

AUTOCAD

Fachmagazin für Konstruktion, Architektur und Planung

MAGAZIN

PNY®

Die richtige Rechenleistung am richtigen Ort

Compute-Architekturen für die digitale Fabrik

PRAXIS

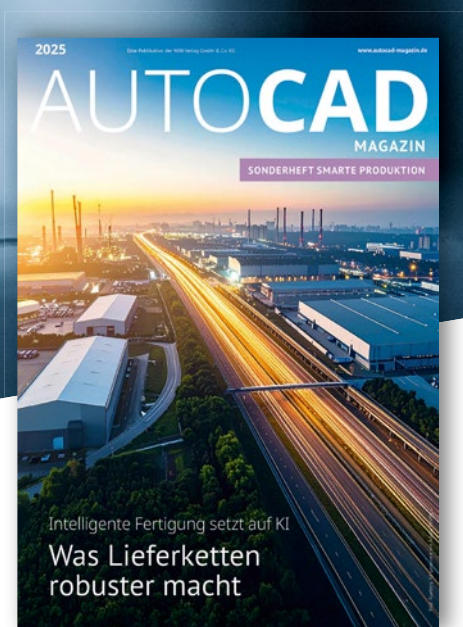
Tipps und Tricks:
Anwender-Know-how
für die Konstruktion

FERTIGUNG

Digitale Souveränität:
Datenarchitektur als
Konstruktionsfrage

PRODUKTENTWICKLUNG

Vom Entwurf zur Entscheidung:
Wie Quantenphysik KI-Konzepte
beherrschbar macht



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

Simulation und KI treiben die Produktentwicklung voran

Liebe Leser,

die Produktentwicklung steht vor wachsenden technischen und wirtschaftlichen Anforderungen. Variantenvielfalt, kürzere Entwicklungszyklen und komplexere Produkte erfordern leistungsfähige Methoden für Auslegung, Analyse und Validierung. Zwei Entwicklungen spielen dabei eine tragende Rolle: die Weiterentwicklung der Simulation und der Einsatz künstlicher Intelligenz im Engineering.

Simulation dient heute nicht mehr ausschließlich der nachträglichen Absicherung von Konstruktionen. Produkte wie Elektrofahrzeuge, Batteriesysteme und Energieanlagen vereinen unterschiedliche physikalische Effekte. Mechanik, Strömung, Thermik und Elektromagnetik gilt es gemeinsam zu betrachten, und möglichst frühzeitig. Aktuelle Lösungen für die Multiphysik-Simulationen schaffen dafür die methodische Grundlage.

Etablierte Simulationsprozesse stoßen jedoch oft an Grenzen. Die Zahl möglicher Produktvarianten wächst, Zeit- und Kostenbudgets bleiben hingegen meist unverändert. Häufig werden deshalb weniger Varianten untersucht oder Modelle vereinfacht. Fortschritte in der Simulation hängen somit nicht nur von leistungsfähigeren Solvern ab, sondern auch von einer effizienteren Automatisierung. KI-basierte Verfahren erlauben beispielsweise, viele Varianten in kurzer Zeit zu validieren. Und am Horizont zeichnet sich in Form von Quanten-

computing eine weitere Technologie ab, die zumindest einige Teilbereiche der Simulation beschleunigen könnte.

Aber KI nur aus der Perspektive der Simulation zu betrachten, wäre fast schon fahrlässig. Und so widmet sich denn auch der zweite Schwerpunkt dieser Ausgabe Einsatz künstlicher Intelligenz ganz allgemein in der Produktentwicklung. Neben unterstützenden Funktionen entstehen zum Beispiel agentenbasierte Systeme, die mehrere Arbeitsschritte innerhalb eines Engineering-Workflows koordinieren. Sie verknüpfen dann CAD-, CAE- und PLM-Systeme, übernehmen Routinetätigkeiten und entlasten Ingenieurinnen und Ingenieure. Zwar verbleibt die fachliche Verantwortung beim Menschen. Dessen Aufgaben verschieben sich jedoch zunehmend hin zur Steuerung und Bewertung vernetzter digitaler Prozesse.

Für mittelständische Unternehmen stellt sich daher die Frage, in welchen Anwendungsfällen der Einsatz künstlicher Intelligenz technisch sinnvoll und wirtschaftlich vertretbar ist. Geeignete Einstiegsszenarien und eine schrittweise Integration in vorhandene Systemlandschaften sind meist effektiver als der Versuch, umfassende Zukunftsvisionen Wirklichkeit werden zu lassen.

Ich wünsche Ihnen eine informative Lektüre und konkrete Anregungen für Ihre Entwicklungsprojekte.



Andreas Müller
Chefredakteur

INHALT 4-5/26

SZENE

06 News & Neue Produkte

DIGITALE FABRIK

Titelstory

08 Architektur statt Überdimensionierung

Welche Compute-Stufe für Smart Factory und Digital Twin?

10 CAM-Systeme werden zur Wissensplattform

Digital Twin und KI optimieren NC-Programmierung

PRAXIS

12 Tipps & Tricks

Die AutoCAD-Expertenrunde

16 Objekte ausrichten

AUSRICHTENTOOL.LSP

16 Kopieren nach Farben

ACM-FARBKOPIEREN.LSP

17 LW-/Polylinien automatisch prüfen und korrigieren

ACM_RICHT.LSP

17 Auswahl nach Objektmaßstab

ACM-SELECTBYSIZE.LSP

18 Layer plotbar setzen

ACM-LAYERPLOTBAR.LSP

18 Punkte oder Blöcke einfügen

ACM_EBVS.LSP

19 Breite von Polyliniensegmenten ändern

K_PL-VERTEXWIDTH.LSP

19 XRef-Verwendung untersuchen

ACMXREFREPORT.LSP

SCHULUNGSSPEZIAL

Auf den Seiten **20 bis 23** finden Sie ein Spezial zum Thema „CAD-Schulungen“. Hier präsentieren sich Unternehmen mit ihrem Schulungsangebot für CAD-Anwender.

BRANCHE

24 Automatisch profitieren bei jedem Schaltschrank

Elektrokonstruktion bei KlöMö

26 CAE in Hochform

eXs leistet für die Merz Verpackungsmaschinen GmbH mehr als erwartet

TITELANZEIGE

PNY Technologies

Die passende Architektur für industrielle KI

Nicht jede KI-Anwendung braucht riesige Cloud-Cluster. Gerade bei digitalen Zwillingen, Smart Factories und industrieller KI kommt es darauf an, die passende Compute-Architektur für den jeweiligen Einsatz zu wählen – von der CAD-Workstation über Edge-Plattformen bis hin zum Datacenter. Entscheidend sind nicht maximale Rechenleistung, sondern Effizienz, geringe Latenzen, Datensouveränität und ein wirtschaftlich sinnvoller Ressourceneinsatz. Wer die Compute-Leistung bedarfsgerecht skaliert, vermeidet kostspielige Überdimensionierung.

PNY TECHNOLOGIES

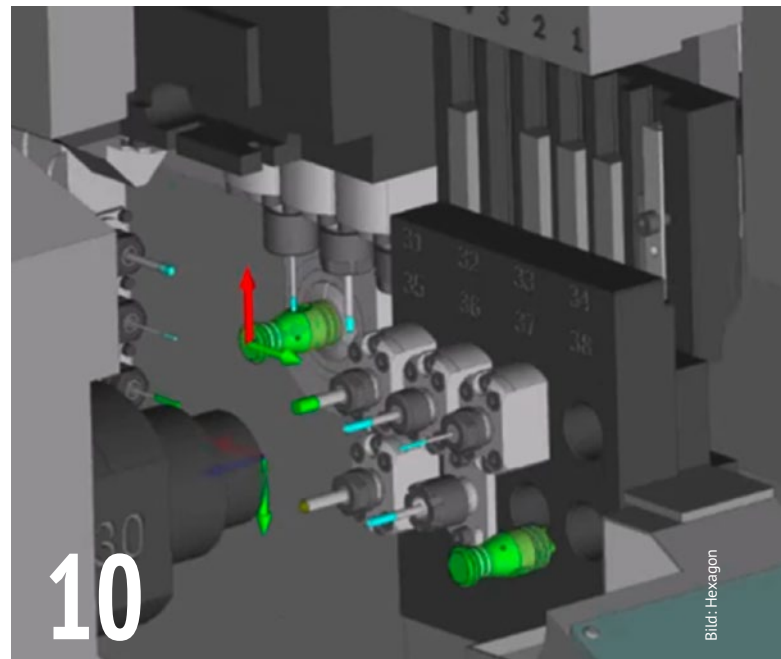
Schumannstraße 18A

52146 Würselen

Tel: +49-2405 40 848 0

Web: www.pny.eu

E-Mail: sales@pny.eu



DIGITALE FABRIK Exakte Simulationen, detaillierte Geometrien und validierte Bearbeitungsstrategien: Kaum eine Branche arbeitet so datengetrieben wie die Zerspanung. Dennoch zeigt sich in der Praxis immer wieder eine Lücke zwischen digitaler Planung und realer Bearbeitung.



41

SONDERTEIL: MULTICAD SOLUTIONS

- 42 Diversity im PLM
PLM: MultiCAD bei Lufthansa Technik
- 44 Geschwindigkeit, Intelligenz und visuelle Gestaltung
Software: TurboCAD 2026
- 46 Die Zukunft des Regionalflugverkehrs
Digitaler Zwilling: Virtual-Twin-Technologie
- 49 CAD-Datenaustausch im MultiCAD-Alltag
Konvertierung: CADdoctor SX 11



24

Bild: Eplan/Rittal

BRANCHE: ELEKTROTECHNIK Durchgängige Automatisierung und Digitalisierung – ein Wunschtraum für Anlagenbauer. Doch wie? Bei KlöMö Energie- und Automatisierungstechnik geht man unkonventionelle Wege – mit Erfolg.



Bild: Synera

PRODUKTENTWICKLUNG MIT KI Agentische KI verändert nicht nur einzelne Engineering-Prozesse, sondern die Rolle des Ingenieurs. Statt Routinetätigkeiten in CAD-, CAE- und PLM-Systemen manuell auszuführen, steuern Fachkräfte künftig intelligente Agenten.

PRODUKTENTWICKLUNG

- 28 Warum PLM über den Erfolg der KI entscheidet
Das Fundament der Industrie 5.0
- 30 Wie Agentic AI das Engineering organisiert
Vom CAD-Operator zum Supervisor
- 32 Mehrwert statt Mythos
KI-Agent rekonstruiert NASA-Raumgleitermodell
- 34 Vom Entwurf zur Entscheidung
Wie Quantenphysik KI-Konzepte beherrschbar macht
- 36 Multiphysik in der Konstruktion bewerten
Simulation der Jouleschen Erwärmung
- 38 Simulation überwindet Grenzen
Richard Szöke-Schuller, SimScale, im Gespräch
- 40 Meilenstein in der CFD-Simulation
Quanscient und Haiqu

FERTIGUNG

- 50 Innovation im Anflug
Arvind Rangarajan, HP, über industrielle 3D-Drucklösungen
- 52 Mit 3D-Druck auf die Überholspur
Fahrzeugentwicklung bei BBI Autosport
- 54 Datenarchitektur als Konstruktionsfrage
Digitale Souveränität im Automotive-Mittelstand

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.

REDAKTIONELL ERWÄHNT FIRMEN UND ORGANISATIONEN: 3D Systems S. 52-53, Atos S. 54-56, Cadflex S. 20-21 und S. 36-37, Classiq S. 34-35, Contelos S. 6, Dassault Systèmes S. 46-47, Eplan S. 24-25, Gravity Sketch S. 7, Hexagon S. 10-11, HP S. 50-51, Imsi S. 44-45, Julia Hub S. 32-33, Lantek Expert S. 6, Mensch und Maschine Software S. 26-27, Nabtesco Precision Europe S. 7, Otto Ganter S. 6, PNY S. 8-9, PTC S. 42-43, Quanscient S. 40, Revalize S. 28-29, Simscale S. 38-39, Synera S. 30-31, Tecoi S. 6, VI-grade S. 7

Robotik automatisiert Blechpalettierung

Lantek und Tecoi haben ein roboter-gestütztes System für die Entnahme und Palettierung von Blechteilen entwickelt. Im Rahmen des Projekts Sortec transportiert ein servogesteuerter Kran die geschnittenen Teile mithilfe beweglicher Magnete in einen separaten Bereich. Dort übernehmen Roboter mit adaptiver Greiftechnik die weitere Handhabung.

Die CAD/CAM-Software Lantek Expert ordnet die Werkstücke nach Geometrie, Abmessungen und Ausrichtung. Dadurch werden nur identische Teile gemeinsam gestapelt. Das verbessert die Prozesssicherheit und unterstützt die Rückverfolgbarkeit in der Logistik.

Die Palettierung erfolgt parallel zum Schneidprozess. So lassen sich



Loadtec von Tecoi: Nach dem Schneiden transportiert ein servogesteuerter Kran das geschnittene Material in einen Bereich, wo Roboterarme übernehmen, die von Lantek Expert gesteuert werden.

Bild: Tecoi

Unterbrechungen und Stillstandzeiten reduzieren. Die modulare Architektur ermöglicht zudem die Integration

weiterer Roboter und eignet sich für kleinere Fertigungen ebenso wie für Betriebe mit hohem Durchsatz.

3D Model Inspector prüft CAD-Daten

Contelos übernimmt künftig die alleinige Entwicklung des 3D Model Inspector. Das Add-in für Contelos übernimmt künftig die alleinige Entwicklung des 3D Model Inspector. Das Add-in für Autodesk Inventor unterstützt Konstruktionsteams, CAD-Administratoren sowie Inventor- und Vault-Anwender bei der automatisierten Qualitätsprüfung.

Die Software analysiert Bauteile, Baugruppen und Zeichnungen anhand unternehmensspezifischer Regeln – direkt in der gewohnten CAD-Umgebung. Geprüft werden unter anderem Modellstrukturen, iProperties, Metadaten, Skizzen, Abhängigkeiten, Frei-

heitsgrade, Zeichnungselemente und ungelöste Referenzen.

Fehler, Warnungen und Hinweise werden klassifiziert und als Report im HTML-, PDF- oder Word-Format ausgegeben. Firmeninterne Richtlinien lassen sich per Hyperlink einbinden. Erfüllt ein Modell alle Kriterien, erhält es automatisch einen Prüfstempel.

Eine optionale Vault-Erweiterung stellt sicher, dass nur geprüfte Modelle in den freigegebenen Datenbestand gelangen. Der 3D Model Inspector ist 30 Tage kostenlos testbar und ab 265 Euro pro Lizenz und Jahr erhältlich. Die Vault-Erweiterung kostet zusätzlich 25 Euro.

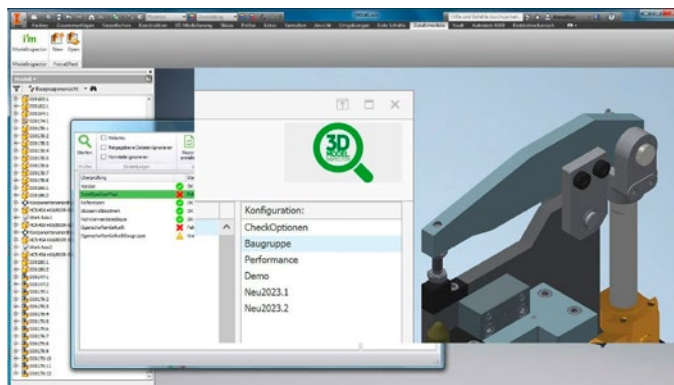


Bild: Contelos

Der 3D Model Inspector wird als Add-in für Autodesk Inventor integriert. Konstrukteure können Bauteile, Baugruppen und Zeichnungen analysieren.

Konstruktionsbauteile: Ergonomische Schaltgriffe

Mit den neuen Schaltgriffen GN 210 bietet Ganter ergonomische Bedienelemente für Anwendungen, bei denen Wellen von Hand gedreht, betätigt oder eingestellt werden. Die Griffe lassen sich aus jeder Richtung sicher umfassen. Sie wurden mit dem Red Dot Design Award und dem iF Design Award ausgezeichnet.

Die GN 210 sind in drei Griff-längen und jeweils drei Welle-Nabe-Schnittstellen erhältlich: mit glatter Bohrung, Passfedernut oder Doppel-Vierkant. Letzterer ermöglicht eine Montage in acht Positionen im 45-Grad-Raster. Für eine spielfreie Verbindung steht eine radiale Ringklemmung zur Verfügung. Alternativ lassen sich Vierkant- und Passfeder-Varianten axial mit einer Senkschraube und einer verdeckten Vorlegescheibe sichern.

Der Drehwinkel kann über ein federndes Druckstück oder Zylinderstifte begrenzt werden. So entsteht bei Bedarf ein spürbares Rast- und Anschlaggefühl. Die Schaltgriffe bestehen aus pulverbeschichtetem Zink-Druckguss und sind ab Lager in Silber und Schwarz erhältlich.

AR reduziert Prototypen im Produktdesign

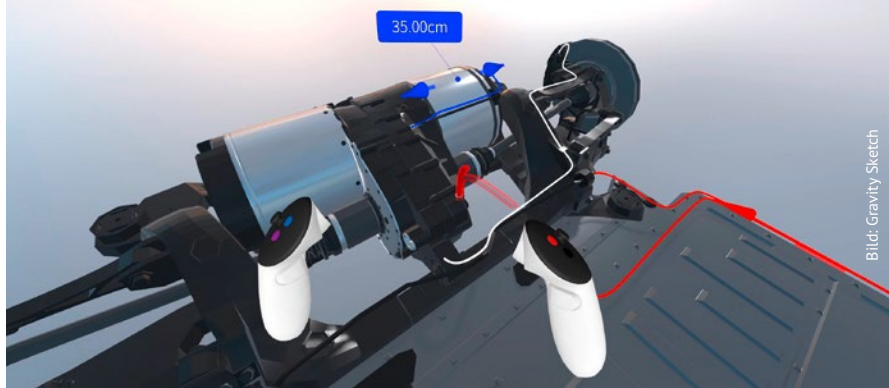


Bild: Gravity Sketch

Gravity Sketch hat neue Augmented Reality-Updates für das Produktdesign veröffentlicht.

Gravity Sketch erweitert seinen immersiven 3D-Arbeitsbereich um neue Augmented-Reality-Funktionen. Teams können virtuelle Räume sowie 3D-Modelle, Wireframes und Skizzen maßstabsgetreu in der realen Umgebung verankern. Die räumlichen Ausrichtungen lassen sich speichern und mit anderen Beteiligten teilen.

So prüfen Designverantwortliche Entwürfe direkt vor Ort und bewerten Maßstab, Proportionen, Ergonomie und Layout unter realen Bedingungen. Die Verbindung von virtuellem und physischem Design erleichtert die Zusammenarbeit globaler Teams und hilft, Fehler frühzeitig zu erkennen.

Die Updates reagieren auch auf die wachsende Zahl KI-generierter 3D-Inhalte. Neue Hardware, darunter Headsets mit integrierten Tiefenkameras, verbessert die Umgebungs- und Positionserfassung. Dadurch lassen sich digitale Entwürfe präziser im Raum darstellen. Gravity Sketch will Unternehmen so helfen, physische Prototypen und damit Kosten zu reduzieren, ohne die Designqualität zu beeinträchtigen. Besonders bei eingeschränkten Geschäftsreisen, unterbrochenen Lieferketten und steigenden Energiepreisen kann die virtuelle Bewertung Entwicklungsprozesse beschleunigen.

Simulationssoftware mit erweiterten Funktionen

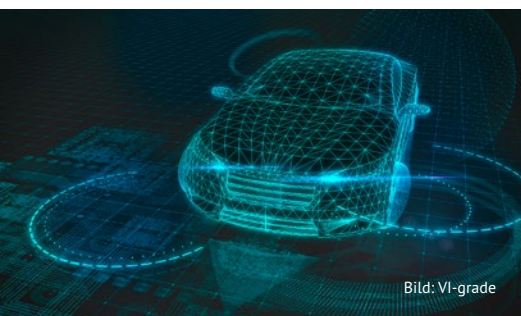


Bild: VI-grade

VI-grade veröffentlicht neues Release seiner Simulationssoftware.

VI-grade hat das Release 2026.2 seiner Simulationssoftware veröffentlicht. Die neue Version erweitert VI-CarRealTime, VI-DriveSim, VI-NVHSim und VI-WorldSim für Fahrdynamiksimulationen, Driver-in-the-Loop-Anwendungen,

gen, NVH-Analysen und virtuelle Testumgebungen.

VI-CarRealTime bildet mit einem neuen thermischen Bremsenmodell Temperaturverhalten und Reibung realistischer ab. Verbesserungen bei Pedalkraft, Fahrwerk, Aktuatorik, FMU-Unterstützung und Optimierungsfunktionen ergänzen das Update.

VI-DriveSim bietet unter anderem neue FIR-Filter, webbasierte Session-Reports, zusätzliche Dashboard-Layouts und eine Klonfunktion für Testumgebungen. VI-NVHSim erhält mit dem Target Analyser eine Umgebung zum Vergleich von Mess- und Simulationsdaten. Außerdem wurden Sound-Design und Datenaufbereitung erweitert.

VI-WorldSim basiert nun auf Unreal Engine 5.7.4. Das verbessert Grafik

Nabtesco entwickelt integrierte Antriebe

Nabtesco Precision Europe baut seine Rolle als Entwicklungspartner für mechatronische Antriebssysteme aus. Das Unternehmen kombiniert innerhalb der Nabtesco-Gruppe mechanisches, elektronisches und digitales Know-how zu kundenspezifischen Lösungen.

Im Mittelpunkt stehen abgestimmte Systeme aus Getriebe, Motor, Sensorik, Steuerung und Software. Die Integration reduziert Schnittstellen, vereinfacht die Inbetriebnahme und ermöglicht kompaktere Bauformen sowie eine stabile Gesamtleistung.

Zum Technologiespektrum gehören unter anderem Zykloidgetriebe, Wellgetriebe, Motortechnik, Sensorik, Steuergeräte und Software. Der

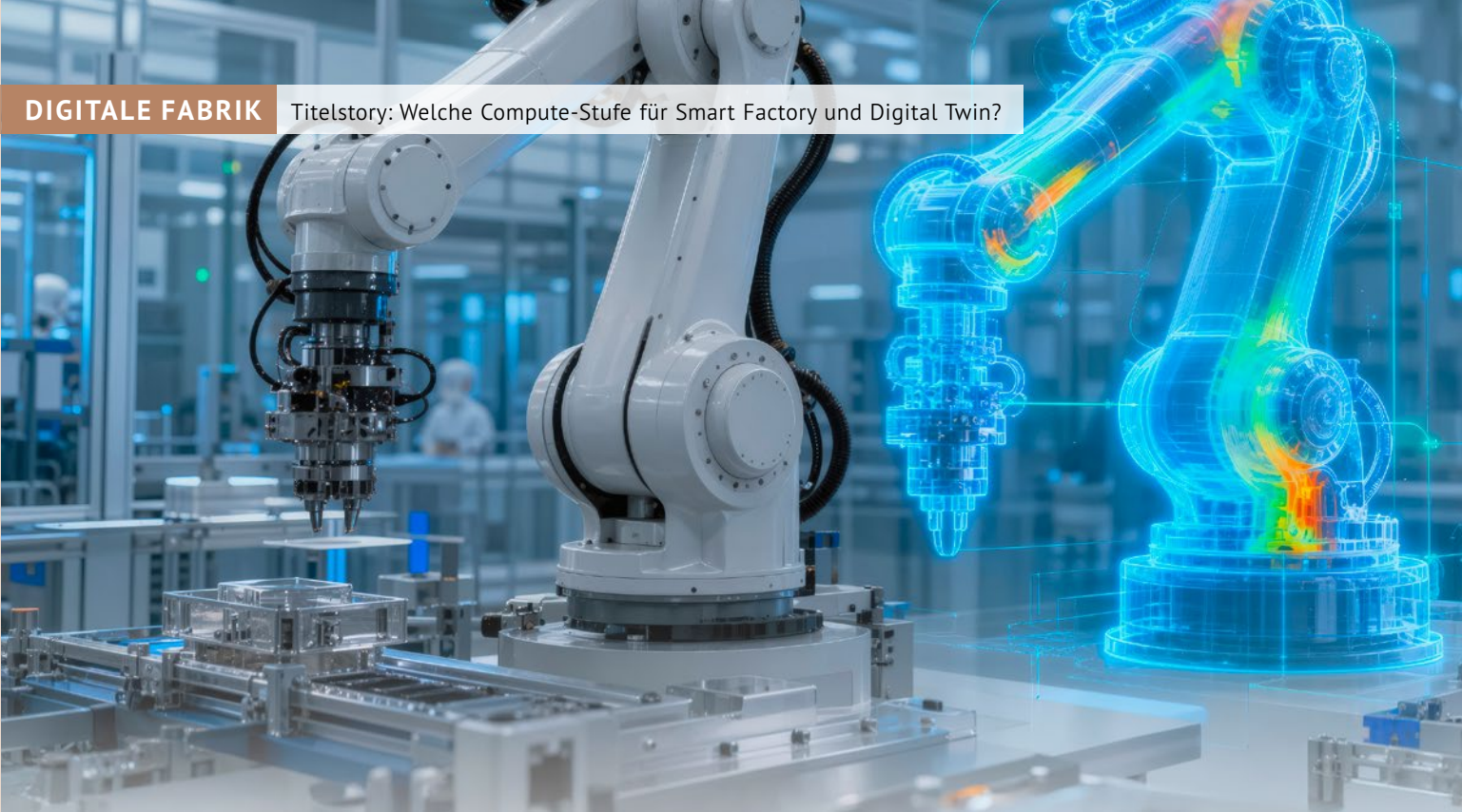


Nabtesco bündelt mechanisches, elektronisches und digitales Know-how innerhalb der Unternehmensgruppe und entwickelt mechatronische Antriebssysteme für anspruchsvolle Anwendungen.

Bereich Embedded Systems und Elektronikentwicklung wird durch das mehrheitlich zu Nabtesco gehörende Unternehmen Adcos ergänzt. Die Lösungen reichen von sensorintegrierten Getrieben und Präzisionsaktuatoren bis zu kompletten Lenk- und Antriebsplattformen. Einsatzbereiche sind unter anderem Robotik, Maschinenbau, Mobilität, Medizintechnik und Windenergie. Beispiele umfassen Steer-by-Wire-Systeme für autonome Nutzfahrzeuge, Antriebe für Exoskelette und Condition-Monitoring-Lösungen für Windkraftanlagen.

Bild: Nabtesco Precision Europe GmbH / Nabtesco Corporation / stock.adobe.com/© Dlgilife, stock.adobe.com/ ©Massimo Cavallo

und Performance. Ein neuer Event Manager, erweiterte Verkehrssimulationen und zusätzliche Sensor- sowie Displayfunktionen unterstützen die Erstellung virtueller Testszenarien.



Architektur statt Überdimensionierung

Nicht jede KI-Anwendung benötigt riesige Cloud-Cluster. Für digitale Zwillinge, Smart Factories und industrielle KI zählt vor allem die passende Compute-Architektur. Von der Workstation über Edge-Plattformen bis zum Datacenter gilt: Effizienz entsteht durch die richtige Rechenleistung am richtigen Ort. **VON FRANK SCHEUFENS**

Der Hype um künstliche Intelligenz hat in der industriellen Produktentwicklung zu einem kostspieligen Missverständnis geführt: Viele Unternehmen gehen davon aus, dass für digitale Zwillinge oder generative KI-Modelle zwangsläufig gigantische Cloud-Cluster erforderlich sind. Die Realität moderner Fertigungs- und Entwicklungsprozesse zeichnet jedoch ein differenzierteres Bild. Entscheidend ist nicht die größtmögliche Rechenleistung, sondern die passende Infrastruktur für die jeweilige Anwendung. Es geht um "so viel Rechenleistung wie nötig". Für eine effiziente Daten- und IP-Souveränität rücken lokale und hybride Konzepte zunehmend in den Fokus.

Doch welche Hardware-Architektur passt zu welchem Szenario? Ein struk-

turierter Leitfaden von der CAD-Workstation bis zum Edge-Cluster.

Die Diskussion über rein cloudbasierte KI-Modelle blendet in der industriellen Praxis häufig drei zentrale Faktoren aus: Latenz, Bandbreite und Datensicherheit. Ein digitaler Zwilling, der Fertigungsstraßen in Echtzeit abbildet oder autonome mobile Roboter (AMRs) steuern soll, kann nicht auf die Antwortzeiten eines entfernten Rechenzentrums warten. Gleichzeitig erschwert der Schutz von Betriebsgeheimnissen und sensiblen CAD-Geometrien in vielen Fällen die Übertragung unternehmenskritischer und firmeneigener Daten über externe Netzwerke.

Die Lösung liegt in einer intelligent skalierten On-Premise-Infrastruktur. Wer die richtige Compute-Stufe wählt, inves-

tiert nachhaltig und vermeidet kostspielige Überdimensionierung.

1. Am Arbeitsplatz: Die lokale Workstation-GPU

Die Basis jeder Produktentwicklung bleibt der Arbeitsplatz des Konstrukteurs. Moderne CAD-Anwendungen wie AutoCAD nutzen zunehmend KI-gestützte Funktionen zur Automatisierung von Routineaufgaben. Gleichzeitig stellen kollaborative Plattformen wie NVIDIA Omniverse Enterprise auf Basis von OpenUSD hohe Anforderungen an die Grafikleistung, insbesondere bei fotorealistischem Echtzeit-Rendering.

Hier kommen dedizierte Workstation-GPUs ins Spiel. Im Vergleich zu Consumer-Karten bieten sie zertifizierte Treiber



Bild: © RISHAD/stock.adobe.com, generiert mit KI

Ein digitaler Zwilling, der Fertigungsstraßen in Echtzeit abbildet oder autonome mobile Roboter (AMRs) steuern soll, ist auf eine skalierbare On-Premise-Infrastruktur angewiesen.

für professionelle CAD-Anwendungen und sorgen für maximale Stabilität in produktiven Umgebungen. Für Power-User bedeutet das: Lokales Prototyping und das Ausführen von Desktop-KI-Assistenten laufen direkt auf der Workstation – datenschutzkonform und latenzfrei.

2. Direkt in der Maschine: Embedded- und MXM- Module

Rückt die Rechenleistung näher an die Werkshalle, verändern sich die Anforderungen an die Hardware. Autonome Transportsysteme (AGVs) oder intelligente Roboterarme benötigen KI-Leistung direkt an Bord, um Hindernisse in Millisekunden zu erkennen und Fahrtwege in Echtzeit anzupassen. Gleichzeitig sind die verfügbaren Platz- und Energieresourcen häufig begrenzt.

In diesen extrem platzkritischen und thermisch anspruchsvollen Umgebungen kommen kompakte Formfaktoren wie MXM-GPUs zum Einsatz. Sie bringen die Rechenleistung moderner GPU-Architekturen in robuste, proprietäre Industriesysteme, ohne den Formfaktor einer klassischen PCIe-Steckkarte zu beanspruchen. Sie schaffen damit die Grundlage für intelligente Entscheidungen direkt am Ort des Geschehens.

3. An der Produktionslinie: Die Edge-Revolution mit IGX

Lange Zeit klappte eine Lücke zwischen ultrakompakten Embedded-Boards und leistungsstarken Rechenzentrumsservern, die sich jedoch kaum direkt an der Produktionslinie, etwa neben einer CNC-Fräse, betreiben lassen. Für industrielle KI-Anwendungen direkt an der Produktionslinie fehlte häufig eine geeignete Zwischenlösung. Diese Lücke schließen dedizierte Edge-Plattformen wie die NVIDIA IGX-Architektur (von der etablierten IGX Orin bis zur neuen, hochperformanten IGX Thor-Plattform).

