

AUTOCAD

Fachmagazin für Konstruktion, Architektur und Planung

MAGAZIN

Eine Publikation der WLN-Verlag GmbH & Co. KG



Bild: igus GmbH

CNC-Bauteile blitzschnell konfigurieren und bestellen

Online-CNC-Service mit Machbarkeitsanalyse

PRAXIS

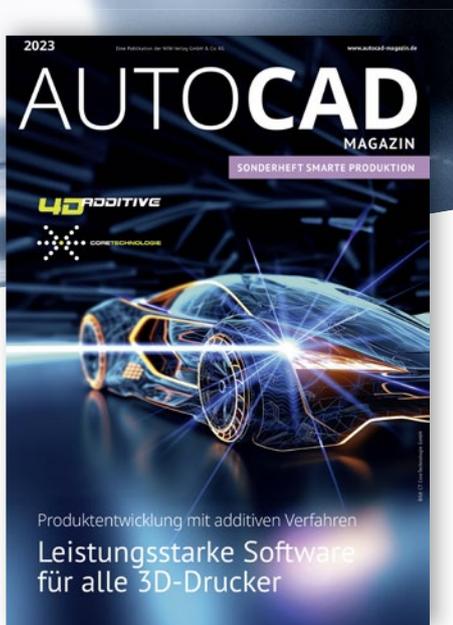
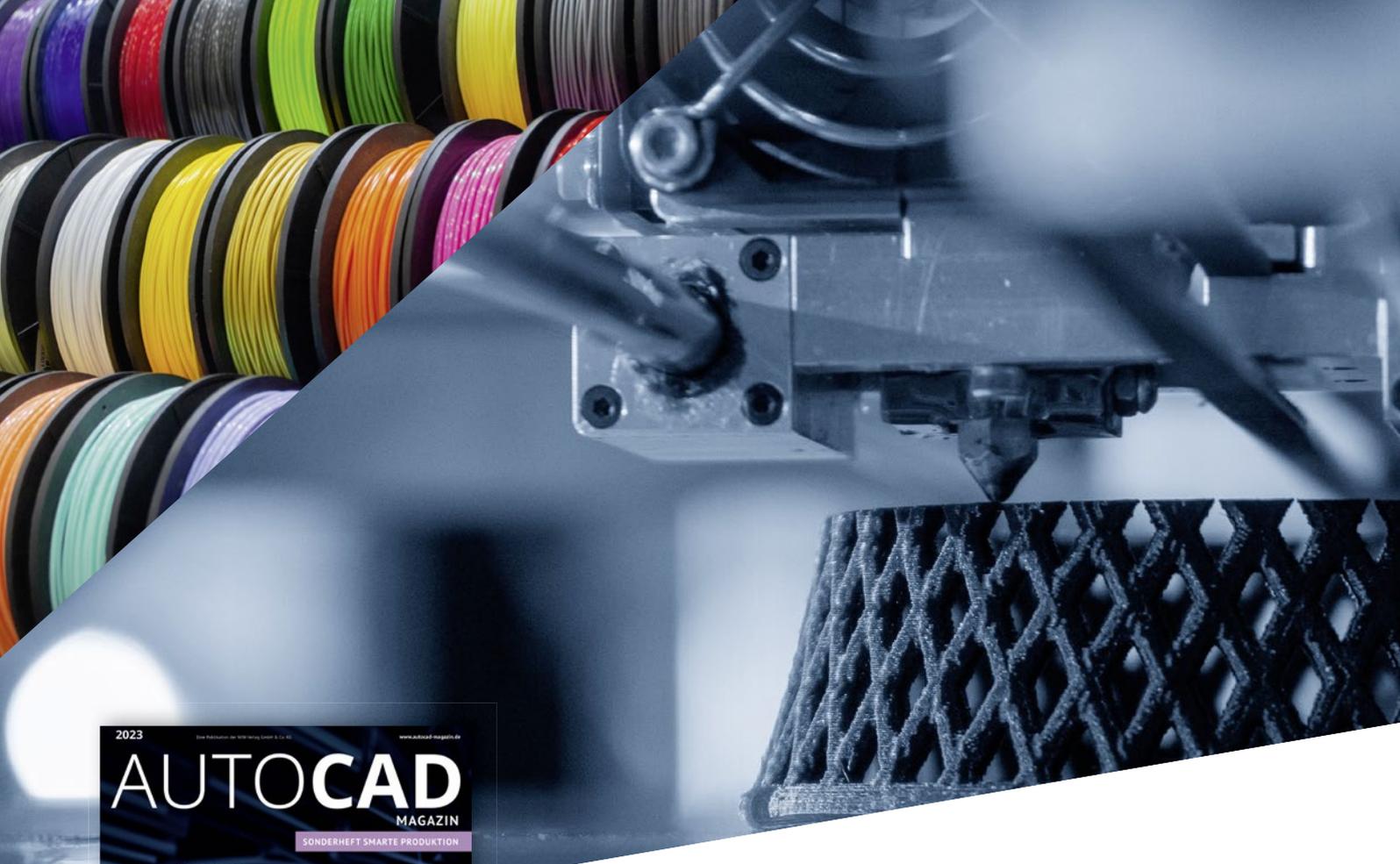
Tipps und Tricks:
Anwendungswissen für
Ingenieure und Architekten

KONSTRUKTION

3D-Druck und CAE-Software:
So werden Logistik-Roboter
leichter und effizienter

ARCHITEKTUR

Intelligentes Baumanagement:
Zwölf Experten zu Trends im
Building Information Modeling



Die nächste Ausgabe **Sonderheft Smarte Produktion** erscheint 2024

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

- Erscheinungstermin: 30.10.24
- Redaktionsschluss: 30.09.24
- Anzeigenschluss: 14.10.24
- Auflagen: Print und ePaper: ca. 27.000
- Verbreitung: Abonnenten, Veranstaltungen und Direktversand
- Veröffentlichung als Print- und Digital-Beilage zur Ausgabe 7/2024 des AUTOCAD Magazins
- Veröffentlichung des ePapers in jedem AUTOCAD Newsletter für ein Jahr (= 50 x 10.000 Empfänger)

Prozessketten widerstandsfähiger machen

Liebe Leser,

unsichere geopolitische Lage, gestresste Lieferketten, Fachkräftemangel, steigende Kosten, strengere Vorschriften für den Klimaschutz – die Baubranche hat derzeit – wie viele andere Branchen auch – an vielfältigen Fronten gleichzeitig zu kämpfen. Andererseits kann sie auf ein umfangreiches und stetig wachsendes Instrumentarium zurückgreifen, um sich gegen die anstehenden Zumutungen zu wappnen. Inwiefern beispielsweise das Building Information Modeling (BIM) dazu beiträgt, die Abläufe im Bauwesen intelligenter zu gestalten und somit die Prozessketten widerstandsfähiger zu machen, erklären zwölf Fachleute in unserer großen Umfrage auf den Seiten 40 bis 45.

Andererseits unterstützen Verfahren der künstlichen Intelligenz (KI) die Baubranche dabei, alltägliche Arbeiten zu automatisieren. Mit Hilfe von KI können Projektbeteiligte jedoch nicht nur mühseligen Papierkram eliminieren, sondern auch durch Datenanalysen Erkenntnisse für zukünftig verbesserte digitale Workflows gewinnen. Wie das gelingt, erfahren Sie in einem Beitrag auf den Seiten 48 bis 49.



Andreas Müller

Chefredakteur

KI oder nicht – digitale Workflows können allemal nur so gut sein, wie die Datengrundlage, auf der sie fußen. Koppelt man beispielsweise ein PDM-System mit einem bereits bestehenden ERP-System, verbreitert sich diese Grundlage, und das birgt Potenziale, die Produktentwicklung zu beschleunigen. Denn indem sich zum Beispiel manuelle Eingaben erübrigen oder Redundanzen entfallen, kann sich ein weniger fehleranfälliger Informationsfluss herausbilden, wie Sie auf Seite 34 lesen.

Und das sind typischerweise auch die Ziele, wenn ein neues PDM-System das alte ablösen soll. Ganz konkret die Freigabeprozesse für Zeichnungen eliminieren und den Reifegrad der Modelle und Zeichnungen im System abbilden wollte ein bekannter Entwickler und Hersteller von Bewegungslösungen, als er diesen Schritt unternahm. Worauf es dabei ankam, sehen Sie auf Seite 35.

INHALT 1/24

SZENE

- 6 News & Neue Produkte
Neues aus der Branche

TITELSTORY

- 8 CNC-Bauteile blitzschnell konfigurieren und bestellen
Komfortable Auftragsabwicklung mit nur wenigen Klicks

BRANCHE: MEDIZINTECHNIK

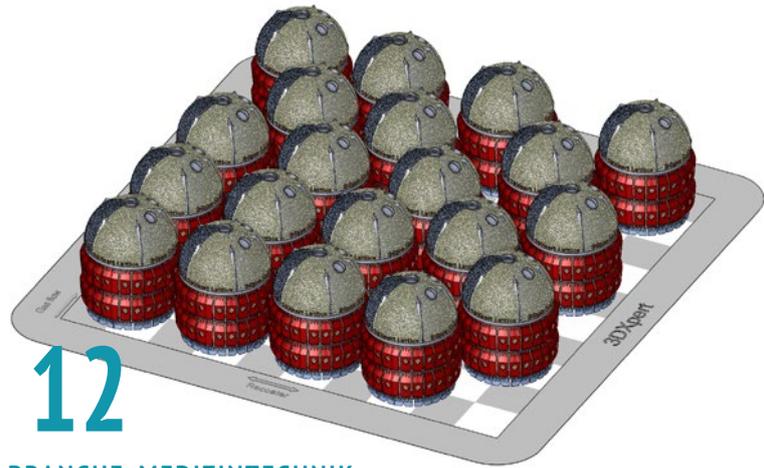
- 10 Ein Multitalent im Geräte-Design
Steckverbindersystem für die Medizintechnik
- 12 Wichtige Schritte auf dem Weg zur Marktreife
Additive Fertigung von Medizinprodukten
- 14 Maßgerechte Lösungen
Scott Drikakis, Stratasys, über Entwicklungstrends in der Medizintechnik
- 16 Mehr Präzision im OP
Minimalinvasive Eingriffe: SpaceMouse-Modul für genauere Positionierung
- 18 Die digitale Revolution im Gesundheitswesen
Technologien für eine optimierte Patientenversorgung

PRAXIS

- 20 Tipps und Tricks
Die AutoCAD Expertenrunde
- 24 Veränderungen
ACM-LTCHANGE.LSP
- 24 Mach da mal ein Attribut draus!
K_TXT2ATT.LSP:
- 25 Objekte segmentieren
ACM-SEGMENTIEREN.LSP:
- 25 Symbolfinder pro Punktblock
SYMBOLFINDER.LSP:
- 26 Platte mit Massivholzkante
DR_PLATTE_A.LSP
- 26 Zufällige CAD-Musterkante
ACM_GKANTE.LSP
- 27 Garderobe im Retrostil der 1970er
GARDEROBE.LSP
- 27 Elemente gegen andere auswechseln
ACMDAUSWECHSELN.LSP

KONSTRUKTIONSBAUTEILE

- 28 Konstruktionselemente
Neue Produkte & News



BRANCHE: MEDIZINTECHNIK

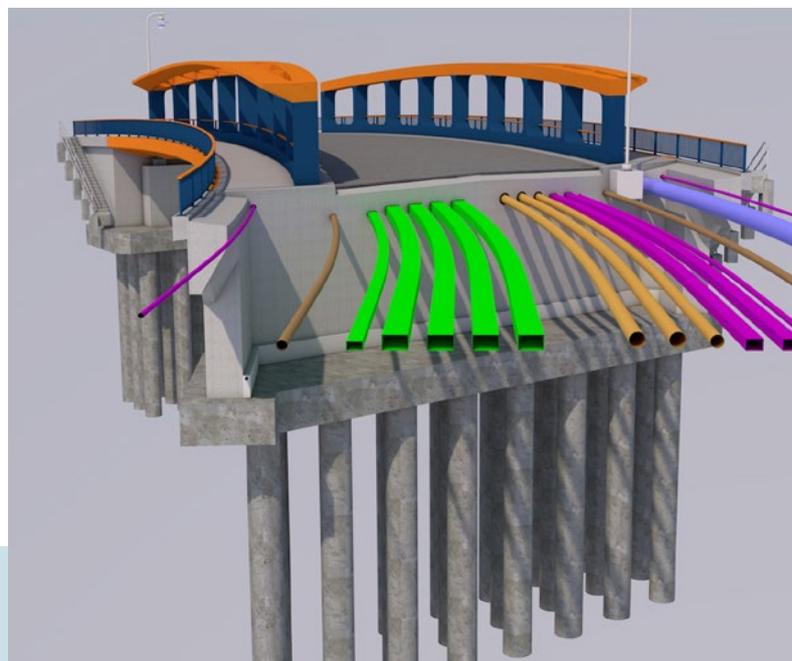
Die Fortschritte bei 3D-Drucktechnologien und -strategien haben es Herstellern medizinischer Geräte ermöglicht, Innovationen zu beschleunigen – von der Idee bis zur Kommerzialisierung. Die additive Fertigung ist im Vergleich zur konventionellen Fertigung kosteneffizienter geworden.

Bild: 3D Systems



KONSTRUKTIONSBAUTEILE: Die S. Bleyer GmbH fertigt Lösungen, mit denen sich Fahrzeuge auf Prüfständen sicher fixieren lassen. Zu den Neuentwicklungen gehört nun auch eine Vorrichtung für Motorräder. Diese soll sowohl Dauertests standhalten können als auch leicht zu bedienen sein. Verbaut sind leistungsfähige Schienenführungen.

Bild: Dr. Erich Tretter, Maschinenelemente GmbH + Co



TITELANZEIGE



Igus GmbH

Blitzschnell individuelle CNC-Bauteile online konfigurieren und bestellen

Ein individuelles CNC-Teil in nur 3 Minuten konfigurieren und bestellen: Anwender müssen dafür nur ein 3D-Modell ihres Bauteils als STEP-Datei im Online-Tool von igus hochladen.

IGUS GMBH

Spicher Str. 1a
D-51147 Köln
Tel.: +49 2203 9649 0
Fax: +49 2203 9649 222
E-Mail: info@igus.de

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.

46

ARCHITEKTUR & BAUWESEN:

Fachkräftemangel, steigende Kosten, strengere Vorschriften für den Klimaschutz – die Baubranche soll möglichst alles auf einmal in den Griff bekommen. Inwiefern kann Building Information Modeling dabei helfen, die anstehenden Aufgaben zu meistern, und was braucht es, um die Abläufe im Bauwesen noch zu verbessern?

- 30 Der richtige Dreh
Bürstenlose ATEX-Servomotoren für automatische Rotationsverdampfer
- 32 Perfekt für Dauerläufer
Schienenführungen von Dr. Tretter

PRODUKTENTWICKLUNG

- 34 PLM in Fluss bringen
Wie PDM und ERP ein Team werden
- 35 Vault Integration bei Accuride – ein voller Erfolg
Daten transparent und papierlos bereitstellen
- 36 Fest im Griff mit Simulation
Wie CAE-Simulation und 3D-Druck zusammenspielen

DIGITALE FABRIK

- 38 Automatisierungskonzept vorab testen
Fabmatics validiert Einsatz von Automated Guided Vehicles

ARCHITEKTUR & BAUWESEN

- 40 Der Weg zum intelligenten Baumanagement
BIM-Trends: Experten im Gespräch
- 46 Basis für mehr Effizienz
Neuer BIM-Standard
- 48 Wie KI die Analyse von BIM-Informationen vorantreibt
Themen für Architektur und Bauwirtschaft 2024

INFRASTRUKTUR

- 50 Daran führt kein Weg vorbei
Digitalisierungsprozesse für die Bahninfrastruktur
- 52 Ausbau in schwierigem Gelände
Digitale Modelle: Bahnstrecke Salerno-Reggio Calabria
- 54 Wie BIM Kunden und Mitarbeitende motiviert
Wertvolle Einsichten aus der digitalen Planung eines großen Infrastrukturprojekts

SERVICE / RUBRIKEN

- 56 Einkaufsführer
- 60 Applikationsverzeichnis
- 61 Schulungsanbieter
- 3 Editorial
- 17 Tool-CD mit LISP-Programmen
- 62 Impressum / Vorschau

REDAKTIONELL ERWÄHNT FIRMEN UND ORGANISATIONEN: 3D Systems S. 12-13, Afry S. 40, 46-47; Altair S. 36-37, Ansys S. 6, 18-19; ATP architekten ingenieure S. 40, Autodesk S. 41, 48-49; BCS CAD S. 41, Bentley Systems S. 52-53; Buildings-MART S. 42, Camtex S. 6, Cideon S. 6, Contelos S. 42, Contrinex S. 28, CT Coretechnologie S. 7, Dr. Tretter S. 22-23, Dreicad S. 35, Dualis S. 38-39, Gain S. 34, Hitzler Ingenieure S. 43, Igus S. 8-9, ITandFactory S. 7, Jakob Antriebstechnik S. 28, Kempen Krause S. 43, Kiubo S. 44, Megatron S. 16-17, pde Integrale Planung S. 44, Phoenix Contact S. 10-11, Pörr S. 54-55, ProVI S. 50-51, Servotecnica S. 30-31, Specter automation S. 45, Stratasy S. 14-15, Tech Soft S. 7, Visual Components S. 38

Happy Workflow

Ihre Produktdaten

Erfassung, Verwaltung und Archivierung. Ohne Kompromisse.

Ihre Systeme

CAD, ECAD, ERP, DMS & Co. – tief vernetzt.

Ihre Prozesse

Alle Freiheiten für die Digitalisierung Ihrer Prozesse.

Ihre Sicherheit

Konfigurierbare Regelwerke für Ihre Datensicherheit.

win win win

Produktivität.
Produkt-Qualität.
Arbeitsfreude.



Das PDM-System.
einfach • flexibel • sicher

www.gain.de

Die Future.Industry 2024 findet in drei Zeitzonen statt, welche die Regionen Amerika, EMEA und APAC abdecken, und bietet Live-Audio-Übersetzungen in acht Sprachen.

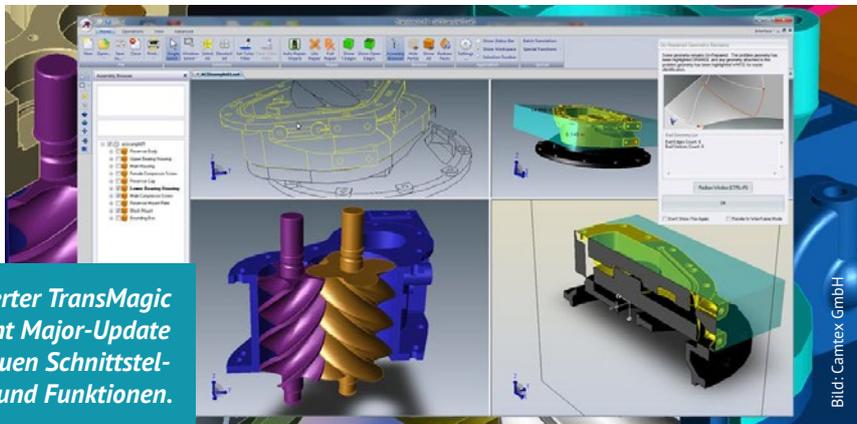
Virtuelles Event bietet Visionären eine Bühne

Altair, ein Unternehmen im Bereich Computational Science und Künstliche Intelligenz (KI), kündigt die Future.Industry 2024 an. Das virtuelle Event wird am 6. und 7. März 2024 stattfinden. Es ist „Science of Possibility“ gewidmet und bringt Vordenker, Industrieexperten und Visionäre zusammen, um Entwicklungen in der Zukunft zu erkunden.

An der Future.Industry 2024 werden neben Altair-Experten und Füh-

rungskräften auch Referenten von führenden Unternehmen wie Analytium, Aptiv und Maxion Wheels die wichtigsten Trends in den Bereichen Simulation, High Performance Computing (HPC), KI, Data Analytics sowie Wissenschaft diskutieren. Die Veranstaltung richtet sich an ein Publikum aller Unternehmensebenen und Disziplinen und bietet sowohl High-level Inhalte als auch spezielle branchen- und themenspezifische Präsentationen und Panels.

CAD-Konverter mit erweiterten Schnittstellen



CAD-Konverter TransMagic bekommt Major-Update R14 mit neuen Schnittstellen und Funktionen.

Konverter müssen sich den aktuellen Systemen anpassen. Dazu werden die CAD-Schnittstellen von TransMagic regelmäßig auf den aktuellen Stand gebracht. Die Funktion MagicHeal bekommt im neuen R14 eine umfassende Erweiterung. Es ist nun möglich, Geometrieteile automatisch zu löschen. Dazu werden individuelle Grenzwerte festgelegt und die entsprechenden Features mit einem Klick entfernt.

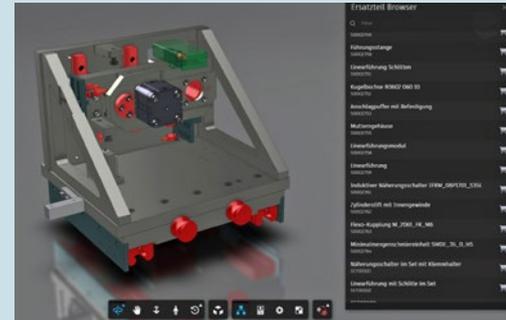
Auch „MagicCheck“, ausgelegt auf den Geometrievergleich, erhält erwei-

terte Funktionen. Für den Vergleich von Produktfertigungsinformationen (PMI) lassen sich zwei Teiledaten auswählen und ihre PMI miteinander vergleichen. Ebenfalls ist es möglich, einen PMI-Vergleichsbericht erstellen zu lassen. Bemessungen, Markierungen und Anmerkungen lassen sich mit TransMagic R14 in 3D PDF importieren.

Das Systemhaus Camtex ist offizieller Reseller für TransMagic in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Die Techniker unterstützen bei der Installation der Software und leisten Support.

Neue Web-Applikation für Ersatzteilmanagement

Die neue cloud-basierte Web-Applikation Cideon Sparify vereinfacht das Ersatzteilmanagement. Im Online-Katalog lassen sich Ersatzteile in 3D visualisieren und sind somit für Endkunden einfach auswählbar. Cideon Sparify – entwickelt auf Basis der Autodesk Platform Services



Durch die 3D-Darstellung von Maschinen und Produkten im Ersatzteilviewer wird die Auswahl der benötigten Ersatzteile erleichtert. Bild: Cideon Software & Services GmbH & Co. KG

– nutzt die CAD-Modelle der Konstruktion wie auch PDM-Daten (sofern vorhanden) und visualisiert diese in einem Online-Ersatzteilkatalog. Durch die 3D-Darstellung im Ersatzteilviewer wird die Auswahl für den Endkunden einfach. Bei Bedarf lässt sich darüber hinaus auch der Bestellprozess automatisieren. Der Zugriff erfolgt über einen bereitgestellten Weblink oder eine iFrame-Integration auf der Website des Herstellers.

Cideon Sparify ist ab sofort in zwei Versionen verfügbar: Die Basic Solution kommt da zum Einsatz, wo Unternehmen bereits Ersatzteile im PDM-System (vorzugsweise Autodesk Vault) klassifiziert haben. Die vorhandenen Ersatzteilm Informationen lassen sich dann einfach in die neue Web-Applikation hochladen. Gilt es jedoch, die Strukturen erst aufzubauen, kommt die Professional Solution von Cideon Sparify zum Einsatz. CAD- und PDM-Daten werden zunächst mit Hilfe der Cideon Consultants zu einer Single Source of Truth vereinheitlicht und anschließend in den Ersatzteilviewer hochgeladen. Vorhandene Daten werden also zentral und ohne Zwischenschritte nutzbringend wiederverwendet. Bei Bedarf lässt sich die Software individuell erweitern.



Grafik-SDK: Echtzeit-Rendering für Konstruktion

Tech Soft 3D, Anbieter von Entwicklungs-Toolkits für technische Software, gibt die Einführung von Hoops Luminate bekannt. Das neue Grafik-SDK unterstützt fotorealistisches und fortschrittliches Echtzeit-Rendering. Hoops Luminate bietet Entwicklern ein umfassendes Set von Werkzeugen und Funktionen. Daher können sie visuell beeindruckende und interaktive 3D-Anwendungen für verschiedene Plattformen und Branchen erstellen und schneller auf den Markt bringen.

Hoops Luminate gibt Entwicklern die vollständige Kontrolle über den Rendering-Prozess und die Bildqualität, um die Skalierbarkeit und den Zugriff auf eine umfangreiche Bibliothek mit fortschrittlichen realistischen Materialien zu gewährleisten.

Die Lösung bietet eine hochgradig anpassbare Rendering-Pipeline, die auf

Hoops Luminate bietet Entwicklern fotorealistisches und fortschrittliches Echtzeit-Rendering für technische Anwendungen.

eine hohe Grafikqualität mit verschiedenen Rendering-Typen zugeschnitten ist. Sie umfasst dabei aktuelle Technologien und proprietäre Lösungen. Somit verspricht sie hohe Leistung und Qualität sowohl bei der Rasterisierung als auch beim Raytracing. Mit einer einzigen C++ API kann es dieselben Daten sowohl für Echtzeit-Rendering als auch für Raytracing-Rendering nutzen. Durch den nativen Hybrid-Rendering-Modus lassen sich sogar beide Verfahren gleichzeitig in derselben Ansicht kombinieren. Luminate verfügt über eine Multithreading-Unicode-Engine. Es ist für Windows, MacOS und Linux verfügbar.

Verlustfreie Konvertierung von 3D- und CAD-Daten

Der Software-Entwickler CT CoreTechnologie hat den CAD-Konverter 3D_Evolution weiterentwickelt und stellt als aktuelle Ergänzung Nativschnitt-

stellen für das Lesen von Solidedge sowie zum Schreiben von Nx- sowie Solidworks-Dateien vor. Durch optimiertes Speichermanagement hat die

neue Software-Version eine verbesserte Verarbeitungsgeschwindigkeit und ermöglicht eine optimierte Verarbeitung sehr großer Modelle. Der CAD-Converter bietet Ingenieuren und Designern eine Lösung für die präzise und effiziente Umwandlung von CAD-Daten in verschiedene Formate.

Die neue Version von 3D_Evolution unterstützt eine breite Palette von CAD-Formaten wie Catia, Nx, Creo, Solidworks, Solid Edge, Inventor, Step und It. Damit erleichtert das Tool reibungslose Interoperabilität zwischen verschiedenen Systemen und die Zusammenarbeit in Entwicklungsumgebungen mit unterschiedlichen CAD-Systemen.

CoreTechnologie stellt einen weiterentwickelten CAD-Konverter 3D_Evolution für die nahtlose Integration von 3D/CAD-Systemen sowie Downstream-Anwendungen vor.



Integriertes Engineering für die Anlagenplanung

Die ITandFactory GmbH führt Cadison R23 für die Anlagenplanung ein. Das Augenmerk für die weitere Entwicklung der Engineering-Lösung lag dabei auf der verbesserten Zusammenarbeit in fachübergreifenden Teams.

Die nahtlose Zusammenarbeit in fachübergreifenden Teams ist grundlegend für die erfolgreiche Abwicklung von Projekten in der Anlagenplanung.

PDF-Redlining vereinfacht den Review- und Freigabeprozess. Cadison ermöglicht das automatisierte Generieren und Speichern von PDF-Redlining-Dateien, die mit der Quellzeichnung verknüpft sind. Diese Dateien erlauben es allen Beteiligten, Anmerkungen und Kommentare einfach hinzuzufügen. Änderungen werden zudem automatisch gespeichert.

Zudem bietet Cadison R23 mit dem Webviewer eine Lösung für die 3D-Modellprüfung. Die verbesserte Visualisierung durch eine CAD-unabhängige 3D-Grafikvorschau spart Zeit bei der Überprüfung von Strukturen und Daten. Eine Dexpi-Datendatei enthält die Information über die Grafiken, Komponentendaten und Prozessdaten. Mit dem Import einer solchen Datei erhält man ein vollständiges P&ID in Cadison. Datenbankobjekte werden automatisiert erstellt, Zeichnungselemente werden mit den Datenbankobjekten verknüpft.

Nutzer des Online-CNC-Service von igus erhalten Preis, Lebensdauer und Lieferzeit für ihr zerspantes Bauteil in nur 3 Minuten.

CNC-Bauteile blitzschnell konfigurieren und bestellen

Was, wenn die Wartung einer Maschine ansteht, aber das benötigte Bauteil nicht auf Lager ist? Wie kommt man da zum Beispiel in kürzester Zeit an ein individuelles Dreh- oder Fräsbauteil? Ganz einfach: Mit dem Online-CNC-Service des Kölner Kunststoffspezialisten igus. **VON ANSGAR CLEMENS**

Schnelligkeit wird zu einem immer wichtigeren Wettbewerbsfaktor, auch in der Instandhaltung. Wenn Wartungsarbeiten anstehen und das benötigte Bauteil nicht vorrätig ist, kann jede Verzögerung kostspielige Ausfallzeiten verursachen. Eine Studie des britischen Unternehmens Senseye, das auf industrielle Analysesoftware spezialisiert ist, zeigt: Die Kosten einer einzigen verlorenen Stunde reichen heute von 39.000 US-Dollar für FMCG-Einrichtungen bis zu über 2 Millionen US-Dollar

im Automobilsektor – Tendenz steigend. Genau hier setzt igus mit seinem Online-CNC-Service an. Er ermöglicht Kunden, individuelle Dreh- und Frästeile aus tribologisch, sprich auf Reibung und Verschleiß, optimierten Hochleistungskunststoffen in nur drei Minuten zu konfigurieren und zu bestellen. Der gesamte Prozess der Auftragsabwicklung wird so erheblich beschleunigt und vereinfacht. Und Kunden können durch die Kombination aus langlebigen motion plastics und schnellem Online-Service

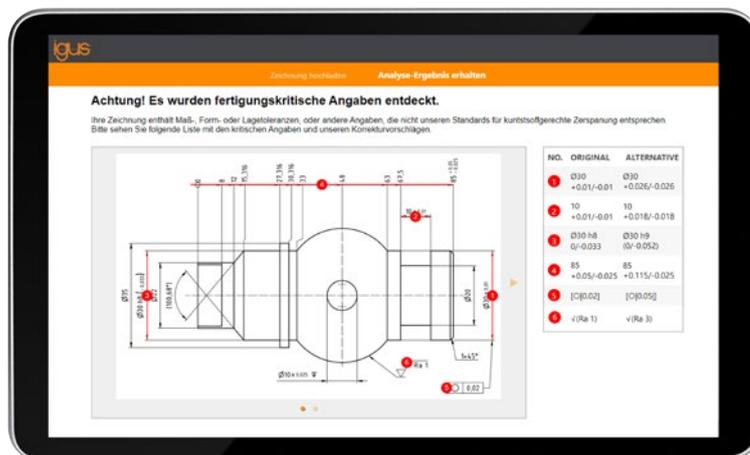


ihre eigenen Instandhaltungs- sowie Produktionsprozesse optimieren.

Live-Machbarkeitsanalyse

Um vor allem in zeitkritischen Fällen den Abstimmungsaufwand zu reduzieren, hat igus den Online-CNC-Service ins Leben gerufen. Konstruktionszeichnungen per E-Mail schicken und eine Einschätzung zur Machbarkeit abwarten? Diese Schritte können sich Betriebe sparen. Anwender müssen lediglich ein 3D-Modell ihres Bauteils als STEP-Datei im Online-Tool hochladen. Wer keins zur Hand hat, kann über den 3D-Modell-Konfigurator von igus mit nur wenigen Klicks eigene Geometrien erzeugen.

Zentraler Bestandteil des Online-CNC-Service ist die automatisierte Machbarkeitsanalyse. Das Tool gibt der Nutzerin bzw. dem Nutzer visuelles Feedback, wenn fertigungskritische Punkte am 3D-Modell gefunden wurden, und weist auch darauf hin, wenn es aus Komplexitäts- bzw. Fertigungsgründen etwas nicht berechnen kann. Zudem besteht die Möglichkeit, technische Zeichnungen als PDF- oder Bilddatei hochzuladen, um sie sie automatisiert prüfen zu lassen. Der Anwender erhält direkt Feedback, ob die Dreh- oder Frästeile mit den Anforderungen, die auf der technischen Zeichnung stehen, machbar sind, oder ob etwas angepasst werden muss. Das Tool markiert nicht machbare Maß-, Form- und Lagetoleranzen und zeigt Korrekturvorschläge an.



Anwender können ihre technische Zeichnung als PDF- oder Bilddatei hochladen. Das Toleranzcheck-Tool prüft die Machbarkeit der Toleranzen und nennt Korrekturvorschläge.



Im 3.800 m² großen Testlabor von igus werden alle igus-Produkte und -Materialien auf Herz und Nieren geprüft.

Große Vielfalt an schmierfreien Materialien

Zudem erkennt das Tool selbst, ob es sich um ein Dreh-, Fräs- oder Drehfrästeil handelt. Je nach Anwendungsparametern erhält der Nutzer eine Übersicht aller geeigneten iglidur-Materialien für sein individuelles Bauteil. Igus bietet für seine Kunststoff-Halbzeuge rund 30 Werkstoffe, die sich für verschiedenste Anwendungsfälle eignen. Hohe Temperaturen, Kontakt mit Chemikalien oder Lebensmitteln: Für fast jede Anwendung findet sich das optimale Material. Zum Beispiel das elektrostatisch ableitende iglidur AX500 mit hoher Temperaturbeständigkeit von -100 °C bis +250 °C oder das FDA- und EU10/2011-konforme iglidur A160 für die Lebensmittel- und

Chemieindustrie. Darüber hinaus bietet igus auch nachhaltige Lösungen wie die iglidur ECO-Materialien aus regenerierten Kunststoffen. Dazu werden bei der Herstellung beispielsweise Angüsse genutzt, ein klassisches Abfallprodukt in der Spritzgussproduktion. Unabhängig vom gewählten Werkstoff profitieren igus Kunden von einem besonderen Vorteil: Alle Hochleistungskunststoffe sind schmierfrei. Die in den Materialmischungen integrierten Festschmierstoffe ermöglichen einen Trockenlauf ohne Schmieröl oder -fett. Das schon nicht nur die Umwelt, sondern spart zusätzlich Kosten und Zeit bei der Wartung von Maschinen und Anlagen.

