den Layerfarben angezeigt und die Ansichtsfensterüberschreibung der Layereigenschaften funktioniert problemlos.

Noch einfacher geht es, der Systemvariablen „XREFOVERRIDE“ den Wert 1 zuzuweisen. Vorteil ist, dass die Zeichnung, die Sie vom Architekten bekommen haben, nicht verändert

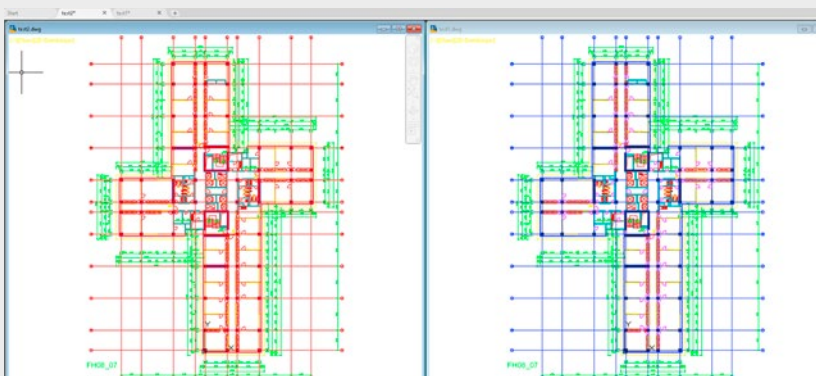


Bild 7: DWG (li.) als XRef hinterlegt mit XREFOVERRIDE = 1 und (rechts) mit 0.

wird. **0 bedeutet:** Wenn die Eigenschaften der Objekte (wie Farbe, Linientyp, Linienstärke, Transparenz oder Plotstil) in der externen Referenzzeichnung auf Von Layer gesetzt sind, werden alle Änderungen an den XRef-Layer-Eigen-

schaften in der aktuellen Zeichnung angezeigt (älteres Verhalten).

1 bedeutet: Sind die visuellen Eigenschaften der Objekte in der externen Referenzzeichnung nicht auf Von Layer gesetzt, werden

Objekte auf XRef-Layern so behandelt, als wären ihre Eigenschaften auf Von Layer gesetzt, und jeder externe Referenzlayer kann über einen eigenen Satz von Überschreibungen verfügen. (Bild 7)

6 Transparenz, aber wo?

? In unzähligen Präsentationen wurde uns gezeigt, dass AutoCAD auch transparente Objekte darstellen kann. Dies wäre für uns vor allem für den Bereich Schraffuren interessant. Eigenartigerweise zeigt unser AutoCAD jedoch keine transparenten Objekte an, weder Linien, Bogen noch Schraffuren. Wir haben jeweils versucht, die Layer-Transparenz zu aktivieren und auch die Objekttransparenz zu verändern, immer ohne Erfolg. Machen wir etwas falsch oder benötigen wir unter Umständen eine andere Grafikkarte?

! Bei der Durchsicht Ihrer Zeichnung ist mir aufgefallen, dass Sie nur im unteren Bereich des Zeichnungsfensters die Transparenz einschalten müssen. Sobald Sie die aktivieren, werden die als transparent definierten Zeichnungsobjekte auch transparent dargestellt. (Bild 8)

Wichtig ist an dieser Stelle auch, dass diese Einstellung ausschließlich



Bild 8: Transparenz in der Statusleiste aktivieren.

die Bildschirmtransparenz betrifft. Aus Performancegründen wurde dieser Schalter in AutoCAD eingeführt. Wenn Sie normal arbeiten und Leistungseinbußen verspüren, schalten Sie die Transparenz einfach aus. Wenn Sie diese Zeichnung mit Transparenz

plotten möchte, müssen Sie zusätzlich auch die entsprechende Option im Plotdialog aktivieren, damit die Zeichnungen auch mit Transparenz geplottet werden.

LISP-Programme für AutoCAD

Als Abonnent des **AUTOCAD Magazins** können Sie die acht LISP-Programme online beziehen. Die entsprechenden Informationen mit dem Link für die Bezugsmöglichkeit entnehmen Sie bitte dem beiliegenden Schreiben.

Hier die LISP-Programme dieser Ausgabe im Überblick:

ACM-LPROPS2OBJ.LSP: Layereigenschaften auf Objekte übertragen

K_MOVE-PL.LSP: PL-Kontrollpunkte schieben ohne Winkeländerung

ACM-LAYERENTSPERR.LSP: Layer entsperren

WAESCHESHRANK.LSP: Wäscheschrank aus Volumenkörpern

ACM-LTYPSCHIEBEN.LSP: Objekte verschieben mit Linientypfilter

LAYOUTTOOL.LSP: Navigation und Beschreibung für Layouts

ACM3D-DATA2EXCEL.LSP: Eigenschaften und Daten von 3D-Volumenkörpern auswerten und als Exceldaten speichern

ACM_ATZ.LSP: abgestufte Transparenzzuweisung

A

ACM-LPROPS2OBJ.LSP: Objekteigenschaften setzen

Layer dienen in einer AutoCAD-Zeichnung der Strukturierung und Zusammenfassung von Geometrieobjekten, weshalb alle die Eigenschaft „Layer“ besitzen, der auf den referenzierten Layer verweist. Weitere Grundeigenschaften von Geometrieobjekten sind Farbe, Linientyp, Linienstärke und Transparenz. Diese Geometrieobjekte können direkt eingetragene Werte beinhalten oder aber auch „Von Layer“ sein. In diesem Fall wird das Aussehen der Geometrieobjekte von den Eigenschaftswerten des Layers definiert.

Programme, die die Objekteigenschaften automatisiert auf „Von Layer“ setzen, finden sich – mehr oder weniger ausgereift – in verschiedenen Variationen im Internet. Bei Neustrukturierungen oder Konvertierungen ist es manchmal aber wünschenswert, dass alle Objekte der Zeichnung ihre

Eigenschaften direkt gesetzt haben und nicht „Von Layer“. Naheliegender ist dann ein Tool, das die Eigenschaften des Objektlayers ausliest und diese dann auf das Zeichnungsobjekt direkt überträgt. Diese Aufgabe übernimmt das in dieser Ausgabe vorgestellte Tool **ACM-LPROPS2OBJ.LSP**. Gestartet wird es nach dem Laden der LISP-Datei in die aktuelle Zeichnung mit dem Befehl LPROPS2OBJ.

Nach dem Programmstart hat der Anwender als erstes die Wahl, alle Objekte der Zeichnung zu ändern oder nur eine Auswahl. Anschließend kann er noch die Option wählen, nur die auf „Von Layer“ gesetzten Objekteigenschaften zu ändern oder eben alle.

Innerhalb des Programmes wird zuerst eine Liste aller Layer mit ihren spezifischen Eigenschaften wie Farbe, Linientyp, Linienstärke und Transparenz angelegt. Anschließend werden

die vom Nutzer getroffene Objektauswahl oder die komplette Zeichnungsdatenbank durchlaufen. Dabei wird von jedem Objekt der Layer ausgelesen. Je nach Anwendervorgabe werden dann alle Objekteigenschaften oder nur die, die auf „Von Layer“ gesetzt waren, entsprechend den Eigenschaften des Objektlayers aus der Liste neu gesetzt.

Mittels „undo“ lassen sich die durch das Programm vorgenommenen Änderungen auch wieder rückgängig machen. **Thomas Krüger/ra** ◀

Programm: ACM-LPROPS2OBJ.LSP
Funktion: Layereigenschaften auf Objekte übertragen
Autor: Thomas Krüger
Lauffähig ab: AutoCAD 2020
Bezug: online

B

ACM-LAYERENTSPERR.LSP: Gesperrte Layer wieder freigeben

Objekte auf gesperrten Layern sind vor unbeabsichtigter Bearbeitung oder gar Löschung sicher. Um wieder Zugriff auf die Objekte zu erhalten, sind die entsprechenden Zeichnungsebenen zu entsperren. Dafür bietet sich beispielsweise der Layereigenschaftenmanager an, der aber voraussetzt, dass man die Namen der freizugebenden Layer kennt. Einfacher wäre es, die entsprechenden Layer per Maus in der Zeichnung auszusuchen. War man in den alten Versionen von AutoCAD für solche Komforttechniken noch auf selbst geschriebene Lösungen angewiesen, brachten die Autodesk-Programmierer mit LAYULK bald einen entsprechenden Befehl an den Start, der zuerst nur Bestandteil der ExpressTools war, aber schnell den Aufstieg in die Riege der Standardbefehle schaffte.

ACM-LAYERENTSPERR.LSP eröffnet jetzt eine weitere Möglichkeit,

die für die Wahl der zu entsperrenden Layer gleich drei Methoden zur Verfügung stellt: **1.** Die Option „Auswahlliste“ öffnet ein Dialogfeld, das alle aktuell gesperrten Layer zur Auswahl auflistet. Mit der im Dialogfeld vorhandenen Schaltfläche „Suchen nach“ und dem zugehörigen Eingabefeld lassen sich auch gezielt Layer anhand des Namens oder beliebiger Kombinationen von Platzhaltern identifizieren, was die Wahl von Layergruppen mit gleichen Namensteilen wesentlich vereinfacht. So werden beispielsweise mit der Eingabe „*acm*“ alle Layer markiert, deren Namen die Zeichenfolge „acm“ enthalten. Die Groß-/Kleinschreibung spielt bei dieser Platzhaltersuche keine Rolle.

2. Mit der Variante „Objektwahl“ werden die zu entsperrenden Layer auf der Basis von Quellobjekten bestimmt, wobei die Objektwahl mit

den AutoCAD-Standardmethoden wie Picken, Fenster, Kreuzen usw. erfolgt. Der Auswahlatz wird nach gesperrten Layern durchleuchtet, die dann anschließend für weitere Bearbeitungen wieder aktiviert werden.

3. Die Schnellmethode „Alle“ entsperert ohne weitere Nachfrage alle Zeichnungsebenen auf einen Schlag. Die zuletzt verwendete Technik wird immer gespeichert und kann durch Bestätigen mit der Eingabetaste direkt zum Einsatz gebracht werden.

Gerhard Rampf/ra ◀

Programm: ACM-LAYERENTSPERR.LSP
Funktion: Layer entsperren
Autor: Gerhard Rampf
Lauffähig ab: AutoCAD 2014
Bezug: online



K_MOVE-PLP.LSP: PL-Kontrollpunkte schieben mal anders

Kontrollpunkte einer Polylinie zu verschieben gibts schon, aber nicht so, wie hier dargestellt, wo ein Kontrollpunkt verschoben wird, ohne dass sich die Winkel der angrenzenden Abschnitte ändern. Das funktioniert mit offenen und geschlossenen Polylinien, mit solchen, die Kreissegmente enthalten, ebenfalls mit Rasterfang, auch orthogonal und mit den meisten Objektfängen.

Einfach das Tool starten und einen Kontrollpunkt anklicken, wobei automatisch der nächste Kontrollpunkt gewählt wird. Jetzt kann man diesen Punkt neu positionieren, und die Winkel der Abschnitte werden beibehalten. Positioniert man jetzt etwa eine Ecke eines Rechtecks neu, bleibt es ein Rechteck, auch wenn es gedreht ist. Objektfang, Rasterfang, Orthomodus und auch tem-

porärer Objektfang können während der Ausführung ein-, aus- und umgeschaltet werden. Folgende Besonderheiten gibt es dabei: Der Objektfang „Tangente“ bezieht sich nicht auf den ursprünglichen Punkt, sondern wird an die neue aktuelle Lage angepasst. Dabei wird der Winkel des Abschnitts, den man angeklickt hat, als Bezug verwendet. Hier kommt es also darauf an, wo man die Polylinie angeklickt hat. Einfach mal ausprobieren, macht Spaß und mehr Sinn.

Das Dialogfeld für den temporären Objektfang habe ich mit den machbaren Objektfängen nachgebildet, weil es sich sonst nicht aufrufen lässt. Punktfiler sind natürlich auch möglich und können auch mit beispielsweise „.x“ oder „.xz“ eingetippt werden. Hier lässt sich dann auch mit Objektfang arbeiten.

Man kann die Funktion und das Dialogfeld für den temporären Objektfang auch mit `esc` abbrechen – in BricsCAD funktioniert das übrigens auch. Die Programmierer können sich gerne die Verarbeitung der Objektfänge usw. in Verbindung mit „gread“ anschauen, da lässt sich sicher einiges daraus basteln. Auch die Auslagerung der Hilfskonstruktionen per ODBX spart einiges an „Aufräumarbeit“. Viel Spaß damit.

Andreas Kraus/ra ◀

Programm: K_MOVE-PLP.LSP

Funktion: PL-Kontrollpunkte schieben ohne Winkeländerung

Autor: Andreas Kraus

Lauffähig ab: AutoCAD 2020

Bezug: online



WAESCHESCHRANK.LSP: Wäscheschrank mit glatter Oberfläche

Eine traditionelle Konstruktion mit modernem Design, das heißt glatte Flächen ohne Schnörkel oder starker Profilierung. Dieser derzeitige Trend im Möbelbau bringt damit die Schönheit des Naturprodukts Holz zur Geltung. Der Aufbau des Möbels besteht zwar aus Rahmen und Füllungen, aber wenn diese in einer Ebene liegen, wirkt es wie eine Fläche. Zeichnerisch besteht die Konstruktion trotzdem aus vielen Einzelteilen, Quadern, Zylinder oder Kugeln für die Knöpfe.

So enthält **WAESCHESCHRANK.LSP** Funktionen und Möglichkeiten, verschiedene Gestaltungen zu generieren: ein oder zwei Türen, Schublade innen oder in der Front usw. Mit Starten der Routine erscheint eine Dialogbox. In ihrem rechten Teil werden die Ausmaße des Wäscheschranks sowie Maße der Einzelteile abgefragt. Alle Bauteile stehen in einer konstruktiven Beziehung zueinander. Stollenbreite und Stollendicke sind die Querschnittsgrößen der Außenrahmen. Ob

eine zusätzliche Deckelplatte auf den Schrank kommt, wird über die Radio-buttons bestimmt. Klicken auf das Dia zeigt die verschiedenen Modellvarianten, Platzierung der Schubladen sowie ein oder zweitürig.

Mit Klicken auf den Button „Frontmaße“ öffnet sich eine weitere Dialogbox. Hier lassen sich die Materialmaße der Türen eingegeben, ebenso die Entscheidung, ob die linke Tür offen sein soll. Der nächste Bereich darunter bietet Optionen für die Türknöpfe. Sie sind von einfacher Gestalt, bestehend aus Zylindern und Kugeln. Nur beim Modell „Schubkasten innen“ kann man die Höhe vom Boden des Schubkastens bestimmen. Bei der Modellvariante „Schubkasten in Front“ ist die Eingabe ausgegraut, denn die Schubkastenfront beginnt auf dem unteren Boden. Weitere Werte für die Schubkastenfront wie Höhe und Dicke stehen in den folgenden Editierfeldern. Der Schubkasten ist nicht voll durchkonstruiert, ein einfacher Quader für

die Darstellung, das sollte für den Einrichtungsplaner reichen.

Zurück in die erste Dialogbox befindet sich im unteren Bereich ein weiterer Button namens „Türfügen“. Durch ihn öffnet sich eine weitere Dialogbox., in der sich die seitlichen Abstände zwischen Türen und seitlichen Rahmen einstellen lassen. Wer mit den Eingabewerten einverstanden ist, klickt auf OK. Die Dialogbox verschwindet und es wird nach dem Einfügepunkt hinten links am Schrank gefragt. Ist der Wäscheschrank fertig gezeichnet, lässt sich mit „Schattierung mit Kanten“ ein realistisches Bild erzeugen.

Thomas Elbracht/ra ◀

Programm: WAESCHESCHRANK.LSP

Funktion: Wäscheschrank aus Volumenkörpern

Autor: Thomas Elbracht

Lauffähig ab: AutoCAD 2023

Bezug: online

E ACM-LTYPSCHIEBEN.LSP: Verschieben mit Linientypfilter

Mit **ACM-LTYPSCHIEBEN.LSP** lassen sich Objekte erst anhand ihres Linientyps identifizieren und dann verschieben. Nach dem Start der Funktion wird zuerst zur Auswahl der Filterlinientypen aufgefordert. Hierfür stehen zunächst zwei Methoden zur Verfügung. Wurde der Befehl schon einmal ausgeführt, kommt noch eine dritte hinzu. Die erste Möglichkeit zur Bildung des Filters bietet die Option „Auswahlliste“. Hat man sich für diese Methode entschieden, öffnet das Programm ein Dialogfeld, in dem mit Ausnahme der XRef-abhängigen alle aktuell in der Zeichnung vorhandenen Linientypen in einem Listenfeld zur Auswahl stehen. Bei wiederholten Befehlsausführungen ist der zuletzt verwendete Satz schon vormarkiert. Über die Suchfunktion im Dialogfeld kann gezielt auf einen Linientyp in der Liste zugegriffen werden.

Per Platzhaltersuche lassen sich auch sehr schnell Linientypen gruppieren, die beispielsweise alle eine bestimmte Zeichenfolge in ihrem Namen aufweisen. Die Anzahl der aktuell markierten Filterlinientypen wird stets unterhalb des Listenfeldes angezeigt.

Mit der zweiten Variante „Objektwahl“ können entweder durch Anpicken einzelner Quellobjekte oder das Aufziehen eines Auswahlfensters beliebig viele Quellobjekte ins Visier genommen werden. Diese Objektsammlung analysiert das Tool anschließend bezüglich des Linientyps, entfernt Mehrfachtreffer und strickt so den Filter zusammen.

Die dritte Variante zur Festlegung des Filters steht erst ab dem zweiten Befehlsaufruf zur Verfügung. Durch die Wahl der Option „Vorherige Auswahl“ greift die Routine auf den zuletzt verwendeten Filter zurück,

wodurch sich gleichartige Verschiebevorgänge schnell wiederholen lassen. Hierbei wird der Filter aber immer an gegebenenfalls neue Verhältnisse in der Zeichnung angepasst. Zwischenzeitlich bereinigte Linientypen entfernt die Funktion automatisch aus dem Filtersatz. Nach der Festlegung des Filters mit einer der drei Methoden kann man den Editiervorgang mit den üblichen Objektwahlmethoden starten, wobei Objekte, die nicht den Kriterien entsprechen, ignoriert werden.

Gerhard Rampf/ra ◀

Programm: ACM-LTYPSCHIEBEN.LSP

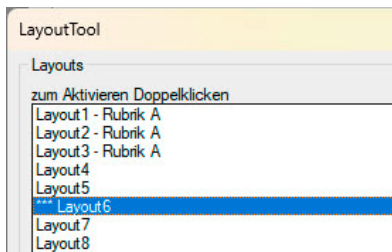
Funktion: Objekte verschieben mit Linientypfilter

Autor: Gerhard Rampf

Lauffähig ab: AutoCAD 2015

Bezug: online

F LAYOUTTOOL.LSP: Navigation und Beschreibung für Layouts



In AutoCAD werden können die Layouts über Registerkarten erreicht und verwaltet werden. Man kann neue Layouts hinzufügen oder vorhandene in der Reihenfolge verschieben. Ist die Anzahl der Layouts nicht zu groß, kann man auch ganz einfach zwischen dem Modellbereich und den einzelnen Layouts über die Registerkarten navigieren. Ist aber eine zu große Anzahl von Layouts vorhanden, wird die Auswahl schwerer; dann muss über ein Dropdown-Menü gewählt werden.

Mit dem Tool **LAYOUTTOOL.LSP** lässt sich die Navigation über ein Listenfenster vereinfachen. Zusätz-

lich ist es möglich, den Layouts zur besseren Identifikation eine Kurzbeschreibung hinzuzufügen. Die wird nur durch das Programm selbst verwendet, damit sie im Listeneintrag zu sehen ist. Für AutoCAD ist die Beschreibung unbedeutend.

Nach dem Start des Programms werden alle Layouts in einer Liste dargestellt. Die Namen von oben nach unten entsprechen den Layouts von links nach rechts. Entspricht ein Layout der aktuellen Registerkarte, wird der Name mit drei Sternchen (***) markiert. Sind für die Layouts Beschreibungen vergeben, werden diese hinter den Layoutnamen geschrieben. Zur Listendarstellung gibt es einige Funktionen, die man dazu nutzen kann:

- Verschieben des selektierten Layouts nach links oder rechts: Die Verschiebung wird gleichzeitig im Listenfenster und in AutoCAD ausgeführt.
- Erstellen von neuen Layouts: Name und optional eine Beschreibung ein-

geben, doppelte Namen sind nicht erlaubt.

- Bearbeiten von Layouts: Der Name lässt sich ändern, ebenso die optionale Beschreibung.
- Layouts können gelöscht werden: In der Liste kann man mehr als nur einen Eintrag auswählen; ein Layout muss immer bestehen bleiben.
- Erstes und letztes Layout: Über diese Funktion lässt sich sehr schnell in das erste oder letzte Layout wechseln. Speziell beim letzten Layout ist das ein Vorteil, wenn sehr viele in der Zeichnung vorhanden sind.

Jörn Bosse/ra ◀

Programm: LAYOUTTOOL.LSP

Funktion: Navigation und Beschreibung für Layouts

Autor: Jörn Bosse

Lauffähig ab: AutoCAD 2021

Bezug: online



ACM3D-DATA2EXCEL.LSP: 3D-Volumenkörper auswerten

Verwertbare Informationen aus 3D-Objekten auszuwerten, ist manchmal nicht ganz einfach, wenn der Umfang der gewünschten Daten mehr beinhaltet, als das Eigenschaftsfenster hergibt.

So möchte man vielleicht wissen, wieviel Anstrichfläche zu berücksichtigen ist bei einem Projekt mit vielen Stahlprofilen. Oder es ist herauszuarbeiten, wieviel m³ Beton in eine massive Treppe fließen werden. Oder vielleicht soll die aktive Zeichnungsdatei untersucht werden, um Materialzuordnungen zu prüfen.

ACM3D-DATA2EXCEL.LSP kann bei diesen Aufgabenstellungen unterstützen. Das Programm liest alle 3D-Volumenkörper einer Zeichnungsdatei aus – auch die, die in Blockreferenzen enthalten sind – und sammelt ihre spezifischen Objektdaten. Anschließend werden diese Objektdaten in eine Exceldatei exportiert

und angezeigt. Das Programm sammelt sowohl Volumen und Oberflächen aller 3D-Volumenkörper als auch das ihnen zugewiesene Material und ihre Farbe und listet sie zusammen mit ihrem jeweiligen Layer und ihrer eindeutigen ID, dem so genannten Handle, in der neu erstellten Exceltabelle auf. So entsteht eine genaue Übersicht über alle verwendeten 3D-Volumenkörper.

Jedes Objekt in einer Zeichnungsdatei verfügt über den erwähnten eindeutigen unveränderlichen Identifikator, das Handle. Zu sehen ist es mithilfe des Befehls LISTE und wird dort unter dem Begriff „Referenz“ angezeigt. Diese Kennung ist in der Exceltabelle, die das Programm erstellt, mit aufgeführt, um Objekte im Nachgang wieder aufzufinden. Der dort ebenfalls enthaltene Befehl OZEIG macht das besonders einfach. Er fragt nach dem Handle und leuchtet das gefundene Objekt aus.

Eine Beispielanwendung für das Tool ist die seit vielen Jahren im Internet kursierende Zeichnungsdatei „3D_Engineers-Guide-to-Drinks.dwg“, die von kreativen Anwendern erstellt wurde und auf der eine Reihe von Cocktailrezepten mit 3D-Modellen visualisiert sind.

ACM3D-DATA2EXCEL.LSP kann man verwenden, um die Mengenangaben der tatsächlich modellierten Flüssigkeitsvolumen zu verifizieren.