An der Produktionslinie geht es heute nicht mehr nur um das einfache Abgleichen von Kamerabildern. An der Produktionslinie geht es heute längst nicht mehr nur um das Abgleichen von Kamerabildern. Moderne Qualitätskontrollen nutzen Vision-Language-Modelle (VLMs), die Fehler nicht nur erkennen, sondern auch im Kontext des Produktionsprozesses einordnen können. So wird beispielsweise nicht nur ein Kratzer auf einem Bauteil identifiziert, sondern dessen mögliche Ursache im vorgelagerten Fertigungsprozess analysiert und eine Korrekturmaßnahme eingeleitet. IGX-Systeme sind für diese anspruchsvolle Sensorfusion ausgelegt. Durch integrierte funktionale Sicherheits-Mikrocontroller (sMCU) erfüllen sie zudem die Anforderungen industrieller Sicherheitsstandards (Functional Safety) und eignen sich für den Einsatz in Umgebungen mit direkter Mensch-Maschine-Kollaboration.

4. In der Entwicklungs- abteilung: Server-GPUs und DGX Spark

Wenn komplexe Strömungssimulationen (FEA/CFD) berechnet oder unternehmensweite, kollaborative Digital Twins gerendert werden müssen, stoßen Einzel-Workstations an ihre Grenzen. In solchen Szenarien bietet sich ein hybrider Ansatz an.

Server-GPUs (PCIe): Modular in bestehende Server-Infrastrukturen integriert, ermöglichen sie Konstrukteuren den virtualisierten Zugriff auf rechenintensive Simulationen und Visualisierungsaufgaben. Die kritischen Daten verlassen dabei nicht das lokale Firmennetzwerk.

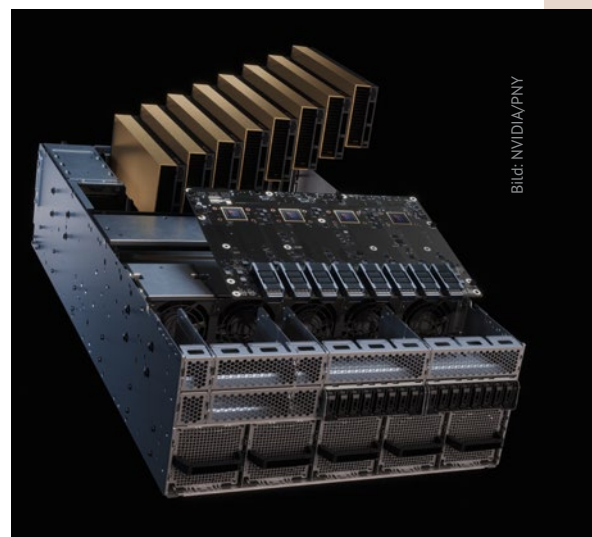


Bild: NVIDIA/PNY

RTX PRO Server für den Aufbau von KI-Fabriken.

DGX Spark: Lösungen wie DGX Spark bieten einen wirtschaftlichen Einstieg für Entwicklungsabteilungen, die rechenintensive KI-Workloads lokal bündeln und zentral bereitstellen möchten.

DGX-Systeme: Diese vollintegrierten KI-Supercomputer bilden die Leistungsspitze. Ihr Einsatz ist dann wirtschaftlich sinnvoll, wenn Unternehmen eigene, generative KI-Modelle (z. B. für generatives Design im Engineering) mit jahrzehntelangem, firmeninternem Entwicklungs-Know-how von Grund auf trainiert werden sollen.

Fazit: Erst die Architektur definieren, dann investieren

Der Schlüssel zu einer erfolgreichen Implementierung von KI und digitalen Zwillingen liegt in der intelligenten Verteilung der Rechenlasten. Effizienz entsteht nicht durch das maximale Budget, sondern durch die passende Compute-Stufe. Wer lokal konstruiert, benötigt eine starke RTX-Plattform auf dem Schreibtisch. Wer Echtzeit-Sicherheit und Sensorfusion in der Fabrikhalle benötigt, setzt auf dedizierte Edge-Plattformen. Erst wenn diese Anforderungen abgedeckt sind, lohnt sich die Ergänzung durch zentrale Datacenter-Ressourcen. So entsteht eine leistungsfähige, sichere und skalierbare Infrastruktur für moderne Smart-Factory-Umgebungen. *anm* ◀

Der Autor, Frank Scheufens, ist Produkt Manager Professional Visualization bei PNY Technologies.

Die Zerspanung ist auf exakte, vollständige Daten und einen ununterbrochenen Fluss angewiesen, um Datenmanagement, Wiederholgenauigkeit und KI-gestützte Automatisierung zu ermöglichen.

CAM-Systeme werden zur Wissensplattform

Exakte Simulationen, detaillierte Geometrien und validierte Bearbeitungsstrategien: Kaum eine Branche arbeitet so datengetrieben wie die Zerspanung. Dennoch zeigt sich in der Praxis immer wieder eine Lücke zwischen digitaler Planung und realer Bearbeitung. Mit Digital-Twin-Technologien und KI lässt sich diese Lücke schließen.

Die digitale Durchgängigkeit der Daten endet oft abrupt an der Maschine: Reale Einflüsse wie Erosionsdaten, Werkzeugverschleiß oder andere Faktoren sind nicht in den ursprünglich erstellten CAM-Daten enthalten. Die NC-Programme werden deshalb vor der Fertigung oft schnell manuell von erfahrenen Bedienern angepasst, die aktualisierten Daten aber nicht in das System zurückgespeist. Das wertvolle Wissen über die optimalen Strategien, Werkzeugwege und Einfahrprozesse bleibt so in den Köpfen oder einzelnen Programmen. Auch zwischen den einzelnen System- und Programmschnittstellen im Fertigungsprozess können wertvolle Informationen verlorengehen oder sich verändern, ohne dass dies dokumentiert

wird. Die benötigten Daten sind zwar vorhanden, aber nicht konsistent und gewinnbringend nutzbar. Die Konsequenz: Einfahrzeiten bleiben hoch, die Qualität schwankt und Hersteller bleiben abhängig von der Erfahrung und dem Wissen einzelner.

Die smarte Fertigung: wirksame Daten

Das Konzept einer smarten Fertigung zeichnet sich hingegen durch einen kontinuierlichen Fluss der benötigten Daten und möglichst wenige Schnittstellen, an denen Daten oder ihre Aktualisierungen verloren gehen können. Diese Datenstringenz, auch als „Digital Thread“ bekannt, sorgt dafür, dass die gesamte

Fertigung bis hin zur Qualitätssicherung auf Basis eines gemeinsamen Datensatzes arbeiten.

„Die Vernetzung und der kontinuierliche Datenfluss sorgen auch dafür, dass Datenmanagement, Wiederholgenauigkeit sowie KI-gestützte Automatisierung möglich werden“, erklärt Ansgar Claes, Sales Leader DACH bei der Division Manufacturing Intelligence von Hexagon. Die Datengrundlage erlaubt es Herstellern in der Zerspanungsbranche außerdem, ihre Prozesse, Parameter und Strategien zu dokumentieren und für die Optimierung ihrer Abläufe zu nutzen. Entscheidend dabei ist, dass die Verbindung zwischen CAD, CAM und dem tatsächlichen Maschinenverhalten geschaffen wird.

Bilder: Hexagon

Vom CAD-Modell zum realen Bauteil

Ein CAD-Programm allein reicht für die Datenerhebung und -nutzung jedoch nicht aus. Ziel der smarten Fertigung ist es, dass existierende Schnittstellen durch ein Tool geschlossen oder einheitlich abgedeckt werden, um den Digital Thread aufrecht zu erhalten. „Außerdem muss schon in der Programmierung so umfassend gedacht und gearbeitet werden, dass das Daten- und Qualitätsmanagement auf der Maschine abgedeckt werden kann“, so Claes. Je mehr Systeme dabei auf Basis einer gemeinsamen Plattform arbeiten, desto einfacher schließen sich Datenlücken und „Risse“ im Digital Thread.

Ein digitaler Zwilling kann hierbei helfen: Er bildet Maschine, Werkzeuge und Aufspannung realistisch ab. Hier fließen die Fertigungsdaten zurück in die CAD- und CAM-Programme und können dort für realitätsnahe Simulationen sorgen.

Stabilisierte Bearbeitungsprozesse dank KI

In konsequent konzipierten smarten Fertigungen basieren ausgewählte Werkzeuge und Bearbeitungsstrategien von Beginn an auf realistischen Daten. Die Maschinenlogik ist vom ersten Schritt an bedacht und Bediener müssen die Daten nicht mehr kurzfristig an der Maschine anpassen, sondern können auf die gelieferten Spezifikationen vertrauen.

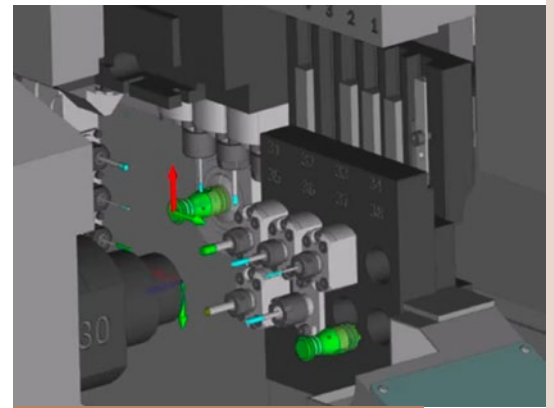
Bei der Operationalisierung und Automatisierung der Fertigung unterstützt zusätzlich künstliche Intelligenz: „Mit Lösungen wie der Software Esprit Edge von Hexagon lässt sie sich mit Digital-Twin-Technologie kombinieren, um intelligentere Werkzeugwege und verkürzte Rüstzeiten auf Basis individueller Fertigungsdaten zu ermöglichen. Der digitale Zwilling integriert Maschinenmodelle und -parameter, Steuerungsimulatoren und Postprozessoren“, erklärt Claes. So können Anwender beispielsweise bei Langdrehmaschinen maschinenbezogene Simulationen und G-Codes erstellen, die das exakte Maschinenverhalten inklusive Führungsbuchsen, Werkzeugüberlappungen und Achsgrenzen berücksichtigt. Damit lassen sich auch

komplexe Bauteile zuverlässig fertigen. Denn: Die KI optimiert Programme automatisch, synchronisiert Spindeln und Revolver und gewährleistet einen kollisionsfreien Betrieb.

Datenqualität und Mensch bleiben entscheidende Faktoren

Um die Möglichkeiten der KI-basierten Simulationen voll ausschöpfen zu können, braucht es entsprechende hochqualitative Trainingsdaten. „Dafür nutzen wir im Regelfall zwischen 200 und 250 validierte Projekte aus genau dieser Fertigung“, erklärt Claes. „Die Voraussetzung für die Auswahl der Projekte ist, dass die Datensätze vollständig sind, also inklusive etwaiger Änderungen direkt an der Maschine. Nur dann erhalten Anwender seriöse Vorschläge für Bearbeitungsstrategien, mit der sie ihre Aufträge effizient und fehlerfrei erfüllen können.“

Die Projektdaten enthalten deshalb umfassende Informationen zu NC-Wege, Verlinkungsbahnen, Arten von Bearbeitungsstrategien, Zustelltiefen, Vorschubwerten, optimierten Zyklen, Schnittparametern, sinnvollen Bearbeitungsfolgen, in der Praxis getesteten Zyklen sowie den jeweils eingesetzten Werkzeugen. Die Sammlung und Aufbereitung der Fertigungsdaten hat neben der Zeiter-



Ein digitaler Zwilling ermöglicht präzise Simulationen, in der Maschine, Werkzeuge und Aufspannung realistisch abgebildet werden.

genteil“, erklärt Claes weiter. Der Mensch bleibt auch in der smarten Fertigung unverzichtbare Instanz in der Bewertung, Steuerung, Fehlerbehebung und Freigabe in Fertigungsprozessen.

Austausch zeigt Weg zu Weiterentwicklung

Um das Potenzial nutzen zu können, braucht es neben den Daten jedoch auch den Austausch zwischen den Herstellern. „Wir sehen Internationalisierung und Kooperation zwischen verschiedenen Unternehmen als zwei der

„Die Vernetzung und der kontinuierliche Datenfluss sorgen auch dafür, dass Datenmanagement, Wiederholgenauigkeit sowie KI-gestützte Automatisierung möglich werden.“

Ansgar Claes, Sales Leader DACH bei der Division Manufacturing Intelligence von Hexagon



sparsnis und der Minimierung von Fehlerquellen einen weiteren Vorteil: Das Wissen der Mitarbeitenden über Maschinen, Werkzeuge und Strategien zur Kollisionsvermeidung wird dokumentiert und demokratisiert. Auch Mitarbeitende mit weniger Erfahrung können so schnell fehlerfrei arbeiten und die gesamte Bearbeitung und die Qualität der Fertigung stabilisiert sich über Schichten und Generationen hinweg.

„Mit diesem Prozess wird der Mensch allerdings keineswegs ersetzbar – im Ge-

zentralen Trends im Kontext der Smart Factory“, erklärt Claes. „Viele Unternehmen entdecken gerade neue Märkte für sich, die aber auch neue Anforderungen an die Fertigung und ihre Geschwindigkeit mit sich bringen. Deshalb ist aus meiner Sicht der Austausch über Strategien und Methoden über Länder- und Branchengrenzen hinweg einer der Faktoren für die Weiterentwicklung und vor allem die kontinuierliche Wettbewerbsfähigkeit der Zerspanungsbranche.“

anm ◀

Tipps & Tricks

Alle Tipps sollen zum selbstverständlichen Umgang mit AutoCAD und seinen vertikalen Lösungen animieren, ihn vor allem erleichtern. Aus den vielen Leseranfragen 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 Fadenkreuz ruckelt bei Remoteverbindung

? Seit einiger Zeit können wir auch im Homeoffice arbeiten, wozu uns vom Administrator eine Remoteverbindung eingerichtet wurde, um über das Internet von zuhause aus auf unseren Rechner in der Arbeitsstelle zuzugreifen. Soweit funktioniert das perfekt, doch leider ruckelt das Fadenkreuz meines AutoCADs extrem, dass ein normales Arbeiten nicht möglich ist. Der Cursor hat normale Geschwindigkeit im Bereich der Paletten/Ribbonleiste. Sobald er sich jedoch im Zeichnungsbereich befindet, ist jede Bewegung verzögert. Wir arbeiten aktuell mit AutoCAD 2026.

! Ich vermute hier ein Problem der Hardwarebeschleunigung. Es ist sinnvoll, sie zu aktivieren, sofern das am Arbeitsplatz keine Probleme bereitet. Bei Remotezugriffen lässt sich oft ein Leistungseinbruch erkennen. In Ihrem AutoCAD 2026 ist das Symbol für die Hardwarebeschleunigung unten rechts in der Statusleiste sichtbar. (Bild 1)

Klicken Sie mit der rechten Taste auf das neue Symbol in der Statusleiste und wählen „Grafikleistung“. Deaktivieren Sie die Hardwarebeschleunigung im oberen Bereich und verlassen sie den Dialog mit OK. Augenblicklich sollte das Ruckeln des Fadenkreuzes verschwinden. Sobald Sie sich wieder lokal am Rechner befinden, schalten Sie die Hardwarebeschleunigung einfach auf dem

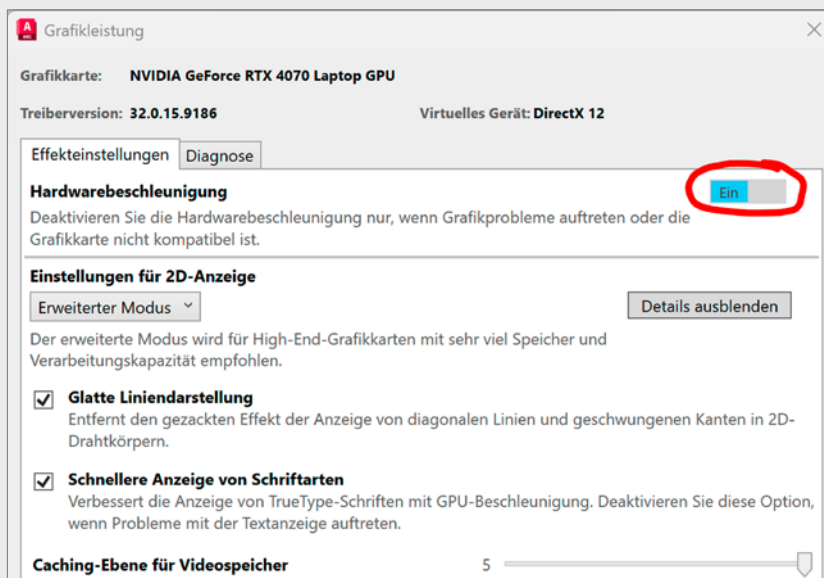
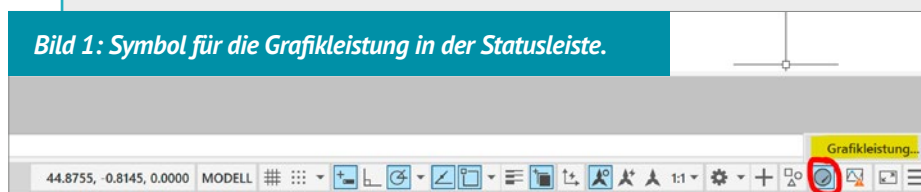


Bild 2: Hardwarebeschleunigung aktivieren oder deaktivieren.

Bild 1: Symbol für die Grafikleistung in der Statusleiste.



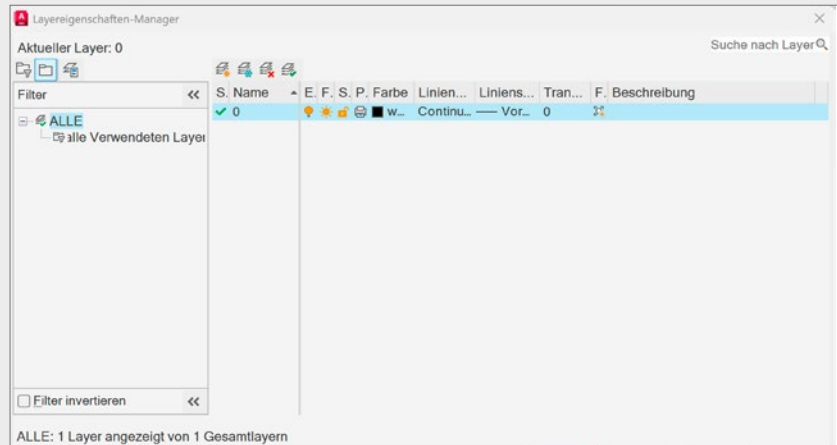
gleichen Weg wieder ein. (Bild 2) Die im Remotebetrieb fehlende Hardwarebeschleunigung mindert die Leistung Ihres AutoCADs. Doch ist es besser, ruckelfrei zu arbeiten als mit verzögertem Fadenkreuz.

2 Layerdialog ändern

? In AutoCAD wird der Layermanager als Palette angezeigt. Da wir unsere Paletten immer verankern, klappt er meist dann auf (und verdeckt die komplette Zeichnung), wenn wir das nicht wollen. Oft überfährt man den Layermanager versehentlich und muss dann erst einmal warten, bis er wieder einklappt.

Über die Systemvariable LAYERDLG-MODE können Sie den Layermanager entweder in Palettenform oder mit dem herkömmlichen Dialog starten. Der Wert 1 startet den Layermanager in Palettenform, der Wert 0 (Null) startet das herkömmliche Dialogfenster.

Sie müssen jedoch wissen, dass es in AutoCAD Architecture bei LAYERDLG-MODE (herkömmliches Dialogfenster) keinen Zugriff auf die Layerstandards gibt. Hier stehen dann nur die Standard-AutoCAD-Befehlsbuttons zur Verfügung, etwa für das Anlegen eines neuen Layers oder das Erzeugen von Layerfiltern.



Layerdialog bei LAYERDLG-MODE = Null (0).

3 Abstand mehrerer Punkte messen

? Gibt es eine Möglichkeit, den Abstand mehrerer aufeinanderfolgender Punkte zu messen? Wir arbeiten zwar viel mit Polylinien, haben jedoch oft das Problem, auch Linien, die aneinanderhängen, messen zu müssen.

Das Messen von Abständen ist eine Funktion, die man immer wieder beim Konstruieren benötigt. Bei einer Polylinie lässt sich der Abstand wunderbar über die Eigenschaftspalett ablesen, da eine Polylinie ein zusammenhängendes Objekt ist (bestehend aus Linien und Bögen). Markieren Sie einfach die Polylinie und lesen Sie die Länge in der Eigenschaftspalett ab. Zusätzlich lässt sich der Umfang oberhalb der Länge in der Zeile „Fläche“ ablesen.

Bei einzelnen Linien ist dies schon schwieriger. Eine Option des Befehls ABSTAND hilft Ihnen dabei, auch hier einzelne Objekte, die hintereinander angeordnet sind, zu messen und gleichzeitig aufzuaddieren, wobei es unerheblich ist, ob es sich um Liniensegmente oder Bogen handelt.

Bei Linien ist der Befehl unproblematisch. Wichtig zu wissen ist, dass nach dem Start des Abstands-

befehls (Befehle „ABSTAND“ oder „BEMGEOM“) die Option zum Messen mehrerer Punkte nach der Wahl des ersten Punkts möglich ist. Sobald Sie die Option „Mehrere Punkte“ gestartet haben, erscheint bei beiden Befehlen die Optionsauswahl: „Kreisbogen, Schließen, Länge, Zurück, Gesamt“. Solange Sie also einzelne Liniensegmente hintereinander messen, müssen Sie nur die einzelnen Scheitelpunkte anklicken.

Sollte das nächste Segment ein Kreisbogen sein, so ist der Aufwand zum Messen schon etwas größer. Das Problem ist die Richtung des Bogens beim Zeichnen. Da sich diese nicht im Voraus bestimmen lässt, behelfe ich mir beim Messen der Bogenlänge mit der Option „ZW für Zweiter Punkt“ und wähle einen beliebigen Punkt auf dem Bogensegment mit der Objektfangoption „Nächster“ (strg + rechte Maustaste) oder Mittelpunkt. So ist die Richtung

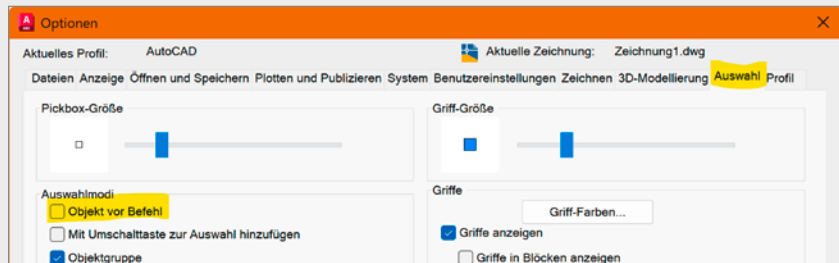
eindeutig bestimmt, und ich kann den Endpunkt des Bogens anklicken. Ist als nächstes Segment ein Liniensegment im Konturverlauf, schalte ich über die Option „LI für Linie“ einfach wieder auf Linie um.

Befehlsablauf beim Messen mehrerer Punkte mit einem im Konturverlauf enthaltenen Bogen: Option „M“ für Mehrere, Option „K“ für Kreisbogen sind angewählt. Nun wird der Endpunkt des Bogens gefordert. Sie sehen, dass der Radius der Messkontur zu steil ist. Also wähle ich die Option „ZW“ für Zweiter Punkt an. Den zweiten Punkt kann man nun entweder mittels Polarfang oder mit der temporären Objektfangmethode „Nächster“, Strg-Taste mit rechter Maustaste aktivieren und dann einen beliebigen Punkt auf dem Bogensegment wählen. Zum Schluss bekommt man die Gesamtlänge aller Segmente angezeigt.

4 Keine Doppelklickbearbeitung mehr?

? Wir arbeiten mit AutoCAD 2025 und konnten früher zum Beispiel einen Text auswählen. Im Kontextmenü gab es dann einen Eintrag „Text bearbeiten“. Ebenso funktioniert die Doppelklickbearbeitung nicht mehr. Das heißt, wir klicken etwa auf einen Text doppelt und konnten dann den Text einfach bearbeiten. In den Optionen haben wir die Einstellungen für die „Rechtsklick-Anpassung“ bereits überprüft. Jegliche Variante, die wir einstellen, führt zu keinem brauchbaren Ergebnis. Warum ist das so?

Das von Ihnen geschilderte Problem ist auf den ersten Blick nicht ganz so einfach zu lösen. Sie schreiben, dass DBLKEDIT (die Doppelklickbearbeitung) aktiviert/auf „EIN“ steht. Auf den zweiten Blick fällt auf, dass bei Ihnen die Option „Objekt vor Befehl“ deaktiviert ist. In den Optionen → Registerkarte „Auswahl“ finden Sie im Bereich „Auswahlmodi“ die Option „Objekt vor Befehl“. Diese war bei Ihnen deaktiviert. Die entsprechend zugehörige Systemvariable nennt sich „PICKFIRST“ und sollte den Wert „1“ haben, damit Objekt vor



Die Option „Objekt vor Befehl“ in den Optionen, Registerkarte „Auswahl“ ist deaktiviert.

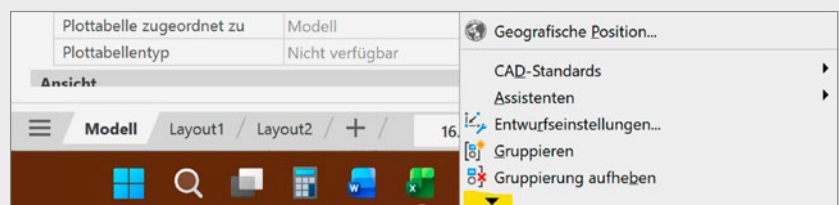
Befehl wieder funktioniert. Bei aktivierter „PICKFIRST“-Variable funktionieren auch Ihre Doppelklickbearbei-

tung sowie Ihr gewünschtes Verhalten mit der rechten Maustaste wieder wie gewohnt.

5 Abrollmenüs werden nicht komplett angezeigt

? Wir haben einen neuen Rechner bekommen und nutzen aktuell Windows 11 mit AutoCAD 2026. Aus irgendwelchen Gründen werden unsere Abrollmenüs nicht mehr komplett angezeigt. Am unteren Ende erscheint jetzt ein Pfeilsymbol, mit dem man nach unten scrollen kann. Die Systemvariable „MENUBAR“ haben wir auf 1 gesetzt, damit wir die Menüs oben sehen können. Wir würden aber gerne wieder die kompletten Abrollmenüs am Bildschirm sehen.

In Windows 11 kann man die Anzeigeskalierung prozentual verändern. AutoCAD passt dann die Darstellung entsprechend der Windows-Anzeigeskalierung an. Bei Ihnen war die Skalierung einfach zu groß, weshalb AutoCAD die Menüs nicht mehr komplett anzeigen konnte. Mittels Rechtsklick am Desktop „Anzeigeeinstellungen



Abrollmenüs bei zu hoher Anzeigeskalierung im Windows mit Pfeilsymbol nach unten.



Anzeigeskalierung im Windows verändern.

gen“ gelangen Sie zu einem Dialog „System → Bildschirm“. (Bild links)

Sobald Sie diesen Wert nach unten korrigiert haben, werden ihre Menüs auch wieder komplett angezeigt. Durch diese Einstellung wird gegebenenfalls auch die Darstellung von Schriften in Programmen verändert. Spielen Sie einfach mit der Anzeigeskalierung, dass ein guter Konsens zwischen Lesbarkeit und Darstellung ihrer Abrollmenüs möglich ist.

6 Wandstärke eines gebogenen Rohres

? Ich konstruiere gerade mit AutoCAD 2026 eine Rohrleitung, die eine besondere Biegung hat. Deshalb habe ich einen Zylinder erzeugt und möchte diesen um einen Kreis herumbiegen und solange ziehen, bis die Biegung passt? Bei der Biegung soll der Volumenkörper tangential am Kreis anliegen. Geht das? Und kann ich diesen Volumenkörper, der ja massiv dargestellt wird, auch als Rohr darstellen?

Zunächst einmal würde ich den Verlauf des Rohrzentrums als Polylinie zeichnen. Wichtig ist, dass die Polylinie immer eine Erhebung hat. Sollten Sie eine Achse haben, die im Achsverlauf verschiedene Höhen oder Versätze in X-, Y- und Z-Richtung haben, müssten Sie mit einer 3D-Polylinie arbeiten. Beachten Sie, dass Sie die Rohrlänge an den Enden um jeweils mindestens der Wandstärke des Rohrs verlängern. Nun zeichnen Sie einen Kreis mit dem Außendurchmesser des Rohrs und verwenden den AutoCAD-Befehl „SWEEP“, um diesen Kreis entlang des Polylinienpfads zu sweepen. Das Ergebnis dieses Vorgangs ist ein Volumenkörper mit den Außenabmessungen Ihres Rohrs. Wenn Sie jedoch innerhalb des Befehls SWEEP zunächst die Option „Modus



Befehlssymbol für Dicke in der Standard-AutoCAD-Oberfläche.

anwählen“ und hier die Option „Fläche“ verwenden, entsteht nur eine Fläche entlang des gewählten Pfads.

Jetzt ist dem Rohr noch eine Dicke zu vergeben. Das geht mit dem Befehl „_THICKEN“ oder auch mit „DICKE“, wo sich auch negative Werte eingeben lassen, so dass sich der Außendurchmesser des Sweepings nach innen verdickt. Es gäbe auch den Befehl „EXTRUDIEREN“ und danach dann die Option „Pfad“.

Beim Extrudieren besteht der Nachteil, dass sich die Objektnormalen nicht entlang des Pfads ausrichten. Das bedeutet, dass man zum Beispiel bei runden gebogenen Rohren unter Umständen eine elliptische Form des Volumenkörpers erhält, da der Kreis nicht entlang des Pfads ausgerichtet wird. Deshalb empfehle ich bei der Volumenkörpermodellierung meistens den Befehl „SWEEP“.

ra ◀

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:

K_PL-VERTEXWIDTH.LSP: Breite von Polyliniensegmenten ändern

ACM-FARBKOPIEREN.LSP: Objekte per Farbfilter kopieren

ACM-LAYERPLOTBAR.LSP: Layer plotbar setzen

ACM-SELECTBYSIZE.LSP: Objektauswahl entsprechend des Annotationsmaßstabs

AUSRICHTENTOOL.LSP: Objekte ausrichten

ACM_EBVS.LSP: Punkte oder Blöcke an Vertexpunkten und Segmentmitten von LW-/Polylinien automatisch einfügen

ACMXREFREPORT.LSP: XRef-Verwendung in beliebig vielen ungeöffneten DWGs prüfen

ACM_RICHT.LSP : Digitalisierungsrichtung von LW-/Polylinien prüfen und korrigieren

A

AUSRICHTENTOOL.LSP: Objekte ausrichten

In AutoCAD gibt es den Ausrichten-Befehl, um Objekte ganz einfach über zwei Referenzpunkte zu drehen, skalieren und schieben.

Mit **AUSRICHTENTOOL.LSP** lässt sich ganz ähnlich arbeiten, doch stehen noch weitere Optionen zur Verfügung. So ist es möglich, mit dem Programm eine ungleiche Skalierung in X und Y zu erzeugen (Beispiel lang gestreckte Bauteile, deren Querschnitt immer gleich ist). Zudem gibt es einen Kopieren- oder Schieben-Modus. Beim Kopieren-Modus kann man die Kopien in Schleife erzeugen, was die Arbeitsweise effizient macht.

Ausrichtung über zwei Punkte: Zwei Objektpunkte und jeweils ein zugehöriger Zielpunkt werden ausgewählt. So lässt sich die Skalierung für die ausgewählten Objekte kom-

plett über das Verhältnis Abstand Zielpunkte zu Abstand Objektpunkte berechnen. Für X und Y kann man aber immer auch getrennt einen festen Wert vergeben. Als Basis-Einfügapunkt dient der Mittelpunkt zwischen den beiden Zielpunkten.

