

1995

Wissen  
schafft

Wert

2020



Wissen  
*schafft*

Wert

seit 25 Jahren

 Bundesministerium  
Digitalisierung und  
Wirtschaftsstandort

CD-Labors und JR-Zentren sind Förderprogramme  
des Bundesministeriums für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort

**FT3 NATIONALSTIFTUNG**  
FORSCHUNG | TECHNOLOGIE | ENTWICKLUNG

Die öffentliche Förderung erfolgt auch durch die Österreichische Nationalstiftung  
für Forschung, Technologie und Entwicklung

Festschrift zum 25-jährigen Jubiläum der  
Christian Doppler Forschungsgesellschaft

Christian Doppler  
Forschungsgesellschaft 

# Wissen schafft Wert – seit 25 Jahren

Exzellente anwendungsorientierte Grundlagenforschung, Innovation und ein starker Standort Österreich: Seit 1995 ermöglicht die Christian Doppler Forschungsgesellschaft intensive Forschungsk Kooperationen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Fast 240 Forschungseinheiten und die daran beteiligten Unternehmen haben seither von dem stabilen Rahmen profitiert, den die CDG für diese Werte schaffende Zusammenarbeit bereitstellt: Qualitätssicherung durch ein international anerkanntes Evaluierungsmodell, Flexibilität der Forschung und Sicherheit für alle Beteiligten durch einen klaren Rechtsrahmen.

Heute bildet die CDG einen wichtigen und erfolgreichen Bestandteil der österreichischen Forschungslandschaft. Denn langfristig angelegte Kooperationen von Wirtschaft und Wissenschaft bilden die Basis für Innovationsführerschaft. Die Forschungseinheiten der CDG erreichen internationale Höchstwerte bei gemeinsamen Publikationen von Wissenschaft und Wirtschaft sowie bei der Patentrelevanz der Publikationen. Darüber hinaus werden die Publikationen der CD-Labors und JR-Zentren außerordentlich häufig zitiert (Details siehe Seite 15. Quelle: Elsevier SciVal 2019).

## VORWORT

# Standortsicherheit und Innovation: Wie Wissen Werte schafft



Gerade in Zeiten der Krise – wie jetzt während der Corona-Pandemie – sehen wir, wie sehr unsere Gesellschaft sich auf Wissenschaft und Innovation stützt. Wir können auf die Innovationskraft unserer Unternehmen vertrauen und auf das Wissen und Können unserer Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bauen. Gut, dass beides in Österreich eine solide Basis hat.

Die Christian Doppler Forschungsgesellschaft leistet dazu einen wichtigen Beitrag. Denn sie fördert genau diese beiden Säulen unseres Landes: Wissenschaftliche Forschung höchster Qualität und innovative Unternehmen. Die CDG hat früh erkannt, dass radikale Innovationen nicht ohne vertiefte Weiterentwicklung der wissenschaftlichen Grundlagen gelingen können und dass umgekehrt Grundlagenforschung sehr wohl auch von herausfordernden Problemstellungen von Unternehmen getrieben werden kann. In der CDG ist es seit 1995 gelungen, mit den Christian Doppler Labors und später den Josef Ressel Zentren besondere Kooperationsformen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft zu entwickeln, in denen Unternehmen, Wissenschaft und die öffentliche Hand als gleichberechtigte Partner an einem gemeinsamen Ziel arbeiten. Heute ist die CDG aus dem österreichischen Innovationssystem nicht mehr wegzudenken, sie ist unser Leuchtturmprojekt für standortrelevante Forschung. Ein fein austariertes Fördermodell balanciert die Interessen von Wissenschaft und Wirtschaft aus, und bringt Vorteile für alle Beteiligten im Interesse des Wirtschafts- und Wissenschaftsstandorts Österreich.

Die bewusste Entscheidung, in diesem Kooperationsmodell auf thematische Vorgaben zu verzichten und themenoffen allen Forschungsfragen, für deren Lösung Unternehmen einen Bedarf haben, eine Chance auf Lösung zu geben, hat sich in jeder Hinsicht bewährt – das belegen zahlreiche Erfolgsgeschichten auf unternehmerischer wie auch auf der Forschungsseite.

Heute zeigt sich, dass dieses Bottom-Up-Prinzip dazu geführt hat, dass Zukunftsthemen frühzeitig aufgegriffen wurden. Zu den traditionellen Feldern wie Materialforschung und mathematische Simulation sind bald Forschungsfragen der Digitalisierung, Life Sciences und der Medizin hinzugekommen. Die Forschung ist damit nicht nur exzellent, sondern auch am Puls der Zeit. Christian Doppler Labors und Josef Ressel Zentren bringen den Fortschritt voran und stärken die Resilienz unserer Unternehmen und unserer Gesellschaft gleichermaßen.

Ich möchte der Christian Doppler Forschungsgesellschaft daher herzlich für 25 Jahre unermüdlicher Arbeit danken. Viele kompetente und zuversichtliche Menschen haben an eine große Idee geglaubt, und sich mit Wissen, Engagement und Begeisterung an ihre Verwirklichung gemacht. Aus der großen Idee ist ein großer Erfolg geworden, von dem wir alle profitieren, und der mit seiner Innovationskraft in die Zukunft weist.

**Dr. Margarete Schramböck**  
Bundesministerin für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort

# Vor 25 Jahren

„Forschung ist Sauerstoff für die Gesellschaft.“

Der Beginn war tastend, aber wir hatten von Anfang an ein klares Ziel: Wir wollten das volle Potential der wissenschaftlichen Forschung für außerwissenschaftliche (insbesondere wirtschaftliche und gesamtgesellschaftliche) Fragestellungen heben, also jenes Potential, das sich nicht erschöpft in der Anwendung bekannten Wissens auf praktische Probleme („Anwendungsforschung“) sondern erwächst aus unermüdlicher Erkenntnissuche und damit zu einer Triebkraft für die Dynamik der Gesellschaft wird. Und wir waren überzeugt, dass es dabei schwerpunktmäßig um grundlagennahe Forschung gehen muss, d. h. um die Erarbeitung der Wissens-Grundlagen für Phänomene und Fragestellungen der Praxis. Denn solche Forschung generiert in der Regel besonders großen Erkenntnisgewinn und eröffnet ein besonders reichhaltiges Spektrum von Anwendungschancen.

Das Christian Doppler Modell (realisiert zuerst in den CD-Labors, später auch in JR-Zentren) wurde entwickelt, um diese spezifische Art des Wissenschaftstreibens primär für die Interessen und Fragestellungen von Unternehmen fruchtbar zu machen. Diese Absicht umzusetzen war nicht ganz einfach – angesichts der inhärenten Bedingungen solcher Forschung (ihrer partiellen Unplanbarkeit, der Unvorhersagbarkeit der Ergebnisse, der nötigen Langfristigkeit etc.) und angesichts der beschränkten finanziellen Spielräume der Firmen (aber auch des Staates). Die eigentliche Herausforderung bestand und besteht wohl darin, jene Themen und wissenschaftlichen Problemfelder zu identifizieren, wo der Abstand zwischen dem Umsetzungsziel einerseits und dem Stand des (Grundlagen-)Wissens andererseits nicht zu groß ist. Für die Lösung dieser Aufgabe im Einzelfall bedarf es unabdingbar der Erfahrung der Unternehmen, insbesondere der strategischen Weitsicht und des Sachverstands der IndustrieforscherInnen. Daher bildet die selbstorganisierte Kooperation von Wissenschaft, Unternehmen und der (ordnenden und mitfinanzierenden) öffentlichen Hand das konzeptive Fundament des CD-Modells.



Univ.Prof. Dr.  
**Reinhart Kögerler**  
Präsident der CDG  
von 1995 bis 2019

Wenn man heute – nach fünfundzwanzig Jahren der aufbauenden Entwicklung – bedenkt, wieviel spannende, zum Teil völlig neue Forschungsthemen in den (bisher fast 250) Forschungseinrichtungen erschlossen wurden, und wie sehr die Forschungsk Kooperationen die beteiligten Unternehmen in ihrem internationalen Standing vorangebracht haben; und wenn man das außerordentliche Engagement aller Partner, etwa manifestiert im Niveau der Diskussionen in Senat und Kuratorium, in Betracht zieht, dann darf man hoffen, dass hier ein guter Grund gelegt worden ist.

Ich persönlich bin überzeugt – und angesichts der heute erkennbaren globalen Ratlosigkeit gegenüber den aufbrechenden Problemen (Klimaentwicklung, Pandemien, Labilität der Finanzsysteme, ...) noch mehr – dass solche Forschungsk Kooperationen mutatis mutandis auch ausgedehnt werden sollten auf jene Probleme, die die Gesellschaft als Ganzes betreffen.

Dann wird noch deutlicher werden, wie sehr gute Forschung Sauerstoff, also Energielieferant, für eine moderne Gesellschaft ist.

# In 25 Jahren

„Wenn es die CDG nicht gäbe, müsste man sie erfinden.“

Diesen oder ähnliche Sätze habe ich in den vergangenen Jahren immer wieder von Stakeholdern aus Akademia und Wirtschaft gehört.

Die CDG hat sich in den letzten 25 Jahren einen festen Platz im Chor der Forschungsförderungsorganisationen in Österreich erarbeitet. Dafür und für die Positionierung als internationales Best Practice Modell sei hier meinem Vorgänger, Prof. Reinhart Kögerler und seinem gesamten Führungsteam gedankt. Heute gehört es für innovative Unternehmen zur fixen Strategie, als Mitglieder der CDG das Modell der Christian Doppler Labors und Josef Ressel Zentren zu nutzen und weiterzuentwickeln. Gerade diese gemeinsamen Anstrengungen von Universitäten, Fachhochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen und der Wirtschaft, das CD-Modell zu optimieren, haben zu dem großen Erfolg geführt, den wir heute in dieser Festschrift mit Zahlen und Fakten dokumentieren. Die auf Seite 15 dargestellte Benchmarkgrafik fasst die Stärken der CDG im Sinne der anwendungsorientierten Grundlagenforschung in einem Bild zusammen: hoher Impact der Grundlagenforschung, sehr hohe Anteile von gemeinsamen Publikationen der Unternehmens- und HochschulwissenschaftlerInnen, sowie herausragende Performance in der Innovation, gemessen an den Zitierungen von Publikationen der CDL und JRZ in Patenten.



Univ.Prof. DI Dr.  
**Dr.h.c.mult.**  
**Martin H. Gerzabek**  
Präsident  
der Christian Doppler  
Forschungsgesellschaft

Ich bin der Überzeugung, dass genau diese Leistungsparameter in die Zukunft der CDG weisen und mit den strategischen Zielen der Stakeholder und der Shareholder harmonisieren. Die CDG ist mit 25 Jahren erwachsen geworden, sie ist aber noch nicht ausgewachsen. Es steht für die Gremien der CDG außer Frage, dass eine Weiterentwicklung der CDG für die Sicherung des Wirtschaftsstandortes Österreich und zur Positionierung Österreichs als internationaler Innovation Leader unbedingt notwendig ist. Gerade in Zeiten von Krisen wie Covid-19 und vor allem danach zeigt sich die Bedeutung exzellenter Forschungseinheiten und innovativer Firmen.

Die CDG wird sich in 25 Jahren in der Zahl der Labors und Zentren zumindest verdoppelt haben, das Kooperationsmodell wird sich weiter an die Rahmenbedingungen angepasst haben und neue Förderschienen werden sich dazugesellen. Der heuer erstmalig vergebene CDG-Preis für Forschung und Innovation wird sich in seiner Einzigartigkeit eine feste, renommierte Position in der Scientific Community in Österreich erobern haben.

„Wenn es die CDG nicht gäbe, müsste man sie erfinden“. Dieses Motto gilt damals wie heute und für die Zukunft! Ad multos annos!