Markus Hoffmann/ra ◀

Programm: ACM3D-DATA2EXCEL.LSP

Funktion: Eigenschaften und Daten von 3D-Volumenkörpern auswerten und als Exceldaten speichern

Autor: Markus Hoffmann

Lauffähig ab: AutoCAD 2024, BricsCAD V 24

Bezug: online



ACM_ATZ.LSP: Abgestufte Transparenzzuweisung



AutoCAD wurde als Konstruktionsprogramm für technische Zeichnungen entwickelt und umfasst vor allem Befehle für exaktes Zeichnen und weniger für künstlerische sowie effektvolle Darstellungsweisen. Mit Schraffur-, Farb- und Transparenzverläufen kann man aber dennoch den Zeichnungen eine künstlerische Note verleihen. Besonders die Verwendung von Transparenzen lockern Zeichnungen auf und können Inhalte verdeckter Schichten oder zum Rand hin verlaufender Darstellungsinhalte gut abbilden.

Möchte man viele Objekte mit unterschiedlichen Transparenzwerten versehen und so einen optischen Transparenzverlauf simulieren, so

muss man in AutoCAD für jedes einzelne Objekt seinen Transparenzwert berechnen und ihn einzeln zuordnen. Für solche aufwändigen Zwecke kann man gut das Tool **ACM_ATZ.LSP** verwenden, das allen ausgewählten Objekten, entsprechend ihrer Auswahlreihenfolge, einen verteilten oder abgestuften Transparenzwert innerhalb des voreingestellten von-bis-Transparenzwertspektrums zuweist.

Am einfachsten wählt man die mit Transparenzwerten zu versehenen Objekte mit der Auswahloption „zaun“ aus und fädelt die Auswahlobjekte entsprechend dem geplanten Transparenzverlauf der Reihe nach auf. Um die dabei eventuell mit ausgewählten und nicht mit Transparenzen zu versehenen Untergrundobjekte aus der Zuweisung auszuschließen, sollten die Untergrundobjektlayer gesperrt sein. Beim voreingestellten Sperrmodus „nicht_entsperren“ werden die Objekte

auf gesperrten Layern nicht bei der Transparenzwertverteilung und Transparenzwertzuordnung berücksichtigt.

Möchte man dagegen alle (auch die auf gesperrten Layern liegenden) Objekte modifizieren, ist die Option „entsperren“ zu wählen, die dann gegebenenfalls die Layer der ausgewählten Objekte entsperrt. Mit der Option „Reihenfolge“ kann man für die Auswahlreihenfolge die aufsteigende oder absteigende Reihenfolge der Transparenzwertzuweisung festlegen.

Silke Molch/ra ◀

Programm: ACM_ATZ.LSP

Funktion: zufallsbasierte Linienstärken und Transparenzwerte zuweisen

Autorin: Silke Molch

Lauffähig ab: AutoCAD 2025/2026[de] auf acadiso.dwt-Windows-Basis

Bezug: online

Bild 1: Von der digitalen Konfiguration zum fertigen Bauteil: ein Gyroid-Würfel im direkten Vergleich mit seinem 3D-Modell im Bestellprozess.

Schnell die optimale Lösung finden

Ein spezifisches Bauteil wird dringend benötigt. In vielen Unternehmen beginnt dann ein aufwändiger Prozess: CAD-Daten werden an mehrere Lieferanten verschickt, Rückfragen kommen zeitversetzt, Angebote treffen in unterschiedlichen Formaten ein. Doch was ist tatsächlich vergleichbar? Welcher Preis gilt für welche Stückzahl? Mit welcher Nachbearbeitung und Lieferzeit ist zu rechnen?

VON MONA OHMS

Unter Termindruck wird die Entscheidung schnell zu einer Mischung aus Erfahrung, Bauchgefühl und Verfügbarkeit. Genau hier setzt die Plattformökonomie in der Fertigung an. Die Herausforderung liegt heute oft weniger darin, ob ein Bauteil hergestellt werden kann. Vielmehr muss die passende Option schnell und zuverlässig gefunden werden. Additive Verfahren, Materialien und Dienstleister entwickeln sich rasant. Gleichzeitig bleiben klassische Prozesse wie die CNC-Bearbeitung oder der Guss relevant. Für Anwender entsteht eine paradoxe Situation: Die Auswahl wächst, aber der Überblick sinkt. Zudem muss jedes Bauteil im Kontext von Funktion, Qualität und Wirtschaft-

lichkeit bewertet werden. Digitale Fertigungsplattformen bündeln Angebot, Informationen und Abwicklung in einem System. Sie reduzieren den Such- und Abstimmungsaufwand, schaffen Vergleichbarkeit und machen Herstellungsoptionen kurzfristig verfügbar. Am Beispiel des Protiq Marketplace lässt sich zeigen, wie dies in der Praxis funktioniert. Der Marktplatz fungiert als Plattform für die industrielle Fertigung, auf der verschiedene Verfahren, Materialien und Anbieter zusammengefasst werden.

Alternativen werden sichtbar

Plattformökonomie beschreibt Modelle, die Angebot und Nachfrage nicht nur

digital abbilden, sondern aktiv kombinieren. Eine Fertigungsplattform ist mehr als der Webshop eines einzelnen Anbieters: Sie organisiert ein Netzwerk mehrerer Fertigungsdienstleister, implementiert Regeln für die Zusammenarbeit und stellt digitale Werkzeuge bereit, damit aus einer technischen Anfrage ein beauftragbarer Vorgang wird. Der Nutzen für die Beteiligten entsteht, da sich typische Transaktionskosten verringern, also der Aufwand für die Recherche, Abstimmung, Rückfragen, einen Vergleich und die Auftragsvergabe. Der Unterschied zum Webshop ergibt sich vor allem bei drei Punkten:

- **Matching statt Suchen:** Fähigkeiten, Materialien und Verfahren werden an

einem Ort gebündelt. Passende Optionen lassen sich schneller finden.

- **Vergleichbarkeit statt Angebots-Patchwork:** Kriterien wie Preis, Lieferzeit, Material, Verfahren und Nachbearbeitung werden einheitlich gegenübergestellt.
- **Projekt-Historie statt Informationssuche:** Einmal angelegt, bleibt ein Projekt im Kundenkonto gespeichert und kann bei Bedarf erneut beauftragt werden.



Bild 2: Materialwürfel aus unterschiedlichen Werkstoffen zeigen die Bandbreite, mit der Bauteile je nach Anforderung gefertigt werden können.

Gerade weil sich Technologien und Material-Portfolios kurzfristig verändern, profitieren Anwender von der Breite eines kuratierten Netzwerks. Eine einzelne Fertigung kann selten alle Verfahren, Werkstoffe und Nachbearbeitungen abdecken. Plattformen machen Alternativen sichtbar und senken Abhängigkeiten von Einzelanbietern. Sie ermöglichen ferner das pragmatische Testen von Innovationen, ohne jedes Mal neue Lieferantenrecherchen zu starten. Wie sich das im Tagesgeschäft auswirkt, verdeutlicht der übliche Ablauf auf einer Fertigungsplattform (Bild 2).

Sofortige Preisermittlung oder Ausschreibung

Auf dem Protiq Marketplace beginnt der Prozess mit dem Upload der Bauteildaten.

Liegen vollständige 3D-Daten vor und sind die Anforderungen definiert, führt der Konfigurator durch die Materialien, Verfahren, das Finishing sowie die Angabe der Stückzahl. Die Plattform zeigt dabei sofort Preise und Lieferzeiten an. Das Bauteil kann direkt in den Warenkorb gelegt und bestellt oder als Projekt archiviert werden, sodass es sich intern, etwa an den Einkauf, weitergeben lässt. Wenn die Anforderungen komplexer oder zusätzlicher Informationen notwendig sind, bietet die Plattform einen anderen Ablauf: Statt einer direkten Preisermittlung können Nutzer eine Ausschreibung erstellen. Hier lassen sich sämtliche relevanten Anforderungen, Unterlagen und Daten hinterlegen. Die Angebote der angesprochenen Anbieter gehen anschließend im Kundenkonto ein und können dort verglichen und bei Bedarf direkt beauftragt werden.

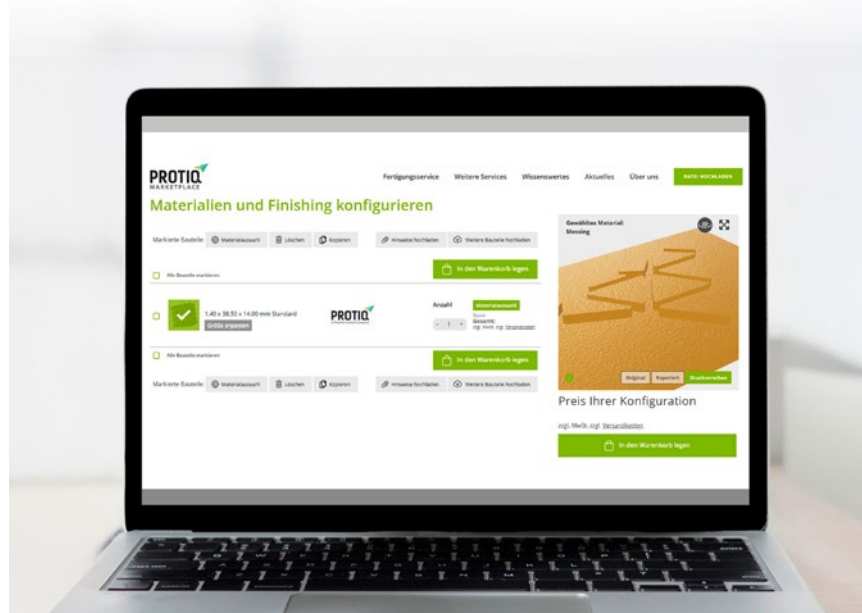
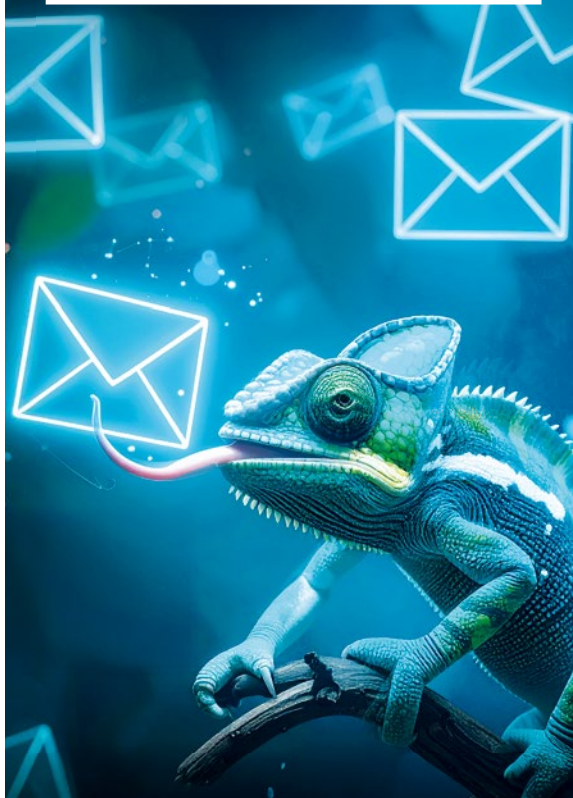


Bild 3: Darstellung eines Bauteils im gewählten Werkstoff: Die Materialvorschau unterstützt die Entscheidung während des Bestellens.

AUS DEM
BRANCHENDICKICHT
GESCHNAPPT!

DER NEWSLETTER, DER ZU IHNEN PASST.



Wissen, das kleben bleibt – jetzt den
NEWSLETTER kostenfrei sichern.



[www.autocad-magazin.de/
newsletter](http://www.autocad-magazin.de/newsletter)

AUTOCAD
MAGAZIN

eine Marke vom





FERTIGUNGSDIENST-LEISTER DIREKT VERGLEICHEN

Beim Protiq Marketplace handelt es sich um eine Online-Plattform für die Beschaffung individuell gefertigter Bauteile. Kunden können ihre 3D-Daten auf protiq.com hochladen und sofort Preise für verschiedene Verfahren, Materialien und Stückzahlen einsehen. Die Plattform ermöglicht den direkten Vergleich zahlreicher Fertigungsdienstleister. Sie umfasst sowohl additive als auch konventionelle Technologien. Bei komplexeren Projekten können Kunden Ausschreibungen einstellen und erhalten so gezielt Angebote mehrerer qualifizierter Anbieter. Protiq selbst betreibt einerseits den Marktplatz, verfügt aber gleichzeitig über eine eigene interne Fertigung. Diese Doppelrolle sorgt für ein tiefes Verständnis technischer Anforderungen und für eine praxisnahe Ausrichtung der Plattform. Kundendaten werden auf Servern in Deutschland gespeichert, während ein integriertes Bewertungssystem bei der Auswahl geeigneter Fertigungspartner unterstützt.

Fazit

Plattformen wie der Protiq Marketplace ersetzen nicht jede Lieferantenbeziehung, verändern aber den Weg zur Entscheidung. Sie schaffen Transparenz, Vergleichbarkeit und einen wiederholbaren Prozess für die additive und konventionelle Fertigung. Damit wird die Bauteilbeschaffung schneller, sicherer und besser steuerbar. Dies gilt besonders in einem Umfeld, in dem Vielfalt und Innovationsgeschwindigkeit weiter zunehmen. *anm* ◀

Die Autorin, Mona Ohms, ist im Marketing von Protiq tätig.



Bild 4: Additive Kleinserienfertigung in Zamak 5: präzise gefertigte Bauteile für seriennahe Anwendungen.

Zugriffsrechte regeln und Freigaben nachvollziehen

Plattformen schaffen nicht nur Tempo, sondern auch Entscheidungssicherheit, besonders wenn grundsätzlich mehrere Wege möglich sind. Materialinformationen (zum Beispiel Kennwerte, Temperaturbereich, ESD- oder Flammschutz-Eigenschaften) helfen, Optionen einzuzugrenzen. Visualisierungen machen die Oberflächenanmutung, Textur oder Farbe je Verfahren greifbarer, bevor bestellt wird (Bild 3). Bei wiederkehrenden Bauteilen erweisen sich Speichermöglichkeiten im Kundenkonto als sinnvoll: Parameter können online angepasst und als Projekt abgelegt werden. So wird aus einer Einzelbeschaffung ein wiederholbarer Prozess. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, Projekte später wieder aufzurufen oder intern zu teilen. Die typi-

schon Einsatzfelder reichen vom schnellen Prototyp über seriennahe Kleinserien bis zu Ersatzteilen im „Long Tail“, die selten benötigt werden, aber kritisch sind. Gerade hier zahlt sich eine Plattform aus, weil Informationen, ein Vergleich und die Historie nicht jedes Mal neu aufgebaut werden müssen (Bild 4)

Für Industrieunternehmen stehen nicht nur die Geschwindigkeit und Auswahl im Vordergrund, sondern vor allem die Verlässlichkeit. Dazu gehört ein hohes Maß an Datensicherheit und Datenhoheit: Zugriffsrechte müssen klar geregelt sein, Freigaben nachvollziehbar erfolgen und es muss jederzeit zurückverfolgt werden können, wer welche Daten erhält und wo diese abgelegt werden. Bei Protiq erfolgt die Speicherung deshalb auf in Deutschland befindlichen Servern. Ebenso wichtig ist ein verlässlicher Qualitätsrahmen.

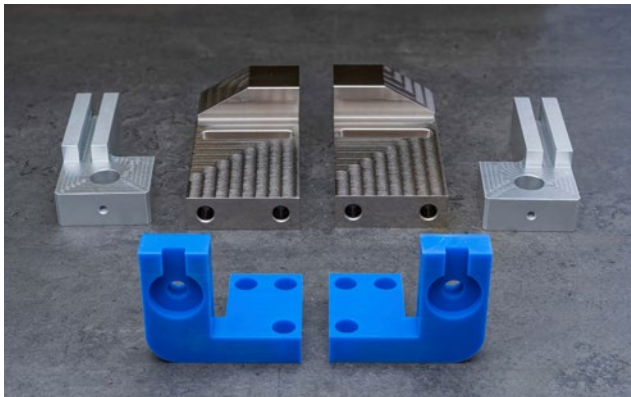
Industrieunternehmen erwarten klar definierte Leistungsumfänge, qualifizierte Partner sowie eindeutige Angaben zur Nachbearbeitung, zu Prüfoptionen und zum Lieferumfang. Lediglich so lassen sich Angebote belastbar vergleichen. Ergänzend erleichtern Bewertungen und dokumentierte Leistungsprofile die Auswahl geeigneter Anbieter. Digitale Fertigungsplattformen werden diesen Anforderungen zuverlässig gerecht. Sie bündeln geprüfte Anbieter und stellen standardisierte Qualitäts- und Sicherheitsprozesse bereit. Durch eindeutig strukturierte Schnittstellen und transparente Workflows lassen sich industrielle Beschaffungsprozesse effizient in bestehende Systeme einbinden (Bild 5).



Bild 5: Entnahme eines additiv gefertigten Metallbauteils aus der Produktionsanlage.

Effizienz als Wettbewerbsvorteil

Die Fertigungsindustrie steht durch steigende Kosten sowie Ineffizienzen in der Lieferkette zunehmend unter Druck. Die KI-Plattform meviy von MISUMI beseitigt Beschaffungsengpässe, indem Ingenieuren ermöglicht wird, kundenspezifische Teile sofort über 3D CAD-Modelle zu bestellen. Dies sorgt für kürzere Durchlaufzeiten und eine optimierte Produktion.



Ingenieure können kundenspezifische Teile sofort über 3D-CAD-Modelle bestellen.

Die europäische Industrie kämpft mit schwankenden Produktionszahlen sowie einem strukturellen Arbeitskräftemangel. Aktuelle Prognosen bestätigen, dass allein Deutschland bis 2040 ein Defizit von über 3 Millionen Fachkräften droht. Zwar erholte sich die Arbeitsproduktivität im verarbeitenden Gewerbe im Jahr 2025 um 3,5 Prozent, doch der Sektor bleibt durch eine volatile Nachfrage unter Druck. In diesem Umfeld ist Automatisierung kein Luxus mehr, sondern eine Notwendigkeit. KI-basierte Lösungen wie meviy sichern Wettbewerbsvorteile, indem sie manuelle Prozesse digitalisieren und Durchlaufzeiten drastisch verkürzen.

Wie meviy die Beschaffung revolutioniert

Traditionell ist die Bestellung von kundenspezifischen Bauteilen ein langsamer und manueller Prozess. Ingenieure müssen 2D Zeichnungen erstellen, Angebote von mehreren Fertignern an-



meviy schließt die Lücke zwischen komplexem Design und hochpräziser Fertigung.

fordern sowie Preise und Lieferzeiten verhandeln. Dieser Ablauf verzögert die Produktion. meviy beseitigt diese Ineffizienzen, indem der gesamte Prozess auf einen Upload des 3D CAD-Modells reduziert wird. Die KI der Plattform analysiert sofort das Modell, prüft die Machbarkeit und erstellt ein Angebot mit Preis sowie Lieferzeit. So verwandelt sich die mühsame traditionelle Beschaffung in einen hocheffizienten Workflow.

meviy beschleunigt nicht nur die Beschaffung, sondern integriert sich auch nahtlos in den MISUMI-Webshop. Dadurch entsteht eine One Stop-Plattform für Hersteller. Kunden beziehen sowohl Standardkomponenten als auch kundenspezifische Bauteile über ein einziges Portal mit der Sicherheit, dass die hohen Qualitätsstandards von MISUMI eingehalten werden. Zusätzlich bietet meviy für jedes Bauteil eine einzigartige Teilenummer. Kunden können so problemlos nachbestellen, ohne das 3D Modell erneut hochzuladen oder Einstellungen vorzunehmen. Dies vereinfacht Nachbestellungen und ermöglicht es Herstellern, ihren Beschaffungsprozess über das Web Bestellsystem von MISUMI weiter zu optimieren.

Operativer Erfolg: Validierung aus der Praxis

Der praktische Nutzen dieses Digital First-Ansatzes wird durch Branchenführer bestätigt. Benedikt Girsch, Lead Engineer im Pharmasektor, ersetzte zeitintensive 2D-Zeichnungen durch den sofortigen 3D-Upload von meviy. Er betont den Wandel hin zu einer Lean Procurement Strategie. Der Verzicht auf Mindestbestellmengen verhindert totes Kapital durch überschüssige Lagerbestände. Auch für G.N.R. S.r.l. in Italien löste meviy das Problem der langsamen Entscheidungsfindung. Ingenieur Michael Manfredi stellt fest, dass die Verkürzung der Angebotsdauer um nur drei Tage bei engen Projektfristen entscheidend ist. Gleichzeitig erlaubt die Echtzeit Kostentransparenz dem Team, Preise und Liefergeschwindigkeiten autonom zu optimieren. Durch den Wegfall administrativer Hürden schließt meviy die Lücke zwischen komplexem Design und Hochpräzisionsfertigung.

MEVIY – ON DEMAND FERTIGUNGSSERVICE FÜR KUNDENSPEZIFISCHE BAUTEILE

E-Mail: meviy-eu@misumi-europe.com

Website: <https://meviy-eu.com/de/>



Beschaffung neu gedacht

ANBIETER	Laserhub GmbH	Misumi Europe GmbH (Plattformname: meviy)	PartSpace GmbH	Protolabs	Spanflug Technologies GmbH
PLATTFORM & GESCHÄFTSMODELL					
Plattformtyp	Marktplatz	Hybrid (Eigenfertigung + externe Lieferanten innerhalb des umfangreichen MISUMI-Netzwerks).	Kombiniert, Autonomer KI-Einkaufsagent für Kunden mit kundeneigenen Lieferanten möglich	Eigenfertigung / Marktplatz / Hybrid	Eigenfertigung, Spanflug ist zentraler Geschäftspartner
Lieferantennetzwerk	100 Fertigungspartner	Qualifizierte Fertigungspartner in einem digitalen, globalen Lieferantennetzwerk.	unbegrenzt	Protolabs Network: 250+ aktive Fertigungspartner weltweit	über 400 sorgfältig ausgewählte und auditierte Fertigungspartner in der EU
Transparenz Lieferanten	nicht sichtbar	Preis, Machbarkeit und Lieferzeit sofort sichtbar	Ja	Inhouse: vollständig - Network: nicht sichtbar	nicht sichtbar
Matching-Mechanismus	kombiniert	automatisiert	automatisiert	automatisiert/manuell/kombiniert	kombiniert (KI-gestützt) mit Kontrollinstanz durch Spanflug Operations-Team
ANGEBOT & USER EXPERIENCE					
Angebots geschwindigkeit	2 Minuten	Sekunden / Minuten	Minuten	Minuten / Stunden	Sofortangebot: 1 Minute; Projektanfragen: Rückmeldung innerhalb 48 Stunden
Angebotsart	beides	Sofortangebot für die meisten Teile durch KI-gestützte 3D-CAD-Analyse. Manuelle Angebote für spezifische Geometrien erforderlich.	beides	Sofortangebot/Quoting	beides
Preis-Simulation verfügbar	ja	ja	ja	ja	nach Berechnung Sofortpreis kann der Nutzer direkt Neuberechnung für Bauteiliterationen simulieren sowie das ideale Preis-Lieferdatum-Verhältnis auswählen
Upload & Bedienung	Webplattform/E-Mail	Webplattform	API/ Autonomer KI-Einkaufsagent, der Bauteile selbstständig einkauft	Webplattform	Webplattform, browserbasiert, Integration in eigene eProcurementlandschaft möglich

Online-Fertigungs- und Beschaffungsplattformen helfen dabei, Lieferketten widerstandsfähiger zu gestalten und interne Ressourcen gezielter einzusetzen.

