

# CADFEM JOURNAL

DIGITAL ENGINEERING

SIMULATION

AUSGABE 01 — 2024



DIGITALISIERUNG

## ALLER GUTEN DINGE SIND DREI

Leistung, Kosten, Nachhaltigkeit: Wie Sie mit Digital Engineering schon beim Entwurf die optimale Balance finden.

OPTIKSIMULATION

### LATERNEN FÜR PARIS

Wie Lenzi das komplette Produktsortiment an verschärfte Vorschriften angepasst hat.

QUANTENTECHNOLOGIE

### DRASTISCH SCHNELLER

Wie das Startup Miraex mit Ansys-Simulationen eine weitere Beschleunigung von Quantencomputern erreicht.

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

### RIESIGES POTENZIAL

Simulation und KI/ML ergänzen sich perfekt. Was die Lösung von PI Probaligence und CADFEM so spannend macht.

**Ansys**

APEX  
CHANNEL PARTNER



**SIMULATIONEN  
MIT ANSYS SIND  
NICHT MEHR AUS  
UNSEREM  
ENTWICKLUNGS-  
PROZESS WEG-  
ZUDENKEN.**



## EMPOWERING DIGITAL ENGINEERING WELTWEIT



**DR.-ING. CHRISTOPH  
MÜLLER**

Geschäftsführer  
CADFEM International GmbH

Vor fast 40 Jahren wurde CADFEM von meinem Vater Günter Müller gegründet - beziehungsweise die „CAD-FEM Gesellschaft für computerunterstützte Konstruktion und Berechnung mbH“, denn so firmierte das 2-Mann-Unternehmen anfangs im Münchner Handelsregister. Weil das Tätigkeitsfeld damals noch neu und erklärungsbedürftig war, wurde es in die Firmierung aufgenommen. Dem etwas sperrigen Firmennamen zum Trotz war das junge Familienunternehmen auf Anhieb auch im Ausland aktiv und erfolgreich. Mit anderen Worten: Wir waren vom ersten Tag an ein internationales Unternehmen.

Längst ist aus der kleinen Firma heraus ein Ökosystem aus vielen Ländergesellschaften rund um den Globus entstanden, deren Mitglieder die Faszination für Technologie (bevorzugt die von Ansys) sowie gleiche Werte und Überzeugungen verbinden.

Auch bei den Kernkompetenzen „Simulation“ und „Digital Engineering“ ist sich CADFEM treu und gleichzeitig am Puls der Zeit geblieben. Während es in den ersten Jahren vor allem um „Digital Engineering“ im Sinne von mechanischem Dimensionieren und Optimieren von Produkten mit FEM ging, ist das Spektrum rasant und kontinuierlich gewachsen. Und tut dies immer noch, aktuell, indem Künstliche Intelligenz, ein durchgehendes Datenmanagement oder Aspekte der Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft die Effektivität von Digital Engineering weiter erhöhen.

Einen Querschnitt liefert diese Ausgabe des CADFEM Journals. Erfahren Sie unter anderem, wie das Schweizer Startup Miraex Quantencomputing voranbringt (Seite 20), wie das Team der TU München die Vision des Hyperloops realisiert (Seite 26) oder wie das irische Biotech-Unternehmen APC an einem Durchbruch im Bereich der Gentherapie arbeitet (Seite 18). Mit Simulation. Mit Digital Engineering. Mit CADFEM.

Beste Grüße  
Dr.-Ing. Christoph Müller



# CADFEM Conference

2024 sind die Fachkonferenzen für Simulation und Digital Engineering wieder in den Präsenzmodus zurückgekehrt. Die Resonanz war überwältigend.

Die größte europäische CADFEM Conference hat am 10. – 11. April im Wissenschafts- und Kongresszentrum in Darmstadt stattgefunden: Unterstützt von

Ansys als Platinsponsor und den Partnern AMD, AWS, HPE, HP und der Open Telekom Cloud konnte das CADFEM Team für die über 700 Teilnehmenden ein hochkarätiges Informationsangebot zur Gegenwart und Zukunft des Digital Engineering auf die Beine stellen.

Ein besonderes Dankeschön gilt den Vortragenden, die anhand von realen Anwendungsbeispielen den praktischen und strategischen Wert der Technologie vorgestellt haben.

Viele der Keynotes und Fachvorträge, u.a. von Ansys, AWS, Bühler, Pankl Racing Systems, Wago, stehen im **CADFEM YouTube Kanal** für Sie bereit.





**EMPOWERING DIGITAL ENGINEERING  
- INTERNATIONAL**

Die CADFEM Conference ist in vielen Ländern der jährliche Treffpunkt der Ansys- und Simulations-Community - als mehrtägiges Event oder als Tagesveranstaltung im Rahmen der CADFEM Conference Series. Einen Gesamtüberblick über kommende und vergangene Konferenzen, unter anderem in Deutschland, Frankreich, Österreich und der Schweiz, erhalten Sie unter

**CADFEM.NET/CONFERENCES** 



## 03 EDITORIAL

### Simulation & digitale Transformation

- 08 DIGITAL ENGINEERING, SIMULATION, ANSYS UND CADFEM**  
Relevanz, Strategien und Erfolgsbeispiele.
- 22 ALLER GUTEN DINGE SIND DREI**  
Der Weg zur optimalen Balance von Leistung, Kosten und Nachhaltigkeit.

### Anwenderberichte

- 10 LICHT FÜR METROPOLLEN**  
Urbane Beleuchtung: Stilvoll, ökologisch und sparsam durch Simulation.
- 18 BIOTECHNOLOGIE**  
Wie APC mit Simulationen und AI Gentherapien unterstützt.
- 20 QUANTENTECHNOLOGIE**  
Ein Startup ebnet mit Simulation den Weg zu drastisch mehr Performance.
- 26 SCHNELL, SCHNELLER, HYPERLOOP**  
Warum das Hyperloop-Team der TU München auf Ansys und CADFEM setzt.
- 30 SMARTE MOBILITÄT**  
Die CADFEM Group Initiative zum Autonomen Fahren.

### CADFEM

- 04 CADFEM CONFERENCE**  
Die Fachkonferenz zu Digital Engineering und Simulation.
- 12 CADFEM – EMPOWERING DIGITAL ENGINEERING**  
CADFEM auf einen Blick.
- 14 ERKE WANG UND MATTHIAS HÖRMANN**  
Zwei CADFEM Persönlichkeiten im Interview.
- 16 KÜNSTLICHE INTELLIGENZ UND SIMULATION**  
PI Probaligence ist seit einem Jahr Teil der CADFEM Group.
- 28 DIE CADFEM GROUP**  
Digital, Engineering, Network.



SEITE **22**



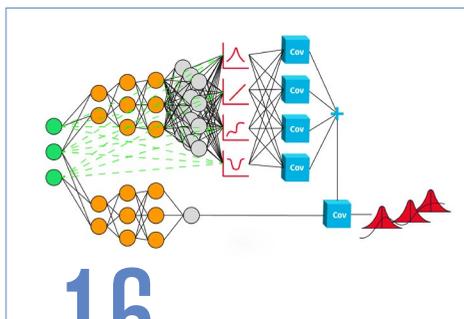
SEITE **10**



SEITE **14**

**NACHHALTIGE PRODUKTE**

Wie die Erfassung, Verknüpfung und Auswertung aller relevanter Informationen es ermöglicht, die Umweltauswirkungen künftiger Produkte schon sehr früh in den Entwicklungsprozess einzubeziehen.



SEITE

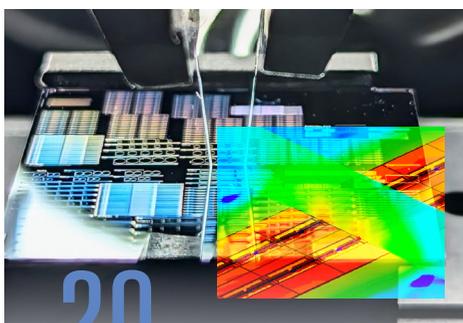
16

**KÜNSTLICHE INTELLIGENZ**

Seit Ende 2023 ist die PI Probaligence GmbH Teil der CADFEM Group. Ihr Geschäftsführer Nils Odenthal fasst die ersten Erfahrungen zusammen und skizziert, warum die PI-Lösung namens STOCHOS prädestiniert ist für KI/ML-Anwendungen in der Simulation.

**LICHT FÜR METROPOLLEN**

In Rekordzeit hat Lenzi, der Hersteller der prägnanten Außenbeleuchtung in Paris und anderen Städten, mit optischen Simulationen sein gesamtes Sortiment neu ausgelegt. Jedes Produkt erfüllt nun die neuen Vorschriften zur Umweltverträglichkeit.



SEITE

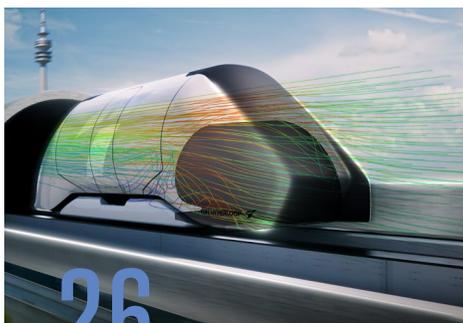
20

**QUANTENCOMPUTING**

Das Startup Miraex ist eines von über 15 Hightech-Unternehmen, die die Quantentechnologie mit Ansys und CADFEM weiterentwickeln. Miraex ist es gelungen, eine drastische Performancesteigerung zu ermöglichen.

**CADFEM UND ANSYS**

In der globalen Ansys-Community gibt es nicht viele Namen, die bekannter sind als der des technischen Geschäftsführers von CADFEM, Erke Wang. Ein Gespräch mit ihm und seinem Co-Geschäftsführer Matthias Hörmann.



SEITE

26

**SCHNELL, SCHNELLER, HYPERLOOP**

An der TU München arbeiten rund 100 Team-Mitglieder aus über 25 Ländern an der Realisierung des Transportmittels der Zukunft, dem Superschnellzug Hyperloop. Simuliert wird mit Ansys-Tools und CADFEM-Unterstützung.

**IMPRESSUM**

**HERAUSGEBER** CADFEM Germany GmbH | Am Schammacher Feld 37 | 85567 Grafing b. München | T +49 (0)8092 70 05-0 | info@cadfem.de | www.cadfem.net **GESCHÄFTSFÜHRENDE** Matthias Alberts | Dr.-Ing. Matthais Hörmann | Josef Overberg | Dr.-Ing. Jürgen Vogt | Erke Wang **HANDELSREGISTER-NUMMER** HRB München Nr. 75979 **REDAKTION** Alexander Kunz | akunz@cadfem.de (v.i.S.d.P.) **KONZEPTION, LAYOUT & ILLUSTRATIONEN** b.lateral GmbH & Co. KG | www.blateral.com **DRUCK** K. Schmidle Druck und Medien GmbH | Semptstraße 6-10 | 85560 Ebersberg | Deutschland | www.ks-druck.com **GELTUNGSBEREICH** weltweit **COPYRIGHT** © 2024 CADFEM Germany GmbH | Alle Rechte vorbehalten | Gedruckt in Deutschland.

Die Publikation ist zeitgleich als ePaper erschienen. Ansys und die genannten Ansys-Produkte sind eingetragene Warenzeichen von Ansys, Inc.. STOCHOS ist ein eingetragenes Warenzeichen der PI Probaligence GmbH. Auch die Wiedergabe aller anderen Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen und Handelsnamen in dieser Zeitschrift berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Namen ohne Weiteres von jedermann benutzt werden dürfen. Vielmehr handelt es sich häufig um geschützte, eingetragene Warenzeichen. Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Mit Ausnahme der gesetzlich zugelassenen Fälle ist eine Verwertung ohne Einwilligung des Herausgebers strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen. Irrtümer und Änderungen vorbehalten.

# Digital Engineering, Simulation, Ansys und CADFEM

Mit der Digitalisierung von Entwicklungsprozessen und ganzen Produktlebenszyklen, sichern sich Unternehmen die Effizienz, Qualität, Flexibilität und Resilienz, um im Wettbewerb zu bestehen. Simulationen mit Ansys sind ein Schlüssel dafür – besonders, wenn sie statt als starres Glied, als integraler Bestandteil der Entwicklungskette verstanden und eingesetzt werden. CADFEM unterstützt seine Kunden, dass diese Transformation gelingt.

Simulationen mit Ansys-Lösungen liefern Antworten auf unzählige physikalische Fragen aus dem gesamten Lebenszyklus von Produkten – schnell, transparent und zuverlässig: Vom ersten Brainstorming über Variantenvergleiche, Konzeptfindung und Werkstoffwahl bis hin zu Aspekten wie Herstellbarkeit, Betrieb und Recycling.

## SIMULATION KANN MEHR

Damit sind Simulationen per se ein wichtiger Baustein der Digitalisierungsstrategie in Forschung und Entwicklung. Zum Treiber werden sie in Unternehmen, die Simulationen nicht mehr isoliert betrachten, sondern sie und ihre Vorteile – vor allem Zeit-, Kosten- und Ressourceneinsparungen - auf neue Einsatzgebiete und Nutzergruppen skalieren.

Dahinter stecken definierte Workflows, die Individualisierung und Automatisierung von Anwendungen, Systems Engineering und Digitale Zwillinge, außerdem die Optimierung durch Verknüpfung mit neuen Technologien, allen voran Künstlicher Intelligenz oder High Performance Computing. Kurz gesagt: Simulation befeuert Digital Engineering.