Transparente Preis- und Lebensdauerauskunft

Während der Nutzung des Online-Tools erhalten Anwender stets eine zuverlässige Preisauskunft. Je nach Material-, Stückzahl-, Toleranz- und Lieferzeitauswahl passt sich der Preis bei einer Änderung der Parameter an, sodass jederzeit eine optimale Transparenz und Unterstützung bei der Entscheidungsfindung gewährleistet ist. Und wenn man mal doch nicht weiterweiß, stehen die Experten von igus beratend zur Seite. Wollen Betriebe darüber hinaus wissen, wie lange die CNC-Teile aus Hochleistungskunststoff in ihrer Anwendung halten, können sie den im Tool integrierten Lebensdauerrechner nutzen. Hier wird angezeigt, wie sich die Wahl unterschiedlicher Materialien auf die Lebensdauer ihres Bauteils auswirkt. Möglich ist das dank der zahlreichen Versuche im 3.800 Quadratmeter großen Testlabor, das igus bereits seit 1985 betreibt. Es ist nicht nur das flächenmäßig

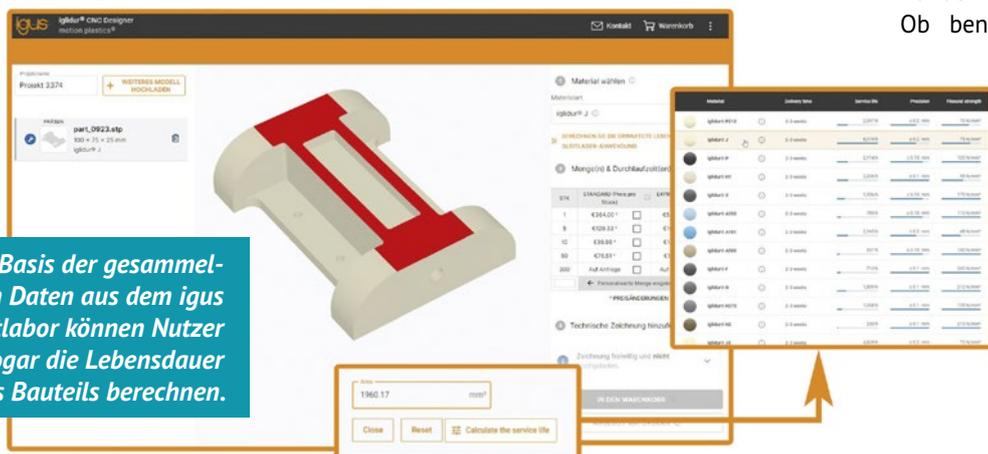
größte in der Branche, sondern auch das mit der höchsten Anzahl an Produkttests und Prüfverfahren. Pro Jahr kommen hier über 15.000 Tests zusammen. Die Daten fließen in die Online-Tools von igus und ermöglichen so auch eine Lebensdauerprognose mit nur wenigen Klicks.

Vom 3D-Modell zur Express-Lieferung

Wenn alles passt, können die schmierfreien Bauteile dem Warenkorb hinzugefügt werden, um ein Angebot anzufordern oder direkt online zu bestellen. Dann kann es schon fix in die Fertigung gehen. Ist besondere Eile geboten, gibt es auch die Express-Option. So sind die gedrehten oder gefrästen Bauteile bereits ab drei Tagen versandfertig. Ein Service, der sich in der Praxis bereits bewährt hat. So kommen individuell gefertigte CNC-Teile aus iglidur-Halbzeugen zum Beispiel in einer Fahrzeughebebühne, einer vollautomatisierten Bügelmaschine, einer Verpackungsmaschine sowie einer Abfüllmaschine für Tomatensaucen zum Einsatz. Auch die Dr. Quendt GmbH, der größte Lebensmittelhersteller von Dresdner Christstollen, Russisch Brot und Dominosteinen, ist vom Online-CNC-Service überzeugt: „Wir wollten ein kurzes Wartungsintervall effizient nutzen, um bestehende PA-Lager durch iglidur-Lager zu ersetzen“, sagt Tom Oldach, Projektingenieur bei der Dr. Quendt GmbH. „Die sehr schnelle Angebotsberechnung und der Express-Versand ermöglichte uns, die CNC-Teile in wenigen Tagen zu beschaffen und die Produktionslinie pünktlich wieder in Betrieb zu nehmen.“ Das Besondere am Service von igus: Kunden erhalten alles aus einer Hand. Ob benutzerfreundliches Online-Tool,

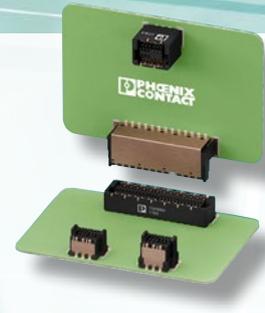
vielfältige Materialauswahl, Fertigung oder individuelle Beratung. Unternehmen können sich auf einen Rundum-Service verlassen und ihre Produktionsprozesse durch die schnelle Beschaffung maßgeschneiderter CNC-Teile optimieren – so einfach, schnell und komfortabel wie möglich.

anm ◀



Auf Basis der gesammelten Daten aus dem igus Testlabor können Nutzer sogar die Lebensdauer ihres Bauteils berechnen.

Ein Multitalent im Geräte-Design



Den Bauraum in Medizingeräten immer effizienter zu nutzen, wird für MedTech-Hersteller noch wichtiger. Auf engstem Raum müssen oft mehrere Leiterplatten verbunden werden, um Funktionen zu integrieren. Generell kommen aber auch weitere Anforderungen an die dazu verwendeten Leiterplattenverbinder hinzu. Dafür bietet Phoenix Contact mit seinem Board-to-Board-Steckverbindersystem eine Lösung an. **VON DIPL.-ING. DETLEF E. PREISSLER**



Bild 1: Kontaktschutz und Schutz vor Fehlstecken durch innovative Steckgesichtsgeometrie.

Die Komplexität und Integrationsdichte moderner Applikationen macht auch vor Medizingeräten nicht Halt. Zusätzlich wird durch die in diesem Jahr beschlossene „Digitalisierungsstrategie Gesundheit“ die Integrationsdichte und die Anzahl an Funktionalitäten in den Medizingeräten weiter zunehmen, um zukünftig Bestandteil der weitvernetzten Gesundheitsinfrastruktur sein zu können. In immer größerem Maße müssen dazu zum Beispiel Kommunikationsmodule und Funktionserweiterungen in die bereits heutzutage



Bild 2a und 2b: Klassischer Doppel- und Single-Beam-Kontakt.

sehr komplexen Geräte integriert werden. Diese elektrische Anbindung zwischen den Leiterplatten erfolgt in der Regel mit Board-to-Board-Steckverbindern. Entsprechend dem Anwendungsumfeld der Medizingeräte gibt es viele unterschiedliche Anforderungen an die elektrische und mechanische Verbindung, die Einhaltung von EMV und an die verwendeten Materialien der Steckverbinder. Die unterschiedlichen Einsatzorte und -gebiete (KTW, Luftrettung, Hospital, MRT, CT, Ultraschall, usw.) definieren hierbei die vielseitigen Anforderungen an die Geräte genauso, wie auch an deren Steckverbinder.

Vibrationsstabilität, Stoßfestigkeit und langfristige Kontaktsicherheit bei Mikrobewegungen der Board-to-Board-Steckverbinder im Einsatz der Geräte sind von zentraler Bedeutung. Ebenso ist ein robustes, sich selbst justierendes System während der Geräteassemblierung ein entscheidender wirtschaftlicher Faktor. Bei der Montage darf weder eine Kontaktbeschädigung noch Fehlstecken möglich sein.

Geräte-Design

Toleranzketten sind für alle Entwickler eine Herausforderung beim mechanischen Design ihrer Geräte. Das kann sich bei Board-to-Board-Steckverbindern auch Auswirkungen auf die Übertragungsqualität der Signale oder die Zuverlässigkeit der Leistungsübertra-

gung auswirken. Die einwandfreie Übertragung von Daten, Signalen und Leistungen ist aber essenziell. Gleichzeitig ergeben sich je nach Anwendung noch weitere Anforderungen – etwa Robustheit, Variabilität oder eine möglichst geringe Baugröße. Hinzu kommt ebenfalls die Option der EMV-Schirmung der Steckverbindung und die Verwendung nichtmagnetischer Werkstoffe.

Phoenix Contact bietet mit den Board-to-Board-Steckverbindern der Serie FP 0,8 ein solches System an. Ein Portfolio von aktuell mehr als 90 verschiedenen Artikeln ermöglicht robuste, flexible und äußerst zuverlässige Leiterplattenverbindungen. Im kompakten Rastermaß von 0,8 mm, in mezzaniner oder gewinkelter Anordnung verfügbar, ermöglicht FP 0,8 Datenübertragungsraten von bis zu 52 GBit/s bei spezifizierten 500 Steckzyklen, die als Indikator für die Oberflächengüte stehen. Der Kontaktschutz und die Verhinderung des Fehlsteckens werden durch das Stecker-Design sichergestellt. (Bild 1)

Der erweiterte Temperaturbereich des FP 0,8 von -55°C bis +125 °C vervollständigt die Leistungsfähigkeit dieses Steckverbindersystems. Umfassende Testreports, unter anderem mit Hinblick auf Schadgas- und Schocktests, sind verfügbar.

Die FP 0,8-Serie basiert auf hermaphroditischen Doppelkontakten – der sogenannten ScaleX-Kontakttechnologie. Während bei herkömmlichen Kon-



Bild 3: ScaleX-Technik mit hermaphroditischen Doppelkontakten.

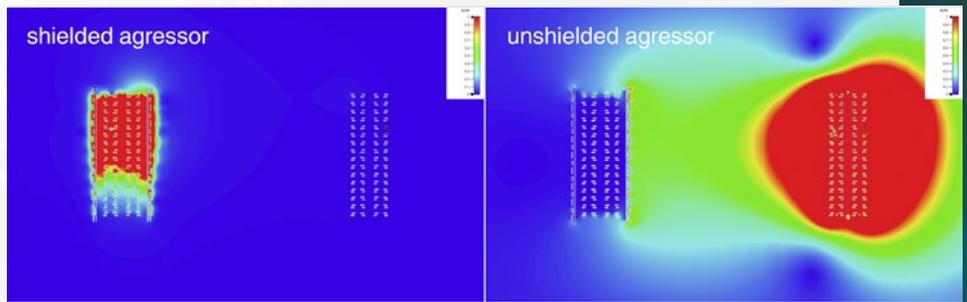


Bild 4: Elektromagnetische Interferenz zwischen einem geschirmten und einem ungeschirmten Steckverbinder der Serie FP 0,8.

takttechnologien, wie Doppelkontakte oder Single-Beam, (Bild 2a, 2b) Messer- und Federkontaktseite gendertrennt sind, besitzt das ScaleX-Kontaktsystem auf beiden Seiten sowohl einen Messer- als auch einen Federkontakt und vereint somit die Vorteile der konventionellen Kontaktgeometrien. Die Steckverbinder selbst sind aber keinesfalls Hermaphroditen und bestehen steckgesichtsseitig aus male- und female-Seite. Somit weist FP 0,8 die durchaus bekannten technischen Kompromisse herkömmlicher hermaphroditischer Steckverbinder nicht auf. (Bild 3)

Zuverlässige Kontaktierung

Das ScaleX-Kontaktsystem ermöglicht eine zuverlässige Kontaktierung in vielen Anwendungssituationen. Toleranzen in Steckposition und -winkel werden bis $\pm 0,7$ mm bzw. 5° in allen Richtungen ausgeglichen. Im gesteckten Zustand ist eine Toleranzkompensation von mindestens $\pm 0,3$ mm in longitudinaler und transversaler (x-y) Richtung gegeben – ein quasi-floating. Das FP 0,8-System ermöglicht dadurch multiple Steckverbindungen zwischen den Leiterplatten. In Steckrichtung ist das Toleranzfenster noch deutlich größer: Zusätzlich zum qualifizierten Steckbereich, der sogenannten Wiping Length, von 1,5 mm verfügt der Steckverbinder noch über eine zusätzliche Kontaktüberdeckung von rund 0,8 mm. Diese Eigenschaft ermöglicht es, Platinenabstände flexibel und lückenlos im Bereich von 6 bis 21 mm bei mezzaniner Anordnung zu realisieren. Auch mit den gewinkelten Typen ergeben sich verschiedene Einbaumöglichkeiten, wie Horizontal- und Vertikalverbindungen.

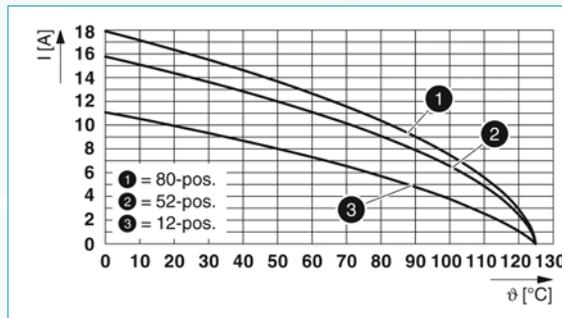


Bild 5: Unterschiedliche Derating-Kurven der galvanisch getrennten Schirmmetalle in Abhängigkeit von der Polzahl.

Polzahlen von 12- bis 80-polig sind in einer platzsparenden doppelreihigen Anordnung im Portfolio. Durch die nachgewiesene Möglichkeit des multiplen Einsatzes mehrerer FP 0,8-Steckverbinder auf einer Leiterplatte können höhere Kontaktanzahlen zwischen zwei Leiterplatten sicher, elektrisch zuverlässig sowie steck- und auch noch lösbar realisiert werden.

Daten, Signale und Strom

Alle Steckverbinder sind sowohl ungeschirmt als auch geschirmt verfügbar. Die Schirm- und Ankermetalle sind beim FP 0,8-System aus nichtmagnetischen Cu-Legierungen gefertigt, welches einen Einsatz in stark magnetisierendem Umfeld möglich macht, wie es zum Beispiel in MRTs der Fall ist.

Durch geschickte Pin-Belegung kann man eine annähernd 360- Schirmung des FP 0,8 erzielen und somit die Signale gegen äußere Einstreuungen schützen. Genauso sind abgehende Interferenzen, die durch schnelle Signale innerhalb des Board-to-Board-Steckverbinders entstehen können, weitestgehend ausgeschlossen. Eine geschützte und EMV-stabile Daten- und Signalübertragung ist damit sichergestellt. Generell ist eine optimale Schirmung in sehr vielen medizintechnischen Geräten notwendig,

wie etwa in Sonographiegeräten, um eine störungsfreie (rauschfreie/EMV/RFI) Bildwiedergabe zu ermöglichen. (Bild 4)

Will man zusätzlich noch Leistung über die FP 0,8-Steckverbinder übertragen, gibt es zwei Möglichkeiten. Zum einen können die Signalkontakte bei Vollbestromung mit einem spezifizierten Strom von 1,7 A pro Kontakt beaufschlagt werden, zum anderen können die galvanisch getrennten Schirme zur Stromübertragung genutzt werden. So wird der FP 0,8-Steckverbinder sogar zum Hybrid-Connector der neben High-Speed-Signalen auch Power übertragen kann. Dies spart Platz auf der Leiterplatte und macht das Layout einfacher. (Bild 5)

Alle Daten, sowohl MCAD und ECAD-Dateien sowie Signalsimulationen (2D, 3D, Derating, S-Parameter, Touchstone, kundenspezifische Simulationen usw.), die zum Design der Geräte benötigt werden, können durch die hauseigene Mess- und Simulationstechnik bereitgestellt werden oder sind sogar auf der Homepage abrufbar.

Fazit

Die Vielseitigkeit der FP 0,8-Board-to-Board-Steckverbinderfamilie macht den Unterschied und prädestiniert sie für den Einsatz in allen modernen Medizin-geräten.

anm ◀

Wichtige Schritte auf dem Weg zur Marktreife

Die Fortschritte bei 3D-Drucktechnologien haben es Herstellern medizinischer Geräte ermöglicht, Innovationen zu beschleunigen. Durch effizientere 3D-Drucker, erweiterte Materialoptionen, bewährte Validierungsprozesse, Software mit Deep-Learning-Algorithmen, regulatorische Master-Dateien und mehr ist die additive Fertigung im Vergleich zur konventionellen Fertigung kosteneffizienter geworden. **VON ROSS ATTARDO**



Implantate für den vollständigen Knieersatz, einschließlich eines Teils des Femurknochens und einer Patellascheibe aus Kobalt Chrom, sowie einer Tibiaschale aus Titan.

Der entscheidende Vorteil der additiven gegenüber der herkömmlichen Fertigung ist ihre Fähigkeit, komplexere Produkte zu entwerfen, Gitterstrukturen zu integrieren, Medizinprodukte anzupassen und sogar zu personalisieren sowie bei Nachfrageschwankungen nach oben und unten zu skalieren.

Wenn es um die Beschleunigung der Produktentwicklung und -freigabe geht, haben zwei Hauptfaktoren nachweislich den größten Einfluss:

- 1) kundenorientierte Experten und
- 2) ein klar definierter, umfassend getesteter Arbeitsablauf.

Während Hersteller medizinischer Geräte erwägen, die additive Fertigung in ihren Fertigungsablauf zu integrieren, gibt es einige wichtige Schritte auf dem Weg zur Marktreife. Für eine erfolgreiche Anwendung der additiven Fertigung ist es wichtig, die Aufgabe des neuen Implantats und/oder Instruments vollständig zu verstehen und herauszufinden, welche Lösung die richtige ist, um es so effektiv wie möglich herzustellen. Sehen wir uns das Ganze mal genauer an:

1. Bedarfserkennung

Ein tiefgreifendes Verständnis der Anwendung ist entscheidend für die Effizienz und letztendlich für eine erfolgreiche Markteinführung. Es ist wichtig, sich im Vorfeld Zeit für eine gründliche Prüfung und Analyse zu nehmen. So kann man sicherstellen, dass es einen Business Case für den Einsatz der additiven Fertigung gibt und ein Plan für Design und Entwicklung formuliert werden kann.

2. Gemeinsame Innovation

In dieser Phase werden die Prozesse an die für das Produkt definierten Ziele angepasst. Daraufhin erfolgen die Auswahl der richtigen Technologie und des richtigen Materials für die Anwen-

dung und die Optimierung des Designs. Schließlich werden 3D-Modelle finalisiert und Pläne zur Bauoptimierung entworfen.

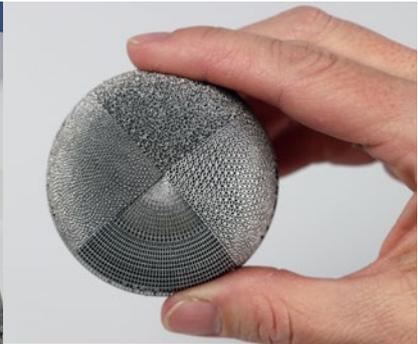
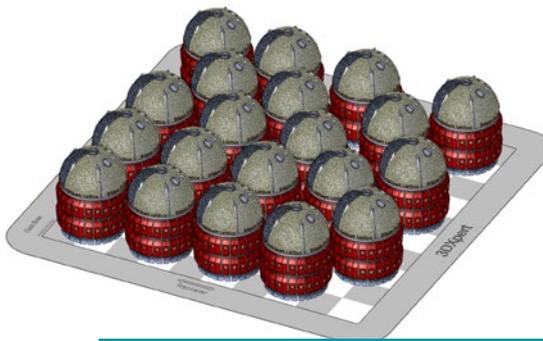
3. Vorprototyp/Prototyp

Als nächstes sollte eine Lückenanalyse anhand validierter Produktionsprotokolle durchgeführt und die neue Anwendung entsprechend geändert werden. Die ersten Teile werden gedruckt und bewertet, um sicherzustellen, dass sie das richtige Aussehen und die richtige Haptik besitzen und die definierten Anforderungen erfüllen können.

Stapelstrategien für den Druck von Implantaten wie Hüftgelenkpfannen tragen dazu bei, den Materialverbrauch zu minimieren und gleichzeitig die Produktivität zu steigern, indem sich die Druckzeiten und die nötigen Schritte für die Nachbearbeitung reduzieren.

4. Geringe Serienfertigung

In dieser Phase wird das Gerät anhand einer Reihe vordefinierter Kriterien für Validierung und Qualifizierung getestet. Das soll sicherstellen, dass der Hersteller über alle für die Einreichung erforderlichen Daten verfügt und sofort nach Erhalt der Freigabe die Markteinführung vorantreiben kann. Bereits an diesem Punkt kann der Hersteller den Weg in die Massenproduktion prüfen.



Stapelstrategien für den Druck von Implantaten wie Hüftgelenkpfannen tragen dazu bei, den Materialverbrauch zu minimieren und gleichzeitig die Produktivität zu steigern, indem die Druckzeiten und die nötigen Schritte für die Nachbearbeitung reduziert werden.

5. Vollproduktion oder Technologietransfer

Gerätehersteller können neue Produkte schnell auf den Markt bringen, ohne dass eine kostspielige Einrichtung einer Fertigungslinie erforderlich ist, indem sie additive Fertigungsdienstleistungen von ISO-zertifizierten Einrichtungen nutzen. Die Gerätehersteller können sich jedoch auch dafür entscheiden, Implantate und Instrumente selbst herzustellen. In diesem Szenario würde der Hersteller für additive Fertigung das Wissen, die Technologien und Produktionsstrategien übertragen, um einen unabhängigen Betrieb zu ermöglichen.

Mit dieser Flexibilität können die Gerätehersteller den Weg wählen, der für sie am sinnvollsten ist. Sie trägt

dazu bei, die Investition in additive Fertigungslösungen zu beschleunigen und gleichzeitig das Risiko zu verringern.

Von der Innovation bis zur Einreichung bei der FDA in nur 90 Tagen

Der übliche Zeitrahmen für Ingenieurteams, um die Innovationen ihrer orthopädischen Geräte von der Marktbeurteilung und dem Prototypenbau bis zur Dokumentation und Einreichung umzusetzen, beträgt zwischen zwölf Monaten und zwei Jahren. Der branchenweit akzeptierte Durchschnitt liegt bei 20 Monaten. Doch jeder Monat, um den sich die Markteinführung verzögert, erhöht das Risiko steigender Kosten und veränderter Anforderungen in der schnell wachsenden, modernen

Medizintechnikindustrie. Der Schlüssel zur deutlichen Verkürzung der Zeiten für die Ideenfindung und Validierung sowie zur Beschleunigung der Umsatzerlöse liegt in der partnerschaftlichen Zusammenarbeit. Herstellern medizinischer Geräte, die die Integration der additiven Fertigung zur Herstellung von Geräten in Betracht ziehen, wird empfohlen, mit einem Unternehmen zusammenzuarbeiten, das nicht nur technologische Lösungen, sondern auch Fachwissen in der Herstellung und Freigabe medizinischer Geräte mitbringt. Solche Partnerschaften können dazu beitragen, den Weg zur Markteinführung so schnell und einfach wie möglich zu gestalten. *anm* ◀

Der Autor, Ross Attardo, ist Application Development Engineering Manager, Application Innovation Group, 3D Systems.



Metall 3D-Drucker, die für die Herstellung medizinischer Geräte in ISO-zertifizierten Einrichtungen validiert sind, können zur Rationalisierung von Freigaben und Produktion beitragen.



3D-gedrucktes Modell eines Herzens.

Maßgerechte Lösungen

Auch in der Medizintechnik profitieren Produktentwicklung und Fertigung von der additiven Fertigung. Das liegt auch daran, dass sich Anbieter von 3D-Drucklösungen wie Stratasys auf diesen vertikalen Markt spezialisieren. Scott Drikakis, Global Medical Segment Leader, Stratasys, teilt mit uns seine Sicht auf die Besonderheiten und das Potenzial des 3D-Drucks von Medizinprodukten.

AUTOCAD Magazin (ACM): Bitte stellen Sie sich und Ihre Rolle vor.

Scott Drikakis: Ich bin Scott Drikakis, Global Medical Segment Leader bei Stratasys mit Sitz in Minneapolis, Minnesota. Ich arbeite seit fast sieben Jahren bei Stratasys. Zunächst habe ich das Programm für Großkunden im medizinischen Bereich geleitet, bei dem das Angebot maßgefertigter Lösungen für die Medizinbranche im Mittelpunkt steht. Nach dem erfolgreichen Start des Programms übernahm ich die nationale

Leitung und im Jahr 2022 eine globale Rolle. Als Global Medical Segment Leader befaße ich mich mit Kundenbindung, Vertriebspartnerschaften, Marktzugang und Unternehmensentwicklung. Wir unterteilen unser medizinisches Segment in zwei Hauptkategorien: Kunden aus dem Bereich Medizintechnik (die Hersteller von Medizintechnik) und aus dem Bereich Patientenbehandlung (Krankenhäuser und medizinisches Fachpersonal).

Wie kam es zu Ihrer Tätigkeit in dieser Branche?

Scott Drikakis: Seit dem Abschluss meines Studiums im Jahr 2000 habe ich mich ganz auf die Medizintechnikbranche konzentriert. Ich begann als klinischer Gebietsleiter mit Spezialisierung auf Herz-, Elektrophysiologie und Neurochirurgie für verschiedene Gerätehersteller und sammelte dabei mehr als ein Jahrzehnt an Erfahrung. Von dort aus arbeitete ich direkt mit einem Unternehmen für medizinische Auftragsfertigung zusammen und machte mich mit dem B2B-Aspekt der Medizintechnikbranche vertraut.

Über einen Kollegen lernte ich Stratasys und den 3D-Druck kennen. Das weckte mein Interesse. Als ich mich an Stratasys wandte, um mehr über ihre Vision zu erfahren, sah ich die Möglichkeit, einen Beitrag zu leisten. Heute, nach mehr als 20 Jahren in der Medizinbranche, hebt sich Stratasys für mich vor allem dadurch ab, dass man sich unablässig auf das Kundenerlebnis und die Verbesserung der Patientenergebnisse konzentriert. So kann ich aus erster Hand erfahren, welche positiven Auswirkungen unsere Technologie hat.

Erzählen Sie uns von Ihrer Arbeit bei Stratasys.

Scott Drikakis: Im Jahr 2017 hat Stratasys einen strategischen Wandel vollzogen. Seither wird bei der Bereitstellung von 3D-Drucklösungen für die verschiedenen zu bedienenden Branchen wie Gesundheitswesen, Luft- und Raumfahrt und Automobilindustrie ein vertikaler Ansatz verfolgt. Hierzu haben wir in enger Zusammenarbeit mit den wichtigsten Kunden deren Bedürfnisse ermittelt. Diese haben wiederum unsere Produkt-Roadmap geprägt. Im medizinischen



Kniegelenksprothese aus dem 3D-Drucker.

Bereich gewährleistet dies, dass die von uns entwickelten Lösungen einen echten klinischen Nutzen für die Gesundheitsbranche haben.

Der Schlüssel zu unserem Erfolg liegt in unserer Nähe zum Kunden. Durch ständiges Feedback können wir Produkte somit auf sie zuschneiden, bestehende Lücken ermitteln und Lösungen entwickeln. Diese enge Zusammenarbeit führt zu einem kontinuierlichen Verbesserungszyklus, von dem sowohl unsere Angebote als auch – und das ist am wichtigsten – unsere Kunden profitieren.

Wie unterstützt Stratasys das Gesundheitswesen?

Scott Drikakis: Wir arbeiten regelmäßig mit führenden Gesundheitseinrichtungen, akademischen medizinischen Zentren und Kinderkliniken zusammen, um eine optimale Nutzung von 3D-Druck im Gesundheitswesen zu gewährleisten. In der Medizintechnik nutzen unsere Kunden die Maschinen für Rapid Prototyping, Entwicklung, Produktion, Aus- und Weiterbildung sowie für Marketing. Mit unserem Angebot kann der 3D-Druck im Gesundheitswesen für Simulation und Ausbildung von Chirurgen genutzt werden, da mit den von uns entwickelten Materialien menschliches Gewebe und Knochen biomechanisch nachgestellt werden können. Unsere Multimaterial- und Mehrfarb-PolyJet-Drucker können diese in einem einzigen Druckvorgang herstellen. Darüber hinaus bieten wir den Kunden aus der Medizinbranche einen Auftragsfertigungsdienst an.

In Krankenhäusern konzentrieren wir uns auf patientenspezifische Lösungen und arbeiten mit allen chirurgischen Fachrichtungen zusammen. Radiologische Abteilungen konvertieren die DICOM-Patientendaten in druckbare Dateien für Diagnosezwecke, Operationsplanung und Patientenaufklärung. Dank der von uns entwickelten biokompatiblen und sterilisierbaren Materialien können unsere Maschinen auch zur Fertigung von Schneid- und Bohrschablonen bei Operation eingesetzt werden und tragen dadurch zu einem besseren Ergebnis für den Patienten bei.

Sie blicken auf 24 Jahre Erfahrung im Gesundheitswesen zurück. Was haben

Sie über Menschenführung gelernt?

Scott Drikakis: Ich glaube nicht an einen von oben herab strukturierten hierarchischen Führungsstil – in der Tat bin ich absolut dagegen. Ich liebe den Spruch: „Führung ist ein Verhalten, kein Titel“. Stattdessen glaube ich an gegenseitigen Dialog, Unterstützung und Respekt. Was bei mir am besten ankommt, ist eine hilfsbereite Führung, bei der alle füreinander arbeiten. Daher stehen für mich die Mitarbeiter an erster Stelle, die Kunden an zweiter und das Unternehmen an dritter Stelle. Ich glaube fest daran, dass sich die Dinge von selbst regeln, wenn man sich um das Team und die Kunden kümmert. Diese Philosophie spiegelt sich auch bei Stratasys wider: Hier stehen Kunden und Mitarbeiter im Mittelpunkt der Aufmerksamkeit und des Engagements.

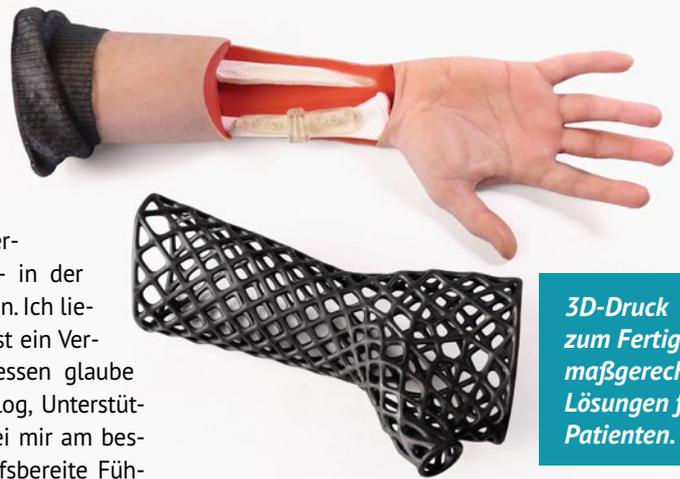
Was denken Sie über das Potenzial des 3D-Drucks im Gesundheitswesen?

Scott Drikakis: Das Gesundheitswesen befindet sich in einer außerordentlich guten Position, um 3D-Druck zum Fertigen maßgerechter Lösungen für Patien-



ten zu nutzen. Der 3D-Druck kann zentral oder dezentral erfolgen. Das bietet eine Flexibilität, die bei anderen traditionellen Fertigungsmethoden nicht immer gegeben ist.

In der Zahnmedizin ist der 3D-Druck seit über 15 Jahren in der Produktion führend und hat sein Potenzial für die Schaffung individueller Lösungen für Patienten unter Beweis gestellt. Durch diesen individuell gestalteten Ansatz werden die Behandlung und die Ergebnisse für den Patienten verbessert.



3D-Druck zum Fertigen maßgerechter Lösungen für Patienten.

Eine Verlagerung hin zu patientenspezifischen Lösungen ist in der Medizintechnikbranche offensichtlich. Sogar in der Pharmaindustrie sind Ansätze zu erkennen. Dieser Wandel unterstreicht die Bedeutung und den Wert individuell gestalteter Lösungen, von denen alle Beteiligten – Krankenhäuser, Kostenträger und Patienten – profitieren. Die Schaffung besserer Lösungen zielt darauf ab, die Gesamtkosten des Gesundheitswesens zu senken und damit die Zugänglichkeit zu verbessern. Unser Schwerpunkt liegt auf der weiteren Verbesserung der Patientenbehandlung und der Gewährleistung der Skalierbarkeit.

„Mit unserem Angebot kann der 3D-Druck im Gesundheitswesen für Simulation und Ausbildung von Chirurgen genutzt werden, da mit den von uns entwickelten Materialien menschliches Gewebe und Knochen biomechanisch nachgestellt werden können.“ Scott Drikakis, Global Medical Segment Leader, Stratasys

Was werden die nächsten zwölf Monate mit sich bringen?

Scott Drikakis: Wir werden weiterhin unsere Lösungen durch Zusammenarbeit und Investitionen verbessern. In der Medizintechnik verpflichten sich Ärzte und Krankenhäuser, der Behandlung von Patienten Priorität einzuräumen. Unsere Aufgabe ist, mit ihnen und der 3D-Druckbranche zusammenzuarbeiten, damit das mit besseren, schnelleren und stärker skalierbaren 3D-Lösungen verfolgt werden kann. *anm* ◀

Mehr Präzision im OP

Das SpaceMouse-Modul von Megatron ermöglicht die einhändige Steuerung von Mehrachsrobotern. Zum Einsatz kommt der Joystick unter anderem in der innovativen Roboterplattform Micromate, die für minimalinvasive Eingriffe konstruiert wurde. Das Modul dient hier zur Positionierung der OP-Nadel.