FERTIGUNG & TECHNOLOGIEN					
Fertigungsverfahren	CNC-Zerspanung, Blechbearbeitung, Rohrlaserschneiden	CNC-Bearbeitung (Fräsen und Drehen), Blechbearbeitung (Laserschneiden, Biegen, Stanzen, Schweißen ab Juni 2026)	Schweißbaugruppen, CNC-Bearbeitung, Metallguss, Blechbearbeitung inkl. Stanzen, 3D-Druck, Spritzguss, Tiefziehen,	CNC-Bearbeitung, Blechbearbeitung, 3D-Druck, Gießen / Spritzguss	Drehteile, Frästeile, Dreh-Frästeile, Laserteile, Biegeteile, Kantteile; Projektanfragen: zusätzlich 3D-Druck, Schleifen, Baugruppenmontage und Schweißbaugruppen
Materialien	Aluminium, Stahl, Edelstahl, Kupfer, Kunststoffe (für Zerspanung)	Aluminium, Stahl, Kunststoffe, Edelstahl, Kupfer,	Aluminium, Edelstahl, Stahl, Kupfer, Grauguss, Sphäroguss, Kunststoffe, Titan, Keramik	Aluminium, Stahl, Kunststoffe, sonstige	über 60 Materialien, darunter Aluminium, Edelstahl, Stahl, Werkzeugstahl, Gusseisen, Kupfer, Titan, Kunststoff; Blechbearbeitung: Aluminium-, Stahl- und Edelstahlbleche für Projektanfragen zusätzliche Materialien und Nachbehandlung
Nachbearbeitung	Oberflächen, Beschichtung	Eloxieren, Beschichtungen und Galvanik, Konversionsschichten, Mechanische Bearbeitung und Finish	Alle am Markt verfügbare Beschichtungen und Wärmebehandlungen, Schweißen, Montage	Oberflächen, Wärmebehandlung, Beschichtung, Montage	Wärmebehandlungen, Oberflächenbehandlungen, Beschichtungen, Kennzeichnung, Reinigung und Verpackung; über Projektanfragen zusätzliche Nachbehandlungen sowie Montage
ENGINEERING & SUPPORT					
DFM-Feedback	kombiniert	System analysiert CAD-Modelle sofort und gibt direktes Feedback zur Verbesserung der Fertigbarkeit.	kombiniert	automatisiert/manuell	für Sofortangebote automatisiert direkt auf der Plattform durch KI-gestützte Bauteilanalyse, bei Projektanfragen ggf. kombiniert
Technischer Support	Mo-Fr 8-17 Uhr	Verfügbar von Montag bis Freitag	Persönliche Cost Engineering Consultants für Kunden	Erreichbarkeit	Telefonisch/E-Mail: Mo-Fr 8-18 Uhr
Unterstützung bei Design-Iterationen	ja	Das Support-Team unterstützt bei der Überwindung von Design-Engpässen und bietet technische Beratung zur Optimierung.	ja	ja	Ja, beratend

PREIS & WIRTSCHAFTLICHKEIT					
Grundlage der Preisberechnung	algorithmisch	algorithmisch. KI analysiert CAD-Daten in Echtzeit für sofortige und präzise Preiskalkulationen basierend auf Material, Geometrie und Fertigungsaufwand	algorithmisch und Lieferantenangebote	algorithmisch/ Lieferantenangebote/ Mischform	Sofortpreis für CNC/Laserteile: algorithmisch; Projektangebote: Mischform (hybride Kalkulation durch Spanflug-Team)
Preisgestaltung	Festpreis	Festpreis, variable Kalkulation, Bieterprozess	variable Kalkulation pro Lieferant	automatisierte, variable Preisberechnung mit Sofort-Festpreisangebot	Bestellung zum Festpreis, sowohl bei Sofortangeboten auf der Plattform als auch bei Hybrid-Angebote für Projektanfragen
QUALITÄT & ZUVERLÄSSIGKEIT					
Zertifizierungen	ISO 9001	ISO 9001, ISO 27001, ISO 14001	ISO 9001/ISO 27001	ISO 9001:2015, AS9100D, ISO 13485, ISO 14001, ISO TS16949	u.a.: ISO 13485; ISO/IEC 27001, DIN EN ISO 3834; 2014 68 EU, ISO 9001, EN 9100, ISO 14001, ISO 50001
Prüfberichte verfügbar	ja	meviy stellt durch strenge Prüfverfahren in allen Produktionsphasen hohe Qualitätsstandards sicher.	ja	ja	Prüfberichte gegen Aufpreis: Messprotokolle, Werkzeugezeugnis 2.2 und Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach ISO 10204, Erstmusterprüfberichte (EMPB)
IT & INTEGRATION					
ERP-Integration möglich	ja	nein	ja	möglich	Ja, ERP- oder eProcurement direkt anbindbar
API verfügbar	nein	nein	ja	nein	ja
CAD-Integration	Upload	Webbasierter Upload. Neutrale und native Dateiformate	Upload per Schnittstelle	Upload	nein, in Arbeit
SERVICES					
Montage/Baugruppenfertigung	nein	Montage: nein. Baugruppenfertigung : ja	ja	ja	ja über Projektanfrage jederzeit möglich
Rahmenverträge	ja	ja	ja	ja	ja über Projektanfrage jederzeit möglich
Lager / Kanban	nein	nein: meviy-Teile sind Auftragsfertigungen und daher nicht lagerhaltig.	ja	nein	ja über Projektanfrage jederzeit möglich
Lieferzeit	ab 4 Werktage	von Schnell- und Expressversand bis hin zum Standardversand.	Auftrags- und kundenindividuell	Expresslieferzeiten	ab 5 Arbeitstage
Abrechnungsmodell	pro Auftrag/Rahmenvertrag	pro Auftrag	individuell	pro Auftrag	Bezahlung pro Auftrag auf Rechnung. Bei größeren Volumina ggf. Rahmenverträge.

Intelligente Bauteilanalyse im Einkauf

In vielen Industrieunternehmen schlummert ein verborgenes Effizienzpotenzial: die Analyse von Bauteildaten. Während Konstrukteure mit CAD-Modellen und technischen Zeichnungen arbeiten, haben Einkäufer oft keinen Zugriff auf diese Informationen. Wie kann Bauteilanalyse stattdessen Kosten senken, Prozesse beschleunigen und Automatisierung ermöglichen?



Die Datenbasis ist in vielen Einkaufsabteilungen ein strukturelles Problem. Aus Zeitgründen wird meist ein Bruchteil der Bauteile systematisch analysiert. Oft beginnen Einkäufer bei den wertmäßig größten Teilen – ohne zu wissen, ob dort das größte Optimierungspotenzial liegt. Zudem reichen die Stammdaten im ERP-System nicht aus. Hinterlegt sind Warengruppe, Material oder Stückpreis, keine fertigungsrelevanten Merkmale wie Form- und Lagetoleranzen, Oberflächenrauheit oder Bauteilgröße. Genau diese Informationen sind entscheidend für Kostenbewertung, Herstellbarkeit und Lieferantenauswahl. Oft liegen sie an der falschen Stelle: CAD-Modelle und technische Zeichnungen verbleiben im PLM-System, ohne in den Einkauf einzufließen. Umgekehrt fehlt der Konstruktion häufig das Preiswissen aus dem ERP-System. So können weder Einkäufer technisch priorisieren noch Konstrukteure wirtschaftlich optimieren.

KI-Software, die Konstruktionsdaten versteht

Vor diesem Hintergrund gilt künstliche Intelligenz als Hoffnungsträger für effizientere Einkaufsprozesse. Doch generische KI-Systeme stoßen in der technischen Beschaffung schnell an Grenzen. Denn Sprachmodelle wie ChatGPT entwickeln kein echtes Verständnis für Konstruktionsdaten.

Die Softwareplattform PartSpace AI wurde gezielt für die Analyse von Konstruktionsdaten entwickelt. Sie verarbeitet CAD-Modelle, technische Zeichnungen und ERP-Daten, erkennt Fertigungsmerkmale und verknüpft diese mit histori-

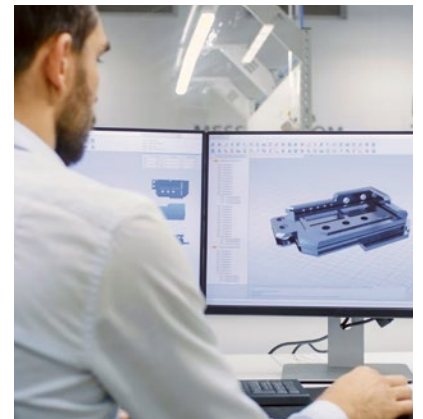
schen Einkaufsdaten sowie relevanten Marktinformationen. So entstehen automatisierte Preisbewertungen, Lieferantenvorschläge und Ähnlichkeitsanalysen, mit denen sich Dubletten und Optimierungspotenziale identifizieren lassen.

Von der Bauteilanalyse zu Agentic AI

Saubere, strukturierte Konstruktionsdaten sind Voraussetzung für eine fundierte Bauteilanalyse und Basis für die nächste Stufe der Automatisierung im technischen Einkauf: KI-Agenten. Ohne maschinenlesbare, aufbereitete Daten kann ein Agent weder Bauteile sinnvoll einordnen, noch Lieferanten passend auswählen oder Preise verlässlich bewerten. Die Datenbasis entscheidet darüber, ob KI-Projekte im Einkauf es über den Pilotstatus hinaus schaffen. Die Analyseplattform PartSpace AI fungiert deshalb auch als intelligente Datenbasis, auf der KI-Agenten im Engineering und im technischen Einkauf arbeiten können.

Zudem hat PartSpace bereits einen eigenen Agenten entwickelt, der sich im Pilotbetrieb befindet. Von der Anfrage über die Lieferantenauswahl bis hin zur Angebotszusammenfassung übernimmt das System operative Aufgaben, die heute noch erhebliche personelle Ressourcen binden. Ziel ist ein durchgängig automatisierter Prozess, von der Freigabe der Konstruktionsdatei bis zum Wareneingang.

Fazit: Die Bauteilanalyse entwickelt sich zum strategischen Erfolgsfaktor. Wer Konstruktions- und Einkaufsdaten weiterhin getrennt betrachtet, verschenkt Einsparpotenziale und blockiert die nächste Entwicklungsstufe. Erst die systematische Analyse, Verknüpfung und Nutzung schafft belastbare Grundlagen für bessere Lieferantenentscheidungen, präzisere Kostenbewertungen und automatisierte Prozesse.



PARTSPACE GMBH

Ulrichsberger Straße 17
94469 Deggendorf
info@partspace.io
www.partspace.io



Jenseits der Erde

Die Ansprüche an die Leistungsfähigkeit von Raumfahrtanwendungen steigen. Gleichzeitig verkürzen sich die Zeitrahmen bei kleinen Stückzahlen. Geschwindigkeit wird damit zum entscheidenden Faktor. Mit additiver Fertigung (AM) lassen sich diese Aufgaben meistern. **VON MICHAEL WÖHLFART**

Die globale Raumfahrtbranche entwickelt sich mit beispielloser Geschwindigkeit. Neue Trägersysteme, ambitionierte Explorationsprogramme, wiederverwendbare Raketen, schnelle Entwicklungszyklen, Start-ups mit disruptiven Geschäftsmodellen sowie der wachsende Einfluss privater Akteure verändern das gesamte Ökosystem. Mit diesen Entwicklungen steigen auch die Anforderungen an Komponenten: Während Raumfahrtanwendungen höhere Leistungsfähigkeit verlangen, verkürzen sich gleichzeitig die Zeitrahmen bei weiterhin relativ geringen Stückzahlen. Geschwindigkeit wird damit zum entscheidenden Faktor. Die additive Fertigung begegnet dieser Herausforderung, indem sie die schnelle Herstellung komplexer Bauteile ermöglicht, die konventionell nur schwer realisierbar wären. Gleichzeitig reduziert sie durch Bauteilkonsolidierung die Fertigungskomplexität und schafft so die



Triebwerkskomponente der ArianeGroup für die Ariane 6.

Grundlage für eine effiziente Skalierung bei wachsender Nachfrage.

Durch die Möglichkeit, Designänderungen schnell umzusetzen und Prototypen in kurzer Zeit zu fertigen, unterstützt die additive Fertigung direkt das hohe Innovationstempo der modernen Raumfahrt. Diese schnelle Iterationsfähigkeit bildet die Basis für den nächsten Schritt: AM nicht nur zur Beschleunigung der Entwicklung einzusetzen, sondern auch zur grundlegenden Steigerung von Leistung und Effizienz kritischer Komponenten.

Additive Fertigung unter extremen Bedingungen

Ein eindrucksvolles Beispiel für die Reife der additiven Fertigung ist der Einsatz von AM-Komponenten im Moxie-Experiment an Bord des Perseverance-Rovers der NASA. Die additiv gefertigten Wärmetauscher in Moxiearbeiten zuverlässig unter den harschen Bedingungen auf dem Mars – einer Umgebung, die durch extreme Temperaturschwankungen und eine dünne Atmosphäre geprägt ist. Die Wärmetauscher wurden im Jet Propulsion Laboratory (JPL) der NASA mit einem EOS-M 290-Metall-3D-Drucksystem hergestellt.

Dass diese additiv gefertigten Komponenten mehr als 225 Millionen Kilometer von der Erde entfernt einwandfrei funktionieren, ist weit mehr als nur ein technischer Erfolg. Ihr Einsatz in einer solchen Mission steht für die strengen Qualifizierungs- und

Validierungsprozesse sowie das Vertrauen, das für flugtaugliche Hardware in der Raumfahrt erforderlich ist. Er unterstreicht den hohen industriellen Reifegrad und die Zuverlässigkeit, die metallische AM-Bauteile für Anwendungen in extrem anspruchsvollen Umgebungen erreicht haben.

AM in der Raumfahrt

Die additive Fertigung ist inzwischen ein wesentlicher Bestandteil zentraler Raumfahrttechnologien. Zu den wichtigsten Anwendungen gehören:

- Schubkammern
- Injektorköpfe
- Turbopumpenkomponenten
- Ventilkomponenten
- strukturelle Satellitenbauteile
- Wellenleiter
- Treibstofftanks

Diese Komponenten profitieren von optimierten Geometrien, fortschrittlichen Kühlkonzepten sowie der Möglichkeit, mehrere Funktionen in einem einzigen Bauteil zu integrieren.

In Raumfahrtanwendungen liegt einer der größten Vorteile der additiven Fertigung nicht primär in der Gewichtsreduktion, sondern in der Leistungssteigerung. AM ermöglicht hochoptimierte Geometrien, die die Kühlungseffizienz deutlich verbessern und dadurch die Performance von Schubkammern und Injektoren erhöhen. Gleichzeitig eröffnet die Technologie enorme Designfreiheit, sodass Funktionen integriert und völlig neue Konstruktionsprinzipien



Rendering des AMCM M 8K-8 1 kW.

realisiert werden können, die mit traditionellen Verfahren kaum oder gar nicht umsetzbar wären. Darüber hinaus beschleunigen additive Prozesse die Entwicklungszyklen erheblich. Schnelle Designanpassungen, zügige Prototypenfertigung und rasche Testphasen sind entscheidende Vorteile in Programmen mit kurzen Iterationszyklen und hohem Innovationsdruck.

Der zentrale Mehrwert der additiven Fertigung in der Raumfahrt liegt in der Reduzierung der Fertigungskomplexität. Durch Bauteilkonsolidierung können komplexe Baugruppen, die früher aus vielen Einzelteilen bestanden, als ein einziges Bauteil hergestellt werden. Dies vereinfacht die Produktion, verkürzt Durchlaufzeiten, senkt Kosten und unterstützt die effiziente Skalierung industrieller Fertigung – bei gleichzeitig reduziertem Montageaufwand in komplexen Raketen- und Satellitenstrukturen.

Maßgeschneiderte und großformatige AM-Systeme

Ein anschauliches Beispiel ist das RS-25-Triebwerk, das ursprünglich im Space Shuttle eingesetzt wurde und heute das Space Launch System (SLS) der NASA für Artemis-Missionen antreibt. Die aktuelle Version enthält 30 additiv gefertigte Komponenten, darunter Teile der Brennkammer, der Düse und des Powerheads. Dies zeigt, dass AM nicht nur für neue Designs relevant ist, sondern auch in bewährten Systemen eingesetzt werden kann, um die Produktion effizienter zu gestalten. Durch die Reduzierung der Fertigungskomplexität konnte der Produktionszyklus mithilfe von industriellem 3D-Druck von drei Jahren auf elf Monate verkürzt und 97 Prozent der Schweißnähte eliminiert werden.

So erfordern große Raumfahrtkomponenten großformatige AM-Anlagen. AMCM begegnet dieser Anforderung mit maßgeschneiderten Plattformen wie der M8K, die ein Bauvolumen von 820 × 820 × 1.600 mm bietet und die Fertigung großer Komponenten wie Schubkammern ermöglicht. Die Entwicklung der M8K wurde durch eine nationale Förderung zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit des Ariane-6-Programms unterstützt, was die strategische Bedeutung der additiven Fertigung für die europäische Raumfahrtindustrie unterstreicht.

Die Raumfahrt stellt höchste Anforderungen an Werkstoffe: hohe Temperaturbeständigkeit, gute Wärmeleitfähigkeit, geringes Gewicht und außergewöhnliche Festigkeit. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, kommt ein breites Spektrum an Legierungen zum Einsatz – jeweils optimiert für spezifische Anwendungen in Antriebssystemen, im Thermomanagement oder in strukturellen Komponenten.

Strukturbauteile:

- Aluminiumlegierungen: AlSi10Mg, F357
- Hochfeste Aluminiumlegierungen: Al5X1

- Titanlegierungen: Ti64 Grade 23

Elektrische Leitfähigkeit

- Niedrig legiertes Aluminium: Al8X1

Thermomanagement

- Kupferlegierungen: CuCrZr, GRCop42
- Hochtemperaturanwendungen
- Nickellegierungen: IN718, K500, GRX810
- Nioblegierungen: C103, FS85

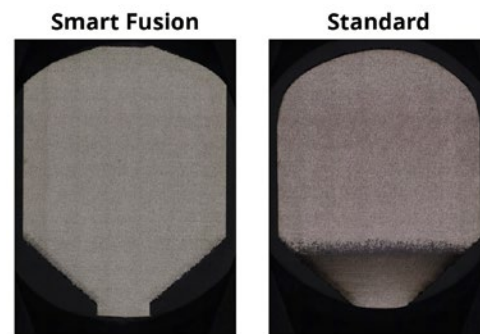
In Raumfahrtanwendungen, in denen Materialeistung, Prozessstabilität und Qualifizierungsanforderungen besonders hoch sind, ist eine präzise Steuerung des Fertigungsprozesses entscheidend. Aus diesem Grund hat EOS mit Smart

Fusion eine Closed-Loop-Prozesskontrolllösung für die metallische additive Fertigung entwickelt. Diese steuert aktiv die thermischen Bedingungen während des Bauprozesses, reduziert Stützstrukturen, verbessert die Bauteilqualität und erhöht die Produktivität.

Die Wirkung von Smart Fusion wird besonders bei Bauteilen mit lokalen thermischen Engstellen sichtbar. In einer Standard-Belichtungsstrategie kann sich in diesen Bereichen während des Bauprozesses Wärme ansammeln, was zu Überhitzung und mikrostrukturellen Abweichungen führt. Mit Smart Fusion werden die thermischen Bedingungen schichtweise aktiv geregelt, wodurch eine übermäßige Wärmeakkumulation verhindert wird. Das Ergebnis: gleichmäßigere Mikrostruktur über das gesamte Bauteil hinweg und konsistente Materialeigenschaften.

Fazit und Ausblick

Die Raumfahrtbranche entwickelt sich schneller denn je – und die additive Fertigung spielt eine zentrale Rolle in diesem Wandel. Ob durch verbesserte Kühlungseffizienz, beschleunigte Entwicklungszyklen, kosteneffiziente Kleinserienfertigung oder die Realisierung komplexer Geometrien:



Vergleich zwischen einem mit Smart Fusion 3D gedruckten Teil und einem Standardteil.

AM ist zu einer unverzichtbaren Schlüsseltechnologie geworden. Mit Innovationen wie Smart Fusion, großformatigen Anlagen wie der AMCM M8K und umfassender Erfahrung in anspruchsvollen Raumfahrtprogrammen leistet EOS einen wesentlichen Beitrag zur nächsten Ära der Raumfahrt.

anm ◀

Der Autor, Michael Wohlfart, ist Team Manager Additive Minds Business Development & Academy.

Der 3D-Druck ergänzt etablierte Verfahren und macht Prozesse schneller, anpassungsfähiger und bringt sie näher an die realen Anforderungen.



Bild: Ultimaker

Von der Idee zum Bauteil in wenigen Stunden

3D-Druck verändert die innerbetriebliche Fertigung – nicht als Ersatz, sondern als Ergänzung klassischer Prozesse. Zwei europäische Unternehmen zeigen exemplarisch, wie additive Fertigung reale Produktionsprobleme löst, Prozesse beschleunigt und mehr Flexibilität in den Alltag bringt. **VON ANDY MIDDLETON**

Für viele Hersteller liegt die größte Herausforderung bei der Einführung der additiven Fertigung nicht in der Technologie selbst, sondern darin, zu erkennen, wo diese Technologie tatsächlich Mehrwert schafft. Obwohl sie sich zunehmend etabliert, tun sich viele Teams weiterhin schwer damit, alltägliche Produktionsprobleme zu identifizieren, die sich mit 3D-Druck effizient lösen ließen. Wählt man jedoch die richtigen Einsatzfälle, ist der Effekt unmittelbar spürbar: schnellere Iterationen, weniger Fremdvergabe sowie die Möglichkeit, maßgeschneiderte Werkzeuge oder Bauteile auf Abruf herzustellen.

Im Folgenden betrachten wir mehrere Beispiele, die veranschaulichen, wie Unternehmen den 3D-Druck bereits

heute operativ nutzen. Dabei werden klassische Fertigungsverfahren nicht ersetzt, sondern ergänzt. Das beschleunigt die Fertigung, macht sie flexibler und ermöglicht effizienter Arbeitsabläufe.

Produktionsprobleme werden lösbar

Zwei europäische Unternehmen, Moval aus Italien und DP3D aus Frankreich, zeigen, wie die additive Fertigung erfolgreich eingeführt werden kann: Sie verwandeln eine vielversprechende Technologie in ein zuverlässiges Werkzeug, das täglich in der Produktion eingesetzt wird.

Moval, ein italienischer Hersteller maßgefertigter, heißgeschmiedeter Mes-

singbauteile, beliefert die Hydraulik-, Automobil- und Schweißindustrie in ganz Europa. Mit einem Team von 25 Mitarbeitenden und vollständig interner Fertigung – vom Design bis zur CNC-Bearbeitung – spielt Effizienz eine zentrale Rolle. Um Abläufe zu verbessern und Kosten zu senken, integrierte das Unternehmen die additive Fertigung in seine Prozesse. Der technische Ingenieur Emanuele Maccarinelli nutzt den Ultimaker-S8-Drucker und das zugehörige Ökosystem, um Lehren, Messvorrichtungen und Werkzeuge direkt in der Werkstatt herzustellen.

„Wir haben noch keine Anwendung gefunden, die wir nicht mit dem Ultimaker S8 drucken konnten“, sagt Maccarinelli. Ein Beispiel ist eine kunden-

spezifische Messvorrichtung zur Überprüfung der Maßhaltigkeit von Teilen in der Qualitätskontrolle. Statt ein Prüfwerkzeug aus Metall zu fertigen, entwarf und druckte Moval eine Vorrichtung aus grünem PLA, die exakt auf das jeweilige Bauteil abgestimmt ist. Die Konstruktion enthält integrierte Größeneinheiten, sodass separate Etiketten oder Dokumentationen entfallen. Auf diese Weise entsteht ein kompaktes All-in-One-Prüfwerkzeug.