# Ein Gewinn für alle

„Christian Doppler Labors sind so viel mehr als nur ein weiteres Förderprogramm: Sie formen intensiv und fokussiert arbeitende Forschungsgruppen, feiern Erfolge mit ihrer Scientific Community und transferieren durch die enge Zusammenarbeit mit den Partnerunternehmen Wissen und Know-how in Gesellschaft und Wirtschaft. Im Namen des österreichischen Wissenschaftssystems möchte ich der CDG meinen herzlichen Dank für Stabilität, Kontinuität und Ermöglichung von kooperativer Spitzenforschung aussprechen.“

**o.Univ.Prof. DI Dr.techn. Sabine Seidler**  
Vorsitzende der Österreichischen Universitätskonferenz und  
Rektorin der Technischen Universität Wien

„Fachhochschulen haben in der Forschung viel zu bieten. Sie verfügen über Expertise und hochqualifizierte Forschende, von der Unternehmen, Forschungspartner und Studierende profitieren. Mit ihren Josef Ressel Zentren trägt die Christian Doppler Forschungsgesellschaft bei, dieses Potential zu heben. Sie macht längerfristige Forschung an Fachhochschulen ebenso möglich wie den Aufbau von Forschungsgruppen und die Etablierung neuer Forschungsfelder. Schon nach acht Jahren zeigt sich, wie sehr alle Partner und der Forschungsstandort von der Initiative der CDG profitieren.“

**Mag. Raimund Ribitsch**  
Präsident der Österreichischen Fachhochschul-Konferenz  
und Geschäftsführer der FH Salzburg

„Sowohl in der Wissenschaft als auch in der Wirtschaft gilt es als Auszeichnung, ein CD-Labor oder ein JR-Zentrum leiten zu dürfen. Die Labor- und ZentrumsleiterInnen sind zu Recht darauf stolz, unserem strengen Evaluierungsverfahren standzuhalten. Und wir sind stolz auf ‚unsere‘ WissenschaftlerInnen, auf ihr internationales Renommee, ihre zahlreichen hochrangigen Publikationen und ihre Expertise in zahlreichen gesellschaftlich relevanten Fragen. Die CDG, das sind auch die vielen herausragenden Persönlichkeiten aus Wissenschaft und Wirtschaft, die seit 25 Jahren miteinander diskutieren, oft miteinander ringen, und gemeinsam etwas Großartiges geschaffen haben. Danke an alle, die dazu beigetragen haben!“

**em.o.Univ.Prof. DI Dr. Dr.h.c. Hans Irschik**  
Vorsitzender des Senats der CDG

„Neues Wissen schafft nachhaltige Wettbewerbsvorteile: Durch die Kooperation mit Universitäten und Fachhochschulen investieren Unternehmen nicht nur in ihre eigene Zukunft, sondern auch in die der Gesellschaft. Die CDG trägt mit ihrem unermüdlichen Einsatz seit 25 Jahren dazu bei, dass österreichische Unternehmen in puncto Innovation international vorne mit dabei sind.“

**Philipp von Lattorff**  
Strategischer Beirat der CDG, Vorsitzender des Bereichs Forschung,  
Technologie und Innovation in der Industriellenvereinigung Wien,  
Geschäftsführer Boehringer Ingelheim RCV GmbH & Co KG

„Die Christian Doppler Forschungsgesellschaft hat es früh geschafft, Wissenschaft und Wirtschaft an einen Tisch zu bringen. Eine einzigartige Kommunikationskultur schuf gegenseitiges Verständnis, und dieses war die Basis für den optimalen Rahmen, den die CDG nun für die Kooperation von Wissenschaft und Wirtschaft zum Wohle aller bieten kann. Seit 25 Jahren hat die CDG auf diese Weise vieles möglich gemacht, das davor undenkbar schien – und genau das wollen und werden wir auch in Zukunft tun.“

**Dr. Franz Androsch**  
Leiter der Konzernforschung der voestalpine AG und  
erster Vizepräsident der CDG

„Exzellente, standortrelevante Forschung, die sich am Bedarf der beteiligten Unternehmen orientiert, schafft die Arbeitsplätze von morgen. Seit 25 Jahren gelingt es der Christian Doppler Forschungsgesellschaft mit ihrem fein austarierten Modell, Wirtschaft und Wissenschaft in Österreich gleichermaßen voran zu bringen. Das Wissen und die Expertise aus Christian Doppler Labors und Josef Ressel Zentren tragen wesentlich zum Aufbau von Wertschöpfungsketten für den Standort Österreich bei.“

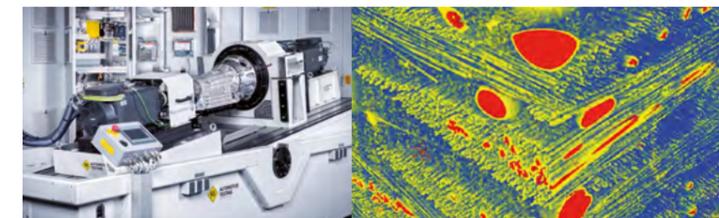
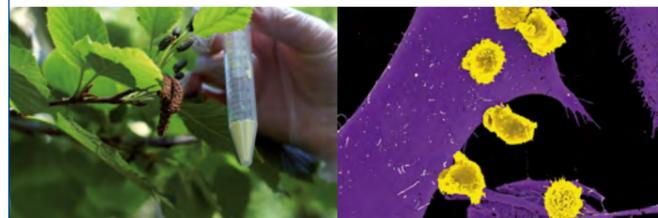
**Mag. Florian Frauscher**  
Leiter der Sektion II Wirtschaftsstandort,  
Innovation und Internationalisierung im BMDW

„Die Kooperation von Wissenschaft und Wirtschaft bringt Wettbewerbsvorteile für die Unternehmen und neues Wissen und Fortschritt für Wissenschaft und Gesellschaft. Es ist das Verdienst der Christian Doppler Forschungsgesellschaft, das schon vor 25 Jahren erkannt und seither ein klug durchdachtes und funktionierendes Modell für diese Kooperation erarbeitet zu haben. Österreich kann stolz sein, mit dem Christian Doppler Modell ein international anerkanntes Best Practice Beispiel für diese so wichtige Kooperation vorweisen zu können.“

**Dr. Maria Theresia Niss**  
Strategischer Beirat der CDG und Abgeordnete zum Nationalrat,  
Vorstand Mitterbauer Beteiligungs AG

„Selbstbestimmtheit, Selbstkritik und stetige Selbstverbesserung auf der Grundlage der Erfahrung und des Fachwissens von Unternehmen und WissenschaftlerInnen, so werden alle CDG-Fördermaßnahmen an dieser Handlungsmaxime ausgerichtet und so entsteht ein kohärentes Innovationssystem. Die Christian Doppler Forschungsgesellschaft ist in 25 Jahren zu einer wichtigen Säule dieses Systems herangewachsen und hat es gleichzeitig stark geprägt und weiterentwickelt. Heute ist sie nicht mehr wegzudenken.“

**MR Dr. Ulrike Unterer**  
Vizepräsidentin der CDG und  
Abteilungsleiterin Schlüsseltechnologien im BMDW



# Der CDG-Preis für Forschung und Innovation

Anlässlich der Feierlichkeiten zu ihrem 25-jährigen Bestehen verleiht die CDG im September 2020 erstmals den CDG-Preis für Forschung und Innovation.

**Der Preis** ist mit 40.000 Euro dotiert und zeichnet aktive oder ehemalige LeiterInnen von CD-Labors aus, die den Grundgedanken der Christian Doppler Forschungsgesellschaft besonders erfolgreich umsetzen konnten: Hervorragende Erkenntnisse in der anwendungsorientierten Grundlagenforschung, und darauf basierend die Stärkung der Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmenspartner. Damit zeigen sie auch die hohe Bedeutung von CD-Labors für die langfristige Sicherung des Forschungs- und Wirtschaftsstandortes Österreich.

**Die Trophäe** ist das Siegerprojekt eines künstlerischen Wettbewerbs, der von der CDG in Kooperation mit der Universität für künstlerische und industrielle Gestaltung Linz ausgeschrieben wurde. Eine Jury aus VertreterInnen der CDG und der Kunstuniversität Linz entschied sich für das Projekt „Propagate“ von Florian Ziller & Fatemeh Naderi mit einer klaren und sehr treffenden Visualisierung des Dopplereffektes, gefertigt aus Aluminium mit galvanisch veredelter Oberfläche.

[www.zillernaderi.com/about](http://www.zillernaderi.com/about)



# Das Siegerprojekt

## CD-Labor für Wiederherstellung von Extremitätenfunktionen

### Leitung

Univ.Prof. Dr. Oskar Christian Aszmann,  
Medizinische Universität Wien

### Laufzeit

01.01.2012 – 31.12.2018, Auslaufphase bis 30.06.2019

### Unternehmenspartner

Otto Bock Healthcare Products GmbH

### Inhalte

Für Hightech-Prothesen braucht es nicht nur technologisches Know-how, sondern auch medizinische Expertise. Denn die verbliebenen Nerven und Muskeln müssen so miteinander verbunden werden, dass eine intuitive Steuerung der Prothese durch die AnwenderInnen ermöglicht wird. Es braucht detailliertes und hochspezialisiertes Wissen über die anatomischen und neurologischen Grundlagen, über operative Methoden und auch über geeignete begleitende REHA-Konzepte. Innovative Lösungen werden erst durch diesen interdisziplinären Brückenschlag zwischen Medizin und Technik ermöglicht.

### Erfolge des CD-Labors

Mit dem CD-Labor für Wiederherstellung von Extremitätenfunktionen hat das Forschungsgebiet sich sehr erfolgreich und international anerkannt in Wien etabliert. Dafür sprechen mehr als 70 Publikationen mit Peer Review, 19 abgeschlossene Doktorate, ein ERC Synergy Grant und der Houska-Preis 2015. Patientinnen und Patienten profitieren von verbesserten Prothesen am Markt, einer verfeinerten Technik des selektiven Nerventransfers in andere Muskeln, einer neuen Spezialambulanz für Bionische Rekonstruktion am Wiener AKH/MUW und einem breit eingeführten REHA-Konzept.

### Die Perspektive des Unternehmens

Ottobock als Medizintechnikunternehmen, das weltweit führend in der Prothetik ist, konnte durch die Teilnahme am CD-Labor wertvolle Erkenntnisse über zugrunde liegende biologische Mechanismen und mögliche Adaptierungen nach Amputation zur Entwicklung neuer Produkte und damit zur Verbesserung der prothetischen Versorgung gewinnen.

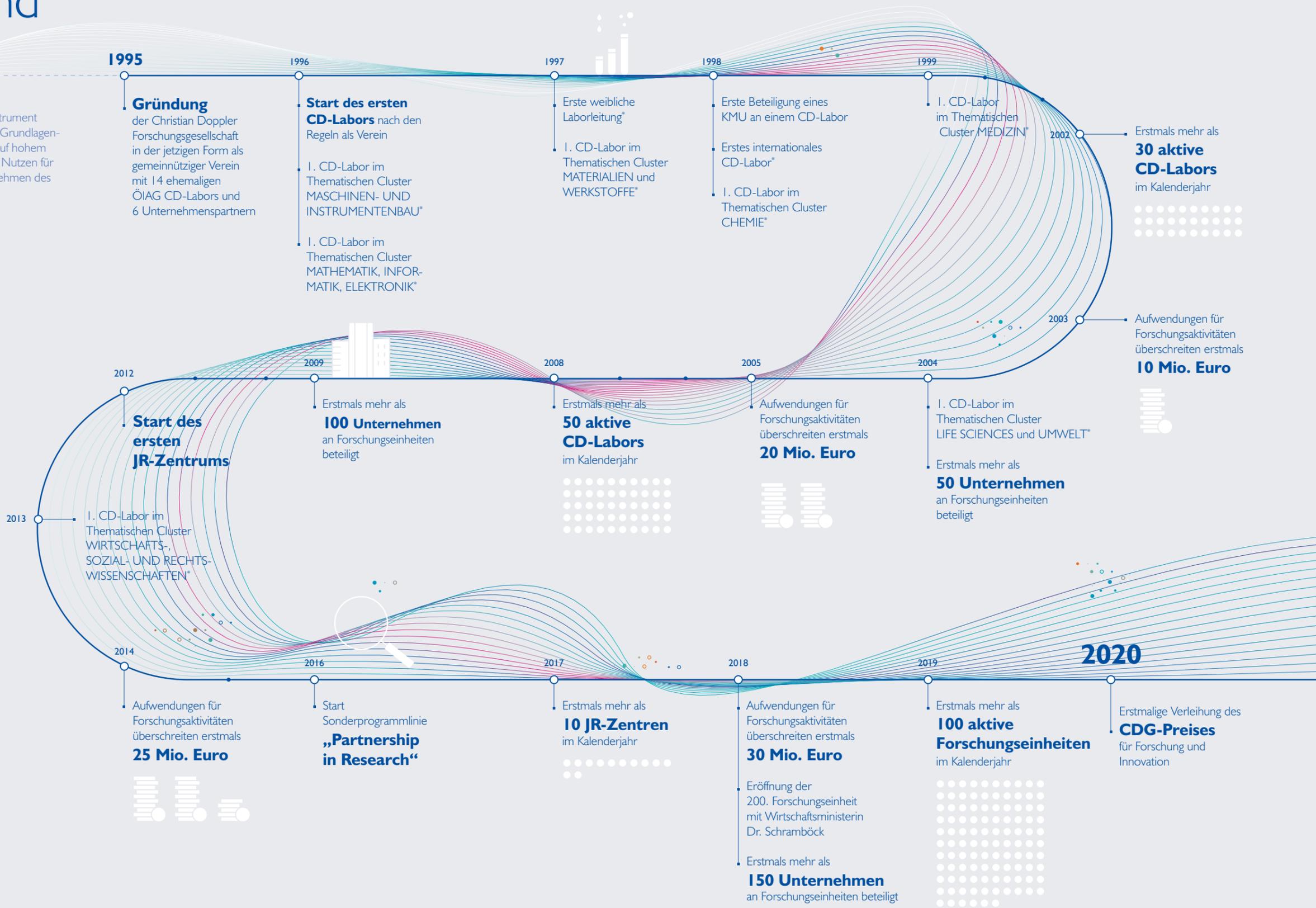
Zum Beispiel können Patientinnen und Patienten nun standardmäßig mit der Technik des selektiven Nerventransfers versorgt werden, nicht nur am AKH Wien. Erste Lösungen für eine intuitive Prothesensteuerung mittels Mustererkennung sind 2019 auf den Markt gebracht worden. Für Produkte mit Feedback-Funktion wurde der Grundstein gelegt. Schlussendlich wurden zwei Patente eingereicht und bewilligt.

