

# Fraunhofer-Forschung Made in Sweden



Vor 18 Jahren gründete die Fraunhofer-Gesellschaft in Göteborg erstmals ein Forschungszentrum im europäischen Ausland. Mittlerweile ist Schweden zu einem wichtigen Partnerland für die angewandte Forschung geworden: Fraunhofer-Teams entwickeln an zwei Standorten praktische Lösungen für schwedische und deutsche Unternehmen, unter ihnen führende Hersteller von PKW und Nutzfahrzeugen.

Text: Monika Weiner

Flanieren am Hafen? Kaffeetrinken in der Altstadt? Besichtigung des Windjammers Viking? Eigentlich gehört all das zwingend zu einem Besuch in Göteborg. »Ich nehme mir das auch jedes Mal vor, wenn ich hinfliege«, beteuert Prof. Dieter Prätzel-Wolters. »Aber dann fahre ich doch wieder nur vom Flughafen zum Campus der Chalmers Universität und wieder zurück. Die Zeit vergeht einfach immer viel zu schnell.« Mindestens dreimal im Jahr fliegt der Leiter des Fraunhofer-Instituts für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM in die schwedische Hafen-

stadt. Dort befindet sich, auf dem Gelände der Chalmers Universität, das Fraunhofer-Chalmers Research Centre for Industrial Mathematics FCC. Das Forschungszentrum wurde 2001 als erste Fraunhofer-Tochter im europäischen Ausland gegründet. Seither reisen nicht nur der Institutsleiter, sondern auch Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des ITWM regelmäßig für Projektbesprechungen und Forschungsaufenthalte nach Göteborg. Im Gegenzug kommen die schwedischen Kolleginnen und Kollegen nach Kaiserslautern. Wenn sich die Forscherinnen

und Forscher treffen, kreisen die Gespräche immer um ein zentrales Thema: Wie kann man mit mathematischen Methoden industrielle Produkte, Prozesse und Arbeitsabläufe verbessern? Patentrezepte gibt es da nicht. Ein Kunde aus der Papierindustrie braucht andere Lösungen als ein Hersteller von Baumaschinen. »Doch dank des sehr breiten Know-how-Spektrums der deutschen und schwedischen Teams können wir für unsere mittlerweile 200 Kunden maßgeschneiderte Lösungen erarbeiten«, betont der Leiter des schwedischen Centre Johan Carlsson

Fraunhofer-Forscherinnen und -Forscher reisen häufig nach Göteborg zu ihren langjährigen Kooperationspartnern. © 123rf

## 18 Jahre gemeinsame Forschung

Die Erfolgsgeschichte des Fraunhofer-Chalmers Research Centre begann mit einem Treffen der Mathematiker Prof. Helmut Neunzert, ehemaliger Leiter des ITWM, und Dr. Uno Nävert, damals Leiter des schwedischen Institutet för Tillämpad Matematik ITM. Beide Forscher waren begeistert von der Idee, das Know-how ihrer Institute für gemeinsame Forschungsprojekte zu nutzen und damit auf dem schwedischen und deutschen Markt zu akquirieren. Eine Herausforderung: Während in Deutschland viele kleine und mittelständische Unternehmen Forschungsaufträge vergeben, dominieren in Schweden große Unternehmen wie beispielsweise Volvo, ABB und Tetra Pack.

Im Jahr 2001 war es dann so weit: Unter Einbeziehung der Universität Chalmers wurde in Göteborg das Fraunhofer-Chalmers Research Centre gegründet. Eine Stiftung, an der Fraunhofer und Chalmers als gleichberechtigte Partner beteiligt sind, sorgte von Anfang an für die nötige Grundfinanzierung. Zu Beginn hatte das Centre vier Mitarbeiter, einer von ihnen war Johan Carlson, der das FCC mittlerweile leitet. Heute sind es 70. Das Centre hat ein Budget von sechs Millionen Euro – 40 Prozent davon stammen aus Industrienaufträgen.



Das Fraunhofer-Chalmers Research Centre wurde 2001 in Göteborg gegründet.  
© alamy



PhD. Die Mathematikerinnen und Mathematiker in Göteborg sind Spezialisten für Multiphysik-Simulation, Geometrie, Modellierung biologischer Systeme, Data Mining und Softwareentwicklung. Die ITWM-Forscherinnen und Forscher bringen jahrzehntelange Erfahrungen mit im Materialdesign, in High Performance Computing, in der Strömungs- und Fahrzeugsimulation sowie der Optimierung von Produkten und Prozessen.