Auch die Geschwindigkeit verbesserte sich deutlich: Mit dem Cheetah Motion Planner von Ultimaker konnte die Messvorrichtung in 1 Stunde und 49 Minuten hergestellt werden – zuvor benötigte man sechs Stunden und 34 Minuten auf dem alten Drucksystem. Die Oberflächenqualität war zudem so hoch, dass keine Nachbearbeitung nötig war. „Mit dem 3D-Druck konnten wir exakt der Form des Teils folgen, das wir benötigen“, erklärt Maccarinelli.

Von Prüfwerkzeugen zu funktionalen Bauteilen

Moval fertigt nicht nur Prüfmittel, sondern setzt die additive Fertigung auch für funktionsfähige Bauteile in industriellen Systemen ein. Ein Beispiel ist eine Dichtungskappe für pneumatische Luftzylinder. Klassisch verursacht die Fertigung solcher Komponenten lange Lieferzeiten, Mindestbestellmengen und eingeschränkte Flexibilität bei Designänderungen. Mit dem Ultimaker S8 wurde das Bauteil aus TPU 95A gedruckt – einem flexiblen Material, das Elastizität für zuverlässige Abdichtung bietet und gleichzeitig Öl, Abrieb und Druckluft standhält. So kann das Team Designs schnell anpassen und neue Versionen ohne externe Fertigung testen.

Eine weitere Anwendung ist eine stark beanspruchte Vorrichtung im Maschinenkontakt. Hier kam PET CF zum Einsatz, ein verschleißfestes Material für hohe mechanische Belastungen.

Hinter diesen Anwendungen steht ein durchgängig digitaler Workflow: Designs werden in Ultimaker Cura vorbereitet, während Druckaufträge und Dateien über die Ultimaker Digital Factory verwaltet werden. So gelingt der nahtlose Übergang vom Design zur

Produktion. Auch Datensicherheit spielt eine zentrale Rolle. Da Moval-Kunden aus verschiedenen Branchen beliefert, ist der Schutz sensibler Konstruktionsdaten essenziell. Durch die Einhaltung europäischer Datenschutzstandards können STL-Dateien sicher verarbeitet und gespeichert werden.

Schnellere Lösungen für Kunden

Ähnliche Vorteile zeigen sich bei DP3D aus Frankreich, ein Unternehmen für 3D-Druck- und 3D-Scanning-Dienstleistungen. Mit über 200 Kunden aus Bereichen wie Landwirtschaft und Verpackung produziert DP3D-Ersatzteile, Vorrichtungen und kundenspezifische Komponenten. Laut Mitgründerin Sophie Grebert waren Präzision, Geschwindigkeit und Datenschutz entscheidende Kriterien bei der Wahl der Ultimaker-S-Serie.

„Bei einigen Kunden gelten Geheimhaltungsvereinbarungen, da sensible Daten betroffen sind. Deshalb ist Sicherheit ein entscheidender Faktor“, erklärt sie. In einem Fall benötigte ein Kunde aus der Lebensmittelindustrie ein maßgeschneidertes Teil für eine automatisierte Produktionslinie zum Transport von Apfelkisten. Während die konventionelle Fertigung bis zu zehn Wochen gedauert hätte, lieferte DP3D mithilfe von 3D-Scanning und additiver Fertigung das Bauteil in nur drei Tagen.

Das Unternehmen nutzt die Technologie zudem für funktionsfähige Produkte wie Clipé Fix, eine patentierte Komponente zur Befestigung von Be-



Moval setzt die additive Fertigung auch für funktionsfähige Bauteile in industriellen Systemen ein, hier eine Dichtungskappe.

Bild: Moval



Bild: Ultimaker

Der Ultimaker S8 ist für hohe Produktivität und Zuverlässigkeit im industriellen Umfeld ausgelegt.

wässerungssystemen in Obstplantagen. Gefertigt aus ASA für hohe UV- und Witterungsbeständigkeit, kann das Teil in Serien von bis zu 1.000 Stück innerhalb von zwei Wochen produziert werden.

„In den meisten Fällen kann die additive Fertigung Kosten und Lieferzeiten deutlich reduzieren“, sagt Grebert.

Ein Fahrplan für die alltägliche Nutzung

Die Beispiele von Moval und DP3D zeigen deutlich: Wenn Hersteller die richtigen Anwendungsfälle identifizieren, wird die additive Fertigung weit mehr als eine Nischenlösung – sie wird zum täglichen Problemlöser.

Ob durch effizientere Qualitätskontrolle und flexible interne Bauteilfertigung bei Moval oder durch drastisch verkürzte Lieferzeiten bei DP3D – beide Unternehmen verdeutlichen, wie 3D-Druck messbare Vorteile direkt in der Produktion ermöglicht. Der Ansatz ersetzt etablierte Verfahren nicht, sondern ergänzt sie sinnvoll und macht Prozesse schneller, anpassungsfähiger und näher an den realen Anforderungen.

anm ◀

Der Autor, Andy Middleton, ist Senior Vice President bei Ultimaker.

Neue Wege in der Beschaffung

Digitale Beschaffungsplattformen und 3D-Druck treiben die Verteidigungsindustrie voran. Am Beispiel von AADS wird deutlich, wie sich Entwicklungszeiten verkürzen, Lieferketten entlasten und komplexe Projekte unter hohem Zeitdruck realisieren lassen. **VON OLE MARX**

Kaum eine Branche steht so unter Zeitdruck wie der Militär- und Sicherheitsbereich. Europas Defence-Unternehmen sind voll ausgelastet und können kaum die vielen neuen Aufträge erledigen. Ein Grund dafür ist der Mangel an Fachkräften, der eigentlich neue Strukturen im gesamten Produktionsprozess erfordert. Das britische Unternehmen AADS bewältigt diese Herausforderungen, indem es den 3D-Druck einsetzt und ihn zugleich mit einer innovativen Beschaffungsstrategie kombiniert.

Die Firma hat sich auf den Umbau von Serienfahrzeugen spezialisiert. AADS rüstet unter anderem den Jeep Wrangler J8 um – zu Truppentransportern, Krankenwagen, Streifenwagen oder Kommandofahrzeugen für Militär und Polizei. Die Fahrzeuge entstehen in Maßarbeit und werden auf ganz spezifische Bedürfnisse

hin entwickelt. Es gibt dabei zahlreiche Um- und Anbauteile in kleinen oder mittleren Serien, für die traditionelle Produktionsmethoden wie der Spritzguss meist unrentabel sind. Zugleich stehen die Entwickler unter Druck, schnell neue Produkte zu entwerfen.

3D-Druck beschleunigt Beschaffung

Als das italienische Verteidigungsministerium bei AADS einen Umbau des Serienfahrzeugs in robuste Patrouillenfahrzeuge bestellte, hatten die Entwickler kaum mehr freie Kapazitäten. Dabei eilte die Sache: Nur zwölf Monate von der Bestellung bis zur Auslieferung waren vorgegeben. Eine Bestellung von Militär-Ambulanzen stieß auf ähnliche Schwierigkeiten: Alle Entwürfe und Kons-

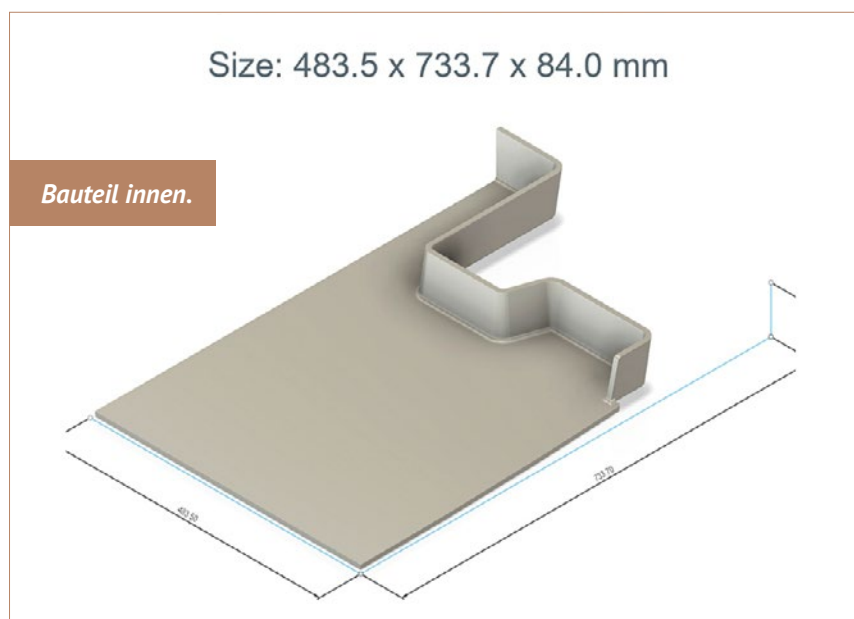
truktionen mussten von Grund auf neu erstellt werden, einschließlich der Karosserieverlängerung, des Glasfaserdachs und des Innenraums des Krankenwagens.

Mit den herkömmlichen Beschaffungswegen wäre die Aufträge unmöglich gewesen. Ausschreibung, Auftragsvergabe, Wartezeiten: Diese Prozesse hätte Monate verschlungen, und das bereits beim Erstellen von Prototypen. Stattdessen setzte der britische Hersteller neueste 3D-Drucktechnologien ein, sowohl in der Entwicklung als auch in der Produktion von Bauteilen. Um die Beschaffung zu beschleunigen nutzte der Hersteller die industriellen Druckkapazitäten von Xometry Europe.

Diese Produktionsplattform vermittelt innerhalb von Sekunden Aufträge an Produzenten aus einem riesigen Lieferanten-Netzwerk. Allein in Europa stehen 2.000 zertifizierte Hersteller zur Verfügung. Schon bei der Entwicklung der Teile profitieren Ingenieure auf der Plattform von KI-gestützten Sofortangeboten. Sie sehen am Bildschirm nahezu in Echtzeit, wie sich Änderungen am Bauteil, dem Material oder an der Menge auf die Kosten auswirken. Damit verwirklichen die Entwickler Iterationen wesentlich schneller, der Weg zum fertigen Prototypen verkürzt sich.

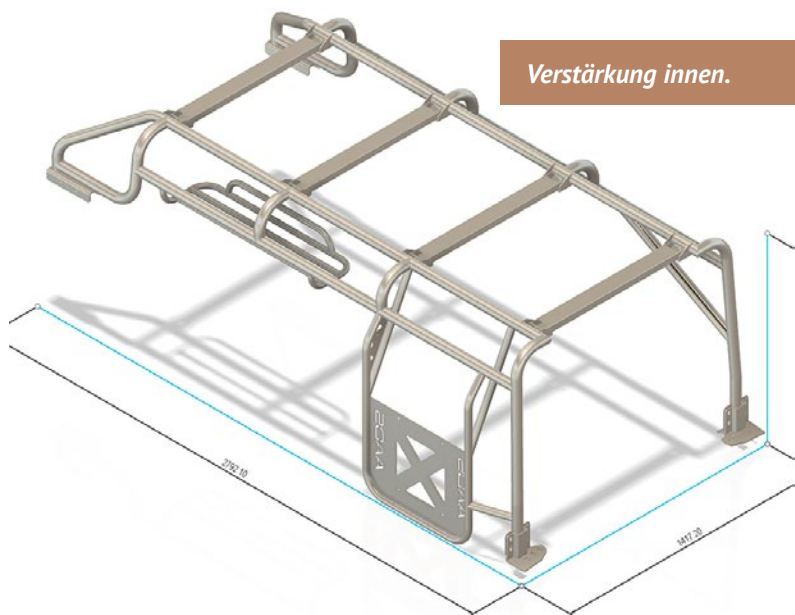
Viele Fertigungsmöglichkeiten

Die Plattform ermöglichte den britischen Ingenieuren zudem den Zugang zu einer Vielzahl von Fertigungsmöglichkeiten. Neben dem 3D-Druck war im Fall der Ambulanzen vor allem die Metallbearbeitung gefragt. Große Stahlmengen



Size: 2792.1 x 1417.2 x 1052.2 mm

Verstärkung innen.



mussten geschweißt werden - kein Problem für das Lieferantennetzwerk von Xometry. Es konnte alle für die Umbauten erforderlichen Komponenten effizient liefern. Mark Jensen, Leiter Technik und Produktion bei AADS, zum Ablauf: „Wir mussten uns keine Gedanken mehr über die Lieferkette machen und konnten uns ganz auf unsere Kernaufgaben konzentrieren. Da wir wussten, dass die Plattform über alle notwendigen Fertigungs- und Produktionskontakte verfügt, mussten wir nicht selbst nach Lieferanten suchen – das war entscheidend.“

In der Produktion nutzte AADS die Kapazitäten von Xometry zunächst für den 3D-Druck. Mit dem FDM-Verfahren wurden Prototypen des UltraLight Jeep Roof hergestellt. Später folgten komplexe Teile in kleinen Stückzahlen, unter anderem gedruckte, vibrationsisolierende Einsätze für Waffenhalterungen. Dabei handelt es sich um wichtige funktionale Produktionsteile, die direkt im Fahrzeuginnenraum installiert werden. Xometry vermittelte auch den Druck von Dichtungen für ein Aluminium-Hardtop. Hier waren komplexe Geometrien für eine effektive Abdichtung um den Türrahmen herum erforderlich. Die Anwendung wurde zum Paradebeispiel für den Einsatz von MJF-3D-Drucktechnologien: Aus Aluminium in kleinen Stückzahlen wären diese Teile nicht möglich geworden. AADS gelang durch die neuen Wege ein

anspruchsvolles Design ohne erhebliche Investitionen in Spritzgusswerkzeuge. Für die militarisierete J8-Krankenwagenflotte vermittelte Xometry zudem wichtige Stahlkomponenten, wie die 550 mm lange Verlängerung der Fahrzeugkarosserie. Diese machte den Umbau zum Krankenwagen erst möglich.

Zugriff auf 2.000 Produktionsbetriebe

Der britische Hersteller profitierte in dem Prozess von einer riesigen Lieferantenbasis. Xometry eröffnet seinen Kunden den Zugriff auf 2.000 Produktionsbetriebe in ganz Europa. Der britische Defense-Hersteller konnte damit seine Beschaffung optimieren und beschleunigen. Die Nutzung der Produktionsplattform reduzierte den Aufwand für die Zusammenarbeit mit zahlreichen Lieferanten. Produktionsleiter Mark Jensen: „Für uns erwies es sich als wertvoll, dass Xometry eine umfassende Lösung anbietet, die von der Herstellung des Stahlrahmens über die Vermittlung eines Netzwerks qualifizierter Lieferanten bis hin zur Logistik führt.“ AADS will sein Angebot weiter aufstocken und das Portfolio an Umbauten auf weitere Fahrzeuge ausweiten. *anm* ◀

Der Autor, Ole Marx, ist Regional Sales Director, Xometry Europe.

ENTDECKEN, WAS WIRKLICH GEHT



SICHERN SIE SICH JETZT IHR EXKLUSIVES ABONNEMENT!



[www.autocad-magazin.de/
abonnement](http://www.autocad-magazin.de/abonnement)

AUTOCAD
MAGAZIN

eine Marke vom



Höhere Bereitschaft durch Produktion vor Ort

José Luis Sánchez, Geschäftsführer des 3D-Druck-Lösungsanbieters Meltio, erläutert im Gespräch mit dem Autocad Magazin, wie additive Fertigung den Verteidigungssektor verändert und warum 3D-Druck dort zunehmend zu einer strategischen Schlüsseltechnologie wird.

Der 3D-Druck hält Einzug in Streitkräfte weltweit sowie in die Luft- und Raumfahrtindustrie. Die additive Metallfertigung spielt eine zentrale Rolle bei der Reparatur und Wartung von Ausrüstung, da sie die Abhängigkeit von traditionellen Lieferketten deutlich reduziert. Gleichzeitig ermöglicht sie den Einsatz direkt vor Ort, weil nämlich Bauteile unmittelbar im Einsatzgebiet hergestellt werden können.

In diesen beiden Schlüsselbranchen – Verteidigung sowie Luft- und Raumfahrt – kommen die industriellen 3D-Drucklösungen von Meltio bereits in konkreten Anwendungen zum Einsatz, sowohl bei der Herstellung von Metallbauteilen als auch bei deren Reparatur.

Meltio, ein spanisches Unternehmen mit Sitz in Linares (Jaén), spezialisiert sich auf den 3D-Metalldruck mittels DED-Technologie auf Basis von Metalldraht. Im Gegensatz zu pulverbasierten Verfahren wird hierbei ein Metalldraht durch Laser aufgeschmolzen und das

Bauteil Schicht für Schicht aufgebaut oder repariert.

Das Unternehmen hat bereits Ersatzteile aus Edelstahl, Aluminium, Titan, Nickel, Inconel und weiteren qualifizierten Materialien für die Verteidigungs- und Luftfahrtindustrie gefertigt – unter anderem für gepanzerte Fahrzeuge der Armee. Zudem arbeitet Meltio mit Luft- und Raumfahrtstreitkräften an der Reparatur von Strahltriebwerken unter Verwendung von Titan- und Kupferlegierungen.

Für José Luis Sánchez, Geschäftsführer von Meltio, ist klar: Die additive Fertigung wird insbesondere in „vorgelagerten Stützpunkten, maritimen Umgebungen und bei Einsätzen in abgelegenen Regionen“ an Bedeutung gewinnen – überall dort, wo Autonomie entscheidend ist. Vor allem in der Wartung, Reparatur und Lebensdauererweiterung von Systemen wird sie eine zentrale Rolle einnehmen.

Autocad Magazin: Wofür wird 3D-Druck im Verteidigungssektor eingesetzt?

José Luis Sánchez: Im Verteidigungsbereich konzentriert sich die additive Fertigung im Wesentlichen auf zwei Anwendungsfelder: die bedarfsgerechte Produktion von Bauteilen sowie die Reparatur kritischer Komponenten. Dadurch lässt sich die Abhängigkeit von komplexen Lieferketten reduzieren und gleichzeitig die Einsatzbereitschaft erhöhen.

Besonders an Bedeutung gewinnt der Einsatz direkt im Einsatzgebiet. Die Fähigkeit, Bauteile vor Ort zu produzieren oder zu reparieren, stellt einen klaren strategischen Vorteil dar. Dabei versteht sich die additive Fertigung nicht als Ersatz, sondern als Ergänzung zur konventionellen Produktion – insbesondere dort, wo diese hinsichtlich Zeit, Logistik und Flexibilität an ihre Grenzen stößt.

Wie sieht die Zukunft des 3D-Drucks im Verteidigungssektor aus?

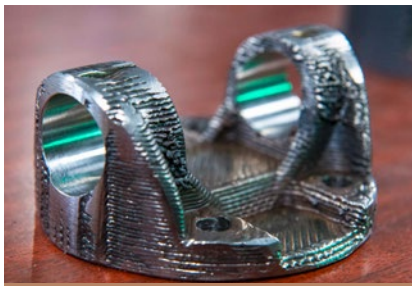
José Luis Sánchez: Die Zukunft liegt in der festen Integration additiver Fertigung als struktureller Fähigkeit innerhalb militärischer Operationen. Es geht nicht mehr nur um die Herstellung einzelner Teile, sondern um die Transformation des gesamten Logistikmodells hin zu einer dezentraleren, digitaleren und resilienteren Struktur.

Insbesondere in Vorposten, maritimen Umgebungen und bei entfernten Einsätzen wird die Bedeutung weiter zunehmen – überall dort, wo Autonomie entscheidend ist. Gleichzeitig wird die Technologie eine Schlüsselrolle bei Wartung, Reparatur und Lebensdauererweiterung von Systemen spielen.

Über den Verteidigungssektor hinaus entwickelt sich die additive Fertigung branchenübergreifend von einem



Einsatz von 3D-gedruckten Bauteilen im Heer.



Erprobung des 3D-Metalldrucks im Rahmen der Übung „Ursa Minor“.

reinen Produktionswerkzeug hin zu einer strategischen Kernkompetenz, die Arbeitsweisen grundlegend verändert. Der Verteidigungssektor fungiert dabei als besonders anspruchsvolles Testfeld: Was sich hier bewährt, findet später Eingang in andere Industrien.

Welche Vorteile bietet der Einsatz von 3D-Druck im militärischen Bereich?

José Luis Sánchez: Der wichtigste Vorteil liegt in der Steigerung der Einsatzbereitschaft. Bauteile können genau dann und dort gefertigt oder repariert werden, wo sie benötigt werden. Dadurch lassen sich Ausfallzeiten reduzieren und logistische Abhängigkeiten minimieren.

Hinzu kommen die Möglichkeit der On-Demand-Produktion, geringere Lagerbestände sowie eine hohe Anpassungsfähigkeit an veränderte Anforderungen. Gerade in unsicheren und dynamischen Umgebungen wird diese Flexibilität zu einem entscheidenden strategischen Vorteil. Insgesamt ermöglicht die additive Fertigung den Übergang von einem prognosebasierten zu einem reaktionsbasierten Versorgungsmodell.



Die additive Metallfertigung spielt eine zentrale Rolle bei der Reparatur und Wartung von Ausrüstung.

Inwiefern ist der 3D-Druck kostspieliger als die Fertigung mit traditionellen Verfahren und Lieferketten?

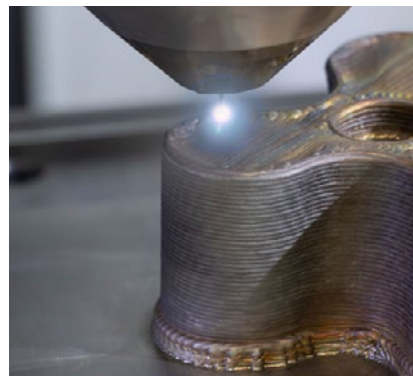
José Luis Sánchez: Das hängt stark vom jeweiligen Anwendungsfall ab. In der Massenproduktion bleiben konventionelle Verfahren hinsichtlich der Stückkosten meist überlegen. Im Verteidigungsbereich greift eine rein kostenbasierte Betrachtung jedoch zu kurz.

Faktoren wie Lieferzeiten, Logistik, Lagerhaltung und die Auswirkungen von Systemausfällen sind entscheidend. Betrachtet man die Gesamtkosten – insbesondere im Hinblick auf die Einsatzbereitschaft –, kann die additive Fertigung erhebliche Effizienzgewinne ermöglichen.

Was macht den Einsatz von 3D-Druck zuverlässig?

José Luis Sánchez: Die Zuverlässigkeit hängt maßgeblich vom Reifegrad der Technologie und ihrer Integration in industrielle Prozesse ab. In den vergangenen Jahren wurden erhebliche Fortschritte erzielt, insbesondere in den Bereichen Prozesskontrolle, Reproduzierbarkeit sowie Material- und Anwendungszertifizierung.

Heute existieren zahlreiche konkrete Anwendungsfälle in anspruchsvollen Umgebungen. Die zentrale Herausforderung besteht nicht mehr darin, die Funktionsfähigkeit nachzuweisen, sondern den Einsatz konsequent zu skalieren. Es zeichnet sich ein klarer Übergang von der Experimentierphase hin zur industriellen Anwendung ab.



Meltio spezialisiert sich auf den 3D-Metalldruck mittels DED-Technologie auf Basis von Metalldraht.



Jose Luis Sánchez, Geschäftsführer von Meltio.

Da Meltio in Spanien beheimatet ist: Wie ist dort der Stand in punkto 3D-Druck?