## DER WERT VON DATEN

Ermöglicht wird dies alles durch die immense Menge an Daten, die Digitalisierungsmaßnahmen erzeugen. Auch deshalb werden Daten gerne als das „Öl des 21.

Jahrhundert“ bezeichnet. Aber: Wie Rohöl müssen Daten erst „raffiniert“ werden, damit sie ihren tatsächlichen Wert entfalten. Erst als verlässliche, aktuelle und durchgängige „Single Source of Truth“ wird der Datenschatz im Unternehmen in verschiedensten Prozessen und Anwendungen nutzbar. Auch der Einsatz von KI und ML zur Ermittlung von Zusammenhängen und Optimierungen erfordert diese Grundlage.

## SPDM

Hier setzt SPDM an, Simulation Process & Data Management. Ein zentralisiertes und effizientes SPDM mit Ansys Minerva integriert und strukturiert Daten aus verschiedensten Quellen und legt die Infrastruktur für die Realisierung einer effektiven Digital Engineering-Strategie, mit direkter Anbindung an die unternehmensweite PLM-Welt.

## INDIVIDUALITÄT ALS STANDARD

Digitalisierung und Digital Engineering gibt es nicht von der Stange. Vielmehr ist ihr Erfolg davon abhängig, wie gut die eingesetzten Technologien individuelle Voraussetzungen und Anforderungen einer Organisation abbilden. CADFEM stellt seinen Kunden dafür eine auf Ansys-Lösungen basierende und von Ansys zertifizierte Expertise bereit, die von der Implementierung über die Individualisierung bis hin zur Integration in die Unternehmensprozesse reicht.

MEHR ZUM THEMA

[CADFEM.NET/CONNECT](https://www.cadfem.net/connect)  
[CADFEM.NET/DIGITALEENGINEERING](https://www.cadfem.net/digitaleengineering)





© WAGO

„Aktuell verändert sich bei WAGO die Art und Weise, wie Simulationen verwendet werden: Sie entwickeln sich von einem fixen Teil im Entwicklungsprozess zu einer Technologie, die den gesamten Lebenszyklus eines Produktes begleitet; das heißt auch, dass sie von allen am Engineering-Prozess Beteiligten gewinnbringend eingesetzt wird. So entsteht ein detailliertes simulationsbasiertes digitales Modell von jedem unserer Produkte (ein „Digitaler Zwilling“), was ein enormer Vorteil in vielerlei Hinsicht ist. Da wollen wir hin, mit Unterstützung von CADFEM.“

**KARSTEN STOLL**

ehemals CTO von WAGO Interconnection, heute Senior Advisor  
erstmalig erschienen: tech-execmagazine.com

CADFEM trifft Wilhelm  
Rust: Ein Gespräch über  
Digital Engineering bei  
WAGO



© Liebherr

Ziel von Liebherr-Aerospace & Transportation SAS mit Standorten u.a. in Lindenberg und Toulouse ist ein innovativer modellbasierter Ansatz und eine digitale Durchgängigkeit über den gesamten Entwicklungs- und Produktlebenszyklus zu implementieren, einschließlich eines effizienten Datenaustauschs mit Kunden und Lieferanten. „Liebherr-Aerospace entwickelt Produkte durchgehend und vollständig digital. Die Umsetzung des dahinter stehenden modellbasierten Ansatzes bestätigt, dass die richtigen Partner gewählt wurden.“

**ELKO VAN BALEN UND OLIVIER BANESSY**

Heads of Model Based Enterprise, Liebherr-Aerospace.

Zum Überblick: Simulation  
ohne Grenzen - CADFEM  
und Ansys bei Liebherr



© Pankl Racing Systems

„Wir haben über die letzten Jahre unser Engineering und unseren Digitalisierungsgrad ausgebaut. Dazu gehören die Digitalisierungsaktivitäten bezüglich unserer gesamten Werkstoffdaten, die mit der Software Ansys Granta in eine umfassende Werkstoff-Datenbank integriert werden. Insgesamt haben wir schon einen guten Stand erreicht. Aber auch zukünftig werden wir in enger Zusammenarbeit mit CADFEM und Ansys neue Simulations-Tools ausprobieren und gemeinsam weitere Einsatzgebiete ausloten, um zusätzliches Nutzenpotential zu erschließen.“

**STEFAN SEIDEL,**

CTO Pankl Racing Systems, Österreich

CADFEM trifft Stefan  
Seidel: Ein Gespräch über  
Digital Engineering bei  
Pankl Racing Systems



Im Digital Engineering Talk "Blueprint" diskutiert Moderatorin Sarah Yvonne Elsser aktuelle Marktherausforderungen mit Entscheidern aus Industrie und Entwicklung. Der Blueprint richtet sich an alle Mitarbeitenden und Manager von kleinen und mittelständischen Unternehmen, die für Digitalisierungsthemen und Entwicklungsprozesse verantwortlich oder daran beteiligt sind. Ziel des Formats ist es, allen Teilnehmenden Impulse für eigene Entscheidungen zu geben - weit über die Simulation hinaus. Der Digital Engineering Talk wird live aus den Headquarters von CADFEM übertragen.

[cadfem.net/blueprint-talk](https://cadfem.net/blueprint-talk)

Mehr Info, Termine,  
kostenlose Anmeldung  
zum Live-Stream, Auf-  
zeichnungen:



# Licht für Metropolen: Stilvoll, ökologisch, sparsam

Bei Nacht, wenn Monumente, Straßenzüge, Parks und Brücken durch Licht in Szene gesetzt werden, entfalten Metropolen wie Paris ein ganz besonderes Flair. Damit das intensive künstliche Licht auch umweltverträglich ist, hat Lenzi, der Hersteller der prägnanten Außenbeleuchtung in Paris und anderen Städten, sein gesamtes Sortiment aus 100 Produkten in Rekordzeit neu ausgelegt.



Hell erleuchtete Metropolen bieten spektakuläre, einzigartige Kulissen für Bewohner und Besucher. Was dabei gerne vergessen wird: Die aufwändige künstliche Beleuchtung von Ballungsräumen ist energieintensiv und führt zu einer unnatürlichen Lichtverschmutzung, die Umwelt und Biodiversität belastet. Um hier gegenzusteuern, ergreifen Behörden entsprechende Maßnahmen.

In Frankreich hat die 2018 erlassene Verordnung zur Verminderung von Lichtverschmutzung den Herstellern von Beleuchtungslösungen sehr wenig Zeit eingeräumt, ihre Produkte an neue strenge Vorgaben anzupassen: Unter anderem müssen sie den Anteil des blauen Lichts absenken und bei der Ausrichtung von Lichtströmen mit Einschränkungen umgehen.

Für Lenzi war bei der Umsetzung nicht nur das enge Zeitfenster eine Herausforderung, sondern auch das riesige Sortiment an Beleuchtungslösungen. Das Unternehmen

steht wie kein anderes für die typischen stilbildenden Laternen der französischen Hauptstadt. Seit 1953 ist Lenzi dafür ihr wichtigster Lieferant. Weil es Lenzi immer gelungen ist, das unverwechselbare traditionelle Design der Lampen mit neuester Technologie wie LED zu verknüpfen, sind die Produkte längst Exportschlager und leuchten weltweit in Kommunen in über 50 Ländern.

## WIE REVALIDIERT MAN DEN KOMPLETTEN PRODUKTKATALOG?

Ähnlich seinen Produkten verbindet auch das Unternehmen Lenzi eine traditionelle Kultur mit großer Offenheit gegenüber Innovation und Technologie. So war auch eine digitale Vorgehensweise der Schlüssel zur Bewältigung der Mammutaufgabe, jedes einzelne der über 100 Modelle in einem knapp bemessenen Zeitraum an die neuen, bindenden Anforderungen anzupassen und zu validieren.

Wie bereits erwähnt, betrafen die strengeren Regeln insbesondere

- die Reduktion der besonders intensiven blauen Lichtanteile im abgestrahlten Spektrum,
- die Maximierung des in einem Kegel von 151° unter der Horizontalen abgestrahlten Lichtstroms relativ zum Gesamtlichtstrom
- die Reduktion des in Richtung Himmel abgestrahlten Lichtanteils auf unter 1 % der Gesamtabstrahlung.

Diese Maßnahmen führen zu einer signifikanten Verminderung der Luftverschmutzung und senken gleichzeitig den Energieverbrauch für die städtische Beleuchtung.

Bei einer kleinen Anzahl an Produkten wäre ein klassischer Änderungsprozess auf Basis von Überarbeitung der CAD-Modelle, Prototypenbau und experimentellen Messungen – möglicherweise in mehreren Iterationen - in einem photometrischen Labor ein üblicher und gangbarer Weg. Für

Lenzi kam diese Option aus Kosten- und Zeitgründen nicht in Frage: Die schiere Anzahl an verschiedenen Produkten, deren Betriebserlaubnis jeweils einzeln von der Erfüllung der veränderten Normen abhängt, würde im günstigsten Fall geschätzt einen Zeitraum von drei bis zu fünf Jahren in Anspruch nehmen.

## VIRTUELLE STATT PHYSISCHE PROTOTYPEN

Stattdessen entschied sich Lenzi für einen digitalisierten Prozess mit virtuellen Prototypen. Die am Bildschirm aktualisierten Produktkonfigurationen müssen nicht mehr gebaut, transportiert und getestet werden. Stattdessen sind die detaillierten Produktmodelle die Basis für die digitale Analyse, Überprüfung und Optimierung. Angereichert mit zusätzlichen Informationen sind sie flexibel veränderbar, so lange, bis am virtuellen Prototyp in allen relevanten Szenarien bestätigt wird, dass eine Variante die neuen Vorgaben erfüllt.

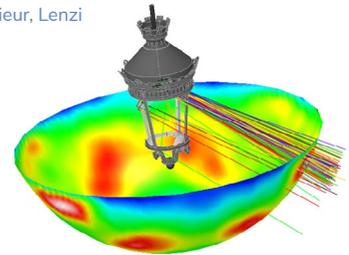
Das dafür eingesetzte Werkzeug ist die physikbasierte Simulationssoftware Ansys Speos. Entwickelt für die Lösung einer Vielzahl von optischen Aufgabenstellungen, können mit Ansys Speos unterschiedliche Konfigurationen objektiv verglichen, Konstruktionsprobleme identifiziert und optische Systeme zuverlässig ausgelegt werden. Lenzi hat so in verschiedenen realistischen Szenarien Spektrum, Emissionsgrad und Leistung der LEDs simuliert und systematisch die unter den vorhandenen Randbedingungen jeweils beste Variante ermittelt. Auch unerwünschte Strahlung – in diesem Fall das nach oben gerichtete Licht – wurde mit Ansys Speos erkannt und korrigiert. So konnte der gesamte Produktkatalog, d.h. 100 verschiedene Lichtprodukte, in 18 Monaten mit den geforderten Eigenschaften versehen werden – eine Zeitersparnis von drei Jahren, hinzu kommen enorme finanzielle Vorteile und ein drastisch geringerer Ressourceneinsatz.



**WIR HABEN KEINE GENAUEN ZAHLEN ZU DEN ENERGIEEINSPARUNGEN UNSERER KUNDEN. ABER WIR MERKEN ERHEBLICH GERINGERE KOSTEN FÜR PHOTOMETRISCHE TESTS IM LABOR FÜR JEDE LATERNE UND JEDE OPTIK.**

**SYLVAIN SEFROU**

Entwicklungsingenieur, Lenzi



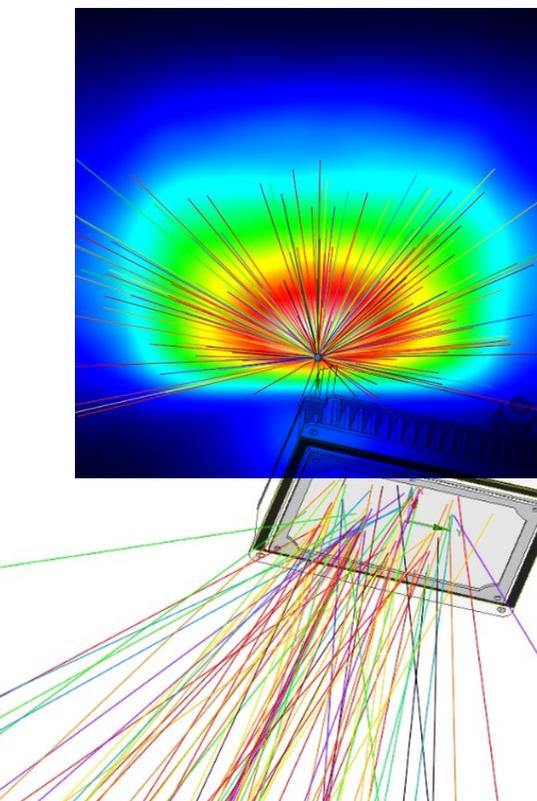
Strahlenverlauf des Laternenmodells in Ansys Speos © Lenzi

Unterstützt wurde das Lenzi-Team bei der Implementierung, Einarbeitung und Nutzung von Ansys Speos von den Simulationsexperten von CADFEM France. Der damit einhergehende Know-how-Transfer kommt Lenzi bei ähnlichen Folgeprojekten zugute. Sie werden nicht lange auf sich warten lassen angesichts der unterschiedlichen Vorschriften zum Thema Lichtverschmutzung in den vielen Ländern und Kontinenten, in denen Lenzi-Produkte Städte in Szene setzen.