VON MATTHIAS HERRMANN

Die Firma Interventional Systems aus Kitzbühel hat es sich zum Ziel gesetzt, hochmoderne Miniaturrobotiklösungen zu realisieren, die präzise, nahtlose und kostengünstige bildgeführte medizinische Eingriffe ermöglichen. Das Ergebnis aus jahrelanger Entwicklungsarbeit kann sich sehen lassen, denn mit dem Micromate hat die Firma eine medizinische Roboterplattform auf den Markt gebracht, die viele minimalinvasive Operationen durch die Haut hindurch ermöglicht (perkutane Eingriffe). Das können beispielsweise Biopsien sein, aber auch die Entfer-



Das SpaceMouse Module von Megatron überzeugt durch modernste Sensorik und ein ansprechendes Design.

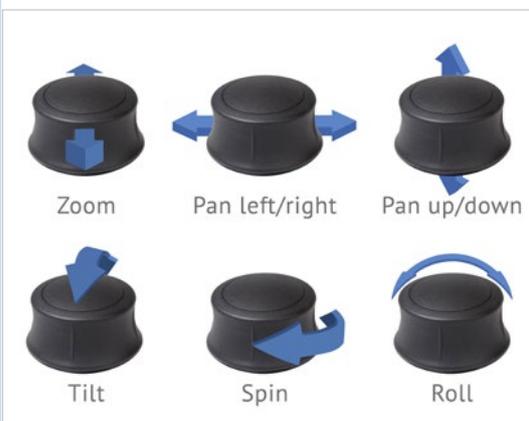
gestattete Miniatur-Roboterplattform zur Durchführung verschiedenster mikrochirurgischer Eingriffe.

Nahtlose Workflow-Integration

Die Arbeit mit dem Micromate beginnt in der Regel mit dem Setup. Nach der unkomplizierten Befestigung am Patiententisch werden die Bildgebungsdaten aus verschiedenen Quellen geladen und in ein und demselben Koordinatensystem ausgerichtet – in weniger als fünf Minuten. Anschließend wird der Eingriff mithilfe von prä- und interoperativen Scans und einer intuitiven Software genau geplant. In der anschließenden Ausrichtungsphase kommt das SpaceMouse-Modul zum Einsatz – mittels Navigation und Live-Bildgebung wird das OP-Instrument in Sekundenschnelle submillimetergenau auf die geplante Behandlungsebene ausgerichtet. Zum Schluss folgt die Phase des eigentlichen Eingriffs – das Einführen des Instruments in den Körper des Patienten. Dabei wird das Instrument vom Arzt mit Hilfe von Live-Bildern sicher vorgeschoben, wobei er ein haptisches Feedback erhält. Seitliche Abweichungen nach dem Einsetzen des Instruments wer-

nung von Tumoren und andere hochpräzise chirurgische Prozesse. Die hohe Genauigkeit und die geringe Größe des Systems gestatten präzisere und schnellere chirurgische Eingriffe als bisher.

Durch die Verkürzung der OP-Zeit reduziert sich auch die Strahlenbelastung für Arzt und Patient – beispielsweise beim kombinierten Einsatz mit CT-Scannern. Ein weiteres Vorteil ist die geringe Installationszeit der Roboterplattform, denn sie wird in weniger als fünf Minuten an jeder Art von Patiententisch montiert. Das System passt zudem als einziger Medizinroboter in den Ringtunnel eines Computertomografen. Damit bietet Micromate™ Radiologen und Onkologen eine einfach zu handhabende, kostengünstige und voll aus-



Der 3D-Joystick verfügt über sechs Freiheitsgrade.



Der OP-Roboter Micromate zeichnet sich durch Benutzerfreundlichkeit, Präzision und Wirtschaftlichkeit aus.



Bilder: Interventional Systems

Die Bedienkonsole ermöglicht dem Arzt die hochpräzise Steuerung des OP-Roboters.

den von Micromate signalisiert und ermöglichen eine Korrektur.

Multifunktional und präzise

Um das Gerät für den Einsatz im OP zu gestalten, musste Interventional Systems ein Eingabesystem schaffen, das eine genauere Positionierung der OP-Nadel ermöglicht als die konventionelle Freihand-Zielführung. Dabei stand die Wahl des Joysticks zum Ausrichten der Nadel im Mittelpunkt – das Unternehmen entschied sich für das SpaceMouse Module von Megatron. Für Pedro Costa, Chief Product Officer bei Interventional Systems, lag die Wahl des SpaceMouse Module zur Steuerung des Micromate nahe: „Die Benutzerfreundlichkeit des Joysticks spielt bei unseren Produkten eine entscheidende Rolle. Und die Tatsache, dass die SpaceMouse so viele Funktionen in einem einzigen Produkt vereint, ermöglicht es uns, die Anzahl der Tasten zu reduzieren, ohne die Interaktionsmöglichkeiten zu beeinträchtigen.“

Mensch-Maschine-Schnittstelle

Ein wichtiges Argument für den Einsatz des 3D-Joysticks ist die intuitive Bedienbarkeit von mehrachsigen Robotersystemen. Das SpaceMouse Module bietet aber auch in anderen Anwendungen zahlreiche Vorteile. Zum Beispiel bei der Verwendung multifunktionaler Software. Hier kann der Bediener die mehrachsigen Eingaben des Joysticks nutzen, um verschiedene Funktionen auszulösen. So ist es zum Beispiel möglich, eine Eingabe durch kurzes Drücken des Knaufs zu quittieren.

Bei der mechanischen Steuerung lässt sich die SpaceMouse auf zwei Arten nutzen. Im Falle des Micromate ist die SpaceMouse zum Beispiel zentral auf der Bedienkonsole positioniert, so dass der Arzt einfach den Knauf des Joysticks greifen und damit den Winkel der OP-Nadel per Fernsteuerung ändern kann. Dies ist ein klassischer Anwendungsfall der Fernsteuerung.

Neben der Fernsteuerung kann das SpaceMouse Module aber als weltweit einziger Joystick mit 6 Freiheitsgraden auch zur direkten Steuerung des Geräts genutzt werden. Dazu wird der Joystick am zu bewegenden Teil des Roboters angebracht. Die Applikationssoftware sorgt hier für die Kopplung des Koordinatensystems des Joysticks mit dem des Roboters. So wird die Grenze zwischen Mensch und Maschine aufgehoben – der Roboter kann direkt und nahtlos an die gewünschte Stelle bewegt werden, als wäre er der verlängerte Arm des Menschen.

Patentertechnologie

Wie andere neuartige Produkte hat das SpaceMouse Module seinen Ursprung in der Raumfahrt: Kernstück des 3D-Joysticks ist ein patentierter, optoelektronischer Sensor, der kontaktlos und somit verschleißfrei arbeitet und in einer früheren Version bereits

zur Steuerung von Roboterarmen im Weltall eingesetzt wurde. Der Sensor erfährt im Betrieb keinen Abrieb, so dass es über die gesamte Nutzungsdauer zu keiner Änderung des Sensorsignals kommt. Der Sensor detektiert die feinsten Eingaben in allen drei Dimensionen – sowohl Verschiebungen als auch Drehungen. Er bietet alle sechs Freiheitsgrade zur freien Positionierung von Objekten. Aufgrund der Flexibilität bei der Interpretation der Eingabesignale eignet sich der 3D-Joystick nicht nur zur Steuerung von Mehrachsrobotern, sondern auch für bildgebende Verfahren in der Medizintechnik, professionelle Kameras und zum Programmieren von Bewegungsabläufen bei Robotern (teachen). Das SpaceMouse Module wird wahlweise mit serieller, USB- oder CANopen-Schnittstelle geliefert. Die Montage des 3D-Joysticks ist dank Schraubflansch und Einbautiefe von 15 mm unter Panel einfach, kostengünstig und platzsparend.

anm ◀



Bild: Interventional Systems

Mit dem SpaceMouse Module von Megatron kann die OP-Nadel millimetergenau bewegt werden.

Die Simulation verschiedener Anwendungsszenarien hilft die Leistungsfähigkeit und Funktionalität der Geräte zu verbessern, um die medizinische Versorgung effizienter und sicherer zu gestalten.

Die digitale Revolution im Gesundheitswesen

Der technologische Fortschritt wird in vielen Branchen zu tiefgreifenden Veränderungen führen, und das Gesundheitswesen ist dabei keine Ausnahme. Die Digitalisierung hat das Potenzial, das Gesundheitswesen von Grund auf zu verändern und die Art und Weise, wie medizinische Versorgung erbracht wird, zu revolutionieren. **VON MARC HORNER**

Die Integration digitaler Technologien und neuartiger Lösungen eröffnet vielfältige Möglichkeiten, die Patientenversorgung zu verbessern, die Effizienz zu steigern und die medizinische Forschung voranzutreiben.

Insbesondere der innovative Einsatz von Simulationen und digitalen Zwillingen in der Gesundheitsfürsorge

und Forschung wird die Zukunft dieses Sektors entscheidend prägen.

Simulation in der Gesundheitsversorgung

Simulationstechnologien können Ärzten dabei helfen, Behandlungspläne zu personalisieren und potenzielle Risiken und Nebenwirkungen zu an-

tizipieren. Sie können virtuelle Modelle von Patienten erstellen und verschiedene Behandlungsstrategien testen. So lässt sich die optimale Vorgehensweise ermitteln. Die Diagnosegenauigkeit und die Qualität der Patientenversorgung werden dadurch verbessert.

Darüber hinaus ist das virtuelle Testen und Optimieren von medizinischen Geräten und Instrumenten mit Hilfe von Simulationstechnologien möglich. Durch diese virtuellen Tests können mögliche Schwachstellen oder Konstruktionsfehler bereits in einem frühen Stadium erkannt und behoben werden. Die Simulation verschiedener Anwendungsszenarien hilft zudem, die Leistungsfähigkeit und Funktionalität der Geräte zu verbessern, um die medizinische Versorgung effizienter und sicherer zu gestalten.

Für die Bewältigung komplexer medizinischer Herausforderungen und die kontinuierliche Verbesserung der



Virtuelle Modelle von Patienten lassen sich erstellen, so dass verschiedene Behandlungsstrategien vorab getestet werden können.



Gesundheitsversorgung eröffnet die Integration von Simulation und Digitalisierung neue Möglichkeiten. Diese fortschrittlichen Technologien sind dazu geeignet, die Art und Weise, wie wir Gesundheit verstehen und behandeln, nachhaltig zu verändern. Bei der Förderung einer präziseren, sichereren und effizienteren Gesundheitsversorgung für alle Patienten spielen sie eine wichtige Rolle.

Digitalisierung und digitale Zwillinge

Weiter können digitale Zwillinge – virtuelle Nachbildungen lebender Organismen – erhebliche Auswirkungen auf die Gesundheitsversorgung haben. Sie eröffnen Ärzten und Forschern neue Möglichkeiten, in Echtzeit auf umfassende Informationen zuzugreifen und personalisierte Ansätze in der Medizin zu entwickeln.

Individuelle Medizin und Therapie sind dabei ein zentraler Aspekt. Mit Hilfe digitaler Zwillinge werden Simulationen von Krankheiten und Vorhersagen über den Krankheitsverlauf und die Wirksamkeit bestimmter Behandlungsmethoden möglich sein. Auf diese Weise wird eine präzisere Diagnose und eine auf den einzelnen Patienten zugeschnittene Therapie möglich. Durch die kontinuierliche Überwachung des digitalen Zwillings sind die Ärzte in der Lage, Behandlungspläne anzupassen und zu optimieren, um den bestmöglichen Verlauf und die effektivste Behandlung zu gewährleisten.

Digitale Zwillinge können auch in der medizinischen Ausbildung eingesetzt werden. Angehende Ärztinnen und Ärzte sowie Krankenschwestern und -pfleger können mit Hilfe dieser Technologie realistische Szenarien simulieren und praktische Erfahrungen sammeln. Sie können mit Hilfe der digitalen Zwillinge Diagnosen stellen, Behandlungspläne erarbeiten und so ihre Fähigkeiten verbessern. Das Er-

gebnis ist eine praxisnahe Ausbildung und ein Beitrag zur Entwicklung kompetenter Fachkräfte im Gesundheitswesen.

Insgesamt eröffnen die Digitalisierung und der Einsatz digitaler Zwillinge neue Horizonte in der Gesundheitsversorgung. Sie revolutionieren die Art und Weise, wie Krankheiten behandelt werden, und tragen zu einer personalisierten, effizienten und qualitativ hochwertigen Patientenversorgung bei.

Revolution im Gesundheitswesen

Die Digitalisierung im Gesundheitswesen hat bereits in den letzten Jahren durch die Integration digitaler Technologien und Lösungen enorme Fortschritte gemacht. Dies ermöglicht die Optimierung wichtiger Prozesse und Abläufe mit dem Ziel einer effizienteren und qualitativ hochwertigeren Patientenversorgung.

- **Nahtlose Integration medizinischer Daten:** Elektronische Patientenakten (EPA) revolutionieren den Informationsaustausch im Gesundheitswesen. Durch die zentrale Speicherung und den schnellen Zugriff auf Patientendaten können medizinische Fachkräfte schneller und genauer Diagnosen stellen, Behandlungspläne erstellen und das Risiko von Behandlungsfehlern minimieren.

- **Besserer Zugang zur Gesundheitsversorgung:** Telemedizin eröffnet neue Möglichkeiten für Patienten, sich von jedem Ort aus medizinisch beraten und behandeln zu lassen. Insbesondere in ländlichen Gebieten oder für Patienten mit eingeschränkter Mobilität kann die Telemedizin den Zugang zu Fachärzten erleichtern und damit die Gesundheitsversorgung verbessern.

- **Proaktive Gesundheitsförderung:** Die Digitalisierung ermöglicht allen, aktiv an ihrer eigenen Gesundheitsversorgung mitzuwirken. Gesundheits-Apps, Wearables und personalisierte Gesundheitstechnologien ermöglichen es den Menschen, ihre Gesundheitsdaten zu verfolgen, ihre Fitness zu verbessern und ihre gesteckten Ziele leichter zu erreichen.



Der innovative Einsatz von Simulationen und digitalen Zwillingen in der Gesundheitsfürsorge und Forschung wird die Zukunft des Sektors entscheidend prägen.

Den Ausbau der Telemedizin und die Einführung der elektronischen Patientenakte hat das Bundesministerium für Gesundheit in den vergangenen Jahren vorangetrieben. Dabei wurden drei zentrale Handlungsfelder identifiziert: digital unterstützte Versorgungsprozesse, Nutzung von Gesundheits- und Pflegedaten sowie nutzerorientierte Technologien und Anwendungen, in denen die Digitalisierung besonders große Potenziale zur Verbesserung der Gesundheits- und Pflegeversorgung birgt. Eine Herausforderung, die die digitale Transformation in Deutschland bremst, ist die Gewährleistung von Datenschutz und Datensicherheit bei der zunehmenden Digitalisierung im Gesundheitswesen.

Fazit und Ausblick

Bei der Digitalisierung im Gesundheitswesen belegt Deutschland im internationalen Vergleich nur den vorletzten Platz. Wir haben also einen erheblichen Nachholbedarf und lassen viele Potenziale für die Qualität und Effizienz der Gesundheitsversorgung ungenutzt.

Die Digitalisierung des Gesundheitswesens bietet weiterhin Raum für Innovation, aber die aktuellen Entwicklungen sind vielversprechend und deuten auf eine künftige Transformation des Sektors hin. *anm* ◀

Der Autor, Marc Horner, ist Distinguished Engineer bei Ansys.

Tipps & Tricks

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

Bild: MK-Photo/AdobeStock

1 Sichtbarkeit von Beschriftungsobjekten

? Wir arbeiten mit in AutoCAD 2024 sehr viel mit Beschriftungsobjekten. Gerne würden wir auch die Funktion nutzen, um einzelne Beschriftungen für bestimmte Maßstäbe auszublenden. Da passiert es uns aber immer wieder, dass die Beschriftungsautomatik aktiviert ist. Demnach ist es ja so, dass der neu eingestellte Maßstab auf alle Beschriftungsobjekte angewandt wird, so dass unsere Arbeit, einzelnen Beschriftungen bestimmte Maßstäbe nicht zu geben, wieder hinfällig ist. Wir haben auch schon versucht, die Beschriftungsobjekte für bestimmte Maßstäbe auf Layer zu legen, die wir vor dem Ändern des Maßstabes gefroren haben. Weder frieren noch sperren oder isolieren hilft hier, der neu eingestellte Maßstab wird immer an alle Beschriftungsobjekte weitergegeben.

! Das von Ihnen geschilderte Verhalten ist grundsätzlich normal. Isolieren, sperren oder frieren von Layern hilft nicht, um den neu eingestellten Maßstab beim Wechsel mit aktivierter Beschriftungsautomatik nicht auf alle Objekte anzuwenden. Sehen Sie sich doch mal die Systemvariable „ANNOAUTOSCALE“ genauer an. Ausgangswert dieser Variable ist -4. Das Ein- oder Ausschalten der Beschriftungsautomatik verändert den Wert vom negativen ins positive oder retour. Ist der Wert negativ, wird die Funktion zum automatischen Skalieren deaktiviert. Die Einstellungen werden jedoch beibehalten. Das bedeutet, sobald die Beschriftungsautomatik deaktiviert ist, wird der eingestellte Wert negativ. (Bild 1)

Diese Systemvariable bestimmt, wann ein neu eingestellter Beschriftungsmaßstab auf Beschriftungsobjekte angewandt wird.

Wert 0: Der neu festgelegte Be-



schriftungsmaßstab wird nicht zu den Beschriftungsobjekten hinzugefügt.

Wert 1: fügt den neu festgelegten Beschriftungsmaßstab in Beschriftungsobjekte ein, die den aktuellen Maßstab unterstützen. Die Ausnahme bilden Beschriftungsobjekte auf Layern, die deaktiviert, gefroren oder gesperrt sind, beziehungsweise für die Ansichtsfenster > Frieren festgelegt sind.

Wert 2: fügt den neu festgelegten Beschriftungsmaßstab in Beschriftungsobjekte ein, die den aktuellen Maßstab unterstützen. Die Ausnahme bilden Beschriftungsobjekte auf Layern, die deaktiviert, gefroren oder für die Ansichtsfenster > Frieren festgelegt sind.

Wert 3: fügt den neu festgelegten Beschriftungsmaßstab zu Beschrif-

Bild1: Einfügen der „fremden“ DWG mit aktivierter Option „Ursprung“.

tungsobjekten hinzu, die den aktuellen Maßstab unterstützen. Die Ausnahme bilden Beschriftungsobjekte auf gesperrten Layern.

Wert 4: fügt den neu festgelegten Beschriftungsmaßstab in alle Beschriftungsobjekte ein, die den aktuellen Maßstab unterstützen.

Mal angenommen, Sie stellen den Wert auf drei ein, dann werden Beschriftungsobjekte ignoriert, die auf einem gesperrten Layer liegen. Bei zwei werden Beschriftungsobjekte ignoriert, die auf einem gefrorenen Layer liegen. Mit diesen Einstellungen der Systemvariable „ANNOAUTOSCALE“ lässt sich genau das erreichen, was Grund ihrer Anfrage war.

2 Weiterarbeiten in fremden Zeichnungen

? Wir sind ein Architekturbüro und arbeiten mit AutoCAD. Von unseren Kunden bekommen wir regelmäßig Bestandspläne, die wir mit aktuell AutoCAD 2024 weiterbearbeiten. Nach dem Einfügen der Fremdzeichnungen ändert sich aber häufig das Aussehen, meist in Texten und Bemaßungen. Öffnen wir die Zeichnung direkt, sieht alles wunderbar aus. So können wir jedoch nicht weiterarbeiten, da uns gewisse Bemaßungsstile und Textstile fehlen. Wie kann das sein, dass sich die Zeichnungen nach dem Einfügen so verändern?

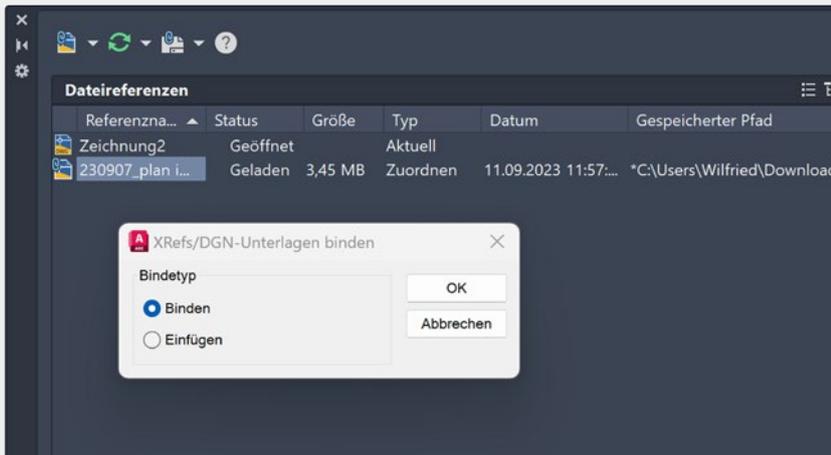


Bild 2: Eine XRef über das Kontextmenü im Manager für externe Referenzen binden.

Es ist nicht ratsam, Stile zu verwenden mit Namen „Standard“, da es praktisch in jeder Zeichnung Stile gibt, die so heißen. Beispiel: Ihr Kunde definiert den Textstil „Standard“ mit der Schrift Arial und eventuell einer Texthöhe von zwei und verwendet diesen Textstil für seine Beschrif-

tungen. In Ihrer Zeichnungsvorlage gibt es natürlich auch den Textstil „Standard“, Sie definieren ihn jedoch mit der Schrift „TXT“ und einer Höhe von eins. Sobald Sie dann den fremden Plan in Ihre Zeichnungsvorlage einfügen, gilt die alte AutoCAD-Regel, dass bestehende Stile (in Ihrem Fall

der Textstil „Standard“) nicht überschrieben werden. Also wird aus dem Text von Lieferanten, der ursprünglich in Arial war, nun die Schrift TXT und alles sieht anders aus.

Sie können diese Probleme umgehen, indem Sie den fremden Plan als XRef einfügen, in einem zweiten Schritt binden und als Bindeoption nicht Einfügen, sondern Binden verwenden. Dann wird aus allen Stilen ein individueller Stil.

Kurz zur Erklärung der beiden Bindeoptionen: Bei Binden – Einfügen werden eventuell bereits bestehende Definitionen an die der Zielzeichnung angepasst. Also eigentlich passiert das gleiche, als würde man den fremden Plan als Block einfügen.

Bei Binden – Binden werden die importierten Stile (Textstile, Bemaßungsstile, Layernamen usw.) mit einem Präfix importiert. Man hat also jetzt für jeden Stil der fremden Zeichnung einen eigenen Stil. Somit kann es nicht vorkommen, dass ein Stil bereits besteht und nicht überschrieben wird. (Bild 2)

Beispiel: Der fremde Plan heißt „230907_plan importiert“ und hat den Stil „Standard“, dann wird daraus nach Binden – Binden der Stil „230907_plan importiert \$0\$Standard“. (Bild 3)

Nach dem Binden wird aus der externen Referenz eine Blockdefinition, die man mit dem Befehl URSPRUNG auflöst. Nicht vergessen nach dem Auflösen der Blockdefinition über Bereinigen die nicht genutzten Blöcke zu entfernen, um unnötig große Datenmengen zu vermeiden!

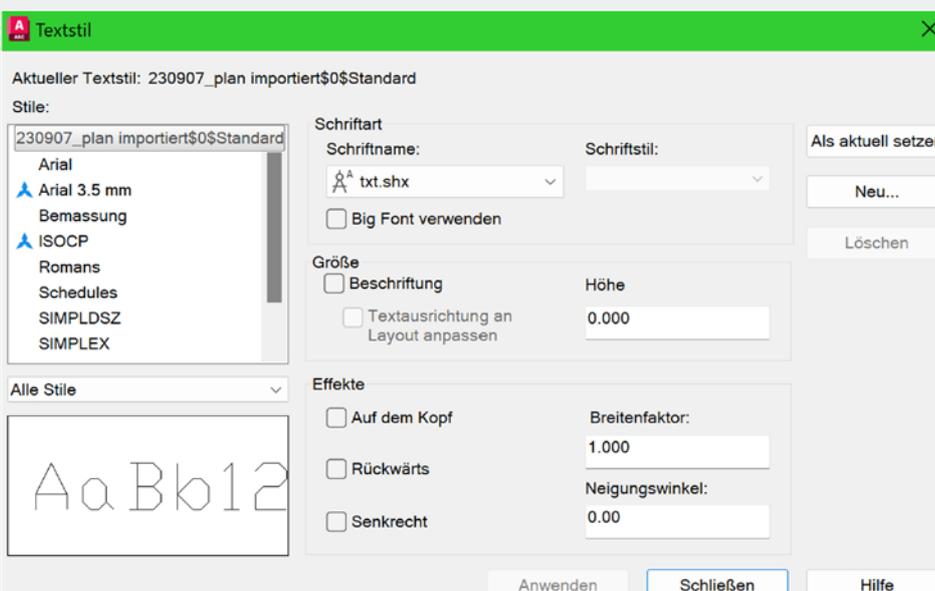
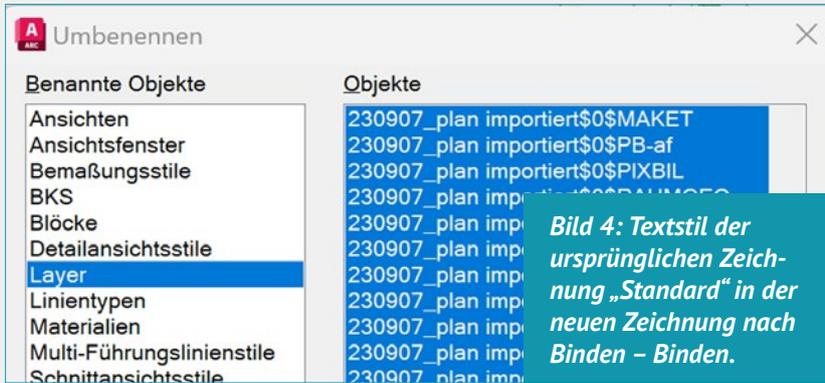


Bild 3: Textstil der ursprünglichen Zeichnung „Standard“ in der neuen Zeichnung nach Binden – Binden.

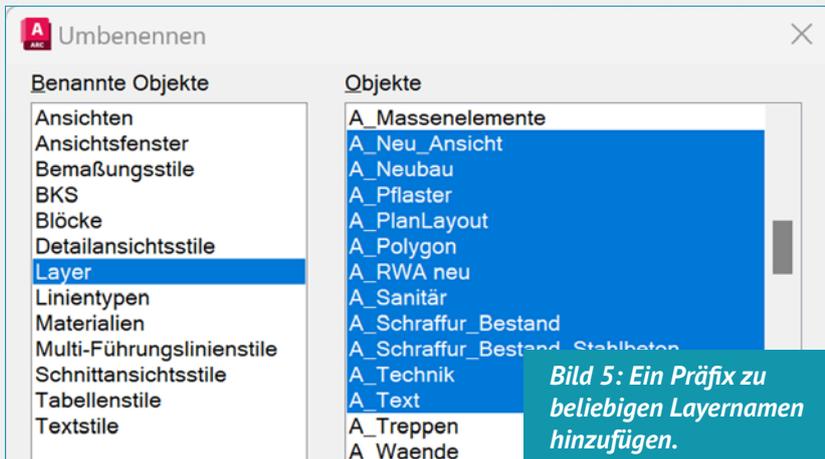
3 Ungewünschte Präfixe von Layernamen entfernen

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

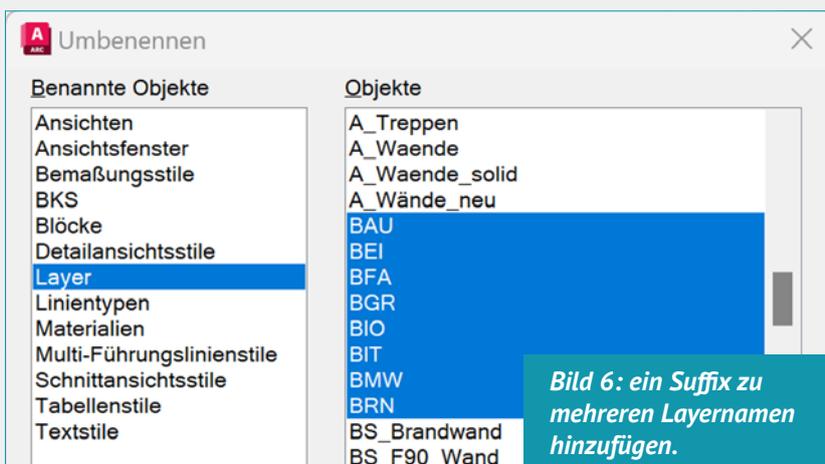


alle Präfixe „230907_plan importiert\$0\$“ entfernt.

Es gibt übrigens noch weitere Möglichkeiten, mit diesem Befehl mehrere Einträge zu verändern, was Blöcke, Layer, Textstile usw. betreffen. Starten Sie dazu den Befehl UMBENENN oder „rename“ und markieren im linken Bereich das benannte Objekt „Layer“. Im rechten Bereich markieren Sie mit Strg und/oder der Großschreibtaste die Layer, denen ein Präfix vorangestellt werden soll. Durch die Auswahl mehrerer Layernamen verändert sich der Eintrag in der Zeile „Alter Name:“ auf „*variiert*“. Nun tragen Sie in der Zeile „Umbenennen in:“ das gewünschte Präfix gefolgt von einem Sternchen „*“ ein. Klicken Sie auf den Button „Umbenennen in:“ oder auf OK und automatisch wird all Ihren gewählten Layern das eingeebnete Präfix vorangestellt. (Bild 5)



Wenn Sie ein Suffix an Layernamen anhängen möchten, muss man mit Fragezeichen arbeiten. Hierbei verhält sich dieser Dialog etwas anders: Im gezeigten Beispiel haben wir mehrere Layer mit drei Buchstaben (es könnte genauso gut ein Buchstabe sein). Nun gibt man mindestens drei Fragezeichen (oder mehr) in der Zeile „Umbenennen in:“ ein. Nachfolgend tippt man das gewünschte Suffix ein. Ein Klick auf diesen Button übernimmt dann pro Fragezeichen den bestehenden Layernamen und setzt etwa den Wert „_WIN-Verlag“ hinter die Layernamen. Das heißt, beim Umbenennen von mehreren Layern mit Suffix muss die Anzahl der Fragezeichen größer oder gleich der Anzahl Buchstaben des bestehenden Layernamens sein. (Bild 6) Die hier gezeigten Techniken funktionieren übrigens auch mit Text- und Bemaßungsstilen.



Das können Sie bequem mit „UMBENENN“ in AutoCAD lösen. Starten Sie den Befehl und geben Sie ins Feld „Alter Name“ das unerwünschte Präfix mit Sternchen ein: also „230907_plan im-

portiert\$0\$*“. Ins Eingabefeld neben „Umbenennen in“ tippen Sie lediglich einen Stern ein. (Bild 4)

Sobald Sie nun auf den Button „Umbenennen in“ klicken, werden

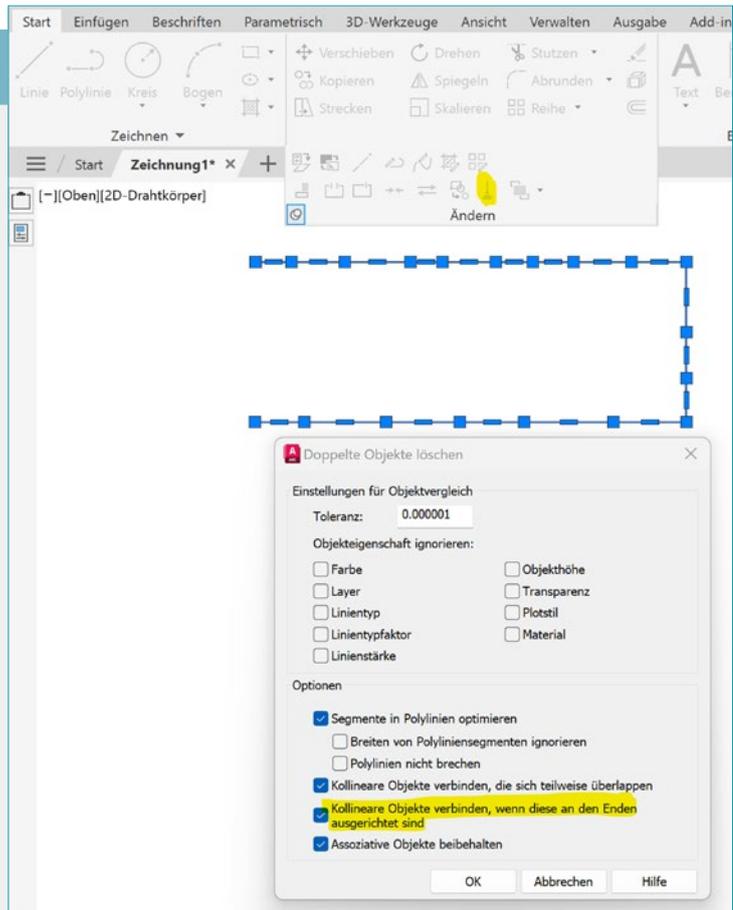
4

Polylinien „reparieren“

? *Aktuell nutzen wir AutoCAD 2024 und haben von einem Planungspartner eine Zeichnung bekommen, bei der innerhalb der Polyliniensegmente völlig unnütze Scheitelpunkte liegen. Man könnte diese zwar mit den multifunktionalen Griffen entfernen, aufgrund der Anzahl wären das jedoch sehr viele Klicks. Gibt es eine leichtere Möglichkeit oder ein Tool, diese Scheitelpunkte zu beseitigen?*

So ein Tool bietet AutoCAD standardmäßig. Der Befehl nennt sich AUFRÄUM und sieht aus wie ein Besen. Sie finden den Befehl in der Gruppe „Ändern“ ihrer Benutzeroberfläche. Wichtig ist hier, dass man mit der Option „Kollineare Objekte verbinden“ diese an den Enden auszurichten sind. (Bild 7) ra ◀

Bild 7: Löschen unnützer Scheitelpunkte bei kollinearen Objekten mithilfe des Befehls AUFRÄUM.