José Luis Sánchez: Spanien macht – im Einklang mit anderen europäischen Ländern – kontinuierliche Fortschritte. Sowohl auf institutioneller als auch auf industrieller Ebene gibt es Initiativen zur Erforschung und Implementierung dieser Technologien, insbesondere in den Bereichen Wartung und Logistik.

Der Sektor befindet sich noch in einer Einführungsphase, jedoch mit klarer strategischer Ausrichtung: der Integration additiver Fertigung in die industrielle und militärische Infrastruktur. Diese Entwicklung hat nicht nur operative, sondern auch weitreichende strategische Bedeutung im Hinblick auf industrielle Autonomie.

In welcher Form werden KI und selbstreparierende Materialien die Zukunft der additiven Fertigung prägen?

José Luis Sánchez: Zweifellos werden diese Technologien eine wichtige Rolle spielen. Insbesondere künstliche Intelligenz wird maßgeblich zur Prozessoptimierung, Qualitätssicherung und Steuerung verteilter Fertigungsstrukturen beitragen.

Woran arbeitet Meltio derzeit im Verteidigungssektor?

José Luis Sánchez: Meltio befasst sich damit, die Fertigung und Reparatur von Metallbauteilen in Umgebungen zu ermöglichen, in denen dies bislang nicht realisierbar war. Dies betrifft sowohl industrielle Anlagen als auch einsatznahe Standorte. Im Fokus steht die Schaffung von Flexibilität und Autonomie, um die Abhängigkeit von externen Lieferketten zu reduzieren und gleichzeitig die Reaktionsfähigkeit zu erhöhen. *anm* ◀

Kompakte Präzisionsgetriebe für Robotik und FTS

Bild: Sumitomo Drive Technologies



Präzisionsgetriebe der Fine Cyclo B-Serie.

Sumitomo Drive Technologies präsentiert auf der SPS Italia 2026 am 26. bis 28. Mai in Parma neue Antriebslösungen für Automatisierung, Robotik und Intralogistik. Im Fokus steht die neue Fine Cyclo B-Serie, eine Genera-

tion kompakter Präzisionsgetriebe mit hoher Torsionssteifigkeit, Spielfreiheit und präziser Rundlaufgenauigkeit. Die Baureihe deckt Drehmomente bis 4.000 Nm ab, kurzzeitig sind bis 8.000 Nm möglich. Zwei Varianten ermöglichen sowohl Plug-and-Play-Integration als auch individuelle Maschinenkonzepte. Ebenfalls gezeigt wird Smartris, ein kompaktes Antriebspaket für fahrerlose Transportsysteme und autonome mobile Roboter. Es kombiniert Getriebe, Servomotor und Regler in einem abgestimmten System und ist nun auch mit dem neuen Compact Plus-Regler inklusive EtherCAT-, Profinet- und Sicherheitsfunktionen verfügbar.

Präzisions-Wellgetriebe für sichere Operationsroboter

Nabtesco entwickelt spielfreie Wellgetriebe und integrierbare Antriebslösungen für chirurgische Robotik. Die Systeme ermöglichen reproduzierbare Bewegungen bei gleichzeitig hoher Sicherheit im direkten Patientenumfeld. Dank kompakter Bauweise, geringem Gewicht und hoher Leistungsdichte eignen sie sich für platzkritische OP-Roboter. Die Getriebe bieten exakte, verzögerungsfreie Bewegungsübertragung,

hohe Wiederholgenauigkeit sowie kontrolliertes Rücktreibmoment für feinfühlig Positionierung. Besonders leistungsfähig sind Shortgetriebe, die bei gleicher Baugröße 120 Prozent mehr Drehmoment und 140 Prozent mehr Lebensdauer erreichen. Aktuatoren mit Motor, Encoder und optionaler Bremse erleichtern die Integration. Sicherheitsreserven bis 500 Prozent Überlastmoment erhöhen den Schutz im Notfall.



Spielfreie Wellgetriebe von Nabtesco ermöglichen hochpräzise und sichere Bewegungen in Operationsrobotern.

Bild: Nabtesco

Antriebstechnik: Komponenten für Hybridsysteme

Hybridantriebe werden langfristig global eine wichtige Rolle spielen. Deshalb erweitert Schaeffler sein Portfolio für Mild-, Voll- und Plug-in-Hybride sowie Range Extender. Besonders in Nord- und Südamerika, Südostasien und Japan ist eine hohe Nachfrage zu erwarten.

Im Mittelpunkt steht ein neues dediziertes Multi-Mode-Hybridgetriebe, das 2026 bei europäischen und asiatischen Herstellern in Serie startet. Das System integriert zwei E-Maschinen, Leistungselektronik, Hydraulik sowie Software und bietet die Fahrmodi elektrisch, seriell und parallel. Im seriellen Betrieb kann der Verbrennungsmotor stets im optimalen Wirkungsgrad arbeiten. Ergänzend liefert Schaeffler Komponenten für effiziente Hybridmotoren, darunter den Speichentilger zur Reduzierung von Torsionsschwingungen sowie elektromechanische Nockenwellenversteller für eine präzisere Ventilsteuerung.

Nach der Übernahme von Vitesco Technologies wurde das Sensorportfolio erweitert, etwa um Flex-Fuel-Sensoren zur Kraftstoffanalyse.

Automatisierung: Palettier-Zelle für die Pharmaproduktion

Robotronic und Mitsubishi Electric haben eine besonders kompakte, modulare Palettier-Zelle für Vials und Fertigspritzen entwickelt. Mit nur 150 × 130 cm Stellfläche ermöglicht sie eine hochdichte Automatisierung für die Pharmaindustrie und soll Lieferengpässe reduzieren sowie Durchlaufzeiten verkürzen. Die Zelle ist für die Integration in bestehende Produktionslinien ausgelegt und unterstützt Prozesse wie De-/Renesting, Tray-Handling und Palettierung mit minimalem Glasbruch. Zwei eng koordinierte Mitsubishi-FR-Roboter arbeiten mit hoher Präzision im Millimeterabstand und erreichen bis zu 600 Produkte pro

Automation wird spielerisch erlebbar



Bild: ANT Gm

Vollautomatisierte Mehrachsen-Einheiten kann ANT Antriebstechnik in wenigen Tage betriebsfertig bereitstellen.

AGV- und AMR-Design mit Layout-Analyse

Kollmorgen stellt mit dem NDC Layout Assistant ein neues Tool zur schnellen Analyse und Optimierung von Layouts für AGVs und AMRs vor. Es schafft frühzeitig Transparenz über die Layoutleistung, identifiziert Schwachstellen und zeigt gezielt Optimierungspotenziale auf Segmentebene. Dadurch lassen sich Design- und Validierungsprozesse deutlich beschleunigen und Iterationsschleifen reduzieren. Anwender erhalten sofortiges Feedback zu Fahrzeit, Geschwindigkeit und Effizienz einzelner Streckenabschnitte und können kritische Bereiche priorisieren. Das verbessert die Planbarkeit, reduziert manuelle Analyseaufwände und unterstützt eine höhere Designqualität bereits in frühen Entwicklungsphasen. Das Tool bildet zudem eine Grundlage für künftige KI-gestützte Funktionen im Layoutdesign autonomer Transportsysteme.

ANT Antriebstechnik präsentiert auf der All about automation in Straubing (10. bis 11. Juni 2026) einen interaktiven Lichtpistolen-Schießstand. Besucher können dort ihre Treffsicherheit testen, während sich die Zielscheibe dynamisch horizontal und vertikal bewegt. Das Exponat demonstriert anschaulich Präzision, Geschwindigkeit und Bewegungsdynamik moderner Hubgetriebe und Lineareinheiten des Schweinfurter Unternehmens. Gleichzeitig zeigt ANT seine Kompe-

tenz bei mehrachsigen Kinematiklösungen für Montage-, Positionier- und Handhabungstechnik. Im Fokus stehen dabei die im eigenen Haus entwickelten Schnellhubgetriebe der NG-Baureihe, die in vielen Anwendungen servohydraulische Systeme ersetzen. Darüber hinaus informiert ANT über komplette automatisierte Mehrachsen-Systeme, die dank Netzwerkpartnern und Bosch-Rexroth-Kooperation kurzfristig einsatzbereit geliefert werden können.

Kompakte Verbindungstechnik für anspruchsvolle Anwendungen

Combination D-SUB Steckverbinder von Conec ermöglichen die Kombination von Signal-, Hochstrom-, Hochspannungs- und Koaxialkontakten in einem kompakten Gehäuse. Dadurch lassen sich komplexe Verkabelungen reduzieren und Bauraum effizient nutzen. Die Steckverbinder sind für industrielle Automatisierung, Medizintechnik, Energieanlagen sowie maritime Anwendungen ausgelegt und gewährleisten zuverlässige Daten- und Energieübertragung auch unter rauen Bedingungen. Durch modulare Bauformen und vormontierte Varianten bieten sie hohe Flexibilität bei Installation und Wartung. Typische Einsatzbereiche sind etwa bildge-



Bild: ©gottschall/stock.adobe.com; Conec

Anwendungsbeispiel: Angiographiesystem in der bildgestützten Medizintechnik.

stützte medizinische Systeme sowie auch Motor- und Steuerungseinheiten in der Schifffahrt.

Die geordnete Entnahme und Rückführung der empfindlichen Pharmaprodukte aus den Nestverpackungen sicherstellen

Minute. Die integrierte Soft-Touch-Technologie verhindert Glas-zu-Glas-Kontakt und erhöht die Produktsicherheit. Ziel ist eine robuste, platzsparende und regulatorisch sichere Produktion pharmazeutischer Güter bei gleichzeitig hoher Effizienz und Flexibilität.

Bild: Robotronic / Mitsubishi Electric

Mit seinem Einsatz im Rennwagen von Benedikt Platzköster beweist der TWIIST-Sensor von Gefran seine Vielseitigkeit.



Der Multisensor am Federbein

Als Sensor zum gleichzeitigen Messen verschiedener Prozessgrößen hat sich TWIIST bereits einen Namen gemacht. Nun stellt er auch mit völlig neuen Anwendungsfeldern seine Vielseitigkeit unter Beweis. **VON KAI WEIGAND**

Mit bis zu 240 km/h Höchstgeschwindigkeit bringt Benedikt Platzköster den etwas mehr als fünf Kilometer langen Parcours in 2:09.206 Minuten hinter sich – und ist damit keine acht Zehntelsekunden langsamer als der Schnellste des Felds. Das bringt ihm Platz 2 im Tagesrennen und auch später in der Gesamtwertung der Germany Time Attack Masters 2024 ein. Der Grund, warum das hier interessant ist, liegt im Innern seines bis zu 580 PS starken Boliden: Platzköster lässt wichtige Werte des Fahrzeugverhaltens durch den TWIIST überwachen – einem Sensor von Gefran, der sonst eher in industriellen Anwendun-

gen und in mobilen Arbeitsmaschinen zu finden ist. Das Tunen und Optimieren seines Rennwagens ist Platzkösters liebste Freizeitbeschäftigung. Beruflich ist er im Bereich Sensorik, Kommunikations- und Steuerungssysteme aktiv. Von daher war ihm Gefran mit seinen Komponenten der Automation und Prozesssteuerung bestens bekannt. Über Tobias Middendorf, der bei Gefran für das Business Development für Mobile Arbeitsmaschinen und Sensoren zuständig ist, wurde er auf den TWIIST aufmerksam. Dabei handelt es sich um einen Wegaufnehmer, der neben der Absolutposition gleichzeitig Prozessgrößen wie lineare Beschleunigung, Neigungs-

winkel und Außentemperatur in Echtzeit erfasst. Die gemessenen Daten setzt er mittels integrierter CPU in Bezug zueinander und erkennt damit Unregelmäßigkeiten im Ablauf. Der Sensor basiert auf dem dreidimensionalen Hall-Effekt, den Gefran mit einem eigens entwickelten Mikrochip einsetzt. Dieser Mikrochip ist auf einer Leiterplatte montiert und mit einem spiralförmigen Magnetfeld gekoppelt, innerhalb dessen er sich linear bewegen kann. Verändert sich der Feldwinkel des Magnetfelds entlang des zylindrischen Gehäuses, wird die neue Position des Mikrochips ermittelt. Damit lässt sich die Verschiebung dreidimensional bestimmen.

Der TWIIST erfasst nicht nur Messgrößen, sondern filtert die Daten, wertet sie aus und kann die Analyse via IO-Link und CANopen nachgeordneten Systemen zur Verfügung stellen. Neben einem umfassenden Condition Monitoring ermöglicht der Sensor in der Industrie eine zuverlässige Überwachung des maschinellen Arbeitsprozesses. In Fahrwerken ersetzt es das Potentiometer. So kam der Sensor mit der patentierten TWIIST-Technologie auf den Nürburgring.

In Platzkösters Rennwagen sitzt der TWIIST am hinteren Federbein. Dort misst er den Weg der Feder und überträgt die Werte via CANopen verlustfrei in Echtzeit an ein Display im Cockpit. Platzköster er-



TWIIST von Gefran erfasst, analysiert und übermittelt Werte zur Absolutposition, linearen Beschleunigung, Neigungswinkel und Temperatur.



Der TWIIST-Sensor basiert auf der dreidimensionalen Hall-Technologie, bei der ein Mikrochip mit einem spiralförmigen Magnetfeld gekoppelt ist.

Bilder: Gefran

Bild oben: Gefran / Benedikt Platzköster



Die ermittelten Daten überträgt TWIIST in Echtzeit an ein Display im Cockpit, hier in der unteren Mitte zu sehen.



In Platzkösters Rennwagen sitzt TWIIST am hinteren Federbein.

hält damit während der Fahrt zahlreiche Analysedaten über das Fahrzeugverhalten, die sonst verborgen blieben. Sie machen eine weitere Optimierung des Rennwagens möglich. So erfasst der Sensor das Kurvenverhalten des Fahrzeugs, womit die Radaufhängung verbessert und die Auflagefläche der Reifen in den Kurven vergrößert werden können. Mit dem TWIIST werden nun auch die Nickausschläge messbar, anhand derer sich Einstellungen wie Zug- und Druckstufe der Stoßdämpfer optimieren lassen. Darüber hinaus analysiert der Sensor die Stärke des Abtriebs und die Effizienz der Aerodynamik.

Unkompliziert in der Handhabung

Benedikt Platzkörter ist überzeugt von dem Multisensor, den er für die Timeattack auf dem Nürburgring erstmals installierte. Einen großen Vorteil sieht er in der berührungslosen Wegmessung, die der TWIIST aufgrund der Hall-Technologie realisiert. „Der Hall-Sensor ist wesentlich unempfindlicher gegen Schmutz als Potentiometer“, erklärt Platzkörter. „Deren elektrischer Kontakt wird durch Schmutz oder Feuchtigkeit beeinflusst.“ Als Sensor, der für den Einsatz unter anspruchsvollen Umgebungsbedingungen in Industrie und der Welt der mobilen Arbeitsmaschinen entwickelt wurde, arbeitet der TWIIST dank der Hall-Technologie vollständig berührungslos. „In der Fahrwerksmessung hat daher die Variable ‚Reibung‘ keinen Einfluss auf die Ergebnisse; das macht sie präziser“, sagt Tobias Middendorf.

Ein weiteres Leistungsmerkmal ist die einfache Installation. Die erfolgt praktisch per Plug-and-Play. Der Sensor lässt sich

leicht von außen montieren, sodass ein Einsetzen in das Innere von Zylindern nicht nötig ist. „Die mechanische Anbindung ist gut umzusetzen, auch die Dokumentation des Sensors ist sehr gut und er lässt sich leicht ans System anbinden“, ergänzt Platzkörter.

Vielseitig und effizient

Die größte Stärke des TWIIST-Sensors ist seine Vielseitigkeit und damit zugleich seine Effizienz. „Wenn eine Messung von Weg, Neigung und Temperatur vorzunehmen ist, sind dafür üblicherweise drei Komponenten zu verbauen, drei Kabel zu verlegen und drei Eingänge zu steuern“, sagt Middendorf von Gefran. „Mit dem TWIIST benötigt man dafür nur eine Komponente, die nur einmal einzubauen und nur einmal zu programmieren ist.“ Das spart Verdrahtungsaufwand und verringert die Zahl der Fehlerquellen.

Mit dieser Eigenschaft bedient der Sensor aktuelle Marktanforderungen. „Der TWIIST findet jeden Tag eine neue Anwendung“, sagt Middendorf. Im angestammten Bereich der Industrie lassen sich mit dem Sensor Funktionen zur Selbstdiagnose, Selbstkorrektur und zum Condition Monitoring realisieren.

In mobilen Arbeitsmaschinen kann der TWIIST wichtige Aufgaben für deren Steuerung übernehmen. Zum Beispiel erkennt das Wegmesssystem bei einer Landmaschine, wie weit deren Anbauten ein- oder ausgeklappt sind. Bei Vollerntern in der Weinernte hilft der TWIIST dabei, die Schräglage des Fahrzeugs am steilen Weinberghang auszugleichen.

An Gabelstaplern misst der Sensor den Verfahrensweg sowie die Neigung der

Gabelzinken, wofür sonst zwei Messkomponenten nötig wären. Aber auch in eher untypischen Anwendungen konnte der TWIIST schon überzeugen. Dazu gehört der Einsatz in einem Kettenkarussell, bei dem Höhe, Neigung und Wege der einzelnen Fahrgastsitze überwacht und damit gesichert werden. Und natürlich die Anwendung im Motorsport.

Gefran erhöhte im vergangenen Jahr die Schutzart von IP67 auf IP69K. So hält der TWIIST auch Hochdruckreinigern stand. Zudem stattete der Hersteller den Sensor mit einem zusätzlichen Schutzrohr aus. Dieses sichert ihn noch besser gegen mechanische Einflüsse ab und erhöht seine Stabilität. Und neben einem Steckerausgang ist der TWIIST-Sensor nun auch mit einem Kabelabgang erhältlich. Als eines der nächsten Themen steht für Middendorf eine Sicherheitszertifizierung im Raum.

Ausblick

Platzkörter kann sich vorstellen, den Einsatz von TWIIST in seinem Rennwagen weiter auszubauen. Ein Monitoring der Temperatur im Radkasten könnte helfen, Defizite in der Bremskühlung aufzeigen. Eine Winkelmessung des Gaspedals könnte die Regelung der Benzinzufuhr unterstützen, wie es bereits bei Bau- und Landmaschinen gelebte Praxis ist. Die Möglichkeiten, die der TWIIST dem Hobbyrennfahrer bietet, sind noch nicht ausgeschöpft. Sie versprechen neue Bestzeiten für Benedikt Platzkörter und seinen Rennwagen. Denn es kommt auf jede Hundertstelsekunde an. *anm* ◀

Der Autor, Kai Weigand, ist Produktmanager Sensoren bei Gefran Deutschland.

Die neuen Induktivsensoren von Contrinex sind kompatibel zum Industriestandard Smart-Sensor-Profil: IO-Link SSP 3.3, digitale Messsensoren (DMS) mit Deaktivierungsfunktion.



Leistung auch unter Extrembedingungen

Die neuen smarten induktiven Ganzmetallsensoren von Contrinex bieten gute Voraussetzungen für IoT-Anwendungen. Sie vereinen nicht nur verschiedene Sensormodi in einem einzigen Gerät, sondern sind auch robust und lassen sich einfach in die Applikation integrieren. **VON DIPL. ING. NORBERT MATTHES**

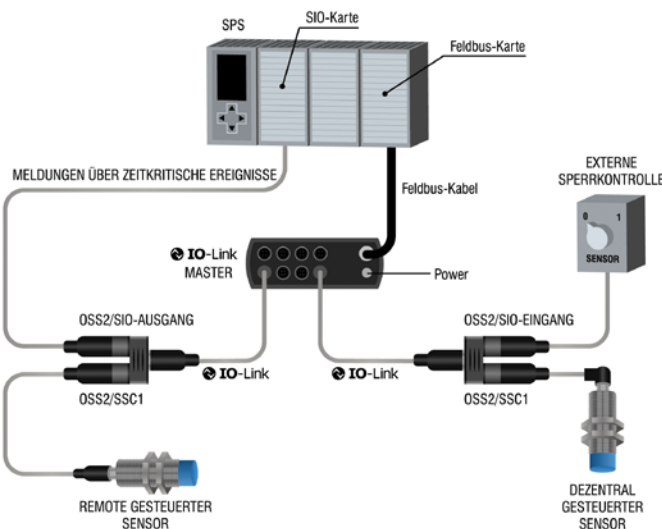
Smarte Induktivsensoren vermessen zum Beispiel in der Pneumatik die Kolbenverschiebung und -geschwindigkeit der Zylinder, sorgen bei Lineartischen für eine hochpräzise Positionierung, ermöglichen in modernen CNC-Bearbeitungszentren unterschiedliche Material-, Werkstück- und Schnittgeschwindigkeiten oder identifizieren in Industrieanlagen zuverlässig

metallische Werkstoffe. Da es bei diesen Anwendungen oft sehr rau zugeht, hat der Schweizer Sensorspezialist Contrinex seine smarten induktiven Ganzmetallsensoren mit einem Gehäuse aus Volledelstahl ausgestattet. Das Gehäuse ist mit oder ohne Gewinde erhältlich und kann in der Form individuellen Wünschen angepasst werden.

Die induktiven smarten Ganzmetall-

sensoren von Contrinex erfassen Objekte aus Stahl, Aluminium und Buntmetall effektiv ohne dabei den Schaltabstand zu verringern. Dank der integrierten Mehrkanalüberwachungsschaltkreise kann der Anwender zudem individuelle Ausgangsschaltpunkte definieren („Wire teach“). Die IO-Link-Schnittstelle sorgt für eine einfache Integration in das jeweilige Steuerungssystem.

Die neuen smarten Induktivsensoren von Contrinex arbeiten im 2-Kanal-Betrieb (IO-Link/SIO) und können deshalb auch dezentrale Prozessaufgaben unter lokaler Kontrolle lösen.



Ideal für Predictive Maintenance-Anwendungen

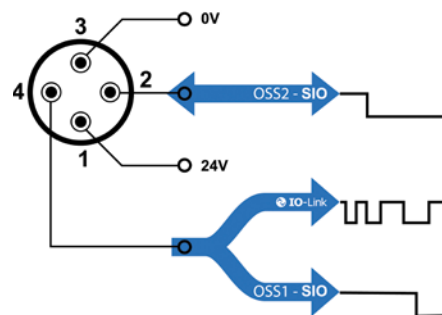
Im IO-Link-Modus unterstützen die induktiven Ganzmetallsensoren darüber hinaus die vorausschauende Instandhaltung. Durch die einfache Aktivierung eines IO-Link-Parameters können aus dem jeweiligen Register verschiedene Arten von Daten für die Anzeige und Live-Überwachung ausgegeben werden. Darüber hinaus lassen sich bis zu 3 Systemalarme auch auf verschiedene Schwellenwerte einstellen.

Die smarten Sensoren geben zudem binäre Ausgangssignale auch während

- ✓ Gehäuseform- und Größe
- ✓ Kabellänge
- ✓ Bündig oder nicht bündig
- ✓ Mit Gewinde oder ohne Gewinde
- ✓ Ausgewählte technische Eigenschaften



Die neuen Induktivsensoren von Contrinex sind kompatibel zum Industriestandard Smart-Sensor-Profil: IO-Link SSP 3.3, digitale Messsensoren (DMS) mit Deaktivierungsfunktion.



Mit der Einstellung eines IO-Pins als Eingang lassen sich unter anderem grundlegende boolesche Operationen auslösen.

des Betriebs im IO-Link-Modus direkt an die Steuerung ab, sodass Maßnahmen nahezu ohne Zeitverlust eingeleitet werden können. Da ihre Datenstruktur mit dem IO-Link Common Profile für digitale Messsensoren (DMS) kompatibel ist, bieten die smarten Sensoren die Flexibilität einer standardisierten Datenabbildung, -übertragung und -verarbeitung – und zwar unabhängig von Hersteller und Sensortyp.