Zeitlos schön, zeitgemäß optimiert: Die Laternen von Lenzi auf der Brücke Alexandre III in Paris © Adobe Stock

Mit Ansys Speos haben die Lenzi Ingenieure bestehende Beleuchtungen erfolgreich digital auf LED umgerüstet. © Lenzi



**VIELE WEITERE ARTIKEL**  
[CADFEM.NET/BLOG](http://CADFEM.NET/BLOG)

**MEHR ZUM THEMA**

Lenzi  
 Lanternes de Paris  
**LENZI.FR**

Optische Simulation  
[CADFEM.NET/OPTIK](http://CADFEM.NET/OPTIK)

# Empowering Digital Engineering

Besser, performanter, nachhaltiger. Digital Engineering heißt, das Potenzial aus technischer Kreativität, präzisen Datenmodellen und cleveren Workflows voll auszuschöpfen. Damit aus einer guten Idee ein exzellentes Produkt wird – für Hersteller, Kunde und Umwelt.

Simulationen sind dafür eine treibende Kraft. Sie liefern die Antworten auf unzählige physikalische Fragen aus dem gesamten Lebenszyklus von Produkten und Prozessen – schnell, transparent und zuverlässig, vom ersten Entwurf über Variantenvergleiche, Werkstoffwahl und Validierung bis hin zu Aspekten wie Herstellbarkeit, Betrieb und Recycling.

Seit 1985 begleitet CADFEM Unternehmen, Forschende und Hochschulen beim erfolgreichen Einsatz von Ansys und Simulation. Garant dafür ist das Team aus über 600 Mitarbeitenden weltweit. Sie sorgen durch Beratung, Ausbildung, Support, Projektarbeit oder IT-Services für einen reibungslosen Einsatz der Software.

Mehr noch: Über Datenmanagement-Systeme, Automatisierungen, Individualisierung oder KI-Integration wird Simulation mit CADFEM zum Schlüssel für ein hocheffizientes Digital Engineerings.



## ANSYS & CADFEM

Seit 1985 ist CADFEM enger Vertriebs- und Technologiepartner von Ansys, dem weltweit größten unabhängigen Hersteller von Simulationssoftware.

CADFEM gehört als **Ansys Apex Channel Partner** und **Ansys Elite Channel Partner** den höchsten Partnerkategorien für maximale Kundenzufriedenheit und Technologiekompetenz an.

Darüber hinaus ist CADFEM als **Ansys Services Partner** für Digital Engineering zertifiziert, Kunden bei der Digitalisierung ihrer Engineering-Prozesse zu unterstützen.

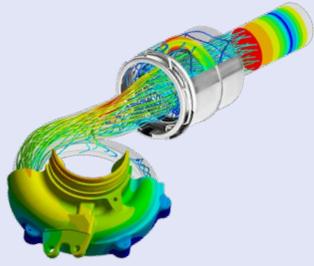
Last but not least: Als **Ansys Systems Integrator Partner** wird CADFEM für Konzeption, Implementierung und Betrieb von IT-Umgebungen für HPC-Anwendungen empfohlen: von lokaler Hardware zur Public Cloud Lösungen auf Basis von AWS oder Azure.

[cadfem.net](http://cadfem.net)



**300 +**

ANSYS-EXPERTEN  
& EXPERTINNEN



**5.800 +**

KUNDEN



© Adobe Stock



**110 +**

SEMINARTITEL

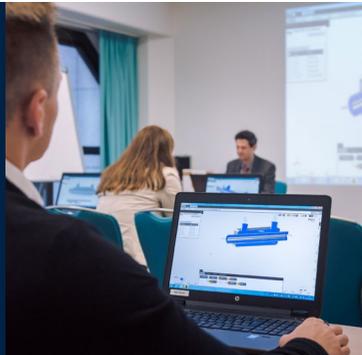


**500 +**

HOCHSCHUL-STANDORTE

**9.000 +**

SCHULUNGSTEILNEHMER  
2023



**35**

STANDORTE



**Ansys**

APEX  
CHANNEL PARTNER



alle anderen Bilder: © CADFEM



# Wir denken schon immer sehr international.

In der globalen Ansys-Community gibt es nicht viele Namen, die bekannter sind als der von Erke Wang.

Hier sprechen die technischen Geschäftsführer von CADFEM Germany, Erke Wang (EW) und Matthias Hörmann (MH), über die enge Verbundenheit von Ansys und CADFEM, Highlights, die Bedeutung von KI und den Wert von Ökosystemen.

## Erke, wann und wie bist Du zu CADFEM gekommen?

**EW:** Das war 1988. Der VDI und das Ministerium für Maschinenbau in China wollten den Austausch junger Ingenieure fördern, ich wurde ausgewählt. Meine erste Station war gleich CADFEM, Günter Müller holte mich am Flughafen München-Riem ab. Von Peking nach Grafing – das war ein Kulturschock. Immerhin traf ich gleich am ersten Tag im Büro auf Bekanntes: Computer von DEC, ein Tektronix-Terminal und Ansys 4.2. Gerne erinnere ich mich an meinen ersten Kollegen, Peter Tiefenthaler, der mir mit seiner herzlich-bayrischen Art sehr geholfen hat. Ich bin so dankbar, dass mich Ansys mit so vielen fantastischen Menschen auf der ganzen Welt verbunden hat.

## Seit wann kennst Du Ansys?

**EW:** 1984 war ich Simulationsingenieur im Computerzentrum in Peking und Ansys wählte uns als lokalen Partner. Allerdings sprach damals in China kaum jemand Englisch. Also übersetzte ich die kompletten

Ansys-Handbücher ins Chinesische. Vielleicht kenne ich deshalb bis heute die meisten APDL-Befehle.

## Matthias, wie hast Du Erke bei deinem Start bei CADFEM wahrgenommen?

**MH:** Die ersten acht Monate war ich in Chemnitz, zur Einarbeitung in LS-Dyna und mit meinem Promotionsthema Composites im Gepäck. Mit dem Wechsel nach Grafing begann der tägliche Kontakt mit Erke, der mich bis heute mit seinem Wissen und seiner Begeisterung für Ansys und generell Technologie beeindruckt. Der Erfolg unserer Kunden treibt ihn an, damit hat er ganz CADFEM geprägt. Außerdem verblüfft Erke mit klugen Weisheiten zu allen Lebenssituationen.

## Inzwischen gibt es Ansys seit über 50 Jahren. Was sind für Euch wichtige Meilensteine auf dieser Reise?

**EW:** Der Begriff „Meilensteine“ wird der Dynamik, die Ansys an den Tag legt, nicht gerecht. Wo soll ich anfangen? Mit der automatischen Vernetzung, der CAD-Integration, Multiphysik, Systemsimulation, HPC oder der Workbench-Oberfläche – die Liste ist endlos - hat Ansys immer Maßstäbe gesetzt. Millionen von Ingenieuren profitieren davon und entwickeln Produkte schneller, präziser und ressourcenschonender.

**MH:** Auch die Abdeckung vieler physikalischer Domänen ist bemerkenswert. Sie erleichtert Unternehmen, Simulation strategisch zu nutzen. Genauso wie die Möglichkeit, sie zu automatisieren, zu individualisieren, zu demokratisieren und in die Unternehmensprozesse zu integrieren. Daran führt im Zuge der digitalen Transformation auch kein Weg mehr vorbei. Bei der Umsetzung unterstützen zertifizierte Partner wie CADFEM. Ansys hat schon früh ein Partnernetzwerk aufgebaut. Das war weit-sichtig und kundenorientiert, sozusagen auch ein Meilenstein.

### Wie geht Eurer Meinung der Weg weiter, was kommt?

**MH:** Das Thema Nachhaltigkeit ist überlegend. Digitales, simulationsgestütztes Engineering bewirkt schon jetzt viel im Hinblick auf Ressourcenschonung oder eine funktionierende Kreislaufwirtschaft – kann und muss aber noch mehr leisten.

**EW:** Eine Chance ist KI. Wir sehen, dass sich durch KI und ML die Simulation einer idealen Welt annähert, mit perfekter Balance aus Zeit, Aufwand und Ergebnissen. KI verwertet den riesigen Datenschatz, der im Engineering erzeugt wird, und hebt so die Effizienz von Simulationen auf ein neues Level.

**MH:** Um Mehrwerte zu liefern, müssen diese vielen Daten eindeutig, transparent und durchgängig sein. Damit sind wir beim SPDM, beim Simulations- und Prozessdaten-Management, dessen Relevanz durch KI nochmal massiv zunimmt.

### Wie reagieren die Kunden, die Industrie, auf Umbrüche wie aktuell KI?

**EW:** Die Wucht von KI haben wir auf unseren Konferenzen gespürt. Bei unserer Talkrunde Blueprint zum Thema KI im Juni waren über 1.000 Menschen dabei – doppelt so viele wie üblich! Dass gleichzeitig die Nachfrage nach Automatisierung und SPDM wächst, zeigt, dass unsere Kunden beide Themenfelder gesamtheitlich sehen.

**MH:** Ja, das Interesse an KI ist überwältigend, nicht nur auf Veranstaltungen, sondern generell in der Community. Allerdings beobachten wir auch Ängste, ob die eigene Expertise und Fähigkeiten zukünftig noch gefragt sind. Ich sage: Ja! Vielleicht sogar mehr denn je.

### Zurück zu Ansys und CADFEM. Was verbindet beide?

**MH:** Das starke Ansys Partnernetzwerk, das nah bei den Kunden ist, haben wir schon erwähnt. CADFEM gehört als größter Ansys-Partner weltweit von Anfang an dazu. Aber uns verbindet noch viel mehr.

**EW:** So ist es. CADFEM hat Expertise zum kompletten Ansys Portfolio. Unser Support bekommt regelmäßig Bestnoten, unser Weiterbildungsangebot besteht aus über 110 Themen und unsere Kunden wissen, dass sie sich auf CADFEM verlassen können, wenn es um Ansys oder flankierende Themen geht – SPDM, KI, neue Anwendungsfelder oder besondere Aufgabenstellungen. Auch Ansys weiß das und empfiehlt uns als Channel, Service und Technology Partner.

**MH:** Wir agieren auch gemeinsam mit Ansys. CADFEM ist Treiber vieler Ansys Initiativen: Workbench, Digital Twin, KI und ML, aber auch die Integration von Anwendungen und Produkten, z.B. optiSLang, Motion oder Motor-CAD, um nur einige zu nennen. Das macht uns stolz. Wir werden Simulation auch in Zukunft im Sinne unserer Kunden mitgestalten.

### ... und alles auch international, oder?

**EW:** Wir denken schon immer sehr international. Mit der CADFEM Group leben wir diese Überzeugung, die CADFEM Expertise, Services und Technologie werden weltweit genutzt.

**MH:** Durch unsere Internationalität mit lokalen Präsenzen werden Kunden in ihrer Sprache, Zeitzone und Kultur bedient. Aber auch jedes Group-Mitglied profitiert von den Synergien bei Wissen, Spezialisierung oder Kapazitätensteuerung. Was das Ökosystem CADFEM Group außerdem auszeichnet: Über das Ansys-Geschäft hinaus gehören Partner mit speziellen Kompetenzen im Kontext Simulation dazu, beispielsweise in der Medizin, Mobilität, Stadtplanung, Energie, Big Data oder KI.

### Da ist sie wieder, die KI. Vielen Dank für das Gespräch.



**ERKE WANG** ist in Shanghai geboren und kam 1984 erstmals mit Ansys in Berührung, das ihn seitdem nicht mehr losgelassen hat. 1988 ging Erke mit einem Stipendium nach Deutschland und ist schnell zu einem Gesicht von CADFEM geworden. Seit 2009 ist er technischer Geschäftsführer von CADFEM Germany.



**DR.-ING. MATTHIAS HÖRMANN** hat sich 2003 nach seiner Promotion an der Universität Stuttgart für CADFEM entschieden – und ist geblieben. Matthias hat verschiedene Unternehmensbereiche durchlaufen und kennt CADFEM, Simulation und Digital Engineering aus vielen Perspektiven. 2023 wurde er in die Geschäftsführung berufen.

## MEHR ZUM THEMA

Erke Wang und Matthias Hörmann haben noch viel mehr zu sagen. Zum ausführlichen Interview:

[CADFEM.NET/EWMH](https://www.cadfem.net/ewmh)



# PI Probaligence: Vom KI-Startup zum Global Player

Seit Ende 2023 ist die PI Probaligence GmbH Teil der CADFEM Group. In diesem Gastbeitrag skizziert Nils Odenthal, Geschäftsführer des Unternehmens, die Erfolgsgeschichte des jungen Unternehmens. Im Mittelpunkt steht das PI-Softwarepaket STOCHOS, das Probabilistik und Künstliche Intelligenz zu einer einzigartigen und leicht zugänglichen Lösung verbindet, die nicht nur bei Bosch auf großes Interesse stößt.

Ausgangspunkt von PI ist ein eigens entwickeltes Verfahren im Bereich des maschinellen Lernens, welches bekannte Probleme der künstlichen neuronalen Netze überwindet. Von Anfang an gab es bereits Anfragen namhafter deutscher Unternehmen an verschiedenen Entwicklungsprojekten, hinzu kamen noch mehrere Forschungsprojekte, welche die Anwendung von künstlicher Intelligenz in den Bereichen Medizin, Chemie und Luftfahrt untersuchten und uns für einige Zeit beschäftigen sollten.