LISP- und .NET-Programme für AutoCAD

Als Abonnent des **AUTOCAD Magazins** können Sie die acht LISP- und .NET-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_TXT2ATT.LSP:** Textinhalte in Attribute übertragen
- ACM-SEGMENTIEREN.LSP:** Objekte segmentieren
- SYMBOLFINDER.LSP:** Symbolfinder pro Punktblock
- DR_PLATTE_A.LSP:** Platte mit Massivholzkante
- GARDEROBE.LSP:** Garderobe im Restrostil der 70er
- ACM-LTCHANGE.LSP:** Objektliniertypen in der Zeichnung ändern
- ACMDAUSWECHSELN.LSP:** Elemente gegen andere auswechseln
- ACM_GKANTE.LSP:** Grafische Musterkante nach Zufallsprinzip erstellen



Acht leistungsfähige LISP- und .NET-Programme für unterschiedliche Branchen und Einsatzgebiete.

A ACM-LTCHANGE.LSP: Veränderungen

Die Darstellung von AutoCAD-Kurvenobjekten wie Linien, Kreisen oder Splines hängt unter anderem von der Eigenschaft „Linientyp“ ab. Bei Linientypen kann es sich um ein Muster aus Strichen, Punkten, Texten und Symbolen handeln, und sie können durchgängig oder unterbrochen sein. Die Linientypdefinitionen sind Bestandteil der Zeichnung, werden in der Regel aber aus einer externen Linientypdefinitionsdatei (LIN) geladen. Autodesk liefert zwei Linientypdefinitionsdateien mit: acad.lin für britische Maßeinheiten und acadiso.lin für metrische. Das Tool **ACM-LTCHANGE.LSP** dient dazu, Linientypen von Objekten und Layern der gesamten Zeichnung zu ändern. Dazu wird nach Laden der LISP-Datei und dem Befehlsaufruf mit LTCHANGE ein Dialog bereitgestellt, in dem der Anwender auf der einen Seite alle zu ändernden Linientypen aus einer Liste auswählen

kann. Auf der anderen Seite erscheint eine ähnliche Liste für die Wahl des für diese Linientypen neu verwendeten Linientyps. Auch das Auslesen des Linientyps eines Zeichnungsobjekts für beide Listen ist möglich. Nach Bestätigung der Linientypauswahl wird im Anschluss die gesamte Zeichnungsdatenbank durchsucht und falls nötig bei den Zeichnungsobjekten der Linientyp entsprechend angepasst. Darüber hinaus lässt sich gegebenenfalls auch der Linientyp von Layern ändern, falls man den Quell-Linientyp verwendet. Ebenso wird der aktuelle Linientyp – falls notwendig – umgestellt. Im Anschluss kann man die ersetzten Linientypen bereinigen.

Dieses Tool wurde mit einem Steuerungsflag programmiert, so dass Objekte auf gesperrten Layern nicht berücksichtigt werden. So hat man die Flexibilität, die zeichnungsweite Arbeitsweise des Tools auf Wunsch einzuschränken,

indem man die Steuerungsmöglichkeit über Layersperren verwendet. Man kann es somit also auch auf einen bestimmten oder unbestimmten Teil von Objekten anwenden. Für Programmierinteressierte wäre auch die Unterfunktionen des Programms interessant: So ließe sich – unter Umgehung des Auswahldialogs – ein Direktaufruf der Änderungsfunktion mit der Ursprungslinientypenliste und dem Ziellinientyp als Parameter realisieren, was Script- oder Batchbetrieb zur Zeichnungsstandardisierung erlaubt. **Thomas Krüger/ra** ◀

Programm: ACM-LTCHANGE.LSP

Funktion: Objektlinientypen in der gesamten Zeichnung ändern

Autor: Thomas Krüger

Lauffähig ab: AutoCAD 2008

Bezug: online

B K_TXT2ATT.LSP: Mach da mal ein Attribut draus!

Manchmal bekommt man Pläne, die viele Symbole enthalten, aber die Textinformationen an den Symbolen sind auch nur Texte. So zum Beispiel Stromkreise, Liniennummern oder sonstige Infos, die ja eigentlich besser in einem Attribut aufgehoben wären, damit sie dem Symbol auch eindeutig zuzuordnen sind. Außerdem ist auch eine Weiterverarbeitung in Datenbanken kaum möglich, wenn die Daten im oder am Objekt gar nicht vorhanden sind.

Das Tool **K_TXT2ATT.LSP** kann helfen, Textinhalte in Attribute zu übertragen und die bearbeiteten Texte zu löschen. Dafür stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung.

1. Texte, MTexte oder auch Attributdefinitionen zusammen mit den Blöcken wählen: Nach der Auswahl erscheint ein Dialogfeld, in dem man das Attribut

wählt, in das die Texte übertragen werden sollen. Dann kommt noch die Wahlmöglichkeit, Attributeigenschaften oder Texteeigenschaften zu übernehmen. Hier werden jeweils die Position und Eigenschaften von Attribut oder eben des Texts übernommen. Die Zuweisung von Text zu Attribut erfolgt automatisch nach Entfernen von Text zu jeweiligem Attribut, die bearbeiteten Texte werden am Ende gelöscht.

2. Nur Texte, MTexte oder auch Attributdefinitionen ohne Blöcke wählen: Hier kommt zuerst noch die Aufforderung einen Block zu wählen, damit die Attributauswahl erfolgen kann. Der gewählte Block wird nur zur Attributwahl gebraucht und hat noch nichts mit der Zuweisung von Texten zu Attributen zu tun. Nach der Auswahl erscheint ein Dialogfeld, in dem man das Attribut

wählt, in das die Texte übertragen werden sollen. Man hat auch hier die Wahl, Attributeigenschaften oder Texteeigenschaften zu übernehmen. Die Zuweisung von Text zu Attribut erfolgt hier manuell durch Anklicken des jeweiligen Blocks. Dazu wird der aktuelle Text in die Bildschirmmitte gebracht und markiert. Mit Rechtsklick wird der Text übersprungen, nicht bearbeitet und am Ende auch nicht gelöscht.

Andreas Kraus/ra ◀

Programm: K_TXT2ATT.LSP

Funktion: Textinhalte in Attribute übertragen

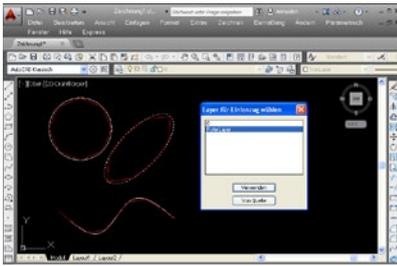
Autor: Andreas Kraus

Lauffähig ab: AutoCAD 2020

Bezug: online



ACM-SEGMENTIEREN.LSP: Objekte segmentieren



Mit **ACM-SEGMENTIEREN.LSP** lassen sich Kurvenobjekte durch Linienzüge nachzeichnen. So kann beispielsweise ein Kreis durch eine maximale Anzahl von 1024 Einzellinien dargestellt werden. Anwenden lässt sich das Tool auf folgende Objekttypen: 2D-Polylinie, Bogen, Kreis, Ellipse, Linie, Polylinie und Spline.

Nach dem Aufruf des Befehls fordert die Routine erst zur Wahl des zu segmentierenden Objekts auf. Objekte auf gesperrten Layern können mit dem Tool nicht bearbeitet werden. Anschließend kann man die An-

zahl der Segmente eingeben. Erlaubt ist hierbei die Spanne von zwei bis 1.024 Teillinien. Den zuletzt verwendeten Wert speichert das Programm für die Dauer der Arbeit an der aktuellen Zeichnung ab und bietet diesen Wert als Vorgabe an, die sich mit der EINGABETASTE übernehmen lässt.

Als nächstes ist zu bestimmen, ob die Segmente als einzelne Linien oder als Polylinienzug erstellt werden. Je nach aktueller Einstellung der Systemvariable PLINTEYPE wird bei der Polylinienvariante eine 2D- oder LW-Polylinie erstellt. Auch bei dieser Entscheidung wird immer die zuletzt verwendete Option als Vorgabewert angeboten. Als letzten Schritt im Programmablauf lässt sich der Layer der neu zu erstellenden Objekte auswählen. Dazu blendet die Routine ein Dialogfeld ein, das alle aktuell in der Zeichnung definierten Zeichnungsebenen zur Auswahl auflistet. Auch

hier ist der zuletzt benutzte Layer im Listenfeld bereits vormarkiert, sofern er nicht vorher einer Layerbereinigung zum Opfer fiel.

Zu beachten ist, dass die Segmentlinien nicht bei jeder Objektart alle die gleiche Länge besitzen. Vielmehr sind die Abstände auf dem Quellobjekt regelmäßig. Bei einem segmentierten Kreis besitzen daher auch die erstellten Linien die gleiche Länge, bei Spline-Objekten ist das nicht der Fall. Das Tool verwendet zur Berechnung der Teilerpunkte den Befehl TEILEN. **Gerhard Rampf/ra** ◀

Programm: ACM-SEGMENTIEREN.LSP
Funktion: Objekte mit Linien oder Polylinien nachzeichnen
Autor: Gerhard Rampf
Lauffähig ab: AutoCAD 2005
Bezug: online



SYMBOLFINDER.LSP: Symbolfinder pro Punktblock

Im Vermessungswesen ist es gängige Praxis, etwa in Lageplänen Punktblöcke für den Messpunkt zu verwenden. Zudem werden Punktsymbole an dieselbe XY-Position eingefügt, zum Beispiel ein Kanaldeckel oder ein Baum. Im Punktblock sind die Attribute etwa für die Punktnummer, Höhe oder Bemerkung vorhanden. Einen Zusammenhang zwischen Punkt- und Symbolblock besteht jedoch nicht. Die einzige Gemeinsamkeit ist die XY-Position, optional auch der Z-Wert.

Mit dem Programm **SYMBOLFINDER.LSP** ist es möglich, anhand der gemeinsamen XY(Z)-Position die Symbole zu den Punktblöcken zu finden. Dazu lassen sich Attributfilter und ein Filter für den Symbolblock verwenden. Um das Programm zu verwenden, muss man die Blöcke an Stellen von Messpunktblöcken finden, wo der jeweilige Bemerkungstrag steht. Bäume etwa, die zu ändern

sind, muss man über die ursprüngliche Messpunktnummer identifizieren und Schächte über eine eventuell fehlerhafte Höhe finden. Beispielsuchen könnten dann so ausformuliert sein:

- Symbolblöcke mit dem Namen BSE-TR53 zu den Punktblöcken mit der Bemerkung *Prüfen!*
- Symbolblöcke mit dem Namen BBM* zu den Punktblöcken mit der Nummer von 380-390
- Symbolblöcke mit dem Namen BSE-DECRU zu den Punktblöcken mit den Höhen von 12.50-12.85

Bei Zeichenkettenvergleichen lassen sich Wildcards (Jokerzeichen) verwenden, zum Beispiel die Namen der Symbolblöcke. Das wichtigste Zeichen dabei ist das Sternchen (*), das für eine beliebige Anzahl von beliebigen Zeichen steht. Ausgewählt werden eine Menge von Punktblöcken, aber nur die verwendet, die dem eingegebenen Attributfilter entsprechen. Pro Punkt-

block lässt sich dann prüfen, ob ein Symbolblock mit derselben XY(Z)-Position vorhanden ist, dessen Name dem Filter für die Symbolblocknamen entspricht. Abschließend werden die erfolgreich gefundenen Symbolblöcke selektiert, also mit Griffen markiert.

Um die (Symbol-) Blocknamen und Attributfilter festzulegen, kann man grundsätzlich ein entsprechendes Objekt in der Zeichnung picken, um den Blocknamen oder Textwert an das Dialogfenster zurückzugeben. Anmerkung: Dynamische Blöcke werden in diesem Programm nicht berücksichtigt. **Jörn Bosse/ra** ◀

Programm: SYMBOLFINDER.LSP
Funktion: Symbolfinder pro Punktblock
Autor: Jörn Bosse
Lauffähig ab: AutoCAD 2021
Bezug: online

E

DR_PLATTE_A.LSP: Platte mit Massivholzkante

Mit **DR_PLATTE_A.LSP** lassen sich zu beschichtende Plattenwerkstoffe, die im Tischler- oder Schreinerhandwerk und der Möbelindustrie zum Einsatz kommen, auf einfache und schnelle Art normgerecht zeichnen. Dabei geht es beispielsweise um Flachpressplatten gemäß DIN EN 312. Die Besonderheit ist, dass neben dem Plattenmaterial auch die zugehörige Kantenausführung konstruktiv mitberücksichtigt wird – als Massivholzanleimer und Plattenbeschichtung.

Mit dem Programm lassen sich Plattenzeichnungen für den Innenausbau und Möbelbau anfertigen. Zudem kann man die Plattenstärke, die Abmessungen des Massivholzanleimers sowie die Art der Plattenbeschichtung im Kantenbereich über eine Dialogbox steuern. Die zeichnerische Aufbereitung der Platte erfolgt durch Eingabe der Längenabmessung und der gewünschten Ausrichtung der Platte im Zeichenfenster. Nach Festlegung der Plattenart in der Dialogbox, etwa „P2“ für eine Flachpressplatte nach DIN EN 312 zur Verwendung im Trockenbereich, mit spezifischem Gewicht von 680 bis 750 kg/m³, lässt sich ebenfalls in der Dialogbox das Rohmaß für die

Plattendicke eingeben. Im nächsten Schritt wird dort dann auch die Stärke der Kante (des Massivholzanleimers) erfasst. Als nächstes muss die Eingabe erfolgen, ob die Kantenausführung als „Anleimer“ oder als „Unterleimer“ – also mit überfurnierter Kante – ausgeführt werden soll. Die Eingabefelder befinden sich in der Dialogbox oberhalb des Vorschaubilds mit passenden Vorgaben und lassen sich wahlweise überschreiben: Bezeichnung/Kurzzeichen der Platte, Rohdicke, Anleimerstärke und überfurniert.

Nach dem Erfassen der Daten und Bestätigung mit OK wechselt die Routine in den Zeichenbereich. Ein Anfangspunkt der Platte wird durch Zeigen und Picken festgelegt, ist die Plattenrichtung über den Mauszeiger anzugeben. Die Position/Länge der Platte kann durch Picken der Maustaste oder durch zusätzliche Längeneingabe über die Tastatur erfolgen und die Ausrichtung der Platten um den Anfangspunkt in einem beliebigen Winkel bis zu 360 Grad. Die Ausrichtung der Plattentexte wird daran angepasst. Abschließend ist noch festzulegen, ob die Platte rechtsseitig, also unterhalb der Füh-

rungslinie (Eingabe von <N>) oder linksseitig, oberhalb der Führungslinie gezeichnet werden soll (Eingabe von <J>). Zur weiteren Detailbearbeitung kann man zudem durch Setzen des Schaltknopfs „Auf Grenzen zoomen“ die erstellte Plattenkonstruktion heranzoomen. Das Tool hat eine eigenständige Struktur, bei der die einzelnen Objekte auf vorgegebene Layer gelegt werden. „LT-A“ und „LT-B“ werden mit Farben und Linientypen in Anlehnung an die im Tischlerhandwerk gültige DIN 919 „Technische Zeichnungen – Holzverarbeitung – Grundlagen“ angelegt. Die erzeugten Schraffuren erfüllen ebenfalls die Vorgaben nach DIN 919. Für die Arbeit kopiert man die Dateien in ein Verzeichnis, auf das der Supportdatei-Suchpfad von AutoCAD verweist.

Dieter Ribbrock/ra ◀

Programm: DR_PLATTE_A.LSP
Funktion: Möbelbau-Plattenkonstruktion mit Anleimer
Autor: Dieter Ribbrock
Lauffähig ab: AutoCAD 2023
Bezug: online

F

ACM_GKANTE.LSP: Zufällige CAD-Musterkante

Muster und Konturen von CAD-Zeichnungen sind in der Regel exakt, akkurat, gleichmäßig und weisen keinerlei Unregelmäßigkeiten auf. Das ist ein Vorteil bei Analysen und Mengenermittlungen. Bei rein grafischen Darstellungen wirkt das aber oft steril. Es fehlen die kleinen Unregelmäßigkeiten einer Handkolorierung. Um einen solchen Effekt bei einer Musterkante in CAD nachzubilden, lässt sich gut das Tool **ACM_GKANTE.LSP** verwenden.

So kann man Striche entlang der jeweils ausgewählten Konturenkante in einem vorgegebenen Abstand mit aktueller Farbe auf dem aktuellen Layer einfügen – ähnlich wie beim Messen-Befehl. Je nach voreingestell-

ten Toleranzwerten werden dabei Parameter wie Linienstärke und -länge, Versatzabstand zur Kontur, Transparenz und Winkelstellung zur X-Achse des aktuellen BKS im jeweils voreingestellten Toleranzbereich der einzelnen Linie zufällig zugeordnet. So lassen sich je nach Parameterkonstellation grafische Effekte erzielen. Gefällt einem das zufällige Muster nicht, kann man nach Abschluss des Toolbefehls die Mustereinfügung mit dem ZURÜCK-Befehl rückgängig machen und das Erstellen erneut starten bis einem das zufällig erzeugte Muster gefällt.

Die Polylinien sind nicht assoziativ und lassen sich im Anschluss

auch einzeln modifizieren oder löschen, um noch einen stärkeren Unregelmäßigkeitscharakter zu erzielen. Möchte man beide Seiten einer Kontur mit Strichmuster versehen, ist der Toolbefehl zwei Mal, aber mit unterschiedlicher Winkelausrichtung aufzurufen.

Silke Molch/ra ◀

Programm: ACM_GKANTE.LSP
Funktion: mit Strichen versehene grafische Musterkante nach Zufallsprinzip erstellen
Autorin: Silke Molch
Lauffähig ab: AutoCAD 2024[de] auf acadiso.dwt-Basis
Bezug: online



GARDEROBE.LSP: Garderobe im Restrostil der 1970er

Standard-AutoCAD bietet verschiedene Wege, um 3D-Modelle aus Netzen, Volumenkörpern oder extrudierte Konturen zu erstellen. Mit den Kenntnissen der unterschiedlichen Möglichkeiten und das fertige Objekt vor Augen, gilt es nun, über die Vorgehensweise zu entscheiden. Im vorliegenden Fall sollen große Rundungen an die Ecken. Mit einem 3D-Grundkörper als Ausgangsobjekt lässt sich das bewerkstelligen, verlangt allerdings etliche Benutzereingaben. In einer Routine gelingt das am einfachsten mit Rechtecken, die je nachdem, abgerundet und extrudiert werden. Eine einfache Garderobe beinhaltet Kleiderhaken auf einer Platte befestigt, ein kleines Regal als Ablage und vielleicht einen Spiegel.

Wenn eine Standardgarderobe öfter zu planen ist, lohnt sich eine LISP-Routine. So bietet das Programm **GARDEROBE.LSP** mit wenigen Eingaben einen ansehnlichen Vorschlag. Nach Aufruf erscheint eine Dialogbox, in deren rechten Teil

die Größen des Garderobenteils sowie die der Ablage als Parameter mit sinnvollen Werten hinterlegt sind. Der Punkt „Garderobengesamtbreite“ zeigt das Maß der Garderobe plus Ablage an. Mit Veränderung der Breitenmaße ergibt sich ein anderes Gesamtmaß. Die Platte des linken Teils muss nicht die volle Höhe haben. Ihre Höhe ergibt sich aus der Garderobenhöhe minus Abstand vom Boden. Der Einfachheit halber entsprechen die Haken einem Standardmodell, diese werden nur gezeichnet.

Die Position der Haken ergibt sich aus dem Abstand vom Rand, jeweils rechts und links und auf der restlichen Plattenbreite werden je nach Eingabe weitere Haken verteilt. Das Maß „Hakenhöhe“ entspricht dem Anschraubpunkt. Über den Button „Ablagemaße“ gelangt man zur Dialogbox „Ablage und Spiegel“. Hier sind Breite, Höhe, Tiefe und Materialdicke der Ablage zu bestimmen. Ebenso verfährt man mit dem Spiegel. Passend

zu den Rundungen der Garderobplatte und der Ablage, ist hier ein runder Spiegel vorgesehen. Er wird durch einen Zylinder dargestellt, wobei die Höhenangabe dem Zentrum des Volumenkörpers entspricht. Die Layerfarben sind entsprechend der individuellen Darstellung von Holz oder Stahl vorgegeben und erleichtern das Rendern. Klickt man OK, verschwindet die Dialogbox und fragt nach dem Einfügepunkt vorne links unten. Sodann werden die gesamten Objekte dreidimensional erstellt. Bei Nichtgefallen rufen Sie die Routine ein zweites Mal auf und ändern die Parameter. **Thomas Elbracht/ra** ◀

Programm: GARDEROBE.LSP

Funktion: Garderobe aus Volumenkörpern erstellen

Autor: Thomas Elbracht

Lauffähig ab: AutoCAD 2023

Bezug: online



ACMDAUSWECHSELN.LSP: Elemente gegen andere austauschen

An dieser Stelle wurde einmal ein Tool vorgestellt, das Zeichnungsobjekte unabhängig von ihrer Objektart gegen die Kopie eines anderen Objekts austauschen konnte. Bei dem hier vorgestellten Tool **ACMDAUSWECHSELN.LSP** hat sich an dieser Aufgabe grundsätzlich nichts geändert: Zunächst wird ein Auswahlset gebildet aus Zeichnungsobjekten, die zu ersetzen sind. Hier können Texte, Linien, Ansichtsfenster, Kreise, Polylinien und viele weitere Objektarten enthalten sein, denn das Tool ist unempfindlich. Anschließend ist zu bestimmen, welcher Punkt dieser Objekte der Basispunkt für die Ersetzung sein soll.

Außerdem ist das Objekt zu wählen, das die Objekte des eben gewählten Auswahlsets ersetzen soll. Auch hier muss man sich festlegen, welcher Punkt dieses Objekts relevant sein soll, also welcher Punkt dieses Ob-

jekts auf den oben bestimmten Basispunkten der zu ersetzenden Objekte platziert werden soll. Die Optionen für diese zu wählenden Basispunkte orientieren sich an den Optionen der Ausrichtung von Textobjekten: oben links, oben Zentrum, oben rechts, Mitte links, Mitte Zentrum, Mitte rechts, unten links, unten Zentrum, unten rechts. Errechnet werden diese Optionen vom Tool durch ein umgrenztes Rechteck um jedes einzelne Objekt, der so genannten Bounding Box.

Gegenüber der früheren Version erfolgt die Steuerung des Tools nun in einer Dialogbox. Sie bietet zwei Knöpfe: einen zur Wahl des Auswahlsets und einen zur Wahl des ersetzenden Objekts. Nach der Wahl der Objekte sind in der Dialogbox zur Kontrolle grundlegende Informationen der Objektwahl sichtbar, die Anzahl der Objekte im Auswahlset so-

wie der Objekttyp des ersetzenden Objekts. Ebenfalls sind in der Dialogbox für beide Auswahlen die Bezugspunkte nach dem oben erwähnten Prinzip festzulegen. Das Tool wertet nun die Angaben im Dialog aus und ersetzt alle Objekte im Auswahlset durch eine Kopie der Einzelauswahl. Durch die Aktualisierung interner Funktionen und eine Dialogboxsteuerung wurde der Austauschbefehl aufgewertet. **Markus Hoffmann/ra** ◀

Programm: ACMDAUSWECHSELN.LSP

Funktion: ersetzt mehrere Elemente einer Zeichnung durch ein anderes; die gewählten Objektarten sind unerheblich, die Steuerung dialoggestützt

Autor: Markus Hoffmann

Lauffähig ab: AutoCAD 2022

Bezug: online

Die passende Kupplung für den Antriebsstrang

Besondere Aufmerksamkeit sollte bei der Auswahl einer für den Antriebsstrang geeigneten Kupplung sollte dem erforderlichen Drehmomentbereich, dem Versatz und den Umgebungstemperaturen der Kupplung gelten. Zunächst ermittelt man das maximal benötigte Drehmoment. Die Kupplung sollte man entsprechend auswählen, wobei eine dauerhafte Nutzung im Überlast- oder absoluten Grenzbereich zu vermeiden ist.

Die Fehlausrichtung beeinflusst die Lebensdauer der Kupplung entscheidend. Eine präzise Ausrichtung ist daher unerlässlich, da ein größerer Fehlversatz die Lebenserwartung der Kupplung verringert. Der ausgleichbare laterale Versatz variiert üblicherweise zwischen 0,15 und 0,3 mm und ist stark von der Anzahl der Balgwellen abhängig. Zum Beispiel weist eine 4-wellige Kupplung deutlich hö-



Bild: Jakob Antriebstechnik

Bei der Auswahl der passenden Kupplung gilt es, mehrere Faktoren zu berücksichtigen.

here mögliche Versatzwerte auf als eine 2-wellige Kupplung. Generell ist der laterale Versatz nach dem Drehmoment der entscheidende Faktor, da er erhebliche Auswirkungen auf die Kraftübertragung hat. Ein hoher Versatz kann zu einem unruhigen Betrieb führen, was sich wiederum in erhöhtem Verschleiß, mehr Lärm oder sogar Schäden am gesamten Antriebsstrang manifestieren kann. Die Messung der maximalen Betriebstemperatur sollte auch die mögliche Wärmeentwicklung der Maschine und ihrer Komponenten im laufenden Betrieb berücksichtigen. Die Auswahl des Kupplungsmaterials

ist in diesem Kontext ebenfalls von Bedeutung. Beispielsweise wird das oft verwendete leichte Aluminium bei sehr hohen Temperaturen durch Edelstahlkomponenten ersetzt.

Auch die Wahl des Nabentyps, die möglichen Dimensionen oder ob ein Sicherheitselement eingebaut sein sollte, sind wichtige Fragen.

Nachdem alle Kriterien berücksichtigt wurden, kann eine passende Servokupplung ausgewählt werden. Jakob Antriebstechnik zum Beispiel bietet auch einen Konfigurator an, der den Kunden durch diese Fragen führt und mögliche Kupplungen anbietet.

Mehr Kontrolle in automatisierten Prozessen



Smarte Sensoren von Contrinex steigern die Prozesseffizienz, reduzieren die Komplexität und eliminieren vermeidbare Kosten. Bild: Contrinex

Für Automobilhersteller, die geformte Metallteile herstellen, ist die Erkennung von Doppelblechen eine allgegenwärtige Herausforderung. Die smarten induktiven Sensoren (DMS, Digital Measurement Sensors) von Contrinex unterscheiden mit hoher Genauigkeit zwischen Einzel- und Doppelblechbedingungen – und zwar in Echtzeit und ohne Beeinträchtigung des Produkti-

onsprozesses. Mit einer großen Auswahl an standardmäßig verfügbaren Prozesskontroll- und Condition Monitoring-Funktionen ergibt sich ein passables Preis-Leistungs-Verhältnis.

Die smarten induktiven DMS eignen sich darüber hinaus für die Erkennung des Vorhandenseins oder Fehlens wichtiger metallischer Komponenten in komplexen Baugruppen.

Somit lässt sich kostspieliger Ausschuss in einem frühen Stadium vermeiden. Die Überprüfung von Blechteilen auf fehlende Muttern ist eine klassische Aufgabe, die diese Sensoren meistern. Mit dem neuartigen, tragbaren PocketCodr Smart-Sensor-Konfigurator, der eine schnelle Installation und Einrichtung gewährleistet, können Anwender auf einfache Weise ihre Produktionskosten senken.

Nicht weniger vielseitig als die induktiven smarten Sensoren sind zudem die smarten fotoelektrischen DMS von Contrinex. Diese robusten, kompakten und präzisen Geräte mit Metallgehäuse erkennen und messen sowohl metallische als auch nicht-metallische Ziele in Abständen von bis zu 300 mm. Eine typische Anwendung ist die Identifizierung von Leiterplattenvarianten nach der Herstellung.

Sie planen, die Abläufe in Ihrem Unternehmen mit einer effizienten PDM/PLM-Lösung zu optimieren

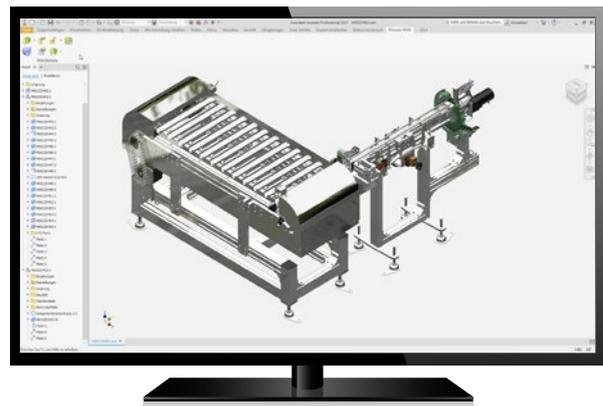
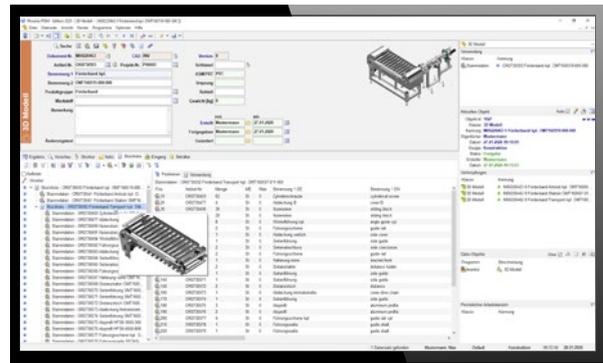
ORCON ist seit über 30 Jahren in diesem Marktsegment tätig und bietet Ihnen einen enormen Erfahrungsschatz. Die konsequente Nutzung einmal erstellter Modelle, Zeichnungen und Daten von Produkten bringt die gewünschte Effektivitätssteigerung. Das setzt ein tiefes Verständnis des Softwareherstellers für die Prozesse beim Kunden voraus. Genau darin liegt die Stärke von ORCON – Nähe zum Kunden, nachhaltige Partnerschaft und effizienter Support.

Phoenix/PDM

vereint das gesamte Wissen und die geballte Erfahrung aus über 30 Jahren Projektarbeit. Ausgerichtet auf die CAD-Programme von Autodesk, PTC und SolidWorks bietet es leistungsstarke Schnittstellen und eine einfach zu bedienende Benutzeroberfläche. Die Entwicklung und der Support von Phoenix/PDM mit sämtlichen Schnittstellen zu den Autodesk Produkten AutoCAD und Inventor wird durch ORCON durchgeführt. Die Schnittstellen sind vollständig in die CAD-Benutzeroberfläche integriert.

AutoCAD und Inventor Schnittstellen auf einen Blick

- Funktionen zur Kommunikation mit **Phoenix/PDM** sind direkt in der CAD-Oberfläche integriert.
- Schnelle Einarbeitung. Für den größten Teil der täglichen Arbeit sind nur vier **Phoenix/PDM** Funktionen im CAD erforderlich: Laden – Speichern – Kopieren – Aktualisieren.
- Bidirektionales Synchronisieren von Modell-Parametern und –Eigenschaften (iProperties).
- Beinhaltet verschiedene auswählbare Strategien zur Modell-Versionierung.
- Übersicht über die Modellverwendung ist immer direkt im Zugriff.
- Automatisches Ausfüllen des Zeichnungs-Schriftfeldes einschließlich der Änderungshistorie mit Daten aus **Phoenix/PDM**.
- Nachladen und Aktualisieren von Teilen oder Baugruppen im Team (Concurrent Engineering).
- Unterstützung des Concurrent Engineering durch die gezielte Vergabe und Darstellung von Schreibrechten.



- Zahlreiche Automatismen für die Übergabe von Informationen an weitere Programme, insbesondere das ERP-System
- Kopier-Assistent zur Verwendung von Baugruppen-Vorlagen.
- Unterstützung der Multi-Body-Konstruktion.
- Automatisches Erstellen und Konvertieren von DXF, TIFF, PDF- und Modell-Vorschau-Dateien über den Jobserver **Phoenix/RCS**.

DIE LÖSUNG FÜR IHR INDIVIDUELLES PDM/PLM.

Schnittstellen zu
CAD Systemen:

AutoCAD | INVENTOR
PTC CREO | SOLIDWORKS



Phoenix/PDM



ORCON GmbH
Bahnhofstraße 26
D-72138 Kirchentellinsfurt

+49 (0) 71 21 / 5 14 92-0
info@orcon.de
www.orcon.de



Der richtige Dreh

Für manche Prozesse in chemischen Laboren ist die Verdampfung bzw. Konzentration von Stoffen nötig. Servotecnica bietet Servomotoren mit besonderem Explosionsschutz für den Einsatz in Rotationsverdampfern.

Rotationsverdampfer sorgen für die schonende und gezielte Aufkonzentrierung von Lösungen und Extrakten oder die Rückgewinnung von Lösungsmitteln. Viele Lösungsmittel und Destillationsprodukte sind brennbar. Deshalb spielt der Explosionsschutz für den sicheren Betrieb der Rotationsverdampfer eine große Rolle. Dabei kommt es auch auf die Antriebsmotoren an. **VON CHRISTIAN BECKER**

Servotecnica bietet Ex-geschützte Servomotoren, die für diese Anwendungen ideal geeignet sind. Die wirtschaftlichen Antriebsmotoren erfüllen höchste Qualitätsstandards und werden auch in den explosionsgeschützten Powervap-Systemen von Genser Scientific Instruments aus Rothenburg ob der Tauber eingesetzt. Die Powervap-Systeme von Genser Scientific Instruments finden überall dort Verwendung, wo es darauf ankommt, kostengünstig große Produktmengen schnell und produktschonend mit minimalem Personalaufwand zu verarbeiten.