Die Kooperation mit Schweden ist dabei nicht nur für Mathematiker interessant. Seit zwei Jahren arbeiten das Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU in Chemnitz sowie das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT in Aachen eng mit schwedischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der Königlichen Technischen Hochschule KTH sowie der Forschungsorganisation RISE zusammen. Gemeinsam haben die Teams das »Powertrain Manufacturing for Heavy Vehicles Application Lab«, kurz PMH, in

Stockholm aufgebaut. »Die Idee, zusammen mit Fraunhofer ein anwendungsnahes Forschungs- und Entwicklungslabor für Produktionstechniken zu eröffnen, kam von den Nutzfahrzeugherstellern Scania und Volvo sowie dem Werkzeughersteller Sandvik«, erinnert sich Prof. Thomas Bergs vom Fraunhofer IPT. Nach einem Standort musste man nicht lange suchen: »Der Campus der KTH in Stockholm bietet alle technischen Möglichkeiten, es gibt hochmotivierten Nachwuchs, und die Industriekunden befinden sich in unmittelbarer Nähe«, schwärmt Dr. Jannik Henser, der das PMH aufgebaut hat und leitet.

### Gemeinsame Interessen

Tatsächlich sind sowohl die schwedische Hauptstadt Stockholm als auch die zweitgrößte Stadt Göteborg Top-Adressen für angewandte Forschung. Hier haben die großen Unternehmen ihren Sitz – das skandinavische Land ist unter anderem führend in der Herstellung von Autos

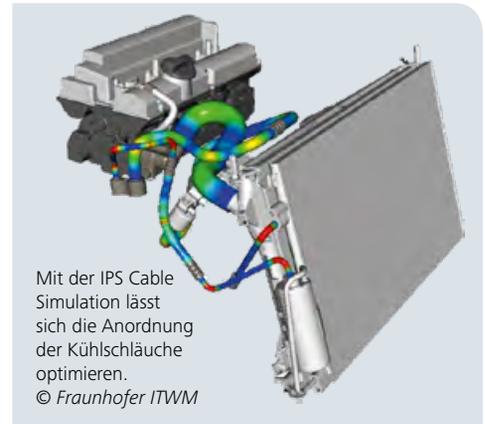
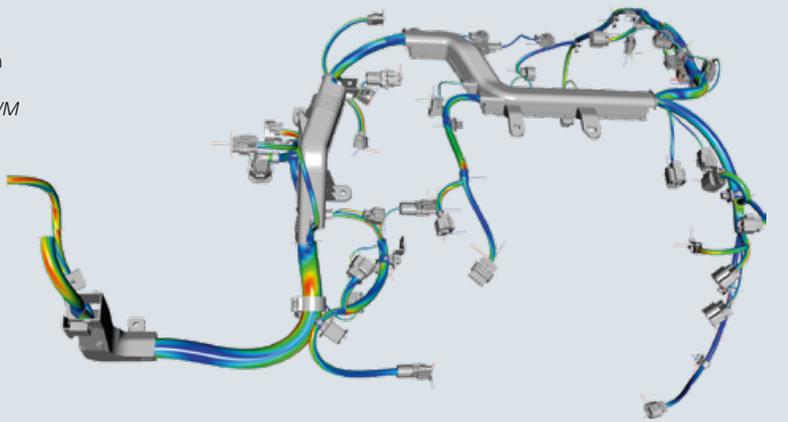
in Stockholm erarbeiten schwedische und deutsche Teams das Know-how für die Fahrzeugindustrie 4.0. © iStock

und Nutzfahrzeugen sowie in der Holz- und Papierverarbeitung. Für die Fraunhofer-Teams bedeutet das: kurze Wege zum Kunden und eine Vielzahl potenzieller Kooperationen. Schwerpunkt der Forschung ist dabei der Fahrzeugbau. Dieser ist nicht nur für Schweden einer der wichtigsten Wirtschaftszweige, sondern auch für Deutschland. Von gemeinsamen Projekten können daher beide Länder profitieren.

### Zuverlässiges Design, smart verlegte Kabel

So erarbeiteten die Forscherinnen und Forscher am Fraunhofer-Chalmers Research Centre zusammen mit dem ITWM und sechs europäischen LKW-Herstellern – DAF, Daimler, IVECO, MAN, Scania und Volvo – ein Handbuch für robustes

Die Verlegung von Kabelbäumen in der Simulation.  
© Fraunhofer ITWM



Mit der IPS Cable Simulation lässt sich die Anordnung der Kühlschläuche optimieren.  
© Fraunhofer ITWM

und zuverlässiges Fahrzeugdesign. Der »Guide to Load Analysis for Durability in Vehicle Engineering« erschien 2013 und bildet die Grundlage für neue Entwicklungen im Nutzfahrzeugbau.