## STOCHOS, DAS SOFTWAREPAKET VON PI

Ursprünglich war der Anspruch von PI, eine „KI für alle“ anzubieten, da in unserem Fall für die Nutzung der Algorithmen kein Vorwissen des maschinellen Lernens nötig ist. Im Softwarepaket STOCHOS sind alle Methoden in einem universal anwendbaren Tool zusammengefasst, die ML-Methoden

selbst müssen, im Gegensatz zu den neuronalen Netzen, nicht an jedes Problem neu angepasst werden.

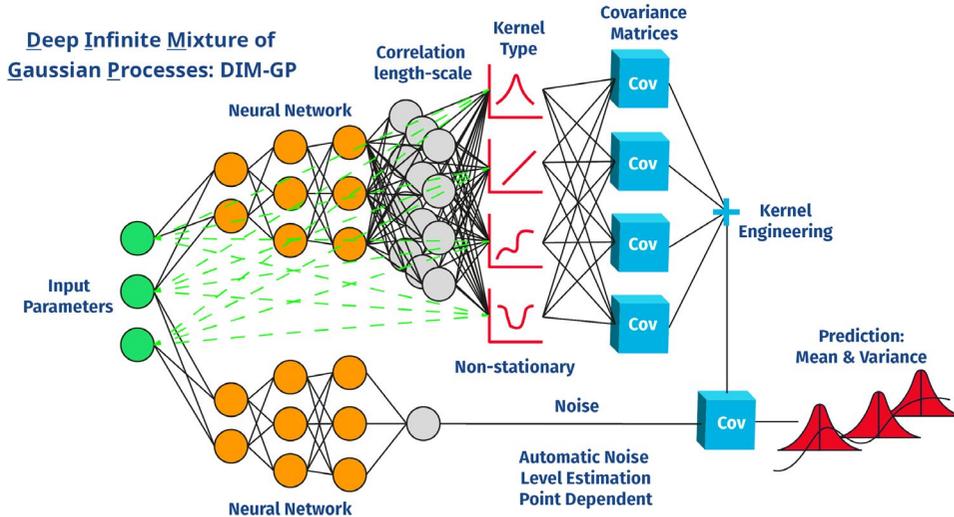
Dummerweise standen wir hier schnell vor einem Henne-Ei-Problem: unsere Ansprechpartner in den Unternehmen, welche die Evaluation von STOCHOS durchführten, waren meistens eben jene Personen, die typischerweise aus den klassischen neuronalen Netzen kamen und oft kein Interesse hatten, andere Methoden einzuführen. Eine Ausnahme machte hier von Anfang an die Firma Bosch, die ja bekanntlich auch schon sehr früh begonnen hat, auf breiter Front in künstliche Intelligenz zu investieren.

## ÜBER CADFEM IN DIE SIMULATIONSWELT

Auf der Ansys WOST Konferenz Ende Juni 2023 in Weimar wurde dann auch CADFEM bei der Suche nach Partnern im Bereich der künstlichen Intelligenz auf uns aufmerksam. Danach ging eigentlich alles sehr schnell: seit Ende 2023 sind wir das neue Mitglied der Gruppe und sprechen plötzlich dank der langjährigen und intensiven Kundenbeziehungen von CADFEM direkt mit den eigentlichen potenziellen Anwendern von KI in den Unternehmen und wir können sagen, das Feedback bisher ist überwältigend. Das liegt wahrscheinlich auch daran, dass viele Unternehmen beim derzeitigen KI-Hype schon mehrere Lösungen ausprobiert haben. Sie können STOCHOS damit vergleichen und erkennen schnell die Vorteile unserer Lösung, speziell in Verbindung mit Simulation.



Riesiges Interesse: Die Sessions zu KI mit den Beiträgen von PI Probaligence waren, wie hier bei der CADFEM Conference in Darmstadt, sehr gut besucht.



Kern von STOCHOS ist der DIM-GP-Algorithmus (DIM-GP = Deep Infinite Mixture of Gaussian Processes). Dieser weltweit einzigartige Algorithmus vereint jeweils die Vorteile zweier normalerweise gegenläufiger KI-Ansätze, den neuronalen Netzen und den Gaußprozessen. Das dadurch erzeugte nicht stationäre, probabilistische Modell ist beliebig skalierbar. Es benötigt kein Hyperparameter-tuning mehr und verarbeitet Daten beliebiger Dimensionalität unter minimalen Hardwareanforderungen ganz ohne Cloud-Computing.  
© PI Probaligence GmbH



### WIR ERHALTEN DURCHGÄNGIG DIE RÜCKMELDUNG, DASS DIE UMSETZUNG VON KI MIT STOCHOS EXTREM EINFACH IST

Die Teilnahme an mehreren CADFEM Konferenzen war ein weiterer wichtiger Schritt und es erfreut uns außerordentlich, dass wir seitdem mit den Engineering- und KI-Spezialisten vieler internationaler Marktführer auf Augenhöhe über die Implementierung von ML in die Arbeitsprozesse sprechen dürfen. Tatsächlich konnten wir seitdem eine ganze Reihe von PoCs auf Simulations- und Experimentaldaten sowie der Kombinationen aus beidem in Bereichen wie der Bauteiloptimierungen, der Prozesssteuerung, chemischen Simulationen und vielen anderen Anwendungen durchführen.

Dabei erhalten wir durchgängig die Rückmeldung, dass die Umsetzung mit STOCHOS extrem einfach ist und die Unternehmen es daher schnell selbstständig in die weitere interne Entwicklung übernehmen können.

## AUF DER WELTBÜHNE

Seit Beginn hat unser internationales Mitarbeiter-team schon immer ein starkes Interesse an Projekten mit Firmen außerhalb der D-A-CH Region getrieben, mithilfe der vielen Zweigstellen der CADFEM Group konnten wir jetzt in wenigen Monate Projekte mit Firmen in Europa, den USA, Indien und Südost-Asien starten was uns außerordentlich freut.

Rückblickend können wir nach einem halben Jahr sicher sagen, dass wir dank der Unterstützung von CADFEM in kürzester Zeit den Sprung vom Software Startup hinauf auf die Weltbühne der künstlichen Intelligenz geschafft haben und sind sicher, dass sich probabilistische Methoden auch weiter durchsetzen werden.

### ÜBER PI PROBALIGENCE

Die PI Probaligence GmbH wurde Ende 2018 als Spin-off der Hochschule Niederrhein für den Technologietransfer von Forschungsergebnissen in die Wirtschaft von Prof. Dr.-Ing. Dirk Roos und Dr.-Ing. Kevin Cremanns gegründet und ist seit Anfang des Jahres KI Partner innerhalb der CADFEM Group. Das Wort „Probaligence“ ist ein Kunstwort aus der Zusammensetzung von Probabilistic und Intelligence.

[PROBALIGENCE.COM](http://PROBALIGENCE.COM)



**NILS ODENTHAL**  
Geschäftsführer bei  
PI Probaligence GmbH

## MEHR ZUM THEMA

Künstliche Intelligenz bei CADFEM  
[CADFEM.NET/AI](http://CADFEM.NET/AI)

CADFEM Group  
[CADFEMGROUP.COM](http://CADFEMGROUP.COM)



# Ein Workflow für effektivere Transfektionen

Als Transfektion wird das Einbringen von fremder DNA oder RNA in menschliche Zellen bezeichnet. Ziel dieser Genmanipulation ist, Menschen mit seltenen oder unheilbaren genetischen Krankheiten zu helfen. Dazu muss die hohe Komplexität und Fehleranfälligkeit des Prozesses beherrscht werden. Hier setzt der innovative Workflow von APC an. Simulationen in Verbindung mit Künstlicher Intelligenz sind darin ein wichtiger Baustein.

Die Kunden von APC, einem auf das Engineering komplexer Prozesse spezialisierten Unternehmen mit Sitz in Dublin, haben eine gemeinsame Mission: Leben retten. APC entwickelt diese mit und für die biopharmazeutische Industrie auf Basis neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse und Technologien. Möglich macht dies das APC-Team aus Experten in der Prozessentwicklung – u.a. Chemie- und Bioprozessingenieure sowie Modellierungs- und Simulationsspezialisten. Derzeit sorgt ein Projekt von APC aus dem Bereich der Gentherapie für Aufsehen, bei dem auch Simulationen und KI im Einsatz sind.

## TRANSFEKTIONEN: EIN SCHLÜSSEL FÜR BESSERE GENTHERAPIEN

Werden zu therapeutischen Zwecken Geninformationen manipuliert oder biologische Eigenschaften lebender Zellen verändert,

spricht man von Gentherapie (FDA & Cber, 2020). Transfektion heißt der Prozess, bei dem DNA oder RNA in menschliche Zellen aktiv eingebracht wird, also nicht auf natürlichem Wege durch Virusinfektionen (Mancinelli et al., 2021).

Transfektionen haben ein enormes Potenzial, um unheilbare, seltene und vererbte genetische Krankheiten wirksam zu behandeln. Da sie aber auch äußerst komplex sind, konnte dieses bisher noch viel zu wenig ausgeschöpft werden. Hinzu kommt, dass sie schwer zu skalieren sind und gefährliche Verunreinigungen kaum zu vermeiden sind.

Um das Verständnis des Prozesses zu erhöhen, aber auch um Zeit und Kosten einzusparen, hat das APC-Team einen neuartigen modellbasierten und simulationsgestützten Workflow entwickelt, mit dem sich Transfektionsprozesse abbilden lassen.

## DAS PROJEKT IM ÜBERBLICK

Die Entwicklung jedes Transfektionsprozesses verfolgt ein eigenes Ziel. Das kann die Sicherstellung einer hohen Qualität oder Quantität der DNA sein oder die Maximierung des Anteils der lebensfähigen transfektierten Zellen. Der modellbasierte Workflow von APC erweitert die Prozessentwicklung um Optionen, die es bei herkömmlichen Methoden auf Basis von Experimenten nicht gab oder allenfalls mit einem unverhältnismäßig großen Aufwand. Beispiele sind:

- Die Ermittlung des optimalen Mischverhältnisse für Zellgesundheit durch CFD-Simulationen
- Die Identifikation von Prozessbedingungen, die Transfektionen begünstigen, durch die Kopplung von CFD mit DEM-Modellen in denen Zellen und Plasmidkomplexe als Partikel abgebildet sind.
- Die erweiterte Optimierung des Gesamtprozesses über KI-Modelle.

Der modellbasierte Workflow ist eng mit dem experimentellen Ansatz verknüpft. Zum einen sind Versuchsdaten ein wichtiger Input, zum anderen müssen die Ergebnisse validiert werden. Die experimentelle Kalibrierung und Validierung wurden unterstützt vom Irish Research Council EBPPG/2022/38. Das Schema des Workflows zeigt, wo Simulationen und KI eingesetzt wurden.

## DIE CFD- UND DEM-SIMULATIONEN

CFD- und DEM-Simulationen beschleunigen die Entwicklung, weil sie viele Realversuche ersetzen. Verwendet wurden Ansys Fluent and Ansys Rocky in der AWS Cloud, CAD-FEM UK & Ireland hat APC beim Modellaufbau und der Durchführung der Simulationen unterstützt.

Ziele der CFD-Simulation waren

- die ideale Mischzeit zu ermitteln,
- Scherung und Energieverlust zu quantifizieren und zu kontrollieren, um Zellschäden zu vermeiden,
- die Sauerstoffverteilung zu charakterisieren und zu optimieren und
- die Ermittlung und Auflösung von unzureichend gemischten Sektionen.

Ziel der DEM-Analysen war die Bestätigung der Hypothese, dass die Prozessbedingungen mit der größten Anzahl von Kollisionen zwischen Zellen und Komplexen, im realen System die höchste Transfektionseffizienz aufweisen.

## BAYES'SCHE OPTIMIERUNG

Neuronale Netze und Gauß-Prozesse wurden als Alternative zum üblichen DoE getestet. Weil sie erheblich schneller Erkenntnisse lieferten, sank der experimentelle Aufwand. Das KI-Modell wurde mit PI Probabiligence in STOCHOS entwickelt. Zwei Modelle wurden entwickelt:

- Mit Versuchsdaten: Ziel der Optimierung war die Maximierung des Anteils an Zellen, die GFP (Grün fluoreszierendes Protein) enthalten und nach der Transfektion lebensfähig sind.

- Mit In-silico Daten: Ziel der Optimierung war die Maximierung der vorher mit CFD/DEM simulierten kumulierten Anzahl an Kollisionen.

Anschließend wurde eine zusätzliche statistische Analyse durchgeführt, um festzustellen, ob die aus den In-silico-Daten gewonnenen Ergebnisse zu denselben Optimierungsvorschlägen führten wie die experimentelle Studie.