Bild: Servotecnica

Servotecnica bietet mit der Baureihe SVTM E bürstenlose Servomotoren mit ATEX-Zertifizierung für explosionsgefährdete Umgebungen an.

Konventionelle Rotationsverdampfer für den Laboreinsatz sind wegen der rotierenden Dichtung nicht über einen Zeitraum von mehreren tausend Stunden dicht. Die Firma Genser entwickelte deshalb in den 1980er Jahren mit dem Pendelsystemrotationsverdampfer ein Gerät, das langfristig sehr dicht und zuverlässig ist und damit auch für den automatisierten Dauerbetrieb und größere Volumina geeignet ist. So ließ sich außerdem Bedienpersonal einsparen und sinnvoller einsetzen. Entscheidende Schritte dazu waren die Entwicklung einer Messmethode für den Inhalt des frei im Heizbad schwimmenden Rotationskolbens (Inklinometersystem) und einer unter Vakuum entleerenden Destillatentnahmeverrichtung. Dank des Hochleistungsdichtsystems und der oberflächenbehandelten Glasflansche erreicht das System eine bestmögliche Dichtheit und eine ausgezeichnete Lösungsmittelrückgewinnung.

Das Befüllen und Entleeren des Rotationskolbens sowie die Entleerung des Destillatgefäßes erfolgen

automatisch. Temperatur, Vakuum und andere Prozessparameter werden überwacht, um beispielsweise auch schäumende Produkte zuverlässig verarbeiten zu können. Gesteuert wird das gesamte Destillationssystem über eine Software, die sowohl die Sensoren, Ventile und Aggregate des Destillationsapparates ansteuert und überwacht, als auch eine grafische Benutzeroberfläche zur Verfügung stellt.

Individuell angepasst

Durch Anpassungen der Software können kundenspezifische Probleme gelöst werden, das heißt, der Rotationsverdampfer kann auf die spezifische Anwendung ausgerichtet werden. Hierfür wird das eigenentwickelte Linux-basierte System über Konfigurationsdateien individualisiert. Da das System im Betrieb ständig alle Systemparameter im CSV-Format abspeichert, ist eine Auswertung zur Prozessoptimierung mit gängigen Programmen möglich. Die Leistungsfähigkeit des Powervap-Systems ist etwa fünf Mal so hoch



Durch das Hochleistungsdichtsystem und die oberflächenbehandelten Glasflansche erreichen die Rotationsverdampfer von Genser bestmögliche Vakuumstabilität.



Die Motoren, die den Destillationskolben des Verdampfers in Rotation versetzen, müssen explosionsgeschützt und zuverlässig sein.

wie die konventioneller Rotationsverdampfer mit gleicher Rotationskolbengröße. Das heißt, ein Powervap-System kann bis zu fünf herkömmliche Rotationsverdampfer ersetzen.

Für den durchgehenden automatischen Betrieb kommt dem Antriebsmotor des Rotationskolbens eine besondere Bedeutung zu. Er muss zuverlässig, langlebig, energiesparend und leistungsstark sein. In vielen Fällen ist es außerdem unabdingbar, dass der Motor explosionsgeschützt ausgeführt ist.

Profis für Servomotoren mit Ex-Schutz

Als Spezialist für besondere Servomotoren führt Servotecnica auch Antriebe für den Einsatz in explosionsgefährdeten Umgebungen nach ATEX-Richtlinie 94/9/EG im Produktportfolio. Die bürstenlosen Servomotoren der Baureihe

SVTM E sind zertifiziert nach ATEX II 2G Ex d IIB T4 Gb, abgenommen nach EN60079-0, EN60079-1 und getestet nach EN 60034-18-41. Als solches dürfen die bürstenlosen Servomotoren in Bereichen mit explosionsgefährdeten Staub- und Gasatmosphären betrieben werden. ATEX-Motoren garantieren die geforderte hohe Sicherheit bei Einsatz in den Ex-Zonen 1 und 2. Mit ihrem feuerfesten Metallgehäuse entsprechen sie der Temperaturklasse T4 (maximale Oberflächentemperatur 135 °C) und der Feuerwiderstandsklasse „D“ (metallische Brände). Zur Erhöhung der Anwendungssicherheit ist für jede Wicklung ein Temperatursensor montiert, um Schäden durch Überhitzung zu vermeiden.

Vollständig gekapselt

Die explosionsgeschützten, bürstenlosen Servomotoren zeichnen sich

durch eine oberflächengekühlte Konstruktion vom Typ IC 400 aus. Ihr vollständig gekapselter Motor benötigt keinerlei zusätzliche Belüftung. Um eine längere Lebensdauer zu erzielen, wurden fast ausschließlich Isolationsmaterialien der Isolierstoffklasse bis 200 °C verwendet, die sämtlich UL-zertifiziert sind. Die besondere Stator-Packung mit Wicklung in der Nut und der Einsatz von Neodym-Magneten garantieren eine hohe Leistungsdichte der kompakten ATEX-Motoren und resultieren in einer sinusförmigen Quellenspannung. Für erhöhte Sicherheit sorgen Temperatursensoren an jeder Motorwicklung. Sie schützen vor Überhitzung und erhöhen auf diese Weise die Lebensdauer des Motors. Die ATEX-Motoren wurden in Übereinstimmung mit EN 60034-18-41 bezüglich Teilentladungen zwischen den Spulen getestet.

Leistungsfähig und sicher

Servotecnica bietet die Ex-Schutz-Antriebe in zwei Baugrößen an. Alle ATEX-Motoren sind mit unterschiedlichen Gebersystemen und Bremse verfügbar. Ihr Flanschmaß beträgt 92 mm, die Nennspannung 120/230 VAC und die Nennzahl 3000 U/min. Das Haltemoment der ATEX-Motoren liegt bei 2,1 Nm, der Haltestrom bei 5,6 / 2,7 Arms und das Spitzenmoment bei 4,3 Nm. Die explosionsgeschützten Servomotoren der Baureihe SVTM E zeichnen sich durch hohe Leistungsfähigkeit, große Robustheit oder kompakte Bauweise aus.

anm ◀

| list- und Sollwerte | listwert | Sollwert |
|------------------------------|-------------|----------|
| Dosierintervalle (d) | 0.00 | 5 |
| Bearbeitungszyklen (b) | 1.00 | 1 |
| Maximale Dampftemperatur (t) | 20.00 °C | 60 °C |
| Vakuum (v) | 967.00 hPa | 22 hPa |
| Minimalkvakuum (Auto) (x) | | 199 hPa |
| Produktmenge (p) | 0.00 % | 80 % |
| Endmenge (e) | | 0 % |
| Badtemperatur (T) | 38.00 °C | 46 °C |
| Kolbendrehzahl (r) | 43.00 U/min | 40 U/min |

Gesteuert wird das gesamte Destillationssystem über die Software Sentinel. Sie überwacht die Sensoren, Ventile und Aggregate des Destillationsapparates.

Bild 1: Hingucker und Besuchermagnet: Auf dem Messestand von Dr. Tretter war eine Honda CB 900 F in die Fixierung eingespannt.



Perfekt für Dauerläufer

Die S. Bleyer GmbH fertigt Lösungen, mit denen sich Fahrzeuge auf Prüfständen sicher fixieren lassen. Dazu gehört nun auch eine Vorrichtung für Motorräder. Verbaut sind NSK-Schienenführungen. Geliefert hat diese Dr. Tretter, autorisierter Vertriebspartner der japanischen Marke. **VON TASSILO TRETTER**

Auf einem Prüfstand soll ein Fahrzeug fahren können, ohne sich nach vorn zu bewegen. Ganz wichtig dabei: Es muss sicher fixiert sein“, erläutert Patrick Maier. Der Maschinenbautechniker arbeitet als Konstrukteur bei der S. Bleyer GmbH im schwäbischen Schorndorf, knapp eine halbe Autostunde von Stuttgart entfernt. Zu den Hauptthemen des Metallbearbeitungs-Betriebs gehören die Abgasprüftechnik für sämtliche Fahrzeugtypen, verfahrbare Monitoranlagen und Fahrleitsysteme – und eben auch Fahrzeugfixierungen für Prüfstände. Unter den Kunden befinden sich Zulieferer ebenso wie die großen Automobilhersteller und Drittanbieter wie technische Prüforganisationen, etwa der TÜV. „Ob für die Industrie oder Forschung und Entwicklung, wir fertigen Einzelstücke, Sonderlösungen, Prototypen und Kleinserien“, beschreibt Maier.

Fixierung für Zweiräder

Die Fixierung soll Fahrzeuge mit Front-, Heck- oder Allradantrieb auf verschiedenen Rollen- und Bandprüfständen schnell, sicher, spannungs- und spielfrei festhalten. Das Rad kann sich dabei auf einer Rolle drehen und beschleunigen – darüber lassen sich dann auch die Messdaten aufnehmen. „Bisher haben wir Fixierungen insbesondere für Pkw und auch größere Fahrzeuge entwickelt“, sagt Maier. „Nun kam ein Kunde auf uns zu und wollte eine Lösung für Motorräder, um auf den Prüfständen ihre Leistung messen und die Funktionen prüfen zu können.“

Beim Motorrad wird in der Regel das Hinterrad angetrieben. Deswegen galt es, das Vorderrad aufzunehmen, zu klemmen und sicher zu fixieren. Die Vorrichtung sollte sich dabei möglichst einfach handhaben lassen.



Bild 2: Beim Motorrad wird in der Regel das Hinterrad angetrieben. Deswegen gilt es, das Vorderrad aufzunehmen, zu klemmen und sicher zu fixieren.

Entscheidend ist, dass sich die Zentrierung für Dauertests eignet. Denn ein Testlauf kann sich über 24 Stunden und länger hinziehen. So wird den Komponenten einiges abverlangt, besonders in Bezug auf ihre Festigkeit.

Passende Linearführungen

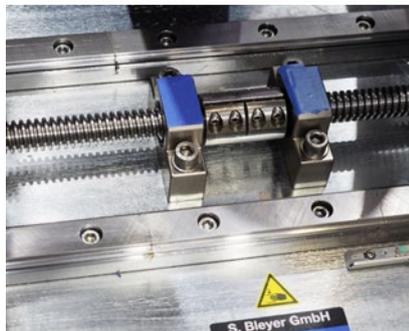
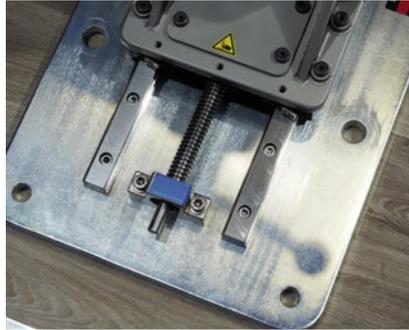
Beide Klemmelemente bewegen sich über einen Spindeltrieb aufeinander zu. Mit diesem Antrieb lassen sich hohe Kräfte transportieren. Der Bediener drückt dazu einfach auf einen Fußschalter, um die Klemmung zu schließen und zu öffnen. Damit kann er die Fixierung auf die verschiedenen Radbreiten anpassen. „Um das Klemmelement sicher aufnehmen und verfahren zu können, benötigten wir Schienenführungen, die sowohl schwere Lasten tragen und hohe Momente ermöglichen als auch leise laufen, um eine angenehme Arbeitsatmosphäre zu schaffen“, berichtet Patrick Maier.

Die passenden Lösungen fand der Konstrukteur bei Dr. Tretter. Beide Unternehmen arbeiten seit Jahren erfolgreich zusammen. „Wir bieten nicht nur eigene Entwicklungen an, sondern sind auch autorisierter Vertriebspartner von NSK, der japanischen Premiemarken für Lineartechnik“, erläutert Dr. Tretter-Außendienstmitarbeiter Andreas Bosnjak, der S. Bleyer betreut. Zum Programm gehört ein ausgewähltes Spektrum an hochwertigen Schienenführungen für vielseitige Anwendungsfälle. Es umfasst die gängigen Komponenten in Kompakt-, Standard- und Flansch-Ausführung sowie breite

NEWS LETTER

öffnen

AUGEN



und flache Schienen. „Wir lieferten die Baureihe NH in Baugröße 25“, berichtet Bosnjak. Diese ist sehr genau und bietet sehr hohe Tragzahlen. Dazu kommt ein ruhiger und gleichmäßiger Lauf sowie die Fähigkeit, Ausrichtungsfehler selbst ausgleichen zu können, um interne Lasten zu minimieren. Integriert ist unter anderem eine Langzeitschmiereinheit. Verbaut sind zwei 590 Millimeter lange Schienen. „Uns stand wenig Höhe zur Verfügung. Deswegen haben wir uns für einen langen und niedrigen Wagen entschieden“, sagt Konstrukteur Maier: „Die gewählte Baureihe kann damit die auftretenden Querkräfte selbst bei dem geringen Bauraum sicher aufnehmen.“

Unter Nachbarn

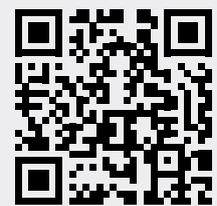
Bei Komponenten, die S. Bleyer nicht selbst herstellt, inklusive Normteile, greift das Unternehmen auf ein Netzwerk an Zulieferern zurück. Mit Dr. Tretter kooperiert es schon lange – insbesondere, wenn hochwertige Schienenführungen gefordert sind. „Für uns ist es sehr wichtig, partnerschaftlich und dauerhaft mit unseren Lieferanten zusammenzuarbeiten“, betont Maier. „Damit kennen wir ihre Stärken und vielleicht auch ihre Schwächen.“ Vertrauen spielt für den Konstrukteur dabei eine entscheidende, der Preis eine eher untergeordnete Rolle. Wichtig ist zudem die räumliche Nähe. Nur 15 Kilometer trennen Schorndorf von Rechberghausen, dem Firmensitz von Dr. Tretter.

Der Kunde hat den Metallbearbeiter erstmal mit dem Bau von sechs Fixierungen für die Motorräder beauftragt. „Unsere Expertise liegt in der Entwicklung hochwertiger Spezialanwendungen. Manchmal bleibt es bei

Bild 3: Die Zentrierung ist für Dauertests ausgelegt. Bild 4: Spielend einfach: Über einen Fußtaster kann der Bediener die Klemmung schließen und öffnen. Bild 5: Bewegt werden die Klemmelemente über einen Spindelantrieb. Rechts und links davon sind die Schienenführungen. Bild 6: Um die Klemmelemente sicher aufnehmen und verfahren zu können, lieferte Dr. Tretter Schienenführungen von NSK. Diese können schwere Lasten tragen, hohe Momente ermöglichen und leise laufen.

einem Einzelstück oder wenigen Anlagen, manchmal wird auch eine Serie daraus. Wir sind weltweit unterwegs, und der Bedarf an diesen Lösungen besteht“, weiß Patrick Maier: „Also kann ich mir gut vorstellen, dass auch andere Kunden an dieser Vorrichtung so oder etwas abgewandelt interessiert sind.“

anm ◀



Sichern Sie sich jetzt
Ihren wöchentlichen kostenfreien
Newsletter!

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

AUTOCAD

Konstruktion, Simulation, Generatives Design und Digitale Fabrik

MAGAZIN

WIN
VERLAG

PLM in Fluss bringen



Bild: Fabian19/Stock

Rückgrat der zunächst digitalen und im Weiteren der physischen Produktentstehung bilden das Produktdatenmanagement (PDM) und das Enterprise-Resource-Planning (ERP). Ihre Aufgaben sind unterschiedlicher Natur. Durch Integration und Abgrenzung dieser autonomen Systeme miteinander bzw. voneinander steckt ein enormes Potenzial.

VON OLAF ERXLEBE

Weitere Informationen:
www.gain.de

PDM, die Basis des PLM, unterstützt Unternehmen von der Produktentstehung bis zum Vertrieb. Während PLM-Systeme aufgrund Ihrer Komplexität eine kostenintensiven Einführungs- und Umstellungsaufwand mit sich bringen, ermöglicht ein gut eingestelltes PDM für KMU die größte Wertschöpfung im Lebenszyklus eines Produktes.

Wird darüber hinaus das PDM-System mit einem bereits bestehenden, und so auch vertrauten ERP-System gekoppelt, tun sich weitere unternehmensweite Produktivitätspotenziale auf. Sei es ein verbesserter Informationsfluss oder ein deutliches Weniger an Fehlern – zum Beispiel durch den Wegfall manueller oder redundanter Eingaben oder Dateien (PDF von Zeichnungen, SAT- oder STEP-Dateien).

Kopplung und Prozesse: Wie hätten Sie's gerne?

Welche Abfragen zwischen den Systemen sind gewünscht? Der Datenaustausch soll bidirektional erfolgen? Welches System hat die Hoheit bei der Artikelerstellung? Sollen Artikel im ERP-System revidierbar sein? Welche Kopplungsmöglichkeiten bieten die Systeme? Diese und weitere Fragen bestimmen letztlich die für ein Unternehmen zielführende Kopplungsart zwischen ERP- und PDM-System.

Nach einer entsprechenden Konfiguration unterstützt das ERP-PDM Team bei der Ausführung unternehmensspezifischer Prozessabfolgen: Auf welche Ereignisse sollen welche PDM-Prozesse folgen und umgekehrt? Was soll geschehen, wenn sich etwa der Status eines ERP-Artikels oder die Stückliste eines PDM-Dokuments ändert? Bei welchen Ereignissen bzw. Prozessen bilden PDM und ERP eine Schnittmenge?

IT-Anforderungen, Lastenheft und Projektteam

Neue Kopplungen und Prozesse bringen Anforderungen an die IT-Umgebung mit sich. Müssen Laufwerke oder Netz-Zugänge angepasst werden? Oder Berechtigungen für bestimmte Benutzergruppen neu vergeben werden? Nahezu zwingend sollte die Niederschrift sämtlicher Spezifikationen in einem Lastenheft, das zugleich Leitfaden sein kann, bewertet werden.

Last but not least sollte ein abteilungsübergreifendes, nicht allzu großes Projektteam verantwortlich für alle mit der Neueinführung verbundenen Aufgaben betraut werden. Von der Planung, etwa in einem Workshop, bis zur Implementierung und Umsetzung von Korrekturen bzw. Optimierungen. Nach Schulungen aller beteiligten Mitarbeiter kann das Projektteam den Support gegenüber Kollegen leisten. *anm* ◀

Daten transparent und papierlos bereitstellen

Accuride International verwendet das Datenmanagementsystem Klio. Hier kommt es gehäuft zu Schwierigkeiten mit dem User-Interface.

Zudem gestalteten sich Upgrades zu neuen Autodesk-Releases schwierig. Dreicad hat eine Möglichkeit entwickelt, die Daten von Klio nach Autodesk Vault Professional zu importieren.



Aluminium-Schiene DA 4160 von Accuride für hohe Belastungen.

Dreicad hat eine Möglichkeit entwickelt, die Daten aus der Datenbank von Klio nach Autodesk Vault Professional zu importieren. Die Einführung von Autodesk Vault Professional wird es Accuride International ermöglichen, die papierbasierten Freigabeprozesse für Zeichnungen zu eliminieren und den Reifegrad der Modelle und Zeichnungen im System abzubilden. Somit kann Accuride allen betroffenen Mitarbeitern die relevanten Daten transparent und papierlos zur Verfügung zu stellen. Die bisher separate Pflege eines Zeichnungsarchivs für die Produktion wird dadurch vollkommen entfallen.

Zusammenarbeit mit Dreicad

Auch die Zusammenarbeit mit dem Schwesterwerk in Northampton im Vereinigten Königreich, wo bisher das kostenlose "Vault Basic" zum Einsatz kam, wird durch die Einführung einer gemeinsamen Instanz von Vault Professional erheblich erleichtert. So stehen Produktdaten, Modelle und Zeichnungen an beiden Standorten jederzeit zur Verfügung; das Nachpflegen von Änderungen im jeweils anderen System entfällt. Freigabeprozesse lassen sich mit allen Beteiligten eines Entwicklungsprojekts über Standortgrenzen hinweg durchführen und ermöglichen so die deutlich schnellere Umsetzung von Änderungen

Der Projektleiter Philipp Krebs, European Product Engineering Director von Accuride International, beschreibt die Zusammenarbeit mit Dreicad als angenehm, da auf Wünsche eingegangen und klare Rückmeldungen zur Realisierbarkeit und Aufwand gegeben werden.

Aufgrund der hohen Komplexitätsanforderungen an die Datenbank wurde Dreicad beauftragt, die existierende Datenbank Klio in Autodesk Vault zu migrieren. Durch die sehr gute Zusammenarbeit mit dem Autodesk Partner Dreicad, wurde ein Migrationstool programmiert, das den Datenbestand inklusive aller Metadaten nahtlos aus Klio nach Autodesk Vault integriert. Zusätzlich wurde ein speziell auf den Kunden angepasster Freigabeprozess mittels Vault implementiert und durch die Dreicad-easyData Lösung ein sehr hoher Grad an Automatisierung und Standardisierung ermöglicht.

Mit Vollgas zum Ziel

Zusammenfassend kann heute schon eine positive Bilanz gezogen werden. Die von anderen Marktteilnehmern als nicht machbar bewertete Migration von Klio nach Autodesk Vault ist Dreicad gelungen. Durch die easyData-Lösung wurden interne Prozesse automatisiert und standardisiert, was einen großen Nutzen für Accuride International darstellt. Für den weiteren Verlauf des Projektes ist die



Fullelectric-Schiene von Accuride in einem Medizinroboter.

Einführung eines PIM-Systems zur Verknüpfung von Vault mit der Accuride E-Commerce Plattform und der Automatisierung der Generierung von Produktdatenblättern und Installationsanleitungen geplant. *anm* ◀



INFO: ACCURIDE

Accuride ist ein globaler Entwickler und Hersteller von Bewegungslösungen. Seit über 50 Jahren entwickelt das Unternehmen Bewegungssysteme für Hausgeräte, Automobile, Maschinen und Möbel. Heute hat Accuride weltweit knapp 100.000 m² an Produktionsfläche und ist das größte, der innovativen Entwicklung und Herstellung von Schiebesechleifen gewidmete Unternehmen.



Bild 1: Aufnahme des KUKA-Roboters aus der Logistik der WIS.

Fest im Griff mit Simulation

Leichtere Roboter erfordern in der Herstellung weniger Materialeinsatz, sind energieeffizienter im Betrieb und weisen einen reduzierten Verschleiß und Wartungsaufwand auf. Um das Gewicht ihrer Logistik-Roboter durch Optimierung zu reduzieren, hat Würth in einem Innovationsprojekt 3D-Druck mit moderner CAE-Software kombiniert.

Unabhängig von der Branche spielt das Thema Gewicht immer dann eine wichtige Rolle, wenn es darum geht, große Massen zu bewegen. Deshalb ist Leichtbau nicht nur in der Automobil- und Transportindustrie und der Luft- und Raumfahrt ein wichtiges Thema, sondern auch in der Robotik. Die Herstellung von leichteren Robotern erfordert weniger Material, das macht die Roboter energieeffizienter im Betrieb – und durch die auftretenden geringeren Kräfte weisen sie meist einen reduzierten Verschleiß und geringeren Wartungsaufwand auf.

Um das volle Leichtbaupotenzial eines Bauteils auszuschöpfen, ist ein spannungsoptimierter Auslegungprozess unabdingbar. Das heißt, es wird nur dort Material im Bauteil hinzugefügt, wo es aufgrund der auftretenden Spannungen erforderlich ist. Dabei ist die Fertigung gewichts- und span-

nungsoptimierter Bauteile nicht nur ein äußerst wirtschaftlicher, sondern auch ein besonders nachhaltiger Entwicklungstrend, da sowohl in der Herstellung als auch im Produktlebenszyklus der Bauteile Ressourcen eingespart werden. Der Einsatz von neuartigen Fertigungstechnologien, wie dem 3D-Druck, gepaart mit aktueller CAE Software, ermöglicht es, Zielkonflikte wie hohe Stabilität trotz geringem Materialaufwand zu bewältigen und den Weg für Innovation zu ebnet.

Innovationsprojekt Logistik-Roboter

Die Würth Industrie Services GmbH & Co. KG ist eine eigenständige Tochtergesellschaft der Würth-Gruppe, die sich auf Industriekunden im Bereich der C-Teileversorgung und zugehörigen Services konzentriert. Zusammen

mit Altair, Anbieter für Software- und Cloud-Lösungen für die Bereiche Produktentwicklung, High-Performance Computing und Data Analytics, begann die Würth-Gruppe im Rahmen eines gemeinschaftlichen Innovationsprojektes mit der Optimierung von KUKA-Sortier-Robotern. Ziel des Innovationsprojektes war es festzustellen, inwieweit sich das enorme Potenzial des Leichtbaus nutzen lässt, um Prozessoptimierungen sowie Kosteneinsparungen zu erreichen.

Die zu optimierenden Logistik-Roboter sortieren bei Würth innerhalb des Logistikprozesses Kleinladungsträger aus dem Hochregallager auf Paletten oder in Tablare, damit sich diese an Kunden versenden lassen. Für die Design-Optimierung wählte das Projektteam gezielt die Halterungen einer sogenannten Lichtplatte aus, mit denen die Platte am Roboter-

arm befestigt ist. Die aus Aluminium gefertigte Lichtplatte ermöglicht dem Roboter das Erkennen der Ware und verfügt über eine Kamera, Kühlrippen sowie LED-Streifen.

Beim Tauschen der Greifer, die in verschiedenen Abmessungen über dem Roboter montiert sind und nach Bedarf automatisch gewechselt werden, kann es vorkommen, dass der Roboter einen Defekt an der Aufhängung der Lichtplatte verursacht. Die Aluminium-Lichtplatte ist auf Grund der verbauten Komponenten empfindlich, teuer in der Herstellung und zieht im Reparaturfall einen hohen Montageaufwand sowie lange Lieferzeiten nach sich. Durch die Optimierung der Halterung soll der hohe Zeit- und Kostenaufwand für den Austausch der Lichtplatte reduziert werden.

3D-Analyse statt teurer Defekte

Zunächst wurde dieser Vorgang mit einer Ist-Analyse digital nachgebildet, indem die Dimensionen der einzelnen Bauteile bestimmt und der Bewegungsablauf untersucht wurde. Der Roboter wurde mit Hilfe eines 3D CAD-Programmes als digitales Modell konstruiert und anschließend in Altair Inspire eingelezen. Dazu wurden den einzelnen Komponenten Materialien mit entsprechenden Abmessungen zugeordnet, die Motoren und deren Bewegungsabläufe eingefügt und eine Mehrkörpersimulation durchgeführt. Anschließend ermöglichte eine Strukturanalyse des 3D-Modells den Projektingenieuren einen präzisen Einblick, welche Kräfte und Beschleunigungen

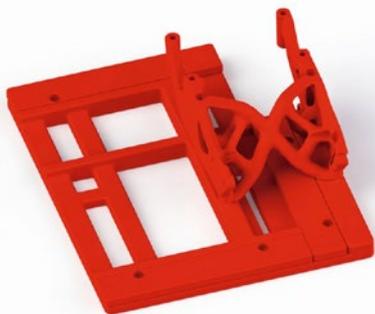


Bild 3: Im Einsatz befindliche angepasste, gedruckte Lichtplatte mit topologie-optimierter Halterung.

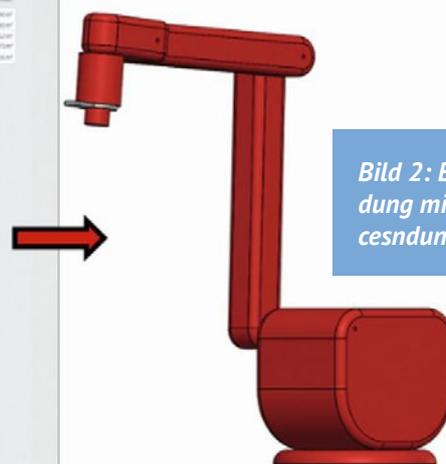


Bild 2: Beispielanwendung mit Ejot CAE-Service und mit

auf die einzelnen Bauteile wirken und welche Spannungen und Verformungen dadurch auftreten können.

Über 80 Prozent Gewichtseinsparung dank Topologie-Optimierung

Die Ergebnisse der Mehrkörpersimulation lieferten die Grundlage für eine topologie-optimierte Halterung mit verbessertem Design, ausreichender Festigkeit und verbesserter Kompatibilität beim Greiferwechsel. Bei der Topologie-Optimierung betrachtete das Team zunächst die Fertigungsprozesse des Fräsens und 3D-Druckens, um beide bewerten zu können und insbesondere zu prüfen, ob der 3D Druck für diesen Anwendungsfall das effektivere Verfahren ist. Für die Würth Industrie Service lag der Vorteil schnell auf der Hand: Durch den 3D Druck kann die neue Halterung unabhängig von den Lieferzeiten und Preisen anderer Dienstleister in Echtzeit selbst hergestellt werden und somit Verzögerungen in der Logistik effektiv vorbeugen.

Auch die Ergebnisse der Topologie-Optimierung sprachen für sich: Das Gewicht der neuen Bauteile konnte gegenüber den ursprünglichen Aluminiumhalterungen bei der für den Anwendungsfall erforderlichen Stabilität um 87 Prozent reduziert werden. Die geringere Masse schont dabei die Mechanik der Roboter, benötigt weniger Energie im Betrieb und führt so insgesamt zu Kosteneinsparungen im

Produktionsprozess sowie im täglichen Einsatz durch eine effektivere Ressourcennutzung. Zudem wurden Reparatur- und Ausfallzeiten reduziert, da im Falle eines Defekts nur das betroffene Bauteil und nicht die gesamte Baugruppe ausgetauscht werden muss.

Kosteneffizienz und vorteilhafte Nebeneffekte

Über das ursprüngliche Projektziel der topologie-optimierten Halterung hinaus untersuchte das Team zudem die Lichtplatte, die durch ihre Komponenten teuer in der Herstellung und Wartung ist. Bei der Topologie-Optimierung mit Altair Inspire stellte das Ingenieursteam fest, dass für eine ausreichende Beleuchtung nicht alle LED-Streifen benötigt werden, so dass sich diese für die Lichtplatte auf die Hälfte reduzieren ließen.

Die topologie-optimierte Halterung und Lichtplatte sparen etwa 94 Prozent der bisherigen jährlichen Reparaturkosten ein. Der Leichtbau führt somit nicht nur zu einer Verbesserung des Produktdesigns, sondern auch zu einer Gesamtoptimierung – technologisch, ökonomisch und ökologisch.

Durch die Verbindung innovativer Fertigungsverfahren, wie dem 3D-Druck mit modernster CAE-Technologie, wie den Altair-Lösungen, ließen sich Zielkonflikte, zum Beispiel hohe Stabilität bei reduziertem Materialeinsatz, bewältigen und enorme Kosteneinsparungen erzielen. *anm* ◀

Automatisierungskonzept vorab testen

Die Fabmatics GmbH realisiert kundenspezifische Automatisierungsprojekte und hilft, die Produktion effizienter, schneller und sicherer zu gestalten. Dabei setzt der Systemintegrator auf 3D-Simulation mit Visual Components. So ermöglicht es Fabmatics seinen Kunden, die Automatisierung von Materialflüssen und Handlingsprozessen vorab zu testen und zu validieren. **VON ULRIKE PETER**

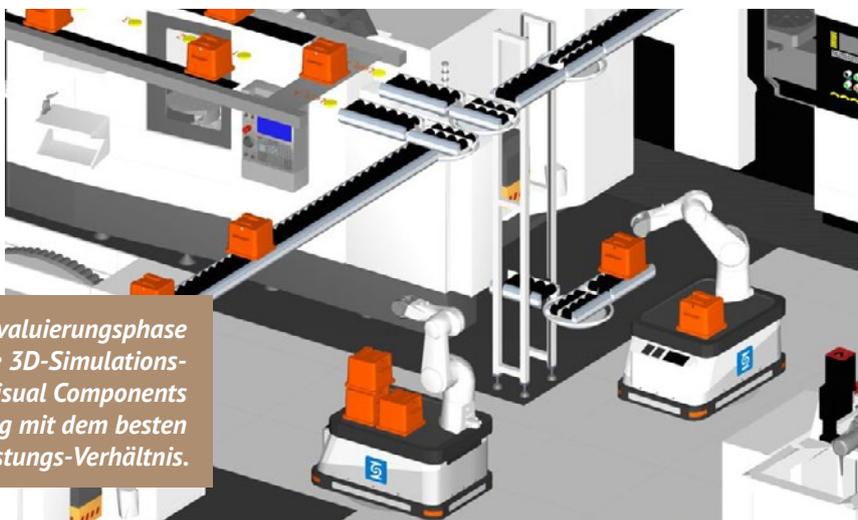
Bei den Kunden von Fabmatics kommen auch Automated Guided Vehicles (AGVs) zum Einsatz. Um diese detailgetreuer simulieren zu können, nutzt Fabmatics seit 2022 die neue Standard-Bibliothek der Dualis

GmbH IT Solution. Diese hat Dualis entwickelt, um die Simulation und Auswertung von AGVs noch weiter zu vereinfachen. Fabmatics ist seit mehr als 30 Jahren Spezialist für die Automatisierung von Materialflüssen und Hand-

lingsprozessen in der Halbleiterindustrie und anderen hochtechnisierten Produktionsumgebungen. Auslöser für den Bedarf an einer Simulationslösung war eine sehr komplexe Aufgabenstellung, die ein Kunde an Fabmatics herangetragen hatte.