Die Kooperation mit der Forschungsgruppe wird nach dem Ende des CD-Labors weitergeführt, somit bleibt die Kompetenz am Standort Wien.



Details dazu werden in der Erfolgsgeschichte auf Seite 32/33 dargestellt.

# Am Anfang stand eine Idee ..



Eine enge Kooperation zwischen Wissenschaft und Wirtschaft hat enormes Potential, um sowohl den wissenschaftlichen Fortschritt voranzutreiben als auch die Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen zu steigern und somit den Wissenschafts- und Wirtschaftsstandort Österreich zu stärken.

Es folgten 25 Jahre, in denen miteinander geredet und gerungen und Vertrauen geschaffen wurde. Mit großer Expertise, dem Mut, Unmögliches zu ermöglichen, mit Empathie und Humor und nicht zuletzt Professionalität in der Umsetzung wurde aus der Idee das erfolgreiche Christian Doppler Modell.

# Die Entwicklung der CDG

Heute\* arbeiten über 100 Forschungseinheiten nach den Prinzipien des Christian Doppler Modells.

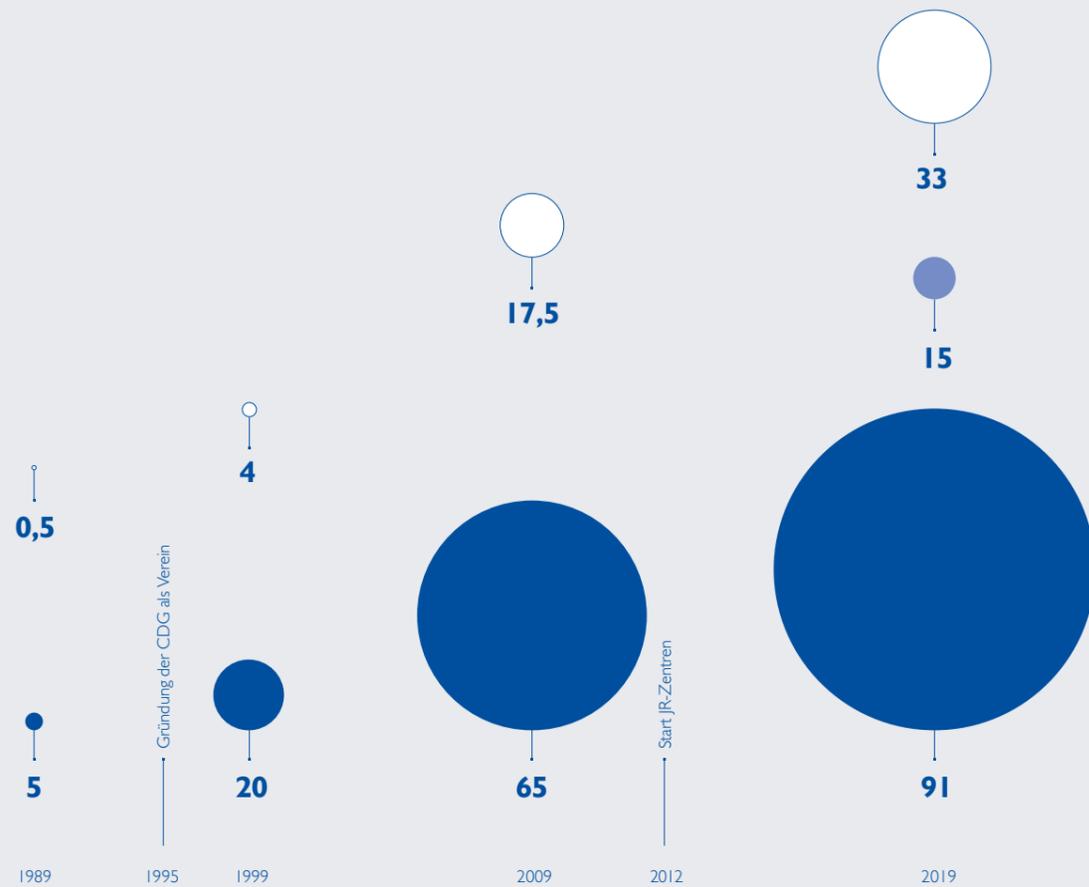
Rund 180 Unternehmen profitieren von der Zusammenarbeit, rund 400 Publikationen mit Peer-Review und mindestens 12 Patente zeugen vom Erfolg.

Die Christian Doppler Forschungsgesellschaft bildet einen wichtigen und erfolgreichen Bestandteil der österreichischen Forschungslandschaft, ihre Programme zählen zu den wichtigsten Instrumenten an der Schnittstelle von Wissenschaft und Wirtschaft.

**106** aktive Forschungseinheiten

**33** Mio. Euro Forschungsausgaben 2019

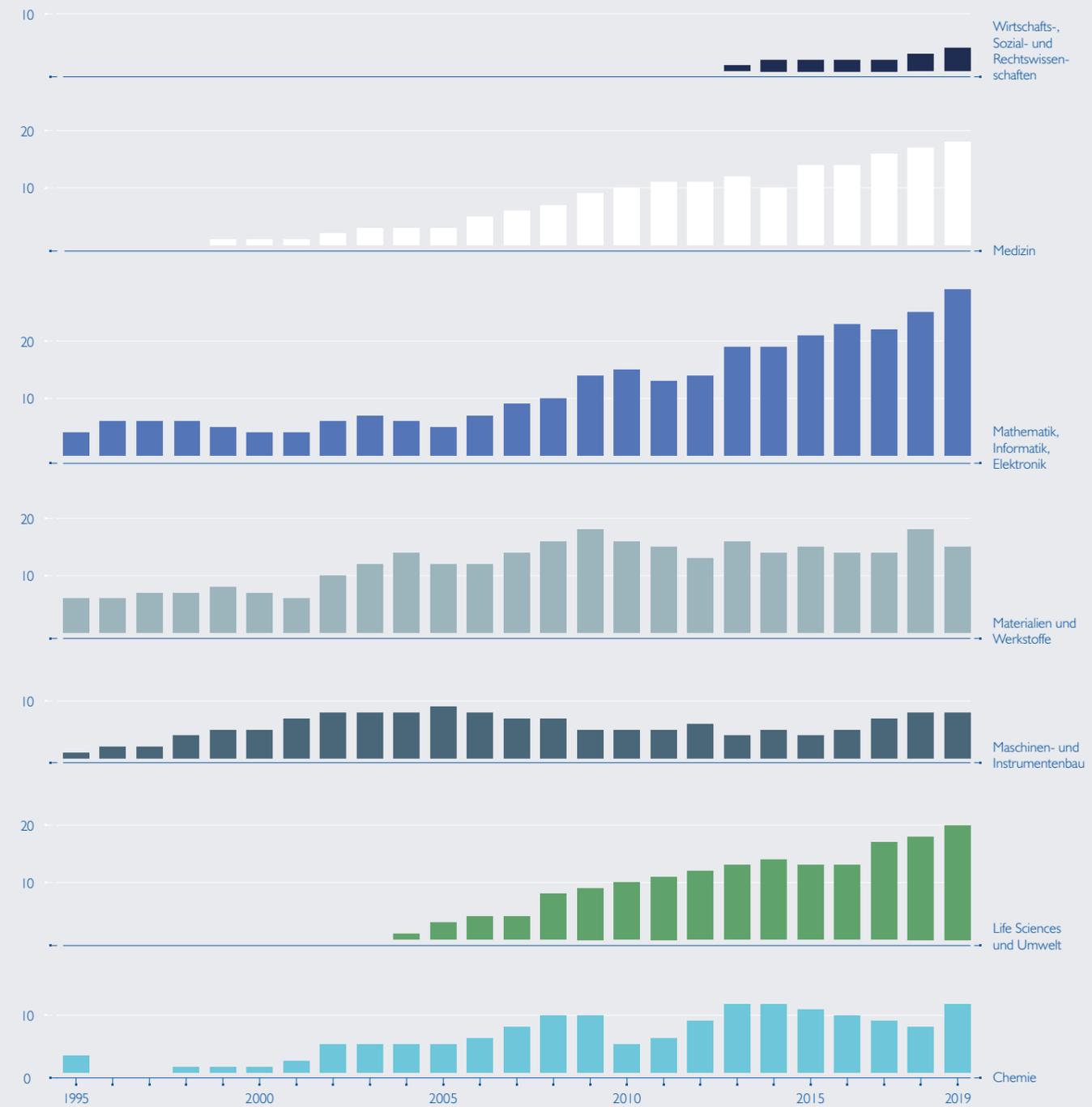
● Aktive CD-Labors ● Aktive JR-Zentren ○ Mio. Euro



## Entwicklung der FORSCHUNGSTHEMEN 1995–2019

CD-Labors und JR-Zentren können zu allen Themen, in denen Unternehmen Forschungsbedarf haben, eingerichtet werden. Die Förderprogramme der CDG machen keinerlei thematische Vorgaben und vermeiden Einschränkungen.

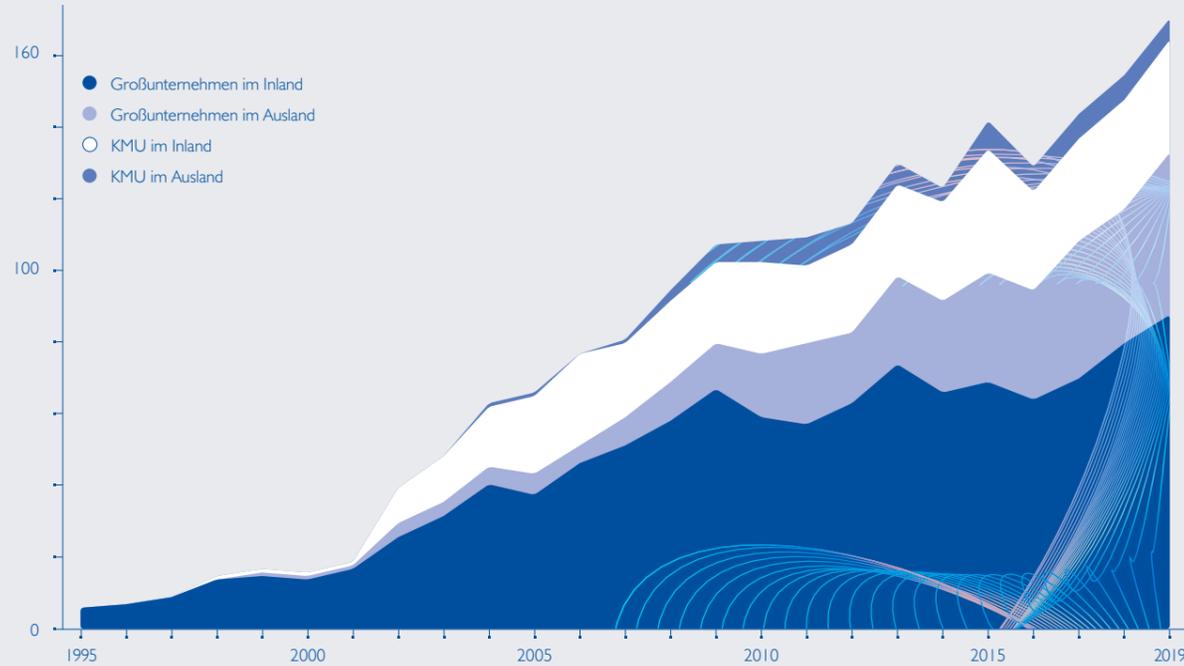
Die Entwicklung unserer Themenfelder spiegelt daher auch die Relevanz verschiedener Themen für Unternehmen wider. Gut sichtbar sind zum Beispiel der Aufstieg der Life Sciences ab der Jahrtausendwende und natürlich der Höhenflug der Digitalisierung ab 2008.