Ein Simulationsprogramm zur Auslegung und virtuellen Absicherung von Schläuchen, Kabeln und Kabelbäumen, das Mathematiker-Teams in Göteborg und Kaiserslautern gemeinsam entwickelt haben, hilft Fahrzeugbauern Zeit und Kosten zu sparen. Mit der »IPS Cable Simulation Software« lässt sich schon während der Designphase herausfinden, ob die Materialien den Anforderungen der Praxis standhalten. Keine triviale Aufgabe: Bis zu drei Kilometer Kabel sind in einem durchschnittlichen PKW verbaut. Bei einem Hybridfahrzeug können es noch ein paar Kilometer mehr sein. »Während eines Fahrzeuglebens müssen diese Kabel nicht nur Hitze, Kälte und Vibrationen, sondern auch mechanischen Belastungen standhalten.« Die Software kann nicht nur all diese Faktoren simulieren, sondern auch in Echtzeit darstellen«, erläutert Centre-Leiter Carlson. »Der Anwender sieht das Ergebnis seiner Eingaben sofort auf dem Bildschirm.« 80 Unternehmen in Europa, Asien und USA nutzen das Programm bereits. Vermarktet wird die Cable Simulation-Software durch ein Spin-off des Göteborger Centres, die 2012 gegründete IPS Industrial Path Solutions Sweden AB sowie durch die fleXstructures GmbH in Kaiserslautern, eine Ausgründung des ITWM. Auf der Hannover Messe 2017 wurde fleXstructures mit dem Robotics Award ausgezeichnet, kurz darauf erhielt das Unternehmen den Pfalz-Zukunftspreis.

### Schlaue Lackierroboter

Derzeit arbeitet das Fraunhofer-Team in Göteborg an einer vollautomatischen Lackierzelle. »Mit dem Projekt SelfPaint wollen wir den Ferti-

gungsprozess im Fahrzeugbau beschleunigen«, erläutert Carlson. Derzeit komme es bei der Produktion immer wieder zu Verzögerungen, wenn eine Lackiereinheit auf ein neues Modell und damit neue Geometrien umgerüstet werden müsse. Zusammen mit den Forscherinnen und Forschern vom ITWM und vom Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA haben die schwedischen Mathematikerinnen und Mathematiker jetzt den Prototypen einer schnellen und flexiblen Lackierzelle entwickelt: Eine Simulationssoftware berechnet vorab den gesamten Beschichtungsprozess. Läuft das zu lackierende Teil dann vom Band, wird es von 3D-Scannern exakt vermessen.

Mithilfe dieser Daten lassen sich die Roboter so steuern, dass die Farbschichten überall gleichmäßig und in der gewünschten Dicke aufgetragen werden. Während des Lackiervorgangs lässt sich dann mit Terahertz-Strahlen berührungslos ermitteln, ob die Lackierung den Vorgaben entspricht. Bei Abweichungen können intelligente Algorithmen nachsteuern. Das Konzept der vollautomatischen Lackierung wollen Carlson und sein Team zusammen mit Experten aus anderen Fraunhofer-Instituten jetzt auch an die Bedürfnisse kleiner und mittlerer Unternehmen, die Einzelteile herstellen, anpassen.

### Vernetzte Maschinen

In Zukunft sollen digitale Technologien helfen, die Produktion schneller und flexibler zu machen. Im Stockholmer »Powertrain Manufacturing for Heavy Vehicles Application Lab« erarbeitet ein schwedisch-deutsches Team jetzt das Know-how für die Fahrzeugindustrie 4.0. »Oberstes Ziel ist es, die Flexibilität in der Produktion sowie die Auslastung der Maschinen zu steigern«, erklärt Bergs. Um herauszufinden,

wie sich dies in der Praxis erreichen lässt, wurde in Stockholm eine einzigartige Versuchsumgebung geschaffen: Das »Swedish-German Testbed for Smart Production« umfasst drei Standorte – Stockholm, Aachen und Chemnitz. An allen Standorten stehen Produktionseinheiten, die miteinander vernetzt sind und miteinander kommunizieren. In einem der laufenden Projekte werden Zahnräder für LKW-Getriebe gefertigt. Während dies passiert, tauschen die Maschinen Daten aus und lernen voneinander. Beispielsweise, welche Zerspantechnologie die optimale ist, wie oft die Werkzeuge ausgetauscht werden müssen und wie die Auslastung der verschiedenen Maschinen verbessert werden kann. Ein eigens entwickelter Nachrichtendienst, eine Art Twitter für Maschinen, hilft dabei, die Daten drahtlos und in Echtzeit zu übertragen. Das schwedische Unternehmen Ericsson steuert hierfür die 5G-Mobilfunktechnologie bei.