Ausrichtung über einen Punkt und eine Richtung: Bei dieser Variante sind Eingaben für X und Y festzulegen; es ist nicht möglich, die Skalierung aus der Geometrie zu beziehen. Als Basis-Einfügapunkt wird immer der Zielpunkt verwendet. Als X-Skalierung wird immer die Verbindung zwischen den beiden Zielpunkten bezeichnet, als Y-Skalierung die lotrechte Richtung dazu.

Ist nur eine Blockreferenz in der Auswahl enthalten, kann man diese nach Abschluss der Ausrichtung in den Ursprung zerlegen. Das Tool

ist für die Bearbeitung von 2D-Geometrien konzipiert. Bei der Auswahl der Objekt- oder Zielpunkte wird der Z-Wert ignoriert. Die Verwendung eines BKS ist nicht störend, wenn es in der XY-Ausrichtung dem WKS entspricht. Sind die Objekte, die ausgerichtet werden sollen, sehr weit von den Zielpunkten entfernt, ist es sinnvoll, die Objekte in die Nähe der Zielpunkte zu schieben. So ist die Darstellung der Mausfäden bei Auswahl der Objekt- und Zielpunkte einfacher. Jörn Bosse/ra ◀

Programm: AUSRICHTENTOOL.LSP
Funktion: Objekte ausrichten
Autor: Jörn Bosse
Lauffähig ab: AutoCAD 2021
Bezug: online

B

ACM-FARBKOPIEREN.LSP: Kopieren nach Farben

Vorhandenes kopieren ist meist der einfachste und schnellste Weg, um neue Zeichnungselemente zu erstellen. Dafür bietet AutoCAD standardmäßig den Befehl KOPIEREN an. Durch Spezialisierungen gibt es hier aber noch Steigerungspotenzial: Sind beispielsweise lediglich Objekte mit einer bestimmten Farbe zu vervielfachen, wäre ein Auswahlverfahren wünschenswert, das nur mit einer bestimmten Farbe versehene Elemente in den Bearbeitungssatz nimmt.

Genau diese Sonderanforderung erfüllt **ACM-FARBKOPIEREN.LSP**. Mit dem Tool lassen sich Kopieraufträge per Farbfilter einfach und schnell erledigen. Zuerst fordert das Programm zur Wahl der Filterfarbe auf. Dies geschieht per Mausklick auf ein entsprechend gefärbtes Objekt. Über die Option „Einstellungen“ kann man im gleichnamigen Dialogfeld festlegen, ob für die Farbbestimmung

auch verschachtelte Objekte einer Blockreferenz herangezogen werden können. Darüber hinaus lässt sich regeln, ob die Filterfarbe „Von Layer“ durch die Farbe des Layers ersetzt werden soll.

Im Dialogfeldbereich „Filtern nach“ besteht die Auswahl zwischen drei Arbeitsmethoden für den Filter. Die Option „Objektfarbe“ bedingt eine Filterung über die direkt zugewiesene Farbe. Ist beispielsweise ein Element per Direktzuweisung grün eingefärbt, wird es gewählt. Ist es aber grün, weil es auf einem grünen Layer liegt und eine „Von-Layer“-Zuweisung besitzt, findet es keine Beachtung.

Die Methode „Layerfarbe“ beschreibt den umgekehrten Weg. Jetzt werden nur „Von-Layer“-farbene Objekte gewählt, die sich auf einem grünen Layer befinden. Sollen unabhängig von der Zuweisungstechnik alle grün dargestellten Ob-

jekte kopiert werden, bietet das Tool als dritte Möglichkeit die Variante „Objekt- und Layerfarbe“ an. Um zu erreichen, dass dem Filter nicht entsprechende Elemente kopiert werden, genügt ein Haken im Kontrollkästchen „Filter invertieren“. Nach dem Picken des Quellobjekts zeigt das Tool die ermittelte Filterfarbe in der Befehlszeile an und fordert zur Wahl der zu kopierenden Objekte auf. Dies geschieht wie üblich per Fenster, Kreuzen oder Klicken. Anschließend startet der Kopiervorgang mit den gewohnten Optionen.

Gerhard Rampf/ra ◀

Programm: ACM-FARBKOPIEREN.LSP
Funktion: Objekte per Farbfilter kopieren
Autor: Gerhard Rampf
Lauffähig ab: AutoCAD 2015
Bezug: online



ACM_RICHT.LSP: LW-/Polylinien automatisch prüfen und korrigieren

Besonders im Bauwesen findet aktuell eine starke Transformation und Standardisierung statt. Viele offizielle Prozesse und Behörden geben vor, wie Genehmigungsvorlagen eingereicht werden müssen, damit diese geprüft und beschieden werden können. Eine wichtige Anforderung solcher Vorgaben, wie etwa bei der X-Planung oder der digitalen Baugenehmigung, ist unter anderem die Einhaltung einer vorgegebenen Digitalisierungsrichtung wie Gegenursigersinn oder Uhrzeigersinn.

Solange man alle Geometrien selbst digitalisiert, lassen sich solche Vorgaben auch einhalten. Bekommt man dagegen fremde Planungsgrundlagen und Fachbeiträge von Dritten, sind die Geometrien in Sachen Digitalisierungsrichtung zu prüfen und eventuell zu korrigieren. Das kann man händisch über den Befehl „PE-

DIT“ und der Bearbeitungsoption „bewertstelligen, da man darüber die Vertexpunkte der Reihe nach anspringen und die Digitalisierungsrichtung sehen kann. Über diesen Befehl und dessen Option „Richtung“ lässt sich aber auch die Digitalisierungsrichtung wechseln. Für eine Prüfung der vielen in der Praxis üblichen Geometrien ist dies jedoch sehr aufwändig.

Je nach Voreinstellung des Auswahlmodus lassen sich mit dem Tool **ACM_RICHT.LSP** alle, oder nur ausgewählte, LW-/Polylinien entsprechend des voreingestellten Prüfmodus/der zu prüfenden Digitalisierungsrichtung wie „Uhrzeigersinn“ oder „Gegenursigersinn“ hin überprüfen.

Die nicht dem Prüfziel entsprechenden LW-/Polylinien kann man, je nach Markierungsmodus und voreingestellter Farbe, farblich markieren und je nach Selektionsmodus in ei-

nem eigenen Auswahl Satz zusammenfassen. Auf diesen lässt sich mit dem WAHL-Befehl und Option „V“ nach dem Tooleinsatz zurückgreifen. Des Weiteren können, je nach Korrekturmodus, die ausgewählten LW-/Polylinien, die nicht dem Prüfziel entsprechen, in ihrer Richtung korrigiert oder die Richtung gewechselt werden. Zur Auswertung werden gegebenenfalls die Layer der LW-/Polylinien entsperrt.

Silke Molch/ra ◀

Programm: ACM_RICHT.LSP

Funktion: LW-/Polylinien hinsichtlich ihrer Digitalisierungsrichtung prüfen und korrigieren

Autorin: Silke Molch

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

Bezug: online



ACM-SELECTBYSIZE.LSP: Auswahl nach Objektmaßstab

Um Befehle auf mehrere Objekte anzuwenden, nutzt AutoCAD Auswahl-sätze, die sich mit der Maus erstellen lassen, und die alle Objekte vollständig oder teilweise innerhalb des gewählten Bereichs umfassen. Für das Erstellen von Auswahl-sätzen von Objekten aufgrund ihres Objekttyps oder ihrer Objekteigenschaften kennt AutoCAD den Befehl SAUSWAHL/_QSELECT. Hiermit können beispielsweise alle Objekte der Farbe Rot gewählt werden, oder alle Kreise mit einem Durchmesser kleiner 50. Durch Mehrfachaufruf, unter Verwendung des gerade erzeugten Auswahl-satzes als Basis für die nächste Filterung, lassen sich so fast alle Wünsche hinsichtlich der Objektauswahl erfüllen.

Seit AutoCAD-Version 2008 gibt es die Objekteigenschaft „Beschriftung“, etwa für Textobjekte. Damit ist die Möglichkeit der Beschriftungsskalierung gemeint, die der automatischen Anpassung von Texten, Attributen,

Bemaßungen und Multiführungen, aber auch Blockreferenzen, an unterschiedliche Maßstäbe der Ansichtsfenster dient. Die Maßstäbe werden zeichnungsintern in einer Liste vordefiniert und jedes Objekt kann einen oder mehrere Maßstäbe referenzieren.

Mit **ACM-SELECTBYSIZE.LSP** gibt es nun die Möglichkeit, Beschriftungsobjekte auch entsprechend ihres Maßstabs in Auswahl-sätzen für die weitere Bearbeitung zusammenzufassen. Durch das Laden der LISP-Datei in die aktuelle Zeichnung wird der Befehl SSSC bereitgestellt. Nach Aufruf überprüft das Programm zunächst, ob schon eine Objektauswahl aktiv ist. Falls nicht, hat man die Möglichkeit selbst eine Auswahl zu treffen oder den Befehl auf alle Objekte des aktuellen Layouts anzuwenden.

Im sich anschließend öffnenden Dialog erfolgt dann die Auswahl der zu berücksichtigen Maßstäbe. Weiter-

hin lässt sich festlegen, ob das jeweilige Objekt alle gewählten Maßstäbe referenzieren muss, oder nur einen davon. Nach Schließen des Dialogfensters mit dem OK-Button, werden alle vorselektierten Objekte hinsichtlich ihrer referenzierten Zeichnungsmaßstäbe untersucht. Stimmen diese mit den im Dialog getroffenen Vorgaben überein, werden die Objekte in einem neuen Auswahl Satz gesammelt, der am Ende aktiviert wird. In der Befehlszeile wird der Anwender informiert, wie viele Objekte gefunden wurden.

Thomas Krüger/ra ◀

Programm:

ACM-SELECTBYSIZE.LSP

Funktion: Objektauswahl entsprechend des Annotationsmaßstabs

Autor: Thomas Krüger

Lauffähig ab: AutoCAD 2020

Bezug: online

E ACM-LAYERPLOTBAR.LSP: Layer plotbar setzen

Wenn man Konstruktionsunterlagen in gedruckter Form an Kunden oder Projektbeteiligte weitergeben möchte, ist es oft geboten, nicht alle Inhalte des Dokuments zu plotten und damit offenzulegen. Hierfür bietet AutoCAD die Möglichkeit, Objekte auf bestimmten Layern vom Druckvorgang auszuschließen, indem der Layer mit der Eigenschaft „nicht plotbar“ versehen wird. Sollen alle Layer nach dem Druckvorgang wieder druckfähig gesetzt werden, kommt standardmäßig der Layereigenchaftenmanager zum Einsatz.

Mit **ACM-LAYERPLOTBAR.LSP** bietet sich jetzt eine Alternative, die für die Wahl der plotbar zu setzenden Layer vier Techniken zur Verfügung stellt. 1. Mit der Option „Objektwahl“ werden die druckbaren Layer anhand von Quellobjekten bestimmt, wobei die Objektwahl mit den Auto-

CAD-Standardmethoden wie Picken, Fenster, Kreuzen usw. erfolgt. Der Auswahlatz wird nach nicht plotbaren Layern durchsucht, die dann anschließend für den Druckvorgang wieder aktiviert werden.

2. Die Variante „Auswahlliste“ öffnet ein Dialogfeld, das alle aktuell unplotbaren Layer zur Auswahl anzeigt. 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 finden, was die Wahl von Layergruppen mit gleichen Namensteilen wesentlich einfacher gestaltet. So werden zum Beispiel mit der Eingabe „acm*“ alle Layer gefunden, deren Namen mit der Zeichenfolge „acm“ beginnen, wobei die Groß-/Kleinschreibung bei dieser Platzhalteruche keine Rolle spielt.

3. Die Turbomethode „Alle“ setzt ohne weitere Nachfrage alle Zeichnungsebenen auf einen Schlag plotbar.

4. Wurde der Befehl in der aktuellen Zeichnung schon einmal ausgeführt, bietet die Methode „Vorherige Auswahl“ die Chance, den gleichen Bearbeitungsvorgang mehrmals im Eildurchgang zu wiederholen. Die zuletzt verwendete Technik wird immer gespeichert und kann durch Bestätigen mit der Eingabetaste direkt eingesetzt werden.

Gerhard Rampf/ra ◀

Programm: ACM-LAYERPLOTBAR.LSP

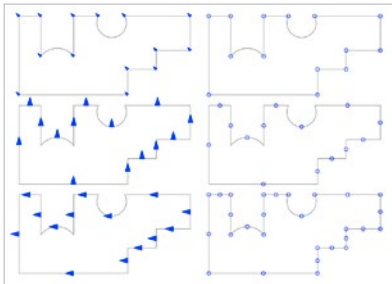
Funktion: Layer plotbar setzen

Autor: Gerhard Rampf

Lauffähig ab: AutoCAD 2015

Bezug: online

F ACM_EBVS.LSP: Punkte oder Blöcke einfügen



AutoCAD als Konstruktionsprogramm für technische Zeichnungen umfasst viele Methoden für ein schnelles, effizientes Konstruieren. Dabei spielen Vervielfältigungsmethoden eine nicht zu unterschätzende aufwandsminimierende Rolle. AutoCAD selbst bietet dazu schon einige Vervielfältigungsmethoden wie Messen und Teilen an. Leider beziehen sich letztere auf die Gesamtlänge von Polylinien. Möchte man dagegen Punkte oder Blöcke an den besonderen Punkten von jedem LW-/Polyliniensegment einfügen, muss man bislang auf

ein händisches Kopieren zurückgreifen. Mit dem Tool **ACM_EBVS.LSP** kann man an den Knick-/Vertexpunkten sowie an den Seitenhalbierenden jedes einzelnen Segments von LW-/Polylinien, je nach voreingestelltem Einfügetyp, Punkte oder Blöcke automatisch einfügen. Die Punkte verwenden dazu den Punktmodus und die Punktgröße der Zeichnungseinstellung. Für die einzufügenden Blöcke wird der ausgewählte Blockname, der voreingestellte Faktor und der voreingestellte Drehwinkel verwendet. Das Einfügen und die Winkelangaben beziehen sich immer auf das aktuelle BKS-Benutzerkoordinatensystem und die Punkte oder Blöcke werden auf dem aktuellen Layer eingefügt.

Zudem kann man angeben, ob die Punkte oder Blöcke nur an den Vertexpunkten, an der Segmentmitte oder an beiden Optionen eingefügt werden sollen. Zusätzlich kann man voreinstellen, ob das Einfügen mit-

tels Option „Auswahl“ die LW-/Polylinien manuell selektiert oder mit „alle_LW-Polylinien“ alle LW-/Polylinien automatisch für das Einfügen ausgewählt werden sollen. Für das Einfügen werden die Layer der ausgewählten Linien gegebenenfalls entsperrt. Möchte man Blöcke verwenden, die nicht in der Blocknamen Auswahl angezeigt werden, sind diese vorher einmalig in die Zeichnung einzufügen, damit sie in der Auswahl angezeigt werden können.

Silke Molch/ra ◀

Programm: ACM_EBVS.LSP

Funktion: automatisches Einfügen von Punkten oder Blöcken an Vertexpunkten und Segmentmitten von LW-/Polylinien

Autorin: Silke Molch

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

Bezug: online



K_PL-VERTEXWIDTH.LSP: Breite von Polyliniensegmenten ändern

Die Gesamtbreite einer Polylinie lässt sich ja recht einfach über die Objekteigenschaften ändern. Die Breite eines bestimmten Segments eigentlich auch. Doch muss man hier erst einmal zum Segment „blättern“ und dann Start- und Endbreite wie gewünscht anpassen. AutoCAD muss ja wissen, welches Segment bearbeitet werden soll. Bei Polylinien mit vielen Segmenten kann das nerven und bei Anpassung gleich mehrerer Polylinien wünscht man sich eine Vereinfachung.

K_PL-VERTEXWIDTH.LSP kriegt das hin, weil das Tool Start- und Endbreite abfragt, wobei die aktuell voreingestellte Polylinienbreite vorgeschlagen wird und man mit Enter übernehmen

kann. Für die Endbreite wird dann die eben gewählte Startbreite vorgeschlagen und lässt sich gegebenenfalls auch übernehmen. Danach muss man entweder ein Polyliniensegment anklicken, dass dieses Segment direkt geändert wird, oder irgendwo ins „Leere“ klicken und per „Zaunwahl“ gleich mehrere Segmente wählen, um alle diese Segmente zu bearbeiten. Die Segmente können zu selben oder auch zu unterschiedlichen Polylinien gehören. Es ist auch egal, ob gerade oder Kreisbogensegmente gewählt werden, auch geschlossene Polylinien sind kein Problem.

Die Segmentwahl wird in einer Schleife wiederholt bis man sie per

Rechtsklick beendet. Man muss sich also nicht zu einzelnen Segmenten vorarbeiten und auch nicht wissen, welches Segment es ist. Einfach anklicken oder die Mehrfachauswahl verwenden und damit neue Breiten zuweisen – das To-do erledigt dann das LISP-Programm. Viel Spaß damit.

Andreas Kraus/ra ◀

Programm: K_PL-VERTEXWIDTH.LSP

Funktion: Breite von Polyliniensegmenten ändern

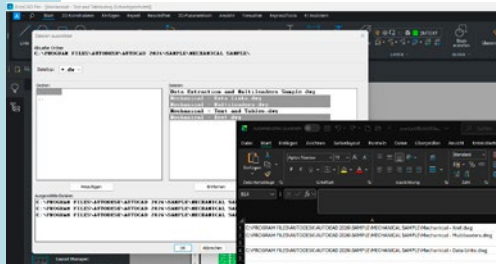
Autor: Andreas Kraus

Lauffähig ab: AutoCAD 2020

Bezug: online



ACMXREFREPORT.LSP: XRef-Verwendung untersuchen



Wer AutoCAD kapiert, der referenziert. Die Verwendung externer Referenzen von Zeichnungs-, PDF- oder Bilddateien ist Standardvorgehen bei der CAD-Arbeit. Durch ihre Verwendung können Dateigrößen im Zaum gehalten und die Zusammenarbeit optimiert werden. Verschiedene Kollegen können gleichzeitig an Zeichnungsbestandteilen arbeiten und identische Zeichnungsteile lassen sich auslagern und bei Bedarf laden oder aktualisieren.

Der Einsatz externer Referenzen setzt natürlich etwas Vordanken und strukturiertes Arbeiten voraus. Und er kann im Lauf der Zeit mit dem eigenen Kenntnisstand wachsen. Zuerst vielleicht nur der Blattrahmen, dann Plankopf und Details oder Legenden. Und schließlich ganze Projektbestandteile. Nun kann

es in Projektteams unterschiedliche Kenntnisstände und Erfahrungen mit XRefs geben. Vielleicht gibt es auch AutoCAD- und BricsCAD-User, die sich mit der Arbeit mit Referenzen nicht anfreunden möchten. Oder ein Satz unbekannter Projektdateien mit XRefs liegt vor. Womöglich hat man auch mal den Überblick über die Referenzen verloren, weil ungenutzt kreuz und quer referenziert wurde. Dann ist es hilfreich, ein Werkzeug zur Hand zu haben, dass die Verwendung von XRefs analysieren und aufbereiten kann.

Mit **ACMXREFREPORT.LSP** lässt sich diese Aufgabe gut erledigen, da man mithilfe des Tools beliebige Zeichnungsdateien aus verschiedenen Ordnern überprüfen kann. Als Ergebnis wird eine CSV-Datei erstellt, in der sämtliche Referenzen der gewählten Zeichnungsdateien aufgelistet sind. Die CSV-Datei lässt sich in einem Texteditor, Libre Office, Excel oder anderen Textverarbeitungsprogrammen einlesen. Technisch gesehen erstellt das Programm zunächst eine temporäre Dialogdatei für die Dateiauswahl. Dieser Dialog sieht anders als die

altbekannten Windows-Dialoge, ist ihnen aber weit überlegen, da sich mit ihm Dateien aus verschiedenen Ordnern zu einer Liste zusammenstellen und die Liste editieren lassen, solange der Dialog nicht geschlossen wird. Anschließend öffnet das Tool alle DWGs der Liste über die DBX-Schnittstelle im Hintergrund und liest die verwendeten XRefs aus. Die DBX-Schnittstelle öffnet die Zeichnungsdatenbank, ohne sie anzuzeigen, was deutlich performanter als „echtes“ Öffnen von Dateien ist. Schließlich werden die gewonnenen Daten formatiert und in eine CSV-Datei gespeichert, die in einem, ebenfalls über einen Dialog ausgewählten Ordner abgelegt wird.

Markus Hoffmann/ra ◀

Programm: ACMXREFREPORT.LSP

Funktion: Verwendung von XRefs in beliebig vielen ungeöffneten DWGs prüfen

Autor: Markus Hoffmann

Lauffähig ab: AutoCAD 2024

Bezug: online

„Hinter unseren digitalen Lernangeboten stecken Menschen“

Cadfem produziert seine E-Learning-Kurse zu Ansys und Simulation vollständig inhouse – von der Konzeption über die Redaktion bis zur technischen Finalisierung und Übersetzung. Über die Entstehung dieser digitalen Lerninhalte sprechen wir mit Dr.-Ing. Markus Kellermeyer, der das Digital Learning Lab bei Cadfem maßgeblich aufgebaut hat.

Autocad Magazin: Herr Kellermeyer, wie sind Sie zu Cadfem gekommen?

Markus Kellermeyer: Ich habe an der TU München Bauingenieurwesen studiert und durch den Lehrstuhl und meine Diplomarbeit sowohl Ansys als auch Cadfem früh kennen und schätzen gelernt. Nachdem klar war, dass ich beruflich 100 Prozent Simulation machen will, war der Schritt zu Cadfem naheliegend. Das war 2008.

Wie kam es dazu, dass Sie als Berechnungsingenieur sich vorrangig um eine digitale Lernplattform kümmern?

Markus Kellermeyer: Wie so oft im Leben, haben sich die Dinge ergeben. Aus heutiger Sicht war die Entwicklung vielleicht sogar ein Stück weit vorgezeichnet, denn sowohl Fortbildung als auch neue Technologien sind Themen, die mich schon lange antreiben. Das alles spiegelt sich in einem Fünfjahreszyklus wider: In den ersten fünf Jahren bei Cadfem habe ich viele Ansys-Trainings



Dr.-Ing. Markus Kellermeyer ist der Mastermind hinter dem Cadfem Digital Learning Lab.

geleitet, in den nächsten fünf durfte ich berufsbegleitend promovieren, also forschen. Und in den folgenden fünf, seit 2018, ging es dann los mit dem Digital Learning Lab, das ich mit Starthilfe durch die ZEIT Akademie aufgebaut habe.

Das heißt, Sie waren von Anfang an dabei. Was waren wichtige Meilensteine und Highlights auf dem Weg?

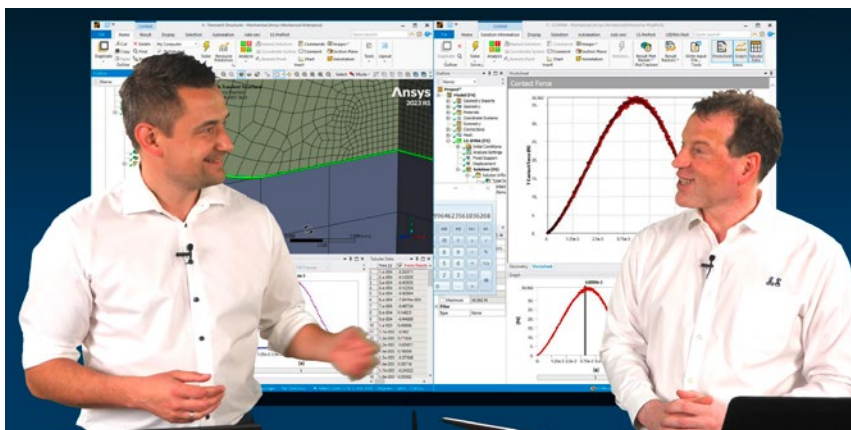
Markus Kellermeyer: Da fällt mir zuerst die Zusammenarbeit mit der ZEIT Akademie ein. Ich zehre heute noch davon. Dann war da der Umzug von Cadfem in unser heutiges Gebäude mit den zwei professionellen Studios, die wir selbst komplett geplant und eingerichtet haben. Wichtig war auch, mit Brian Morris einen Native Speaker ins Boot zu holen, um unsere Wissensprodukte in bester Qualität ins Englische zu bringen und international anzubieten. Zu den jüngeren Highlights gehört der ChatGPT-Moment, den wohl alle kennen, weil plötzlich Dinge möglich wurden, an die man zuvor nicht mal gedacht hatte. Und als wir bemerkt haben, wie gut unser selbst entwickeltes Format ‚Let’s Simulate‘ bei den Leuten ankommt, war das auch ein tolles Gefühl.

Stichwort „Let’s Simulate“: Was ist das und wie kam es dazu?

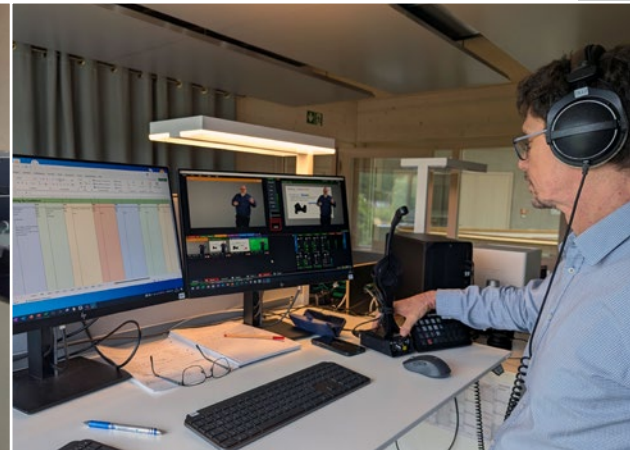
Markus Kellermeyer: Was uns bei Cadfem und unseren Kunden neben den eLearnings und Seminaren noch gefehlt hatte, war ein Lernformat, bei dem es um Erfahrungsaustausch geht. Das muss ich kurz erklären: Ich habe ja selbst fleißig Schulungen besucht; darüber hinaus habe ich auch viel gelernt, wenn ich Kollegen beim Simulieren über die Schulter geschaut habe. Wie gehen die an ein Projekt ran, wie grenzen die ein Problem ein, wie spüren die mögliche Fehler auf und so weiter. Und genau das bildet ‚Let’s Simulate‘ ab.

Wie läuft das ab?

Markus Kellermeyer: Ganz einfach: Zwei Experten arbeiten vor der Kamera gemeinsam an einer Simulationsaufgabe.



Beim Format „Let’s Simulate“ lassen sich Experten und Expertinnen beim Besprechen und Lösen einer Simulationsaufgabe über die Schulter schauen.



In den Studios des Digital Learning Lab entstehen professionell digitale Lernangebote rund um Ansys.

Fehler machen ist erlaubt, kontroverse Diskussionen zur Aufgabe und persönliche Meinungen sind ausdrücklich erwünscht. Das kommt bei Zuschauenden super an und verstärkt nochmal vorhandenes Wissen. Und das Format macht wirklich Spaß, auch den Experten. Denn es ist locker und unterhaltsam.

Das Hauptformat sind die E-Learning Kurse. Ihre Vorteile wie Flexibilität sind hinlänglich bekannt. Was macht sie darüber hinaus wertvoll?

Markus Kellermeyer: Unsere E-Learnings haben einen starken Engineering-Bezug. Die Bedienung von Softwareknöpfen gehört da auch dazu, vor allem aber vermitteln sie, wie man Ingenieursaufgaben löst. Viele Übungen und Quizze sorgen dafür, dass sie unterhaltsam und nie langweilig sind. Was uns außerdem wichtig ist: Bei jedem E-Learning können sich Teilnehmende darauf verlassen, dass sie Qualität bekommen, inhaltlich und handwerklich. Wie machen wir das? Wenn unsere Redaktion ein Thema festlegt, wird es intensiv mit Experten besprochen. Da wird viel diskutiert, damit der Kurs den Erwartungen entspricht oder sie übertrifft. Erst dann findet die Umsetzung im Digital Learning Lab statt, nach einem klaren und erprobten Konzept. Dafür haben wir die Infrastruktur und ein eingespieltes Team, das unsere Referenten durch die Drehtage begleitet. Ein professioneller Schnitt rundet das Ganze ab.

Ein Nachteil von Videoformaten ist, dass sie statisch sind, möglicherweise veralten. Wie gehen Sie damit um?

Markus Kellermeyer: Zum Glück haben wir bei Cadfem viele Fachexperten, um

die Inhalte aktuell zu halten. Wir haben hier gute Strategien entwickelt, Videos werden entweder korrigiert oder neu gedreht. Hier hilft uns auch das Feedback der Kunden und wenn uns Dinge gemeldet werden, gehen wir ihnen nach und korrigieren sie.

Wie behält man da bei über verschiedenen 50 Kursen den Überblick?

Markus Kellermeyer: Bei 20 Kursen war das noch kein Problem, heute setzen wir hier auf KI. Uns kommt entgegen, dass wir die Inhalte schon seit Beginn modular und mit festen Strukturen erstellt haben. Dadurch können uns nun Context Stores und verschiedene Agents bei der täglichen Arbeit unterstützen. Und trotzdem stimmen sich Redaktion und Digital Learning Lab täglich ab. Denn letztendlich muss der Menschenverstand die Dinge überblicken, um die richtigen Entscheidungen bei der Weiterentwicklung der Wissensprodukte zu treffen.

Spielt KI bei der Erstellung der Lernangebote darüber hinaus eine Rolle?

Markus Kellermeyer: Ja, wir setzen noch an einer anderen Stelle stark auf KI: bei den Übersetzungen. Alle E-Learnings werden bei uns mit einem englischen Voice-over versehen. Unseren Übersetzer Brian Morris hatte ich schon erwähnt, er spielt hier eine Schlüsselrolle und wird durch mehrere Agents unterstützt, die zum Beispiel helfen, die frei gesprochenen Texte der Referenten vorzubereiten oder das ziemlich lippensynchrone Voice-over möglich zu machen.

Das heißt, die digitalen Lernangebote sind sehr KI-lastig?

Markus Kellermeyer: Nein. Wir verwenden zwar bei vielen Aufgaben KI als Werkzeug. Aber das Ergebnis ist kein KI-generiertes Ergebnis. Wir sehen uns viel mehr als Manufaktur für digitale Lernformate. Denn es sind unsere Cadfem-Mitarbeiter, die vor der Kamera stehen, mit ihrer Expertise, Beispielen und persönlichen Meinungen. Hinter unseren Lernangeboten stecken Menschen, steckt Feedbackkultur, ein Vier- bis Sechsen-Augenprinzip beim Review der Inhalte und ein starker Hang zu Perfektion. Daran arbeiten wir im Digital Learning Lab mit unseren Kollegen jeden Tag. Auch bei der Übersetzung könnten wir KI noch viel rigider einsetzen; das wollen wir nicht – die Inhalte müssen 100 Prozent korrekt übersetzt sein, deshalb schauen hier weiterhin Menschen drauf. *anm* ◀



WEITERBILDUNG BEI CADFEM

Das Angebot umfasst Engineering Know-how, Theorie und sehr viel Praxisbezug zu mehr als 130 Themen rund um die Software Ansys, Simulation und Digital Engineering und setzt sich zusammen aus

- Seminaren
- E-Learnings
- Intensiv-Workshops und
- Let's Simulate Episoden

CAD-Weiterbildung: Warum aktuelles Know-how entscheidend ist

CAD-Anwendungen entwickeln sich kontinuierlich weiter. Neue Softwareversionen, BIM-orientierte Planungsprozesse, cloudbasierte Zusammenarbeit und zunehmend auch KI-gestützte Funktionen verändern die Arbeitsweise von Konstrukteuren, Architekten und technischen Planern. Gleichzeitig steigen die Anforderungen. Kontinuierliche Weiterbildung wird damit zu einem Erfolgsfaktor.