Signalaufbereitung mit ASIC-Technologie

Die Signalaufbereitung der robusten smarten Sensoren von Contrinex erfolgt auf einem hochkomplexen applikationsspezifischen Chip (ASIC) aus eigener Entwicklung. Außerdem verfügen die robusten Volledelstahl-Sensoren über eine IO-Link-Schnittstelle, die benutzerkonfigurierbare Ausgänge ermöglicht und sie damit hervorragend geeignet

zum Einsatz für Smart Factory-Aufgaben macht. Denn IO-Link ermöglicht neben der kontinuierlichen Überwachung der Prozessdaten unter anderem auch das ständige Monitoring des Sensorstatus, die Empfindlichkeitseinstellung und die Überprüfung der Sensor-ID, die einer Installation am falschen Ort vorbeugt.

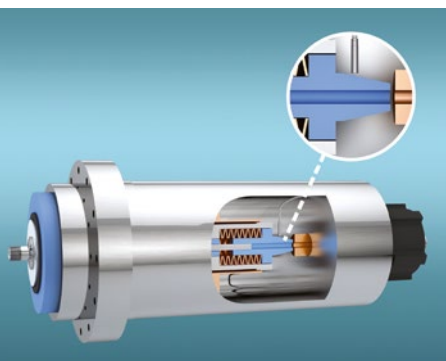
Leistungsfähig in rauer Umgebung

Durch zahlreiche Features bieten die smarten induktiven Ganzmetallsensoren von Contrinex Konstrukteuren sehr vielseitige Einsatzmöglichkeiten. Die robusten smarten Sensoren wurden speziell für die Verwendung in einem rauen Umfeld entwickelt, zum Beispiel für Anwendungen, in denen die Sensoren wiederholten Stößen ausgesetzt sind oder permanent mit Reinigungs- und Prozessflüssigkeiten in Kontakt kommen. Neben ihrer extremen Widerstandsfähigkeit

vereinen sie sämtliche Smart Features, die Anwendern aus dem Produktsortiment von Contrinex bekannt sind.

Hochauflösende Multimode-Messung

Auch die Volledelstahl-Version verfügen über eine hochauflösende Multimode-Messung von Prozessdaten oder kritischen Ereignisdaten. Ein einziger intelligenter Sensor macht es möglich, mehrere Parameter direkt oder indirekt zu messen. Zu den direkten Messungen zählen Entfernungen und seitliche Position (konstanter Abstand) sowie die Oberflächenerkennung. Indirekt werden Winkel, seitliche Position (schiefe Ebene), Kraft und Schwingung gemessen und eine Schrittzählung vorgenommen. So lässt sich mit den smarten Sensoren eine lineare metallische Schräge hochgenau per Induktion erfassen und messen. Verschiedene Start- und Endpunkte können vom Anwender frei gesetzt werden. Anwender profitieren von Messungen, deren Wiederholgenauigkeit $<3...10 \mu\text{m}$ ($<0,003...0,010 \text{ mm}$) und Auflösung in Bewegung (dynamisch) je nach Typ $5...20 \mu\text{m}$ ($=0,005...0,020 \text{ mm}$) beträgt. Ein Datenspeicher erfasst sowohl kumulierte Prozess- als auch Ereignisdaten und überwacht so nicht nur das langfristige Verhalten der Geräte, sondern auch kurzzeitige Grenzwertüberschreitungen. Zudem sind die Sensoren mit Long live Counter und Long live-Temperaturerfassung (EEPROM) ausgestattet. *anm* ◀



Contrinex passt seine smarten induktiven Ganzmetallsensoren exakt an die Anforderungen der Kundenapplikation an.



Die Ganzmetallsensoren von Contrinex überprüfen die Position des Werkzeugs in CNC-Bearbeitungszentren.

Der Autor, Dipl. Ing. Norbert Matthes, ist Technical Sales Manager bei der Contrinex Sensor GmbH.



Bild: Autodesk

Wie XR Baustellen intelligenter macht

XR kommt im Bauwesen immer häufiger zum Einsatz – besonders im Tiefbau. Dura Vermeer setzt dabei auf Autodesk Workshop XR, um Planungs- und Sicherheitsprozesse zu beschleunigen und die Zusammenarbeit weiter zu verbessern. Im Interview: Nicolas Fonta, Senior Director & General Manager XR, Autodesk, und Rick Boers, BIM-Manager, Dura Vermeer.

Extended Reality (XR) verlagert Planung und Abstimmung vom Bildschirm in den Raum: Modelle werden begehrbar, Risiken früher erkannt, Entscheidungen greifbar. Gerade im Tiefbau mit komplexen Abstimmungspro-

zessen, dem koordinierten Maschineneinsatz und straffen Terminplänen schafft XR Transparenz. Autodesk hat mit Workshop XR eine direkt an die Datenplattform angebundene Lösung entwickelt; Dura Vermeer bringt sie in Großprojekte der

Infrastrukturpraxis. Ein Gespräch über konkrete Anwendungsfälle, organisatorische Weichenstellungen und ein Blick nach vorn. **Autocad Magazin: Wie verändert XR die Arbeit im Bauwesen – besonders im Tiefbau? Welche Punkte sind für Sie zentral?**

Mit Extended Reality verlagern sich Planung und Abstimmung in den Raum.



Rick Boers: Wir nutzen XR vor allem für vier Anwendungsfälle: erstens Design-Reviews, um Kollisionen und Planungsfehler früh zu erkennen. Zweitens virtuelle Sicherheitsbegehungen, vor allem bei temporären Zuständen während der Bauausführung. Drittens zur Visualisierung für Auftraggeber, Stakeholder, Projektteam und Baustellenpersonal. Viertens zur Prüfung von Sichtverhältnissen, etwa aus der Kabine eines großen Krans. Der große Vorteil: Man steht im Modell, mit 360-Grad-Sicht, Tiefe, Schatten und Materialwirkung, und das schafft ein realistisches Gefühl für Größen, Abstände und Risiken.

Aus welchen Anwendungen stammen die Modelle – und wie stellen Sie Integrierbarkeit sicher?

Rick Boers: Für Ingenieurbauwerke, Brücken, Tunnel und gebäudetechnische Installationen setzen wir stark auf Revit;

Stahlbau modellieren wir meist in Tekla. Wir arbeiten in zweiwöchigen Zyklen: Alle Aspektmodelle laufen über definierte Freigabe-Workflows in Forma Data Management (früher bekannt als Autodesk Construction Cloud (ACC)) zum BIM-Koordinator; das Koordinationsmodell entsteht in Navisworks und wird wiederum in Forma Data Management verwaltet.

Nicolas Fonta: Genau deshalb ist unsere Plattform offen angelegt. Forma Data Management soll Daten aus verschiedenen Werkzeugen aufnehmen und in einem zentralen, verständlichen Kontext zusammenführen. Kunden arbeiten nun mal mit gemischten Toolchains. Das unterstützen wir bewusst.

Können Sie ein Beispiel nennen, in dem XR Ihre Erwartungen bei Sicherheit, Effizienz oder Zusammenarbeit übertroffen hat?

Rick Boers: In einem Projekt mit Umrichterstationen war XR Teil des formalen Design-Review-Prozesses für die gebäudetechnischen Anlagen. Im Kellergeschoss zeigten die virtuellen Sicherheitsbegehungen: Schaltschränke waren durch Kabeltrassen faktisch nicht mehr erreichbar. Auf 2D-Plänen wäre dies verborgen geblieben, und selbst eine klassische 3D-Kollisionsprüfung hätte es nicht gezeigt, weil geometrisch nichts kollidierte. XR machte die eingeschränkte Zugänglichkeit dagegen unmittelbar sichtbar.

Zudem lassen wir Baustellenpersonal kritische Situationen vorab virtuell üben – etwa Absperrungen, wenn Lasten über Gehwege geschwenkt werden.

Geräte. Der Maschinenführer sieht auf dem Display genau, wo er arbeiten muss – quasi wie in einem Computerspiel. Aktuell prüfen wir, Ähnliches für Pfahlgründungen umzusetzen. Bislang brauchen wir pro Pfahl mehrere Vermessungen; bei 2.600 Pfählen summiert sich das massiv. Ziel ist ein Maschinenmodell auf dem Rammgerät: korrekte Positionierung und unmittelbare As-Built-Rückmeldung.

Worin unterscheidet sich Autodesk Workshop XR von früheren VR-Lösungen?

Rick Boers: Früher brauchten wir externe Agenturen und viele Zwischenschritte über Game-Engines oder 3ds Max. Das war teuer und langsam – und die VR-Modelle waren schnell veraltet. Heute öffnen wir Modelle direkt aus Forma Data Management in Workshop XR. Ohne Umwege, ohne Externe – und immer auf dem aktuellen Planungsstand.

Nicolas Fonta: Unsere Vision ist, die Autodesk-Plattform um immersive, kollaborative Erlebnisse erweitern – ohne Bruch zur Kerndatenbasis. Workshop XR ist direkt angebunden. Aktuell unterstützen wir Revit, Navisworks und IFC-Dateiformate. Perspektivisch sollen alle Plattformdaten nutzbar werden – für Reviews, Sicherheit, Koordination und zunehmend auch Planung entlang des gesamten Projektzyklus.

Welche Veränderungen in der Unternehmenskultur und welche organisatorischen Änderungen braucht es für die Einführung von XR?

Rick Boers: Veränderung ist auf der Baustelle anspruchsvoll. Wir haben daher

Heute öffnen wir Modelle direkt aus Forma Data Management in Workshop XR. Ohne Umwege, ohne Externe – und immer auf dem aktuellen Planungsstand.

Rick Boers, BIM-Manager, Dura Vermeer.



Können Maschinen auf der Baustelle das Modell direkt nutzen und mit der Realität vergleichen?

Rick Boers: Ja, vor allem im Straßenbau. Erdarbeiten, Tragschichten und Asphalt basieren auf Maschinenmodellen: Wir exportieren die 3D-Daten direkt auf die

alle zwei Wochen einen festen „XR-Tag“ vor Ort: Eine Kollegin ist mit Headset da, 20-Minuten-Slots können gebucht werden. Die Termine sind regelmäßig ausgebucht und die Begeisterung überträgt sich in die Teams. Und wir lassen die Leute anfangs ruhig mit Spielen üben

Autodesk hat mit Workshop XR eine direkt an die Autodesk-Datenplattform angebundene Lösung entwickelt.



Bild: Autodesk

– so gewöhnen sie sich an die Brille, und mögliche Übelkeit nimmt ab. Das senkt Hemmschwellen deutlich.

Nicolas Fonta: Übergeordnet treiben Effizienz- und Nachhaltigkeitsziele die digitale Transformation für XR voran. Wo Teams Optimierung suchen, steigt die Offenheit für neue Werkzeuge.

Inwiefern verbessert XR die Zusammenarbeit mit Partnern und Auftraggebern?

Rick Boers: Früher prüfte jeder asynchron am Bildschirm und erfasste Anmerkungen. Echte Zusammenarbeit fand

mit gemeinsamem Raumverständnis. Drittens höhere Aufmerksamkeit und Engagement in Reviews: Man ist präsent und fokussiert, es entstehen mehr relevante Gespräche und Befunde.

Blick nach vorn: Welche Fortschritte in XR erwarten Sie oder erhoffen Sie sich?

Rick Boers: Wir nutzen Virtual Reality für virtuelle Sicherheitsbegehungen, die immer auf temporären Bauzuständen beruhen. In großen Projekten erstellen wir dazu 4D-Modelle, also Geometrie plus Zeitachse der Ausführung. Gemeinsam

len, Handtracking und Gestensteuerung werden besser – das senkt Hürden und ermöglicht neue Einsätze direkt auf der Baustelle. Zweitens neue Interaktionsmuster, stark getrieben durch KI: Sprachsteuerung, assistierte Objektidentifikation und automatische Auswertungen im immersiven Kontext. Drittens entstehen angrenzende Anwendungsfälle: 4D-Workflows, aber auch konzeptionelle und detaillierte Planung direkt im Modell.

Was würden Sie Unternehmen empfehlen, die XR-Lösungen einführen wollen?

Rick Boers: Man braucht einen internen ‚Champion‘, der kontinuierlich dranbleibt: regelmäßig zeigen, nicht einmalig und dann das Headset im Schrank lassen. Vorteile mit konkreten Beispielen belegen – und offen sagen, was (noch) nicht geht. Transparenz schafft Vertrauen.

Nicolas Fonta: Wichtig ist, erst die Plattform zu verankern und Form konsequent zu nutzen. Dann klein starten: das richtige Projekt, Team und Timing wählen, Vertrauen aufbauen und schrittweise skalieren. Hilfreich ist eine enge Partnerschaft mit Autodesk, um sich bei der Umsetzung zu unterstützen und gemeinsam zu lernen.

Rick Boers: Wir beginnen intern mit Pilotprojekten. Und wir lassen die Anwender – zum Beispiel Bau- oder Projektleiter – ihren Kollegen von den Vorteilen berichten. Das überzeugt stärker, als wenn allein das BIM-Team erzählt.

Herr Boers, Herr Fonta, herzlichen Dank für das Gespräch. *anm* ◀



Unsere Vision ist, die Autodesk-Plattform um immersive, kollaborative Erlebnisse erweitern – ohne Bruch zur Kerndatenbasis. Workshop XR ist direkt angebunden.

Nicolas Fonta, Senior Director & General Manager XR, Autodesk.

kaum statt. Jetzt entstehen im kollaborativen XR-Review Dialoge und bessere Entscheidungen. Wir binden auch große Partnerunternehmen in die XR-Reviews mit ein und gehen mit Auftraggebern gemeinsam virtuell durch das Modell. Inzwischen kommt die Nachfrage nach eigenen Headsets aus den Projekten.

Nicolas Fonta: Wir sehen drei Hauptvorteile: Erstens ein deutlich besseres räumliches Verständnis jenseits von Clash-Detection; was zum Beispiel Ergonomie, Wartungszugang, Deckenhöhen betrifft. Zweitens echte Zusammenarbeit

mit Bauleitung und Sicherheitsfachkräften identifizieren wir darin Phasen mit erhöhtem Risiko, wenn etwa viele Geräte gleichzeitig am gleichen Ort arbeiten. Für diese Zeitpunkte exportieren wir den relevanten Modellzustand in Form Data Management, öffnen ihn in Workshop XR und prüfen die Situation immersiv. So lassen sich Maßnahmen definieren und vorab trainieren.

Nicolas Fonta: Auf Makroebene sehe ich drei Linien. Erstens die Hardware: Headsets werden leichter, leistungsfähiger und bequemer; Controller könnten entfal-

Bund bringt BIM auf die Straße

Der Bund macht ernst mit der Digitalisierung im Straßenbau: Building Information Modeling (BIM) wird künftig zum Regelprozess für Bundesfernstraßen. Ziel sind schnellere Planungen, mehr Kostensicherheit und eine engere Zusammenarbeit.



Künftig sollen alle relevanten Projekte im Verantwortungsbereich des Bundes nach einheitlichen digitalen Standards geplant, gebaut und betrieben werden. Bundesverkehrsminister Patrick Schnieder stellte dabei die strategische Bedeutung des digitalen Planens und Bauens heraus.

Bild: Bundesverkehrsministerium (BMVI) / Sebastian Woithe

Mit einem klaren industriepolitischen Signal hat das Bundesverkehrsministerium den flächendeckenden Einsatz von Building Information Modeling (BIM) im Bundesfernstraßenbau gestartet. Beim „Dialogforum Bundesfernstraßen Digital“ in Berlin wurde der Übergang von Pilotprojekten hin zur Regelanwendung offiziell eingeläutet. Künftig sollen alle relevanten Projekte im Verantwortungsbereich des Bundes nach einheitlichen digitalen Standards geplant, gebaut und betrieben werden.

Bundesverkehrsminister Patrick Schnieder stellte dabei die strategische Bedeutung des digitalen Planens und Bauens heraus. Infrastruktur sei die Grundlage wirtschaftlicher Leistungsfähigkeit, betonte er. Mit BIM würden Prozesse nicht nur modernisiert, sondern grundlegend neu organisiert: transparenter, effizienter und besser steuerbar über alle Projektphasen hinweg. Deutschland

solle sich konsequent zu einem „BIM-Land“ entwickeln. Die Einführung von BIM als Regelprozess markiert einen zentralen Schritt der Digitalisierungsstrategie im Bundesfernstraßenbau. Die Methode ermöglicht es, Bauwerke digital als dreidimensionales Modell abzubilden und sämtliche relevanten Informationen – von der Planung über den Bau bis zum späteren Betrieb – in einem durchgängigen Datenmodell zu verknüpfen.

Planung verkürzen, Risiken besser erkennen

Damit verfolgt das Bundesverkehrsministerium mehrere zentrale Ziele: Planungs- und Bauzeiten sollen verkürzt, Risiken frühzeitig erkannt und Kosten besser kontrolliert werden. Gleichzeitig soll die Qualität der Bauwerke steigen, da Planungsfehler durch die digitale Kollaboration reduziert werden. Auch der Betrieb und die Instandhaltung der

Infrastruktur profitieren enorm von einer besseren Datenbasis.

Die Einführung erfolgt nicht isoliert, sondern ist eng mit dem Infrastruktur-Zukunftsgesetz verknüpft. Dieses schafft die rechtlichen Rahmenbedingungen, um digitale Methoden verbindlich zu verankern, Genehmigungsprozesse zu beschleunigen und Planungsverfahren zu modernisieren.

Kooperation als Schlüssel zur Umsetzung

Ein zentrales Element des BIM-Rollouts ist die enge Zusammenarbeit zwischen allen Beteiligten. Das Dialogforum in Berlin diente als Plattform, um Erfahrungen aus der Praxis zu bündeln und offene Fragen zu adressieren. Im Mittelpunkt standen dabei die Standardisierung von Daten- und Prozessmodellen, die Integration von BIM in bestehende Verwaltungsstrukturen sowie der Bedarf an Qualifizierung und Schulung.

Besonders relevant ist die Abstimmung zwischen Bund, Ländern, der DEGES sowie der Autobahn GmbH des Bundes. Nur wenn technische Standards und organisatorische Prozesse einheitlich angewendet werden, kann BIM seine volle Wirkung entfalten. Der Fokus liegt daher nicht nur auf der Technologie.. *anm* ◀

INFO: BIM IN INFRASTRUKTURPROJEKTEN

Building Information Modeling (BIM) ist eine digitale Methode zur Planung, Ausführung und Bewirtschaftung von Bauwerken auf Basis eines 3D-Modells mit strukturierten Informationen. Ziel ist eine durchgängige Datenbasis über den gesamten Lebenszyklus eines Projekts. Im Bundesbau wurde BIM maßgeblich durch den „Stufenplan Digitales Planen und Bauen“ (BMVI, heute BMDV) eingeführt, der ab etwa 2015 die Grundlagen für eine schrittweise Digitalisierung der Planungs- und Bauprozesse legte. Seit 2020 wird BIM für viele Bundesinfrastrukturprojekte im Fernstraßen- und Hochbau schrittweise verpflichtend angewendet. Die Einführung erfolgt dabei nicht abrupt, sondern projektbezogen und in Ausbaustufen.

Mehr Tempo für Schiene, Straße und Energie

Deutschland steht vor der größten Infrastruktur-Investitionswelle seit Jahren. Bentley Systems will Behörden und Unternehmen dabei unterstützen – mit offenen Workflows, digitalen Zwillingen und KI-gestützten Anwendungen von der Planung bis zum Betrieb. Ein Gespräch mit Nathan Marsh, Senior Vice President für Europa, den Nahen Osten und Afrika (EMEA) bei Bentley Systems.

Autocad Magazin (ACM): Warum ist Deutschland für Bentley Systems derzeit ein strategischer Schwerpunkt?

Nathan Marsh: Deutschland war für Bentley schon lange eine Schlüsselregion. Aktuell kommen mehrere Faktoren zusammen: das gewaltige Infrastrukturprogramm über rund eine halbe Billion Euro für Schiene, Straße, Energie, Digitalisierung und Klimamaßnahmen, verschärfte geopolitische Rahmenbedingungen und die verbindliche BIM-Einführung im Bundesbereich. Das alles signalisiert den stärksten Investitions- und Nachfrageschub seit Jahrzehnten. Behörden brauchen nun Lösungen, um schneller, besser, transparenter und über den gesamten Lebenszyklus verantwortbar zu liefern. Und gerade hier ist Bentley mit seinem Infrastrukturfokus stark aufgestellt.

ACM: In welchem Umfang unterstützt Bentley die digitale Transformation bei Planung, Bau und Betrieb in Deutschland?

Nathan Marsh: Wir bauen Team, Partnerschaften und Präsenz in Deutschland weiter aus, sichtbar etwa durch unseren Tech-Summit in Berlin und unser Engagement bei der BIM World Munich. Entscheidend sind Investitionen in lokales Know-how und passgenaue Software: prüffähige BIM-Workflows, digitale Beschaffung mit End-to-End-Lebenszyklus, georäumlicher Kontext. Unsere Lösungen sind für Infrastruktur entwickelt – von Ingenieuren für Ingenieure – und decken Planung, Entwurf, Bau und Betrieb ab. Mit der Übernahme von Cesium spannen wir den Bogen vom Untergrund bis in den Weltraum. Erfahrung, Fähigkeiten und Deutschland-Fokus positionieren uns als vertrauenswürdigen Partner.

Können Sie bitte Beispiele aus Deutschland nennen?

Nathan Marsh: Erstens Siemensstadt Square in Berlin: ein 25-jähriges, klimaneutrales Stadtquartier auf 70 Hektar. Mit iTwin, ProjectWise und OpenCities

Planner entstand ein offener, integrierter digitaler Zwilling als Common Data Environment für 3D-BIM- und GIS-Daten. Das eröffnet einen schnelleren, konsistenteren Zugang zu kontextualisierten Informationen und eine hochwertige Visualisierung, die auch die Öffentlichkeit einbindet – entscheidend für Planungssicherheit über Jahrzehnte.

Zweitens die Hochgeschwindigkeitsstrecke Gelnhausen–Fulda der Deutschen Bahn: Mit Plaxis und Leapfrog haben wir einen vernetzten Datenraum für 3D-Untergrundmodellierung und Zustandsüberwachung aufgebaut. Präzise geotechnische Berechnungen ermöglichen 100 Bohrungen und Aushübe „right first time“. Das reduziert Risiken reduziert und stellt die Leistung schneller wieder her.

Welche Rolle spielen KI und Machine Learning in Ihren Lösungen für deutsche Projekte?

Nathan Marsh: Wir gehen KI bewusst



Capture (Reality Data) und AssetWise schaffen hier einen belastbaren digitalen Zwilling für Brownfields. So lässt sich Bestand digital managen, nicht nur der Neubau.

Und schließlich gibt es DB-Richtlinien, EU-Taxonomie und HOAI. Mit vollständigem Änderungsnachweis und Modellprovenienz in ProjectWise und iTwin liefern wir die erforderliche Prüfbarkeit.

und vertrauensbasiert an – mit klarem Herkunftsnachweis für Daten und Code. Produkte mit „Plus“ sind KI-infundiert, etwa OpenSite Plus, Substation Plus oder Synchro Plus. Sie verwandeln fragmentierte Projektdaten nahezu sofort in verwertbare Erkenntnisse. Somit können Anwender Risiken vorhersagen, Termine optimieren und Workflows automatisieren. Wir sichern damit Transparenz, Compliance und Prüfbarkeit jeder Entscheidung, und das ist zentral für Investoren und Regulatoren in Deutschland.