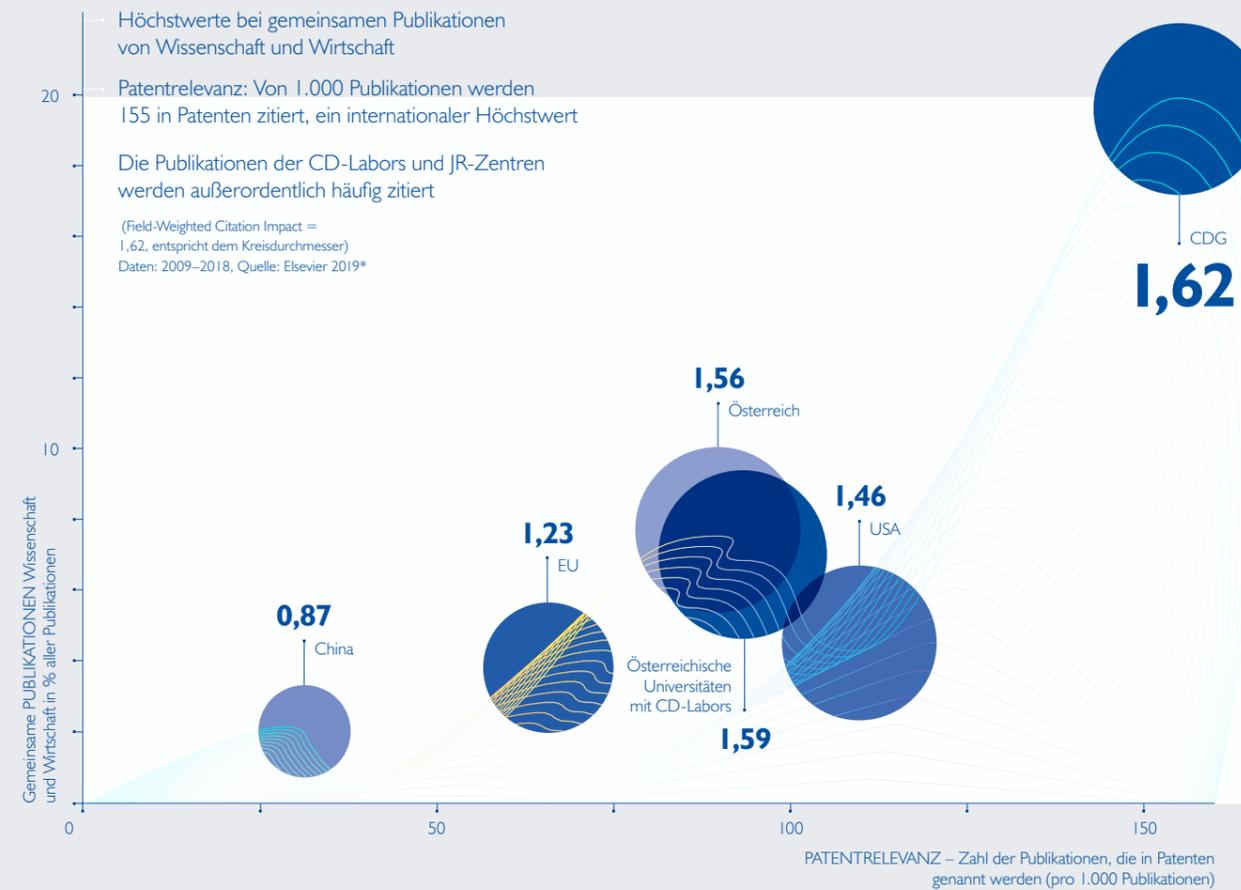
## Immer mehr UNTERNEHMEN

Die Unternehmen tragen die Christian Doppler Forschungsgesellschaft als Mitglieder im gemeinnützigen Verein. Der Aufbau von Grundlagenwissen und die mittels CD-Modell etablierten strategischen Allianzen mit der Wissenschaft führen zu Innovation und dauerhaften Wettbewerbsvorteilen.

Durch die Beteiligung internationaler Unternehmen kommt Know-how nach Österreich und der Standort wird gestärkt. Auch für Klein- und Mittelbetriebe ist das Fördermodell attraktiv, hier liegt der Förderanteil der öffentlichen Hand sogar bei 60%.



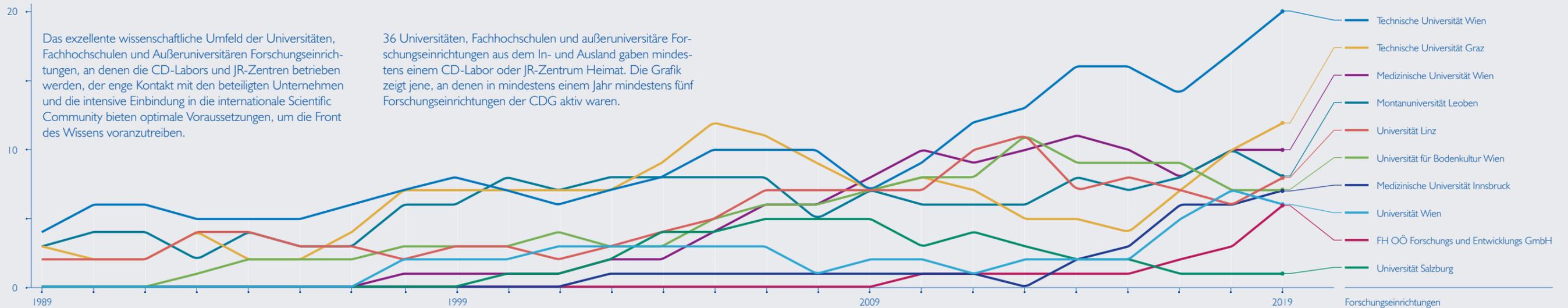
## Wir erreichen unsere ZIELE



## Entwicklung von CD-Labors und JR-Zentren an FORSCHUNGSEINRICHTUNGEN

Das exzellente wissenschaftliche Umfeld der Universitäten, Fachhochschulen und Außeruniversitären Forschungseinrichtungen, an denen die CD-Labors und JR-Zentren betrieben werden, der enge Kontakt mit den beteiligten Unternehmen und die intensive Einbindung in die internationale Scientific Community bieten optimale Voraussetzungen, um die Front des Wissens voranzutreiben.

36 Universitäten, Fachhochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen aus dem In- und Ausland gaben mindestens einem CD-Labor oder JR-Zentrum Heimat. Die Grafik zeigt jene, an denen in mindestens einem Jahr mindestens fünf Forschungseinrichtungen der CDG aktiv waren.



# Das Netzwerk der CDG

Wissen verbindet.  
Werte verbinden.

Knapp 240 Forschungseinrichtungen an 36 Universitäten, Fachhochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen mit ca. 400 Unternehmenspartnern. Hochrangige Kooperationen mit Forschungsinstitutionen in aller Welt. In 25 Jahren hat die Christian Doppler Forschungsgesellschaft ein internationales Netzwerk geschaffen, das durch neues Wissen Werte schafft.

Die Grafik zeigt die Kooperation von Unternehmen und Forschungseinrichtungen in Form von CD-Labors und JR-Zentren im Zeitraum 2009–2018.

Die internationalen Forschungsk Kooperationen geben die Zahl der kooperierenden Institutionen pro Land an.



- Forschungseinrichtungen (je Bundesland/Land)
- Unternehmen in Österreich (je Bundesland)
- Unternehmen im Ausland
- Forschungsk Kooperationen

# Die Zukunft auf dem Radar

CD-Labor für Lithium-Batterien – Alterungseffekte, Technologie und neue Materialien

## Leitung

Univ.Prof. Dr. Martin Wilkening; Technische Universität Graz

## Laufzeit

01.09.2012 – 31.08.2019

## Unternehmenspartner

AVL List GmbH, EPCOS OHG, Infineon Technologies Austria AG

## Wissenschaftliche Herausforderung

Wie bewegen sich elektrisch geladene Teilchen in einem Festkörper? Diese Frage ist ein Thema der Grundlagenforschung in Physik und Chemie. Immer bessere spektroskopische Methoden und immer bessere, neue Materialien ermöglichen eine sehr detaillierte Beschreibung und Prüfung der hier wesentlichen Eigenschaften: ionische Leitfähigkeit sowie chemische und elektrochemische Stabilität. Dieses neue Wissen ist überall dort anwendbar, wo hochleitfähige feste Materialien zum Einsatz kommen. Dazu gehören viele Bereiche der Materialwissenschaften sowie die Entwicklung von Batterien und Sensoren.

## Mehrwert für das Unternehmen

Es wurde der wissenschaftliche Nachweis erbracht, dass mechanische Belastungen keinen nennenswerten Einfluss auf die Lebensdauer einer Lithiumionen-Batterie haben und in der Entwicklung und Validierung der Batterie(zelle) daher vernachlässigt werden dürfen.

Die Forschungskoooperation eröffnet dem Unternehmen einen Blick auf die Batterien der Zukunft und schafft damit einen entscheidenden Wettbewerbsvorsprung.

Die Lebensdauer einer Batterie hängt von der Zellchemie ab – wodurch wird sie beeinflusst und was wird die Zukunft bringen? Das CD-Labor als Gütesiegel und Zukunftsradar.

## Worum es geht

Die AVL List GmbH entwickelt und testet unter anderem Lithiumionen-Batterien, wie sie etwa in Elektroautos eingesetzt werden. Grundlage dafür ist ein tiefgehendes Wissen darüber, wie die Komponenten, insbesondere die einzelnen Zellen, zu einem Verbund zusammengeschlossen und verschaltet werden müssen, um am Ende die notwendige Leistungsfähigkeit, Sicherheit und Robustheit zu erreichen. Zu den Kunden gehören unter anderem Automobilhersteller, die an Aussagen zur Lebensdauer der Batterie ebenso interessiert sind wie an den neuesten Entwicklungen auf dem Batteriesektor.

## Die Forschungsfrage:

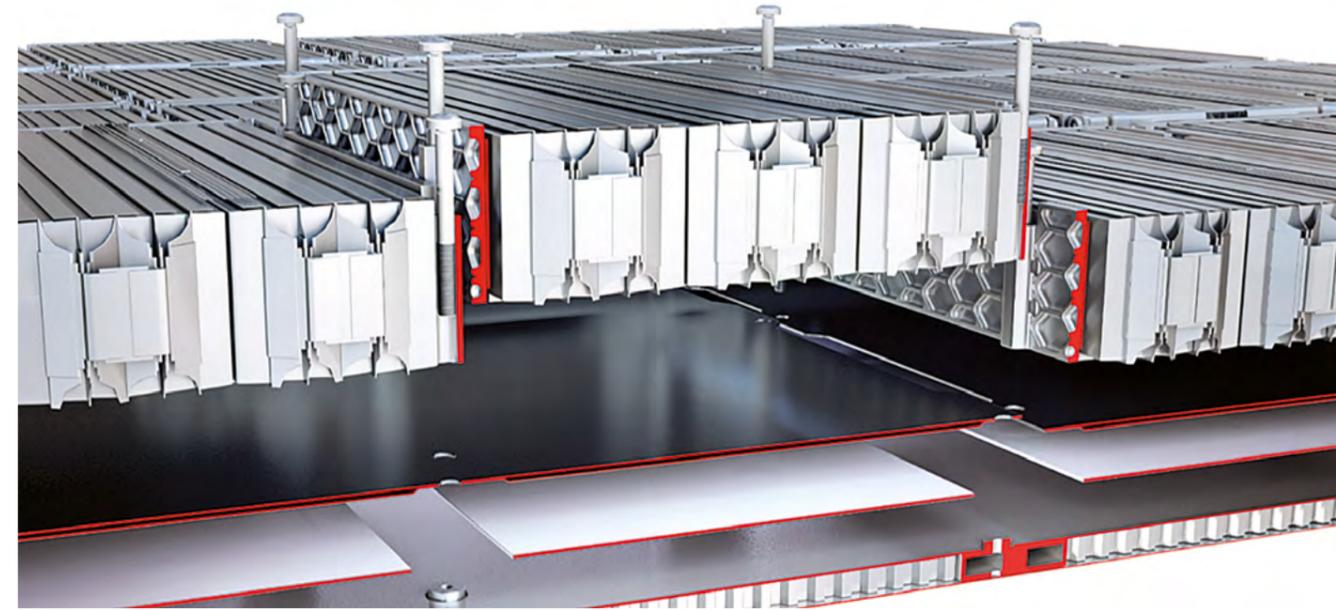
### Mechanische Belastungen und Lebensdauer

Faktoren wie die Temperatur, strukturelle Änderungen beim Laden und Entladen der Batterie oder der Zeitpunkt der Wiederaufladung haben Einfluss auf die Alterungsprozesse in einer Batterie und werden bei der Planung der Batterie berücksichtigt. Ob mechanische Belastungen des Fahrzeugs – zum Beispiel Vibrationen oder Schock – zusätzlich zur Batteriezelleneralterung beitragen, war bisher jedoch nicht bekannt und wurde bei der Abschätzung der Lebensdauer vernachlässigt. Allerdings erscheint es plausibel, dass starke mechanische Kräfte einen negativen Einfluss auf die Zellen und deren chemische Abläufe ausüben könnten, indem sie etwa ein Particle Cracking, d. h. ein Aufbrechen der Aktivmaterialpartikel, verursachen.