Empfangsbereich am
PC-COLLEGE Berlin.

Praxisnahe CAD-Schulungen helfen dabei, neue Funktionen schneller produktiv einzusetzen, bestehende Arbeitsabläufe zu optimieren und das Potenzial aktueller CAD-Software vollständig auszuschöpfen. Besonders gefragt sind AutoCAD-Seminare, die konkrete Aufgabenstellungen aus dem Berufsalltag aufgreifen und Lösungen vermitteln, die sich unmittelbar in Projekten anwenden lassen.

Seit mehr als 40 Jahren begleitet der IT-Seminar-Anbieter PC-COLLEGE Fachkräfte und Unternehmen mit anwendungsorientierter IT- und CAD-Weiterbil-

dung. Als Autodesk Authorized Training Center vermittelt PC-COLLEGE fundiertes Fachwissen mit erfahrenen Trainern, kleinen Lerngruppen und einem klaren Fokus auf den direkten Praxistransfer. Für diese Qualität wurde PC-COLLEGE unter anderem mit dem Deutschen Bildungs-Award 2025/2026 als Gesamtsieger in der Kategorie IT- und PC-Weiterbildung ausgezeichnet.

Projektorientierte AutoCAD-Schulungen

Im Mittelpunkt des CAD-Angebots ste-



Schulungsraum
PC-COLLEGE Berlin.

PC-COLLEGE

Stresemannstraße 78,

D-10963 Berlin

Tel.: 0800 / 5777 333

E-Mail: info@pc-college.de

Internet: www.pc-college.de

PC-COLLEGE®

Institut für IT-Training

Seminare, die begeistern!

hen projektorientierte AutoCAD-Schulungen – von den Grundlagen der 2D-Konstruktion bis zur professionellen 3D-Modellierung. Aufbaukurse zu Themen wie dynamische Blöcke, AutoLISP oder der effizienten Optimierung von Konstruktionsprozessen unterstützen erfahrene Anwender dabei, ihre tägliche Arbeit noch produktiver zu gestalten. Ergänzt wird das Schulungsangebot durch spezialisierte Seminare zu Autodesk Inventor, Revit Architecture und BIM sowie Intensivtrainings zur Vorbereitung auf die Autodesk Certified Professional-Zertifizierung.

Alle AutoCAD-Kurse verbinden systematisch aufgebautes Fachwissen mit zahlreichen Übungen und praxisnahen Beispielen. Die Durchführung erfolgt wahlweise als Live-Online-Training, an einem der 31 PC-COLLEGE-Standorte oder als individuelle Firmenschulung. So lassen sich Weiterbildungsmaßnahmen flexibel an Projekte, Unternehmensanforderungen und persönliche Lernziele anpassen.

Verlässlichkeit mit Qualitätsgarantie

Ein weiterer Qualitätsbaustein ist die PC-COLLEGE Qualitätsgarantie: Sollte ein Seminar die Erwartungen im Einzelfall nicht erfüllen, kann es kostenfrei wiederholt werden. Dieses Serviceverständnis sowie jährlich mehr als 10.000 Teilnehmende machen PC-COLLEGE zu einem der etablierten Weiterbildungspartner für professionelle IT- und CAD-Schulungen im deutschsprachigen Raum.

Weitere Informationen zum gesamten CAD-Schulungsangebot finden Sie unter:

www.pc-college.de

Das PC-COLLEGE-Team berät Sie gerne:

+49 (0)30 / 2 35 00 00

Wissen, das weiterbringt – Software & Methodenkompetenz

Von AutoCAD über BIM bis zum Digitalen Zwilling:
Die Mensch und Maschine Akademie vermittelt
praxisnahes Software- und Methodenwissen für die
erfolgreiche digitale Transformation.

Software ist die Grundlage moderner Planungs-, Konstruktions- und -Infrastrukturprojekte. Erfolgreich werden diese jedoch erst, wenn Menschen neue Werkzeuge sicher anwenden und digitale Prozesse verstehen.

Genau hier setzen die Ausbildungen der Mensch und Maschine Akademie (MuM) an. Als Autodesk Platinum Partner, Autodesk Authorized Training Center, buildingSMART-Partner und Digitalisierungsexperte vermittelt die MuM-Akademie seit Jahrzehnten praxisnahes Software- und Methodenwissen – für Architektur, Infrastruktur, Konstruktion und Fertigung.

Mehr als 42 Jahre Erfahrung – Weiterbildung mit Praxisbezug
Die Erfahrung aus zahlreichen Projekten fließt direkt in jedes Seminar ein. Teilnehmende profitieren von:

- einem der größten Schulungsangebote im DACH-Raum
- Online-, Präsenz-, Firmen- und e-Learning-Angeboten
- zertifizierten Trainerinnen und Trainern mit Praxisbezug
- kleinen Gruppen und strukturierten Lernpfade
- einem starken Netzwerk innerhalb der Branchen

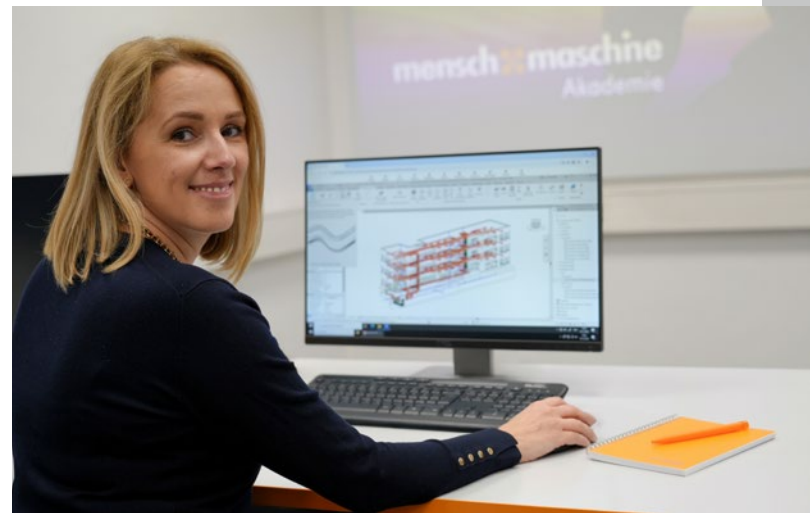
Das Portfolio reicht von Autodesk Software-Schulungen (AutoCAD, Revit, Civil 3D, Inventor, Vault, Fusion, Forma etc.) über BIM-Ready-Lernpfade bis hin zu Seminaren wie Change Management oder Digitaler Zwilling. Für firmenspezifische Anforderungen werden Beratung und maßgeschneiderte Firmenseminare angeboten.

„Die Ausbildungen bei MuM sind sehr praxisorientiert. Die Dozenten schaffen Begeisterung für die Methode. Alle, die aus dem Kurs kamen, wollten sofort loslegen.“

Martin Weber, Managing Director Lindner Group

BIM Ready – Maßstab für BIM-Ausbildung

Mit dem BIM-Ready-Lernkonzept deckt die MuM-Akademie das gesamte BIM-Spektrum ab – von Grundlagen bis Spezialisierung. Mehr als 15.000 Absolventinnen und Absolventen hat MuM bereits BIM-fit gemacht. Als buildingSMART-Partner engagiert sich MuM aktiv für die Weiterentwicklung praxis-



tauglicher BIM-Standards. Aktuelle Entwicklungen fließen direkt in die Schulungen ein.

Digitale Transformation beginnt beim Menschen

Digitalisierung scheitert selten an der Technik, sondern daran, Menschen nicht ausreichend einzubinden. Deshalb entstand das Seminar „[Digitale Transformation – Erfolgsfaktor Mensch](#)“. Es vermittelt, wie Veränderungsprozesse geplant, kommuniziert und nachhaltig umgesetzt werden – branchenübergreifend und softwareunabhängig.

Digitaler Zwilling – der Einstieg für Kommunen und Energieversorger

Digitale Zwillinge sind ein wichtiges Thema für Kommunen, Stadtwerke und Infrastrukturbetreiber. Gleichzeitig fehlt vielen Organisationen ein strukturierter Einstieg.

Mit dem Seminar „[Digitaler Zwilling für Kommunen, Stadtwerke & Energieversorger](#)“ vermittelt MuM einen praxisnahen Leitfaden für Planung, Einführung und Nutzung Digitaler Zwillinge auf Basis der DIN SPEC 91607.

Mensch und Maschine im Einklang

Ob Autodesk-Software-Schulungen, BIM Ready oder Zukunftsthemen wie Digitale Transformation oder Digitaler Zwilling: MuM verbindet fundierte Softwarekompetenz mit langjähriger Projekterfahrung. Der besondere Mehrwert liegt im Einklang von Mensch und Maschine – denn nachhaltige Digitalisierung entsteht dort, wo technisches Know-how, Methodenkompetenz und die Menschen gleichermaßen im Mittelpunkt stehen.



Automatisch profitieren bei jedem Schaltschrank

Durchgängige Automatisierung und Digitalisierung – ein Wunschtraum für Anlagenbauer. Doch wie? Bei KlöMö Energie- und Automatisierungstechnik geht man unkonventionelle Wege – mit Erfolg. Die Partner: Eplan, Rittal und Rittal Automation Systems. **VON GERALD SCHEFFELS**

Ein Blick auf die ersten Prozessschritte der Fertigung bei KlöMö in Regensburg reicht aus, um festzustellen, dass hier strukturiert gearbeitet wird – und richtig investiert: Drei neue Anlagen übernehmen die automatisierte Blechbearbeitung der Schaltschränke sowie das Stanzen und Biegen von Kupferschienen. Nicht zu sehen ist der Datenfluss in den Anlagen: Die mechanische Bearbeitung er-

folgt durchgängig auf Basis des „digitalen Zwillings“. Die Automatisierung zieht sich durch die gesamte Fertigung. Nur bei der Digitalisierung auf Planungsebene sind noch Aufgaben offen.

Ein Schritt nach dem anderen

Warum hat sich Magnus Berzl, seit über zwei Jahren Geschäftsführer von KlöMö, für diese Reihenfolge entschieden – warum nicht etwa bei der Elektroplanung anfangen und die Konstruktionsprozesse von dort aus optimieren? „Das haben wir uns gut überlegt. Als eher kleines, aber sehr leistungsfähiges Unternehmen müssen wir einen Schritt nach dem anderen tun. Mit der mechanischen Bearbeitung haben wir angefangen, weil wir hier zwar eine hohe Investition tätigen mussten – dafür aber ab sofort und bei jedem einzelnen Schaltschrank von den Vorteilen hinsichtlich Kosten, Zeit und Qualität profitieren.“

In diesem Rahmen entschied sich KlöMö für die drei neuen Maschinen von Rittal Automation Systems, sagt Berzl: „Wir nutzen Schaltschränke von Rittal und planen

und konstruieren immer mehr Projekte mit Eplan. Da lassen sich die Automatisierungslösungen von Rittal Automation Systems datentechnisch am besten integrieren.“

Zur DNA von KlöMö gehört sowohl die klassische Automatisierung im Bereich Verfahrenstechnik als auch die Energieverteilung: Für Anlagen über 1.600 Ampere plant und fertigt das Unternehmen baumustergeprüfte Serienanlagen – auf der Basis von Eaton-Komponenten. Das erklärt sich aus der Firmengeschichte: „Ursprünglich waren wir ein Teil von Klöckner Moeller und der Moeller Gruppe, die später von Eaton übernommen wurde. Wir sind weiter eng mit Eaton verbunden – als Eaton Premium Partner. Davon gibt es in Deutschland aktuell nur zwei, weltweit knapp zwanzig.“

Mit einem klaren Plan geht man bei KlöMö nun daran, den Unternehmenserfolg weiter zu steigern. Dazu gehören das Gewinnen neuer Kunden und der Ausbau der bisherigen Stärken von KlöMö: „Wir planen und bauen sehr komplexe Anlagen für anspruchsvolle internationale Maschinen- und Anlagenbauer. Dabei setzen wir



Blicken auf eine erfolgreiche Zusammenarbeit zurück: v.l.n.r. Magnus Berzl, Geschäftsführer von KlöMö, Nina Grabowski, Eplan, und Alexander Krapf, Rittal.



Zunehmende Datendurchgängigkeit mit Eplan sowie digital verbundene Maschinen – darunter das Rittal Milling Terminal Perforex – lassen die Beschäftigten von KlöMö besser, schneller und effizienter arbeiten.

auf Know-how, engagierte Mitarbeiter und moderne Prozesse – das ist unser Erfolgsrezept“, so der Geschäftsführer.

Digitalisierung der Planung

Auf dem Weg zu noch mehr Automatisierung steht die stärkere Nutzung der Eplan Plattform für die Elektrokonstruktion im Fokus: „Wir entwickeln einen auf Eplan basierenden KlöMö-Standard für die Schaltschrankplanung“, erklärt Magnus Berzl. Das Ziel: „Wir erstellen unsere Schaltpläne mit Eplan Electric P8 – teilweise schon jetzt. Die Daten werden dann in Eplan Pro Panel – also als dreidimensionale Schaltschrankkonstruktion – weiterverarbeitet. Jetzt schon werden einzelne Eaton-Anlagen mit Eplan konstruiert, zukünftig vermehrt. Dabei nutzen wir die Datendurchgängigkeit und das Eplan Data Portal.“

Durchgängiger Datenfluss

Ist der 3D-Schaltschrankaufbau in Eplan Pro Panel erfolgt, werden die Fertigungsdaten direkt in die Maschinen eingelesen. Da die neuen Anlagen in der Blech- und Kupferbearbeitung die gut gepflegten Datensätze der Rittal-Schränke nutzen, können sie noch effizienter produzieren.

Wo steht KlöMö aktuell? Magnus Berzl: „Wir haben zum Beispiel unsere Eplan-Lizenzen auf das neue Subscription-Modell umgestellt, um Kosten zu sparen und flexibler zu sein. Damit erhalten wir auch kostenlose Services und Tools wie ePocket und eView, die wir so erproben können. Bei der schrittweisen Umstellung werden wir von Eplan selbst gut unterstützt, arbeiten aber auch mit einem externen Berater zusammen – vor allem deshalb, weil der Blick von außen immer gut ist.“ Zudem bearbeitet KlöMö immer mehr Projekte mit

der Eplan-Plattform. Bis es die angestrebten 80 bis 90 Prozent sind, bleibt aber noch einiges zu tun. Hier ist auch Eaton involviert: Immer mehr Eaton-Komponenten sind im Eplan Data Portal hinterlegt.

Die Beschäftigten gehen mit

Gut anderthalb Jahre dauert der Transformationsprozess nun. Wie zufrieden ist Magnus Berzl mit dem bisherigen Weg? „Mit Blick auf die Ressourcen Zeit und Investition ist so ein Prozess keine Kleinigkeit. Aber wir sehen die Effizienzgewinne und haben unsere Meilensteine in der richtigen Zeit erreicht.“ Laut Berzl sehen das auch die Beschäftigten so: „Die Umstellung ist eine Herausforderung, aber alle sind engagiert und sehen die Vorteile der detaillierteren Planung mit Eplan.“ Bereits jetzt sind durch die neuen Automatisierungslösungen verschiedene Effizienzgewinne in der Fertigung sichtbar. Doch geht es laut Berzl nicht nur um Zeit und Kosten: „Sowohl bei der Bearbeitung der Schränke als auch der Kupferteile sind Präzision und Bearbeitungsqualität schon jetzt deutlich besser.“

Ziel: Weiterentwicklung

Magnus Berzl: „Wir sind breit aufgestellt, bedienen mit der Automatisierung und der Energieverteilung zwei unterschiedliche Aufgabenfelder und arbeiten für große und sehr anspruchsvolle Kunden. 2026 werden wir weitere große Schritte in Richtung durchgängiger Datennutzung und umfassender Automatisierung machen – gemeinsam mit Eplan, Rittal und Rittal Automation Systems.“

anm ◀

Der Autor, Gerald Scheffels, ist freier Fachjournalist, Wuppertal.

Ganter
Norm®



Rollen und Räder

Flexibilität und Mobilität für jeden Einsatzbereich

- Räder und Rollen für Industrie, Maschinenbau und Logistik.
- Unterschiedliche Laufbeläge – optimal abgestimmt auf verschiedene Bodenbeschaffenheiten.
- Hohe Tragfähigkeit, geringer Rollwiderstand und langlebige Materialien.
- Varianten mit Feststellbremse für sicheres Positionieren und Fixieren.



Produktauswahl,
CAD-Daten und Bestellung.
Einfach QR-Code scannen.

ganternorm.com

Klemmen für die
Verpackungsmaschinen.

CAE in Hochform

Die Merz Verpackungsmaschinen GmbH ist von Ecsad auf das neue eXs von MuM umgestiegen. Die benutzerfreundliche Oberfläche erleichterte die Einarbeitung und weckte gleichzeitig neue Wünsche nach detaillierteren Auswertungen. Mit MuM-Support kann das Team die Programmfunktionen heute optimal nutzen, auch für Sonderwünsche. **VON ROSWITHA MENKE**

Kleine und kleinste Mengen hygienisch abzufüllen, die Verpackung zu versiegeln und bei Bedarf zu bedrucken: Diese und andere Aufgaben übernehmen die Maschinen der Merz Verpackungsmaschinen GmbH im mittelhessischen Lich. Sie füllen Kosmetikproben, Medikamente, Oraltabak und vieles mehr zumeist in sog. Stickpacks ab – ganz nach Kundenwunsch. Mehr als 100 Mitarbeitende entwerfen, entwickeln, produzieren und vertreiben die Maschinen; der Exportanteil liegt bei rund 70 Prozent. Auch wenn die Websei-

te Produktlinien anbietet, ist doch jede Maschine ein Unikat.

Gute Beziehungen

Respektvolles, wertschätzendes Miteinander gehört zu den Grundwerten des Unternehmens – intern wie extern. Langjährige Beziehungen zu Kunden und Lieferanten sind selbstverständlich. Das gilt auch für die Beziehung zu MuM: Das Softwarehaus betreut Merz seit fast drei Jahrzehnten, wenn es um CAE-Lösungen geht. Das liegt neben der hohen Qualität der Software, dem integrierten AutoCAD und den Möglichkeiten zum problemlosen Datenaustausch per DWG auch an der engen Zusammenarbeit mit Vertrieb und Support bei MuM.

Softwareumstellung bei voller Auslastung

Die Ankündigung von MuM, ein völlig neues CAE-System auf den Markt zu bringen, wurde bei Merz dennoch eher skeptisch aufgenommen: Die Auslastung ist hervorragend und die Arbeitsbelastung der Mitarbeitenden entsprechend hoch.

Der Zeitplan für die Entwicklung und Herstellung der Maschinen ist eng, die Konstruktionsteilung ist voll ausgelastet. Wie lässt sich in dieser Phase ein reibungsloser Softwareumstieg realisieren? Gleichzeitig macht die technologische Entwicklung einen Umstieg notwendig – moderne Maschinen lassen sich nur mit modernen Werkzeugen entwickeln.

Schulung. Pause.

Sowohl die Präsentation als auch die dreitägige Einführungsschulung begeisterten: eXs war deutlich einfacher zu bedienen als der Vorgänger, bot mehr Funktionen und ermöglichte, schneller und sicherer zu konstruieren. Doch „das Leben“ kam dazwischen. „Kein Mensch hatte bei uns Zeit, die Software sofort zu nutzen und sich einzuarbeiten“, erzählt Elektrokonstrukteur Tim Schultheis.

Datenbanken überarbeiten

Zudem zeigte sich, dass sich die Projekte aus der Vorversion zwar problemlos in eXs einlesen ließen, für die Kataloge hingegen wäre eine Migration nur mit



Kontrollbildschirm.



INFO: eXS

eXS verbindet CAE und CAD in einer gemeinsamen Plattform für die Planung mechatronischer Anwendungen. Mit der Software lassen sich Stromlauf- und Elektroinstallationspläne, Hydraulik- und Pneumatikschemata, Fließbilder der Verfahrens- und Versorgungstechnik sowie mechanische und architektonische Konstruktionen auf einer gemeinsamen Datenbasis erstellen und verwalten. Das integrierte AutoCAD stellt dabei ein vollständiges CAD-System zur Verfügung. Entwickelt wird eXS von Mensch und Maschine, einem Anbieter von CAD-, CAM- und CAE-Lösungen sowie Software für PDM/PLM und BIM. Durch die Vernetzung seiner Tochtergesellschaften und Standorte steht Anwendern ein breites Spektrum an Fachwissen und Supportleistungen zur Verfügung. Mensch und Maschine ist Autodesk Platinum Partner und arbeitet eng mit Autodesk bei der Bereitstellung und Betreuung entsprechender Lösungen zusammen.

erheblichem Zeitaufwand möglich gewesen. Statt diesen Weg zu gehen, hat Merz die Gelegenheit genutzt, den historisch gewachsenen Symbolbestand zu überarbeiten. So entstand eine konsistente, moderne Datenbasis, die den zukünftigen Anforderungen optimal entspricht.

eXS für Neuprojekte

„Wir haben uns für einen klaren Cut entschieden“, erzählt Tim Schultheis. Bestandsprojekte wurden weiter mit der Vorversion bearbeitet; neue Projekte von Anfang an in eXS angelegt und geplant. Die Artikeldatenbanken wurden dabei Zug um Zug ergänzt, sodass inzwischen eine vollständige Arbeitsumgebung zur Verfügung steht, mit der sich schneller und effizienter planen lässt als zuvor.

On the Job: Software verstehen

Die Tatsache, dass zwischen Schulung und Planungsstart mit eXS geraume Zeit vergangen war, erwies sich im Nachhinein als vorteilhaft: Das Team bei Merz brauchte den Support öfter als gewöhnlich, weil natürlich etliche Informationen wieder in Vergessenheit geraten waren. Man verschwendete keine Zeit mit Ausprobieren, sondern meldete sich sofort bei MuM. Die Folge: Da die Fragen unmittelbar bei der Anwendung auftauchten, lernten die Konstrukteure gleich die optimale Lösung kennen. „Dank der guten Beratung wissen wir heute vermutlich fast so viel über die Software wie die Entwickler. Die Betreuung war und ist wirklich genial gut“, schwärmt Tim Schultheis.

Anpassung nach Kundenwunsch

Viele Bauteile und Baugruppen werden von externen Lieferfirmen gefertigt, und diese müssen – natürlich – genau über die zu liefernden Teile informiert werden.



Merz Verpackungsmaschinen entwickelt Maschinen und -konstruktionen für Stickpacks und 3-/4-Seiten-Siegelrandbeutel.

Daraus entstand schnell ein Wunsch an die neue CAE-Software: Könnte eXS nicht spezielle Bauteillisten ausgeben, die man z. B. dem Zulieferer von Kabelbäumen übermitteln kann? Diese Informationen hatten die Mitarbeitenden sich bislang händisch aus den allgemeinen Auswertungen von eXS heraussuchen müssen. Das war mühsam und nicht immer fehlerfrei. Die Techniker bei MuM hörten zu, fragten nach und setzten die Filterfunktion um.



„Dank der guten Beratung wissen wir heute vermutlich fast so viel über die Software wie die Entwickler. Die Betreuung war und ist wirklich genial gut.“

Elektrokonstrukteur Tim Schultheiss.

Das Gleiche gilt für die sogenannten Zusatzartikel, die sich dank der Erweiterung den einzelnen Baugruppen zuweisen und dann übersichtlich auswerten lassen. Tim Schultheis und sein Team

sind mit ihrem CAE rundum zufrieden: Produktivität, Effizienz, Sicherheit und die Anbindung an andere Systeme wie das Warenwirtschaftssystem funktionieren einwandfrei. Fast noch wichtiger: „Wir sind bei MuM keine Nummer, sondern Kunden mit Bedürfnissen. Egal, ob wir einen Bug melden, etwas wissen möchten oder einen Wunsch haben – MuM hört zu und findet die passende Lösung.“

anm ◀

Die Autorin, Roswitha Menke, ist Texterin, Erzählerin und Rednerin.

SPS-Liste						
QIA-Adresse	SPS-Funktionssymbol	Produkt	Document	Funktion	Ein	SPS-Typ
Q710	Hauptventil	100000	101	-MA	-BCC1	F-DQ
Q711	Freigabe Drehzahlregler Schüler - Not-Halt	100000	101	-MA	-BCC1	F-DQ
Q712	Freigabe Drehzahlregler Not-Halt	100000	101	-MA	-BCC1	F-DQ

SPS-Liste.

*Smart Manufacturing in der Praxis:
Softwaregestützte Echtzeitsteuerung
automatisierter Fertigungsprozesse.*

Warum PLM über den Erfolg der KI entscheidet

Bild: © Kampan / stockadobe.com

Die industrielle Transformation ist gerade an einem entscheidenden Punkt angekommen: Anstelle neuer Software-Tools stehen vermehrt Aspekte wie Funktionalität, Datenbasis und Integration im Fokus. **VON DR. STEFFEN KUNNEN**

Während in den vergangenen Jahren oft vage über Digitalisierung diskutiert wurde, zeigen die Ergebnisse der Studie „Smart Manufacturing 2026“ von Revalize, dass Unternehmen heute gezielt in digitale Technologien investieren. 77 Prozent der weltweit Befragten haben ihre Software-Budgets im letzten Jahr gesteigert. Hinter den beeindruckenden Zahlen verbirgt sich jedoch eine wachsende Resignation in den Führungsetagen: Nur zehn Prozent der Hersteller geben an, künstliche Intelligenz (KI) bereits vollständig in ihre Abläufe integriert zu haben. Diese Lücke zwischen finanzieller Investition und operativem Nutzen zeigt das Kernproblem der aktuellen Entwicklungsphase: Der Fortschritt wird nicht vom Mangel an Technologie selbst gebremst, sondern durch das Fehlen einer belastbaren Datenbasis, kombiniert mit der unterschätzten Bedeutung des Faktors Mensch in einer zunehmend automatisierten Umgebung.

KI als Schlüsselqualifikation

Ein zentrales Resultat der aktuellen Umfrage ist, dass KI-Expertise als die wichtigste Schlüsselqualifikation der kommenden Jahre identifiziert wurde. In der DACH-Region sieht sich fast jeder dritte Hersteller (28 Prozent) mit einer massiven Kompetenzlücke konfrontiert. Dabei handelt es sich nicht allein um fehlende KI-Spezialisten. Ebenso werden Experten benötigt, die Algorithmen programmieren, sowie Fachkräfte in der Fertigung und Konstruktion, die das Potenzial von KI-Anwendungen im Kontext des Product Lifecycle Managements (PLM) bewerten und steuern. Ohne diese Verbindung zwischen IT und Engineering bleiben viele KI-Initiativen im Pilotstadium stecken. Szenarien dafür gibt es viele, doch KI muss entweder die Produktivität steigern oder die Performance verbessern. Entscheidend ist, die wenigen Use Cases mit echtem Mehrwert zu identifizieren, statt KI „um

der KI willen“ einzuführen. Für PLM-Entscheider heißt das: KI ist kein reines IT-Thema, sondern eine Qualifizierungs- und Veränderungsaufgabe, die tief in die Prozesse hineinreicht.

Systemintegration und die Überwindung von Datensilos

Mangelnde Systemintegration ist ein wesentlicher Grund, warum der KI-Hype in vielen Unternehmen noch nicht umgesetzt worden ist. Verstärkt dadurch, dass fast ein Drittel der Führungskräfte die Zusammenführung verschiedener Softwareplattformen als größte operative Hürde nennt. In vielen Betrieben liegen wertvolle Produktdaten noch immer in isolierten Silos, die für KI-Modelle nicht oder nur unter hohem Aufwand zugänglich sind. Dabei kann KI ihr Potenzial nur dann entfalten, wenn sie auf vollständige, konsistente und aktuelle Daten zugreifen kann. Hier rückt die Bedeutung eines durchgängigen Digital



Bild: Revalize/Pro.file

Thread in das Zentrum der Strategie. Ein solcher „digitaler Faden“ verknüpft Informationen entlang des gesamten Produktlebenszyklus – von der ersten Designphase über die Fertigung bis hin zum After-Sales-Service – und schafft so die Grundlage für skalierbare KI-Anwendungen.

Cloud-native PLM als Basis

Ein weiterer entscheidender Trend ist die wachsende Akzeptanz von Cloud-Technologien im PLM-Bereich. Cloud-native Lösungen bieten die notwendige Skalierbarkeit, um große Datenmengen effizient zu verarbeiten, wie sie für KI-Analysen und komplexe Simulationen benötigt werden. Gleichzeitig zeigt sich in vielen Unternehmen: Spätestens, wenn es in die konkrete Implementierung geht, treten weiterhin spürbare Bedenken zutage, etwa aus Sorge um Datensicherheit, Performance oder Governance. Dabei geht es nicht um ein dogmatisches Entweder-Oder zwischen On-Premise-Infrastrukturen oder Cloud. Vielmehr fordern Führungskräfte heute hybride Modelle, die Flexibilität beim Hosting ermöglichen, ohne die Performance oder Datensicherheit zu gefährden. Gerade diese Hybridansätze helfen,

Vorbehalte abzubauen und den Übergang schrittweise zu gestalten.

Vor diesem Hintergrund benötigen Unternehmen Systeme, die cloud-ready sind und sich flexibel an die jeweilige IT-Strategie anpassen lassen. Eine flexible Architektur, wie sie beispielsweise Pro.file bietet, ermöglicht es Herstellern, sowohl lokale Anforderungen als auch die Vorteile einer Cloud-Anbindung für die standortübergreifende Zusammenarbeit zu nutzen. Dies ist besonders im Kontext der Systemintegration relevant, da Cloud-Plattformen oft wesentlich einfacher über standardisierte Schnittstellen miteinander vernetzt werden können. Die Cloud erfüllt damit die Funktion eines Speicherorts und zugleich eines Enablers für Echtzeit-Datenzugriff und globale Prozesssynchronisation.

Der Weg zur Industrie 5.0

Führungskräfte erkennen zunehmend die tatsächliche Komplexität der erforderlichen Integrations- und Datenprozesse auf dem Weg zur Industrie 5.0. Dieser Realismus ist notwendig, um die technischen Hürden zu erkennen und gezielt anzugehen, statt die Erwartungen an KI und Automatisierung zu überschätzen. Diese Einstellung rückt den Menschen zurück ins Zentrum der industriellen Produktion, unterstützt durch Technologie, die Fähigkeiten erweitert, statt Mitarbeitende zu ersetzen. Grundvoraussetzung dafür: eine IT-Landschaft, die nicht einengt, sondern aktiv unterstützt.

Für viele Industriebetriebe bedeutet das, isolierte IT-Werkzeuge durch eine

integrierte Plattformökonomie abzulösen. Dabei spielt die Verschlinkung der internen Systeme eine ebenso große Rolle wie die technologische Innovation selbst. Intelligente Automatisierung ist auf eine saubere, integrierte und zugängliche Datenbasis angewiesen, damit die Potenziale von KI zum echten Wettbewerbsvorteil werden können.

Vom Add-on zur Kernstrategie

Der Weg zum Smart Manufacturing führt über eine Neubewertung der PLM-Strategie. Es reicht nicht aus, KI-Funktionen als Add-on zu behandeln. Vielmehr müssen sie integraler Bestandteil einer vernetzten Prozesskette sein. Daraus ergeben sich drei zentrale Aufgaben: die Umsetzung des Digital Thread mithilfe leistungsfähiger Integrationsmodelle, die Nutzung flexibler Cloud-Strategien und vor allem Investitionen in qualifizierte Mitarbeitende. Denn Technologie liefert nur die Werkzeuge, aber die Kompetenz der Menschen entscheidet darüber, ob daraus eine erfolgreiche digitale Transformation wird.

anm ◀



Dr. Steffen Kunnen, ist Head of Product für Pro.file, Revalize

Bild: Revalize/Pro.file

Die Rolle des Ingenieurs wandelt sich vom Operator zum Supervisor.