Auf der ‚Year in Infrastructure‘ haben wir OpenSite Plus offiziell vorgestellt und wir erreichen damit bis zu zehnmals schnellere Entwürfe ohne Genauigkeitsverlust. In Verbindung mit der Bentley Infrastructure Cloud schließen wir die Lücke zwischen Investitions-, Liefer- und Betriebssicherheit.

Was unterscheidet Bentley von anderen Anbietern im deutschen Markt?

Nathan Marsh: Unser Alleinstellungsmerkmal ist der konsequente Infrastrukturfokus über den gesamten Lebenszyklus von BIM/CAD über Bauausführung (Synchro) bis hin zur Asset Performance (AssetWise), den wir in einem durchgängigen, digitalen Zwilling zusammenführen. Wir sind interoperabel und liefern ‚Audit-ready‘-Workflows, 4D/5D-Synchronisation und Governance mit ProjectWise sowie den KI-gestützten iTwin. Viele

Auftraggeber wählen uns wegen strenger Compliance-Ausrichtung, belastbarer Nachverfolgbarkeit und tiefer Branchenintegration, etwa in Partnerschaften wie mit Siemens (Siemensstadt).

Wo sehen Sie die größten Digitalisierungshemmnisse – und wie adressiert Bentley diese?

Nathan Marsh: Erstens in der Fragmentierung. Wir sehen vielfältige Werkzeuge, Formate, Insellösungen über die Kette von Planung bis Betrieb. Dem begegnen wir mit der offenen, anwendungsagnos-

Der Fachkräftemangel ist in Deutschland ein zentrales Thema. Wie können digitale Lösungen helfen, diese Lücke zu schließen?

Nathan Marsh: Ja, das ist in Deutschland ein großes Thema. Das hat sich zuletzt auch gezeigt, als sich über 500 Kolleginnen und Kollegen, Kunden und Anwender von Bentley getroffen haben: Der Fachkräftemangel zog sich als roter Faden durch die Diskussionen. Digitale Lösungen können die Lücke schließen, indem sie die



„Wir bauen Team, Partnerschaften und Präsenz in Deutschland weiter aus, sichtbar etwa durch unseren Tech-Summit in Berlin und unser Engagement bei der BIM World Munich.“

Nathan Marsh, Senior Vice President für Europa, den Nahen Osten und Afrika (EMEA) bei Bentley Systems.

tischen iTwin-Plattform (IFC, CAD, GIS, Punktwolken, IoT), ohne Zwang zum Systemwechsel. Hinzu kommen die Governance via ProjectWise und die Vereinheitlichung von Dokumenten, Terminen, Mengen und Baudaten mit Synchro Plus.

Ein weiteres Hemmnis sind die Altbestände. Dazu gehören historische Pläne, Teil-BIM, inkonsistente Assetdaten. iTwin

Produktivität pro Ingenieur steigern und manuelle Tätigkeiten reduzieren. Unsere Werkzeuge mit Automatisierung und KI übernehmen wiederkehrende Aufgaben wie Scan-zu-Modell-Konvertierung, Kollisionsprüfung und Bausimulation. So gewinnen Ingenieurinnen und Ingenieure Zeit für höherwertige Entscheidungen – und insgesamt mehr Kapazität. Wir sind

überzeugt: KI ersetzt nicht, sondern wirkt als enger Co-Pilot, beschleunigt Workflows und senkt Fehler, lässt aber die menschliche Entscheidung dort, wo sie hingehört – an den kritischen Punkten. Außerdem engagieren wir uns in Aus- und Weiterbildung, bei Bentley und im Ökosystem. Wir investieren in Program-

bereit: Planerinnen und Planer können eingebetteten Kohlenstoff in Materialien und emittierten Kohlenstoff in Aktivitäten quantifizieren, vergleichen und belegen – von Herstellung über Transport und Bau bis zur Nutzung. Wir modellieren Szenarien und geben Optionen: weniger CO2 über längere Zeit, kürzere Zeit mit

Abschließend: Welche mittelfristigen Ziele verfolgt Bentley im deutschen Markt – wo wollen Sie in drei bis fünf Jahren stehen?

Nathan Marsh: Wir stellen unsere Position in Deutschland klar neu auf. Als fokussierter Partner für Infrastruktur wollen und müssen wir die verantwortungsvolle, wirksame Verwendung der Mittel unterstützen – für die Modernisierung und den Neubau einer Infrastruktur, auf die Deutschland zu Recht stolz sein kann. Wir investieren gezielt, um eine führende Marktposition einzunehmen. Unser Auftrag ist klar: Wir wollen Behörden und öffentliche Betreiber bei der Erfüllung zentraler Mandate mit bewährter Software unterstützen, Risiken senken, Sicherheit und Leistung erhöhen und den langfristigen Asset-Wert steigern. Mit konsequenter Arbeit an unserem Geschäft, unseren Produkten, Lösungen und unserem wachsenden Engagement im deutschen Markt bin ich überzeugt, dass wir zur Standardplattform großer Infrastrukturprogramme werden – der bevorzugte Digital-Twin-Partner, der die digitale Transformation in Metro-, Verkehrs- und Klimaprojekten vorantreibt.

Wir bauen kommunale Partnerschaften aus. Initiativen wie der ‚Baturbo‘ im Bauministerium unterstützen wir nach Kräften. Auch das neue Ministerium für Digitalisierung und Staatsmodernisierung und der Bundesminister für digitale Transformation – mit dem erklärten Anspruch eines „neuen Kapitels“ und schneller Umsetzung – sind für uns ein klarer Auftrag, bereit zu stehen und proaktiv zu helfen. Dafür stärken wir unsere Teams, wachsen organisch und anor-

Wir sind überzeugt: KI ersetzt nicht, sondern wirkt als enger Co-Pilot, beschleunigt Workflows und senkt Fehler, lässt aber die menschliche Entscheidung dort, wo sie hingehört – an den kritischen Punkten.

me wie iTwin for Good und den Global Student Challenge. Die Teilnehmenden beeindruckten mich immer wieder durch ihre Ideen und den Technologieeinsatz zur Überbrückung der Skills-Lücke. Solche Initiativen schaffen eine Talent-Pipeline für die Branche und rüsten junge Fachkräfte so aus, dass sie von Beginn an „digital first“ in Planung und Bau einsteigen. Ich bin überzeugt, dass wir damit in den nächsten fünf Jahren vieles nach Deutschland bringen können.

Deutschland hat ambitionierte Klimaziele. Inwiefern unterstützt Bentley die Planung und Umsetzung klimaresilienter und nachhaltiger Infrastruktur?

Nathan Marsh: Mit den genannten Beispielen – und weit darüber hinaus – ermöglichen wir den Entwurf und Betrieb CO2-ärmerer Anlagen, sowohl beim eingebetteten als auch beim emittierten Kohlenstoff. Wir setzen Simulationen ein, um Klimarisiken zu mindern und den Betrieb effizienter zu gestalten, und wir liefern die entscheidenden Nachweise. Denn bei Klima- und Emissionsfragen müssen Anbieter wie wir mit Nutzern zusammenarbeiten, um Emissionen zu identifizieren, zu reduzieren und zu belegen. Dieser Nachweis ist – auch im Kontext der EU-Taxonomie – zentral. Darum werden digitale Zwillinge zum Kern einer Strategie für klimaresiliente Infrastruktur.

Ziele wie CO2-Reduktion im Rahmen der deutschen Vorgaben und des EU Green Deal verlangen verifizierbare, lebenszyklusbasierte Emissionsminderungen – beides ist anspruchsvoll. In iTwin steht eine Lebenszyklus-CO2-Analyse

höheren Kosten und geringeren Emissionen – oder umgekehrt. So lassen sich Zielkonflikte abwägen und der richtige Ausgleich finden. Unsere offenen APIs binden deutsche und EU-konforme CO2-Datenbanken an, sodass Stakeholder Belege gegenüber Investoren und Regulatoren erbringen können. Das schafft mehr Vertrauen, dass Entscheidungen richtig sind, und das lässt sich belegen.

Mit welchen deutschen Unternehmen, Verbänden oder Institutionen arbeitet Bentley zusammen, um die Bedürfnisse im lokalen Markt besser zu bedienen?

Nathan Marsh: Wir pflegen eine Reihe strategischer Allianzen und haben diese zuletzt mit unserem deutschen Team gezielt ausgebaut. Dazu zählen Bitkom, BuildingSmart Deutschland, der ‚Runde Tisch‘ im Geodaten-Umfeld, Kooperationen rund um Siemensstadt, die Smart Country Convention, Intergeo und die BIM World Munich. Besonders erfreulich

Wir modellieren Szenarien und geben Optionen: weniger CO2 über längere Zeit, kürzere Zeit mit höheren Kosten und geringeren Emissionen – oder umgekehrt.

ist die erneuerte und vertiefte Anbindung an diese Netzwerke – befeuert durch die zusätzlichen Infrastrukturmittel und durch die sichtbaren Potenziale unserer KI-fähigen Lösungen. Auf beiden Seiten ist spürbare Aufbruchstimmung. Erfolg werden wir aber nur als gemeinsame Community haben – und genau dort engagieren wir uns.

ganisch, skalieren unsere Digital-Twin- und Bauangebote und treiben Innovationspartnerschaften voran. Nach den jüngsten Wochen mit fast 600 Kolleginnen, Kollegen und Partnern vor Ort in Deutschland habe ich das Gefühl: Wir waren nie präsenter als jetzt. *anm* ◀

Herr Marsh, vielen Dank für das Gespräch.

Anlagenbau & Verfahrenstechnik · Antriebstechnik · Architektur & Bauwesen · Elektrotechnik & Elektronik · GIS & Infrastruktur · Industrial Design & Visualisierung · Fluidtechnik · Konstruktionsbauteile · Mechanik & Maschinenbau · Normelemente · Safety · Sensorik · Verbindungstechnik

Anlagenbau & Verfahrenstechnik

Die Kernkompetenz der Contelos GmbH...



liegt in der integrativen Bearbeitung der Projekte. Kompetente Beratung mit der Erfahrung aus 18 Jahren im Autodeskgeschäft sichern Ihren Projekterfolg durch: Projektbegleitung-CAD-Richtlinien-Zertifizierte Trainings. Unsere Geschäftsstellen finden Sie in Gehrden und Bremen.

Contelos GmbH
Robert-Bosch-Str. 16, 30989 Gehrden
Tel. 0 51 08 / 92 94-0, Fax 0 51 08 / 92 94-0
E-Mail: info@contelos.de
www.contelos.de

Antriebstechnik

Wir treiben Ideen an - ABM Greiffenberger Antriebstechnik



Als international führender Systemanbieter anspruchsvoller, leistungsfähiger Antriebslösungen für Maschinen, Anlagen und mobile Geräte, bietet ABM Greiffenberger Kunden- und applikationsspezifische Produkte, die ein Maximum an Effizienz und Zuverlässigkeit gewährleisten.

ABM Greiffenberger Antriebstechnik GmbH
Friedenfelser Straße 24, 95615 Marktredwitz
Tel.: +49 9231 67-0, Fax: +49 9231 67-5145
E-Mail: info@abm-antriebe.de
Internet: www.abm-antriebe.de

Antriebstechnik

Experte für Antriebs- und Automatisierungstechnik



Baumüller ist ein führender Hersteller elektrischer Automatisierungs- und Antriebssysteme. An sechs Produktionsstandorten und in über 40 Niederlassungen weltweit arbeiten rund 1.950 Mitarbeiter an intelligenten Systemlösungen für den Maschinenbau und die E-Mobilität.

Baumüller Nürnberg GmbH
Ostendstraße 80-90, 90482 Nürnberg
Tel.: 0911/5432-0, Fax: 0911/5432-130
E-Mail: mail@baumueller.com
Internet: www.baumueller.com

Antriebstechnik

Antriebstechnik made in Kelheim



Die Heidrive GmbH ist ein innovativer Antriebsspezialist mit über 300 Mitarbeiter/innen und hat ihren Sitz in Kelheim. Unsere kundenspezifischen Antriebslösungen werden in den Branchen Industrie, Robotik, Intralogistik sowie Medizin-, Labor-, Lebensmittel-, Luftfahrttechnik und vielen weiteren Bereichen angewendet.

Heidrive GmbH
Starenstraße 23, 93309 Kelheim
Tel.: 0 94 41 / 707-0, Fax: 0 94 41 / 707-257
E-Mail: info@heidrive.de
Internet: www.heidrive.com

Antriebstechnik

WENN ES UM KUPPLUNGEN GEHT, DENKEN WIR EXTREM FLEXIBEL



Dank unseres flexiblen, modularen Baukastensystems im Bereich Metallbalg- und Elastomerkupplungen können wir Ihnen aus Standardkomponenten immer eine schnelle Kupplungslösung anbieten. Neben unserem Standardprogramm bieten wir auf Wunsch auch Kupplungen für Sonderlösungen an.

JAKOB Antriebstechnik GmbH
Daimler Ring 42, 63839 Kleinwallstadt
Tel.: +49 (0) 6022 2208 0, Fax: +49 (0) 6022 2208 22
E-Mail: info@jakobantriebstechnik.de
Internet: www.jakobantriebstechnik.de

Antriebstechnik

Schweizer Spezialist für Qualitätsantriebe



maxon ist der führende Anbieter von hochpräzisen Antriebssystemen. Seit über 60 Jahren entwickelt und baut der Schweizer Antriebsspezialist DC- und EC-Motoren. Die Produktpalette umfasst zudem Getriebe, Encoder, Steuerungen sowie komplette mechatronische Systeme.

maxon motor gmbh
Truderinger Straße 210
81825 München
E-Mail: info.de@maxogroup.com
Internet: www.maxogroup.de

Antriebstechnik

Der smarte Weg zum perfekten Getriebe



Neugart ist das Familienunternehmen unter den Getriebeherstellern. 1928 gegründet, ist die Firma bis heute und mittlerweile in der vierten Generation inhabergeführt. Neugart GmbH entwickelt, produziert und vertreibt Planetengetriebe und kundenspezifische Sondergetriebe.

Neugart GmbH
Keltenstraße 16, 77971 Kippenheim
Tel.: 07825 847 0, Fax: 07825 847 299
E-Mail: sales@neugart.com
Internet: www.neugart.com

Antriebstechnik

Rollon – Modulare Linear-technik für Ihre Automation



Seit mehr als 40 Jahren hat sich Rollon auf die Entwicklung und Produktion von linearen Bewegungssystemen spezialisiert. Heute gehört das internationale Unternehmen zu den weltweit führenden Komplettanbietern für Lösungen im Bereich der Lineartechnik und der linearen Automation.

Rollon GmbH Lineartechnik
Bonner Straße 317-319, D-40589 Düsseldorf
Tel.: +49 (0) 211 95 747 -0, Fax: +49 (0) 211 95 747 -100
E-Mail: info@rollon.de
Internet: www.rollon.com

Wir machen Ihre Antriebe
komfortabel und zuverlässig



Im Laufe von mehr als 70 Jahren hat sich SGF zum Marktführer in der Drehmomentübertragung entwickelt. Die einzigartigen, fadenverstärkten Kupplungen und Antriebswellen werden in kleinen Pumpenantrieben bis hin zu großen Industrieanlagen verwendet.

SGF GmbH & Co.KG

Graslitzer Straße 14, 84478 Waldkraiburg
Tel.: +49 8638 605 588
E-Mail: Industry@sgf.com
Internet: www.sgf.com

Hersteller von Wälzlagern
und Spindeleinheiten



Entwicklung, Konstruktion und Herstellung von Wälzlagern bis zu einem Außendurchmesser von 1600 mm sowie Werkzeugmaschinenspindeln. Rekonditionierung von Wälzlagern und Reparatur von Werkzeugmaschinenspindeln. Beides auch von Fremdfabrikaten.

Spindel- und Lagerungstechnik Fraureuth GmbH

Fabrikgelände 5, 08427 Fraureuth
Tel.: +493761/801-0, Fax: +493761/801-150
E-Mail: slf@slf-fraureuth.de
Internet: www.slf-fraureuth.de

Linear- und Torquemotoren
die bewegen



Mit Hauptsitz in Almelo (NL) und weltweiten Vertriebsniederlassungen fokussiert sich Tecnotion auf die Entwicklung und Herstellung von eisenlosen- und eisenbehafteten Linearmotoren sowie Torquemotoren, die branchenübergreifend Einsatz in industriellen Applikationen finden.

Tecnotion GmbH

Elsenheimerstraße 59, 80687 München
Tel.: +49 (0)89 38 15 37 400
E-Mail: info@tecnotion.de
Internet: www.tecnotion.de

Die Kernkompetenz der
Contelos GmbH ...



liegt in der integrativen Bearbeitung der Projekte. Kompetente Beratung mit der Erfahrung aus 18 Jahren im Autodeskgeschäft sichern Ihren Projekterfolg durch: BIM - Facility Management - Zertifizierte Trainings. Unsere Geschäftsstellen finden Sie in Gehrden und Bremen

Contelos GmbH

Robert-Bosch-Str. 16, 30989 Gehrden
Tel.: 0 51 08 / 92 94-0, Fax: 0 51 08 / 92 94-79
E-Mail: info@contelos.de
Internet: www.contelos.de

Digitalisieren und automatisieren
Sie Ihre Prozesse mit DREICAD.



Mit unseren Autodesk-Lösungen CAD, CAM, PDM, PLM, BIM und Simulation bieten wir Ihnen ein breit gefächertes und branchenübergreifendes Leistungsspektrum. DREICAD unterstützt Sie bei Ihrer digitalen Transformation von der Idee bis zum fertigen Produkt.

DREICAD GmbH

Karlstraße 37, 89073 Ulm
Ulm, Nürnberg, Augsburg, Berlin, Frankfurt
Tel.: +49 731 379305-0, E-Mail: kontakt@dreicad.de
Internet: www.dreicad.de

IO-Systeme | Verteilerboxen
Profinet/EtherCAT/IO-Link



- Aktive IO-Boxen mit integrierter Elektronik für die direkte Kommunikation mit Steuerungen über Feldbussysteme
- Passive IO-Boxen für die schnelle und unkomplizierte Signalverteilung
- Umfangreiches Connectivity-Zubehör für Systemlösungen erhältlich
- Schutzart IP67

CONEC Elektronische Bauelemente GmbH

Ostenfeldmark 16, 59557 Lippstadt
Tel.: 02941/765-0, Fax: 02941/765 65
E-Mail: info@conec.de
Internet: io-systeme-verteilerboxen.de

ENABLING THE WORLD'S IDEAS®



Als globaler Distributor von elektronischen Komponenten und Automatisierungsprodukten liefert Digi-Key sowohl kleine Stückzahlen für Entwicklung/Prototypenbau als auch Produktionsstückzahlen. Das Angebot umfasst über 10,8 Millionen Produkte von über 2.300 Herstellern.

Digi-Key Electronics Germany GmbH

Theresienhöhe 11a, 80339 München, Deutschland
Tel: +49 (0)30 915 884 91(kostenlose Support-Hotline)
E-Mail: eu.support@digkey.com
Internet: www.digikey.de

Breites Produktportfolio



Mit über 12.500 Produkten ist FINDER einer der größten europäischen Hersteller für Industrie- und Installationsprodukte.

FINDER GmbH

Hans-Böckler-Str. 44, 65468 Trebur
Tel.: 0614720330, Fax: 06147203377
E-Mail: info@finder.de
Internet: www.finder.de

Wir sind Anbieter von
Spezialkabelösungen



Unsere Kabel sorgen in der Industrieelektronik, Sensorik, Automation, Mess-Steuerungs- und Regeltechnik sowie zahlreichen anderen Bereichen für gute Verbindungen. Bei uns finden Sie das richtige Produkt. Sei es aus unserem breiten Lagersortiment oder als Sonderkonstruktion.

kabeltronik Arthur Volland GmbH

Mühlweg 6, 85095 Denkendorf
Tel.: 08466/9404-0, Fax: 08466/9404-20
E-Mail: info@kabeltronik.de
Internet: www.kabeltronik.de

Kontakttechnologien
für höchste Ansprüche.



Das vielfältige Produkt-Portfolio von ODU bietet höchst spezialisierte Kontaktarten. Jedes Kontaktsystem ist in Funktionalität und Eigenschaften passgenau auf die jeweilige Anwendung ausgerichtet sowie in verschiedensten Durchmessern und Anschlussarten erhältlich.

ODU GmbH & Co. KG

Otto Dunkel GmbH
Pregelstraße 11, 84453 Mühldorf
Tel.: +49/8631/6156-0, Fax: +49/8631/6156-49
E-Mail: zentral@odu.de

Die Kernkompetenz der

Contelos GmbH



liegt in der integrativen Bearbeitung der Projekte. Kompetente Beratung mit der Erfahrung aus 18 Jahren im Auto-deskgeschäft sichern Ihren Projekterfolg durch: Projektbegleitung-CAD-Richtlinien-Zertifizierte Trainings. Unsere Geschäftsstellen finden Sie in Gehrden und Bremen

Contelos GmbH

Robert-Bosch-Str. 16, 30989 Gehrden
Tel.: 0 51 08 / 92 94-0, Fax: 0 51 08 / 92 94-79
E-Mail: info@contelos.de
Internet: www.contelos.de

Design & engineering
simulation solutions

MSC Software ist eines der zehn ursprünglichen Softwareunternehmen und weltweit führend in der Unterstützung von Produktherstellern bei der Weiterentwicklung ihrer Engineering-Methoden mit Simulationssoftware und Dienstleistungen. Erfahren Sie mehr unter mscsoftware.com

MSC Software GmbH

Am Moosfeld 13, 81829 München
Tel.: +49 89 21093224
E-Mail: info.de@mscsoftware.com
Internet: www.mscsoftware.com/de

Modularer Baukasten
für die Fabrikautomation

Die mk Technology Group ist einer der führenden Anbieter von Profil- und Fördertechnik. Auf Basis des eigenen Aluminium-Profilsystems bietet die mk Group ein umfangreiches modulares Baukastensystem für den Maschinenbau und die Fabrikautomation.

Maschinenbau Kitz GmbH

Ampèrestraße 18, 53844 Troisdorf
Tel.: +49 228 45 98 0, Fax: +49 228 45 31 45
E-Mail: info@mk-group.com
Internet: www.mk-group.com

Die Kernkompetenz der

Contelos GmbH



liegt in der integrativen Bearbeitung der Projekte. Kompetente Beratung mit der Erfahrung aus 18 Jahren im Auto-deskgeschäft sichern Ihren Projekterfolg durch: Projektbegleitung-CAD-Richtlinien-Zertifizierte Trainings. Unsere Geschäftsstellen finden Sie in Gehrden und Bremen

Contelos GmbH

Robert-Bosch-Str. 16, 30989 Gehrden
Tel.: 0 51 08 / 92 94-0, Fax: 0 51 08 / 92 94-79
E-Mail: info@contelos.de
Internet: www.contelos.de

Digitalisieren und automatisieren
Sie Ihre Prozesse mit DREICAD.

Mit unseren Autodesk-Lösungen CAD, CAM, PDM, PLM, BIM und Simulation bieten wir Ihnen ein breit gefächertes und branchenübergreifendes Leistungsspektrum. DREICAD unterstützt Sie bei Ihrer digitalen Transformation von der Idee bis zum fertigen Produkt.

DREICAD GmbH

Karlstraße 37, 89073 Ulm
Ulm, Nürnberg, Augsburg, Berlin, Frankfurt
Tel.: +49 731 379305-0, E-Mail: kontakt@dreicad.de
Internet: www.dreicad.de

Hersteller pneumatischer
Handhabungsmodule
im Baukastensystem

Made in Germany seit 1979: Rundschalttische, Schwenkantriebe, Parallelgreifer, Hubeinheiten, Lineareinheiten, Zubehör, Linnearschlitten, Mini-Module. Langlebige und präzise pneumatische Module im Baukastensystem. Fügen über Zentrierringe. Eigene Konstruktion, Fertigung u. Montage.