**DAS FEEDBACK VON DER PD2M-KONFERENZ IST MOTIVIEREND. DIE EXPERTEN BESTÄTIGTEN, DASS DER ARBEITSABLAUF VON DER PLANUNG ÜBER DIE MODELLAUSWAHL BIS HIN ZUR DURCHFÜHRUNG VON EXPERIMENTEN UND SIMULATIONEN SEHR RUND IST.**

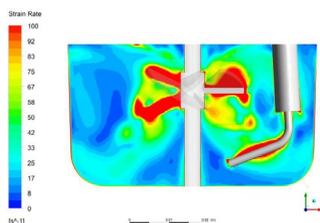
### ANA LUIZA PINTO QUEIROZ

Senior Process Development Engineer & Digital Engineering Technical Lead, APC

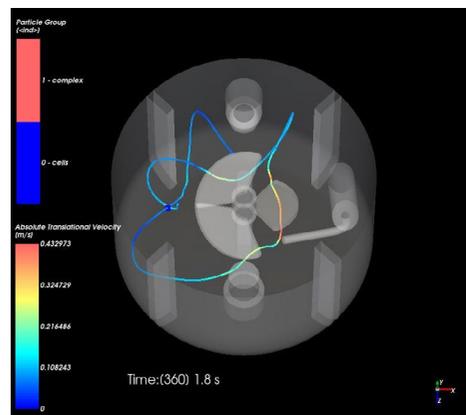
## WENIGER REALVERSUCHE, BESSERES PROZESSVERSTÄNDNIS

Der Workflow ermittelte den optimalen Sollwert für die kritischen Prozessparameter, der die Anzahl der Kollisionenzellen bzw. -komplexe maximiert und gleichzeitig die Lebensfähigkeit der Zellen gewährleistet. CFD/DEM wurde zur Gestaltung und zum besseren Verständnis des Prozesses und zur Beschleunigung der Entwicklung eingesetzt.

Das Vorgehen ist auf andere Transfektionssysteme übertragbar und senkt typische Prozessentwicklungskosten, weil viele teure physikalische Experimente ersetzt bzw. ihre Anzahl verringert und das physikalische Verständnis des Prozesses erheblich verbessert wird.



CFD: Simulation der hydrodynamischen Scherspannung © APC



DEM: Simulation der Bewegung der einzelnen Partikel © APC

### ÜBER DIESEN ARTIKEL

Dieser Artikel basiert auf dem Vortrag „Modell- und Simulationsworkflow für die Transfektionsentwicklung“ von Ana Luiza Pinto Queiroz, Digital Engineering Technical Lead, APC auf dem PD2M Conference on Modeling and Simulation Applications in Pharmaceutical Development and Manufacturing.

**VIELE WEITERE ARTIKEL**  
[CADFEM.NET/BLOG](https://CADFEM.NET/BLOG)

**MEHR ZUM THEMA**

APC  
[APPROCESS.COM](https://APPROCESS.COM)  
 Strömungsmechanische Simulation  
[CADFEM.NET/FLUIDS](https://CADFEM.NET/FLUIDS)

# Gamechanger für drastisch mehr Performance von Quantencomputern

© Miraex

Das Schweizer Quantentechnologie-Startup Miraex entwickelt RF-photonische Konnektoren. Sie verbinden Mikrowellen und Photonik im elektromagnetischen Spektrum und sind damit ein Schlüssel, um die Performance von Quantencomputern auf ein neues Level zu heben. Ausgangspunkt ist ein hochpräzises Design, das sich durch das perfekte Zusammenspiel der Schaltungs- und Materialverluste mit der Kopplungsstärke auszeichnet. Eine wichtige Rolle spielten dabei multiphysikalische Simulationen mit Ansys-Tools.

Beim Quantencomputing sind Mikrowellentechnologien das Herzstück neuer Ansätze mit riesigem Potenzial. Ihr Nachteil ist, dass sie zu großen Engpässen bei der Skalierbarkeit der Systeme führen. Dieser Nebeneffekt kann aber umgangen werden: Wenn die Mikrowellen mit dem optischen Bereich im elektromagnetischen Spektrum verbunden werden, so dass beispielsweise die Kopplung von Quantencomputern in einem Cluster über optische Fasern erfolgt, erhöht sich die Gesamtleistung drastisch. Dieses Vorgehen ist vergleichbar mit optischen MPI-Technologien in klassischen Rechenclustern.

## DIE MIRAEX PLATTFORM

Miraex ist ein Schweizer Startup aus Lausanne. Das Team entwickelt auf der eigenen Miraex-Plattform RF-photonische Geräte, über die Höchstleistung von Quantennetzwerken erreicht wird. Die Grundlagen sind RF- und optische Schaltkreise im Nanobereich, die Licht in Strukturen leiten, in denen Photonen verschiedener Frequenzen miteinander interagieren.

So werden einzelne Photonensignale zwischen Mikrowellen und optischen Frequen-

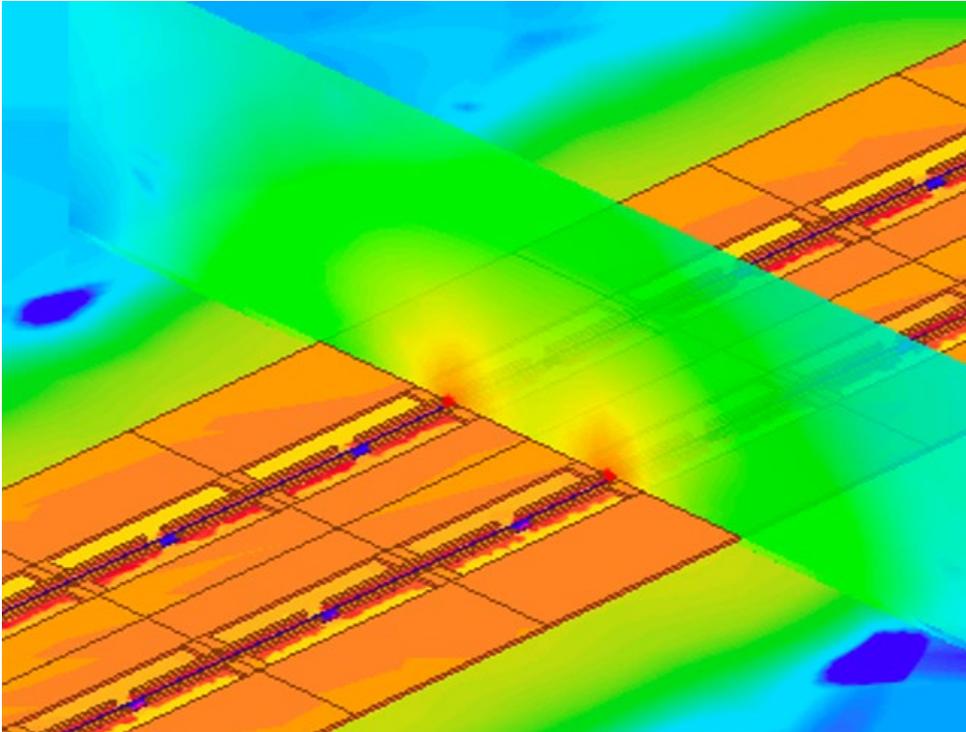
zen umgewandelt. Ihr Betrieb erfordert ein hochgenaues Design, denn es geht darum, Schaltkreis- und Materialverluste mit der Kopplungsstärke in Einklang zu bringen.

## DETAILBETRACHTUNG MIT ANSYS-SIMULATIONEN

Um das bereits sehr detaillierte Design, das in den ersten Prototypen umgesetzt wurde, weiter zu verfeinern, nutzt das Miraex-Team Simulationen – Tools von Ansys und Know-how von CADFEM: Ansys HFSS für den Entwurf und die Abbildung von Mikrowellenschaltungselementen, Ansys Lumerical für die Charakterisierung der entsprechenden Lichtwellenleiter. Der Abgleich der gewonnenen Daten führt zum optimalen Design.

## PROZESSE IM GLEICHGEWICHT

Um die maximale Leistung von Quantenverbindungen zu erreichen, müssen die Schaltungsverluste mit der Stärke der Wechselwirkung über die Länge des Bauelements ausgeglichen werden. So wurden



Mit Ansys HFSS ermittelte Ausbreitungsgeschwindigkeit in den Stromkreisen © Miraex

### ANSYS-TOOLS FÜR SIMULATIONSAUFGABEN IN DER QUANTENTECHNOLOGIE

#### Ansys HFSS

Der Industriestandard zur Bestimmung des Abstrahlungs- und Übertragungsverhaltens von RF-/Mikrowellen-Schaltungskomponenten.

#### Ansys Maxwell

Das Simulationstool zur Analyse und Optimierung elektrostatischer elektromagnetischer Feldverteilungen

#### Ansys Lumerical

Familie von Simulationstools zur Analyse der Eigenschaften von photonischen Quellen und Wellenleitern.

mit Ansys Lumerical optische Wellenleitermoden modelliert und ihre Ausbreitungsgeschwindigkeit extrahiert, die ihrerseits exakt mit der in Ansys HFSS ermittelten Ausbreitungsgeschwindigkeit in den elektrischen Schaltkreisen übereinstimmen muss. Lumerical lieferte zudem Informationen zu optischen plasmonischen Verlusten.

Elektrostatische Simulationen in Ansys Maxwell zeigten anschließend die Überlagerung des elektrischen Feldes mit der optischen Mode und damit die Stärke der Wechselwirkung. Durch einen parametrischen Sweep über die Geometrie konnte ein geeignetes Gleichgewicht zwischen optischem Verlust und Wechselwirkungsstärke ermittelt werden.

### DRASTISCHE REDUZIERUNG VON KOMPLEXITÄT UND ZEITAUFWAND

Das domänenübergreifende Ergebnis, das durch die Konzentration auf einzelne Solver in parallelen Strängen erzielt wird, führt zu einer drastischen Reduzierung der Komplexität und der Aufbereitungszeit.

QUANTENTECHNOLOGIE, ANSYS, CADFEM

>15

High-Tech-Firmen aus der Quantentechnologie setzen bei der Nutzung von Ansys auf die Unterstützung durch CADFEM.

Darüber hinaus erleichtern die umfangreichen Python-Scripting-Funktionen in den Ansys-Produkten die effiziente Nachbearbeitung und den Austausch von Daten.

Diese Optimierungen helfen, auf Anhieb das beste Design zu ermitteln, den Marktzugang zu beschleunigen und so durch neueste Quantentechnologien herausragende Voraussetzungen für Innovationen in Industrie und Forschung zu schaffen.

### MEHR ZUM THEMA

Miraex  
MIRAEX.COM



Elektromagnetische Simulation  
CADFEM.NET/EMAG



# Aller guten Dinge sind Drei



Die klassischen Ziele der Produktentwicklung „hohe Leistung“ und „niedrige Kosten“ haben Gesellschaft bekommen: „Nachhaltigkeit“ ist von einem „Nice-to-Have“ zum dritten Eckpfeiler geworden, wenn Weichen für neue Produkte gestellt werden. Ein Eckpfeiler, der inzwischen gleichberechtigt zu den beiden anderen einbezogen werden muss.

Denn es wird ernst: Einerseits treten strenge und verbindliche Vorgaben von Gesetzgebern, Industrieverbänden und Umweltorganisationen in Kraft, wie die Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) der EU. Zum anderen ist ausgewiesene Nachhaltigkeit zum Faktor für Kaufentscheidungen geworden – im B2B wie im B2C. Die Umwelt- und Klimakrise ist endgültig in der Industrie angekommen und es gibt Handlungsbedarf. Aber auch Chancen.

## PRODUKTENTWICKLUNG HEUTE

Änderungskosten steigen im Produktentstehungsprozess exponentiell an, je später Eigenschaften verändert werden, desto teurer wird es. Hier setzen Digital Engineering und Front Loading an: In frühesten Entwicklungsphasen, lange bevor sie physikalisch existieren, optimieren Ingenieure zukünftige Produkte an digitalen Modellen unterschiedlichster Abbildungsgüte.

Denn die künftige „Performance“ und die Kosten für Komponenten, Herstellung und Verwendung sollen von Anfang an transparent sein. Über die Materialienwahl, De-

signs und Bauweisen wird auch schon der ökologische Fußabdruck adressiert.

Doch Nachhaltigkeit hat noch weitere Facetten, die – der Gesetzgeber lässt grüßen – quantifiziert und offengelegt werden müssen:

- Der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck für Transporte, Herstellung, Betrieb
- Weitere Umweltauswirkungen, z.B. durch die Verwendung kritischer Substanzen
- Aspekte der Entsorgung und Kreislaufwirtschaft
- Soziale Auswirkungen

Wie können im Digital Engineering auch solche Größen frühzeitig einbezogen und im Einklang mit Performance und Kosten optimiert werden? Wie gelingt „Design for Sustainability“?

## NACHHALTIGKEIT: DIE UNBEKANNTE DRITTE

Die meisten dieser Eigenschaften werden heute erst im Laufe ihres Produktlebens erfasst, dokumentiert, kumuliert und bewertet. Es wird nachgerechnet, wenn das

Produkt schon da ist, oft mit Informationen aus gemischten Quellen.