Wie Agentic AI das Engineering organisiert

Agentische KI verändert nicht nur einzelne Engineering-Prozesse, sondern die Rolle des Ingenieurs. Statt Routinetätigkeiten in CAD-, CAE- und PLM-Systemen manuell auszuführen, steuern Fachkräfte künftig intelligente Agenten, die komplette Workflows orchestrieren. **VON DANIEL SIEGEL**

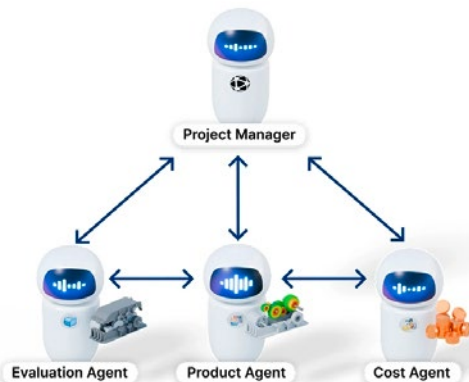
Die industrielle Produktentwicklung steht unter massivem Druck. Entwicklungszyklen müssen kürzer werden, Variantenvielfalt steigt, regulatorische Anforderungen nehmen zu und gleichzeitig wächst der internationale Wettbewerbsdruck. Dennoch arbeiten viele

Engineering-Organisationen weiterhin in fragmentierten Tool-Landschaften mit manuellen Übergaben, isolierten Datenständen und hohem Abstimmungsaufwand.

Ein großer Teil der Zeit fließt in Koordination statt Ingenieursarbeit: Dateien zwischen CAD-, CAE-, PLM- und Costing-Systemen übertragen, Modelle anpassen, Freigaben organisieren. Genau an dieser Stelle beginnt sich derzeit ein grundlegender Wandel abzuzeichnen: Engineering verschiebt sich von manueller Tool-Bedienung hin zur Orchestrierung agentischer Workflows.

Entwicklungsprozesse. Für die industrielle Praxis ist dieser Unterschied entscheidend. Konstruktion, Simulation oder Änderungsmanagement benötigen nachvollziehbare Prozesse, reproduzierbare Ergebnisse und direkten Zugriff auf reale Engineering-Systeme. Wahrscheinlichkeitsbasierte Chatbots reichen dafür nicht aus.

Damit verändern sich auch die Anforderungen an Engineering-Software. Agentische Systeme benötigen Zugriff auf CAD-, CAE- und PLM-Umgebungen, müssen mit Parametern, Geometrien und Metadaten arbeiten und gleichzeitig deterministische und auditierbare Abläufe ermöglichen.



Bestehende Werkzeuge lassen sich über eine zusätzliche agentische Ebene miteinander verbinden.

Von der manuellen Bedienung zur Orchestrierung

Während klassische KI-Copiloten primär unterstützen, gehen Agentic AI-Systeme einen Schritt weiter. Sie greifen auf bestehende Engineering-Werkzeuge zu, koordinieren Arbeitsschritte über mehrere Systeme hinweg und übernehmen operative Routinearbeit entlang kompletter

Orchestrierung statt Systemwechsel

Der entscheidende Punkt dabei: Die Zukunft liegt nicht im Ersatz bestehender Engineering-Systeme. Sie liegt in ihrer Orchestrierung. In Industrieunternehmen existieren über Jahre gewachsene CAD-,

PLM-, Simulations- und ERP-Landschaften. Vollständige Systemwechsel sind in diesem Umfeld selten realistisch. Der praktikable Ansatz liegt deshalb darin, bestehende Werkzeuge über eine zusätzliche agentische Ebene miteinander zu verbinden.

Agentische Plattformen verbinden über APIs unterschiedliche Engineering-Anwendungen und koordinieren spezialisierte Agenten entlang kompletter Prozessketten. In der Praxis bedeutet das: Anbindungen an etablierte PLM-Systeme wie Teamcenter oder Windchill, an CAD-Umgebungen wie Inventor, Fusion oder NX, und an Simulationswerkzeuge, die bereits produktiv laufen.

Die Analysten von Gartner prognostizieren, dass bis 2028 rund 80 Prozent aller Digital Threads aus PLM-Systemen entstehen werden, mit dem Fokus auf offene, API-getriebene Architekturen, die agentische Plattformen für durchgängige Workflows nutzen können.

Geschwindigkeit als Wettbewerbsfaktor

Agentic AI automatisiert komplette Prozessketten: von RFQ-Prozessen über Konstruktionsschleifen bis zu simulationsgetriebenen Entwicklungsabläufen. Entwicklungsabteilungen gewinnen vor allem Iterationsgeschwindigkeit.

Gerade dieser Faktor entwickelt sich zunehmend zum entscheidenden Wettbewerbsparameter. Die Zahlen aus unseren produktiven Deployments sind eindeutig: Airbus hat einen Angebotsprozess, der zuvor 50 Stunden brauchte, auf sieben Minuten verkürzt. BMW hat einen Entwicklungsprozess von drei Wochen auf zwei Minuten komprimiert. NASA-Teams erreichen in der Struktur- und Komponentenentwicklung heute über 100 Iterationen pro Stunde statt 4 Iterationen pro Tag. Schon durch die Digitalisierung von Workflows erzielen Unternehmen erhebliche Zeiteinsparungen: SEAT etwa hat einen Body-in-White-Konstruktionsprozess von 42 Stunden auf eine Stunde reduziert.

Vom Operator zum Supervisor

Die eigentliche Transformation liegt jedoch nicht allein in schnelleren Prozes-

sen, sondern in der Veränderung der Rolle des Engineers. Agentische Systeme ersetzen Ingenieure nicht. Aber sie verschieben ihren Schwerpunkt. Die entscheidende Kompetenz bleibt weiterhin Engineering-Wissen. Wer Entwicklungsprozesse, Angebotslogiken oder Simulationsschleifen versteht, kann diese Prozesse in agentische Workflows überführen. Programmierkenntnisse sind dafür nicht zwingend erforderlich.

Moderne agentische Plattformen arbeiten mit visuellen Editoren. Die Einarbeitung erfolgt typischerweise über strukturierte Onboarding-Programme mit Tutorials, eingebetteten Beispielen und begleitenden Trainings. Entscheidend ist dabei die Rollendefinition: Agentische Systeme übernehmen Routinearbeit, während die fachliche Steuerung beim Ingenieur bleibt.

Damit verändert sich auch die Arbeitsorganisation in Engineering-Abteilungen. Statt manuell einzelne Arbeitsschritte auszuführen, verschiebt sich der Fokus zunehmend auf Steuerung, Validierung und Priorisierung. Der Engineer wird stärker zum Supervisor komplexer Prozessketten, die von spezialisierten Agenten autonom ausgeführt werden.

Gartner stuft mehrere dieser Use Cases, Product Configuration Management, Predictive Engineering Change Management, BOM Validation, explizit als „Likely Wins“ für 2025 bis 2027 ein. Die industrielle Praxis bestätigt diese Einschätzung zunehmend.

Enablement als kritischer Erfolgsfaktor

Die Implementierung agentischer Systeme verläuft typischerweise in Phasen: Plattform-Aktivierung und erste Integrationen, Entwicklung erster automatisierter Workflows, produktive Inbetriebnahme und Roll-out auf weitere Abteilungen. In produktiven Implementierungen zeigt sich dabei, dass Engineering-Organisationen innerhalb von sechs Monaten messbare Ergebnisse erreichen können.

Enablement wird dabei zu einem zentralen Faktor. Unternehmen müssen internes Prozesswissen systematisch in wiederverwendbare digitale Workflows überführen und gleichzeitig Mitarbeiter befähigen, agentische Systeme sinnvoll



Agentische Workflows im Engineering.

einzusetzen und zu steuern. Peer-Training-Programme, bei denen interne Power-User zu Multiplikatoren ausgebildet werden, haben sich in der Praxis bewährt.

Struktureller Vorteil durch frühe Adoption

Der strategische Druck hinter dieser Entwicklung ist erheblich. Westliche Hersteller können sich künftig nicht allein über Produktqualität differenzieren. Entscheidend wird zunehmend die Geschwindigkeit, mit der Entwicklungsteams iterieren, Varianten erzeugen und Entscheidungen treffen können.

Die Unternehmen, die heute beginnen, Engineering-Prozesse in agentische Workflows zu überführen, bauen dabei nicht nur Effizienz auf. Sie kodieren ihre besten Prozesse in wiederverwendbare Workflows und entwickeln ein digitales Prozessgedächtnis, das sich kontinuierlich verbessert.

Die eigentliche Veränderung liegt deshalb nicht in einzelnen Tools oder punktuellen Automatisierungen. Sie liegt in einer neuen Form industrieller Entwicklungsorganisation. Der Engineer der Zukunft arbeitet nicht isoliert in einzelnen Anwendungen. Er steuert spezialisierte digitale Kollegen, die Routinearbeit übernehmen und Entwicklungsprozesse in Echtzeit orchestrieren. Die Unternehmen, die diese Organisationsform früh beherrschen, dürften sich in den kommenden Jahren einen erheblichen strukturellen Vorteil sichern.

anm ◀

Der Autor, Daniel Siegel, ist Chief Product Officer (CPO) bei Synera.

Mehrwert statt Mythos

NASA HL-20 Lifting Body



Bild: Wikimedia Commons

KI-Agenten haben einen zwiespältigen Ruf. In vielen Ingenieurabteilungen gelten sie als nette Helfer für die Routine: Sie fassen Texte zusammen, erleichtern das Onboarding, beantworten einfache Fragen. Dabei können sie viel mehr.

Sobald es um die eigentliche Wertschöpfung geht, wie beispielsweise die systemnahe Modellbildung, komplexe Analysen oder die kritische Bewertung von Simulationsergebnissen, lautet die landläufige Annahme: Hier muss der Experte ran, von Hand. Genau diese Annahme wurde mit dem Dyad-Agenten von JuliaHub auf die Probe gestellt.

Informationen als heterogene Artefakte

Wer in der Luft- und Raumfahrt ein belastbares Simulationsmodell aufsetzt, kennt den eigentlichen Engpass: nicht das Rechnen, sondern das Übersetzen. Die relevanten Informationen liegen als heterogene Artefakte vor: PDF-Spezifikationen, technische Dokumentationen, Notizen, Nachschlagetabellen. Diese Quellen sind für Menschen lesbar, aber nicht direkt ausführbar. Ein Ingenieur muss sie sichten, interpretieren, Koeffizienten und Einheiten herausziehen und das Ganze in ein konsistentes, lauffähiges Modell überführen. Dieser Schritt ist langsam und fehleranfällig; er verschlingt regelmäßig Tage an Ingenieurarbeit, bevor überhaupt

die erste sinnvolle Simulation läuft. Genau hier setzt das aktuelle Beispiel an. Statt theoretisch über die Grenzen von KI-Agenten zu streiten, wurde dem Dyad-Agenten eine anspruchsvolle, realitätsnahe Aufgabe gestellt.

Der Prüfstein: NASA HL-20

Als Benchmark dient die HL-20, ein Lifting-Body-Konzept der NASA aus den frühen 1990er-Jahren. Der Raumgleiter war als sichere, flexible Alternative für den Crew-Transport zur und von der geplanten Raumstation Freedom gedacht. In Serie ging er nie, für unsere Zwecke ist er dennoch ideal, weil die NASA umfangreich dokumentiert hat, wie sich das Fahrzeug simulieren lässt.

Die HL-20 ist ein klassischer Lifting Body, gesteuert über eine Kombination aus Body Flaps, Seitenruder und Wing Flaps. Genau diese Architektur macht das Fahrzeug zum anspruchsvollen Testfall: Sie erfordert ein komplexes Mapping von Pilotenkommandos auf Steuerflächen. Die NASA-Dokumentation enthält dafür einen sogenannten Control Mixer. Ihn nachzubilden ist eine der Kernaufgaben des

Agenten und ein Bereich, in dem sich handgeführte Übersetzungsfehler besonders teuer rächen, denn es geht hier um ein sicherheitskritisches System für die bemannte Raumfahrt.

Drei Rohdaten, ein Auftrag

Der Agent erhält die Informationen, die auch ein menschlicher Ingenieur bekäme:

- **README:** definiert den Rahmen. Was soll das Modell abbilden, und woran misst sich Erfolg? Etwa daran, dass das erwartete aerodynamische Verhalten reproduziert wird.
- **PDF-Spezifikation:** die Quelle der Wahrheit für das Fahrzeug – aerodynamische Koeffizienten, Geometrie, Masseneigenschaften. Unstrukturiert, menschenlesbar, nicht ausführbar.
- **DML-Datei:** enthält Nachschlagetabellen mit aerodynamischen Daten, die der Agent prüfen, gegen die Spezifikation validieren und in ein Gesamtmodell integrieren muss.

Der Prompt ist bewusst hochrangig gehalten. Dem Agenten wird nicht Schritt für Schritt vorgeschrieben, wie er vorzugehen hat. Er soll die Eingaben lesen, ein

dynamisches Modell der HL-20 konstruieren und sicherstellen, dass es sich gemäß Spezifikation verhält. Das Wie bleibt ihm überlassen.

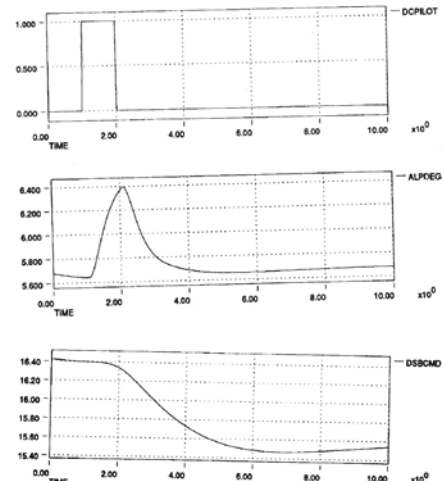
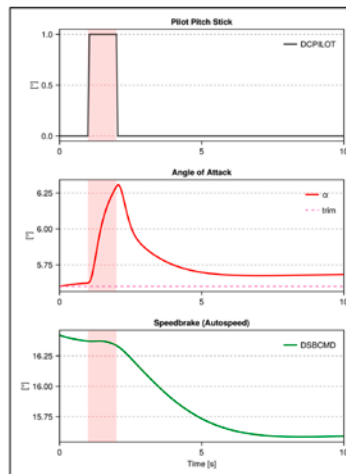
Im Inneren der Reasoning-Trace

Was dann folgt, ist als vollständige Argumentationsspur sichtbar. Der Agent liest zunächst quer über alle drei Eingaben hinweg und unterscheidet, was bereits strukturiert vorliegt, wie zum Beispiel die Lookup-Tabellen, und was er erst aus dem PDF extrahieren muss: Koeffizienten, Variablendefinitionen, Einheiten. Daraus baut er das Modell auf. Er definiert die Systemzustände – Geschwindigkeit, Anstellwinkel, Nickrate – und überführt die aerodynamischen Daten in nutzbare Formen. Die Tabellen aus der DML-Datei werden interpretiert und in die Gleichungen eingebunden, die Kräfte und Bewegungen beschreiben. Bemerkenswert ist, dass der Agent Dyad-Modelle direkt liest und schreibt. Er erzeugt nicht isoliert Code, sondern modifiziert eine native Modellrepräsentation, verbindet Komponenten und baut ein vollständiges System. Parallel schreibt und führt er Julia-Code inline aus, etwa um Interpolationsfunktionen aus den Tabellendaten zu erzeugen, Zwischenergebnisse zu prüfen oder die Konsistenz von Einheiten zu kontrollieren.

Dieser Ausführungsschritt ist der eigentliche Hebel. Er erlaubt dem Agenten, die eigene Arbeit zu verifizieren, statt nur statische Ausgaben zu produzieren. Stößt er auf eine Unstimmigkeit, etwa einen Einheitenfehler, einen fehlenden Parameter oder einen Widerspruch zwischen PDF und DML, erkennt er ihn und korrigiert den Kurs. Diese Schleife aus Schreiben, Ausführen, Prüfen und Verfeinern läuft kontinuierlich. Während das Modell Gestalt annimmt, verdrahtet der Agent zugleich die Steuerungskette: Er verbindet Kommandos, Aktuatorzustände und die resultierende Fahrzeugdynamik zu einem kohärenten System. Was sonst mehrere Werkzeuge und viel manuelle Arbeit erfordert, geschieht hier in einem einzigen, durchgängigen Workflow.

Ein Modell, das nur läuft, beweist wenig. Deshalb folgt die Validierung. Die PDF-Spezifikation enthält nicht nur die Fahrzeug- und Aerodynamikdaten, sondern auch Referenzergebnisse für konkrete

HL-20 Validation: Trim Case 0 (Subsonic)



HL-20 Validation: Trim Case 0 (Subsonic)

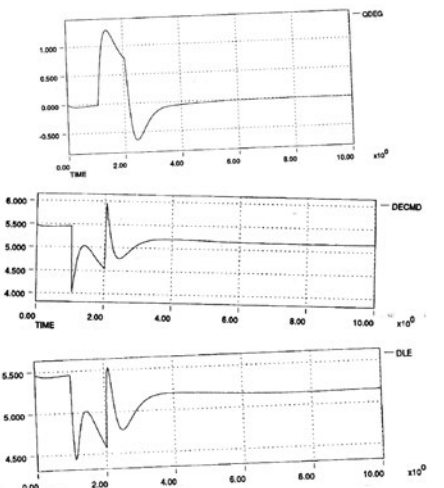
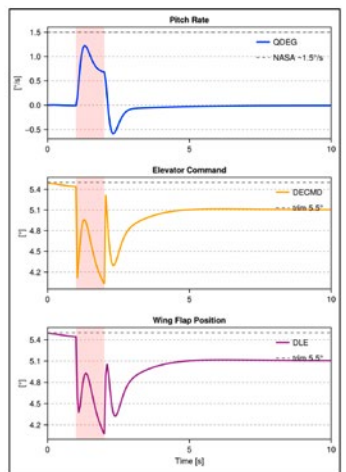


Bild: JuliaHub

Testfälle. Verwendet wird der Fall Trim K0, der einen Nickpuls des Piloten aufträgt. Dieser Puls wird zur Eingabe des Modells; der frisch erzeugte HL-20-Simulator berechnet die Fahrzeugreaktion über die Zeit.

Der Beweis: ein Nickpuls gegen die NASA-Referenz

Die entscheidende Frage lautet, ob die Ausgaben des Modells (Nickrate, Höhenruderausschlag und weitere Reaktionsgrößen) mit den Referenzwerten aus dem NASA-Dokument übereinstimmen. Genau das tun sie. Wenn die Kurven zur Deckung kommen, ist belegt: Das vom Agenten gebaute Modell ist mit der ursprünglichen Spezifikation konsistent. Damit schließt sich der Kreis von der Spezifikation bis zum validierten Modell. Der Agent liest die Quellartefakte, baut und führt das Modell aus und weist nach, dass es das erwartete physikalische Verhalten reproduziert.

anm ◀

Das vom Dyad-Agenten gebaute Modell ist mit der ursprünglichen PDF-Spezifikation konsistent.

KI-GESTÜTZTE ARBEITSABLÄUFE MIT DYAD

Dyad ist eine Modellierungsplattform für das System-Engineering, die konsequent auf KI-gestützte Arbeitsabläufe ausgelegt ist, ohne die Kontrolle durch den Ingenieur aufzugeben. Modelle werden in einer nativen, lesbaren Repräsentation beschrieben, die sich direkt lesen und schreiben lässt – von Mensch wie KI-Agent. Zur Analyse und Verifikation lässt sich Julia-Code inline ausführen. So entsteht eine durchgängige Umgebung von der Modellbildung bis zur Validierung.

Vom Entwurf zur Entscheidung

Das Volumen an KI-generierten Entwürfen wächst schneller, als Unternehmen sie sinnvoll bewerten können. Entscheidend ist nicht mehr allein die Idee, sondern die Fähigkeit, tragfähige Konzepte zu identifizieren. Simon Fried, VP Corporate Communications beim Quantensoftware-Anbieter Classiq, erklärt, warum Validierung an Bedeutung gewinnt und weshalb Quantencomputing eine Rolle spielt. **VON SIMON FRIED**

Durch KI ist es heute möglich, sehr schnell die unterschiedlichsten Entwürfe anzufertigen – von Fertigungsanlagen über Medizin und Mode bis hin zu landwirtschaftlichen Geräten. Zum ersten Mal besteht die Herausforderung in der Produktentwicklung nicht im Mangel an neuen Ideen, sondern in ihrem Überfluss. Das bedeutet jedoch nicht automatisch echte Vielfalt. Viele der KI-generierten Entwürfe unterscheiden sich weniger stark, als es zunächst scheint. Weil KI-Modelle auf ähnliche Trainingsdaten und Muster zurückgreifen, handelt es sich selbst bei unterschiedlichen Entwürfen häufig um eine Variation desselben Grundprinzips. Dieser „konzeptuelle Einheitsbrei“ erschwert es neuartige Ansätze zu identifizieren.

Ein Teil der KI-Vorschläge weist zudem erhebliche Schwächen auf: Was zunächst plausibel klingt, hält einer fachlichen Prü-

fung oft nicht stand, ist technisch fehlerhaft oder enthält sogar Halluzinationen. Die Folge ist eine zunehmend träge Entscheidungsfindung. KI generiert eine nahezu unbegrenzte Anzahl an Designvorschlägen, ohne dass ersichtlich ist, welche davon weiterverfolgt werden sollten.

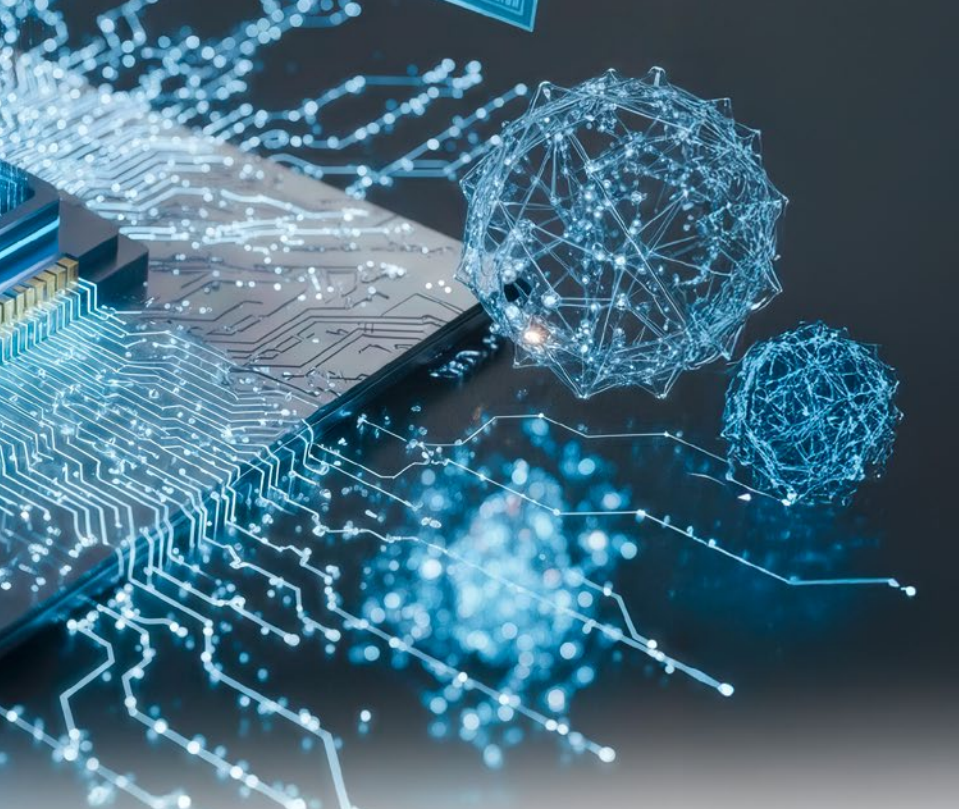
Es fehlt eine verlässliche Entscheidungsgrundlage, weshalb die Unsicherheit darüber wächst, welche Entwürfe belastbar sind und eine vertiefte Prüfung überhaupt rechtfertigen. Damit stoßen viele Unternehmen an ihre Grenzen. Es fehlt die Kapazität, um diese Vielzahl an Konzepten schnell und zuverlässig zu testen und zu validieren.

Ohne Simulation kein Produkt

Mit der steigenden Zahl an Entwürfen gewinnen Validierungsprozesse allerdings an

Bedeutung. Kreativität und Innovation reichen schließlich nicht aus, um ein Produkt zu entwickeln, das in der Praxis überzeugt. Erst systematische Tests zeigen, ob neue Lösungen sicher anwendbar sind, zuverlässig funktionieren und keine versteckten Mängel aufweisen. Verantwortliche in Qualitätssicherung, Produktmanagement und Entwicklung müssen belastbar nachweisen können, dass ein Konzept unter realen Bedingungen funktioniert und regulatorischen Vorgaben standhält. Andernfalls steigt das Risiko, fehlerhafte oder im schlimmsten Fall sogar gefährliche Produkte auf den Markt zu bringen.

Der regulatorische Druck nimmt dabei weiter zu. Mit der seit Dezember 2024 geltenden EU-Produktsicherheitsverordnung EU 2023/988 wurden die Anforderungen an Hersteller EU-weit einheitlich und verbindlich geregelt. Unternehmen sind verpflichtet, systematische Risikobewertun-



gen durchzuführen, potenzielle Gefahren über den gesamten Produktlebenszyklus zu analysieren und diese Bewertungen umfassend zu dokumentieren. Simulationen und realitätsgetreue Tests werden damit zu einem zentralen Instrument, um regulatorische Risiken zu minimieren und Marktzulassungen abzusichern. Gleichzeitig steigt mit der wachsenden Zahl an Entwürfen der Validierungsaufwand und wird so zunehmend zum Engpass.

Warum heutige Simulation an ihre Grenzen stößt

Dennoch liegt das Problem nicht primär in den von KI generierten Entwürfen. Häufig sind es vielmehr die Validierungssysteme, die in Tempo und Komplexität mit der Entwicklung nicht mithalten haben. Produkttests finden heute überwiegend im Labor statt, etwa in Windkanälen, oder werden durch Simulationen ergänzt. Dabei kommt häufig die numerische Strömungsmechanik (CFD) zum Einsatz. Sie fungiert als eine Art digitales Labor, in dem Konstruktionen realistischen physikalischen Bedingungen ausgesetzt werden, noch bevor ein physischer Prototyp gebaut wird.

CFD-Simulationen sind zwar leistungsfähig, aber gleichzeitig auch kostspielig und rechenaufwändig. Im Arbeitsalltag führt das dazu, dass Validierungen eingeschränkt werden. Teams testen weniger Entwürfe, vereinfachen Modelle und verzichten darauf, Szenarien unter extremen oder ungewöhnlichen Bedingungen

zu prüfen, um Ressourcen zu sparen. Das betrifft sowohl Budget als auch Rechenleistung.

In vielen Unternehmen sind KI-Tools und Simulations-Workflows zudem fragmentiert. Sie sind in unterschiedlichen Unternehmensbereichen angesiedelt, werden von verschiedenen Teams betrieben und kaum aufeinander abgestimmt. Die Validierung von Entwürfen wird dabei häufig als rein technische Aufgabe betrachtet statt als zentrale unternehmerische Fähigkeit. Dabei entscheidet sie maßgeblich

Langfristig wird sich der Wettbewerb nicht dadurch entscheiden, wer die meisten Entwürfe generiert, sondern daran, wer sie am effektivsten bewertet.

darüber, welche Ideen sich sicher und erfolgreich in die Praxis überführen lassen.

Quantentechnologie als nächster Schritt

Neue Ansätze in der Simulationstechnik eröffnen vielversprechende Lösungswege für dieses Problem. Insbesondere die Quantentechnologie verändert das Verständnis von Simulation bereits heute grundlegend. Sie ersetzt klassische Berechnungsmethoden nicht, sondern ergänzt sie gezielt in hochkomplexen und rechenintensiven Teilbereichen. In der Praxis werden daher keine vollständigen Simulationen auf Quantencomputern abgebildet, sondern nur besonders

anspruchsvolle Teilbereiche. Während klassische Systeme weiterhin die breite und robuste Berechnung übernehmen, kommen Quantenalgorithmen vor allem bei komplexen Optimierungsproblemen und in der Molekülsimulation zum Einsatz, wo klassische Verfahren an ihre Grenzen stoßen. Dadurch lassen sich Simulationen insgesamt präziser, schneller und effizienter durchführen.

Hybride Ansätze, die Quanten- und klassische Verfahren kombinieren, lassen sich bereits in Simulationspipelines testen. Diese selektive Integration von Quantentechnologie erhöht die Effizienz, ohne bestehende Systeme vollständig ersetzen zu müssen. In der nahen Zukunft werden sich Innovationsführer auf den strategischen Einsatz von Quantencomputern konzentrieren, um Validierungsprozesse zu beschleunigen, Kosten zu senken und mehr KI-generierte Entwürfe in kurzer Zeit bewerten zu können.

Validierung wird zum Wettbewerbsvorteil

Langfristig wird sich der Wettbewerb nicht dadurch entscheiden, wer die Entwürfe am effektivsten bewertet. Unternehmen, die Validierung als strategische Fähigkeit verstehen, können schneller bessere Entscheidungen treffen und Innovation

gezielter vorantreiben. Deshalb sollte der Fokus auf dem Ausbau entsprechender Kompetenzen liegen. Unternehmen, die früh verstehen, wie sich diese hybriden Ansätze sinnvoll in bestehende Validierungsprozesse integrieren lassen, verschaffen sich einen klaren Vorteil. Sie können komplexe Fragen schneller und präziser analysieren, ohne ihre gesamte Infrastruktur neu aufbauen zu müssen. So wird Quantencomputing zu einem Werkzeug, das hilft, die wachsende Zahl an KI-generierten Entwürfen erst beherrschbar zu machen.

anm ◀

Der Autor, Simon Fried, ist Vice President Corporate Communications beim Quantensoftware-Anbieter Classiq.

Simulation der elektrisch-thermischen Effekte am Beispiel eines Ladesteckers.

Multiphysik in der Konstruktion bewerten

Multiphysik gilt oft als komplex – dabei lassen sich viele Fragen bereits mit einfachen Ansätzen beantworten. Am Beispiel der Jouleschen Erwärmung zeigt dieser Artikel, wie Konstrukteure über Simulationen schnell Orientierung gewinnen und ihre Erkenntnisse zu einer voll gekoppelten Multiphysik-Analyse erweitern können. **VON DR.-ING. JÖRG NEUMEYER**

Immer dann, wenn elektrische, thermische oder mechanische Effekte gleichzeitig auftreten und sich gegenseitig beeinflussen, haben wir es mit Multiphysik zu tun. Solche Wechselwirkungen sind in vielen technischen Anwendungen eher die Regel als die Ausnahme, weshalb sich ihre Effekte nicht getrennt voneinander betrachten lassen. Bei der Konstruktion und Entwicklung müssen diese multi-

physikalischen Zusammenhänge daher berücksichtigt werden. Auch wenn ihre Simulation zunächst sehr herausfordernd erscheint, ist diese Komplexität mit heutigen Methoden und Werkzeugen gut beherrschbar.

Multiphysik – großes Wort, große Hemmschwelle

Ein besonders anschauliches Beispiel ist die Joulesche Erwärmung. Fließt elektrischer Strom durch ein Bauteil, entstehen aufgrund des elektrischen Widerstands Verluste, die in Wärme umgesetzt werden. Dieses physikalische Grundprinzip gewinnt in aktuellen Entwicklungsprojekten spürbar an Bedeutung. In der fortschreitenden Elektrifizierung bei gleichzeitiger Miniaturisierung steigt die Relevanz der Jouleschen Erwärmung deutlich. Höhere Stromdichten treffen auf kleinere Querschnitte, kompaktere Baugruppen und begrenzte Möglichkeiten zur Wärmeabfuhr.