Die Forschungsfrage der AVL war also, ob mechanische Belastungen grundsätzlich Auswirkungen auf die Lebensdauer einer Batterie haben und ob sie daher in den Vorhersageberechnungen zur Lebensdauer berücksichtigt werden müssen.

## Die Kooperation im CD-Labor

Eine Batterie besteht aus Zellen, welche zu Modulen und großen Batteriepaketen zusammengeschaltet werden mit dem Anspruch, die erwartete Energie und Leistung zu liefern, aber auch sicher und robust zu sein. AVL hat das Know-how, Zellen in Modulen und Batteriepaketen richtig zu integrieren.



Auch ist das Wissen zur Zellchemie innerhalb des Unternehmens vorhanden. Die wissenschaftliche Grundlagenforschung zur Elektrochemie, die für die Entwicklung ebenso wichtig ist, wird aber zusammen mit externen Partnern durchgeführt. Speziell das CD-Labor von Univ.Prof. Dr. Martin Wilkening bietet die dafür notwendige inhaltliche Tiefe der universitären Forschung sowie die fachliche Breite mit vielen Analyseverfahren und Großgeräten.

## Ergebnisse:

### Mehr Wissen erspart Umwege

Im CD-Labor wurden zahlreiche Versuchsanordnungen entwickelt und durchgeführt. Das Ergebnis der anwendungsorientierten Grundlagenforschung war nach vier bis fünf Jahren eindeutig: Mechanische Belastungen spielen bei bestimmten Materialklassen und Komponenten für die Haltbarkeit einer Lithiumionen-Batterie eine nicht so große Rolle wie ursprünglich erwartet. Dieses Wissen spart Zeit und Geld bei der Entwicklung und Validierung der Batterien.

## Ergebnisse:

### Das Zukunftsradar

Nachdem geklärt war, ob mechanische Belastungen die Lebensdauer einer Batterie beeinflussen, wandte sich das CD-Labor einem neuen Thema zu, das für das Unternehmen ebenfalls von besonderer Bedeutung ist: die Feststoff-Batterie als Technologie der Zukunft. AVL muss diese Zelltechnologien im Detail verstehen, um innovative Batterien entwickeln und den Markt der Zukunft bedienen zu können. Damit hat das CD-Labor seine Radarfunktion erfüllt: Das Unternehmen weiß, woran die Spitzenforschung derzeit arbeitet, gewinnt durch die Forschungskoooperation bereits jetzt konkretes Wissen über die Technologien der Zukunft und hat somit einen entscheidenden Vorsprung bei der Batterieentwicklung. Wenn die neuesten Zellen auf den Markt kommen, wird AVL von Beginn an richtig positioniert sein und hat dadurch einen Wettbewerbsvorteil. Das Ergebnis ist daher Wissen, auf das die weitere Arbeit aufbauen kann.

## DREI FRAGEN AN ...



### Dr. Peter Prenninger

Forschungskordinator der AVL List GmbH

## Warum ist Grundlagenforschung für Innovation so wichtig?

Viele heute ganz alltägliche Technologien wie elektrische Antriebe oder digitale Computer beruhen auf Ergebnissen der Grundlagenforschung. Erst auf der Basis derartiger Forschungsergebnisse können Technikürden übersprungen und neue innovative Produkte geschaffen werden.

## Was sind die großen Herausforderungen in der Zusammenarbeit mit Universitäten?

Die Industrie sollte verstehen, dass Forschungsergebnisse nicht „bestellt“ werden können – Forschung zeichnet sich durch Ergebnisoffenheit aus. Und Universitäten sollten verstehen, dass es der Gesellschaft und damit der universitären Forschung hilft, akademische Fragestellungen in Richtung wirtschaftlich relevanter Innovationen zu lenken.

## Was schätzen Sie besonders am Fördermodell der CD-Labors?

Durch den direkten und unkomplizierten Austausch von Ideen, Fragestellungen und Lösungsansätzen zwischen Industrie und Forschungseinrichtungen können industriell und akademisch relevante Themen aus einem Bottom-up-Ansatz heraus identifiziert und zielgerichtet bearbeitet werden. Und nach sieben Jahren sollten diese Fragestellungen beantwortet sein, sodass man sich wieder neuen Themen widmen kann.

# Krebs verstehen heißt Krebs bekämpfen

## CD-Labor für Chemische Epigenetik und Antiinfektiva

### Leitung

Dr. Stefan Kubicek; CeMM Forschungszentrum für Molekulare Medizin der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

### Laufzeit

01.01.2013 – 31.12.2019

### Unternehmenspartner

Boehringer Ingelheim RCV GmbH & Co KG, HAPLOGEN GmbH

## Wissenschaftliche Herausforderung

Jede Zelle des menschlichen Körpers hat die gleichen rund 23.000 Gene, trotzdem üben sie unterschiedliche Funktionen aus. Sie sind also zum Beispiel Gehirnzelle oder Hautzelle oder passen sich in ihrer Funktion an Umweltbedingungen an. Das funktioniert deshalb, weil es mit dem Chromatin eine hochkomplexe Struktur gibt, die reguliert, welche dieser Gene ausgelesen werden und wie stark sie aktiv sind. Die Wissenschaft der Epigenetik will diese Regulation immer besser verstehen und wissenschaftlich beschreiben. Der BAF-Komplex spielt dabei eine wesentliche Rolle, seine grundlagenwissenschaftliche Erforschung bringt nicht nur die Krebsforschung voran, sondern ist zum Beispiel auch für die Behandlung mancher neurologischer Krankheiten von Bedeutung.

## Mehrwert für das Unternehmen

Das Verständnis des BAF-Komplexes, seines Aufbaus und seiner Untereinheiten wurde wesentlich verbessert. Zwei mögliche Targets für zielgerichtete Medikamente wurden identifiziert. Darauf aufbauend wird hausintern an der Entwicklung neuer Medikamente gearbeitet.

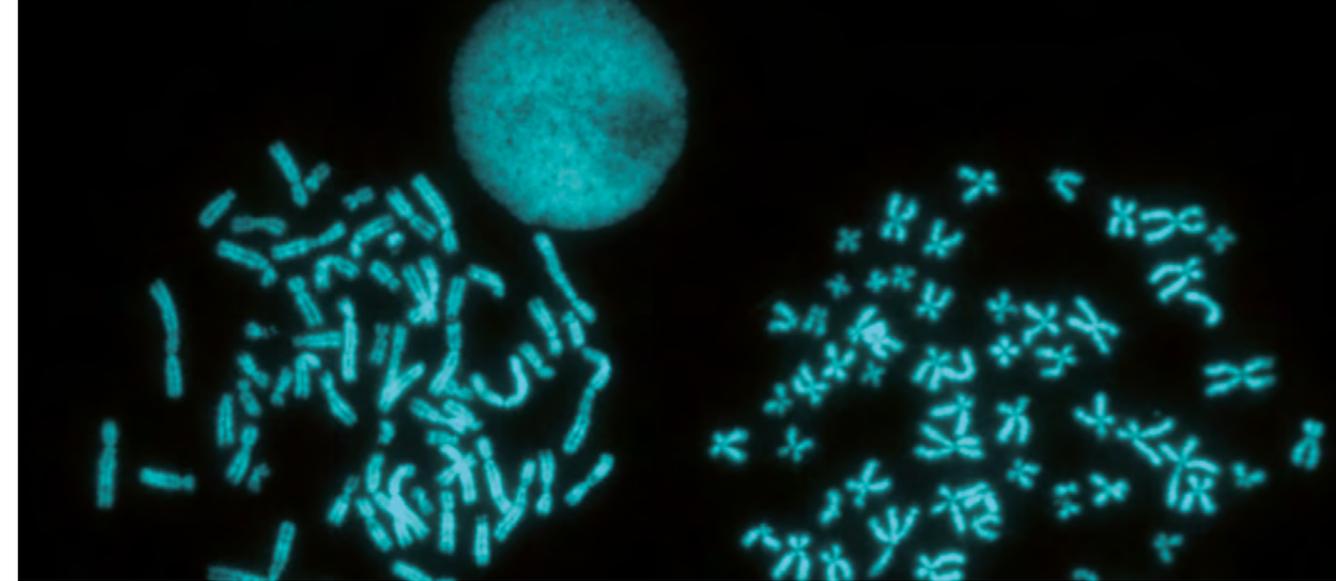
Einen bei Tumoren häufig mutierten Proteinkomplex im Detail zu verstehen, ermöglicht die zielgerichtete Entwicklung hochwirksamer Therapien.

## Worum es geht

Zielgerichtete Therapien spielen in der modernen Krebsbehandlung eine wichtige Rolle. Diese Therapien greifen gezielt Krebszellen an, lassen die unveränderten Zellen aber nahezu unbehelligt und sind daher gleichzeitig sehr effektiv und sehr nebenwirkungsarm. Boehringer Ingelheim als Entwickler und Hersteller von Krebstherapien ist an mehr Wissen über mögliche „Angriffsstellen“ ebenso interessiert wie an der Identifikation von Molekülen, die als Medikamente geeignet sein könnten. Ein vielversprechendes Forschungsfeld ist hier der BAF-Komplex, ein Proteinkomplex, der bei etwa 20 % aller menschlichen Krebserkrankungen in den Krebszellen mutiert ist, beim Ovarialkarzinom und manchen Formen von Lungenkrebs bei bis zu 80 %.

## Die Forschungsfrage: Wie können Krebszellen identifiziert und angegriffen werden

Der BAF-Komplex ermöglicht die Auslesung der DNA durch Verschieben von Histonen, auf denen die DNA wie auf Spulen aufgewickelt ist, und reguliert dadurch mit, welche Teile der DNA ausgelesen werden. Somit steuert er, welche unterschiedlichen Eigenschaften verschiedene Zellen trotz identischer DNA exprimieren, z. B. ob sie Haut- oder Muskelzellen sind und wie sie auf Umwelteinflüsse reagieren. Der Komplex besteht aus 29 Proteinen, die von 29 Genen codiert werden. In Tumorzellen ist eines dieser Gene mutiert. Das Protein wird nicht hergestellt, aber durch andere – falsche – Proteine ersetzt. An dieser Stelle muss ein erfolgreiches Medikament angreifen, um möglichst zielgerichtet die mutierten Zellen zu treffen. Es geht also darum, den BAF-Komplex möglichst genau zu verstehen und in der Folge Substanzen zu finden, die die mutierten Zellen abtöten oder in der Vermehrung einschränken. Gesucht werden kleine organische Moleküle, die gut bioverfügbar sind und damit auch bei oraler Einnahme bis in den Zellkern zum BAF-Komplex vordringen können.



## Die Kooperation im CD-Labor

Obwohl der BAF-Komplex schon länger bekannt ist, gibt es noch viele offene Fragen. Von der akademischen Forschung erhofft man sich mehr biologisches Wissen und ein besseres Verständnis der beteiligten Moleküle: Wie funktioniert der BAF-Komplex genau, welche Faktoren wirken auf ihn ein, kann seine Funktion vorhergesagt werden? Wie ist die Regulation der Genexpression, welche Gene sind aktiv? Oder konkreter: Was macht eine Krebszelle aus, wie funktioniert sie?

Dr. Kubicek und sein Team sind Teil der wissenschaftlichen Community und können diese Fragen in der nötigen Tiefe auf höchstem wissenschaftlichen Niveau bearbeiten. Aus dem CD-Labor kommt somit die beste systematische Analyse des BAF-Komplexes.

Das Unternehmen hat dadurch frühzeitig Zugang zu Ergebnissen der Grundlagenforschung und gewinnt so einen Vorsprung, relevante Ergebnisse werden patentiert. Durch wissenschaftliche Publikationen des CD-Labors positioniert sich Boehringer Ingelheim darüber hinaus als forschendes Unternehmen und kann sein Netzwerk im wissenschaftlichen Bereich vergrößern.