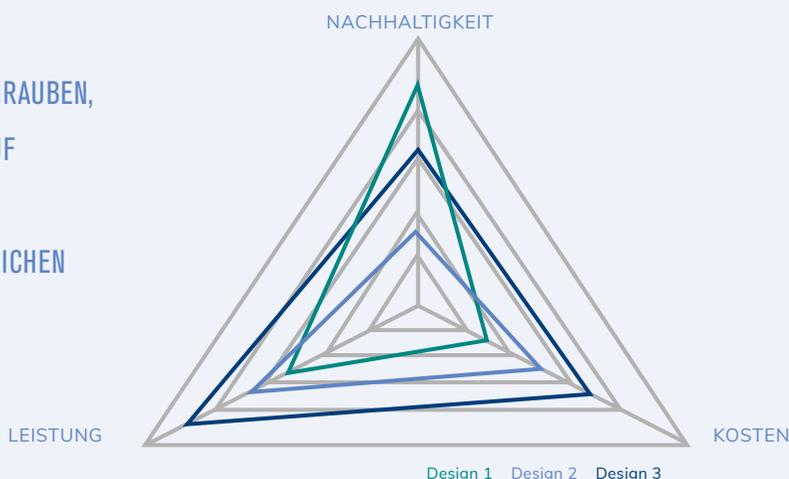
Die Konsequenzen, d.h. die Analyse, was besser gemacht werden muss und die Umsetzung, folgen daher oft auf einer unklaren Datenbasis und erst bei der nächsten oder übernächsten Produktgeneration. Das kann riskant sein, ist aber zumindest ein schmerzhafter Zeitverlust bei der Erreichung von Nachhaltigkeitszielen und eine vergebene Chance bei Innovation und Umsatz. Hinzu kommt, dass sich Vorgaben, Regeln und Gesetze ändern, nicht immer einheitlich sind und durch zu spätes Nachziehen von Eigenschaften möglicherweise erneut verfehlt werden.

## DIGITALISIERTE MATERIALINTELLIGENZ SCHAFFT TRANSPARENZ

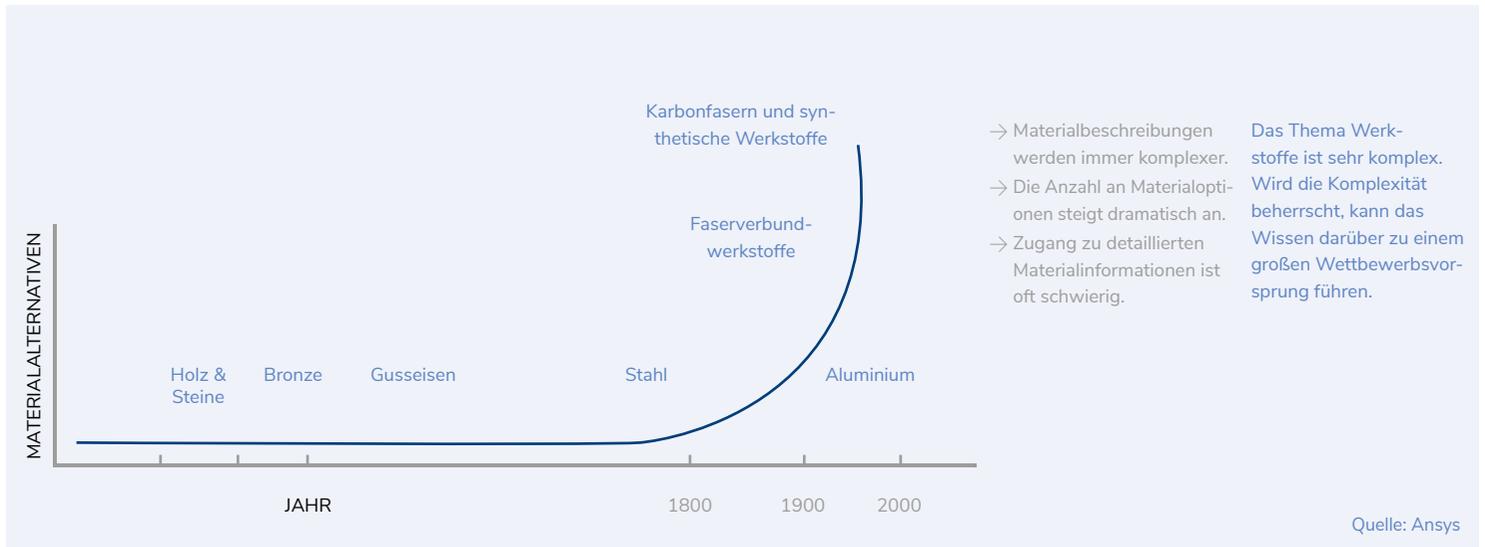
„Design for Sustainability“ bedeutet, das Thema Nachhaltigkeit vorausschauend anzugehen. Aber: Die Integration der Ökobilanz eines Produktes in einem sehr frühen Stadium des Entwicklungsprozesses steht



MATERIAL BIETET VIELE STELLSCHRAUBEN, UM EIN OPTIMUM IM HINBLICK AUF MÖGLICHST GERINGE NEGATIVE UMWELTAUSWIRKUNGEN ZU ERREICHEN



Neben seiner Leistung und seinen Kosten muss auch die Nachhaltigkeit eines Produktes schon in frühesten Entwicklungsphasen mitgedacht werden.



noch am Anfang. Abgesehen vom lange fehlenden Handlungsdruck liegen die Gründe dafür in der Komplexität solcher Daten und der Dynamik bei den Kriterien.

Dreh- und Angelpunkt für Nachhaltigkeitsaspekte sind die Materialien, aus denen ein Produkt gefertigt wird: Ohne Material kein physisches Produkt. Material muss gewonnen, gekauft, transportiert und verarbeitet werden; seine Materialien prägen ein Produkt und sein „Leben“ – und damit das Life Cycle Assessment (LCA) - bis an dessen Ende und der Frage, ob sie wiederverwendet, recycelt oder entsorgt werden müssen.

Dies alles zählt auf die Nachhaltigkeit des Produktes ein und muss laut CSRD und anderen Direktiven wie REACH oder RoHS auch im Hinblick auf Umweltauswirkungen und unter Einbezug der Supply Chain offengelegt werden.

Gleichzeitig bietet Material aber auch viele Stellschrauben, um ein Optimum im Hinblick auf möglichst geringe negative Umweltauswirkungen zu erreichen: Als Trade-Off zu Performance und Kosten oder – Stichwort: Innovation - sogar als Treiber für einen Wettbewerbsvorsprung durch bessere Performance und höhere Erlöse, denn nachgewiesene Nachhaltigkeit wird vom Kunden honoriert.

Digitalisierte Materialintelligenz bedeutet Konsistenz. Einer einheitlichen Struktur folgend werden die Daten erfasst und verwendet. Entscheidungen werden immer auf ein und derselben Datenbasis getroffen, der „Single Source of Truth“. Dies betrifft die Konstruktion, wenn Materialien ausgewählt werden, CAE-Ingenieure, die Varianten bewerten, den Einkauf und die Produktion, die die Produkte am Ende genau so realisieren, wie geplant.

## ZENTRAL, INTEGRATIV, INTELLIGENT

Mit Granta MI – das MI steht für „Material Intelligence“ – stellt Ansys dafür eine Unternehmensplattform zur Verfügung. Granta MI liefert das Framework für eine zentrale, aktuelle und integrative Informationsquelle für das gesamte Materialwissen im Unternehmen.

Nicht als Insellösung, sondern verzahnt mit allen anderen digitalisierten Unternehmensprozessen, von CAD und CAE über PLM bis hin zum ERP. Eine einzige, zuverlässige und aktuelle unternehmensweite – intelligente! - Quelle zum Thema Material, die alle Bereiche nutzen und pflegen – von F&E, Materialwesen und Versuch über Produktion, Qualitätssicherung und Beschaffung bis hin zum Vertragswesen.



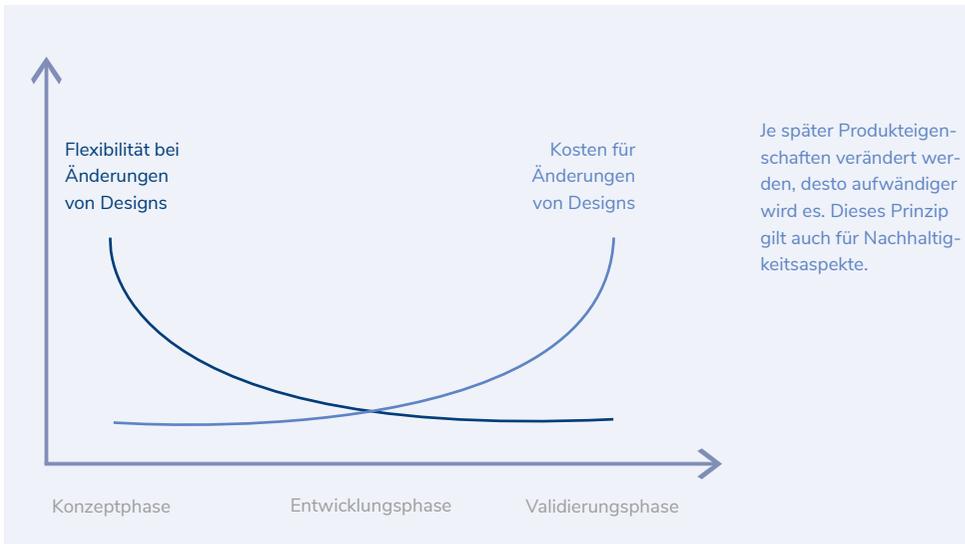
NACHGEWIESENE NACHHALTIGKEIT WIRD VOM KUNDEN HONORIERT.

## NEU: EIN MODUL FÜR NACHHALTIGKEIT

2024 hat Ansys Granta MI ein neues Modul bekommen, das dezidiert für die frühe Implementierung der wichtigen Nachhaltigkeitsaspekte entwickelt wurde: Ansys Granta MI Sustainability.

Die Erfassung, Verknüpfung und Auswertung sämtlicher nachhaltigkeitsrelevanter Informationen im Kontext Material versetzt Unternehmen in die Lage, auch die Umweltauswirkungen künftiger Produkte sehr früh in den Entwicklungsprozess einzubeziehen und bereits mit dem Vermarktungsstart auszuweisen.

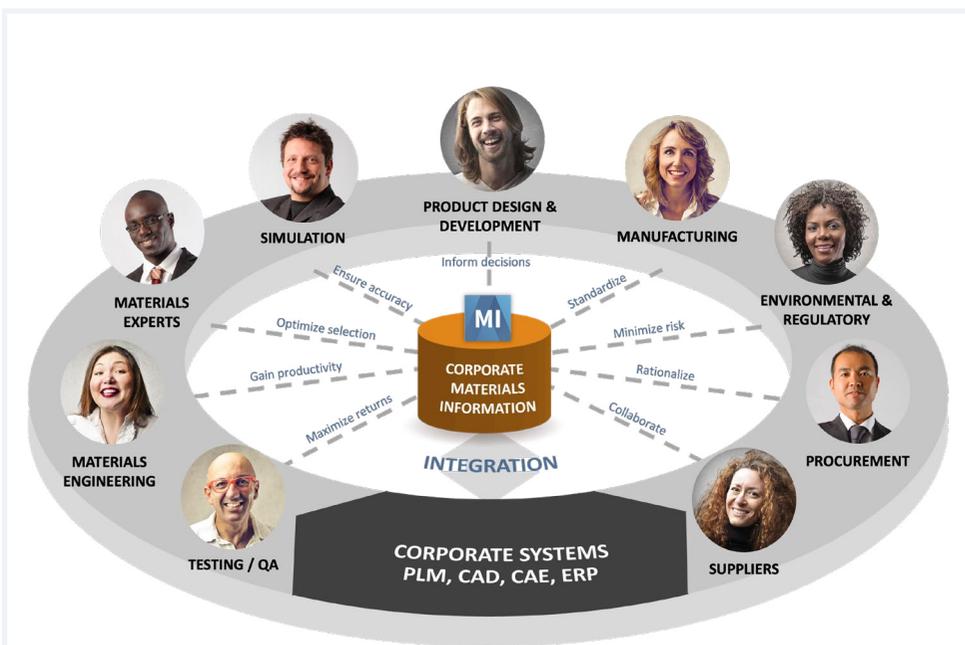
Flexibel, zuverlässig und nach anerkannten Standards und den hauseigenen Spezifikationen - und ohne die Auswirkungen auf Produktperformance und Kosten aus den Augen zu verlieren.



**MATERIALWISSEN UNTERNEHMENSWEIT**

Ansys Granta MI Enterprise ist die unternehmensweite Zentrale für das gesamte und immer aktuelle digitale Materialwissen. Sie wird von sämtlichen Bereichen genutzt, für die werkstoffspezifische Informationen relevant sind: Materialexperten, Labor, Simulation, Konstruktion, Einkauf, Qualitätssicherung und Nachhaltigkeitsmanagement / CSRD. Auch die Anbindung an die eigenen CAD-, CAE-, PLM- und ERP Systeme ist möglich.

[CADFEM.NET/GRANTAMI](http://CADFEM.NET/GRANTAMI)



© Ansys; Images licensed from Shutterstock

**STRUKTURIERTE MATERIAL-SCHWARM-INTELLIGENZ:**

Materialinformationen sind grundsätzlich komplex und vielschichtig; sie müssen oft mühsam beschafft werden, zudem nimmt die Auswahl an Materialien ständig zu. Vorschriften verändern sich immer wieder, sie sind regional unterschiedlich, zudem wächst die Zahl der Substanzen, die als „schädlich“ für Gesundheit und Umwelt eingestuft werden. Die gilt auch für zugekauft Material und Lieferketten. Kosteneffekte müssen berücksichtigt werden im Sinne von, je früher das optimale Material gefunden wird, desto günstiger wird entwickelt; es bestehen auch Abhängigkeiten zur Lebensdauer des Produktes bei sehr unterschiedlichen Interessenslagen unter den Beteiligten.