### Digitale Zwillinge

Noch um einiges komplexer ist ein Industrie-4.0-Forschungsprojekt, bei dem an den zwei deutschen Standorten verschiedene Motor- und Getriebeteile für den Antriebsstrang gefertigt und in Stockholm weiterverarbeitet werden. Alle Informationen über die Art der Bearbeitung, die Festigkeit, die Geometrie und die Belastbarkeit, die während der Produktion anfallen, werden dabei in einer Datenbank gesammelt. So entsteht, zeitgleich mit dem realen Werkstück, ein digitaler Zwilling. »Dieser sorgt dafür, dass Daten über die gesamte Zuliefer- und Produktionskette hinweg auch standortübergreifend verfügbar sind und genutzt werden können, um die Bearbeitung zu optimieren«, erläutert Bergs. Auf der Hannover Messe 2019, bei der Schweden Partnerland ist, werden die Forscher erste Anwendungen präsentieren. ■

Modellierung kann die Belastung des Menschen am Arbeitsplatz senken. Hier ist die Simulation mit der Software IPS IMMA zu sehen. © Industrial Path Solutions Sweden AB



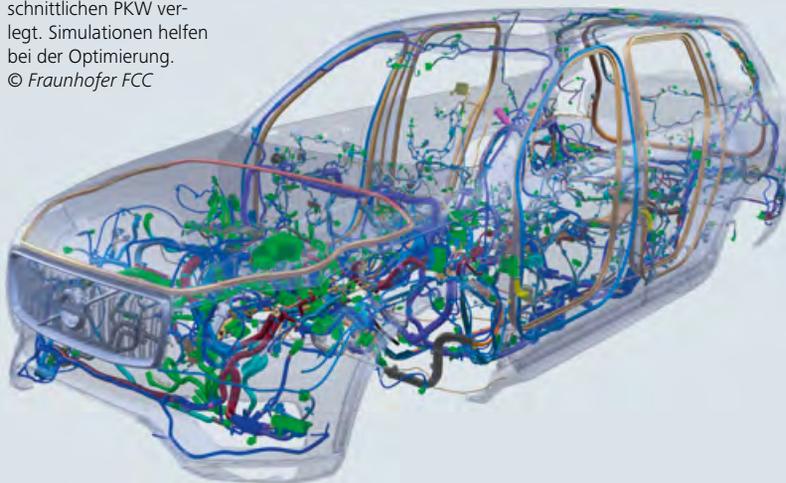
### Das Fraunhofer-Chalmers Research Centre: Mathematik für die Praxis

Mathematische Modelle können das Leben leichter machen: In einem Projekt zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen im Automobil- und Nutzfahrzeugbau entwickelten Forschende in Göteborg zusammen mit Expertinnen und Experten aus fünf verschiedenen Fraunhofer-Instituten ein digitales Modell des Menschen. Mit diesem lassen sich Bewegungsabläufe der Arbeiterinnen und Arbeiter darstellen, die Maschinen bedienen. Dank des Modells können jetzt Produktionsanlagen so geplant werden, dass der Mensch am Arbeitsplatz weniger gesundheitsschädigenden Belastungen ausgesetzt ist.

Mit Simulationen lassen sich Verpackungen optimieren. Für die schwedische Papierindustrie wurde ein Computermodell erarbeitet, das zeigt, wie die Auswahl von Zellstoff und Herstellungsverfahren die Qualität von Verpackungen für Flüssigkeiten beeinflusst. Die Software macht die Mikrostruktur des Papiers sichtbar und erlaubt die Modellierung der mechanischen Eigenschaften – beispielsweise der Dicke, der Härte und der Falbarkeit.

Mathematik hilft auch beim Bau: Im Projekt DigiRoad – »Simulation and Visualization of Road Construction« – entwickelten die Forscherinnen und Forscher zusammen mit dem Bau- und Immobilienkonzern NCC AB ein Computermodell, mit dem sich beispielsweise die Stabilität einer Schotteraufschüttung voraussagen lässt. Die Simulation berücksichtigt unter anderem die Größe der Steine, ihre Verteilung und Verdichtung. So lässt sich kosteneffizient eine hohe Qualität im Straßenbau erzielen und gleichzeitig der Wartungsaufwand reduzieren.

Mehrere Kilometer Kabel werden in einem durchschnittlichen PKW verlegt. Simulationen helfen bei der Optimierung.  
© Fraunhofer FCC



Das PMH Application Lab in Stockholm entwickelt Fertigungstechnologien für den Antriebsstrang von Nutzfahrzeugen.  
© Volvo Trucks Corporation