## Ergebnisse

Im Rahmen des CD-Labors erlangte man ein besseres Verständnis von Aufbau und Untereinheiten des BAF-Komplexes, zu welchem Boehringer Ingelheim 1–2 Jahre früher als die Mitbewerber Zugang hat. Weiters konnten bereits zwei Zielproteine identifiziert werden. Dies eröffnet neue Möglichkeiten bei der Suche nach neuen Wirkstoffen, die das Potential haben, in einigen Jahren als Medikament zugelassen zu werden. Die hausinterne Forschung von Boehringer Ingelheim baut auf diesen Ergebnissen auf.

## DREI FRAGEN AN ...

### Dipl.-Volkswirt Christian Fechner

Head of Finance and Administration  
RCV, Boehringer Ingelheim RCV  
GmbH & Co KG



## Warum ist Grundlagenforschung für Innovation so wichtig?

Die Grundlagenforschung bildet für uns als pharmazeutisches Unternehmen die Basis für das Verständnis der Funktion bestimmter Organismen und der Wechselwirkungen zwischen diesen, was uns dann in der angewandten Forschung erlaubt, neue Produkte zu entwickeln. Sie führt der industriellen Forschung vor Augen, dass man sich in Geduld und Beharrlichkeit üben muss, wenn man neue wissenschaftliche Wirkzusammenhänge entdecken will.

## Was sind die großen Herausforderungen in der Zusammenarbeit mit Universitäten?

In der Universität stehen natürlich die Grundlagenforschung und Lehrtätigkeit im Fokus, während unser Unternehmen sich auf innovative Lösungen für die Patientinnen und Patienten konzentriert, was dann z. B. zu unterschiedlichen Erwartungen des Zeithorizontes von Projekten führen kann. Dennoch ist es evident, dass Grundlagenforschung und angewandte Forschung heute einander benötigen, um die zunehmende wissenschaftliche Komplexität zu bewältigen.

## Was schätzen Sie besonders am Fördermodell der CD-Labors?

Das Fördermodell ist einzigartig, weil die Auswahl der Projekte gemeinsam von Universität und Industrie erfolgt, was die Erfolgchancen meiner Meinung nach erhöht. Auch kann sich die Industrie mit den CD-Labors mehr in das Risiko begeben, grundlegende Erkenntnisse zu erwerben, bevor ein Medikament für Patientinnen und Patienten entwickelt wird.

# Mathematik für Effizienz und Kontrolle

## CD-Labor für Modellierung partikulärer Strömungen

### Leitung

Assoz.Univ.Prof. Dr. Stefan Pirker; Universität Linz

### Laufzeit

01.01.2009 – 31.12.2015

### Unternehmenspartner

Borealis AG, PLANSEE SE, Primetals Technologies Austria GmbH, RHI Feuerfest GmbH, ThyssenKrupp Resource Technologies GmbH, voestalpine Stahl Donawitz GmbH, voestalpine Stahl GmbH

## Wissenschaftliche Herausforderung

Die numerische Beschreibung von Wechselwirkungen zwischen festen Partikeln oder von Partikeln und einer Flüssigkeit oder einem Gas im Industriemaßstab ist komplex und eine Aufgabe für Grundlagenforschung im Bereich der Strömungslehre. Die publizierten Ergebnisse dieser Grundlagenforschung sind vielfältig anwendbar: winzige Partikel im Wirbelschichtreaktor, grobkörniges Schüttgut bei einem Ladevorgang, pulvermetallurgische Formgebung, bei der Metallpulver in die gewünschte Form gepresst wird, u. v. a.

Prominentester Erfolg des CD-Labors: Die NASA simulierte die Interaktion zwischen den Rädern der Marssonde Curiosity und dem Marsgestein mit mathematischen Modellen, die im CD-Labor für den Hochofen entwickelt wurden.

## Mehrwert für das Unternehmen

Bestehende Anlagen wurden durch die Ergebnisse aus dem CD-Labor effizienter. Sie verbrauchen weniger Energie, haben einen geringeren Materialverbrauch und produzieren weniger Ausschuss, Produktionsstopps sind signifikant seltener notwendig. Die optimierte Borstar Technologie wird weltweit vermarktet und lizenziert.

Mathematische Modelle machen das Verhalten winziger Partikel in großen Anlagen berechenbar. Effizienz und Qualität in der Produktion von Polyolefinen können damit gesteigert werden.

## Worum es geht

Polyethylen und Polypropylen gehören zu den weltweit am häufigsten eingesetzten Kunststoffen und werden hauptsächlich in der Verpackungsindustrie, als Isolierwerkstoffe für Kabel und Kondensatoren, in der Automobilindustrie, als Rohrwerkstoffe und als Beschichtungsmaterial für Pipelines eingesetzt. Borealis produziert diese hochwertigen Kunststoffe im großindustriellen Maßstab mit eigener Technologie. Gemäß dem Leitsatz „Mehrwert schaffen durch Innovation“ hat das Unternehmen hohes Interesse an gesteigerter Effizienz der eingesetzten Technologien zur Herstellung von Kunststoffen.

## Die Forschungsfrage: Wie kann die Herstellung von Kunststoffen noch weiter optimiert werden?

Polyethylen und Polypropylen werden in Wirbelschichtreaktoren aus ihren Monomeren hergestellt, welche in der Form von Kügelchen in einer Dimension von etwa 2 mm vorliegen. Diese Wirbelschichtreaktoren sind als industrielle Großanlagen ausgelegt und nehmen die Dimension eines Kirchturms an. In diesen Reaktoren werden die gasförmigen Rohstoffe (Monomere) eingetragen, die sich mit Hilfe eines Katalysators unter Wärmeentwicklung zu festen Polymerketten zusammenfinden. Die dadurch entstehenden Polymerkügelchen sollten idealerweise idente Dimensionen und Eigenschaften aufweisen. Dies erfordert eine genaue Regelung der Reaktoren bis hin zur Partikelebene. Das Verhalten aller Partikel im Reaktor soll möglichst genau gesteuert und vorhergesagt werden können, denn jede Unregelmäßigkeit erhöht den Verbrauch von Energie und Rohstoffen, produziert mehr Ausschuss und kann zu kostentreibenden Prozessstopps führen. Diese technischen Herausforderungen lassen sich empirisch im Labormaßstab erforschen, aber nicht einfach auf Produktionsanlagen übertragen, da das Dimensionsgefälle zwischen dem turmhohen Reaktor und Laboranlagen einfach zu groß ist. Es braucht hier neue komplexe mathematische Modelle und aufwendige numerische Simulationen.



## Die Kooperation im CD-Labor

Grundlagenforschung in dieser Tiefe ist für Borealis nur in Kooperation mit einem externen, kompetenten Partner möglich, weshalb man sich für die Kooperation mit WissenschaftlerInnen an einer Universität entschieden hat. Prof. Pirker und sein Team im CD-Labor für Modellierung partikulärer Strömungen verfügen über langjährige Erfahrungen in der mathematischen Modellierung und die dafür nötigen Ressourcen und Rechnerkapazitäten. Auf Basis der Problemstellung und der Bereitstellung entsprechender Datensätze durch Borealis entwickelte und validierte das CD-Labor ein mathematisches Modell.

## Ergebnisse

Das im CD-Labor erstellte mathematische Modell, das Subgrid-Modell, ist in der Lage, alle wesentlichen Parameter zu modellieren und somit der prozesstechnischen Optimierung zugänglich zu machen. Verweilzeit der Monomere im Reaktor, Temperaturprofile der Reaktoren und die detaillierten Gasströmungen der Wirbelschicht innerhalb des Reaktors werden dadurch berechenbar.

Auf Basis dieser Modellierungen und einer – ebenfalls im CD-Labor durchgeführten – experimentellen Validierung im Labormaßstab, konnten die gewonnenen Erkenntnisse bereits umgesetzt werden. Bestehende Anlagen vom Pilotmaßstab bis hin zu Produktionsanlagen wurden auf Basis dieser Modelle im Detail untersucht und optimiert. Alle technologie-relevanten Erkenntnisse wurden durch Borealis patentrechtlich abgesichert.

Die Methodik der Modelle wurde wissenschaftlich publiziert und im Rahmen der frei zugänglichen open-source Simulationsplattform CFDEM ([www.cfdem.com](http://www.cfdem.com)) der wissenschaftlichen Community zur weiteren Optimierung zur Verfügung gestellt. Aus dem CD-Labor für Modellierung partikulärer Strömungen ist mittlerweile eine assoziierte Professur hervorgegangen. Aufgrund des großen Erfolgs kooperiert Borealis zu weiterführenden Forschungsfragen seit 2016 mit einem neuen CD-Labor, ebenfalls an der Universität Linz.

## DREI FRAGEN AN ...



### Dr. Norbert Reichelt

Senior Group Expert Polyolefin Technology, Borealis AG

## Warum ist Grundlagenforschung für Innovation so wichtig?

Innovationen entstehen aus der Kombination von bestehendem Wissen aus verschiedenen Disziplinen der Wissenschaft und der Wirtschaft. Grundlagenforschung, obwohl teuer und zeitlich aufwendig, ist die Basis zur Erlangung von neuen Erkenntnissen, die schlussendlich wirtschaftlich umgesetzt werden.

## Was sind die großen Herausforderungen in der Zusammenarbeit mit Universitäten?

Gute Kooperationen bedürfen einer konformen Interpretation der Problemstellung, des Wissensstandes sowie der benötigten Lösungsansätze zwischen den Partnern. Dies benötigt Zeit und Kontinuität der Zusammenarbeit.

## Was schätzen Sie besonders am Fördermodell der CD-Labors?

Das Fördermodell der CD-Labors setzt genau an diesen Herausforderungen an und bietet mit der siebenjährigen Laufzeit den Rahmen für eine erfolgreiche Ausführung der Grundlagenforschung mit Nutzen für die Universitäten und die Industrie.

# Eine Brücke zwischen Industrie 3.0 und 4.0

## CD-Labor für Software Engineering Integration für flexible Automatisierungssysteme

**Leitung** ao.Univ.Prof. DI Mag. Dr. Stefan Biffi;  
Technische Universität Wien

**Laufzeit** 01.01.2010 – 31.12.2016

### Unternehmenspartner

CertiCon a.s., LieberLieber Software GmbH, logicals GmbH

## CD-Labor für Modellintegrierte Intelligente Produktion

**Leitung** Ass.Prof. Mag. Dr. Manuel Wimmer;  
Technische Universität Wien

**Laufzeit** 01.01.2017 – 31.12.2023

### Unternehmenspartner

CertiCon a.s., LieberLieber Software GmbH

## Wissenschaftliche Herausforderung

Netzwerke aus mehreren Fabriken oder der Maschinenpark eines Unternehmens sind cyber-physische Systeme. Sie bestehen aus Hardware und Software, und müssen als Gesamtmodell modelliert werden, wenn man sie weiterentwickeln will („digitaler Zwilling“). Die Grundlagen dafür werden im Softwareengineering entwickelt, einer Unterdisziplin der Informatik mit vielen Schnittstellen zu anderen Disziplinen, wie beispielsweise zum Maschinenbau. Dort werden Modellierungssprachen für diese Fragestellungen entwickelt und Modelle erstellt, anhand derer man die Auswirkungen von Änderungen testen kann. Konkrete Fragestellungen aus Unternehmen sind dabei hilfreich; die publizierten Grundlagen sind für alle cyber-physischen Systeme anwendbar.

## Mehrwert für das Unternehmen

Das Unternehmen kann sich als kompetenter Partner für maschinenbaunahe Unternehmen etablieren. Ein Beitrag zur Etablierung von Standards und zur Vereinheitlichung der Sprache wurde geleistet, das Unternehmen profitiert davon frühzeitig. Über das CD-Labor entsteht ein Netzwerk aus hochkompetenten Personen im eigenen Themenbereich. Die Beteiligung an einem CD-Labor ist für ein KMU eine Cash-Flow-Herausforderung, aber jeder Euro kommt doppelt zurück.

Durch Softwaremodellierung kann Unternehmen mit bestehendem Maschinenpark der Weg in die Industrie 4.0 aufgezeigt und technisch umgesetzt werden. Thema ist die digitale Transformation auf Geschäftsebene.