**VIELE WEITERE ARTIKEL**  
[CADFEM.NET/BLOG](http://CADFEM.NET/BLOG)

**MEHR ZUM THEMA**

KOSTENLOSES WHITEPAPER

Jetzt herunterladen!

WHITEPAPER  
 DENKEN SIE NACHHALTIGKEIT VON ANFANG AN IN DER PRODUKTENTWICKLUNG MIT

# Schnell, schneller, Hyperloop

Rund um den Globus wird am Hyperloop gearbeitet, dem unglaublich schnellen Transportsystem der Zukunft. Ganz vorne dabei ist das TUM Hyperloop Team aus Studierenden, Lehrenden und Forschenden der TU München, die auf Simulationen mit Ansys samt Know-how Transfer durch CADFEM setzen.

Hyperloop ist das ultraschnelle Transportsystem für Passagiere und Fracht, dessen Konzept Elon Musk im Jahr 2013 vorgestellt hat und das jetzt realisiert wird. Die Mobilität in Hochgeschwindigkeit hat zwei wesentliche Bestandteile: Zum einen ein Netzwerk aus Röhren, zum anderen Transportkapseln, sogenannte Pods, in denen die Passagiere mit bis zu 900 km/h unterwegs sind.

Für das schnelle, angenehme und sichere Reiseerlebnis sorgen berührungslose Magnetschwebe- und Antriebssysteme. Leistungsstarke Vakuumpumpen entziehen den Röhrensegmenten Luft, so dass der Pod praktisch ohne Luftwiderstand durch die Röhre jagt. Energieeffizienz und klimaneutraler Betrieb machen das Hy-



TUM Hyperloop, das ultraschnelle Transportsystem für Personen und Fracht, das in München entsteht © TUM Hyperloop.

perloop-System zur Schlüsseltechnologie für die nachhaltige Fortbewegung der Zukunft.

Hyperloop ist nicht nur technologisch einzigartig - auch die Umsetzung ist ungewöhnlich: Ähnlich wie bei Open Source Software setzen die Initiatoren auf ein partizipatives Konzept und haben 2015 einen Wettbewerb ausgeschrieben. Die Finalisten durften 2017 auf der Teststrecke in Las Vegas ihre Pod-Prototypen unter Beweis stellen. Mit dabei: Das Team der TU München, deren Pod die höchste Geschwindigkeit erreichte - und den Erfolg mit neuen Rekorden in den drei Folgejahren jeweils bestätigte.

## DAS TUM HYPERLOOP-TEAM

2020 fiel der offizielle Startschuss des TUM Hyperloop Programms, ein Forschungsprojekt der Technischen Universität München. Nachdem die Münchner Studierendeninitiative im Pitch bewiesen hatte, dass sie unschlagbar schnelle Pods entwickeln kann, arbeiten mittlerweile fast 100 Team-Mitglieder aus über 25 Ländern ganz offiziell an der Realisierung des Superschnellzuges. Der vorläufige Höhepunkt war der erste voll funktionsfähige und in Originalgröße verfügbare Demonstrator in Europa, der im Sommer 2023 in Ottobrunn bei München vorgestellt wurde.



### TEAM TUM HYPERLOOP IN ZAHLEN

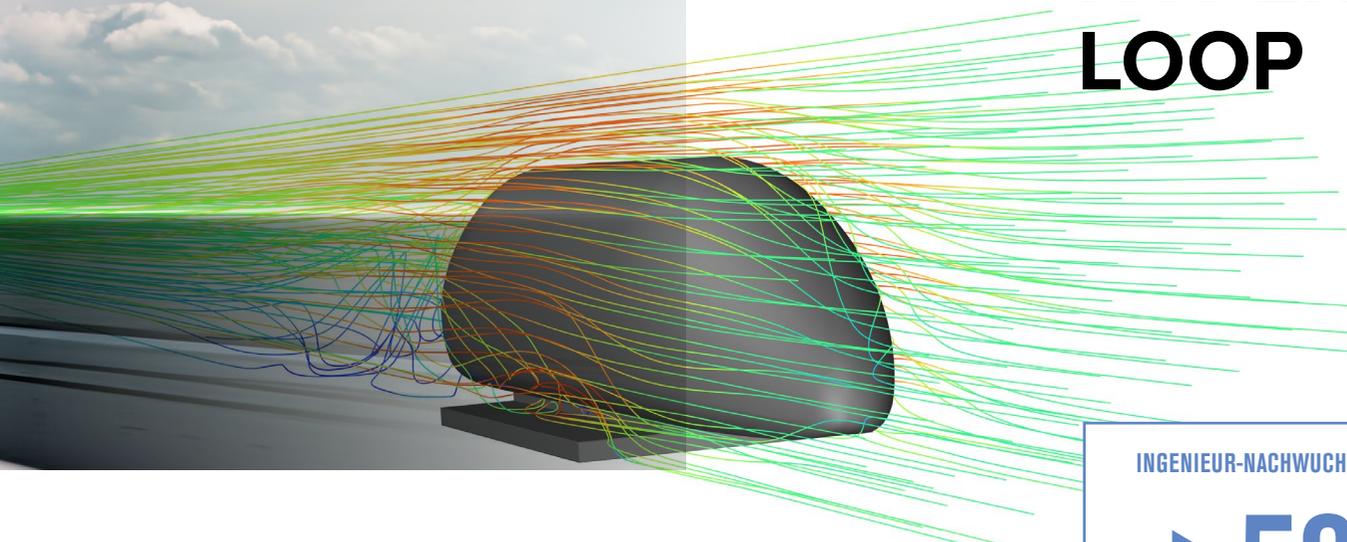
86 TEAMMITGLIEDER

28 NATIONEN

15 ANSYS ANWENDENDE

Fast 100 Team-Mitglieder entwickeln in München den TUM Hyperloop, der in Ottobrunn südlich von München bereits als Demonstrator Gestalt angenommen hat © TUM Hyperloop.

Über Strömungssimulationen mit Ansys Fluent werden der Druckwiderstand analysiert und Möglichkeiten ermittelt, um ihn zu minimieren. © TUM Hyperloop.



# TUM HYPER LOOP



## TUM HYPERLOOP, ANSYS UND CADFEM

Als eine der führenden Institutionen für die Ingenieurausbildung genießt der Einsatz von Simulationstechnologien an der TUM seit jeher einen hohen Stellenwert. Zur institutsübergreifenden Ausstattung gehören die Ansys Softwarewerkzeuge, die von CADFEM bereitgestellt werden. Darüber hinaus verbinden den Grafinger Simulationsspezialisten und die TUM seit Jahrzehnten viele gemeinsame Projekte und Initiativen in Forschung, Lehre und der studentischen Förderung. Und natürlich haben etliche CADFEM Mitarbeitende eine TUM-Vergangenheit.

Beim TUM Hyperloop-Projekt werden Ansys-Tools in vier technischen Subteams von insgesamt 15 Teammitgliedern eingesetzt. Im Wesentlichen geht es um strömungsmechanische, elektromagnetische, elektronische und thermische Anwendungen. Ein wichtiger Faktor ist bei einem komplexen System wie dem Hyperloop zudem die Betrachtung von Wechselwirkungen, die im Zusammenspiel unterschiedlicher physikalischer Disziplinen entstehen. Dafür ist Ansys prädestiniert.



**DIE ENTSCHEIDUNG FÜR ANSYS WAR LETZTENDLICH EINE ENTSCHEIDUNG ANSYS PLUS CADFEM. DENN ERST MIT DER RICHTIGEN HERANGEHENSWEISE LASSEN SICH DIE MÖGLICHKEITEN EINER SO MÄCHTIGEN SOFTWARE WIE ANSYS AUSSCHÖPFEN. DIE TIPPS UND DAS SEMINARANGEBOT VON CADFEM SIND HIER ÄUSSERST HILFREICH.**

**TIM HOFMANN**

Head of Propulsion, TUM Hyperloop

Die Entscheidung für Ansys-Tools ist eng mit CADFEM verknüpft – konkret: Einerseits durch die fachlichen Tipps von erfahrenen Experten. Andererseits durch das immense Seminarangebot des Ansys-Spezialisten, das die Studierenden zu ihrem Thema nutzen können. Diese Konstellation ist ideal, um Simulationskenntnisse zielgerichtet auf- und auszubauen, in der Breite wie in der Tiefe.

INGENIEUR-NACHWUCHS, ANSYS, CADFEM

# >500

Hochschulstandorte setzen bei Nutzung von Ansys in Lehre und Forschung auf die Unterstützung durch CADFEM.

## MEHR ZUM THEMA

TUM Hyperloop Use Case Elektromagnetik  
[CADFEM.NET/TUMHYPERLOOP1](https://www.cadfem.net/tumhyperloop1)

TUM Hyperloop Use Case CFD  
[CADFEM.NET/TUMHYPERLOOP2](https://www.cadfem.net/tumhyperloop2)

Mehr zu TUM Hyperloop  
[TUMHYPERLOOP.COM](https://www.tumhyperloop.com)

CADFEM Academic Initiative  
[CADFEM.NET/ACADEMIC](https://www.cadfem.net/academic)

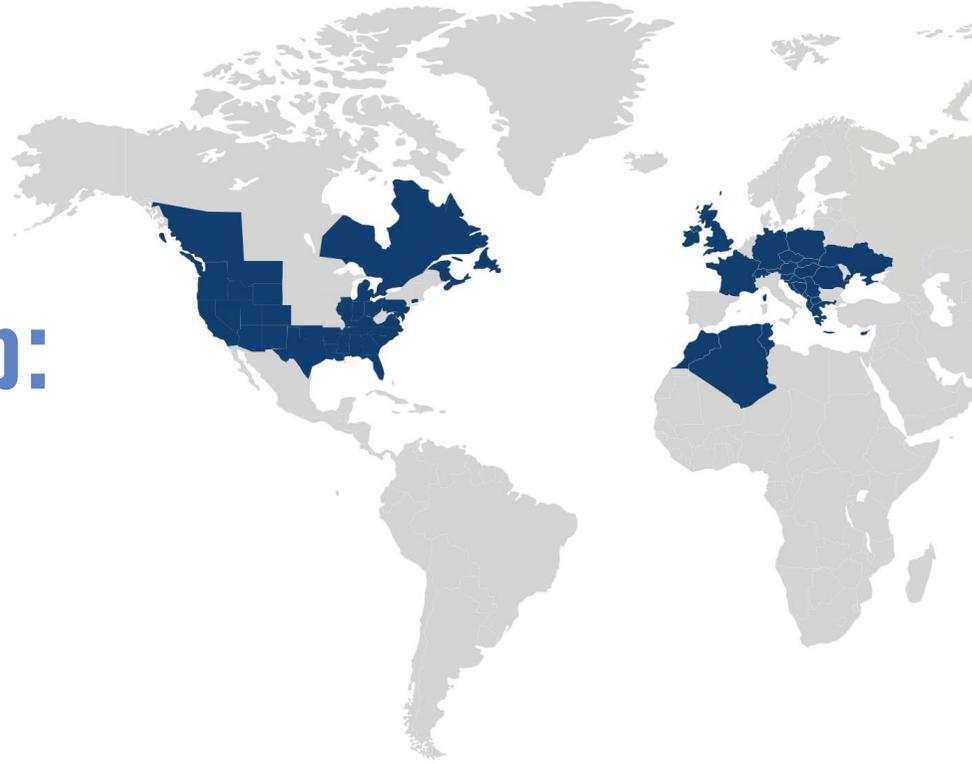


VIELE WEITERE  
ARTIKEL

[CADFEM.NET/BLOG](https://www.cadfem.net/blog)



# CADFEM Group: Digital, Engineering, Network



Die CADFEM Group verbindet die größte Gruppe an Ansys Channel Partnern aus verschiedenen Regionen. Außerdem fördert (und fordert!) sie spezialisierte Firmen mit digitalen Lösungen für aktuelle Megatrends und investiert in Startups, die an den Technologien von morgen arbeiten. Einblicke in ein dynamisches Ökosystem aus Kompetenzen, Technologien und Visionen.

Die CADFEM Gesellschaften in Deutschland, Österreich und der Schweiz, in Frankreich, Großbritannien und Irland, aber auch vielen Ländern im asiatischen Raum bilden gemeinsam die CADFEM Group.

## ANSYS EXPERTEN

Außer dem Namen CADFEM verbindet sie eine gemeinsame Philosophie beim Vertrieb der Ansys-Lösungen in ihren jeweiligen Märkten: Damit Kunden optimal von der Software profitieren, gehört ein umfassendes und individuelles Angebot aus Beratung, Training, Support und Dienstleistungen zum Gesamtpaket.

Genau dasselbe tun weitere Mitglieder der CADFEM Group in Ost- und Südosteuropa und in Nordamerika. Der einzige Unterschied: Sie heißen nicht CADFEM, sondern agieren unter ihren regional bekannten Firmennamen.