Für Konstrukteure ergibt sich daraus eine sehr konkrete Fragestellung: Wie

stark erwärmt sich ein strom-durchflossenes Bauteil tatsächlich – und ist diese Erwärmung noch beherrschbar? Bereits moderate Temperaturerhöhungen können Einfluss auf Materialkennwerte, Lebensdauer oder Sicherheitsreserven haben. Besonders kritisch sind dabei lokale Effekte, etwa an Engstellen, Übergängen oder elektrischen Kontakten, wo sich Stromdichten und Verlustleistungen konzentrieren können. Elektrische Steckersysteme, etwa in Ladeinfrastrukturen, sind hierfür ein typisches Beispiel: Sie unterliegen hohen elektrischen und damit thermischen Belastungen. Multiphysik ist also kein theoretisches Randthema, sondern eine unmittelbar konstruktionsrelevante Fragestellung.

Konstruktionsbegleitende Multiphysik zur schnellen Orientierung

Gerade in frühen Phasen der Entwicklung kommt es weniger auf die letzte

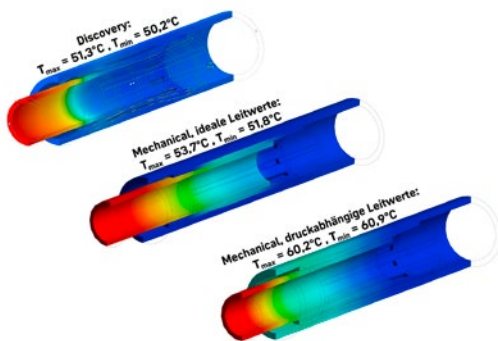


Bild 1: Ergebnisse einer elektrisch-thermischen Simulation mit dem Programm Ansys Discovery am Beispiel eines strom-durchflossenen Steckers.

Nachkommastelle als auf schnell zu ermittelnde, belastbare Tendenzen an. Das Programm Ansys Discovery verfolgt genau diesen Ansatz und positioniert sich bewusst als konstruktionsbegleitendes Simulationswerkzeug. Ein zentraler Unterschied zu klassischen solver-basierten Workflows liegt dabei in der zugrunde liegenden Rechenmethodik: Ansys Discovery nutzt die GPU, um physikalische Berechnungen hochparallel auszuführen. Dadurch stehen Ergebnisse nicht erst nach Minuten oder Stunden, sondern häufig bereits innerhalb weniger Sekunden zur Verfügung.

Diese kurze Antwortzeit verändert den Umgang mit Simulation grundlegend. Statt ein einzelnes, sorgfältig vorbereitetes Simulationsmodell zu rechnen, können Konstrukteure direkt mit dem CAD-Modell arbeiten und unterschiedliche Konstellationen ausprobieren: variierende Geometrien, alternative Materialannahmen oder geänderte elektrische Randbedingungen. Ziel ist dabei nicht die finale Auslegung, sondern das Erkennen von Zusammenhängen und Trends.

Im gezeigten Beispiel werden Materialdaten ausgewählt, eine Stromstärke vorgegeben und die resultierende Stromdichte sowie Verlustleistung berechnet. Daraus ergibt sich unmittelbar die Temperaturverteilung im Bauteil. Hotspots an Engstellen oder Übergängen lassen sich schnell identifizieren. Wird der Querschnitt geringfügig angepasst oder ein Kontaktbereich verändert, zeigt Discovery nahezu in Echtzeit, wie sich diese Änderungen auf die Temperatur auswirken. Auf diese Weise können Varianten frühzeitig vertieft oder konsequent verworfen werden.

Der große Mehrwert liegt dabei in der sehr frühen Orientierung im Konstruktionsprozess. Ansys Discovery ermöglicht es, ein Gefühl dafür zu entwickeln, welche Designrichtungen grundsätzlich funktionieren und wo physikalische Grenzen erreicht werden. Für viele Fragestellungen – etwa die Abschätzung, ob ein Bauteil thermisch kritisch wird oder nicht – ist diese Tiefe vollkommen ausreichend. Damit wird Simulation vom späten Prüfwerkzeug zum aktiven Bestandteil der Konstruktion.

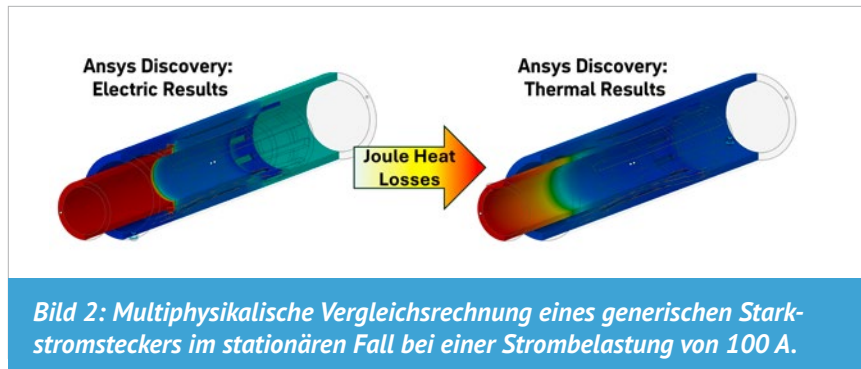


Bild 2: Multiphysikalische Vergleichsrechnung eines generischen Starkstromsteckers im stationären Fall bei einer Strombelastung von 100 A.

Wenn sich Effekte gegenseitig beeinflussen

Während Ansys Discovery eine schnelle und intuitive Orientierung liefert, gibt es Konstellationen, bei denen die physikalischen Wechselwirkungen selbst zum dominierenden Effekt werden. Spätestens dann lohnt sich der Blick auf eine detaillierte Multiphysik Simulation mit einem Programm wie Ansys Mechanical. Der entscheidende Unterschied liegt hier in der Möglichkeit, mehrere physikalische Disziplinen einschließlich ihrer gegenseitigen Rückwirkungen zu koppeln.

Ein zentraler Aspekt ist dabei das temperaturabhängige Materialverhalten. Grundsätzlich verändert sich der elektrische Widerstand eines Leiters mit der Temperatur. Steigt die Temperatur lokal an, erhöht sich der Widerstand, was wiederum die Stromdichte und damit die Jouleschen Verluste beeinflusst. Gerade bei ausgeprägten Hotspots entsteht so eine Rückkopplung: höhere Temperaturen führen zu höheren Verlusten, die ihrerseits eine weitere Erwärmung verursachen. Eine bidirektionale Kopplung zwischen elektrischer und thermischer Domäne ist daher sinnvoll, um die Genauigkeit der Simulationsergebnisse zu erhöhen.

Zusätzlich kommt häufig die Strukturmechanik ins Spiel. Temperaturerhöhungen führen zu thermischer Ausdehnung, die Verformungen im Bauteil oder an Kontaktstellen verursachen kann. Besonders relevant ist dies bei elektrischen Kontakten. Verringert sich der Kontaktdruck, sinkt der Kontaktleitwert, der elektrische Übergangswiderstand steigt und es entstehen höhere lokale Verluste. Umgekehrt führt ein erhöhter Kontaktdruck zu einem besseren elektrischen Kontakt, geringerem Widerstand und entsprechend niedrigeren Verlusten.

Diese Zusammenhänge wirken wiederum auf die Temperaturverteilung zurück und beeinflussen erneut das mechanische Verhalten.

Mit Ansys Mechanical lassen sich genau diese Effekte in einer dreidirektionalen Kopplung abbilden: elektrisch - thermisch - strukturell. So kann untersucht werden, ob ein Hotspot rein geometrisch bedingt ist, durch Materialeffekte verstärkt wird oder aus mechanischen Veränderungen an Kontaktstellen resultiert.

Solche voll gekoppelten Multiphysik Simulationen gehen bewusst über den konstruktionsbegleitenden Einstieg hinaus und richten sich an Anwender, die tiefer in das physikalische Detail eintauchen möchten.

anm ◀

Der Autor, Dr.-Ing. Jörg Neumeyer beschäftigt sich als Berechnungsingenieur bei Cadfem Germany GmbH unter anderem mit multiphysikalischen Anwendungen. Darüber hinaus ist er Lehrbeauftragter an der TU Darmstadt für die Veranstaltung „Numerische Simulation elektrothermischer Prozesse“.

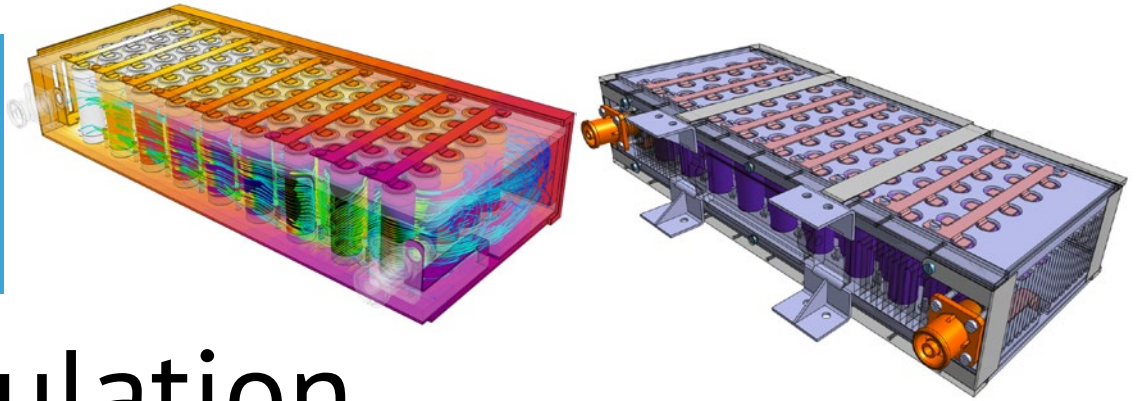


SEMINAR-TIPP: MULTIPHYSIKALISCHE SIMULATIONEN MIT ANSYS MECHANICAL

Das zweitägige Cadfem-Seminar vermittelt die Theorie und Praxis für die Simulation gekoppelter Felder für das Zusammenspiel von Mechanik, Temperatur und Elektrizität. Weitere Informationen:

<https://www.cadfem.net/de/de/weiterbildung/multiphysik-simulation-mit-ansys-mechanical-18666.html>

Multiphysik-Simulation eines Batteriemoduls: Die Analyse kombiniert Strömung, Wärmeübertragung und Joule-Erwärmung zur Bewertung des Thermomanagements unter Last.



Simulation überwindet Grenzen

Multiphysik-Simulationen werden für die Entwicklung moderner Produkte immer wichtiger – von Elektrofahrzeugen bis hin zu Energieanlagen. Doch welche Herausforderungen bremsen den breiten Einsatz? Und welche Rolle spielen Cloud Computing, KI und künftig vielleicht auch Quantencomputer? Antworten von Richard Szöke-Schuller, Lead Product Manager bei SimScale.

Autocad Magazin: Welche Herausforderungen sehen Sie derzeit bei der Kopplung verschiedener physikalischer Domänen in Multiphysik-Simulationen?

Richard Szöke-Schuller: Eine der größten Hürden ist nach wie vor die hohe Einstiegsschwelle. Historisch erforderte Multiphysik-Simulation tiefgehendes Wissen über unterschiedliche numerische Verfahren, Kopplungsstrategien, Interpolationsalgorithmen und deren Stabilitäts- und Konvergenzeigenschaften.

Aus unserer Sicht ist heute vor allem die Komplexität der Benutzeroberfläche ein Hemmnis. Deshalb setzen wir auf optimierte Standardwerte und eine möglichst intuitive Bedienung. Gleichzeitig können Experten weiterhin auf alle relevanten Detailparameter zugreifen. Wichtig ist dabei eine konsistente Logik über alle Analysearten hinweg: Wer eine Simulation aufgesetzt hat, kann dieses Wissen auch auf komplexere Multiphysik-Anwendungen übertragen.

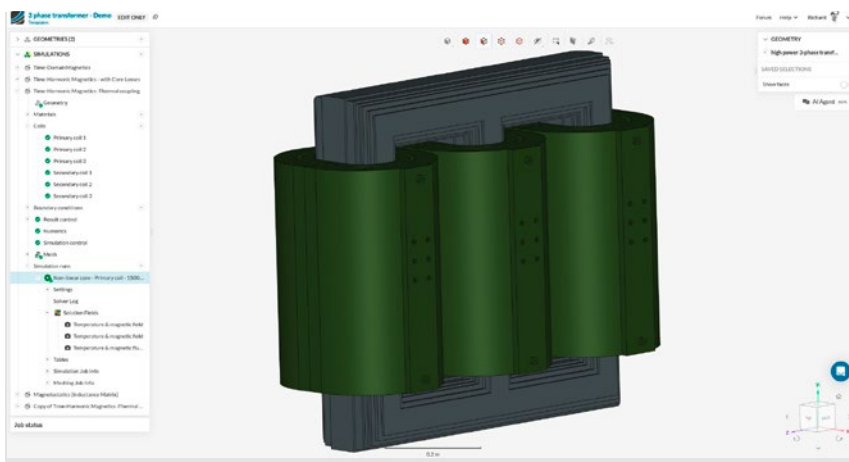
Hinzu kommen erhebliche Rechenanforderungen. Die Kopplung verschiedener Physiken – etwa bei Fluid-Struktur-Interaktionen – erhöht Speicherbedarf und Rechenzeit drastisch. Lokale Workstations stoßen dabei schnell an ihre Grenzen.

Eine weitere Herausforderung bleibt die numerische Stabilität. Unterschiedliche physikalische Prozesse laufen auf sehr verschiedenen Zeitskalen ab: Während sich thermische Prozesse vergleichsweise langsam entwickeln, verändern sich turbulente Strömungen oft innerhalb kürzester Zeit. Diese Unterschiede effizient und stabil zu koppeln, bleibt eine zentrale mathematische Aufgabe.

Welche Methoden und Technologien haben sich in der Praxis bewährt?

Richard Szöke-Schuller: Ein zentraler Baustein ist Cloud-native High-Performance-Computing. Durch praktisch unbegrenzte Cloud-Ressourcen können gekoppelte Gleichungssysteme parallel statt sequentiell gelöst werden. Das verkürzt die Zeit bis zu verwertbaren Ergebnissen erheblich.

Ebenso wichtig sind einheitliche Mesh- und Solver-Architekturen. Statt mehrere Einzellösungen über Co-Simulation miteinander zu verbinden, verfolgen wir den



Screenshot der SimScale-Workbench für eine gekoppelte elektromagnetische und thermische Analyse eines Dreiphasentransformators.

Ansatz integrierter Solver für Strömung, Wärme und Strukturmechanik. Dadurch lassen sich Fehler beim Datentransfer zwischen verschiedenen Modellen minimieren.

Dafür haben wir ein eigenes Hochleistungs-Mesh- und Ergebnisformat entwickelt, das als gemeinsame Basis für alle Solver dient und eine verlustfreie Interoperabilität ermöglicht.

Ein weiterer Vorteil ist unsere offene Plattformarchitektur. Externe Partner können eigene Methoden und Solver integrieren und damit zusätzliche Modellierungs- und Kopplungsmöglichkeiten bereitstellen.

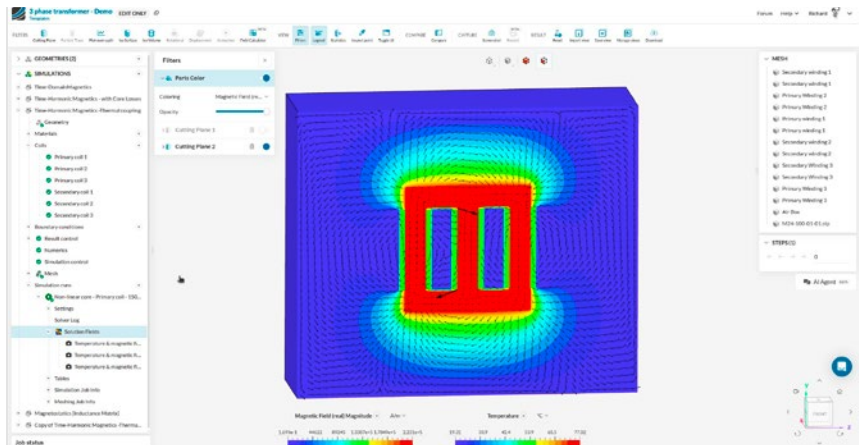


Abbildung der SimScale-Ergebnisdarstellung eines Dreiphasentransformators mit farbkodierter Temperaturverteilung und Magnetfeldvektoren.

Können Sie bitte ein konkretes Beispiel nennen?

Richard Szöke-Schuller: Ein typischer Anwendungsfall ist das Thermomanagement von Batterien in Elektrofahrzeugen. Hier müssen gleichzeitig die Kühlströmung, die Wärmeentwicklung in den Zellen, Wärmeleitung, Wärmestrahlung sowie elektrische Verlustleistungen durch Joule-Erwärmung berücksichtigt werden.

Für diese Anwendungen haben wir einen eigenen gekoppelten Conjugate-Heat-Transfer-(CHT)-Solver entwickelt. Im Vergleich zu klassischen segregierten Ansätzen ermöglicht er eine deutlich schnellere und robustere Konvergenz. Durch die Cloud-Infrastruktur lassen sich dabei Modelle mit mehreren zehn Millionen Zellen effizient berechnen.

Zusätzlich haben wir die Technologie um eine Immersed-Boundary-Methode (IBM) erweitert. Damit können selbst sehr große Baugruppen mit Tausenden von Einzelkomponenten simuliert werden, ohne aufwändige CAD-Bereinigungen oder langwierige Netzstudien durchführen zu müssen.

Das Besondere: Das Rechengitter besteht aus perfekt kubischen Zellen, während die CAD-Geometrie direkt in die Gleichungen eingebettet wird. Dadurch bestimmt der gewünschte Genauigkeitsgrad die Netzaufösung – und nicht problematische CAD-Details wie kleine Ver rundungen oder schmale Flächen.

Welche Rolle spielt die künstliche Intelligenz in der Simulation?

Richard Szöke-Schuller: KI wird die physikalische Simulation nicht ersetzen, aber massiv beschleunigen. Wir nutzen so ge-

nannte „Physics AI“-Modelle, die auf Basis vorhandener Simulationsdaten neue Designvarianten nahezu in Echtzeit bewerten können, noch bevor eine vollständige Simulation gestartet wird.

Besonders großes Potenzial sehen wir derzeit in agentischen KI-Systemen. Solche Engineering-Agenten können die Zielsetzung eines Anwenders verstehen und selbstständig geeignete Simulations- oder Optimierungsabläufe erstellen. Dadurch lassen sich viele Abstimmungsschleifen und Wartezeiten vermeiden.

Designer erhalten schneller Feedback, während Simulationsspezialisten ihre Zeit stärker auf komplexe Analysen konzentrieren können. Der Simulationsexperte entwickelt sich damit vom Engpass zum Multiplikator.

Und wie beurteilen Sie das Thema Quantencomputing?

Richard Szöke-Schuller: Da sind wir deutlich pragmatischer. Für die Lösung partieller Differentialgleichungen sehen wir kurzfristig keinen relevanten kommerziellen Vorteil. Sowohl Hardware als auch Algorithmen befinden sich noch in einem frühen Entwicklungsstadium.

Aus unserer Sicht liegt der eigentliche Flaschenhals heute ohnehin selten in der Rechenzeit des Solvers. Deutlich mehr Zeit geht häufig für CAD-Aufbereitung, Vernetzung, Datenmanagement und organisatorische Prozesse verloren.

Sollte sich jedoch eine marktreife Quantentechnologie für CAE-Anwendungen etablieren, kann sie aufgrund unserer offenen Plattformarchitektur problemlos in das SimScale-Ökosystem integriert werden. Wie wird sich die Multiphysik-Simulation in

den kommenden fünf Jahren entwickeln?

Richard Szöke-Schuller: Wir erwarten das Ende klassischer Simulationssilos. Begriffe wie CFD oder FEA werden zunehmend in den Hintergrund treten. Stattdessen wird sich das Konzept eines „Physics-Aware Design“ etablieren, bei dem alle relevanten physikalischen Effekte von Beginn an berücksichtigt werden.

Ein weiterer Trend ist die generative Multiphysik. Künstliche Intelligenz wird nicht mehr nur bestehende Entwürfe bewerten, sondern neue Geometrien automatisch erzeugen und anhand mehrerer physikalischer Zielgrößen gleichzeitig optimieren.

Darüber hinaus sehen wir einen starken Trend zu mesh-freien oder mesh-armen Verfahren. Die klassische Vernetzung stellt heute oft einen Engpass für schnelle Entwicklungszyklen dar. Zukünftige Methoden werden physikalische Bewertungen deutlich näher an der nativen CAD-Geometrie ermöglichen.

Großes Potenzial besitzt außerdem der Bereich der digitalen Zwillinge. Durch die Kombination von Sensordaten, Cloud-Plattformen und KI-gestützten Multiphysik-Modellen werden Unternehmen künftig in der Lage sein, Betriebszustände in Echtzeit zu analysieren und Ausfälle vorherzusagen.

Steigende Energiepreise und der Druck zur Effizienzsteigerung werden diese Entwicklung zusätzlich beschleunigen – insbesondere in den energieintensiven Branchen.



Richard Szöke-Schuller, Lead Product Manager bei SimScale.

anm ◀

Neuer Meilenstein in der Quanten-CFD-Simulation

Quanscient und Haiqu haben einen Durchbruch in der Entwicklung von Algorithmen für Quanten-CFD-Simulation (Computational Fluid Dynamics) bekannt gegeben, der die Skalierbarkeit von Simulationen in der numerischen Strömungsmechanik auf Quantencomputern erheblich verbessern könnte.

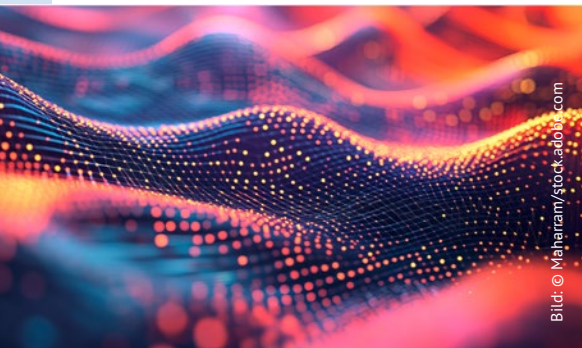


Bild: © Mahiramy/stock.adobe.com

Ein neues Konzept könnte die Skalierbarkeit von Simulationen in der numerischen Strömungsmechanik auf Quantencomputern erheblich verbessern.

Forscher von Quanscient, Anbieter cloudbasierter multiphysikalischer Simulationen und Quantenalgorithmen, sowie Haiqu, Entwickler von Quanten-Middleware, haben gemeinsam einen neuen Algorithmus entwickelt, der den Einsatz von Quantencomputing für reale Ingenieur Anwendungen wie der CFD-Simulation voranbringt.

Der neue Ansatz soll den Ressourcenbedarf reduzieren und eine öffentlich dokumentierte Quanten-Simulationen nicht linearer Strömungen zeigen. Dazu führten die Teams einen 15-stufigen nicht linearen CFD-Benchmark mit einem Hindernis durch. Damit handelt es sich um die bislang physikalisch komplexeste öffentlich demonstrierte Variante einer Quantum-Lattice-Boltzmann-Methode (QLBM) auf Quantenhardware. Der Algorithmus wurde auf dem größten verfügbaren IBM-Quantencomputer, dem IBM Heron R3, getestet.

Ressourcen effizienter nutzen

Durch das Reduzieren der benötigten Qubits sowie der Rechenoperationen macht der Ansatz komplexe CFD-Simulationen auf Quantenhardware besser handhabbar und zeigt einen möglichen Weg hin zu industriell nutzbaren Anwendungen. CFD-Simulation wird breit eingesetzt, um das Verhalten von Flüssigkeiten und Gasen zu modellieren – etwa die Luftströmung über Tragflächen von Flugzeugen – und spielt eine zentrale Rolle in der Luft- und Raumfahrt, der Automobilindustrie sowie im Energiesektor. Diese Simulationen sind jedoch sehr rechenintensiv und benötigen selbst auf Supercomputern oft Tage oder Wochen.

Der neue Algorithmus adressiert eine der zentralen Herausforderungen der Quanten-CFD-Simulation: den hohen Ressourcenbedarf. Durch effizientere Strukturen wird ein praktikablerer Weg für reale Quanten-Simulationsprozesse aufgezeigt, der langfristig schnellere und leistungsfähigere Entwicklungsprozesse ermöglichen könnte.

Wichtiger Beitrag für Quanten-CFD-Simulation

„Dies ist ein interessanter und zeitgemäßer Beitrag zur Quanten-CFD“, sagte Professor Oleksandr Kyriienko von der University of Sheffield. „Er schlägt ein flexibleres Quantum-LBM-Framework vor und untermauert es mit Anwendungen von linearer Akustik bis hin zu IBM-QPU-gestützten nicht linearen Strömungssimulationen.“

Mykola Maksymenko, CTO von Haiqu sagt dazu: „Es handelt sich um eine der realistischsten CFD-Simulationen, die je auf einem Quantencomputer ausgeführt wurden.“ Es zeige die Richtung hin zur Simulation realer Strömungen um komplexe Geometrien auf Quantenhardware – ein notwendiger Schritt in Richtung industrieller Anwendbarkeit.

„CFD gehört zu den rechenintensivsten Bereichen der Simulation“, sagt Valtteri Lahtinen, Chief Scientist bei Quanscient. Quantencomputer könnten künftig deutlich komplexere Simulationen ermöglichen als klassische Systeme und so Entwicklungen in Luftfahrt, Energie und weiteren Bereichen verändern.

Weiterentwicklung klassischer CFD-Methoden

Die Forscher entwickelten eine neuartige One-Step Simplified Lattice Boltzmann Method (OSSLBM), eine quantenunterstützte Weiterentwicklung klassischer CFD-Methoden. Dieser Ansatz ermöglicht mehrstufige nicht lineare Strömungssimulationen mit Hindernissen auf Quantenhardware.

Der Software-Layer von Haiqu spielte dabei eine zentrale Rolle: Er reduzierte die Schaltkreistiefe, optimierte algorithmische Subroutinen und setzte Fehlerreduktionsverfahren ein, wodurch ein mehrstufiger Workflow möglich wurde, der mit heutiger Hardware nicht zu realisieren wäre. Das hybride quantenklassische OSSLBM-Framework zeigt einen praktischen Weg zur fortschrittlicheren Quanten-CFD, während sich die Hardware weiterentwickelt.

ra ◀

SOMMER 2026

MULTI CAD

SOLUTIONS

www.win-verlag.de

Eine Publikation der WIN-Verlag GmbH & Co. KG

Zwei Technologien, eine digitale Zukunft:
**Virtual Twins und
Multi-CAD in der Luftfahrt**

Diversity im PLM



Nur wenige Unternehmen genießen heute noch den Luxus einer homogenen CAD-Umgebung. Laut einer Umfrage von PTC nutzen Unternehmen allein innerhalb ihrer eigenen Firewalls im Durchschnitt 2,7 CAD-Systeme. Für das Product Lifecycle Management (PLM) sind das große Herausforderungen. Die Lösung, auf die auch Lufthansa Technik setzt, heißt Multi-CAD. Von Jeff Zemsky

Manche Unternehmen setzen mehrere CAD-Systeme für die Konstruktion verschiedener Produktteile ein, um die vielfältigen Markt- und Kundenanforderungen sowie regulatorische Vorgaben zu erfüllen. Aufgrund von speziellen Designanforderungen ist dies manchmal notwendig, oft aber auch aufgrund organisatorischer Präferenzen sowie Fusionen und Übernahmen.

Die verschiedenen Systeme verursachen Ineffizienz und Redundanzen. Denn Daten müssen neu erstellt werden, es kommt zu Konvertierungsproblemen und die Konstruktionsabsicht kann leicht verlorengehen. Durch die Unterschiede zwischen den Systemen kann es sogar einfacher erscheinen, ein Modell von Grund auf neu zu erstellen, als es von einem CAD-System in ein anderes zu importieren.

Dies bringt erhebliche Herausforderungen für das Product Lifecycle Management (PLM) mit

sich. Ziel ist es, den gesamten Lebenszyklus eines Produkts zu verwalten, von seiner Konzeption bis zur Entsorgung. Das erfordert die Koordination zwischen verschiedenen Beteiligten und das Management großer Datenmengen. Sind mehrere CAD-Systeme im Einsatz, können sich diese Herausforderungen noch verschärfen, wenn das PLM-System nicht darauf ausgelegt ist, diese zu integrieren.

Vielfalt beherrschbar machen

Eine Lösung bietet Multi-CAD in PLM, also die Fähigkeit, Daten aus vielfältigen CAD-Systemen innerhalb eines einzigen PLM-Systems zu verwalten und zu integrieren. Mit Multi-CAD in PLM können Unternehmen ihre Produktentwicklungsprozesse über alle genutzten CAD-Systeme hinweg vereinfachen, da es möglich ist,

- über eine einzelne Benutzeroberfläche auf Daten aus verschiedenen CAD-Systemen zuzugreifen und diese anzuzeigen,
- Daten ohne Informations- oder Qualitätsverluste zwischen verschiedenen CAD-Systemen zu konvertieren und auszutauschen,
- für die Kommunikation und Zusammenarbeit mit zahlreichen Beteiligten ein gemeinsames Datenformat und eine gemeinsame Sprache zu nutzen,
- Änderungen und Revisionen von Daten aus verschiedenen CAD-Systemen zu kontrollieren und nachzuverfolgen,
- die Leistung und Qualität von Produkten mithilfe von Daten aus verschiedenen CAD-Systemen zu optimieren und zu validieren.

Windchill von PTC unterstützt zahlreiche CAD-Dateiformate, so dass verschiedene Teams in ihrer bevorzugten CAD-Software arbeiten können.

Dadurch unterstützt Multi-CAD in PLM Unternehmen dabei, ihre Effizienz, Qualität und Innovation in der Produktentwicklung zu verbessern. Fehler und Verzögerungen bei der Datenkonvertierung und -übersetzung werden vermieden, so dass sich die Entwicklungszeit und -kosten reduzieren lassen. Zudem ist die Produktentwicklung flexibler zu gestalten, weil die Ingenieure das beste CAD-System für die jeweilige Designaufgabe nutzen können. Dies fördert auch die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit in der Produktentwicklung. Und indem die Datenkonsistenz und -genauigkeit über verschiedene CAD-Systeme hinweg sichergestellt ist, stiegen die Qualität und Zuverlässigkeit der Produktentwicklung.

Multi-CAD bei Lufthansa Technik

Lufthansa Technik, Anbieter von Wartungs-, Reparatur- und Überholungsdienstleistungen (MRO) für Flugzeuge, Triebwerke und Komponenten, kam als weltweit tätiges Unternehmen mit mehr als 25 Jahren Erfahrung an einen Punkt, an dem sie ihr Teiledatenmanagement in einem PLM-System konsolidieren musste. Ein entscheidender Faktor für dieses PLM-System war die Fähigkeit, ein Multi-CAD-Unternehmen zu unterstützen.

„Als wir über eine PLM-Konsolidierung nachdachten, mussten wir uns entscheiden, welches PLM-System wir verwenden und mit welchem Unternehmen wir auf unserem Weg zu einem PLM-System zusammenarbeiten wollten“, berichtet Severin Todt, Senior Director of IT Design, Completion and Manufacturing bei Lufthansa Technik. „Aus dieser Herausforderung heraus entschieden wir uns nach einigen Vergleichen mit anderen PLM-Systemen für die CAD-Integration von PTC-Windchill, einem Minimum-Viable-Produkt, kurz MWM.“

Multi-CAD in Windchill

Windchill von PTC bietet Unternehmen eine robuste und flexible PLM-Plattform, die die Lücke zwischen Komplexität und Innovation schließt. Es unterstützt eine Vielzahl von CAD-Dateiformaten und ermöglicht damit die einfache Zusammenarbeit über verschiedene CAD-Tools hinweg ohne Kompatibilitätsprobleme. Durch diese Multi-CAD-Fähigkeit können Teams in ihrer bevorzugten CAD-Software arbeiten.