„Auf Grund der Komplexität des Projektes reifte bei uns der Entschluss, das Automatisierungskonzept zu validieren. Die Simulation ist eine hilfreiche Methode, es zu bestätigen und vorab auch zu erproben. Das war und ist mit einer gängigen CAD-Lösung oder Excel nicht abbildbar. Mittels 3D-Simulation wollten wir nachweisen, dass die angedachte Anordnung der Automatisierungslösungen für das besagte Projekt der beste Weg ist“, sagt Martin Däumler, Department Manager Product Development & Product Support bei Fabmatics.

Nach einer Evaluierungsphase erwies sich die 3D-Simulationsplattform Visu-



Nach einer Evaluierungsphase erwies sich die 3D-Simulationsplattform Visual Components als die Lösung mit dem besten Preis-Leistungs-Verhältnis.



INFO: DUALIS

al Components als die Lösung mit dem besten Preis-Leistungs-Verhältnis. Dabei ist Fabmatics auch auf Dualis, autorisierter Reseller der Plattform, aufmerksam geworden. Das Tool bot Fabmatics unter anderem eine umfangreiche Komponentenbibliothek, auf der das Unternehmen aufbauen konnte. Da aber seinerzeit auch Funktionalitäten für Einsatzfälle fehlten, unterstützte DUALIS mit individuellen Entwicklungen oder fertig einsetzbaren Add-ons.

Ziel: Transparenz und Nachweisbarkeit erhöhen

Heute deckt die 3D-Simulation immer mehr Bereiche im Hause Fabmatics ab. „Die Anforderungen an Automatisierungsprozesse steigen – hier sollten bei der Konzeption und im späteren Betrieb keine Fehler passieren“, erklärt Karsten Budach, Principal Engineer Sales & Business Development bei Fabmatics.

Durch die Anwendung von Visual Components lassen sich komplexe Szenarien vorab visualisieren und analysieren, um sicherzustellen, dass geplante Maßnahmen den beabsichtigten Effekt erzielen. Dies erleichtert Konzeption und Inbetriebnahme immens. Auch die Auslastung der Produktionsanlagen im realen Betrieb wird so sehr anschaulich und nachvollziehbar aufgezeigt. Bei der Konzeptionierung von Anlagen möchte Fabmatics absolute Transparenz schaffen und valide Kennzahlen ermitteln. Karsten Budach sagt: „Wir erbringen einen konkreten Nachweis über die Funktionalität und die damit verbundenen Effekte. Der Kunde sieht so eindrucksvoll bereits vor der Fertigstellung, dass unser Automatisierungskonzept seine Aufgabenstellung erfüllen kann.“

Intralogistik-Lösungen einfach einbinden

Die Software-Komponenten von Visual Components sind flexibel erweiterbar und wachsen mit den Bedarfen von Fabmatics mit. Mit der AGV-Komponentenbibliothek, die Dualis als Add-on für Visual Components entwickelt hatte, integrierte Fabmatics 2022 ein neues Feature. Damit können Automated Guided Vehicles simuliert und vor dem Praxiseinsatz getestet und geplant werden.

Die 1990 gegründete Dualis GmbH IT Solution – eine Tochtergesellschaft der iTAC Software AG und Teil des Dürr-Konzerns – hat sich auf die Entwicklung von Software und Dienstleistungen rund um Simulation, Prozessoptimierung und Produktionsplanung spezialisiert. Zur Produktpalette zählen das APS-System Ganttplan, die 3D-Simulationsplattform Visual Components und das Halbenplanungstool Areaplan. Die Softwarelösungen von Dualis sind bei zahlreichen mittelständischen und großen Unternehmen im Produktions- und Dienstleistungssektor im Einsatz. Consulting und Services zur strategischen und operativen Planung runden das Leistungsspektrum ab.

Die AGV-Bibliothek bringt viele Funktionen im Standard mit sich, die sich konfigurieren lassen. Das spart manuellen Entwicklungsaufwand im Projekt und der Modellaufbau kann hauptsächlich über die Konfiguration der Bibliotheksmodule erfolgen. Martin Däumler erklärt: „AGVs besitzen ein sehr hohes Potenzial, um schnell Waren- und Materialflüsse zu optimieren. Mit der AGV-Bibliothek und ihrem integrierten Missionsmanager können wir auch Sonderanwendungsfälle ohne zusätzlichen Programmieraufwand simulieren. Das hilft uns, bessere Investitionsentscheidungen zu treffen, und kommt wirtschaftlich unseren Kunden zugute.“

In einem nächsten Schritt soll die Anbindung des Flottenmanagers erfolgen. „Dualis stellt sich auf unsere wachsenden Herausforderungen ein und entwickelt für uns aus dem Bedarf heraus Add-ons oder passt die Visual Components-Lösung individuell an. Die Lösung wächst also mit. Das bietet uns Zukunftssicherheit“, erklärt Karsten Budach.

anm ◀



Be creative

Sichern Sie sich jetzt Ihr exklusives Abonnement!

www.autocad-magazin.de/abonnement/

AUTOCAD

Konstruktion, Simulation, Generatives Design und Digitale Fabrik

MAGAZIN





Der Weg zum intelligenten Baumanagement

Fachkräftemangel, steigende Kosten, strengere Vorschriften für den Klimaschutz – die Baubranche soll möglichst alles auf einmal in den Griff bekommen. Inwiefern das Building Information Modeling dabei helfen kann, die anstehenden Aufgaben zu meistern, und was es braucht, um die Abläufe im Bauwesen noch zu verbessern, erläutern elf Experten im Gespräch mit dem Autocad Magazin.

1. Wo hat die Baubranche Ihrer Ansicht nach in den letzten Jahren am meisten von der Digitalisierung profitiert?
2. Inwiefern kann Building Information Modeling (BIM) dabei helfen, die gegenwärtigen Herausforderungen im Bauwesen zu meistern?
3. Könnten Sie uns, bitte, dafür ein Beispiel nennen?
4. Welche Fortschritte halten Sie bei der Weiterentwicklung von BIM-Technologien für besonders wünschenswert?



Paul-Christian Max

Digital Transformation Manager, Projektleiter und BIM-Koordinator, Abteilung Konstruktiver Ingenieurbau bei AFRY Deutschland GmbH.

1. Profitiert hat die Baubranche hauptsächlich in der Automatisierung von Prozessen, einer höheren Transparenz in der Projektarbeit, verbesserten Kommunikation und damit einer starken Effizienzsteigerung. Zumindest im Planungsprozess sind diese Aspekte mittlerweile flächendeckend erkennbar.



2. Wenn alle Daten transparent und zentral für alle zugänglich sind, bietet BIM eine höhere Qualität. Durch die 3D-Visualisierung lässt sich außerdem ein besseres Verständnis bei fachfremden Personen bzw. einer breiten Öffentlichkeit erreichen. Und BIM ermöglicht eine schnellere Bearbeitung und automatisierte Genehmigungsprozesse, was die Planung und den Bauprozess trotz Fachkräftemangel aus technischer Sicht beschleunigen könnte. Am Ende gehört zu diesen Aspekten jedoch auch ein politischer Wille.

3. Die Planung eines Infrastruktur-Großprojektes mit rund 40 km Länge und ca. 150 Bauwerken konnte in nur ca. 50 Prozent der bisher üblichen Zeit geplant werden. Ebenso ist die automatisierte Qualitätsprüfung erst mit BIM-Modellen möglich. Bei so einer Projektgröße wären manuelle Prüfroutinen nicht wirtschaftlich.

4. Ich würde mir eine gemeinsame Datenplattform für alle Beteiligten wünschen, also Open Earth als CDE. Dazu braucht es Standards für digitale Daten, die auf das nötige Minimum reduziert und zwischen allen beteiligten Gewerken und Rollen harmonisiert sind. Auch eine Vergaberecht-Anpassung sollte erfolgen, sodass es keinen (Daten-)Bruch zwischen Planung und Bau mehr gibt.



Dipl.-Ing, Architekt Philipp Zimmermann

BIM-Manager, Digital
Construction-Manager bei
ATP architekten ingenieure.

1. Die Digitalisierung ist ein großer Begriff. In der Baubranche angefangen hat alles mit CAD, dann kam BIM als der große Game-Changer. Im Laufe der Jahre gab es

aber auch viele kleine Innovationen, die das große Ganze in Bewegung brachten: Von digitalen Lösungen der Mängelrehabilitation auf der Baustelle bis hin zu smarten Baustellengeräten. In letzter Zeit haben vor allem verschiedenste Cloud-Lösungen, die auch Smartphone-tauglich sind, noch einmal für einen ordentlichen digitalen Schub gesorgt. Dank dieser Lösungen benötigen wir nicht mehr für alle Arbeiten einen leistungsstarken PC oder ein Notebook.

2. Begonnen haben wir mit der einfachen 3D-Koordination der notwendigen Planunterlagen aus den Modellen über alle Fachplaner und Ableitungen hinweg und sind mittlerweile so weit, dass wir auch die Daten aus den Modellen analysieren und weiterverwenden können. Dazu bedarf es aber der Investition in Forschung und Entwicklung und eines entsprechenden Teams an Experten aus allen Bereichen.

3. Bei ATP architekten ingenieure werden bei den Projekten die Ausschreibungen und Kosten mithilfe der Informationen aus den BIM-Modellen erstellt. Auch nutzen wir in Bezug auf Nachhaltigkeit die BIM-Modelle: Wir können Ökobilanzen zur CO²-Emission erstellen und diesbezüglich Materialvarianten vergleichen. So kann der Bauherr nicht nur ökonomisch, sondern auch ökologisch schon früh seine Wahl treffen.

4. Wir wissen, dass jede Technologie von einer noch besseren abgelöst wird. Nach AutoCAD in den 80er und Revit in den 2000er Jahren, bin ich gespannt, welche Lösung in Zukunft die Baubranche wieder nach vorne bringen wird. KI wird hier sicher noch einiges bewegen.



Ralf Mosler

Leader BIM Transformation,
Worldwide AEC Digital
Expert Group, Autodesk GmbH

1. Die Bauwirtschaft hat in den vergangenen Jahren definitiv erkannt, dass die Digitalisierung unausweichlich ist. Sie hat es in herausragenden Beispielprojekten geschafft, mithilfe digitaler Tools repetitive Aufgaben zu automatisieren und Planungs- und Bauprozesse drastisch zu verkürzen. Dazu ein Beispiel, das aus unserem State of Design & Make Report stammt: Viele Kunden aus dem Bereich der zivilen Infrastruktur glauben, dass es mehr als 20 Jahre dauert, eine neue öffentliche Verkehrslinie zu planen und zu bauen – in Wirklichkeit aber haben digitale Arbeitsabläufe diesen Prozess auf weniger als fünf Jahre verkürzt. Dieses Beispiel zeigt, wie erfolgreich Digitalisierung die Branche verändert, aber auch, dass wir noch einige Aufklärungsarbeit vor uns haben.

2. Heute gehen immer noch zu viele Daten in der Wertschöpfungskette zwischen Planen, Entwerfen, Bauen und Betreiben verloren und werden jeweils neu erstellt. Wir bei Autodesk glauben, dass vernetzte Daten unseren Kunden helfen werden, diese Herausforderungen zu meistern. Doch zunächst müssen wir die Power ihrer Daten freisetzen:

1. Wo hat die Baubranche Ihrer Ansicht nach in den letzten Jahren am meisten von der Digitalisierung profitiert?
2. Inwiefern kann Building Information Modeling (BIM) dabei helfen, die gegenwärtigen Herausforderungen im Bauwesen zu meistern?
3. Könnten Sie uns, bitte, dafür ein Beispiel nennen?
4. Welche Fortschritte halten Sie bei der Weiterentwicklung von BIM-Technologien für besonders wünschenswert?

Wir müssen es unseren Kunden erleichtern, Daten auszutauschen und Workflows zu verbinden, intelligente Prozesse auf der Grundlage von Daten aufzubauen und eine verlässliche Informationsquelle als "Single Source of Truth" in der Cloud zu schaffen. Dabei ist BIM ein elementar wichtiger Baustein.

3. Das Unternehmen Sweco ist ein gutes Beispiel. Mit Autodesk Forma, der Branchen-Cloud für AECO, und Autodesk Construction Cloud schafft Sweco eine mit der Cloud verbundene Umgebung, in der KI den Kunden hilft, das Beste aus ihren Projektdaten herauszuholen, damit sie frühzeitig fundierte Entscheidungen treffen können.

4. Um eine effektive KI zu gewährleisten, muss die AECO-Branche auf die Einführung von Cloud-basierten Arbeitsabläufe und granulare Daten pochen. Diese Umstellung verbessert die Datenverfügbarkeit und die Zusammenarbeit zwischen den Teams. Autodesk Forma, das AEC Data Model und der Content Catalog für Autodesk Docs tragen bereits heute zu einem verbesserten Datenmanagement bei. Zudem ermöglichen wir den Export von deutschen Gebäudedaten unter einer offenen Lizenz, dank der Kooperation mit dem Bundesamt für Kartographie und Geodäsie.



Dr.-Ing. Sylvia Kracht

Geschäftsführende
Gesellschafterin der
BCS CAD + Information
Technologies GmbH.

1. In den vergangenen Jahren hat die Baubranche wesentliche Vorteile aus der Digitalisierung gezogen, insbesondere in der Steigerung der Effizienz. Digitale Planungs- und Kommunikationstools haben den Informationsfluss optimiert, was zu beschleunigten Entscheidungsprozessen und verkürzten Bauzeiten führte. Der Einsatz von Baumanagementsoftware, digitalem Projektmanagement und ‚digitalen Zwillingen‘ trug zur Prozessoptimierung und Kostensenkung bei.

2. Building Information Modeling trägt maßgeblich dazu bei, aktuelle Herausforderungen im Bauwesen zu bewältigen. Durch digitale Modelle, die alle relevanten Informationen eines Bauprojekts enthalten, fördert BIM eine integrierte Planung, Ausführung und Instandhaltung. Es

verbessert die Zusammenarbeit unter den Projektbeteiligten, reduziert Fehlerquoten und ermöglicht eine effizientere Nutzung von Ressourcen. Auftraggeber und Bauherrn fixieren bereits im Vorfeld ihre Anforderungen.

3. Ein prägnantes Beispiel für die Wirksamkeit von BIM ist das Vorfertigen von Bauteilen. Durch präzise digitale Modellierung werden Bauteile exakt gefertigt und vormontiert, was die Bauzeit vor Ort signifikant verkürzt. Dies führt zu erheblichen Kosteneinsparungen und minimiert den Einfluss von Witterungsbedingungen auf den Bauprozess. Die digitale Modellierung ermöglicht zudem eine genaue Materialbestellung, wodurch Überbestände und Verschwendung reduziert werden.

4. Bei der Weiterentwicklung von BIM-Technologien sind Fortschritte in mehreren Bereichen wünschenswert. Zum einen ermöglicht die Integration von künstlicher Intelligenz (KI) für die automatisierte Analyse großer Datenmengen, Risiken frühzeitig zu identifizieren und Optimierungsmöglichkeiten zu erkennen. Des Weiteren ist die verstärkte Nutzung von Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR) für eine immersive Planung und Ausführung von Bauprojekten von Bedeutung. Vor allem ist die Standardisierung von BIM-Normen auf internationaler Ebene essenziell, um die Interoperabilität zwischen verschiedenen Softwarelösungen zu verbessern und die globale Zusammenarbeit zu fördern. Letztlich - entscheidend für die breite Anwendung von BIM ist die Verankerung dieser Optimierungsmethodik in praxistgerechter Aus- und Weiterbildung.



Prof. Dr. Cornelius Preidel

Vorstandsvorsitzender von
BuildingSMART Deutschland.

1. Die Digitalisierung bringt für die Baubranche in vielen Bereichen Vorteile. Durch den Einsatz digitaler Werkzeuge zur Optimierung von Planungs- und Bauprozessen kommt es zu Effizienzsteigerungen. Zwar erfordert die Implementierung anfängliche Investitionen, aber langfristig führen diese zu Kostensenkungen durch die Minimierung von Fehlerquellen und verbesserte Budgetplanungen. Hinzu kommt eine verbesserte Zusammenarbeit: Digitale Plattformen erleichtern den Informations- und Wissensaustausch zwischen allen Beteiligten. Und, ein Riesen-Thema: Die Digitalisierung führt zu mehr Nachhaltigkeit am Bau, da sich Ressourcen besser planen lassen, was zu umweltfreundlicheren Bauprojekten führt. Modellbasiertes Arbeiten wird somit zunehmend unverzichtbar in der Branche.

2. Die genannten Vorteile hängen eng mit der BIM-Methode zusammen. BIM unterstützt ressourcenschonendes Bauen. BIM fördert die Zusammenarbeit aller Beteiligten und reduziert Missverständnisse und Fehler. BIM schafft eine transparente Datenbasis, die allen Projektbeteiligten zugänglich ist. Durch die 3D-Modellierung kommt

es im frühen Projektstadium zum Erkennen von Planungsfehlern, was im späteren Projektverlauf wiederum Zeit und Kosten spart. Und BIM unterstützt die Verwaltung und Wartung von Gebäuden während des gesamten Lebenszyklus. Kurz: BIM ist gut für die Projektkoordination, für die Schaffung von Transparenz, für das Risiko- und Lebenszyklusmanagement sowie für Nachhaltigkeit.

3. Beispiele für den erfolgreichen BIM-Einsatz gibt es viele; schon ein Blick auf die Finalisten des BIM Champions-Wettbewerbs von BuildingSMART Deutschland in den letzten Jahren zeigt die vielfältigen Möglichkeiten von und mit BIM. So koordinierte das Unternehmen Peter Gross Infrastruktur zusammen mit A+S Consult beispielsweise den Prozess vom Aufbau des Gesamtmodells der Anschlussstelle Plieningen an der A8 bis hin zur Übergabe des gebauten As-built-Modells mit BIM. Ein weiteres Beispiel: Die Obermeyer Digital Solution GmbH entwickelte ein digitales Prüfverfahren für den Infrastrukturbereich, mit der eine automatisierte Richtlinienprüfung möglich ist. So ließe sich die Liste in allen Bereichen der Wertschöpfungskette Bau fortsetzen.

4. Wir sollten mit BIM in die breite Anwendung kommen und das Arbeiten mit digitalen Werkzeugen sollte zur Selbstverständlichkeit werden. Dafür braucht es unter anderem einheitliche Standards zur Verbesserung der Kompatibilität und für den Datenaustausch – ein Thema, für das sich gerade BuildingSMART sehr einsetzt. Aktuell haben wir mit der ISO-Anerkennung des Standards IFC 4.3 einen weiteren Meilenstein erreicht. Mit einer strukturierten Datenbasis kann BIM außerdem zum Türöffner für weitere Technologien wie Künstliche Intelligenz und das Internet of Things werden, was zu einem intelligenten Bau-Management führt. Außerdem wünsche ich mir mehr Benutzerfreundlichkeit in der BIM-Software, das würde die Zugänglichkeit für alle Beteiligten nochmals erhöhen.



Andreas Stünkel

Senior Bereichsleiter Architektur,
Bauwesen & Konstruktion bei
Contelos.

1. Durch digitale Projektkommunikation mit allen am Projekt beteiligten internen und externen Partnern kann das Änderungsmanagement viel schneller, effizienter und sicherer durchgeführt werden. Projektablaufe werden lückenlos und transparenter abgebildet. Außerdem ist die Bestandserfassung und Qualitätskontrolle mit moderner Scanner-Technologie und -Software deutlich einfacher, schneller und qualitativ besser geworden.

2. Durch BIM werden Kosten- und Zeitplanung transparenter, besser und effektiver. In BIM-Projekten gibt es eine klare Aufgaben- und Rollenverteilung, was das Bau-Management vereinfacht. Der Zugriff auf aktuelle Projektdaten von jedem Arbeitsort aus verbessert die Aktualität

der Planung, verhindert Planungsfehler im Vorfeld und schafft Transparenz im Bauprojekt auch durch die Nutzung unterschiedlichster Endgeräte.

3. Über die Cloud sind aktuelle Projektdaten auch mit dem Tablet auf der Baustelle abrufbar. Benötigte Änderungen oder Ausführungsmängel in der Bauausführung können direkt mit dem Endgerät dokumentiert und an die zuständigen Projektbeteiligten zur Bearbeitung versandt werden. Hinterlegte Freigabe-Prozesse vereinfachen und beschleunigen das Issue-Management erheblich. Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten sowie eine lückenlose Dokumentation der Prozesse garantieren den Projektfortschritt und die -qualität.

4. Wünschenswert wären offizielle BIM-Richtlinien für alle Gewerke. Die Workflows für die Zusammenarbeit in Open BIM-Projekten zum Beispiel beim .ifc-Datenaustausch sind zukünftig noch zu verbessern. Wünschenswert wäre auch ein allgemeines besseres Verständnis für den Mehraufwand während der Einführungsphase von BIM-Projekten, der am Ende zu qualitativ hochwertigen und budget-sicheren Bauprojekten führt.



Anne Tosi

BIM-Managerin bei Hitzler
Ingenieure GmbH & Co. KG.

1. Am meisten profitiert hat die Baubranche meines Erachtens im Bereich der Projektkommunikation und -transparenz. Durch die Digitalisierung, in Form von Building Information Modeling – kurz BIM – wurden neue Prozesse der Zusammenarbeit geschaffen, und durch dreidimensionale Visualisierungen oder Simulationen des Projekts kann dieses verständlich und nachvollziehbar, auch für Fachfremde, dargestellt werden. Durch diese interpretationsarme Kommunikation lassen sich Entscheidungen wesentlich einfacher treffen und später nachvollziehen.

Ein weiterer Punkt, der von der Digitalisierung der Baubranche profitiert ist, dass Informationen über den gesamten Projektverlauf bis hin in den Betrieb gepflegt werden und somit eine bisher große Schwachstelle, Informations- bzw. Schnittstellenverluste, deutlich durch BIM-Anwendungsfälle und eine konsequente Datenhaltung reduziert werden konnten.

2. Bauvorhaben werden immer komplexer, und die Herausforderung besteht darin, Kosten, Termine und Qualitäten sicherzustellen. Genau da kann die Methode BIM helfen, denn durch die konsequente Datenhaltung und die Schnittstellenreduzierung durch die Nutzung von gemeinsamen Datenpools bzw. einer gemeinsamen Datenumgebung – CDE-Lösung – können Kosten, Termine und Qualitäten effizient und nachvollziehbar ausgewertet und damit Projekte transparenter gestaltet werden.

1. Wo hat die Baubranche Ihrer Ansicht nach in den letzten Jahren am meisten von der Digitalisierung profitiert?
2. Inwiefern kann Building Information Modeling (BIM) dabei helfen, die gegenwärtigen Herausforderungen im Bauwesen zu meistern?
3. Könnten Sie uns, bitte, dafür ein Beispiel nennen?
4. Welche Fortschritte halten Sie bei der Weiterentwicklung von BIM-Technologien für besonders wünschenswert?

3. Kosten lassen sich plausibilisieren, indem aus dem BIM-Modell die entsprechenden Massen abgeleitet werden können. Bauabläufe können durch 4D-Simulationen verständlich nachvollzogen, und Verzögerungen oder Fehler im Terminplan werden auf einen Blick sichtbar. Auch Abnahmen während der Ausführung oder Mängelaufnahmen können durch Digitalisierung unterstützt werden, indem mobile Formulare auf der Baustelle genutzt werden, die direkt eine Verbindung zum BIM-Modell herstellen können. So werden auch da eventuelle Verzögerungen oder Auswirkungen auf den weiteren Verlauf des Projekts direkt sichtbar.

4. Die Einbindung des Themas Nachhaltigkeit wird immer interessanter und wünschenswert. Gerade bei einer Verknüpfung mit der BIM-Methodik könnten idealerweise schon zu einem frühen Planungszeitpunkt Aussagen getroffen werden zu Nachhaltigkeitsthemen wie Ökobilanzierungen, Darstellung des CO²-Fußabdrucks eines Projekts, die Erstellung von Gebäuderessourcenpässen oder um Aussagen zur Kreislauffähigkeit der gewählten Materialien zu geben.



Christopher Smolka

M.Sc., Leitung
BIM-Kompetenzzentrum
der Kempen Krause Gruppe.

1. Die Planungsphase, bereits stark digitalisiert, erreicht mit BIM eine weitere entscheidende Stufe. Die Akteure erkennen die möglichen Vorteile in Produktivität und den verbundenen Kontrollmechanismen und setzen diese um. Dies, kombiniert mit der pandemiegetriebenen Akzeptanz von Online-Meetings, führt zu einer agileren und präziseren Projektabwicklung. Die Bauausführung hinkt allerdings weiter hinterher. Während große Unternehmen, vor allem im Prefab-Bereich, Tools zur Produktivitätssteigerung nutzen und stetig verbessern, bleiben kleinere Betriebe mit analogen Methoden zurück.

2. Im Spannungsfeld zwischen gestiegenem Kosten- und Zeitdruck, sich stetig erweiternden Anforderungsprofilen und der wichtigen Aufgabe des nachhaltigen Umgangs mit Ressourcen müssen wir frühzeitig die richti-

gen Weichen richtig stellen. BIM und die damit verbundene Vernetzung aller Informationen ermöglichen die Entwicklung eines digitalen Prototyps, durch den Entscheidungen getroffen werden können. Dabei hilft, dass einmal aufgesetzte Modelle eine Vielzahl von Prozessen ermöglichen, die uns vertiefte Einblicke ermöglichen.

3. Die Beachtung von Nachhaltigkeit erhöht die Komplexität der Planungsaufgaben. Obwohl wir als Bauexperten zwar gut beurteilen können, welche Bauweisen oder Baustoffe nachhaltiger sind, so fehlt der Branche dennoch kollektiv die Erfahrung, Projekte konsequent entsprechend umzusetzen.

Hier kommt das BIM-Modell ins Spiel, das die optimale Grundlage für Tools zur Lebenszyklusanalyse (LCA) bildet. Die Bilanzierung ähnelt technologisch der bekannten Kostenberechnung. Statt Kosten werden nun CO₂-Äquivalente etc. mit der Massenbilanz verknüpft. Für einfache Analysen genügt oft die Qualität der ohnehin vorhandenen Daten. Die so ermöglichten Benchmarks helfen die Aufgabe greifbarer zu machen.

4. Die Interoperabilität von BIM-Daten muss sich weiter verbessern. Wir erleben einen durch wenige Softwarehäuser bestimmten Markt. Obwohl Open-BIM Unabhängigkeit von nativen Formaten verspricht, so ist der Import mit dem Ziel zur Weiterbearbeitung von zum Beispiel IFC-Dateien oft mit Datenverlust verbunden. Für die kontinuierliche Pflege digitaler Zwillinge über die Lebenszyklen hinweg ist eine von der Autorensoftware unabhängige Weiterbearbeitung erforderlich.



DI Alexander Winkler

Architektur und
Produktentwicklung bei Kiubo.

1. Digitalisierung bietet in vielerlei Hinsicht eine Möglichkeit, Optimierungen vorzunehmen. Der Datenaustausch zwischen Planer und Fachplaner wird dadurch erheblich vereinfacht, und es kann besser informiert sowie kommuniziert werden. Auch in der Arbeitsgeschwindigkeit konnte durch die Digitalisierung enorm viel verbessert werden; sie macht somit veraltete, unproduktive Arbeitsmethoden wirtschaftlich. Dies beeinflusst indirekt auch die Baukosten, welche somit gesenkt werden können.

2. Durch BIM bekommt die reale Baustelle vor Ort einen virtuellen Zwilling, welcher mit sämtlichen Informationen und Daten zum Projekt unterschiedlichster Gewerke gefüllt wird. Er liefert somit einen idealen Überblick. Es können sämtliche Änderungen simuliert werden, ohne dabei einen Nachteil für die reale Baustelle zu bewirken. Ebenso wird die Kommunikationshürde besser überwunden, es gehen weniger Informationen verloren, Missverständnisse werden reduziert und dadurch werden auch weniger Fehler geschaffen, sowie Korrekturmaßnahmen nötig.

3. Ein mit BIM geplantes Projekt kann durch Analyse der BIM-Daten in der Energieeffizienz gesteigert werden, die spätere Gebäudewartung kann durch Vernetzung aller Bauphasen ebenso optimiert werden. Weiters können Fertigteile 3D gedruckt werden und somit Material eingespart und Abfall reduziert werden. Es gibt weniger Leerlauf und dadurch auch weniger Treibstoffverbrauch. Ebenso wird durch die genaue Erfassung von Baustoffen Recycling ermöglicht.

4. Durch Digitalisierung besteht natürlich immer die Gefahr, dass Cyberangriffe die digital erfassten Daten nutzen und missbrauchen könnten. Es benötigt daher ein gutes, weiterentwickeltes Sicherheitskonzept sowie ausfallsichere Server. Ebenso gibt es derzeit noch Probleme in der Kompatibilität zwischen mehreren Systemen, da es im Bauwesen sehr viel Auswahl an unterschiedlicher Software gibt. Ein Standard wäre hier vielversprechend und eine mögliche Hilfestellung.



Florian Daniel

Teamleiter
Bauprozessmanagement DE
pde Integrale Planung GmbH.

1. Im Bauablauf hat die Branche am meisten von der Digitalisierung profitiert. Daten und Informationen zum Bauprojekt lassen sich vom Innendienst auf die Baustelle und auch umgekehrt teilen. Cloudplattformen helfen hierbei enorm. So sind die Daten für alle Beteiligten überall erreichbar. Prozesse werden digital abgebildet, was eine gemeinschaftliche Arbeit an einem Datenmodell ermöglicht. Diese Transparenz fördert eine reibungslose Projektkoordination und stellt die Termineinhaltung sicher.

2. Mit BIM verfügen wir über ein Werkzeug, um Herausforderungen wie volatile Preise oder Verzögerungen in der Lieferkette mit Transparenz, Sicherheit und Effizienz zu begegnen. Durch einen höheren Detaillierungsgrad sind wir in der Lage, Kosten bereits in einer frühen Bauphase genauer zu beziffern. Darüber hinaus stellt ein BIM-Modell vieles bereits im Vorfeld umfangreicher und übersichtlicher dar als herkömmliche Planunterlagen und FLB's. So werden Probleme frühzeitig erkannt, Personal und Ressourcen exakt geplant sowie Verschwendung und Verzögerungen vermieden. Der Umgang mit Ressourcen wird verbessert. Simulationen und Analysen helfen, den ökologischen Fußabdruck zu reduzieren.

3. Bei unserem Projekt Pflegeheim Wilhelmsburg in Hamburg wurde zunächst mit 2D-Plänen begonnen. Das war nicht optimal für den Bauablauf. Durch die nachträgliche Einführung von BIM auf der Baustelle werden nun Rechnungen effizienter und schneller geprüft, Massen gezogen und abgeglichen und Themen durch die Visualisierung der Modelle schneller und effizienter diskutiert und geklärt.

4. Es ist wünschenswert, dass BIM ein durchweg einheitlicher Standard in der Baubranche wird, so dass

Insellösungen entfallen. Darüber hinaus sind Fortschritte in der Integration von Umwelt- und Energieanalysen wünschenswert, um noch besser und schneller umweltfreundlichere Entscheidungen zu treffen.



Oliver Eischet

Mitgründer und Geschäftsführer
Specter Automation.

1. Die Baubranche hat in den letzten Jahren besonders von der Digitalisierung in der Planung von Bauvorhaben profitiert. Durch den Einsatz fortschrittlicher Technologien werden nun umfangreiche Datenmengen schon vor dem Spatenstich generiert. Dies reicht von umfangreichen Kalkulationen für die Ausschreibung über detaillierte 3D-Modelle bis hin zu feingliedrigen Terminplänen, die das Bauvorhaben im Detail abbilden.

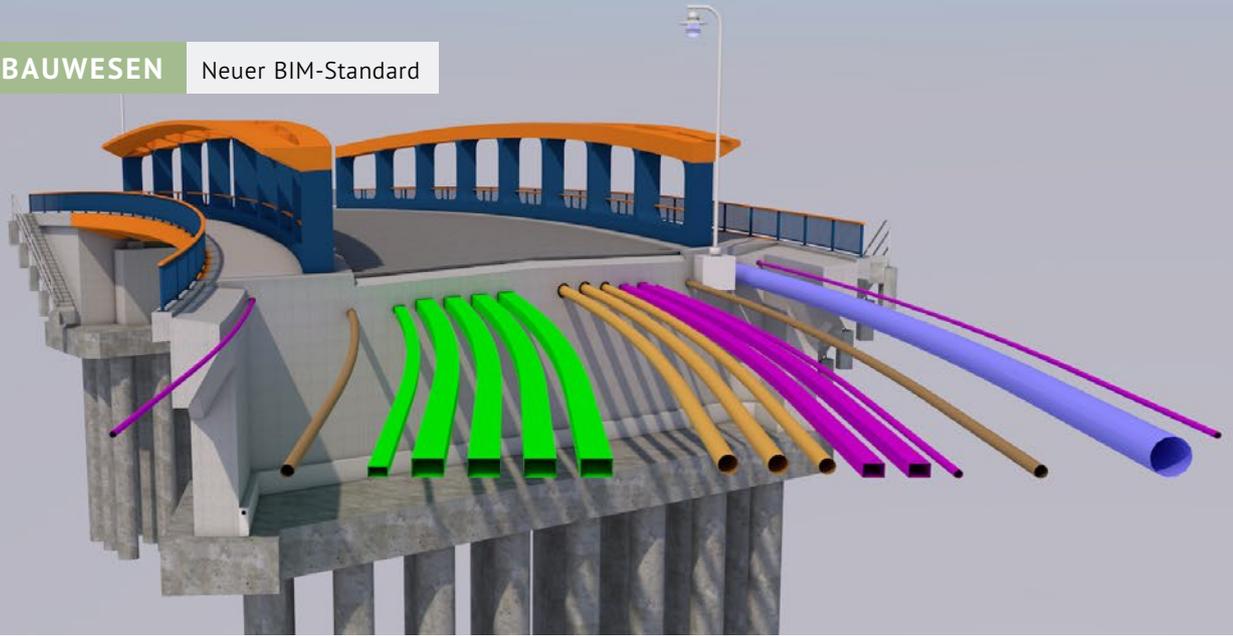
2. Building Information Modeling hilft dabei, eine gemeinsame Sprache zu sprechen, die alle Projektbeteiligte verstehen. Dadurch werden Kommunikations- und Abstimmungsprozesse vereinfacht. Ein weiterer Vorteil besteht darin, Daten aus Silos zu entfernen und über 3D-Modelle strukturiert zu generalisieren.