## Worum es geht

Asynchrone Investitionszyklen sind ein grundsätzliches Problem in der Digitalisierung. Für Maschinen in Industrie und Gewerbe gilt nach wie vor ein Investitionszyklus von 30 Jahren, in der Software sind es 3 Jahre, Neuerungen bei Computerkomponenten kommen meist in noch kürzeren Zyklen. Die Industrie muss sich neuen Entwicklungsmethoden öffnen, um für Industrie 4.0 gerüstet zu sein und wettbewerbsfähig zu bleiben. Auch die geforderte Sicherheit für vernetzte Anlagen ist mit Maschinen, die mit alten Softwarecodes gesteuert werden, nicht erreichbar. Die LieberLieber Software GmbH sieht sich als Übersetzer zwischen universitärem Wissen und den konkreten Anforderungen von Maschinenbauern und -betreibern. Das Unternehmen bietet Lösungen an, welche unter Berücksichtigung bestehender Maschinenparks einen Weg in die Zukunft weisen. Zu den Kunden des Unternehmens gehören maschinenbaunahe Unternehmen sowie große Unternehmen mit Entwicklungszyklen von 20–30 Jahren, die auch selbst Software entwickeln. Vorreiter sind innovative Branchen mit kurzen Investitionszyklen und strengen gesetzlichen Anforderungen an die Sicherheit, wie zum Beispiel die Automobil- und Flugzeugindustrie oder das Militär.

## Die Forschungsfrage: Zeitübergreifende Übersetzung mittels Software-Modellen

Die modellbasierte Softwareentwicklung ist an den Universitäten seit mehr als 20 Jahren Standard. Dazu wird ein abstraktes Modell erstellt, in dem das gesamte System beschrieben wird: Was muss es können, wie muss das Ergebnis aussehen? Wenn dieses Modell die Gesamtheit aus Hard- und Software, also das cyber-physische System umfasst, spricht man von einem „digitalen Zwilling“. Auf dieser Ebene kann das Gesamtsystem geprüft werden, mögliche Auswirkungen von Änderungen werden sichtbar und Optimierungsmöglichkeiten greifbar. Dadurch wird die Programmierung strukturierter, flexibler und relativ leicht änderbar – und geplante Änderungen können vorab getestet werden. Auf Basis der Modellierung kann außerdem demonstriert werden, was wirtschaftlich sinnvoll ist.



## Die Kooperation im CD-Labor

CD-Labors ermöglichen anwendungsorientierte Grundlagenforschung und verkürzen daher die Zeit, bis Grundlagenforschung am Markt ankommt, beträchtlich. Schon nach 2–5 Jahren ist absehbar, ob die Ergebnisse marktfähig sein werden. Für die LieberLieber Software GmbH, ein forschungsnahes KMU, sind sie daher eine ideale Möglichkeit, Zugang zur Grundlagenforschung zu erhalten und doch flexibel zu bleiben.

Gerade in der Anlagenentwicklung bewährt sich die Kooperation von Wissenschaft und Unternehmen. Hier müssen Software, Elektronik und Maschinen zusammenarbeiten, denn die Modelle umfassen die Gesamtheit von Maschinen und bestehender Software. Konkrete Beispiele von realen Kunden bringen die Forschung voran, da die Untersuchung der konkreten Prozesse eines Maschinenparks wichtige Informationen für die Verbesserung von Software bietet.

## Ergebnisse: Modelle und Marktkommunikation

Die LieberLieber Software GmbH verfolgt das Ziel, auch maschinenbaunahe Unternehmen mit langen Entwicklungszyklen für die moderne Art des Programmierens zu gewinnen. Die Zusammenarbeit mit der Grundlagenforschung verbessert die eigenen Produkte und ist zugleich ein wichtiges Argument für diese Überzeugungsarbeit: Das Interesse an den Angeboten der LieberLieber Software GmbH steigt merkbar.

Das CD-Labor liefert darüber hinaus auch wichtige Beiträge zur Etablierung von Standards und die fortschreitende Vereinheitlichung von Begriffen; über die Kooperation hat das Unternehmen daran Anteil und kann frühzeitig davon profitieren.

Nicht zuletzt bietet das CD-Labor auch Zugang zum universitären Umfeld und erweitert damit das Netzwerk kompetenter Personen, mit denen das Unternehmen zusammenarbeiten kann. Aufgrund des großen Erfolgs kooperiert die LieberLieber Software GmbH seit 2017 mit einem neuen CD-Labor, ebenfalls an der TU Wien.

## DREI FRAGEN AN ...



**Peter Lieber**

Eigentümer und Unternehmensgründer

## Warum ist Grundlagenforschung für Innovation so wichtig?

In unserer täglichen Arbeit stoßen wir regelmäßig auf Fragen, die mit dem derzeitigen Wissen nicht zu beantworten sind. Dann gilt es, diese Fragen der Grundlagenforschung zuzuführen, um den Wissensbestand zu erweitern. Darauf aufbauend ist es uns möglich, mit unseren Innovationen immer den entscheidenden Schritt voraus zu sein.

## Was sind die großen Herausforderungen in der Zusammenarbeit mit Universitäten?

Universitäten haben grundsätzlich andere Ziele und Aufgaben als ein Unternehmen, das sich täglich am Markt bewähren muss. In der Zusammenarbeit gilt es daher, diese Ziele näher zusammenzurücken und einen Weg zu suchen, der beiden Partnern Vorteile und Nutzen bringt.

## Was schätzen Sie besonders am Fördermodell der CD-Labors?

Die siebenjährige Laufzeit eines CD-Labors ermöglicht es uns, längerfristig an Fragestellungen zu arbeiten. Man lernt in dieser Zeit die handelnden Personen gut kennen und kann versuchen, die Stärken beider Seiten voll zu Geltung zu bringen. Dabei eröffnen sich auch Möglichkeiten, die zunächst gar nicht abzusehen waren.

# Was Papier im Innersten zusammenhält

CD-Labor für Oberflächenphysikalische und chemische Grundlagen der Papierfestigkeit

## Leitung

ao.Univ.Prof. Mag. Dr. Robert Schennach;  
Technische Universität Graz

## Laufzeit

01.03.2007 – 28.02.2014

## Unternehmenspartner

Kelheim Fibres GmbH, Lenzing AG,  
Mondi Frantschach GmbH, Donawitz GmbH,  
voestalpine Stahl GmbH

## Wissenschaftliche Herausforderung

Mit einer Vielzahl von spektroskopischen und mikroskopischen Verfahren untersucht die Oberflächenphysik den Aufbau von Oberflächen und deren Wechselwirkungen mit ihrer Umgebung. Für die Herausforderung, sich systematisch mit Zellulosefasern zu befassen, ist die Zusammenarbeit mit Chemie und Verfahrenstechnik unbedingt erforderlich. Mehr Wissen über die Struktur von Zellulosefasern ist überall dort relevant, wo Wechselwirkungen zwischen Fasern eine Rolle spielen. Beispiele dafür sind neben Papier auch Textilien oder neue Technologien für die Architektur. So könnten etwa Gipsplatten beim Innenausbau durch Papierwände ersetzt werden.

## Mehrwert für das Unternehmen

Die Forschungsergebnisse ermöglichten viele Verbesserungen im gesamten, sehr umfangreichen Verpackungsportfolio des Unternehmens. Sie sind zentrale Grundlage vieler Produkte. Festeres Papier kann mit weniger Ressourcen hergestellt werden. Die Forschungskooperation leistete einen wesentlichen Beitrag dazu, dass die Mondi Group als globales Verpackungs- und Papierunternehmen in vielen Ländern erfolgreich sein kann.

2.500 Jahre Papierherstellung – und noch immer ist vieles nicht bekannt. Die Oberflächenphysik betritt ein für sie neues Forschungsfeld und ermöglicht konkrete Strategien, wo früher nur probiert werden konnte. Das macht Papier besser, vielfältiger einsetzbar und leistungsfähiger.

## Worum es geht

Verpackungspapier, wie es die Mondi Group herstellt, muss hohen Anforderungen in Bezug auf Festigkeit, Steifheit und Arbeitsaufnahmefähigkeit genügen. Diese hohen qualitativen Anforderungen müssen allerdings in Balance stehen zum Einsatz von Material und Ressourcen. Konkret: Wie viele Lagen (also Material) braucht es für die gewünschte Qualität und wie kann der Materialeinsatz während des Herstellungsprozesses optimiert bzw. minimiert werden? Das Grundprinzip der Papierherstellung ist seit langem bekannt: Zellstoff-Fasern werden in Wasser aufgelöst, die Fasern am Sieb bilden ein Netzwerk, und wenn sie trocknen, werden sie fest. Die wesentliche Frage, um diesen eigentlich einfachen Prozess im Sinne konstant hoher und steuerbarer Qualität zu kontrollieren, ist allerdings immer noch ungelöst: Was hält die Papierfasern im Netzwerk zusammen?

## Die Forschungsfrage: Woher kommt der Zusammenhalt?

Die Papierherstellung hat eine sehr lange Geschichte. Nach 2.500 Jahren der Papierherstellung und etwa 1.000 Jahren mehr oder weniger systematischer Forschung und Entwicklung war der Wissensstand, dass die Fasern einerseits durch Verfilzung (Reibung) und andererseits durch Wasserstoffbrückenbindungen zusammengehalten werden. Aber die Mondi Group wollte mehr wissen: Könnten außer Reibung und Wasserstoffbrückenbindung auch andere Kräfte herrschen? Lassen sich diese beschreiben und quantifizieren und wie kann man sie steuern?

## Die Kooperation im CD-Labor

Für die Erforschung dieser Grundsatzfragen kam die Mondi Group bei den großen, papiernahen Forschungsinstituten in Skandinavien nicht weiter und suchte nach völlig neuen Herangehensweisen. So versprach man sich einen Durchbruch, wenn die Forschungsfrage nicht nur mit den Werkzeugen der Chemie, sondern auch vom Blickwinkel der Physik aus interdisziplinär untersucht würde. Nach intensiver Suche wurde man schließlich an der TU Graz fündig: Prof. Robert Schennach ist ein herausragender Oberflächenphysiker und Chemiker. Er hatte bis dahin nichts mit Papier zu tun, war aber bereit, sich den grundlegenden Fragen des Unternehmens zu stellen. Welche Mechanismen wirken in der Faser-Faser-Bindung, und kann man diese Mechanismen quantifizieren und steuern?

## Ergebnisse

Durch die Forschungsarbeiten im CD-Labor konnten für die Faser-Faser-Bindung insgesamt sieben Mechanismen identifiziert und quantifiziert werden, zum Beispiel Van der Waals-Kräfte, Dipolbindung oder mechanical interlocking. Ganz neu beschrieben wurde ein monomolekularer Wasserfilm in Kombination mit Reibung und dessen Wirkweise. Durch dieses Wissen lässt sich die Qualität des Papiers genauer steuern.

Die Forschungsarbeiten und Publikationen des CD-Labors haben insgesamt zu einer Weiterentwicklung der Papierbranche beigetragen. Mittlerweile beschäftigen sich mehrere Forschungsgruppen (vor allem in Europa) mit dem Thema; es entsteht neue Kompetenz. Die Mondi Group war am Beginn der Entwicklung dabei, hat daraus einen Vorsprung gewonnen und profitiert gleichzeitig vom globalen wissenschaftlichen Fortschritt, den Prof. Schennach angestoßen hat. Das Unternehmen ist in vielen Indikatoren besser als die Mitbewerber.

Die Grundlagenforschung profitierte insbesondere auch von der Kontinuität des Programms: sieben Jahre lang konnte substantiell geforscht werden, statt Anträge zu schreiben.

## DREI FRAGEN AN ...



DI Leo Arpa

Head of R&D Paper, Mondi-Group

## Warum ist Grundlagenforschung für Innovation so wichtig?

Neue Erkenntnisse in der Grundlagenforschung ermöglichen erst die Entwicklung von neuen Technologien und Produkten. Produkte und Prozesse, die auf diesen Grundlagen basieren, haben bessere Chancen, nachhaltig am Markt erfolgreich zu sein und dem Kunden Vorteile zu bringen.

## Was sind die großen Herausforderungen in der Zusammenarbeit mit Universitäten?

Manchmal treffen in dieser Konstellation zwei Partner aufeinander, die erst eine gemeinsame Sprache und ein gemeinsames Verständnis für eine erfolgreiche Zusammenarbeit entwickeln müssen. Eine längerfristige Zusammenarbeit und ein gutes Vertrauensverhältnis zwischen den Partnern bilden die Basis dafür.

## Was schätzen Sie besonders am Fördermodell der CD-Labors?

Neben der schlanken Struktur zeichnen sich die CD-Labors vor allem auch durch ihre mittelfristige Perspektive aus, die substanzielle Fortschritte der Forschung auch bei schwierigen Aufgaben ermöglicht. Nicht zuletzt profitieren die CD-Labors von der Struktur der CDG als unabhängigen Verein mit seinem kompetenten Senat, der sowohl bei der Einrichtung als auch bei der Evaluierung konsequent den Bottom-up-Kurs und den Exzellenzanspruch verfolgt.