Um die Datenintegrität zu gewährleisten und die Verwaltung zu vereinfachen, lassen sich CAD-Daten im Originalformat speichern und verwalten, sodass Konvertierungen und Übersetzungen über-



flüssig werden. Änderungen und Revisionen werden in Windchill automatisch über verschiedene CAD-Systeme hinweg synchronisiert. So sind Konsistenz und Genauigkeit der Produktdaten gewährleistet.

Für einen einheitlichen Digital Thread lässt sich jede Phase der Produktentwicklung verbinden, von der Konzeption bis zum Service. Die Integration von CAD-Daten mit wichtigen Produktinformationen ermöglicht einen umfassenden Überblick.

Zudem integriert sich Windchill nahtlos in IoT- und Augmented-Reality-Plattformen und Generative-Design-Tools. Dies eröffnet Unternehmen Möglichkeiten für vorausschauende Wartung, immersive Produkterlebnisse und KI-gesteuerte Designoptimierung.

[ra]

Sind mehrere CAD-Systeme im Einsatz, kommt es häufig zu Ineffizienz und Redundanzen. Denn Daten müssen neu erstellt werden, es kommt zu Konvertierungsproblemen und die Konstruktionsabsicht kann leicht verlorengehen.

Autor Jeff Zemsky

VP, Windchill Product Management bei PTC

Intelligenz und visuelle Gestaltung

IMSI Design veröffentlicht mit TurboCAD 2026 ein Upgrade, das mehr als 100 neue Funktionen und Verbesserungen bietet. So soll die Arbeitsumgebung der Software für Fachleute aus Architektur, Ingenieurwesen, Fertigung und Visualisierung schneller, intuitiver und intelligenter werden.

Ein neuer Mehrsprachen-Installer vereinfacht die Einrichtung, da alle unterstützten Sprachen in einem Paket enthalten sind.

TurboCAD 2026 führt eine modernisierte Benutzeroberfläche ein – darunter ein neuer Umschalter für helles/dunkles Design, ein überarbeitetes Zeichenmenü sowie eine deutlich schnellere Befehlssuche, die Werkzeuge mit vorausschauenden Vorschlägen und klaren Symbolen sofort auffindbar macht. So passt sich die Entwurfspalette nun flüssiger an sich entwickelnde Modelle an, hält Beschriftungen stabil und erlaubt, Objekte jederzeit hinzuzufügen oder zu entfernen. Weitere Verbesserungen umfassen klarere Startseitenmeldun-

gen, ein Menü für zuletzt verwendete Befehle für den schnellen Zugriff sowie eine aktualisierte Web-View2-Engine für reaktionsschnelle HTM-basierte Komponenten.

Installation und Bereitstellung

Ein neuer Mehrsprachen-Installer vereinfacht die Einrichtung, indem alle unterstützten Sprachen in einem einzigen Paket enthalten sind. Nutzer können ihre bevorzugte Sprache der Benutzeroberfläche während der Installation auswählen und jederzeit ohne Neuinstallation wechseln.

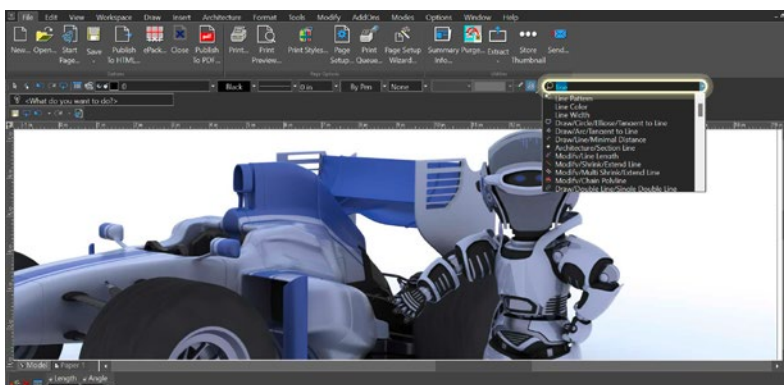
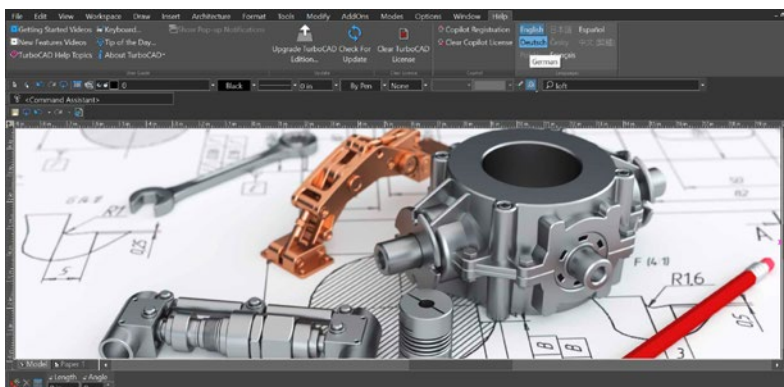
Das Programm ist vollständig in Englisch, Französisch und Deutsch lokalisiert. Weitere Sprachen sind im Installer enthalten und werden fortlaufend ergänzt. Aktualisierte Sprachdateien werden im Zuge der laufenden Lokalisierungen über In-App-Patches bereitgestellt. Außerdem beinhaltet die Anwendung eine intelligente Dateioorganisation für Bilder, Berichte und Protokolle ein, zusammen mit einem Modus für den sauberen Start, der anfängliche Dialoge für Fehlerbehebung oder kontrollierte Bereitstellung überspringt.

Interoperabilität und Dateiformate

TurboCAD 2026 integriert aktualisierte Teigha-(ODA-)Bibliotheken für eine verbesserte DWG-/DXF-Kompatibilität und ergänzt den direkten 2D-Adobe-PDF-Import, der PDF-Zeichnungen in bearbeitbare CAD-Geometrien umwandelt. Neue IGES-Optionen bieten sowohl ODA-basierte als auch ACIS-gestützte Importpfade und unterstützen damit eine breite Palette technischer Arbeitsabläufe. Diese Version aktualisiert außerdem die native CAD-Übersetzerunterstützung für SolidWorks, NX, CATIA und Solid Edge im Platinum-Produkt.

Neue Zeichen- und Modellierungswerkzeuge erweitern jetzt auch die kreative und technische Kontrolle. Grafik auf Pfad ermöglicht das flüssige Platzieren von Objekten entlang von Kurven, während das verbesserte Trennwerkzeug eine präzise, maßgesteuerte Segmentierung unterstützt.

Für 3D-Arbeitsabläufe führt TurboCAD 2026 die direkte 2D-Abwicklung für Blechbearbeitung ein, ein verbessertes Abwicklungswerkzeug mit K-Faktor-Steuerung, eine Option für geschlossene Loftflächen sowie die Prägeprojektion zum direkten Einbetten von Kurven oder Text in die Volumenkörper.



Die modernisierte Benutzeroberfläche enthält einen neuen Umschalter für helles/dunkles Design sowie eine schnellere Befehlssuche, die Werkzeuge mit Vorschlägen und klaren Symbolen sofort auffindbar macht.

Rendering und Visualisierung

Die Lösung bietet die bislang schnellste ACIS-Leistung, mit einer 10- bis 15-mal schnelleren Render-Vorbereitung für Modelle mit mehreren Flächenmaterialien. Die Visualisierungs-Engine wurde für flüssigere Navigation, höhere Stabilität und eine genauere Darstellung komplexer Baugruppen aktualisiert.

Zudem bringt das neue Copilot-Rendering, verfügbar im Zusatzmodul Copilot Professional, Konzeptvisualisierung direkt in TurboCAD. Beschreibt man Stil, Beleuchtung, Materialien oder Stimmung, so erzeugt der Copilot ausdrucksstarke Konzeptbilder direkt über die Zeichnung, ohne die Geometrie zu verändern oder den Arbeitsbereich zu verlassen. Varianten erscheinen sofort, so dass sich Richtungen leicht vergleichen und Ideen weiterentwickeln lassen. Jedes Ergebnis wird als benannte Copilot-Ansicht gespeichert, damit Designer ihre Konzepte jederzeit erneut aufrufen oder neue Varianten ableiten können. So wird die frühe Visualisierung zu einem schnellen, intuitiven und vollständig in das technische Modell integrierten Teil des Konstruktionsprozesses. Weitere Funktionen umfassen von Copilot erzeugte Texturen und eine Teilesuche für mechanische Komponenten.

Der neue Befehlsassistent interpretiert Anfragen in natürlicher Sprache und zeigt relevante Befehle sofort an. Der Auslöser für intelligente Hilfe blendet kontextbezogene Anleitung ein, sobald Werkzeuge aktiviert werden. Neue umschaltbare Anfrage-Registerkarten machen die Interaktion mit Copilot klarer und vorhersehbarer.

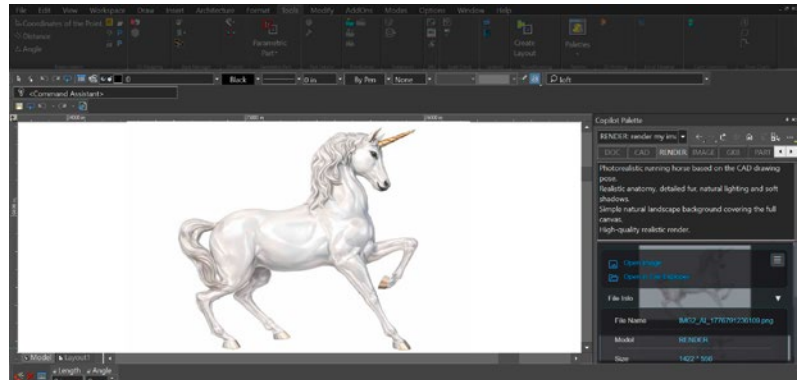
„Copilot-Rendering ist ein Durchbruch für die frühe Visualisierung“, sagt Tim Olson, Vice President von Imsi Design. „Designer können Ideen direkt in der CAD-Umgebung erkunden, ohne ihren Arbeitsablauf zu unterbrechen.“

Rita Buschmann, Vice President Product Management, CAD and Home Design, sagt dazu: „TurboCAD 2026 bietet ein klareres, schnelles und intuitives Konstruktionserlebnis. Von der modernisierten Oberfläche, dem einheitlichen Installer und verbesserten Zeichenwerkzeugen bis hin zu deutlichen Leistungsgewinnen in ACIS und der Visualisierungs-Engine stärkt diese Version alltägliche Arbeitsabläufe von Profis.“

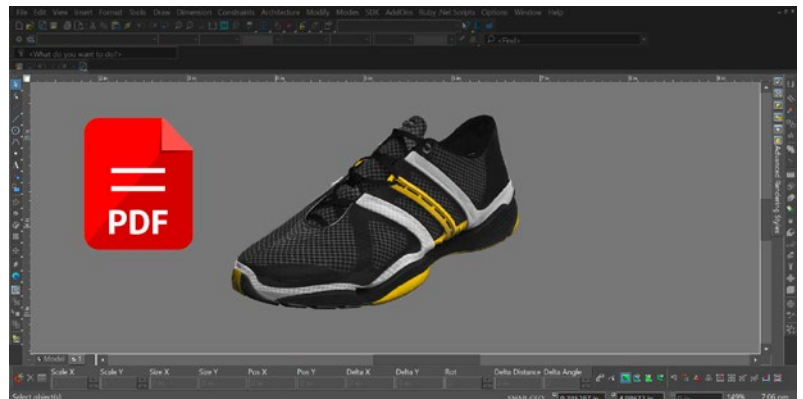
Verfügbarkeit und Preise

TurboCAD 2026 ist ab sofort erhältlich und in den Varianten Platinum, Professional, Deluxe und Designer erhältlich. Alle Varianten gibt es als Dauerlizenzen oder über flexible Laufzeiten, einschließlich Optionen für ein Jahr und drei Jahre.

Alle Käufe der Software umfassen eine kostenlose Testversion von TurboCAD Copilot Help, einem optionalen Plug-in auf Basis von Retrieval Augmented Generation (RAG). Copilot Help liefert kon-



Zu den neuen TurboCAD-Funktionen 2026 gehörtauch Copilot Render für Konzeptbilder direkt über CAD-Zeichnungen.



textbezogene Antworten aus vertrauenswürdigen Dokumentationen, FAQs, Video-Tutorials und Produkthandbüchern und bietet so eine unmittelbare, relevante Unterstützung direkt in der Konstruktionsumgebung. Ebenfalls enthalten sind der neue Befehlsassistent, der Anfragen in natürlicher Sprache interpretiert und passende Werkzeuge anzeigt, sowie der Auslöser für intelligente Hilfe, der automatisch kontextbezogene Anleitung einblendet, sobald Befehle aktiviert werden. Nach der Testphase ist Copilot Help für rund 90 Euro erhältlich.

Für Anwender, die ein dynamischeres und stärker in den Konstruktionsprozess integriertes Erlebnis wünschen, steht TurboCAD Copilot Professional als optionales Plug-in zur Verfügung. Es umfasst sämtliche Funktionen von Copilot Help und erweitert diese um KI-gestützte Werkzeuge für Visualisierung, Materialentwicklung, Teilesuche, Interaktion mit CAD-Daten in natürlicher Sprache, allgemeine KI-Unterstützung, Text-zu-Bild-Erzeugung, Szenenanalyse, visuelle Berichte, einfache Text-zu-CAD-Erstellung sowie die Erstellung und Bearbeitung parametrischer Teile. Zu den neuen Funktionen 2026 gehören Copilot Render für Konzeptbilder direkt über CAD-Zeichnungen, Copilot-Bilder als Materialtexturen sowie die Copilot-gestützte Teilesuche zum Einfügen mechanischer Komponenten über eine natürliche Sprachsuche. Es ist mit einjähriger Laufzeit für rund 260 Euro oder für drei Jahre zu rund 770 Euro erhältlich.

[ra]

TurboCAD 2026 ergänzt den direkten 2D-Adobe-PDF-Import, der PDF-Zeichnungen in bearbeitbare CAD-Geometrien umwandelt.

Die Zukunft des Regionalflugverkehrs



Von immersiven Verkaufserlebnissen bis hin zu optimierten Zertifizierungsprozessen – Deutsche Aircraft nutzt die Virtual-Twin-Technologie von Dassault Systèmes, um die nächste Generation nachhaltiger Regionalflugzeuge zum Leben zu erwecken. Von Jeroen Buring

Die D328eco: Das Regionalflugzeug der nächsten Generation von Deutsche Aircraft – mit geringeren Emissionen, modernem Komfort und maximaler Effizienz auf regionalen Strecken.

Ein Airline-Manager setzt ein Apple-Vision-Pro-Headset auf – und wird damit sofort in die Zukunft des Regionalflugs versetzt. Während er über eine mögliche Erweiterung seiner Flotte nachdenkt, erlebt er die D328eco, das neue Regionalflugzeug von Deutsche Aircraft, hautnah. Schritt für Schritt erkundet er die virtuelle Kabine, von den Sitzen und Lichtkonzepten bis zu den Gepäckfächern und der Gangbreite. Schließlich wechselt die Perspektive zur Montagehalle, wo er live verfolgen kann, wie das Flugzeug in der Endmontage entsteht.

Die D328eco knüpft an das bewährte Design der Dornier 328 an und verbindet es mit modernster Avionik, höherer Leistung und der Möglichkeit, nachhaltige Flugkraftstoffe (SAF) zu nutzen. Das Ergebnis: geringere Emissionen bei gleichbleibender Reichweite und Zuverlässigkeit. Das flexible Design und die Kraftstoffeffizienz machen es zur idealen Wahl für Kurz- und Mittelstrecken – sowohl in etablierten als auch in aufstrebenden Märkten.

„Unsere Vision ist es, ein neues Produkt für die Regionalluftfahrt zu schaffen“, erklärt Nico Neumann, CEO von Deutsche Aircraft. „Wir bauen auf der DNA der Dornier 328 auf und integrieren neue Technologien.“

Digitale Innovation steht im Zentrum dieser Vision. Durch die Entwicklung der D328eco auf der 3D-Experience-Plattform von Dassault Systèmes

beschleunigt Deutsche Aircraft jeden Schritt des Prozesses – von Design und Tests über Zertifizierung bis zur Produktion.

Die D328eco ist auf Flexibilität ausgelegt: von den Konfigurationsmöglichkeiten bis hin zu den Leistungsmerkmalen. Sie meistert heiße und hochgelegene Umgebungen, kann auf kurzen Pisten starten und landen und lässt sich für verschiedene Einsätze anpassen, einschließlich Fracht, medizinische Evakuierung und humanitäre Hilfe. Diese Vielseitigkeit macht sie besonders geeignet, um der wachsenden Nachfrage in unterversorgten Regionen gerecht zu werden, in denen zuverlässiger Flugverkehr einen echten Unterschied ausmacht.

„Es gibt eine enorme Nachfrage nach Flottenersatz, aber auch ein starkes Wachstum in Märkten wie Indien“, so Neumann. „Während große Drehkreuze gut vernetzt sind, bleiben viele Regionen bislang unerschlossen. Wir schließen diese Lücke, durch Flexibilität, niedrige Kosten und hohe Zuverlässigkeit.“

Virtual-Twin-Technologie

Nachhaltigkeit ist ein zentraler Bestandteil der Strategie von Deutsche Aircraft mit dem Ziel, nachhaltige Prinzipien in allen Phasen des Produktentwicklungszyklus zu verankern – nicht als isolierten Punkt, sondern als natürliche Konsequenz intelligenter und effizienter Ingenieursarbeit. „Nachhaltigkeit entsteht durch intelligenteres Handeln“, erklärt Neumann. „Wenn wir den Kraftstoffverbrauch senken und die Effizienz in Zertifizierung und Produktion steigern, reduzieren wir gleichzeitig Abfall, Aufwand und Emissionen. Alles hängt zusammen.“ Die enge Zusammenarbeit mit Dassault Systèmes unterstützt genau diesen Ansatz. „Die Partnerschaft ist sehr kollaborativ“, so Neumann. „Wir arbeiten gemeinsam an Innovationsprojekten

und testen neue Fähigkeiten. Unsere Agilität als kleineres Unternehmen erlaubt es uns, dabei sehr flexibel zu handeln.“

Ein entscheidender Vorteil des digitalen Ansatzes von Deutsche Aircraft ist die Möglichkeit, das Verhalten des Flugzeugs bereits lange vor der physischen Produktion zu simulieren. Der Umstieg von herkömmlichen 2D-Zeichnungen auf immersives 3D-Design in Catia, gesteuert durch die Virtual Twin-Technologie, hat die Arbeitsweise von Engineering und Flugtests grundlegend verändert. „Unsere Ingenieure und Testpiloten fliegen das Flugzeug bereits virtuell“, sagt Neumann. „Der virtuelle Zwilling ermöglicht Tests am Boden und reduziert Risiken während der Flugtestkampagnen.“

Im voll funktionsfähigen Engineering-Flugsimulator wird jeder Aspekt der Leistung der D328eco geprüft. Die Simulationen sind mit dem virtuellen Zwilling verbunden, wodurch ein kontinuierlicher Feedback-Kreis entsteht. Designentscheidungen, Testergebnisse und operative Erkenntnisse werden erfasst, verglichen und in Echtzeit optimiert. Auch Zulieferer werden in die 3D-Experience-Plattform eingebunden, um einen durchgängigen Informationsfluss und eine kollaborative Arbeitsumgebung entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu schaffen. „Digitalisierte, optimierte Daten sind die Währung von morgen“, betont Neumann. „Durch den Einsatz des virtuellen Zwillings über den gesamten Lebenszyklus können wir die Zuverlässigkeit steigern und Betreibern helfen, Kosten zu senken – und genau das ist letztlich entscheidend.“

Von Zertifizierung bis Aftermarkt

Die 3D-Experience-Plattform unterstützt nahezu alle Aspekte des Flugzeugprogramms – von Engineering und Tests über Zertifizierungen und Schulungen bis hin zu Kundendemonstrationen und Fabrikplanung. „Zertifizierung ist unser oberstes Ziel.

Mit Dassault Systèmes nutzen wir moderne Prozesse und Lösungen, um diese so effizient wie möglich zu gestalten“, erklärt Neumann. „Unser Zertifizierungsprogramm folgt den EASA-Produktänderungsregeln. Wir verfügen bereits über ein Typenzertifikat, das wir nun für neue Modelle anpassen.“

Die 3D-Experience-Plattform wird in der Advanced Air Mobility häufig genutzt, um die nächste Generation von Flugzeugen zu zertifizieren. Die Expertise von Dassault Systèmes schafft dabei zusätzlichen Mehrwert, indem OEMs mit den Aufsichtsbehörden vernetzt werden.

Enovia übernimmt eine zentrale Rolle beim Management von Produktdaten, Konstruktionsänderungen und der Rückverfolgbarkeit während des gesamten Zertifizierungsprozesses. Jede Designentscheidung, Anforderung und Aktualisierung wird dokumentiert und ist jederzeit zugänglich, wodurch die Zusammenarbeit zwischen Teams und Regulierungsbehörden deutlich effizienter wird. Die gleiche digitale Basis unterstützt auch die Planung von Aftermarket-Services. Durch die Erfassung aller Details in einem System kann Deutsche Aircraft den Support für Betreiber individuell anpassen – insbesondere für kleinere Unternehmen, die auf hohe Zuverlässigkeit und klare Wartungsprozesse angewiesen sind.

„Was wir vom virtuellen Zwilling benötigen, ist die Möglichkeit, Zertifizierung und Aftermarket gleichzeitig zu unterstützen“, sagt Neumann. „Es ist beeindruckend, was alles möglich ist. Wir können den virtuellen Zwilling nutzen, um Kunden zu unterstützen, Schulungen anzubieten und Zertifizierungsanforderungen für Behörden zu erfassen.“

Aufbauend auf dieser digitalen Kontinuität erweitert Deutsche Aircraft die Möglichkeiten der Virtual-Twin-Technologie auch auf Vertrieb, Marketing und Zulieferer. Mit der 3D-Live-App der 3D-Experience-Plattform projiziert das Apple-Vision-Pro-



Die D328eco knüpft an das bewährte Design der Dornier 328 an und verbindet es mit moderner Avionik, höherer Leistung und der Möglichkeit, nachhaltige Flugkraftstoffe (SAF) zu nutzen.

Mit der 3D-Eexperience-Plattform gestaltet Deutsche Aircraft jedes Detail der D328eco: von Kabinenlayouts bis hin zu Türmechanismen.



Headset maßstabsgetreue, wissenschaftlich präzise virtuelle Zwillinge direkt in die Umgebung der Nutzer. Ingenieure, Zulieferer und potenzielle Kunden können in die vollständig interaktive, räumliche Computing-Erfahrung eintreten, die D328eco-Kabine erkunden, komplexe Systeminteraktionen beobachten und den Zusammenbau des Flugzeugs virtuell nachvollziehen. Crews profitieren von intuitiven, prozessintegrierten Trainings, um kritische Verfahren auf sichere, wiederholbare und immersive Weise zu erlernen – dank 3D-Live auf der Apple Vision Pro. Diese Erfahrung ist das Ergebnis einer Partnerschaft zwischen Dassault Systèmes und Apple und wird durch dieselbe Virtual-Twin-Technologie ermöglicht, die Deutsche Aircraft für Design, Tests, Zertifizierung und Produktion seiner Flugzeuge verwendet. „Unsere Kunden und Zulieferer können nicht nur das Flugzeug erkunden, sondern auch erleben, wie die Endmontagelinie aufgebaut ist“, berichtet Neumann. „So erhalten sie einen realistischen Eindruck davon, wie alles auf Basis realer Daten funktioniert.“

Die immersive Umgebung unterstützt die kollaborative Planung entlang der gesamten Wertschöpfungskette, beschleunigt die Designvalidierung und vereinfacht die Kommunikation. Ob ein Zulieferer die Einbautoleranzen überprüft, Wartungsteams Verfahren durchspielen oder Kunden Kabinenkonfigurationen prüfen – alle arbeiten mit denselben detaillierten, aktuellen Informationen innerhalb eines integrierten Workflows.

„In Ländern wie Indien benötigen Hersteller 3D-Daten“, sagt Neumann. „Das verschafft uns einen Geschwindigkeitsvorteil. Trainings, Wartungssimulationen und Präsentationen lassen sich so klar in einer einzigen Erfahrung vermitteln.“

Digital-First-Strategie

Deutsche Aircraft macht nun den Schritt von der virtuellen Entwicklung zur realen Umsetzung. Mit der D328eco auf dem Weg in die Produktionsphase

plant das Unternehmen die CO₂-neutrale Montagelinie in Leipzig mithilfe von Delmia vollständig virtuell. Durch die Erstellung eines virtuellen Zwillings der Fertigungsanlage kann das Team jedes Detail exakt planen, vom Fabriklayout über die Ressourcenverteilung bis hin zu Materialfluss und Arbeitsanweisungen.

Bald steht die erste Flugtestkampagne an. Alle gewonnenen Daten fließen zurück in den virtuellen Zwilling, wobei Simulia die Verbindung zwischen virtuellen Simulationen und realen Daten herstellt. Dies ist ein entscheidender Schritt auf dem Weg zum kommerziellen Betrieb und ein Meilenstein, der den kontinuierlichen Fortschritt und das Engagement des Unternehmens für eine nachhaltigere Zukunft des Regionalflugs unterstreicht.

„Wir gehen vom digitalen Flugzeug zur physischen Produktion über“, erläutert Neumann. „Alle gesammelten Daten fließen direkt zurück in den virtuellen Zwilling, sodass wir virtuelle Testergebnisse kontinuierlich mit den realen Flugtestergebnissen vergleichen können. Unser Ansatz basiert auf kontinuierlichem Lernen und Optimieren.“

Neue Werteformel

Dassault Systèmes ist als Ökosystempartner in der Advanced Air Mobility anerkannt und kombiniert bewährte Lösungen mit aufkommenden Technologien wie Sense Computing aus seiner Generation der 3D UNIV+RSES. Für Deutsche Aircraft ist diese Partnerschaft zentral für die Umsetzung der Digital-First-Strategie. Während das D328eco-Programm an Fahrt gewinnt, zeigt sich Neumann begeistert, wie Deutsche Aircraft den Regionalflug neu definiert und Menschen und Orte weltweit besser miteinander verbindet. „Deutsche Aircraft wird sich als regionaler OEM aus Deutschland etablieren und steht für Qualität und Exzellenz steht“, betont er. [ra]

Autor: Jeroen Buring

Senior Director, Dassault Systèmes

3D-Modelle unterschiedlicher Systeme müssen sich konvertieren, prüfen und reparieren lassen.

Datenaustausch im MultiCAD-Alltag

Mit CADdoctor SX 11 ist eine neue Hauptversion für Deutschland, Österreich und die Schweiz verfügbar. Das Release soll zentrale CAD-Adapter und Neutralformate verbessern – für einen fehlerfreien Austausch von 3D-Modellen in heterogenen Systemumgebungen.

Mit SX 11 werden Schnittstellenstände und Austauschstandards auf aktuelle Versionen gebracht. Dazu zählen Updates für CAD-Umgebungen, etwa Catia V5 und Siemens NX, aber auch Kernel- und Neutralformate wie Parasolid, Step AP242 und JT.

Laut Camtex ist der Einsatz des Programms besonders dann sinnvoll, wenn Projekte mit unterschiedlichen CAD-Ständen, Lieferanten-Setups oder Toolchains arbeiten und eine Übersetzungskette über mehrere Stationen hinweg stabil bleiben muss. Vor dem Hintergrund immer kürzer angelegter Entwicklungszeiten, ist die Automatisierung der Konvertierung, Reparatur und Optimierung von CAD-Daten ein echter Wettbewerbsvorteil. Der Datenaustausch scheitert eher selten am Prozess an sich, vielmehr an Details wie Versionssprüngen, heiklen Importen oder kleinen Geometriefehlern, meint Sandro Leimbach, Techniker bei Camtex.

CADdoctor SX als Branchenlösung

Die Software ist eine Paketlösung, da die Module gebrauchsfertig zu Software-Bundles zusammengefügt sind. Von Konvertierung über Datenreparatur bis zum Vereinfachen oder Erstellen reiner Hüllgeometrien werden die Funktionen kombiniert. So stehen für die Praxis drei Hauptpakete im Vordergrund: Das Trans-Paket fokussiert die Konver-

tierung und Reparatur als „Schnittstelle“ zwischen CAD-Systemen, während das FEM-Paket CAE-Workflows adressiert und durch Vereinfachung und Außenhüllen die Komplexität und das Datenvolumen großer Assemblies reduziert. Das Mold-Paket kombiniert ein Formenbaumodul und vereinfachte Funktionen, etwa zum Entfernen von Radien oder Schließen von Durchbrüchen, aber auch um Hinterschnitte und Entformungsschragen zu erkennen oder Wandstärken zu analysieren.

Die Software ist bei Camtex erhältlich. Der Reseller für die DACH-Region vertreibt die deutschsprachige Version und unterstützt bei Installation und Konfiguration. [ra]

„Gerade wenn Daten von Kunden, Zulieferern oder aus unterschiedlichen Abteilungen zusammenlaufen, entscheidet eine saubere Konvertierung darüber, ob Modelle direkt weiterverarbeitet werden können, oder ob zeitintensive manuelle Nacharbeit droht.“

Funktionen und Neuerungen der Version 11.0

Aktuelle Format-Updates: unterstützt die neuesten Versionen gängiger Systeme wie CATIA V5 (bis R35/V5-6R2025), NX (bis 2412 Series), Parasolid (bis V37.0) und STEP.

Datenbereinigung & Reparatur: erkennt und korrigiert automatisch Geometriefehler, um 3D-Modelle für nachgelagerte Prozesse (wie CAM oder CAE) vorzubereiten.

Feature-Vereinfachung: entfernt unnötige Details, um Dateigrößen zu reduzieren und geistiges Eigentum bei der Weitergabe an Zulieferer zu schützen.

Spezialmodule: beinhalten umfangreiche Tools für den Werkzeugbau (etwa Wandstärken- und Hinterschnittanalyse) sowie Reverse Engineering zur Aufbereitung von Punktwolken.

Innovation im Anflug

In der hochsensiblen Luftfahrt- und Verteidigungsbranche entscheiden Präzision und Materialeigenschaften über Erfolg oder Misserfolg. Arvind Rangarajan, Global Head of Product & Strategy, HP Additive Manufacturing Solutions, erläutert im Interview, wie industrielle 3D-Drucklösungen – von Multi Jet Fusion bis hin zu Hochleistungsfilamenten – die Grenzen des Machbaren verschieben.

Autocad Magazin: Wie ermöglichen Multimaterial-Druck und Funktionsintegration im 3D-Druck neue, leistungsfähigere Komponenten für Luftfahrt- und Verteidigungsanwendungen?

Arvind Rangarajan: Die additive Fertigung hebt traditionelle Designbeschränkungen auf und erlaubt es Ingenieuren, Bauteile völlig neu zu denken. Mit Technologien wie HP Multi Jet Fusion (MJF) werden komplexe Geometrien, dünnwandige Strukturen und die Konsolidierung von Bauteilen wirtschaftlich rentabel. Das reduziert das Gewicht, erhöht die Haltbarkeit und minimiert potenzielle mechanische Schwachstellen.

Obwohl der MJF-Prozess von HP keinen Multimaterial-Druck im klassischen

Sinne unterstützt, profitieren Hersteller massiv von der Funktionsintegration: Mehrere traditionell gefertigte Einzelteile lassen sich zu optimierten Baugruppen aus einem einzigen Material zusammenfassen. Das Ergebnis sind stabilere, leichtere und zuverlässigere Komponenten bei gleichzeitig vereinfachten Produktions- und Wartungsabläufen.

Wo zahlt sich das besonders aus?