## MEHRWERTE FÜR MEGATRENDS

Andere Unternehmen der CADFEM Group heißen weder CADFEM, noch ist ihr Kerngeschäft die Vermarktung von Ansys-Produkten. In diesen entwickeln hochspezialisierte interdisziplinäre Teams innovative Produkte und digitale Technologien mit einem großen Mehrwert für aktuelle Megatrends wie KI, Energie, Mobility, Medizin oder energieschonende Klimatisierung von Gebäuden:

### BCE Dynamics

Digitale Zwillinge für die Analyse und Optimierung von Klimasystemen in Gebäuden und Quartieren  
[www.bce-dynamics.de](http://www.bce-dynamics.de)

### inuTech

Entwicklung von Software und Algorithmen für spezielle Simulationsaufgaben  
[www.inutech.de](http://www.inutech.de)



25+  
STANDORTE

30+  
LÄNDER

600+  
MITARBEITENDE

35+  
UNTERNEHMEN

**INYO Mobility**

Autonome Shuttles für die letzte Meile  
www.inyo-mobility.com

**ITficient**

Digitale Zwillinge für Industrieanlagen  
www.itficient.com

**PI Probaligence**

Probabilistische KI/ML-Lösungen die sich besonders für simulative Anwendungen eignen  
www.probaligence.com

**SIMQ**

Digitale Zwillinge für medizinische Anwendungen  
www.simq.com

**3D Mapping**

Digitale Zwillinge von hochgenauen Straßenkarten und -infrastruktur  
www.3dmapping.com

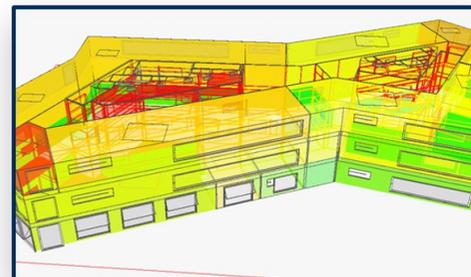
**Virtual City Systems**

Digitale Zwillinge von Städten & Landschaften  
www.vc.systems

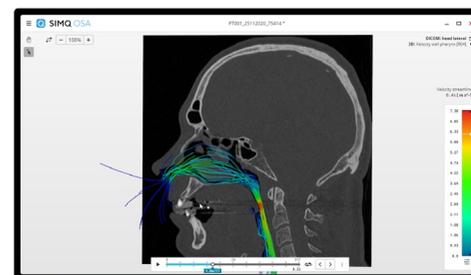
Diese Firmen mit ihren einzigartigen Expertisen sind oft im Verbund mit anderen CADFEM Group Mitgliedsfirmen aktiv, die jeweiligen Konstellationen ergeben sich aus den Anforderungen von Kunden oder Projekten. Darüber hinaus bewegt sich jeder Partner auch eigenständig außerhalb des CADFEM Group Ökosystems.

**DIE WELT VON MORGEN**

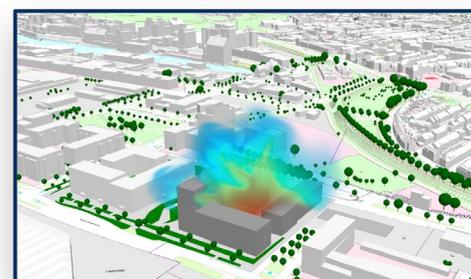
Als Mentor und Kapitalgeber von jungen DeepTech-Startups fördert die CADFEM Group die Entwicklung vielversprechender Technologien für die Zukunft. Die Macher hinter den innovativen Lösungen profitieren somit auch vom umfassenden Netzwerk der CADFEM Group Familie und können frühzeitig in das Ökosystem eingebunden werden.



BCE Dynamics: Digitale Zwillinge von Gebäudeinnenräumen. Simuliert werden die Temperaturentwicklung und der Energiebedarf über den Jahresverlauf, im Bild am Beispiel der CADFEM Firmenzentrale in Grafing.



Simq: Digitale Zwillinge von medizinischen Anwendungen. Simuliert wird hier die Luftströmung in den Atemwegen im Zusammenhang mit der Obstruktiven Schlafapnoe.



Virtual City Systems: Digitale Zwillinge von Städten und Quartieren. Simuliert wird hier das Mikroklima anhand des detaillierten Stadtmodells.



MEHR ZUM THEMA

CADFEMGROUP.COM



# Smarte Mobilität für die Kurz- strecke

Die Vision des autonomen Fahrens ist an der Schwelle zur Realität. Mit Hochdruck treibt die Industrie die notwendigen Technologien voran, parallel steht die neue Mobilität bei Bund, Ländern und Kommunen ganz oben auf der Tagesordnung. Auch CADFEM mischt mit. Der Fokus liegt auf kurzen, überschaubaren Strecken.

Das autonom fahrende INYO CAB ist ein zentraler Baustein des NeMo.bil-Projektes, mit dem die Stadt Paderborn derzeit aufhorchen lässt. Entwickelt und gebaut wird der elektrische Viersitzer, der bei NeMo.bil je nach Bedarf entweder im Konvoi unterwegs ist oder einzeln und autonom ein Individualziel ansteuert, von der INYO Mobility GmbH, einem Unternehmen der aus CADFEM Group.

INYO Mobility fungiert auch als Konsortialführer des Mobilitätsprojektes, das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz von Robert Habeck gefördert wird. Zu den insgesamt rund 20 Projektpartnern gehört auch CADFEM Germany. Aufgabe von CADFEM ist es, System, Regelung, Energieeffizienz und den Gesamtwiderstand beim INYO CAB und dem Konvoi optimal auszulegen und weitere physikalische Effekte zu untersuchen.

## CADFEM: AUCH DER WEG IST DAS ZIEL

Mit INYO Mobility und CADFEM Germany sind zwei Unternehmen an NeMo.bil beteiligt, die mit weiteren Partnern ein eigenes, ambitioniertes Ökosystem zum autonomen Fahren innerhalb der CADFEM Group bilden.

Als Mitglied der IAMTS (International Alliance for Mobility Testing and Standardization), des ASAM e.V. (Association for Standardization of Automation and Measurement Systems) und des asc(s (Automotive Solution Center for Simulation) verfolgt CADFEM ein Konzept, das neben dem Fahrzeug auch dessen künftigen Aktionsraum in den Fokus nimmt.

Die Entwicklung des Shuttles – von der Hardware bis zum generellen und situativen Verhalten – und die Modellierung des Terrains, in dem es sich bewegt, erfolgen hochgradig digital und simulationsbasiert. Damit ist man bei CADFEM bestens vertraut – genauso wie mit einem der realen Testfelder: Grafing, die Heimat von CADFEM, diente dazu bereits in einem vorhergegangenen Forschungsprojekt.

## DAS CADFEM GROUP KONZEPT

Das modulare Konzept von CADFEM basiert auf der eigenen Kernkompetenz, der Simulation.

- Die genauen digitalen Modelle von Fahrzeug, Infrastruktur und Verhalten sorgen für hohe Präzision und Flexibilität, mit positiven Effekten auf Wirtschaftlichkeit, Skalierbarkeit und Sicherheit bis hin zur Homologation, d.h. den formellen Genehmigungs- und Zulassungsprozess von Fahrzeugen zur Nutzung unter bestimmten Bedingungen.



- Das intelligente Fahrzeug, die virtuelle Umgebung und die für die Autonomie notwendige Software können als Gesamtsystem oder als einzelne Bausteine (Beispiel NeMo.bil) bereitgestellt werden.
- Die digitale Entwicklung führt zu Zeit- und damit Kostenvorteilen. Sie ermöglicht eine effiziente Skalierung der automatisierten Transportlösung. Das INYO CAB ist insbesondere für Transportaufgaben der ersten/letzten Meile ausgelegt wie:
  - Kommunen (z.B. flexible Anbindung an den bestehen ÖPNV).
  - Weitläufige Gebiete (z.B. Industrieareale, Ressorts, Stadtquartiere)
  - Einrichtungen für Menschen mit Mobilitätseinschränkungen (z.B. Altersheime, Krankenhäuser)

## DAS SHUTTLE: INYO, CADFEM GERMANY, TH AUGSBURG

Wie im Automobilbau üblich erfolgt der komplette Entwicklungsprozess des INYO CAB anhand eines präzisen virtuellen Datenmodells. CADFEM sorgt mit Ansys-Simulationen dafür, dass das reale CAB effizient, funktional und sicher ist. Optimiert werden u.a. die Aerodynamik und das Gewicht („der Körper“) sowie die Sensorik („die Sinne“). Um die Steuerung („das Gehirn“) des CABs kümmern sich Spezialisten wie das Institut für Elektrotechnik der Technischen Hochschule in Augsburg.

## DER STRASSENRAUM: VIRTUAL CITY SYSTEMS, 3D MAPPING, AVES REALITY

Das digitale 3D-Stadtmodell, in dem sich das Shuttle bewegt, wird von Virtual City Systems erzeugt. Zum realitätsgetreuen virtuellen Abbild des Aktionsraums wird es durch die Berücksichtigung der Eigenheiten des Fahruntergrunds, wie dessen Material oder vorhandene Senken. Diese Daten misst und liefert 3D-Mapping. Darüber hinaus kann die Umgebung (Gebäude, Bäume) über die Software von AVES Reality mittels Satellitendaten und KI dargestellt werden.

## SIMULATIONSPROZESS UND -DATEN-MANAGEMENT: ANSYS MINERVA

Sämtliche Informationen fließen in das zentrale Datenmanagement-System Ansys Minerva, wo sie als „Single Source of Truth“ strukturiert, aufbereitet, integriert, ausgewertet und bidirektional ausgetauscht werden.

## DER SCHRITT IN DIE AUTONOMIE

Fahrzeug und Umgebung haben jetzt genaue und miteinander interagierende digitale Entwicklungsmodelle. Wie wird nun Autonomie erreicht, u.a. die Reaktionsfähigkeit auf ungeplante Situationen? Das Kraftfahrzeugbundesamt setzt hier auf

die fünf von der SAE definierten Levels: Das INYO CAB agiert derzeit mit mit SAE Level 4 (d.h. ein Sicherheitsfahrer kann immer noch eingreifen). Der Weg zu Level 4 ohne Sicherheitsfahrer bzw. Level 5 (vollautomatisiertes Fahren) führt über das Anlernen des „Gehirns“, des AD-Stacks der Hochschule Augsburg. Damit wird das Fahrzeug trainiert, um auf alle denkbaren Szenarien außerhalb der Norm adäquat zu reagieren.

Dies sind typische Verkehrssituationen, wie das plötzliche Erscheinen von z.B. Fußgängern, Tieren, Radfahrern oder Hindernissen. Weil es hier jeweils um viele Kombinationen und Varianten geht, ist es unmöglich, alles über reale Testfahrten zu erfassen. Im virtuellen Testfeld gibt es keine Limits, so dass mit speziellen Tools alle Szenarien in verschiedenen Konstellationen abgebildet, analysiert und hinterlegt werden können. Mit jeder Information wird das System besser in die Lage versetzt, in immer mehr Verkehrssituationen zuverlässig und sicher zu reagieren – bis zum Ziel: Ein automatisiertes Fahrzeug, das uns komfortabel und bezahlbar ans Ziel bringt.



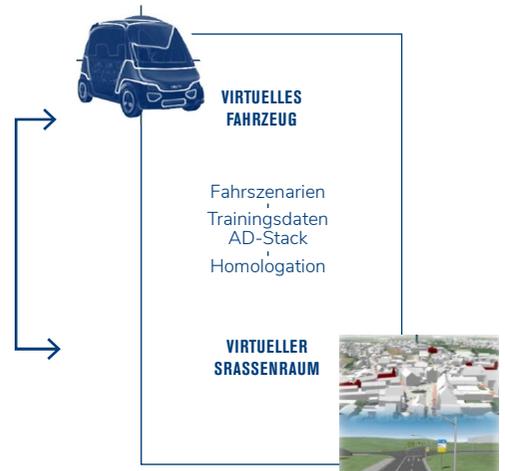
DATA PROVIDER



DATABASE



ENVIRONMENT SIMULATION



APPLICATION

## MEHR ZUM THEMA

Konzept, Partner, Projekte und Events  
[CADFEM.NET/AUTONOM](http://CADFEM.NET/AUTONOM)



# KONTAKT

## CADFEM Germany GmbH

Am Schammacher Feld 37  
85567 Grafing b. München  
Deutschland  
+49 (0)80 92 70 05 46  
info@cadfem.de

## CADFEM (Austria) GmbH

Wagenseilgasse 14  
1120 Wien  
Österreich  
+43 (0)1 587 70 73  
info@cadfem.at

## CADFEM (Suisse) AG

Wittenwiler Str. 25  
8355 Aadorf  
Schweiz  
+41 (0)52 368 01 01  
info@cadfem.ch

## CADFEM France SAS

148 Avenue Jean Jaurès  
69007 Lyon  
Frankreich  
+33 (0)437 29 21 19  
contact@cadfem.fr

## CADFEM UK CAE Ltd.

Airport House Business Centre  
Purley Way  
Croydon, Surrey, CR0 0XZ  
Großbritannien  
+44 (0)208 256 06 30  
info@cadfem.co.uk

## CADFEM Ireland Ltd.

18 Windsor Place  
Dublin 2, D02 PW74  
Irland  
+353 (0)16 522 73 0  
info@cadfem.ie

**CADFEM in Deutschland,  
Österreich, der Schweiz,  
Frankreich, Großbritannien  
und Irland sind Unternehmen  
der CADFEM Group.**

## CADFEM International GmbH

Am Schammacher Feld 37  
85567 Grafing b. München  
Deutschland  
+49 (0)80 92 70 05 97  
info@cadfem-international.com



[CADFEM.NET](https://www.cadfem.net)



[CADFEM.NET/NEWSLETTER](https://www.cadfem.net/newsletter)



[LINKEDIN.COM](https://www.linkedin.com/company/cadfem)