Friedemann Wagner GmbH Handhabungstechnik

Robert-Bosch-Str. 5, 78559 Gosheim
Tel.: +49 7426 949 000, Fax: +49 7426 949 009
E-Mail: info@wagnerautomation.de
Internet: www.wagnerautomation.de

Messtechnik & Sensorik



Althen Sensors & Controls ist spezialisiert auf das elektrische Messen der meisten physikalischen Größen wie Druck, Kraft, Weg etc. Das Portfolio umfasst Sensoren und Aufnehmer, Wägezellen, Messverstärker, Datenlogger, Joysticks und Elektronik für die Automatisierungstechnik.

Althen GmbH Mess- & Sensortechnik

Dieselstraße 2, 65779 Kelkheim
Tel.: +49 6195 7006 0, Fax: +49 6195 7006 66
E-Mail: info@althen.de
Internet: www.althen.de

Effektive Sensorik-
Automatisierungslösungen
für die Praxis

Umfangreiches Portfolio an optoelektronischen Sensoren und bildverarbeitenden Vision-Sensoren für die Fabrikautomation. Unsere Produkte sind in zahlreichen Anwendungen und Branchen im Einsatz, vom Automobil- und Maschinenbau bis hin zur Lebensmittel- und Pharmaindustrie.

SensoPart Industriesensorik GmbH

Nägelseestraße 16, 79288 Gottenheim
Tel.: +49 7665 94769-0
E-Mail: info@sensopart.de
Internet: www.sensopart.com

Innovative Befestigungs-
lösungen seit 1977

22.000 industrielle Befestigungsteile und Eisenwaren • Maßgeschneiderte Verbindungselemente aus Kunststoff und Metall • Technisches Team zur Beratung und Prototypenentwicklung • Persönlicher Kundendienst • Warenlager • Globale Beschaffung • 3D Dateien • Kostenloser Musterversand

JET PRESS Bülwobogen Business Center

Heilbronner Straße 150, 70191 Stuttgart
Tel.: +49 711 490 04 420
E-Mail: verkauf@jetpress.de
Internet: www.jetpress.com/de

Dresselhaus - Ihr Mehrwertpartner
im C-Teile Management

Die Dresselhaus Gruppe gehört europaweit zu den führenden C-Teile-Spezialisten mit Schwerpunkten im Bereich Befestigungstechnik, Verbindungselemente, Sonder- und Zeichnungsteile. Auch bieten sie individuelle Kanban-Lösungen mit smarten Technologien im Bereich der Digitalisierung.

Joseph Dresselhaus GmbH & Co. KG

Zeppelinstraße 13, 32051 Herford
Tel.: +49 5221 932-0, Fax +49 5221 932-400
E-Mail: vertrieb@dresselhaus.de
Internet: www.dresselhaus.de



SPI GmbH
Kurt-Fischer-Straße 30a
22926 Ahrensburg/Hamburg
Tel. +49 (0)4102 706-0
E-Mail: sheetmetal@spi.de
Internet: spi.de/inventor

Autodesk Inventor Add-In für Blechverarbeiter und Blechdienstleister
SPI SheetMetal Inventor erweitert die Blechfunktionalität von Inventor. Blechspezifische Befehle und Berechnungen minimieren Konstruktionsfehler und verkürzen die Konstruktionszeit. Der SPI-Abwicklungsalgorithmus sorgt für fertigungsgerechte Abwicklungen und reduziert damit den Aufwand in der Arbeitsvorbereitung. Eine nahtlose Verbindung zwischen Konstruktion und Fertigung wird durch eine Vielzahl von Ausgabeformaten (z.B. DXF, GEO, STEP, XML) ermöglicht.
CAM-Schnittstellen für TRUMPF, WiCAM, Bystronic, LVD und Schröder. Add-on für Kostenkalkulation.



Bohnhardt CAD-Consulting
Falderbaumstraße 35
34123 Kassel
Tel.: +49 561 50744 0
Fax.: +49 561 50744 99
E-Mail: info@bohnhardt.de
Internet: www.bohnhardt.de

Unsere neue Symbolbibliothek Flucht- und Rettungsplan wurde für CAD-Anwender entwickelt, die nur hin- und wieder Flucht- und Rettungspläne für kleinere und mittlere Objekte erstellen wollen. Für den Einsatz in großen Projekten bieten wir unsere AutoCAD-Applikation PLANX! für die professionelle Erstellung normgerechter Pläne für den vorbeugenden Brandschutz an. Erstellen Sie Brandschutzpläne und leiten Sie diesen mit der Planautomatik ganz einfach lagerichtig gedrehte Flucht- und Rettungspläne und Feuerwehrpläne ab. PLANX! wurde entwickelt für Anwender aus Industrie, Handel und Verwaltung die verpflichtet sind diese Pläne ständig vorzuhalten.



DREICAD GmbH
Karlstr. 37, 89073 Ulm
Niederlassungen: Ulm, Nürnberg, Augsburg, Berlin, Frankfurt
Tel.: +49 731 379305 0
E-Mail: kontakt@dreicad.de
Internet: www.dreicad.de

DREICAD steht seit über 25 Jahren für Innovation in der digitalen Transformation. Als führender Autodesk-Partner optimieren wir Prozesse in CAD, PDM, PLM, BIM und CAM.
Mit unserem **Produktkonfigurator** und der Komplementärsoftware **easyData Class, Gateway** und **Automation** erweitern wir Autodesk Vault um **Klassifizierung, ERP-Anbindung** und **automatisierte Dokumentenerstellung**. Zusätzlich bieten wir weitere Tools für Vault, Revit und AutoCAD, die Ihre Projekte effizienter und nachhaltiger machen.



SolidCAM GmbH
Gewerbepark H.A.U. 36
D-78713 Schramberg
Tel. +49(0)7422 2494-0
Fax +49(0)7422 2494-30
E-Mail: deutschland@inventorcam.com
Internet: www.inventorcam.com/de

InventorCAM von SolidCAM
– die **nahtlos integrierte Fertigungslösung für Autodesk Inventor**
InventorCAM ist eine von Autodesk zertifizierte, leistungsstarke und einfach zu bedienende CAD/CAM-Lösung für die CNC-Fertigung. Die Software mit der revolutionären iMachining-Technologie unterstützt die gesamte Bandbreite der CNC-Anwendungen bis hin zu komplexen Drehfräszentren und Langdrehmaschinen. Der patentierte iMachining-Technologie-Assistent sorgt für unglaubliche Zeiteinsparungen, indem er automatisch die optimalen Schnittbedingungen für die Bearbeitung unter Berücksichtigung von Material, CNC-Maschine und Werkzeug berechnet.



vectorcam GmbH
Technologiepark 9
D-33100 Paderborn
Tel.: 05251 – 180 80 0
E-Mail: info@vectorcam.com
Internet: www.vectorcam.com
YouTube: vectorcamTV

vectorcam – CAM-Software aus Deutschland
Die vectorcam GmbH ist ein modernes dynamisches Unternehmen aus Paderborn. Mit über 25 Jahren Erfahrung bietet das CAD/CAM-System vectorcam praxisorientierte Lösungen für die NC-Programmierung. Sowohl einfache als auch komplexe Bauteile lassen sich im Handumdrehen programmieren. Flexible und effektive Bearbeitungsstrategien führen zu sehr kurzen Bearbeitungszeiten und garantieren ein hohes Maß an Qualität für Ihre Werkstücke. Fräsen, Bohren, Drehen/Drehfräsen, Schneiden, Erodieren, Lasern und viele mehr – alle gängigen Bearbeitungsverfahren werden von der leistungsstarken, innovativen Software unterstützt. Service wird bei uns großgeschrieben!



Vero Software GmbH
Schleussnerstraße 90-92
63263 Neu-Isenburg
Tel.: +49 6102 7144 0
Fax: +49 6102 7144 56
E-Mail: info.de@verosoftware.com
Internet: www.verosoftware.de

CAD/CAM Lösungen für die Fertigung
Vero Software ist weltweit führender Anbieter von CAD/CAM-Lösungen. Vero entwickelt und vertreibt Software-Lösungen zur Unterstützung von Entwicklungs- und Fertigungsprozessen, speziell für den Werkzeug-, Formen- und Modellbau, die Metallbearbeitung sowie für die Verarbeitung von Stein und Holz. Zu den weltweit renommierten Marken des Unternehmens gehören unter anderem Alphacam, Edgcam, Radan, SURFCAM, VISI, WorkNC und PartXplore. Zahlreiche renommierte Unternehmen und Zulieferer setzen Vero Software Produkte ebenso ein, wie klein- und mittelständige Betriebe aus verschiedenen Branchen.



CAD Software Solutions
Paul Schüpbach
Ländernachstr. 16
CH-9435 Heerbrugg
Telefon: +41 71 777 39 88
www.sparepartsplace.com
www.morecam.ch
info@sparepartsplace.com

CAD Software Solutions:
Produktivitätswerkzeuge für Inventor und XR-Anwendungen
Der Lösungsanbieter in Sachen Produktivitätssteigerung und CAD-Daten Visualisierung für Inventor. Unser Kompetenzspektrum umfasst neben individueller Inventor API-Programmierung die Produkte:
SPP Toolkit: XR-Apps, inkl. Unity3D Developer Tools. Die erste eigene XR-/HoloLens App in 30 Minuten!
Inventor Controller: die superschnelle Migration von Inventor Daten, verarbeiten von Massen-Jobs (z.B. Erzeugung STEP-Dateien usw.)



CAD+T Solutions GmbH
Gewerbepark 16, A-4052 Ansfelden
Tel.: +43 7229 83100-0, office@cadt-solutions.com, www.cadt-solutions.com

CAD+T Consulting GmbH
Vattmannstraße 1, D-33100 Paderborn
Tel.: +49 5251 1502-40, office@cadt-solutions.com, www.cadt-solutions.com

CAD+T wurde 1990 gegründet und ist heute mit **über 80 Mitarbeitern** eines der führenden Autodesk Systemhäuser in Österreich.

Kernkompetenzen von CAD+T: CAD-Integration, CAM-Anbindung, Datenmanagement mit ERP-Kopplung, CAD-Programmierung, Consulting und Training (Autodesk Authorised Training Center).

CAD+T bietet Lösungen für: Möbelindustrie (eigene Applikation auf AutoCAD & Inventor Basis), Maschinenbau (AutoCAD Mechanical, Produkt & Factory Design Suites), Stahlbau und Blech, Architektur (AutoCAD Architecture), Datenmanagement (Autodesk Vault Familie), Hardware (HP, Großformatdrucker usw.).



FX64 Software Solutions
Schiller Straße 13
D-95659 Arzberg
Tel.: +49 9233 716 137
Fax +49 9233 716 138
E-Mail: info@fx64.de
Web: www.fx64.de

FX64 Software Solutions

ist mit **20 Jahren Projekterfahrung** aus **500+ Softwareprojekten** weltweit einer der führenden Autodesk Entwicklungspartner. Unsere Kernkompetenz beinhaltet die Entwicklung von maßgeschneiderten Softwarelösungen für die Autodesk Produkte **Inventor, AutoCAD, Vault und Fusion**. Wir unterstützen Sie in allen Projektphasen vom Lastenheft bis zur Dokumentation. Als einziger Anbieter in DACH bieten wir auch **Autodesk API Programmierschulungen** für Ihre Mitarbeiter. Neben Sonderlösungen umfasst unser Portfolio auch Standardprodukte im Bereich **Automatisierung, Datenverwaltung und Simulation**.



Plattform-Technologie
Architektur & Bau
GIS & Tiefbau
Mechanik & Maschinenbau
Visualisierung & Animation

A-Ganz Österreich



WIFI Österreich
Wiedner Hauptstraße 63
A-1045 Wien
Tel. +43 (0)5 90 900 3071
Fax +43 (0)5 90 900 113071
E-Mail: susanne.schilder@wko.at
Internet: www.wifi.at/CAD

• • • • •

A + 30000



CAD+T Solutions GmbH
Gewerbepark 16, A-4052 Ansfelden
Tel.: +43 7229 83100-0,
office@cadt-solutions.com
www.cadt-solutions.com
CAD+T Consulting GmbH
Vattmannstraße 1,
D-33100 Paderborn
Tel.: +49 5251 1502-40

• • • • •

00000



BCS CAD + INFORMATION TECHNOLOGIES GmbH BIM SERVICE-CENTER
Rippiener Straße 19
01217 Dresden
Tel. +49 (0)351 40423300
Fax +49 (0)351 40423329
E-Mail: training@bcscad.de
Internet: www.bcscad.de

• • • • •

10000



PC-COLLEGE Training GmbH
Stresemannstraße 78
10963 Berlin
Tel. +49 (30) 2350000
Fax: +49 (30) 2142988
E-Mail: info@pc-college.de
Internet: www.pc-college.de

• • • • •

30000



Contelos GmbH
Robert-Bosch-Str. 16
30989 Gehrden
Tel. 05108/9294-0
Fax 05108/9294-79
E-Mail: info@contelos.de
Internet: www.contelos.de

• • • • •

Schulungsanbieter

AUTODESK Authorized Training Center

80000



DREICAD GmbH
Karlstr. 37, 89073 Ulm
Niederlassungen: Ulm, Nürnberg, Augsburg, Berlin, Frankfurt
Tel.: +49 731 379305 0
E-Mail: kontakt@dreicad.de
Internet: www.dreicad.de

• • • • •

80000



Mensch & Maschine Akademie
Argelsrieder Feld 5
82234 Wessling
Tel.: +49 8153 933 0
E-Mail: info@mum.de
Internet: www.mum.de/seminare

• • • • •

Unabhängige CAD-Schulungs-Anbieter

20000



ELBCAMPUS Kompetenzzentrum
Handwerkskammer Hamburg
Zum Handwerkszentrum 1
21079 Hamburg
Tel. +49 40 35905-777
Fax +49 40 35905-700
E-Mail: weiterbildung@elbcampus.de
Internet: www.elbcampus.de

• • • • •

Programmierschulungen

D/A/CH



FX64 Software Solutions
Schiller Straße 13
D-95659 Arzberg
Tel. +49 9233 716 137
Fax +49 9233 716 138
E-Mail: info@fx64.de
Internet: www.fx64.de

• • • • •

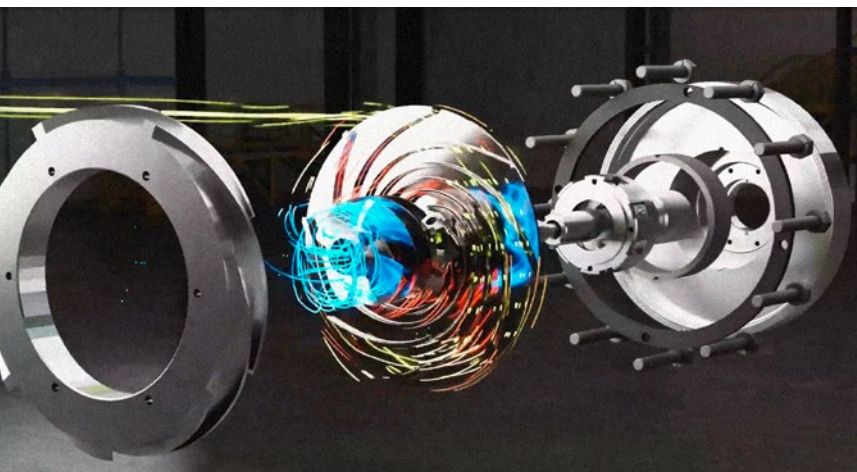


Bild: Sirmscale

BRANCHE

Elektrotechnik

Wie in vielen anderen Branchen steht auch in der Elektrotechnik im Fokus, Ressourcen effizient zu nutzen und nachhaltig zu wirtschaften, ohne die Qualität nachgelagerter Prozesse zu beeinträchtigen. Selbst unter normalen Bedingungen ist das anspruchsvoll, und aktuell erst recht.

SONDERTEIL

MULTICAD-SOLUTIONS

Gerade in kleinen und mittelständischen Betrieben werden neben Autodesk-Produkten häufig zahlreiche weitere CAD-Systeme eingesetzt. Diese Konstruktions- und Designlösungen ermöglichen es, mit verschiedenen Datenformaten wie DWG, STEP oder IGES zu arbeiten und eine reibungslose, verlustfreie Zusammenarbeit mit Projektpartnern sicherzustellen.

PRODUKTENTWICKLUNG

Multiphysik-Simulation

Simulationen sollen zunehmend bereits in frühen Phasen der Produktentwicklung eingesetzt werden, um ein möglichst vollständiges Bild des späteren Produkts zu liefern. Dafür sind nicht nur leistungsstarke und flexible Softwarelösungen erforderlich, sondern auch erhebliche Rechenressourcen – ob in der Cloud, mobil oder direkt am Arbeitsplatz. Ein Überblick.

Weitere Themen:

KONSTRUKTIONSBAUTEILE: Normteile für die Konstruktion

SPEZIAL: Konstruktionsverfahren in der Energietechnik

HARDWARE: 3D- und KI-Workstations für CAD-Anwender

Das nächste Heft erscheint am 24.06.2026

Impressum

Herausgeber und Geschäftsführer:
Matthias Bauer, Dennis Hirthammer

AUTOCAD MAGAZIN im Internet:
www.autocad-magazin.de

So erreichen Sie die Redaktion:
Chefredakteur: Andreas Müller (v.i.S.d.P.)
(andreas.mueller@win-verlag.de, Tel. 089/3866617-11)
Redaktion: Regine Appenzeller
(regine.appenzeller@win-verlag.de, Tel. 089/3866617-17)

Autoren dieser Ausgabe:
Jörn Bosse, Thomas Elbracht, Markus Hoffmann, Andreas Kraus, Thomas Krüger, Ole Marx, Norbert Matthes, Andy Middleton, Silke Molch, Wilfried Nelkel, Gerhard Rampf, José Luis Sánchez, Kai Weigand, Michael Wohlfart

So erreichen Sie die Anzeigenabteilung:

Anzeigengesamtleitung:
Martina Summer
(089/3866617-31, martina.summer@win-verlag.de),
Anzeigen verantwortlich

Mediaberatung:
Tilmann Huber
(tilmann.huber@win-verlag.de, Tel.: 089/3866617-26)
Manuela Gries
(manuela.gries@win-verlag.de, Tel.: 089/3866617-25)

Anzeigen disposition:
Auftragsmanagement@win-verlag.de
Chris Kerler (089/3866617-32, Chris.Kerler@win-verlag.de)

Abonnentenservice und Vertrieb
Tel: +49 89 3866617 46
www.autocad-magazin.de/hilfe
oder eMail an abovertrieb@win-verlag.de mit Betreff „AutoCAD Magazin“.
Gerne mit Angabe Ihrer Kundennummer vom Adressetikett

Bildnachweise:
shutterstock.com, Adobe Stock, Werkfotos

Titelbild: © Atcharya63/stock.adobe.com

Layout: Design-Concept, Viktoria Horvath

Druck:
Vogel Druck und Medienservice GmbH
Leibnizstraße 5
97204 Höchberg

Produktion und Herstellung:
Jens Einloft
(jens.einloft@vogel.de, Tel.: 089/3866617-36)



Anschrift Anzeigen, Vertrieb und alle Verantwortlichen:
WIN-Verlag GmbH & Co. KG,
Chiemgaustraße 148
81549 München, Tel.: 089/3866617-0

Verlagsleitung:
Martina Summer
(martina.summer@win-verlag.de, 089/3866617-31)

Objektleitung:
Martina Summer
(martina.summer@win-verlag.de; Tel.: 089/3866617-31)

Zentrale Anlaufstelle für Fragen zur Produktsicherheit
Martina Summer
(martina.summer@win-verlag.de, Tel.: 089/3866617-31)

Bezugspreise:
Einzelverkaufspreis: 14,80 Euro in D, A, CH und 17,00 Euro in den weiteren EU-Ländern inkl. Porto und MwSt.
Jahresabonnement (8 Ausgaben): 118,40 Euro in D, A, CH und 136,00 Euro in den weiteren EU-Ländern inkl. Porto und MwSt.
Vorzugspreis für Studenten, Schüler, Auszubildende und Wehrdienstleistende gegen Vorlage eines Nachweises auf Anfrage.
Bezugspreise außerhalb der EU auf Anfrage.
39. Jahrgang

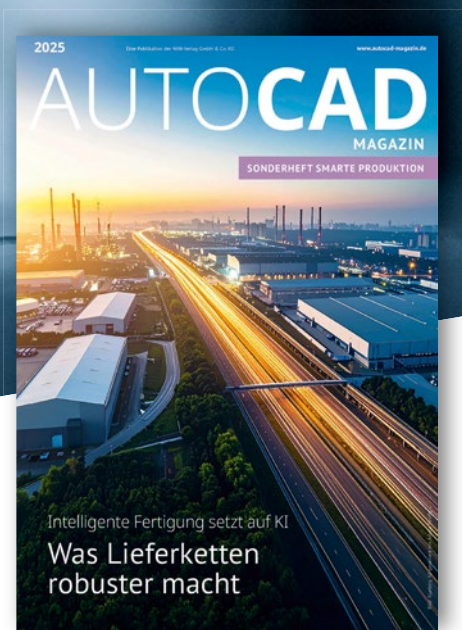
Erscheinungsweise: 8-mal jährlich
Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Honorierte Artikel gehen in das Verfügungsrecht des Verlags über. Mit Übergabe der Manuskripte und Abbildungen an den Verlag erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Für unverlangt eingeschickte Manuskripte, Fotos und Abbildungen keine Gewähr.
Copyright © 2026 für alle Beiträge bei der WIN-Verlag GmbH & Co. KG. Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages vervielfältigt oder verbreitet werden. Unter dieses Verbot fallen insbesondere der Nachdruck, die gewerbliche Vervielfältigung per Kopie, die Aufnahme in elektronische Datenbanken und die Vervielfältigung auf CD-ROM und allen anderen elektronischen Datenträgern

Ausgabe: 03/2026 (ET: 18.05.2026)



ISSN 2191-7914
Unsere Papiere sind PEFC zertifiziert
Wir drucken mit mineralölfreien Druckfarben

AUSSERDEM ERSCHEINEN BEI DER WIN-VERLAG GMBH & CO. KG diese Magazine:
DIGITAL BUSINESS, DIGITAL ENGINEERING Magazin, Digital Manufacturing, Bauen aktuell, DIGITAL PROCESS INDUSTRY, e-commerce Magazin, renergy, PlastXnow, Plastverarbeiter, KKG Rubberpoint



Hier geht's zur aktuellen Ausgabe



Die nächste Ausgabe

Sonderheft Smarte Produktion

erscheint am 30. Oktober 2026

Smarte Produktion – fertigungsgerechte Simulation und Konstruktion, 3D-Drucker und 3D-Verfahren, Werkstoffe, Qualitätssicherung, Nachbearbeitung

Additiv X

ADDITIVE FERTIGUNG FÜR SUPPLY CHAIN, PRODUKTION & SERVICE

Jetzt
entdecken!



Entdecken Sie die Zukunft der Ersatzteilproduktion: 3D-Druck als Schlüsseltechnologie für Ihre Branche!

Erfahren Sie, wie Kunststoff- und Metall-3D-Druck zum strategischen Werkzeug für Ersatzteile wird – branchenunabhängig und praxisnah. Im Fokus stehen Materialien, Prozesse, Wirtschaftlichkeit sowie die Integration in bestehende Produktions- und Instandhaltungsstrukturen.

Datum: 22. September 2026

Ort: SKZ – Das Kunststoff-Zentrum Würzburg

Mehr Infos & Tickets: www.additivx.de

Ein Event von:

PLAST X
NOW

SKZ