Arvind Rangarajan: Diese Designfreiheit wird durch die Industrial Filament 3D-Drucklösungen von HP ergänzt, die den Einsatz von Hochtemperatur- und Hochleistungsmaterialien für kritische Anwendungen ermöglichen. Durch die Kombination fortschrittlicher Geometrien mit Materialien, die extremen thermischen und mechanischen Belastungen standhalten, können Hersteller voll funktionsfähige Serienteile für anspruchsvolle Umgebungen produzieren. In unbemannten Flug- oder Unterwassersystemen bedeutet dies eine höhere Ausdauer, bessere Effizienz und widerstandsfähigere Plattformen – Leistungssteigerungen, die herkömmliche Fertigungsverfahren in dieser Form nicht bieten können.

Inwieweit treibt die Industrialisierung der additiven Fertigung den Einsatz des 3D-Drucks in sicherheitskritischen Bereichen voran?

Arvind Rangarajan: Die Industrialisierung ist der entscheidende Wendepunkt für den Einsatz der additiven Fertigung

in der Luftfahrt und Verteidigung. Mit Plattformen wie HP MJF können sich Hersteller auf validierte Materialien, streng kontrollierte Prozesse und konsistente, wiederholbare Ergebnisse verlassen. Dies ist essenziell, um die strengen Anforderungen der Branche an Qualifizierung und Zuverlässigkeit zu erfüllen.

Dank dieser technologischen Reife entwickelt sich der 3D-Druck vom Experimentierstadium hin zur echten Serienproduktion. Die Teile sind nicht nur sofort einsatzbereit, sondern bieten auch die mechanische Integrität, die für extreme Einsatzbedingungen erforderlich ist. Lösungen wie die Industrial Filament 3D-Drucker von HP mit dem Material Management System (MMS) garantieren zudem eine vollständige Rückverfolgbarkeit über den gesamten Produktionsprozess hinweg. Jedes Teil kann somit präzise nachverfolgt, verifiziert und qualifiziert werden. Das beschleunigt die Akzeptanz in Unternehmen, die darin einen skalierbaren, serienreifen Ansatz für mehr Compliance und Leistung sehen.

Welche Rolle spielt die Automatisierung der Prozesskette – vom Pulverhandling bis zum Post-Processing – für die Zuverlässigkeit und Skalierbarkeit?

Arvind Rangarajan: Automatisierung ist der Schlüssel zu Zuverlässigkeit und Skalierbarkeit. Durch die Standardisierung der gesamten Prozesskette – vom Materialhandling bis zum Oberflächenfinish – minimieren Hersteller Abweichungen und sichern eine gleichbleibende Bauteilqualität über alle Produktionsläufe hinweg. Diese Kontrolle ist entscheidend, da bereits geringste Abweichungen die Gesamtleistung und Konsistenz beeinflussen können. Zudem ermöglicht die



Arvind Rangarajan, Global Head of Product & Strategy, HP Additive Manufacturing Solutions.





Durch die Kombination der qualitätsgesicherten Fertigung von HP mit den Digital Inventory Services (DIS) und dem globalen Logistiknetzwerk von Würth können Hersteller Ersatzteile in sichere, digitale Workflows überführen.

Automatisierung einen höheren Durchsatz, sodass fortschrittliche Komponenten in den erforderlichen Mengen produziert werden können, ohne Kompromisse bei der Qualität einzugehen.

Wie verändert die dezentrale, lokale Fertigung per 3D-Druck die Logistik und Lieferketten in der Branche?

Arvind Rangarajan: Die additive Fertigung ermöglicht es, die Produktion näher an den Ort des Bedarfs zu verlagern. Die Multi Jet Fusion-Technologie unterstützt agile On-Demand-Einsätze: Teile werden lokal gefertigt, was Lieferzeiten verkürzt und die operative Resilienz erhöht. Die Fähigkeit, digitale Dateien statt physischer Bestände zu bewegen, ist ein tiefgreifender struktureller Wandel. Dies steigert die Flexibilität erheblich – insbesondere in Umgebungen, in denen der Zugang zu traditioneller Versorgungsinfrastruktur begrenzt ist.

Welches Potenzial bieten digitale Ersatzteillager für die schnelle Verfügbarkeit von Komponenten?

Arvind Rangarajan: Digitale Inventare ermöglichen es Organisationen, physische Lagerbestände durch sichere, qualifizierte Datensätze zu ersetzen, die bei Bedarf gedruckt werden. Dies reduziert Lagerkosten, vermeidet das Veralten von Beständen und sichert den schnellen Zugriff auf kritische Komponenten. Dieser Ansatz ist besonders wertvoll für die Luftfahrt sowie für unbemannte Systeme, lässt sich aber auf alle Branchen

mit komplexen Lieferketten oder langen Vorlaufzeiten übertragen.

Können Sie uns, bitte, ein Beispiel nennen?

Arvind Rangarajan: Die Zusammenarbeit von HP mit der Würth Additive Group zeigt, wie dieses Modell in großem Maßstab funktioniert. Durch die Kombination der qualitätsgesicherten Fertigung von HP mit den Digital Inventory Services (DIS) und dem globalen Logistiknetzwerk von Würth können Hersteller Ersatzteile in sichere, digitale Workflows überführen. Die Einbettung in das Logistik-Ökosystem von Würth gewährleistet Echtzeit-Verfügbarkeit, konsistente Validierung und eine sichere Produktion an verteilten Standorten.

Das Praxisbeispiel verdeutlicht den Nutzen: Während der Lieferkettenunterbrechungen in der Pandemie identifizierte Würth Kanada eine Reparaturkette, der jährlich fast 300.000 CAD an Mietwagenkosten entstanden, weil Reparaturen stockten. Grund waren zu 85 % einfache, aber nicht verfügbare Karosserie-Clips. Durch die Digitalisierung dieser Kleinteile und die lokale additive Fertigung konnten Komponenten, deren Beschaffung früher Wochen dauerte, innerhalb weniger Tage bereitgestellt werden. In Kombination mit Hochleistungsmaterialien sichert dieser Ansatz die Produktion langlebiger Endbauteile, die genau die Leistung und Reaktionsfähigkeit bieten, die in anspruchsvollen Branchen gefordert sind. *anm* ◀

Herr Rangarajan, vielen Dank für das Gespräch.

**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

**WIN
VERLAG**

Mit 3D-Druck auf die Überholspur

Schnellere Entwicklungszyklen, leichtere Bauteile und Konstruktionen, die mit klassischen Fertigungsverfahren kaum realisierbar wären: BBI Autosport setzt gemeinsam mit der Application Innovation Group von 3D Systems konsequent auf additive Fertigung. Das Ergebnis sind leistungsstärkere Komponenten, beschleunigte Innovationsprozesse und Freiheiten im Hochleistungsfahrzeugbau.

BBI Autosport nutzt industrielle 3D-Drucktechnologien von 3D Systems, um Entwicklungs- und Fertigungsprozesse im Hochleistungsfahrzeugbau zu beschleunigen. Gemeinsam mit der Application Innovation Group (AIG) setzt das Unternehmen auf schnelle Prototypenerstellung und die additive Fertigung komplexer Bauteile, um Entwicklungszyklen zu verkürzen, aerodynamische und thermische Komponenten zu optimieren und Konstruktionen umzusetzen, die mit konventionellen Verfahren nicht realisierbar wären. Von Hochleistungskrümmern bis hin zu komplexen Kühlsystemen ermöglicht der 3D-Druck schnellere Iterationen, geringeres Bauteilgewicht und messbare Verbesserungen bei Leistung und Effizienz. Das 2005 in Huntington Beach, Kalifornien, gegründete Unternehmen BBI

Autosport hat sich von einer kleinen Performance-Werkstatt zu einem etablierten Namen im Porsche-Tuning entwickelt. Gründer Betim Berisha, ehemaliger Rennfahrzeugtechniker und Mitarbeiter des Porsche-Werksprogramms, verfolgte von Beginn an das Ziel, Motorsporttechnologie auf straßenzugelassene Fahrzeuge zu übertragen. Gemeinsam mit Dmitriy Orlov entstand daraus die Vision, die Präzision und Innovationskraft des Motorsports in die Entwicklung leistungsstarker Straßensportfahrzeuge einzubringen.

Früh erkannte Berisha das Potenzial, seine Erfahrungen aus dem professionellen Motorsport auf den Aftermarket-Bereich zu übertragen. „Für mich war klar, dass es einen großen Unterschied gab zwischen dem, was ich aus dem Motorsport kannte, und der Art und Weise, wie viele Menschen

an ihren Porsches arbeiteten“, erinnert er sich. „Also begann ich, dieses Wissen anzuwenden und BBI Schritt für Schritt in der Branche bekannt zu machen. Dann kam Dmitriy Orlov dazu.“

Zu diesem Zeitpunkt hatte sich BBI bereits einen Namen gemacht. Ein von BBI umgebaute Porsche 996 Turbo erreichte 2009 bei der Texas Mile eine Geschwindigkeit von 356 km/h. Ein weiterer Meilenstein folgte 2012 mit einem 1.500 PS starken Porsche 911 Turbo, der bei einem Halbmeilenrennen auf 330 km/h kam. Bis 2015 belegten von BBI entwickelte Fahrzeuge regelmäßig den ersten Platz beim Pikes Peak International Hill Climb.

„Additive Fertigung hat mich schon immer fasziniert – insbesondere dann, wenn sie neue Möglichkeiten eröffnet“, sagt Berisha. „Mit Dmitriy Orlov kam eine völlig neue Perspektive hinzu. Durch die additive Fertigung konnten wir Entwicklungsansätze verfolgen, die zuvor nicht denkbar gewesen wären. Seit seinem Einstieg hat sich unser Unternehmen technologisch weiterentwickelt.“



Von Hochleistungskrümmern bis hin zu komplexen Kühlsystemen ermöglicht der 3D-Druck schnellere Iterationen, geringeres Bauteilgewicht und messbare Verbesserungen bei Leistung und Effizienz.

Additive Fertigung als Treiber für Innovation

Dmitriy Orlov, heute CTO von BBI Autosport, treibt die technologische Weiterentwicklung des Unternehmens maßgeblich voran. Schon früh erkannte er das Potenzial der additiven Fertigung für die Entwicklung leistungsfähigerer Fahrzeugkomponenten. Bereits 2011 gründete er eine Beratungsfirma für Produktentwicklung und baute später zusätzlich einen

Bilder: BBI Autosport



BBI Autosport setzt gemeinsam mit der Application Innovation Group von 3D Systems konsequent auf additive Fertigung.

Service für 3D-Scanning und Reverse Engineering auf.

„Wir nutzen einen kleinen 3D-Drucker in unserer Werkstatt sehr gezielt“, erklärt Orlov. „Er ist ein zentraler Bestandteil unseres Entwicklungsprozesses. Ähnlich wie eine schnelle Skizze auf Papier ermöglicht er es uns, Ideen unmittelbar als physisches Bauteil umzusetzen und zu bewerten.“

Da viele Fahrzeugkomponenten die Kapazitäten eines Werkstattdruckers übersteigen, suchte BBI die Zusammenarbeit mit der Application Innovation Group (AIG) von 3D Systems. Ziel war es, neue Konstruktionsansätze gemeinsam mit Experten für additive Fertigung weiterzuentwickeln.

Die AIG ist ein internationales Team aus Ingenieuren und Anwendungsspezialisten, das Unternehmen bei der Entwicklung und Fertigung innovativer Produkte unterstützt. Die Experten arbeiten branchenübergreifend für Kunden aus Bereichen wie Luft- und Raumfahrt, Verteidigung, Motorsport sowie Energie und beraten sie mit dem Ziel, innovative Produktionsprozesse bestmöglich zu realisieren.

„Die Zusammenarbeit mit der AIG hat uns Zugang zu einem enormen Erfahrungsschatz verschafft“, sagt Orlov. „Dadurch konnten wir Geometrien entwickeln, deren Fertigung mit konventionellen Verfahren äußerst aufwendig wäre – insbesondere bei anspruchsvollen Werkstoffen wie Inconel. Gleichzeitig konnten wir die Anzahl von Schweißnähten und Verbindungen deutlich reduzieren. Das Ergebnis sind

leichtere Bauteile mit komplexeren Geometrien und besseren Leistungswerten.“

Orlov und sein Team entwickeln neue CAD-Konzepte auf Basis von 3D-Scandaten und nutzen anschließend das Know-how der AIG, um die Konstruktionen hinsichtlich Gewicht, Effizienz und Performance weiter zu optimieren.

„Ein großer Vorteil unserer Arbeit ist der Austausch zwischen verschiedenen Industriezweigen“, erläutert Joe Dopkowski, Business Development Manager und Application Engineer bei der AIG von 3D Systems. „Viele Lösungen, die sich beispielsweise in der Luft- und Raumfahrt oder im Motorsport bewährt haben, lassen sich auf neue Anwendungen übertragen. Dadurch können wir Entwicklungsprozesse erheblich beschleunigen.“

Vom Prototyp zum Serienbauteil

BBI setzt sowohl kunststoff- als auch metallbasierte 3D-Druckverfahren ein. Während additive Fertigung zunächst vor allem für Prototypen genutzt wurde, kommen die Bauteile heute zunehmend direkt in Fahrzeugen zum Einsatz. Besonders deutlich zeigt sich dies bei Ein- und Auslasskrümmern.

„Gerade in diesen Bereichen bietet die additive Fertigung erhebliche Vorteile gegenüber herkömmlichen Lösungen“, erklärt Orlov. „In der Formel 1 wurden solche Bauteile traditionell aus einzelnen Segmenten gefertigt und anschließend verschweißt. Mit additiv gefertigtem Inconel können wir Geometrien realisieren, die mit konventionellen Verfahren nicht umsetzbar wären. Gleichzeitig sind die Bauteile leichter und halten extremen Temperaturen dauerhaft stand.“

Neben den technischen Vorteilen verbessert die additive Fertigung auch die Effizienz in der Entwicklung.

„Die manuelle Herstellung komplexer Komponenten bindet erhebliche personelle Ressourcen“, so Orlov. „Durch die Zusammenarbeit mit der AIG können wir uns auf Konstruktion und Entwicklung konzentrieren, während die Fertigungsumsetzung parallel vorangetrieben wird. Das spart Zeit und beschleunigt den gesamten Entwicklungsprozess.“

Im Laufe der Jahre hat das Team gelernt, Bauteile gezielt für additive Fertigungsverfahren auszulegen und die

gestalterischen Freiheiten dieser Technologie konsequent auszuschöpfen. „Mit der additiven Fertigung müssen wir uns nicht länger an den Einschränkungen klassischer Fertigungsverfahren orientieren“, sagt Berisha. „Dadurch können wir Komponenten entwickeln, die sich konsequent an den funktionalen Anforderungen ausrichten. Das eröffnet neue Möglichkeiten für Leistung, Gewichtseinsparung und Effizienz.“

Viele dieser Entwicklungen stehen inzwischen kurz vor dem Übergang in die Produktion. „Die von uns entwickelten Fächerkrümmer werden schrittweise in die Fertigung überführt“, erläutert Orlov. „Darüber hinaus arbeiten wir an Fahrwerkskomponenten, Bauteilen aus Verbundwerkstoffen und Legierungen sowie an neuen Karosseriekonzepten.“

Die Zukunft der additiven Fertigung bei BBI

BBI verfolgt das Ziel, sich von einem Entwicklungsdienstleister für individuelle Porsche-Projekte zu einem Hersteller exklusiver Kleinserienfahrzeuge weiterzuentwickeln. Die additive Fertigung wird dabei eine zentrale Rolle spielen.

„Für Kleinserien bietet die additive Fertigung enorme Vorteile“, sagt Orlov. „Wir sind nicht auf Werkzeuge, hohe Mindeststückzahlen oder lange Vorlaufzeiten angewiesen. Stattdessen können wir hochwertige Bauteile bedarfsgerecht produzieren und dabei Werkstoffe einsetzen, die sich mit klassischen Verfahren nur schwer wirtschaftlich verarbeiten lassen.“

Parallel dazu haben Berisha und Orlov das Unternehmen Type-99 gegründet. Das neue Projekt verbindet klassische Fahrzeugentwicklung mit modernen digitalen Konstruktions- und Fertigungsmethoden. Ziel ist es, innovative Fahrzeuge zu entwickeln, die traditionelle Handwerkskunst mit modernem Engineering vereinen.

Die Zusammenarbeit mit 3D Systems bildet dabei einen wichtigen Baustein. Durch die Kombination aus digitaler Entwicklung, additiver Fertigung und schnellen Iterationszyklen lassen sich Konstruktionen schneller und wirtschaftlicher realisieren.

„Type-99 verbindet traditionelle Fahrzeugbaukunst mit modernsten Entwicklungswerkzeugen und digitalen Fertigungsverfahren“, sagt Orlov. anm ◀



Autonomes Fahren erzeugt enorme Datenmengen, die sicher verarbeitet und geschützt werden müssen. Digitale Souveränität wird damit zu einer zentralen Voraussetzung für vernetzte Mobilitätskonzepte.

Datenarchitektur als Konstruktionsfrage

Konstruktionsdaten und Fertigungswissen fließen heute über die Grenzen von Unternehmen hinweg in Clouds und Plattformen. Für Zulieferer wird digitale Souveränität damit zur Nachweis- und Steuerungsfrage. Wer nicht weiß, wo Daten liegen und wer darauf zugreifen kann, riskiert IP-Verlust, Qualitätsprobleme und Lieferverzug. **VON MARIO JESSE**

Eine Bitkom-Befragung zeigt, wie sehr Cloud inzwischen zur „Grundversorgung“ geworden ist. 90 Prozent der Unternehmen nutzen Cloud-Anwendungen; 47 Prozent aller IT-Anwendungen werden aus der Cloud betrieben (2024: 38 Prozent). 62 Prozent geben an, ohne Cloud-Lösungen nicht mehr arbeitsfähig zu sein. Gleichzeitig fühlen sich 53 Prozent der Cloud-Nutzer Anbietern ausgeliefert – etwa bei Preisen oder Vertragsgestaltung. 78 Prozent sehen eine enge Bindung an US-Anbieter kritisch, und 82 Prozent befürworten den Aufbau leistungsfähiger europäischer Cloud-Anbieter.

Diese Zahlen sind ein technischer Realitätscheck. Es geht längst nicht mehr um „Cloud ja oder nein“, sondern darum, ob die Nutzung so gestaltet ist, dass sie sich im Audit, im Vorfall und im laufen-

den Lieferkettenbetrieb erklären und steuern lässt. Hier beginnt die eigentliche Architekturfrage: ob Datenflüsse kontrollierbar bleiben oder schrittweise in Abhängigkeiten und Intransparenz münden.

Digitale Souveränität – für Zulieferer operativ

Die Wertschöpfung in der Automobilindustrie ist heute datengetrieben – in der Produktentstehung, in der Fabrik und in der Lieferkette. Konstruktionsdaten wie CAD und PLM, Varianten- und Stücklistenlogik, Simulations- und Testdaten, Qualitäts- und Traceability-Informationen, Produktionsparameter und Anlagenzustände bewegen sich kontinuierlich zwischen OEM, Tier-1 und Tier-2, zwischen Engineering und Shopfloor

sowie zwischen IT und OT. Damit wird digitale Souveränität zur operativen Frage. Wer sie ernst nimmt, muss sie technisch übersetzen: in Datenklassifizierung, klare Verantwortlichkeiten, nachvollziehbare Berechtigungen sowie belastbare Verschlüsselungs-, Logging- und Nachweiskonzepte. Gleichzeitig geht es darum, von Anfang an festzulegen, wie Daten und Anwendungen im Bedarfsfall migriert oder neu verteilt werden können – und damit Lock-in strukturell zu vermeiden.

Der VDA adressiert diese Anforderungen mit Initiativen wie ADAXO, die Prinzipien für transparenten und vertrauenswürdigen Datenaustausch entlang der automobilen Wertschöpfungskette definieren. Parallel macht die „Automobil-Insight“-Reihe deutlich, wie stark Anforderungen aus Digitalisierung, Da-



Vernetzte Produktionslinien sind das Rückgrat der modernen Automobilfertigung. Souveräne IT-Architekturen helfen dabei, sensible Produktionsdaten zu schützen und gleichzeitig effiziente, skalierbare Prozesse zu ermöglichen.

tenökonomie und Regulierung zusammenwachsen.

Risiken ungeplanter Cloud-Nutzung

Die Cloud selbst ist nicht das Risiko. Professionelle Cloud-Umgebungen können ein sehr hohes Niveau an Sicherheit und Verfügbarkeit liefern. Kritisch wird es dort, wo Cloud-Nutzung schneller wächst als Architektur- und Governance-Entscheidungen – ein im Mittelstand häufiges Muster, wenn Projekte unter Zeitdruck starten.

In diesem Umfeld entstehen Lock-in-Effekte selten bewusst, sondern als Nebenprodukt pragmatischer Entscheidungen. Wenn Engineering-Workflows, Datenmodelle, Schnittstellen und Betriebsprozesse eng an ein Platt-

form-Ökosystem gebunden werden, wird aus einem funktionierenden Set-up ein strukturelles Risiko. Alternativen existieren dann zwar formal, operativ lassen sie sich jedoch kaum noch realisieren.

Die Bitkom-Zahl, dass sich 53 Prozent der Cloud-Nutzer Anbietern ausgeliefert fühlen, ist daher kein reines Stimmungsbild, sondern ein Hinweis auf fehlende architektonische Portabilität. An dieser Stelle entscheidet sich, ob Unternehmen ihre Cloud-Nutzung aktiv steuern – oder ob sie sich schrittweise in eine Plattformlogik hinein entwickeln, die Handlungsspielräume begrenzt.

Auch intransparente Zugriffsketten sind ein Risiko. Cloud-Betrieb bedeutet verteilte Verantwortlichkeiten über Betreiber, Subprozessoren, Support-Strukturen und Integrationen hinweg. Ohne klare Rollen, nachvollziehbare Zugriffe



Die Qualitätssicherung in der Fahrzeugentwicklung und -fertigung basiert auf präzisen Daten und miteinander verknüpften Prozessen. Eine souveräne IT-Infrastruktur sorgt dafür, dass sensible Entwicklungs- und Prüfdaten sicher verfügbar bleiben.

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





Die Automobilindustrie steht vor der Herausforderung, Innovation, Vernetzung und Datensouveränität in Einklang zu bringen. Gerade für Hersteller und Zulieferer wird eine kontrollierte IT-Infrastruktur zunehmend zum Wettbewerbsfaktor.

und definierte Verantwortlichkeiten werden IP- und Qualitätsdaten zur Blackbox.

Datenraum-Initiativen wie Catena-X zeigen, wie sich diese Herausforderungen adressieren lassen. Ziel ist ein standardisierter Datenaustausch, der Interoperabilität ermöglicht, ohne Datensouveränität aufzugeben.

Eine weitere Herausforderung ist die operative Resilienz. Im Vorfall zählt nicht die theoretische Absicherung, sondern die praktizierte Steuerungsfähigkeit: Sind Wiederanlaufpläne getestet? Sind Abhängigkeiten dokumentiert? Ist klar, wo Daten repliziert werden? Gerade in Engineering-Prozessen können Störungen schnell zu Verzögerungen in Freigaben, Änderungen an Stücklisten oder Qualitätsproblemen führen.

Souveränität ohne Innovationsbremse

Souveränität bedeutet nicht, alle Anwendungen als On-Premises zu betreiben. In der Praxis dominieren Hybrid- und Multi-Cloud-Ansätze. Entscheidend ist, dass diese strukturiert umgesetzt werden – und zwar mit klaren technischen Leitplanken, die Skalierung ermöglichen und Abhängigkeiten begrenzen.

Drei Ansätze sind dabei zentral:

1. Belastbare Daten- und Prozesslandkarte: Im Engineering ist entscheidend zu verstehen, welche Daten wirklich kritisch sind: CAD-/PLM-Daten, Simulations- und Testdaten, Fertigungsparameter oder Qualitätsdaten. Ebenso wichtig ist Transparenz im Hinblick darauf, wo diese

Daten verarbeitet werden und über welche Schnittstellen sie das Unternehmen verlassen. Risiken entstehen primär an diesen Übergängen.

2. Governance in wiederholbare Mindeststandards zu übersetzen: Konsistente Rollen- und Berechtigungskonzepte, saubere Trennung von Umgebungen, nachvollziehbare Zugriffe sowie vertraglich abgesicherte Audit- und Kontrollrechte gilt es, so zu definieren, dass sie Projekte nicht bremsen, sondern beschleunigen. Standardisierte Governance schafft Geschwindigkeit, weil sie Entscheidungen wiederholbar macht.

3. Exit-Fähigkeit als Architekturprinzip: Portabilität ist kein „Nice to have“, sondern vielmehr die Voraussetzung, moderne Cloud-Services nutzen zu können, ohne Verhandlungsmacht zu verlieren. Datenformate, Schnittstellen und Abhängigkeiten müssen so gestaltet sein, dass ein Wechsel oder eine Neuverteilung möglich bleibt. Wer das berücksichtigt, vermeidet, dass Innovation in Sackgassen endet.

Steuerbarkeit und Kontinuität in realen Anwendungen

Ein kurzer Blick in angrenzende, aber vergleichbar kritische Betriebsrealität zeigt, worum es geht: Steuerbarkeit und Kontinuität sind Voraussetzungen und keine „Extras“. So unterstützt Atos beispielsweise die BMW Group beim stabilen Betrieb geschäftskritischer Kernsysteme und deren schrittweiser Modernisierung;

bereits kurze Unterbrechungen können dort Fertigung und Lieferfähigkeit spürbar beeinträchtigen. Und bei Toll Collect liegt der Schwerpunkt eines mehrjährigen Workplace-Betriebs auf einem verlässlichen, standardisierten und sicheren Betriebskonzept. Das Umfeld unterscheidet sich, die Schlussfolgerung jedoch ist dieselbe: Wenn man kritische Prozesse digital betreibt, braucht man Regeln und Architekturentscheidungen, die auch unter Druck tragen.

Fazit: Souveränität ist ein Architekturprinzip

Digitale Souveränität im Automotive-Mittelstand ist keine Zusatzaufgabe für die IT, sie ist integraler Bestandteil moderner Produktentwicklung und Produktion. Entscheidend ist nicht, ob die Cloud genutzt wird, sondern ob Datenflüsse, Rechte, Verschlüsselung, Protokollierung und Exit-Fähigkeit so gestaltet sind, dass sie auch unter realen Betriebsbedingungen funktionieren.

Damit wird Datenarchitektur zur Konstruktionsfrage. Sie entscheidet darüber, ob Unternehmen ihre Daten und Prozesse aktiv steuern können – oder ob sie schrittweise in Abhängigkeiten geraten, die Flexibilität, Innovationsfähigkeit und Verhandlungsspielräume einschränken. *anm* ◀

Der Autor, Mario Jesse, ist Head of Sales Discrete Manufacturing & Automotive bei Atos Deutschland.



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
Internet: www.contelos.de

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
Friedenfelder 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

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 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

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.maxongroup.de

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

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

Antriebstechnik

Antriebstechnik

Antriebstechnik

Antriebstechnik

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 Werkzeugmaschinen-spindeln. Rekonditionierung von Wälzlagern und Reparatur von Werkzeugmaschinen-spindeln. 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 Industrielektronik, 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.



A PERFECT ALLIANCE.

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

Hersteller pneumatischer
Handhabungsmodule
im Baukastensystem

Made in Germany seit 1979: Rundschafttische, Schwenkantriebe, Parallelgreifer, Hubeinheiten, Lineareinheiten, Zubehör, Linienschlitten, 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

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

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

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

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

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

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 BülowBogen Business Center

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

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](https://www.youtube.com/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, Edgecam, 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

Rippiner 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

• • • • •

AUTOCAD Magazin 06/26

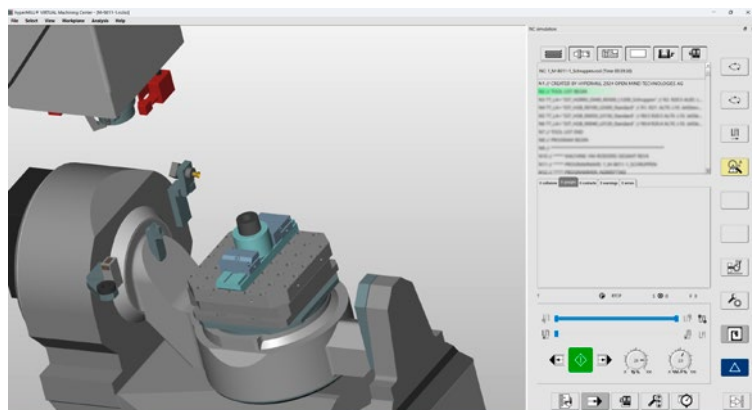


Bild: Lantek

FERTIGUNG

CAM-Lösungen

Der kommende Herbst ist auch immer die Zeit der CAM-Lösungen: Die einschlägigen Messen eröffnen den Anbietern wieder die Möglichkeit, ihre Produkte und Lösungen im rechten Licht zu präsentieren. Wir werfen einen intensiveren Blick auf deren Funktionalität und die Trends in der Fertigung.

PRODUKTENTWICKLUNG

Software für die Blechbearbeitung

Mit der zunehmenden Vernetzung und Automatisierung der Fertigungsprozess rücken auch Systeme für die Blechbearbeitung in den Vordergrund. Was sie können und wie sie sich in die Prozessketten einfügen, erfahren Sie in unserem Software-Schwerpunkt.

GIS UND INFRASTRUKTUR

Neuheiten zur Intergeo 2026

Kaum eine Internetseite oder App kommt ohne Geo-Informationen aus. Planen, visualisieren und gestalten, nachhaltige Lebensräume schaffen, immer komplexer werdende Zusammenhänge verstehen, Antworten finden auf bedeutende Fragen wie Klimawandel und Umweltschutz – ohne präzise Daten mit Raumbezug wäre all das nicht möglich. Wir berichten über neue Produkte und Lösungen.

Weitere Themen:

DIGITALE FABRIK: Online-Fertigungsplattformen
BRANCHE: Metallerzeugung und -bearbeitung
SOFTWARE: CAD-Datenkonvertierung

Impressum

Herausgeber und Geschäftsführer:
Matthias Bauer (Vorsitz), 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, Simon Fried, Markus Hoffmann, Mario Jesse, Andreas Kraus, Thomas Krüger, Dr. Steffen Kunnen, Roswitha Menke, Wilfried Nelkel, Dr.-Ing. Jörg Neumeyer, Gerhard Rampf, Gerald Scheffels, Frank Scheufens, Daniel Siegel

So erreichen Sie die Anzeigenabteilung:

Anzeigengesamtleitung:
Martina Summer
(089/3866617-31, martina.summer@win-verlag.de),
Anzeigen verantwortlich
Mediaberatung:
Tilman Huber
(tilman.huber@win-verlag.de, Tel.: 089/3866617-26)
Manuela Gries
(manuela.gries@win-verlag.de, Tel.: 089/3866617-25)
Anzeigendisposition:
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 abovetrieb@win-verlag.de mit Betreff „AutoCAD Magazin“.
Gerne mit Angabe Ihrer Kundennummer vom Adressetikett

Bildnachweise:
shutterstock.com, Adobe Stock, Werkfotos
Titelbild: Titelbildsponsor: PNY/Bild: © Junda/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.
38. 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: 04-05/2026 (ET: 28.07.2026)



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, r.energy, PlastKnow, Plastverarbeiter, KGK Rubberpoint

Das nächste Heft erscheint am 10.09.2026



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:





WIN

VERLAG

MEDIEN.

MÄRKTE.

MENSCHEN.

EIN PARTNER.
VIELE KANÄLE.
SICHTBARKEIT
AUF ALLEN EBENEN.

AUTOCAD
MAGAZIN

BAUEN
AKTUELL

DIGITAL BUSINESS

DIGITAL ENGINEERING
MAGAZIN

DIGITAL MANUFACTURING

e-commerce magazin
DER DIGITALE WEG ZUM KUNDEN

KGK RUBBERPOINT
Kautschuk | Gummi | Kunststoffe

r.energy
ERNEUERBARE ENERGIEN UND DIGITALISIERUNG

PLAST VERARBEITER

PLAST X
NOW



win-verlag.de