3. Ein Beispiel für die Anwendung von BIM ist die gemeinsame Nutzung eines digitalen Modells während des Bauprozesses. Bauleiter und Poliere planen anhand des 3D-Modells, wann wo welche Arbeitsschritte erledigt werden, und dokumentieren den Fortschritt. Mit dem Zugang für alle Schlüsselakteure wie Oberbauleiter, Architekten, Ingenieure oder Logistiker können alle zeitgleich auf das Modell zugreifen, Bauwerksänderungen kommunizieren und den aktuellen Stand des Projekts abfragen. Dies reduziert Missverständnisse, minimiert Fehler und beschleunigt den gesamten Abstimmungs- und Bauprozess.

4. Bei der Weiterentwicklung von BIM-Technologien sind Fortschritte in entscheidenden Bereichen äußerst wünschenswert: a) Software-Interoperabilität, um die Zusammenarbeit zu erleichtern, Datenaustausch zu verbessern und Doppelarbeit zu reduzieren. b) Echtzeit-Kollaboration, die die Effizienz steigern und eine zeitnahe Anpassung des Bauprojekts ermöglichen würde. c) Die Integration von KI in BIM, um Automatisierung und Intelligenz zu fördern, insbesondere bei komplexen Projekten. d) Erweiterte Datenauswertung, um Optimierungspotenziale zu identifizieren und den gesamten Bauprozess zu optimieren, was die Gesamtleistung von Bauprojekten steigern würde. Insbesondere für die letzten beiden Aspekte benötigen wir vor allem eines: Daten. Und zwar Daten, welche die Prozesse, die tagtäglich auf der Baustelle stattfinden, digital abbilden und dadurch Soll-Ist Analysen per Knopfdruck ermöglichen. Diese Informationen gilt es schon heute strukturiert anhand des 3D-Modells zu sammeln, um sie entsprechend auswerten zu können.

anm ◀

Beispiel für ein BIM-Modell.



Basis für mehr Effizienz

Die wichtigsten Anforderungen im Bauwesen lauten: mehr Effizienz und Nachhaltigkeit bei geringeren Kosten. Um diese zu beantworten, hat AFRY, Unternehmen für Ingenieur-, Design- und Beratungsdienstleistungen, einen BIM-Standard entwickelt, der sich mit GIS (Geografische Informations-Systeme) und Ökobilanzierungen verknüpfen und mittels KI (Künstlicher Intelligenz) und BI (Business Intelligence) auswerten lässt. **VON PAUL-CHRISTIAN MAX**

Bei Projekten aus dem Nicht-Hochbau-sektor besteht häufig die Ansicht, dass existierende Standards wie IFC unzureichend definiert und auf das spezifische Projekt nicht anwendbar sind. Tatsächlich sind die Vorgaben für eine fundierte BIM-Planung nur schwer zu definieren. Um einen BIM-Standard

zu erhalten, der sich auf jedes Projekt – vor allem auch im Infrastrukturbereich – anwenden lässt, hat AFRY einen eigenen BIM-Standard entwickelt. Er nutzt vorhandene Standards, um nicht noch mehr Klassifikationssysteme zu schaffen. Dabei setzt AFRY auf das offene IFC-Datenschema, weil es Kompatibilität,

Flexibilität und Gestaltungsspielraum bietet. Die aus dem Hochbau stammende Hierarchie der IFC-Datenstruktur wurde auch für alle anderen Gewerke, zum Beispiel Ingenieurbauwerke, Verkehrsanlagen oder Umwelt, übernommen und harmonisiert. Der Standard ist unabhängig von den verschiedenen Versionen für das IFC-Dateiformat (2x3, 4.0, 4.3 usw.). Im Wesentlichen definiert der AFRY-BIM-Standard eine sinnvolle Verwendung der IFC-Datenstruktur für Bau-

Die berücksichtigten Regelwerke, Beispiele für Standard-Tabellen und ein IFC-Modell aus dem AFRY-BIM-Standard.

werke bzw. Objekte (LoG = Level of Geometry) mit den nötigen Attributen (LoI = Level of Information) und ggf. den dazugehörigen Wertebereichen aus den vorliegenden Regelwerken sowie deren Referenzierung. Dabei berücksichtigt er die offenen BIM-Standards des BuildingSMART, er ist also openBIM-konform.

Der Standard eignet sich damit für alle Bauwerke, Objekte und Gewerke, seine Datenstruktur ist global anwendbar und skalierbar. Durch die Standardisierung der Daten erlaubt er einen hohen Automatisierungsgrad und so eine hohe betriebliche Effizienz. Er kommt bei AFRY bei ganz unterschiedlichen Projekten zum Einsatz und auch alle Interessenten können den Standard kostenfrei nutzen. Unter <https://afry.powersappsportals.com/BIMStandard/> oder dem QR-Code kann er kostenfrei heruntergeladen werden.

Digitaler Zwilling

Mit dem sauberen Austausch und der automatisierten Weiterverarbeitung von Daten bildet der AFRY-BIM-Standard den Dreh- und Angelpunkt für weitere Anwendungsbereiche: Er ermöglicht nicht nur die Anbindung an GIS, sondern auch automatisierte Ökobilanzierungen (Life Cycle Assessments, LCA) auf Basis von BIM-Modellen. Unterstützt werden die Methoden BI (Business Intelligence) und KI (Künstliche Intelligenz) zum Einsatz. Mit der Verbindung von BIM und GIS lassen sich alle Modelldaten georeferenziert erstellen und in einem digitalen Zwilling zusammenführen – die Basis für eine kollaborative Projektbearbeitung.

BIM und Nachhaltigkeit

Für die automatisierte Erstellung von Ökobilanzierungen hat AFRY zusammen mit der HTWK Leipzig (Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur) auf Basis des BIM-Standards und Daten aus GIS sowie Umweltproduktdeklarationen aus Ökodatenbanken die Methode „BIMetrix“ entwickelt. Sie ist in der Lage, Hunderte von BIM-Modellen automatisiert zu analysieren. Dadurch ist sie im Gegensatz zu bestehenden Methoden in allen Bereichen des Bauwesens und allen Projekt-



Auf Basis von BIM-Modellen erstellt BIMetrix automatisiert Ökobilanzierungen und liefert dreidimensionale Visualisierungen.

größen anwendbar. Zudem reduziert sie mit einem höheren Automatisierungsgrad die Bearbeitungszeit ganz erheblich. Das ermöglicht, Ökobilanzierungen bereits in Frühphasen von Bauprojekten effizient zu erstellen, wenn das Potenzial zur Reduzierung von Treibhausgas- (THG) Emissionen noch am größten ist. Bei der DB Netz AG konnte AFRY unter Anwendung von BIMetrix bereits aufzeigen, wie sich automatisierte Ökobilanzierungen von Projekten in der Schieneninfrastruktur realisieren lassen.

Zudem unterscheidet die Art der Visualisierung BIMetrix von bestehenden Tools: Klassische 2D-Dashboards ohne geografischen Bezug sowie andere verfügbare BIM-LCA-Tools machen Emissionen lediglich durch eine unterschiedliche Farbgebung von Bauwerken bzw. Objekten sichtbar. Ab einer bestimmten Projektgröße ist das nicht mehr aussagekräftig genug. Im 3D-Dashboard von BIMetrix hingegen zeigen in einem geografischen Raster angeordnete Säulen mit ihrer Höhe die THG-Emissionen, die in dem entsprechenden Rasterstück auftreten. Emissionen von Bauwerken ohne offizielle Post-Adresse bekommen so eine eindeutige Geo-Lokation, also einen Bezug zur Umgebung. Verantwortliche können Treibhauspotenzial-Hotspots und Optimierungspotenziale auf einen Blick erkennen und detailliert untersuchen.

Das Raster lässt sich je nach Projektgröße bis hinunter zu einem Maß von drei mal drei Metern wählen. Das reicht in der Regel selbst für ein Einfamilienhaus aus. Die Emissionen können zudem nach verschiedenen Unterkategorien ausgewertet werden, zum Beispiel nach den Projekt-Leistungsphasen.

Auch BIMetrix ist für die Verarbeitung von IFC-Modellen entwickelt und

integriert sich ideal in OpenBIM-Workflows. Damit ist die Methode beliebig skalierbar. Sie ist nicht an eine spezifische Software gebunden und konform zu den europäischen Normen EN 15978 und EN 15804 für Ökobilanzen.

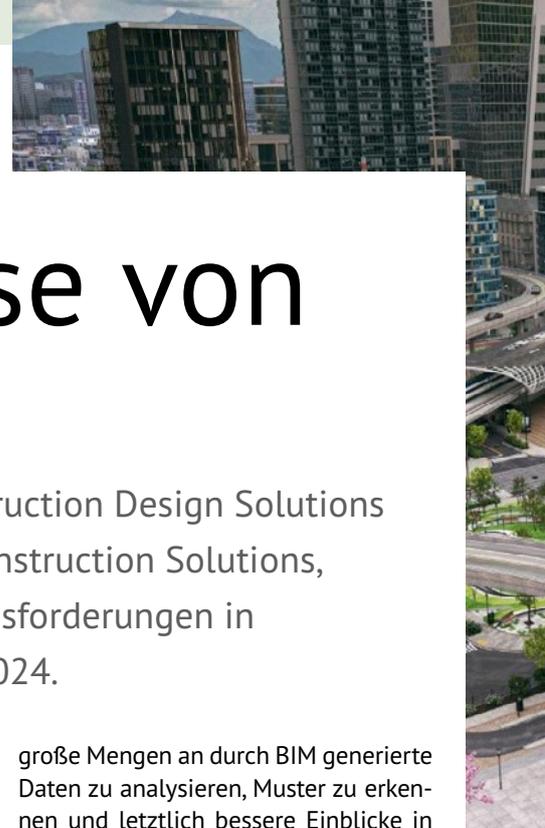
Erfolgsfaktor Implementierung

Inwieweit Unternehmen die Vorteile dieser Standards und Methoden tatsächlich realisieren können, liegt zu einem großen Teil daran, wie sie diese implementieren. Denn die Einführung neuer Technologien und Methoden erfordert von den Beteiligten in der Regel veränderte Arbeitsweisen, die oft nur ungenügend umgesetzt werden.

Mehr als umfangreiche Dokumentationen hilft es, über Herausforderungen, Probleme und Fragen zu reden. Bei AFRY hat sich hierfür eine Art „BIM-Sprechstunde“ etabliert. Hier treffen sich alle Beteiligten eines Projekts oder Entwicklungsteams regelmäßig zur Abstimmung. Dadurch lernen alle auch andere Blickwinkel kennen und können den eigenen Anteil im Gesamtprojekt besser einschätzen. Zudem haben sie die Möglichkeit, Fragen zu stellen, neue Entwicklungen vorzustellen, Ideen einzubringen und Schnittstellen zu koordinieren. Als besonders wichtig hat sich dabei erwiesen, Probleme und Fehler wohlmeinend aufzunehmen und als Möglichkeit zur Optimierung zu verstehen.

anm ◀

Der Autor, Paul-Christian Max, ist Digital Transformation Manager, Projektleiter und BIM-Koordinator, Abteilung Konstruktiver Ingenieurbau bei AFRY Deutschland GmbH.



Wie KI die Analyse von BIM vorantreibt

Amy Bunszel, EVP, Architecture, Engineering and Construction Design Solutions bei Autodesk, und Jim Lynch, SVP and GM, Autodesk Construction Solutions, blicken gemeinsam auf die Trends, Chancen und Herausforderungen in Architektur, Engineering, Bau und Betrieb (AECO) für 2024.

Wenn wir auf die Trends der AECO-Branche schauen, steht vor allem ein Thema im Vordergrund: Künstliche Intelligenz. Die Nutzung von KI hilft der Baubranche bereits auf ganz unterschiedliche Weise, Prozesse und Workflows zu verbessern, und manuelle Aufgaben durch datengestützte Erkenntnisse zu erleichtern. Im Projektmanagement kann KI zum Beispiel durch Automatisierung die manuelle Dateneingabe von Zeitplänen und Kosten und andere mühsame Arbeiten übernehmen. KI-Tools wie Autodesk AI können dabei helfen, schnellere Iterationen in AutoCAD vorzunehmen, Feedback zur besten Platzierung von Rückhaltebecken zu geben, um die Auswirkungen von Wasserkatastrophen zu verhindern, Baurisiken vorherzusagen, zu vermeiden und zu verwalten, alltägliche Entwurfsaufgaben zu automatisieren und vieles mehr. Darüber hinaus bieten die KI-Funktionen



Amy Bunszel, EVP, Architecture, Engineering and Construction Design Solutions bei Autodesk

von Autodesk Forma schnelle Wind-, Lärm- und Betriebsenergieanalysen, sodass Teams intelligente Designentscheidungen treffen können, die das Projektergebnis verbessern. Wir bemerken, dass Branchenführer bereits darüber nachdenken, wie sie Daten besser nutzen können – und es ist ihnen klar, dass KI sie dabei unterstützen wird. KI ist und bleibt damit ein Kernthema für die Branche.

Von Daten zu Entscheidungen

Gleichzeitig besteht eine enge Verknüpfung zwischen der verstärkten Anwendung von Building Information Modeling im Baubereich und der Einführung Künstlicher Intelligenz. Während BIM-Technologien in der Planung und im Engineering bereits fest etabliert sind, gewinnen sie im Bauwesen sukzessive weiter an Bedeutung und werden die Branche auf den Einsatz leistungsstarker KI-Anwendungen vorbereiten. BIM-Modelle fungieren dabei als hochentwickelte visuelle Datenbanken, und durch die umfassende Datensammlung in jeder Phase des Planungs- und Bauprozesses werden die BIM-Modelle zu wertvollen Ressourcen für ihre Anwender. Gleichzeitig eröffnen diese Datenreichtümer neue Möglichkeiten für verbesserte Erkenntnisse aus der KI. Einige Beispiele finden sich dabei schon heute:

- **Datenintegration und Analyse:** BIM-Modelle enthalten eine Fülle von Informationen über Bauteile, Materialien, Zeitpläne und mehr. KI kann in genau diesem Kontext eingesetzt werden, um

große Mengen an durch BIM generierte Daten zu analysieren, Muster zu erkennen und letztlich bessere Einblicke in die Bauabläufe, Kostenprognosen und Risikobewertungen liefern.

- **Entscheidungsunterstützung:** Die datengestützten Erkenntnisse der KI helfen den Teams, fundierte Entscheidungen während des gesamten Planungs- und Bauprozesses zu treffen. Anwendungsszenarien sind hier die Auswahl von Materialien, die Optimierung des Energieverbrauchs oder die Risikobewertung.

- **Predictive Maintenance:** In Bezug auf den Betrieb von Gebäuden können sowohl BIM als auch KI dazu verwendet werden, vorherzusagen, wann Wartungsarbeiten erforderlich sind. Durch die Integration von Sensoren und kontinuierliche Datenüberwachung können KI-Algorithmen vorhersagen, wann bestimmte Bauteile ausgetauscht oder gewartet werden müssen.

Zusammenarbeit, Nachhaltigkeit, Fachkräftemangel

Die Beispiele zeigen, dass die Synergien, die durch die Fusion von BIM und KI entstehen, Planungs- und Bauprojekte massiv nach vorne bringen kann. Aber auch für andere Herausforderungen, mit denen die Branche aktuell zu kämpfen hat, kann die Nutzung von KI Lösungswege aufzeigen: Zum Beispiel beim Thema Zusammenarbeit. Cloud-Plattformen, die über KI-Funktionen verfügen, werden zunehmend an Bedeutung gewinnen, um die Effizienz von Projekten zu steigern und die Zusammenar-



BIM-Modelle fungieren dabei als hochentwickelte visuelle Datenbanken.



Jim Lynch, Senior Vice President and General Manager, Autodesk Construction Solutions.

beit zwischen den beteiligten Akteuren zu vereinfachen. Die AECO-Branche wird mehr und mehr zu Workflows übergehen, die auf granularen Daten beruhen, die mit der Cloud verknüpft sind – und damit ermöglichen, dass alle Beteiligten auf eine zentrale Informationsquelle zugreifen können, die alle Daten bereithält, auch CAD- und BIM-Modelle. So wird nicht nur der Zugang zu Informationen vereinfacht, sondern auch das Datenmanagement und – nachgelagert – ihre Analyse und Auswertung. Cloud Plattformen unterstützen außerdem Remote-Zusammenarbeit, die heute ganz selbstverständlich zur Arbeitswelt gehört, unter anderem bei der Nachverfolgung von Problemen und der Identifizierung von Fehlern vor Baubeginn. Genau das bauen wir mit Autodesk Forma auf, einer Branchen-Cloud zur Verbindung von Workflows und Daten für die AECO-Branche.

Auch Nachhaltigkeit bleibt in der AECO-Branche weiterhin ein wichtiges Thema. Die Mehrheit der AEC-Unternehmen plant, stärker in Nachhaltigkeit zu investieren. Wir gehen davon aus, dass die Fortschritte bei der Messung und dem Management der gebundenen und betriebsbedingten CO₂-Emissionen den Unternehmen dabei helfen werden, intelligentere Design- und Materialentscheidungen für neu entstehende Gebäude zu treffen. Auch bei bereits bestehenden Gebäuden hilft die Integration von Fortschritt

ten in den Bereichen KI, Reality Capture und BIM dabei, dass diese Bauwerke nicht abgerissen, sondern angepasst werden können. Auch die Implementierung des industrialisierten Bauens wird dazu beitragen, die Planungssicherheit zu erhöhen, die Ressourcenauslastung zu optimieren und wird der Branche dabei unterstützen, ihre Nachhaltigkeitsziele zu erreichen.

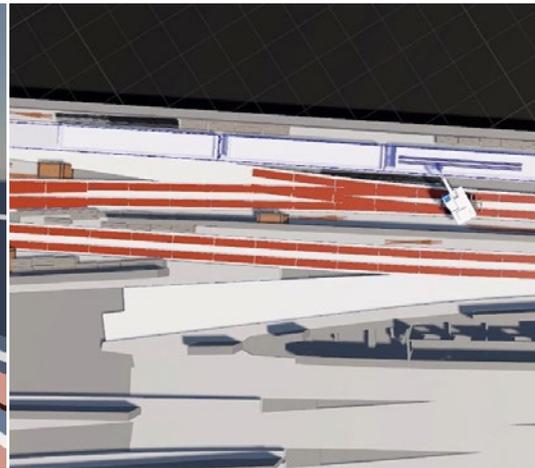
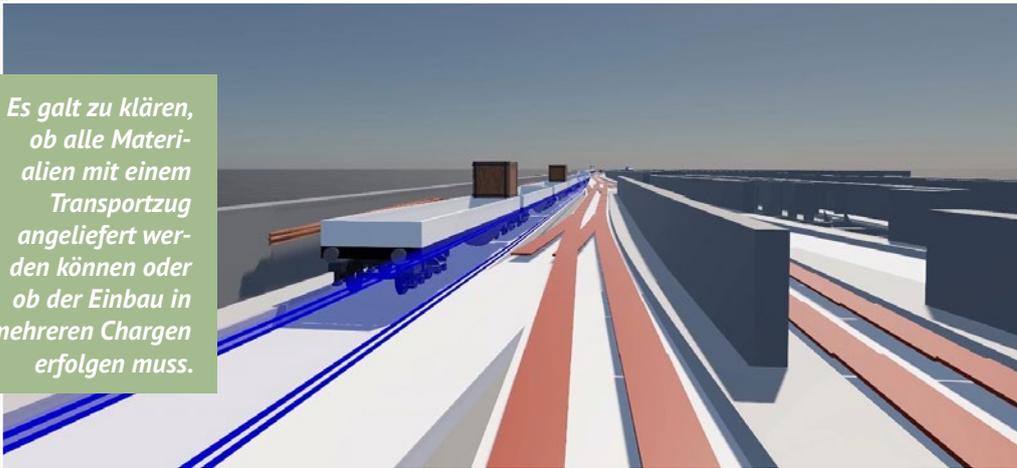
Drängend für die Branche bleibt auch im Jahr 2024 der Fachkräftemangel. 70 Prozent der AEC-Unternehmen berichten, dass sie Schwierigkeiten haben, Mitarbeiter mit den richtigen Fähigkeiten zu finden. Im 2024 veröffentlichten Skills-Report von Autodesk, „Baubranche in DACH und den Niederlanden 2024: Perspektiven auf Wachstum, Fachkräftemangel und Kompetenzen für die Zukunft“ gaben Verantwortliche an, dass zwar sieben von zehn von ihnen gern mehr Personal einstellen würden, aber ganze 81 Prozent dieser Betriebe Schwierigkeiten haben, geeignete Fachkräfte zu finden. Zudem fehlt es erfahrenen Mitarbeitern häufig an Know-how im Umgang mit neuen Technologien, die Generation Z kommt als „Digital Native“ in die Belegschaft, und viele Unternehmen nutzen dies, um erfahrene Mitarbeiter in neuen Technologien weiterzubilden. Neben einer Recruiting-Strategie, die Studierende und Fachkräfte nach ihren Fähigkeiten und ihrem Potenzial berücksichtigt, kann der verstärkte Ein-

satz von innovativen Technologien wie KI, Digitalen Zwillingen, erweiterter Realität und anderen die Attraktivität des Unternehmens als Arbeitgeber stärken. Dies kann dabei helfen, vermehrt die junge Generation anzuziehen, die an der Branche interessiert ist und den Arbeitsplatz der Zukunft mitgestaltet.

Heute das Morgen gestalten

Die Integration von Technologien wie KI und BIM treibt nicht nur die AECO-Branche voran, sie stellt auch die Weichen für eine zukunftsorientierte, nachhaltige und hochinnovative Entwicklung. Die Zukunft bringt weitere Themen, die Aufmerksamkeit erfordern: Die Notwendigkeit einer effektiven Zusammenarbeit steht neben Nachhaltigkeit weiter im Fokus. Auch der Fachkräftemangel bleibt ein Bereich, der durch den verstärkten Einsatz von KI und anderen innovativen Technologien zumindest teilweise adressiert werden kann. *anm* ◀

Es galt zu klären, ob alle Materialien mit einem Transportzug angeliefert werden können oder ob der Einbau in mehreren Chargen erfolgen muss.



Daran führt kein Weg vorbei

Die Rhomberg Sersa Rail Group hat sich auf Bau und Unterhalt von Bahninfrastruktur spezialisiert. In der Abteilung Digital Rail Services werden Baumodelle digitalisiert. So auch für die Erstellung der festen Fahrbahn und des Masse-Feder-Systems am neuen Stuttgarter Hauptbahnhof. Dafür kommt die Software ProVI zum Einsatz. **VON JULIA NAUMANN**

Die Rhomberg Sersa Rail Group ist ein weltweit agierendes österreichisch-schweizerisches Unternehmen mit 2.800 Mitarbeitenden, das sich auf Bau und Unterhalt von Bahninfrastruktur spezialisiert hat. Zu den Kunden des Bahntechnik-Unternehmens gehören sowohl private als auch öffentliche Infrastrukturbetreiber im DACH-Raum wie die DB, die ÖBB oder die SBB. Doch auch Auftraggeber aus Nordamerika, Großbritannien, Nordirland oder Australien zählen zu den Kunden. Do-

minik Grahammer ist seit 1,5 Jahren als Planer und Modellierer für BIM bei der Rhomberg Sersa Bahntechnik GmbH, einer Tochter der Rhomberg Sersa Rail Group, tätig. In der Abteilung Digital Rail Services liegt sein Fokus darauf, Baumodelle zu digitalisieren und für die Baustelle aufzubereiten. So auch bei der Erstellung der festen Fahrbahn und des Masse-Feder-Systems für den neuen Stuttgarter Hauptbahnhof.

Der erste Schritt bei der Digitalisierung von Baumodellen ist die Bestandsaufnahme des Geländes, die Reality Capture. Daraufhin werden entweder Punktwolkendaten oder ein sogenanntes Mesh an die Modellierer gegeben, die mithilfe von ProVI ein Bestandsmodell erstellen. An diese Modelle gelten je nach Anwendungsfall ganz unterschiedliche Anforderungen. Im nächsten

Schritt, dem Digital Engineering, wird aus dem Modell eine 4D-Ablaufsimulation erstellt. „Letztendlich kommt das Ganze wieder auf die Baustelle“, erklärt Dominik Grahammer. „Mit 4D-Simulationen können wir den Bauleitern helfen, ihre Prozesse zu optimieren. Zusätzlich kann das Modell für 5D aufbereitet, das heißt, Kostenschätzungen für die Baustelle mithilfe des Modells erstellt werden. So muss das nicht mehr manuell in Excellisten durchgeführt werden – die Kosten werden direkt aus dem Modell heraus generiert.“

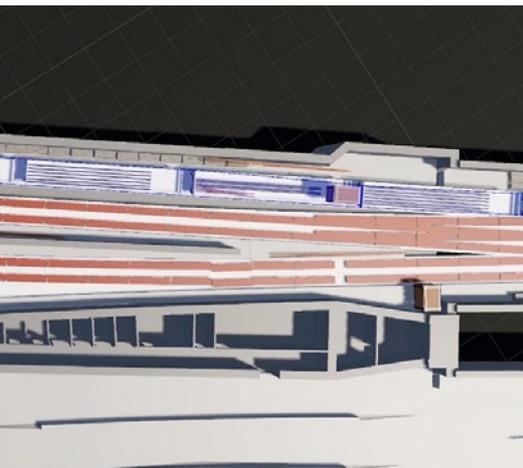
Projekt Stuttgarter Hauptbahnhof

Rhomberg Sersa wurde im Rahmen des Projekts Stuttgart 21 mit der Erstellung des Masse-Feder-Systems und der festen Fahrbahn im Bereich von Süd- und Nordkopf des Stuttgarter Hauptbahnhofs beauftragt. Ein Masse-Feder-System verringert die Übertragung von Erschütterungen, die von Bahnfahrzeugen ausgehen, und kommt daher bevorzugt bei Eisenbahntunneln in bebauten Gebieten zum Einsatz. Dominik Grahammer modellierte für dieses Projekt die feste Fahrbahn, Schienen und Schwellen in ProVI. Das Masse-Feder-System wurde zwar nicht im Detail, aber schematisch modelliert, um die Betonierschnitte deutlich zu machen. Daraufhin erstellte sein Kollege eine 4D-Simulation, die vom Materialtransport bis hin zur Lageflächenermittlung den gesamten Ablauf des Einbaus zeigt. Dies war insbesondere deshalb wichtig, weil nur sehr wenig Platz zur Verfügung stand. So war zunächst nicht klar, ob auf der Bau-

„Im Moment ist ProVI, was die Infrastrukturmodellierung angeht, vorne mit dabei.“

Dominik Grahammer, Planer/Modellierer BIM, Rhomberg Sersa Bahntechnik GmbH

Bilder: ProVI/Rhomberg Sersa Bahntechnik GmbH



stelle ausreichend Platz für alle Teile ist, die für den Einbau erforderlich waren. Es musste geklärt werden, ob alle Materialien mit einem Transportzug angeliefert werden können oder ob der Einbau in mehreren Chargen erfolgen muss. „Mithilfe der 4D-Simulation konnten wir ermitteln, wie lange es dauert, das Material auf die Baustelle zu bringen und den Einbau vorzunehmen“, berichtet der Planer und Modellierer. Als Resultat wurde ein Video erstellt, das zeigt, welche Teile wo platziert werden müssen, um optimal eingebaut werden zu können. Wichtig für die Planung der Baustelle waren die Randwege und Zwickel, auf denen Material abgelegt wurde. So mussten zum Beispiel Weichenteile oder Schwellen zunächst auf Randwegen neben dem Gleis platziert werden, bevor sie eingebaut werden konnten.

Hoher Zeitdruck

„Wir standen unter einem hohen Zeitdruck, weil unser Modell zeitnah auf der Baustelle benötigt wurde. Da es bei dem Projekt Stuttgart 21 bekanntlich bereits große Verzögerungen gibt, war man darauf bedacht, sehr zeiteffizient zu bauen“, so Dominik Grahmmer weiter. „Deshalb

haben wir uns dazu entschlossen, das Projekt in ProVI umzusetzen. Wir hatten vom nordwestlichen Bauwerksteil ein Rohbaumodell aus Revit, den Rest haben wir mit ProVI modelliert.“ Das Modell entstand schließlich in weniger als einem Monat, das gesamte Projekt wurde in drei Monaten abgeschlossen.

Neben dem Zeitdruck bestand eine weitere Herausforderung darin, das Modell für die 4D-Simulation entsprechend aufzubereiten, das heißt, beispielsweise schon die entsprechende Attribuierung, welcher Betonierabschnitt wo ist, die richtige Schienenteilung oder weitere für die 4D-Simulation wichtige Informationen zu hinterlegen. Und dabei sollte auch die Dateigröße noch möglichst klein gehalten werden, denn so ein Modell kann schnell zu groß werden, wie Dominik Grahmmer beschreibt: „Meine Erfahrung zeigt, dass die Modelle eine Dateigröße von maximal einem halben Gigabyte haben dürfen, damit man in der 4D-Simulationssoftware noch gut damit arbeiten kann. Deshalb muss man genau abwägen, was man modelliert und was nicht. Mit ProVI haben wir das sehr einfach hinbekommen.“

Mit ProVI einfach ans Ziel

Der Planer schätzt die schnelle und einfache Handhabung von ProVI: „Die Software ist sehr benutzerfreundlich. Wir haben viel mit Regeln gearbeitet. Um beispielsweise die Randwege zu modellieren, haben wir User-Streifen angelegt und konnten diese sehr schnell definieren. Das hat uns viel erleichtert. Außerdem funktionieren die Trassierung und das Einrechnen der Weichen in ProVI sehr gut. In diesem Fall waren 23 einfache Weichen und zwei Doppelkreuzungsweichen sehr schnell, innerhalb von einem Tag, an Ort und Stelle. Dadurch, dass die ganzen Richtlinien hinterlegt sind, kann man schnell und ohne viel Vorwissen trassieren und die Modellierung wird sehr stark vereinfacht.“



*Bild oben: Rhomberg Sersa wurde im Rahmen des Projekts Stuttgart 21 mit der Erstellung des Masse-Feder-Systems und der festen Fahrbahn im Bereich von Süd- und Nordkopf des Stuttgarter Hauptbahnhofs beauftragt.
Bild unten: Projekt Stuttgarter Hauptbahnhof, Fahröhre Obertürkheim.*



IFC-Modell der gesamten Anlage.

Darüber hinaus schätzt der Planer an der Infrastrukturplanungssoftware, dass es viele Möglichkeiten zum Datenaustausch gibt: „ProVI akzeptiert fast alle gängigen Datenformate. Für uns ist es sehr wichtig, dass ifc-Dateien, also Open-BIM-Formate unterstützt werden, weil wir auch mit anderen Programmen arbeiten und hier eine Möglichkeit zum Datenaustausch haben. Im Moment ist ProVI, was die Infrastrukturmodellierung angeht, vorne mit dabei. An ProVI führt kein Weg vorbei, wenn es darum geht, in der Infrastruktur, gerade bei uns im Eisenbahnbau, Modelle zu erstellen.“

Sehr zufrieden mit Support

Die Zusammenarbeit mit dem ProVI Support schätzt Dominik Grahmmer als sehr gut ein: „Auf Supportebene bin ich überaus zufrieden. Man bekommt sehr schnell eine Rückmeldung und die Mitarbeitenden sind alle ausgesprochen freundlich.“ anm ◀

Durch die Virtualisierung des Projekts mit einem digitalen Zwilling konnten Baustellenbesuche und Besprechungen um etwa 50 Prozent reduziert werden.

Ausbau in schwierigem Gelände

Als Reaktion auf die wirtschaftlichen Herausforderungen im Zusammenhang mit der Pandemie hat Italien einen 191,5 Milliarden Euro schweren nationalen Konjunkturplan auf den Weg gebracht, um in die nächste Entwicklungsphase des Landes zu investieren. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf dem Ausbau des Hochgeschwindigkeitsschienenverkehrs in Süditalien. **VON STEVE COCKERELL**

Der Plan mit dem Namen „Italia Domani“ (Italien von morgen) konzentriert sich auf die Förderung der digitalen Innovation sowie die Stärkung von Nachhaltigkeit und Widerstandsfähigkeit des italienischen Wirtschaftssystems, um einen gerechten und inklusiven ökologischen Wandel zu gewährleisten. Dazu gehört auch die Entwicklung einer modernen, nachhaltigen Verkehrsinfrastruktur, die sich auf alle Gebiete des Landes erstreckt.

„Der Mangel an Hochgeschwindigkeitsstrecken in Süditalien und die aktuelle Verfügbarkeit europäischer Mittel boten eine großartige Gelegenheit zur Verbesserung des Infrastruktursystems.“

Giulia Giustino, Teamkoordinatorin für Bauingenieurwesen bei Italferr

25,4 Milliarden Euro aus diesem Plan sind für eine Reihe strategischer Projekte zur Verbesserung des italienischen Verkehrsnetzes bestimmt. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf dem Ausbau des Hochgeschwindigkeits- und

Hochleistungsschienenverkehrs in Süditalien, wo die Entwicklung im Vergleich zum Rest des Landes im Rückstand ist. Zu diesem Zweck wurde das Ingenieurbüro Italferr von der staatlichen Bahngesellschaft „Ferrovie dello Stato“ mit dem Entwurf für den Ausbau der Hochgeschwindigkeitsstrecke beauftragt, die die Stadt Reggio Calabria an der Südspitze der italienischen Halbinsel mit Salerno bei Neapel verbindet. Diese Bahnstrecke bildet auch eine wichtige Verbindung zwischen Sizilien und dem italienischen Festland.

„Der Mangel an Hochgeschwindigkeitsstrecken in Süditalien und die aktuelle Verfügbarkeit europäischer Mittel boten eine großartige Gelegenheit zur Verbesserung des Infrastruktursystems“, so Giulia Giustino, Teamkoordinatorin für Bauingenieurwesen bei Italferr. „Mit dieser Strecke wird es möglich sein, [von Reggio Calabria] schnell nach Neapel zu gelangen, das gut mit der Landesmitte und dem nördlichen Teil des Landes verbunden ist.“

Die Suche nach Synchronizität

Das erste Ziel von Italferr war der Entwurf eines 35 Kilometer langen Ab-

schnitts der neuen Hochgeschwindigkeitsstrecke von Battipaglia nach Romagnano mit einer Geschwindigkeit von bis zu 300 Kilometern pro Stunde. Diese Strecke wird auch mit einer bereits bestehenden Strecke von Battipaglia nach Potenza und Metaponto verbunden. Um das ehrgeizige nationale Ziel zu erreichen, die neue Strecke bis 2026 zu bauen, musste das Team von Italferr den digitalen Entwurf des Projekts in nur vier Monaten fertigstellen. Der Entwurf von Italferr musste Fahrbahnen, Unterführungen, Gebäude, Umspannwerke, Viadukte und Tunnel umfassen. „Aufgrund der Topografie des Geländes war es ein technisch anspruchsvolles Projekt“, so Giustino. „Insgesamt hatten wir etwa 19 Kilometer Tunnel und [ungefähr] sechs Kilometer Brücken.“

Pasquale Ferrante, Koordinator für Gebäudedatenmodellierung (BIM) bei Italferr, wurde mit der Erstellung eines digitalen Modells beauftragt, das all diese Elemente umfasst. Dazu entwickelten Ferrante und seine Kollegen 504 einzelne BIM-Modelle für alle Bereiche, von den Bahngräben bis hin zu den Unterbauten der Fahrbahn. Für diesen Prozess wurden mehrere Anwen-



dungen von Bentley genutzt, darunter OpenBridge und OpenRail. Anschließend synchronisierte Ferrante diese verschiedenen Elemente mithilfe der iTwin-Plattform und ProjectWise von Bentley zu einem einzigen, integrierten Modell. Da die Strecke durch mehrere Gemeinden führt und viele Interessengruppen an dem Projekt beteiligt sind, bietet das Konzept des digitalen Zwillings einen einfachen Zugang zu den Daten und gewährleistet eine klare Kommunikation mit dem Team von Italferr.

„Dieser Ansatz und die von uns verwendete Technologie für digitale Zwillinge sind von entscheidender Bedeutung, weil sie es den vielen verschiedenen Fachleuten und Managern – sowohl von Italferr als auch außerhalb unserer Gruppe – ermöglichen, den Modellierungsprozess zu verfolgen und einen Beitrag zu den Entwurfsentscheidungen zu leisten“, sagte Ferrante. „In der Vergangenheit war die Beteiligung dieser Akteure schwieriger.“ Abgesehen von diesen kollaborativen Vorteilen haben digitale Anwendungen den Entwurfsprozess gestrafft, weil sie den Zugriff auf Dateien und Dokumente und die Organisation erleichtern. Italferr geht davon aus, dass dadurch eine Zeitersparnis und Effizienzsteigerung von 10 Prozent erreicht wurde. Die Virtualisierung des Projekts mit einem digitalen Zwilling reduzierte auch die Anzahl der erforderlichen Baustellenbesuche und persönlichen Besprechungen um etwa 50 Prozent. Insgesamt sparte das Ingenieurteam ca. 675 Arbeitsstunden und sparte damit seine wichtigste Ressource bei diesem komplexen Projekt – Zeit. „Die Digitalisierung hat es uns ermöglicht, diese sehr komplexe Anlage in nur wenigen Monaten fertigzustellen“, so Ferrante.

Skalierung digitaler Lösungen

BIM-Methoden sind bei Italferr zwar schon seit einigen Jahren Standard, aber die Strecke Battipaglia-Romagnano stellt für Ferrante einen digitalen Meilenstein dar: Es handelt sich um das längste Projekt, bei dem er mehrere Modelle in einen einzigen digitalen Zwilling integriert hat. „Abgesehen von den

technischen Herausforderungen, die sich aus der Topografie des Gebiets ergeben, ist dieses Bahnprojekt einzigartig, weil es der erste vollständige Entwurf mit BIM in dieser Größenordnung ist“, sagte er. „Wir sprechen hier von der Entwicklung des digitalen Entwurfs für eine 35 Kilometer lange Bahnstrecke in nur vier Monaten. Das ist eine große Herausforderung.“ Die Herausforderung war auch beispielhaft für zukünftige Vorhaben. Die nächste Erweiterung der Bahnstrecke Salerno-Reggio Calabria im Rahmen des „Italia Domani“-Plans wird der Ausbau des Santomarco-Bahntunnels sein, der zwischen Cosenza-Paola und San Lucido verläuft und bis 2029 abgeschlossen werden soll. Ebenfalls geplant sind Strecken zwischen Romagnano und Praja sowie Praja und Paola. Nach ihrer Fertigstellung sollen diese Abschnitte die Reisezeit zwischen Reggio Calabria und Rom um zwei Stunden verkürzen.

„Dies wird ein entscheidendes Projekt für die Verbindung des südlichen Teils des Landes mit dem Norden und der Landesmitte durch den Hauptkorridor sein“, so Giustino.

Im Fokus: Pasquale Ferrante

Der BIM-Koordinator bringt die italienische Schieneninfrastruktur mit digitalen Modellierungswerkzeugen voran. Pasquale Ferrante begann seine Karriere als Geotechniker. Die Innovationen, die er im Bereich des Bauwesens wahrnahm, zogen ihn jedoch schnell in ihren Bann. Er erkannte, dass BIM ein Antrieb für den digitalen Wandel in der Ingenieurbranche war, und wollte ein Teil dieser Entwicklung sein.

„Mein Interesse galt zunächst der 3D-Modellierung, also startete ich damit und experimentierte dann mit allen Möglichkeiten, die BIM-Verfahren bieten können“, so Ferrante.

Heute arbeitet Ferrante als BIM-Koordinator für Italferr und setzt sich mit Leidenschaft dafür ein, dass das Unternehmen den Einsatz von BIM-Methoden so umfassend wie möglich gestaltet. In seiner Tätigkeit im Büro von Italferr in Rom erstellt er 3D-Modelle und integriert sie in gemeinsame digitale Plattformen. Außerdem übernimmt er die

Leitung für gemeinsame Datenplattformen, die von Projektmanagern, Ingenieuren und externen Interessengruppen genutzt werden.

Obwohl er noch relativ am Anfang seiner Karriere steht, war Ferrante bereits maßgeblich an Projekten beteiligt, die für die Weiterentwicklung der italienischen Verkehrsinfrastruktur von entscheidender Bedeutung sind – vom Entwurf neuer Bahnstrecken bis zur Verbesserung bestehender Strecken. So war er beispielsweise am Italferr-Projekt Neapel-Bari beteiligt, bei dem die Bahnverbindung zwischen den beiden süditalienischen Großstädten modernisiert und ausgebaut wurde. Darüber hinaus hat er mit digitalen Anwendungen auch experimentellere Projekte in Angriff genommen, wie zum Beispiel kürz-



„Die Digitalisierung hat es uns ermöglicht, diese sehr komplexe Anlage in nur wenigen Monaten fertigzustellen.“

Pasquale Ferrante, Koordinator für Gebäudedatenmodellierung (BIM) bei Italferr

lich die Erstellung einer 3D-Darstellung eines bestehenden Viadukts und die Anwendung eines digitalen Überwachungssystems auf dieses Modell.

„Meiner Meinung nach sind die Möglichkeiten zur Zeitersparnis das Spannendste für die Zukunft der Bahnindustrie“, sagte er. „Ich glaube, dass die Nutzung all dieser Anwendungen auf ganzheitliche Weise uns dabei helfen kann, Zeit zu sparen, und das führt natürlich auch zu Kosteneinsparungen.“ Mit der Weiterentwicklung der BIM-Technologie glaubt Ferrante, dass ihr Potenzial zur Erleichterung der Zusammenarbeit und Kommunikation zwischen Projektleitern und anderen Interessengruppen während des Lebenszyklus komplexer Projekte nur noch weiter zunehmen wird. „Ich freue mich darauf, digitale Zwillinge auch für andere Bereiche wie die Überwachung und Wartung von Anlagen zu nutzen“, sagte er. *anm* ◀

Der Autor, Steve Cockerell ist Industry Marketing Director, Transportation, bei Bentley Systems.



Wie BIM Kunden und Mitarbeitende motiviert

Die Corona-Pandemie hat der Digitalisierung im Bauwesen einen Schub verpasst, aber ein echter, umfassender Aufbruch in die Transformation steht vielerorts noch aus. Dabei liegen die Vorteile digitaler Werkzeuge und Methoden wie BIM schon lange auf der Hand. Selbst die ungeliebte Abrechnung der Bauleistungen wird vereinfacht und darüber hinaus exakter. **VON ROBERT BLOECK**

Ist BIM nur nice-to-have oder gar nerdiger Unsinn, wie manche in der Branche uns immer noch glauben machen wollen? Eine aktuelle Studie der Bundesingenieurkammer zeigt, dass die Bedeutung der Digitalisierung in vielen Ingenieurbüros noch nicht angekommen ist. Auf die Frage, warum BIM noch nicht im Unternehmen eingeführt wurde, nannten 75 Prozent der befragten Büros die fehlende Nachfrage von Auftraggebern als Grund, 42 Prozent die fehlende Vergütung von Mehrleistung und 34 Prozent die fehlende Zeit. Haben die Zauderer einen Punkt oder verspielen sie wertvolle Chancen? Am Beispiel

eines umfangreichen Ingenieurbauprojekts werden diese drei Gegenargumente auf den Prüfstein gestellt.

Als Teil einer ARGE saniert das Bauunternehmen Porr im Auftrag der Niedersächsischen Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr seit März 2023 den Südschnellweg B3 in Hannover. Im ersten großen Bauabschnitt wird die bestehende Brücke, welche die B3 über die Hildesheimer Straße und die Schützenallee im Stadtteil Döhren führt, durch einen Tunnel ersetzt. Vor dem Abbruch der Bestandsbrücke muss eine 940 m lange Behelfsbrücke parallel zur Hochstraße

errichtet werden. Anschließend wird ein 1.100 m langer Straßentunnel mit Rampenbauwerken zur Unterquerung der Hildesheimer Straße und der Schützenallee angelegt. BIM ist bereits so tief in die Porr-Prozesse integriert, dass für dieses Projekt ganz selbstverständlich ein 3D-Modell als Grundlage für alle weiteren Arbeitsschritte erstellt wurde. Der Auftraggeber wendet BIM ebenfalls in einer Reihe von Bauprojekten an und erkannte daher bereits bei der Präsentation unmittelbar das große Potenzial, das in der jahrelangen Erfahrung mit Digitalisierung bei der Porr steckt.

Mehr als nur ein 3D-Modell

Aus der täglichen Arbeit weiß man bei Porr, wie wichtig eine gute Kommunikation sowie eine schnelle Vermittlung vielschichtiger Informationen für den Projekterfolg sind. Dies gilt insbesondere für die Realisierung von Großprojekten mit vielen Beteiligten und Einzelgewerken. 3D-Modelle machen komplexe Zusammenhänge unmittelbar begreifbar, minimieren Fehler und verkürzen die Planungszeiten. Bei einem 400-Millionen-Auftrag wie dem Südschnellweg, der über viele Jahre läuft, erübrigt es sich, zu betonen, welche Bedeutung



Die gemeinsame Nutzung des BIM-Modells ermöglicht zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer eine enge Zusammenarbeit sowie eine umfassende Transparenz.

Die zum Gesamtmodell zusammengefassten Daten bilden ein effizientes Koordinationstool.

die termingerechte Bereitstellung von Manpower, Material und Maschinen hat.

Im Kontext von Infrastrukturbauwerken wie dem Südschnellweg spielt neben der Modellierung der Neubauteile auch die Abbildung der Bestandsituation eine wichtige Rolle. Dementsprechend wurde ein Bestandsmodell erstellt, welches unter anderem die Umgebungsbebauung, Vermessungsdaten, Verkehrsanlagen, das bestehende Brückenbauwerk und die Bestandsleitungen enthält. Das Modell ermöglicht es, Kollisionen zwischen geplanten und bestehenden Bauteilen bereits bei der Arbeitsvorbereitung zu erkennen und nicht erst vor Ort. Das Risiko, dass kostenintensives Baustellenequipment wegen ungeplanter Verzögerungen zum Stillstand kommt, geht somit gegen Null. Die zu einem Gesamtmodell zusammengefassten Bestands- und Neubaudaten bilden ein Koordinations- und Kommunikationstool, das auch die Effektivität der Projektbesprechungen verbessert hat.

Durch die Verknüpfung der in 3D modellierten Bauteile mit den Vorgängen des Terminplans lassen sich die komplexen Bauabläufe anschaulich in Bauphasenplänen darstellen und der Ablauf kann wie in einem Film simuliert werden. Das so erzeugte 4D-Modell ermöglicht es, die Baulegistik und die Ressourcen wie Personal, Material und Geräte zeit- und ortsbezogen darzustellen. Mit dem 4D-Modell lassen sich zudem Konflikte im Ablauf frühzeitig vor Baubeginn identifizieren.

Porr geht noch einen Schritt weiter und verknüpft die Positionen des Leistungsverzeichnisses mit dem 3D-Modell. Das Ergebnis ist ein 5D-Modell, das es erlaubt, Mengen für die Leistungsermittlung zum Stichtag und auf Bauende sowie die zugehörigen Kosten zeit- und bauteilbezogen zu ermitteln und anschaulich darzustellen.

BIM ist eine Investition

Die Anwendungsmöglichkeiten der BIM-Methode sind vielfältig. Bewusst wurde beim Projekt Südschnellweg die Abrechnung der Bauleistungen als erstes Einsatzgebiet gewählt. Niemand hat Freude an wiederkehrenden, oft als eintönig empfundenen Tätigkeiten. Dem-



Die Baustelle B3 Südschnellweg in Hannover.



Mit einem 3D-Laser lassen sich Bestandsaufnahmen georeferenziert erfassen und im 3D-Modell implementieren.

entsprechend wird es immer schwerer, motivierte und engagierte Fachleute für diese wichtige Aufgabe zu finden, denn ohne korrekte Abrechnung keine angemessene Vergütung der Leistung. Hier wollten man also grundsätzlich etwas ändern, wollte weg von „Länge x Breite x Höhe“, dem Ausfüllen von Listen und dem Übertragen von Maßketten in starre Abrechnungsprogramme. Zudem ist die manuelle Abrechnung oft fehlerbehaftet, zeitaufwändig und erfordert einen hohen Dokumentations- und Korrekturaufwand, was schnell zu Frust und Fluktuation bei den Mitarbeitenden führt. Als Folge gehen Informationen verloren, die neu beschafft werden müssen, wodurch sich die Situation noch einmal verschärft. Darüber hinaus ist diese Tätigkeit kostenintensiv, da vergleichsweise viel Manpower für die manuelle Bauabrechnung erforderlich ist.

Auf Kundenseite gab es ähnliche Erfahrungen, sodass über die Anwendung einer neuen Methode schnell Einigkeit herrschte. Die gemeinsame Nutzung des BIM-Modells ermöglicht eine enge Zusammenarbeit sowie eine umfassende Transparenz. Der Bauherr erkennt den Wert der digitalen Abrechnungsmethode und schätzt Genauigkeit, Effizienz sowie Reproduzierbarkeit der Ergebnisse.

Seit Porr den Bestand mit einem 3D-Laser erfasst und georeferenziert in das eigene 3D-Modell implementiert, ge-

hören Handaufmaße zum Beispiel von komplexen Erd- und Leitungsbaustrukturen der Vergangenheit an. So lassen sich kostenintensive Einsätze und Auswertungen durch Vermessungsingenieure verringern. Da gleichzeitig auch der Bauablauf dokumentiert wird, können die Bauleistungen zuverlässig und mit geringem Aufwand belegt und über das 3D-Modell abgerechnet werden.

Einen weiteren Fortschritt stellt bei diesem Projekt der Einsatz von GPS-gesteuerten Baggern dar. Durch die Integration der 3D-Modelldaten in die Baggersteuerung können die Maschinen die geplante Geländemodellierung ohne Zeichnung und den Einsatz von Vermessungsingenieuren präzise umsetzen. Die Baggerführer erhalten Echtzeit-Informationen über den Ist-Zustand des zu bearbeitenden Bereiches und ihre Position und können so ihren Arbeitsfortschritt genau verfolgen.

Fazit und Ausblick

Mit BIM hat sich die Art und Weise wie Porr Bauprojekte angeht und umsetzt, verändert und verbessert. Insbesondere im Hinblick auf Kommunikation und Bauabrechnung kommt das einer Revolution gleich.

anm ◀

Der Autor, Robert Bloeck, ist Teamleiter Arbeitsvorbereitung bei Porr Ingenieurbau.

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

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 Geschäftszellen finden Sie in Gehrden und Bremen.

Contelos GmbH

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

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 rund 300 Mitarbeiter/innen und hat ihren Sitz in Kelheim. Unsere kundenspezifischen Antriebslösungen werden in den Branchen Industrie, Robotik, Medizin-, Labor-, 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

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.maxogroup.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

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 Spindelinheiten



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

Spindel- und Lagerungstechnik Fraureuth GmbH

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

Linear- und Torquemotoren
die bewegen



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

Tecnotion GmbH

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

Die Kernkompetenz der
Contelos GmbH



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

Contelos GmbH

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

Digitalisieren und automatisieren
Sie Ihre Prozesse mit DREICAD.



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

DREICAD GmbH

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

CONEC Hybrid - bald zertifiziert
nach IEC-Norm 61076-2-118.



- Platzersparnis durch Übertragung von Daten und Leistung in einem Steckverbinder
- Modulares System (B12, B17, B23, B40)
- Geringerer Zeit- und Kabel-Aufwand bei der Montage
- Schnelle und sichere Bajonettverriegelung

CONEC Elektronische Bauelemente GmbH

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

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: 061472033377
E-Mail: info@finder.de
Internet: www.finder.de

Wir sind Anbieter von
Spezialkabelösungen



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

kabeltronik Arthur Volland GmbH

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

Kontakttechnologien
für höchste Ansprüche.



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

ODU GmbH & Co. KG

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

Die Kernkompetenz der Contelos GmbH



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

Contelos GmbH

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

Design & engineering simulation solutions



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

MSC Software GmbH

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

Komponenten und Komplettlösungen für die Fabrikautomation



Umfangreiches Spektrum an Profil-, Förder- und Lineartechnik sowie Betriebs-einrichtungen, auf Basis von mehr als 250 verschiedenen Aluminiumprofilen. Durch das Baukastenprinzip wird ein Höchstmaß an Kompatibilität aller Produkte untereinander erzielt

Maschinenbau Kitz GmbH

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

Die Kernkompetenz der Contelos GmbH



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

Contelos GmbH

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

Digitalisieren und automatisieren Sie Ihre Prozesse mit DREICAD.



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

DREICAD GmbH

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

Hersteller pneumatischer Handhabungsmodule im Baukastensystem



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

Friedemann Wagner GmbH Handhabungstechnik

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

Messtechnik & Sensorik



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

Althen GmbH Mess- & Sensortechnik

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

Effektive Sensorik-Automatisierungslösungen für die Praxis



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

SensoPart Industriesensorik GmbH

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

Innovative Befestigungslösungen 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

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



Alles für Ihr Unternehmen

Ihr Partner für mehr Produktivität und Effizienz

Bei Mensch und Maschine finden Sie aktuelle CAD/CAM-, PDM- und BIM-Technologien, kompetente Beratung und innovative Lösungen. Als Autodesk Platinum Partner bieten wir das gesamte Produktportfolio von Autodesk an, ergänzt durch MuM-eigene Produkte. Mit über 40 Niederlassungen im deutschsprachigen Raum sind wir auch in Ihrer Nähe: Überregional denkend. Lokal handelnd.

Was können wir für Sie tun?

Nutzen Sie unsere umfangreichen Erfahrungen und unser detailliertes Branchen-Know-how. Ob günstige Standardlösungen, umfassende Strategieberatung für Ihr Digitalisierungsprojekt, innovative Konzepte für individuelle Prozesse oder Seminare – wir freuen uns auf Ihre Herausforderung.

Finden wir gemeinsam heraus, was für Sie die optimale Lösung ist.

Mehr Informationen finden Sie auf www.mum.de

AUTODESK
Platinum Partner

AUTODESK FORGE®
Certified Systems Integrator

Authorized Developer
Authorized Certification Center
Authorized Training Center



mensch  maschine
CAD as CAD can

Blechbearbeitung



SPI GmbH
Kurt-Fischer-Straße 30a
22926 Ahrensburg/Hamburg
Tel. +49 (0)4102 706-0
Fax +49 (0)4102 706-444
E-Mail: sheetmetal@spi.de
Internet: spi.de/blech/inventor

Erweiterte Blechfunktionalität für Autodesk™ Inventor™

SPI SheetMetal Inventor ist ein Add-In für Inventor, das Konstruktion und Fertigung verbindet und damit Zeit und Kosten spart. Editierbare Materialverwaltung, Werkzeugverwaltung für Stanz- u. Umformwerkzeuge. Fehlerfreie Abwicklung komplexer Teile, inkl. importierter Teile, nicht freigestellte Teile, Freiformflächen sowie scharfkantige Bauteile. Konfigurierbare Abwicklung: Fertigungsgerechte Eckfreistellung, Biegemarkierung und Biegetabellen. Ausgabeformate: DXF, GEO, STEP, XML. CAM-Schnittstellen für TRUMPF, WICAM, Bystronic u.a. Add-on für Kostenkalkulation.

Brandschutz



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

PLANX! ist die AutoCAD-Applikation für die professionelle Erstellung normgerechter Pläne für den vorbeugenden Brandschutz. Erstellen Sie Brandschutzpläne und leiten Sie daraus mit der Planautomatik ganz einfach lagerichtig gedrehte Flucht- und Rettungspläne und Feuerwehrpläne ab. PLANX! wurde entwickelt für Anwender aus Industrie, Handel und Verwaltung die AutoCAD ab Version 2021 für die Erstellung, Planung und Verwaltung von Gebäuden einsetzen und die verpflichtet sind diese Pläne ständig vorzuhalten. Neben unseren anderen Applikationen ALayMX! für die Durchsetzung einheitlicher Layerstrukturen oder BLATTX! für die Erstellung normgerechter Schriftfelder in Zeichnungen, führen wir auch kundenspezifische Projekte jeder Größenordnung durch.

Fertigung / NC / CAM



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, Ihr führender Autodesk Lösungspartner, bietet maßgeschneiderte CAD, PDM, PLM, BIM und CAM Lösungen für alle Branchen.

- Effizienz: wir helfen Ihnen, Ihre Projekte schneller und kostengünstiger zu realisieren.
- Nachhaltigkeit: wir unterstützen Sie dabei, nachhaltigere Produkte und Projekte zu realisieren.

Mit tiefgreifendem Wissen unserer Maschinenbau- und Bauingenieure meistern wir die Herausforderungen fast aller Industriezweige, um Ihnen zu helfen, Ihre Wachstumsziele zu erreichen und gleichzeitig proaktiv auf den demographischen Wandel zu reagieren.

Fertigung / NC / CAM



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.

Fertigung / NC / CAM



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!

Inventor-Lösungen



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

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



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

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



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

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

CAD+T wurde 1990 gegründet und ist heute mit **über 80 Mitarbeitern** eines der führenden Autodesk Systemhäuser in Österreich.
Kernkompetenzen von CAD+T: CAD-Integration, CAM-Anbindung, Datenmanagement mit ERP-Kopplung, CAD-Programmierung, Consulting und Training (Autodesk Authorised Training Center).
CAD+T bietet Lösungen für: Möbelindustrie (eigene Applikation auf AutoCAD & Inventor Basis), Maschinenbau (AutoCAD Mechanical, Produkt & Factory Design Suites), Stahlbau und Blech, Architektur (AutoCAD Architecture), Datenmanagement (Autodesk Vault Familie), Hardware (HP, Großformatdrucker usw.).



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

FX64 Software Solutions ist mit **20 Jahren Projekterfahrung aus 500+ Softwareprojekten** weltweit einer der führenden Autodesk Entwicklungspartner. Unsere Kernkompetenz beinhaltet die Entwicklung von maßgeschneiderten Softwarelösungen für die Autodesk Produkte **Inventor, AutoCAD, Vault und Fusion**. Wir unterstützen Sie in allen Projektphasen vom Lastenheft bis zur Dokumentation. Als einziger Anbieter in DACH bieten wir auch **Autodesk API Programmierschulungen** für Ihre Mitarbeiter. Neben Sonderlösungen umfasst unser Portfolio auch Standardprodukte im Bereich **Automatisierung, Datenverwaltung und Simulation**.



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

A-Ganz Österreich



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

• • • • •

A + 30000



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

• • • • •

00000



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

• • • • •

10000



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

• • • • •

30000



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

• • • • •

Schulungsanbieter

AUTODESK Authorized Training Center

80000



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

• • • • •

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 2/24

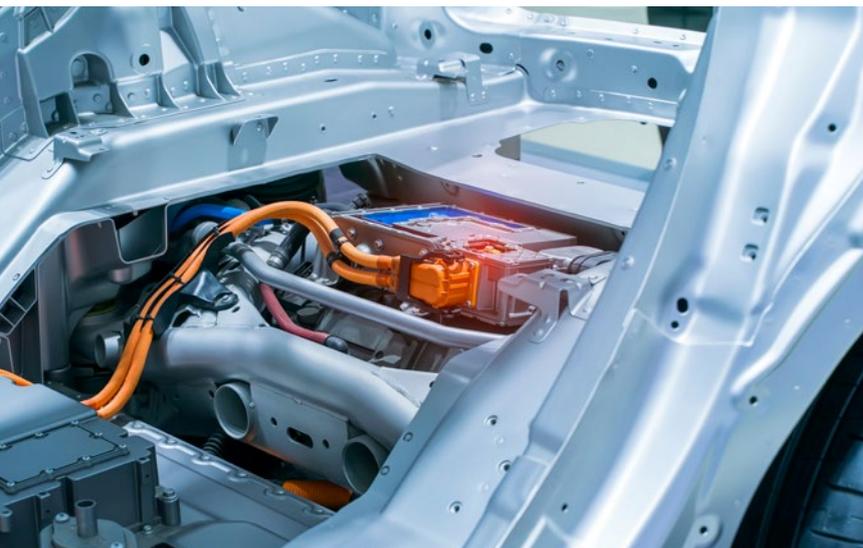


Bild: Extrend3D

BRANCHE

Automobilbau

Die nächste Generation von Fahrzeugen ist software-definiert und bietet sicherere und komfortablere Funktionen und Services, die ständig aktualisiert werden können. Für die Entwicklung und den Bau dieser Fahrzeuge braucht es ebenso intelligente Werkzeuge, Plattformen etwa, die die Zusammenarbeit bei der Entwicklung und Simulation in großem Maßstab unterstützen.

DIGITALE FABRIK

3D-Grafik für Visualisierung und Virtual Reality

Mit leistungsfähigeren Grafikkarten, Workstations und Softwarelösungen rücken auch komplexere 3D-Darstellungen für kleinere Budgets in Reichweite. Will man aber wirklich Zeit und Geld sparen und dennoch passable Ergebnisse erreichen, sollte man wissen, worauf es ankommt.

AUTOMATISIERUNG

und Industrial Internet of Things

Die digitale Vernetzung steht in vielen Unternehmen seit einiger Zeit weit oben in der Agenda. Eine wichtige Voraussetzung dafür ist ein hoher Grad an Automatisierung. Wir zeigen Lösungen für den Maschinen- und Anlagenbau, sprechen mit Branchenexperten über Trends und berichten aus der Praxis.

Weitere Themen:

PRODUKTENTWICKLUNG: CPQ und Produktkonfiguration
 ARCHITEKTUR & BAUWESEN: BIM in der Fabrikplanung
 FERTIGUNG: Softwarelösungen für den 3D-Druck

Das nächste Heft erscheint am 28.03.2024

Impressum

Herausgeber und Geschäftsführer:
 Matthias Bauer, Günter Schürger

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

So erreichen Sie die Redaktion:

Chefredakteur: Andreas Müller (vi.S.d.P.)
 (andreas.mueller@win-verlag.de), Tel. 0 89 / 386 66 17-11
 Redaktion: Regine Appenzeller (regine.appenzeller@win-verlag.de)

Autoren dieser Ausgabe: Ross Attardo, Christian Becker, Robert Bloeck, Jörn Bosse, Amy Bunszel, Ansgar Clemens, Steve Cockerell, Thomas Elbracht, Olaf Erxlebe, Matthias Herrmann, Markus Hoffmann, Marc Horner, Andreas Kraus, Thomas Krüger, Jim Lynch, Paul-Christian Max, Silke Molch, Julia Naumann, Wilfried Nelkel, Ulrike Peter, Detlef E. Preißler, Gerhard Rampf, Dieter Ribbrock, Tassilo Tretter

So erreichen Sie die Anzeigenabteilung:

Anzeigengesamtleitung:

Martina Summer (Tel.: 0 89 / 386 66 17-01,
 martina.summer@win-verlag.de), anzeigenverantwort.

Mediaberatung:

Tilmann Huber (Tel.: 0 89 / 386 66 17-26;
 tilmann.huber@win-verlag.de)

Anzeigen disposition:

Chris Kerler (-02; chris.kerler@win-verlag.de)

So erreichen Sie den Abbonnentenservice:

Leserservice „WIN-Verlag“, Postfach 13 63, 82034 Deisenhofen
 Tel.: +49 (0) 89 / 85 853 – 866
 Fax: +49 (0) 89 / 85 853 – 62866
 E-Mail: win-verlag@intime-media-services.de

Vertrieb: Sabine Immerfall, si@win-verlag.de,
 Tel. 0 89 / 386 66 17-03,

Bildnachweise: shutterstock.com, fotolia.de, Adobe Stock, Werkfotos
Titelbild: Igus GmbH

Layout: Design-Concept, Viktoria Horvath

Druck: Holzmann Druck GmbH & Co KG, Bad Wörishofen

Produktion und Herstellung: Jens Einloft
 (-06; jens.einloft@win-verlag.de)

Anschrift Anzeigen, Vertrieb und alle Verantwortlichen:

WIN-Verlag GmbH & Co. KG,
 Balanstraße 73, Gebäude Nr. 21 A, 81541 München,
 Telefon: +49 (0) 89 / 386 66 17-0

Verlagsleitung:

Martina Summer (0 89 / 386 66 17-01;
 martina.summer@win-verlag.de),
 Anzeigen verantwortlich

Objektleitung:

Rainer Trummer (-10; rainer.trummer@win-verlag.de)

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.

37. 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 © 2023 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.



ISSN 2191-7914, VKZ B30423F

Dieses Magazin ist umweltfreundlich auf chlorfrei gebleichtem Papier gedruckt.

Außerdem erscheinen bei der WIN-Verlag GmbH & Co. KG:
 Magazine:

BAUEN AKTUELL, DIGITAL ENGINEERING Magazin,
 DIGITAL BUSINESS CLOUD, DIGITAL MANUFACTURING,
 e-commerce magazin, DIGITAL PROCESS INDUSTRY, r.energy,
 DIGITAL HEALTH INDUSTRY, virtual-reality-magazin.de



Die DNA von Metrofunk

für Systemerhalt
hinter der Kulisse



Metrofunk Kabel-Union GmbH

Lepsiusstraße 89,

D-12165 Berlin,

Tel. 030 79 01 86 0

info@metrofunk.de – www.metrofunk.de





18.09.2024
09.00 bis 17.00 Uhr

VCC Vogel
Convention Center
Würzburg

r.energie

summit 2024

IHR WEG ZUR EIGENEN SOLARANLAGE

Projektmanagement für KMU in sieben Schritten

**Experten aus der Branche beantworten Ihre Fragen
zu den Themen:**

- Was beinhaltet eine gute Beratung zu einem Solarenergieprojekt?
- Worin bestehen die Eckpunkte der Projektierung?
- Was ist bei der Finanzierung zu beachten?
- Wie läuft der Anlagenbau ab?
- Was ist beim Betrieb zu berücksichtigen?
- Wie lässt sich ein effizientes, transparentes Energiemanagement erreichen?
- Welches Potenzial, welche Möglichkeiten zum Energievertrieb gibt es?

Als Teilnehmer können Sie folgende Benefits erwarten:

- KMU-bezogene Darstellung eines vollständigen Projektmanagements
- Detaillierte Informationen zu allen Etappen der Projektumsetzung
- Ansprechpartner für die Projektumsetzung
- Durch Erfahrungsberichte aus erster Hand von vergleichbaren Projekten profitieren
- Durch Beispiele für die Kosten-Nutzen-Rechnung das eigene Projekt kalkulierbar machen

Zögern Sie nicht und sichern Sie sich Ihren

**FRÜHBUCHER TICKET-PREIS
319,00 EURO**

anstatt 399,00 Euro.

Gültig bis zum 31.05.2024

Weitere Informationen erhalten Sie von

Matthias Hofmann

Telefon 089/386 6617-21

oder matthias.hofmann@win-verlag.de

www.r-energy.eu

**WIN
VERLAG**