# Komplexes einfach regeln

## CD-Labor für Modellbasierte Prozessregelung in der Stahlindustrie

### Leitung

Univ.Prof. DI Dr. Andreas Kugi; Technische Universität Wien

### Laufzeit

01.01.2014 – 31.12.2020

### Unternehmenspartner

voestalpine Stahl GmbH

## Wissenschaftliche Herausforderung

Ein hoher Automatisierungsgrad bei komplexen Produktionsanlagen ist für die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie essentiell, die Grundlagen dafür werden in der Wissenschaftsdisziplin Automatisierungs- und Regelungstechnik erarbeitet. Es geht um neues Wissen, neue Methoden und Algorithmen, zum Beispiel in der mathematischen Modellierung dynamischer Systeme oder in der Echtzeitoptimierung. Dabei wird besonderer Wert darauf gelegt, dass die neuen Methoden praktisch relevant und anwendbar sind. Um dieses Ziel zu erreichen, braucht es Expertise in vielen Bereichen, vor allem Elektrotechnik, Informatik, Maschinenbau, Mechatronik und Verfahrenstechnik. Die Ergebnisse dieser Grundlagenforschung sind für viele kontinuierliche Produktionsprozesse anwendbar, etwa in der Metall-, Kunststoff-, Papier- und Lebensmittelindustrie.

## Mehrwert für das Unternehmen

Durch bereits realisierte und geplante Umsetzungsmaßnahmen steigt die Effizienz von Warmbreitbandstraße und Feuerverzinkungsanlage merkbar. Bei Rohstoffen, Energie und Wartung wird mit signifikanten Einsparungen gerechnet.

Umfassende physikalische Modelle ermöglichen die Echtzeit-Regelung von Produktionsanlagen. Effizienz und Qualität steigen.

### Worum es geht

In der modernen Stahlerzeugung sind die wesentlichen prozesstechnischen Zusammenhänge der Produktionsanlagen bekannt. Auf Grund der Vielzahl der vorhandenen Prozessparameter, der Komplexität der Anlagen und der nicht immer vollständig beschreibbaren Einflüsse der wirkenden Umgebung sind Fortschritte im Rahmen der Prozesssteuerung nur mehr mit beträchtlichem mathematischen Aufwand zu erzielen. Die voestalpine Stahl GmbH ist daher an wissenschaftlich erarbeiteten, mathematischen Modellen und Algorithmen interessiert, die eine optimale Prozessführung und Echtzeit-Regelung ihrer Anlagen erlauben. Dadurch werden Ressourcen effizienter genutzt, die Qualität der Produkte erhöht, die Produktionsleistung gesteigert und Anlagen und Umwelt geschont.

### Die Forschungsfrage: Prozesse hinreichend beschreiben

Um Anlagen in Echtzeit optimal steuern bzw. regeln zu können, braucht es geeignete physikalische Modelle, die auch unter den realen Bedingungen der Produktion funktionieren. Dies sind maßgeschneiderte Modelle, die mit soweit wie möglich vereinfachten Gleichungen einen Prozess hinreichend gut beschreiben, um in der Praxis damit arbeiten zu können. Mit diesem Ansatz ist es möglich, nicht nur auf Basis von punktuell erhobenen Messdaten in den laufenden Produktionsvorgang einzugreifen, sondern den gesamten Prozess zu verstehen und unmittelbar zu steuern. Beispiele für konkrete Anwendungen solcher Modelle sind die Herstellung von Stahlblechen in der Warmbreitbandstraße und in der Feuerverzinkung.

### Beispiel: Die Feuerverzinkungsanlage

Mit Hilfe des Feuerverzinkungsprozesses entstehen Stahlbänder mit korrosionsbeständiger Oberflächenschicht, welche zum Beispiel in der Automobilindustrie eingesetzt werden. Die Bänder werden im Verzinkungsprozess durch ein Zinkbad gezogen. Die gewünschte Zinkschichtdicke wird durch beidseitig angebrachte Abstreifdüsen eingestellt. Die Bänder können durch die vorhandene Zinkbadmechanik in Schwingung geraten, wodurch sich eine inhomogene Zinkschicht-



dicke ergeben kann. Da Zink eine kostenrelevante Größe darstellt, ist die Schichtdicke nur auf das unbedingt erforderliche Maß zu regeln. Das Ziel ist daher, den Bandlauf mithilfe von elektromagnetisch arbeitenden Aktuatoren in Echtzeit so zu regeln, dass keine Schwingungen entstehen. Die ersten Forschungsprojekte dazu sind bereits abgeschlossen. Mit der Umsetzung im Unternehmen wurde begonnen. Die voestalpine Stahl GmbH geht von einer signifikanten Einsparung aus.

### Beispiel: Die Warmbreitbandstraße

In der Warmbreitbandstraße werden die in der Stranggießanlage erzeugten Brammen auf über 1.000 °C erhitzt und dann zu Bändern gewalzt. Auf Basis der Forschungsarbeiten im CD-Labor konnte dafür eine Feed-Forward-Regelung entwickelt werden, die durch Messungen am Vorerüst der Walzanlage die Qualität der Bänder am Ende des Walzprozesses verbessern kann. Die hohen Produktionskosten beim Walzvorgang werden verringert.

## DREI FRAGEN AN ...



### Dr. Franz Androsch

Leiter der Konzernforschung der voestalpine AG

## Warum ist Grundlagenforschung für Innovation so wichtig?

Anwendungsorientierte Grundlagenforschung ist absolut notwendig, wenn neue Werkstoffe und Verfahren entwickelt werden, um ein grundlegendes Verständnis von dabei neu

auftretenden Phänomenen zu bekommen und Zusammenhänge besser verstehen zu können. Metallurgie und Werkstoffkunde haben sich zu einer hochkomplexen Wissenschaft entwickelt. Technologieführerschaft ohne Grundlagenentwicklung ist heute nahezu undenkbar. Grundlagenwissen stellt somit in vielen Fällen eine notwendige Ergänzung zur Unternehmensforschung dar und ermöglicht oder beschleunigt die Entwicklung neuer Verfahren und Produkte.

## Was sind die großen Herausforderungen in der Zusammenarbeit mit Universitäten?

Für die Grundlagenforschung, die wir nicht selbst durchführen können, sind wissenschaftliche Partner, allen voran die Universitätsinstitute, sehr wichtig. Wir streben an, unsere gesamte Prozesskette mit wissenschaftlichen Partnern abzudecken und in wesentlichen Bereichen langfristige Partnerschaften aufzubauen. Die Zusammenarbeit erfolgt immer auf Augenhöhe und sollte für beide Partner eine win-win-Situation darstellen. Wir profitieren vom Wissen und den Ressourcen der Institute, die ja auch Quelle für neue hochqualifizierte Mitarbeiter sind. Das Institut wiederum profitiert von der Aufgabenstellung und den finanziellen Mitteln der Unternehmen.

## Was schätzen Sie besonders am Fördermodell der CD-Labors?

CD-Labors funktionieren unbürokratisch und sind sehr flexibel. Dadurch, dass man auch während der Laufzeit neue Module einrichten, weitere Partner einbinden oder das Budget anpassen kann, ist es möglich, damit sehr gut auf neue Entwicklungen oder Veränderungen zu reagieren. Das Modell ist unkompliziert mit klaren Spielregeln, klar ausformulierten Zielen und hat eine definierte Laufzeit. Der Freiraum von 30 %, um rein wissenschaftliche Forschung durchführen zu können, ist auch für die Unternehmen von großem Vorteil. Dadurch kann der wissenschaftliche Mitarbeiter im CD-Labor viel stärker in die Tiefen der Grundlagen gehen – ein Vorteil gegenüber bilateralen Projekten mit Auftragsforschungscharakter, wo gezielt und mit Ergebnisdruck reine angewandte Forschung betrieben wird.

# Schneller testen heißt schneller entwickeln

CD-Labor für Lebensdauer und Zuverlässigkeit von Grenzflächen in komplexen Mehrlagenstrukturen der Elektronik

#### Leitung

Dr. Golta Khatibi; Technische Universität Wien

#### Laufzeit

01.08.2015 – 31.07.2022

#### Unternehmenspartner

F&S Bondtec Semiconductor GmbH,  
Infineon Technologies AG

#### Wissenschaftliche Herausforderung

Die Entwicklung neuer und geeigneter Messsysteme für materialwissenschaftliche Untersuchungen ist ein wesentlicher Teil der Materialwissenschaft. Dazu braucht es ein fundiertes Verständnis sowohl für die Testmethode als auch für die physikalischen und chemischen Vorgänge bei der Anwendung. Immer präziseres Testequipment muss entwickelt werden – und darauf aufbauend Modelle, Simulationen und Methoden, die dann wiederum experimentell validiert werden müssen.

Miniaturisierte Bauteile auf Ermüdungserscheinungen zu testen, ist nicht nur für die Elektronik relevant. Das Wissen aus dem CD-Labor ist auch in der Medizintechnik anwendbar, zum Beispiel bei der Entwicklung von Materialien für Stents, jene Implantate, die z. B. den Wiederverschluss von Blutgefäßen verhindern.

#### Mehrwert für das Unternehmen

F&S Bondtec hat schon einen Prototypen auf Basis der Forschung im CD-Labor entwickelt, mit dem Infineon die Belastbarkeit neuer Leistungshalbleiter bereits testet. Infineons Entwicklung neuer Technologien wird damit wesentlich beschleunigt, der Innovationsvorsprung wird bewahrt und ausgebaut. Erste Vorstudien zur Übertragbarkeit der Methode auf weitere miniaturisierte Anwendungen sind vielversprechend.

Wer innovative elektronische Bauteile entwickeln will, muss testen, wie belastbar sie sind. Schnellere Tests gibt es – aber sind sie auch zuverlässig?

#### Worum es geht

Elektronische Bauteile bestehen aus unterschiedlichsten Materialien und Schichten, elektrisch leitenden und isolierenden, duktilen und spröden, aus Metallen, Gläsern und Polymeren. Sie alle werden für die Funktion gebraucht – passen aus materialwissenschaftlicher Sicht aber nicht unbedingt zusammen: Sie können schlecht aneinander haften und bei Erhitzung dehnen sie sich unterschiedlich stark aus. Dadurch entstehen insbesondere bei Schaltvorgängen hohe thermomechanische Belastungen. Wie lange ein Bauteil dieser Belastung standhält, ist ein für den Kunden maßgebliches Produktmerkmal. Wer hier schnell und gleichzeitig zuverlässig testen kann, hat auch in der Entwicklung die Nase vorn.

#### Die Forschungsfrage

In der Entwicklung neuer Bauteile steht deren elektrische Funktion im Vordergrund, Schicht um Schicht wird sorgfältig aufgebaut. Aber bis zu welcher Belastung haften die Schichten zuverlässig aneinander? Und wie reagiert das Bauteil auf geringere, aber immer wiederkehrende Belastungen? Um diese Belastbarkeit präzise vorherzusagen, setzte man bisher auf aufwändige elektrische Belastungsverfahren: Über Monate hinweg wird, wie in der finalen Anwendung, Strom ein- und ausgeschaltet, um die Bauteile dem Zyklus „ein / aus“ bzw. „heiß / kalt“ viele zehntausende Male auszusetzen. Das dauert – und ist teuer. Infineon sucht daher nach schnelleren und einfacheren Testmethoden, um die Entwicklung neuer zuverlässiger Produkte entscheidend zu beschleunigen. Umgekehrt eröffnet solch eine Testmethode auch neue Märkte für die Hersteller von Ultraschall-Drahtbondgeräten, die zu Prüfgeräten erweitert werden können. Daher ist auch F&S Bondtec der Kooperation beigetreten – ein idealer Partner, denn das Unternehmen hat als einziger Hersteller weltweit sowohl im Ultraschall-Drahtbonden als auch im Bondtesten Erfahrungen.

#### Die Kooperation im CD-Labor

Ultraschallprüfungen sind als Tests für herkömmliche Materialermüdungen etabliert und ermöglichen die Durchführung von zehntausenden Belastungszyklen pro Sekunde. Die Übertragung der Methode auf elektronische Bauteile ist daher ein vielversprechender Ansatz.



Was früher Monate dauerte, könnte in wenigen Stunden erledigt werden. Mit Dr. Golta Khatibi an der TU Wien hat Infineon dafür eine international anerkannte Expertin als Partnerin gefunden. Sie widmet sich als Materialwissenschaftlerin den vielen offenen Fragen der Methode: Zum Beispiel ist die Ultraschallprüfung eine Schwingungsprüfung bei fixer Temperatur – ist das wirklich das Gleiche wie die Belastung durch Temperaturschwankungen? Und kann die Methode auch auf miniaturisierte Bauteile und deren Schichtaufbau angewendet werden? Die Übertragbarkeit vom Zentimeter- in den Mikro- und Nanometerbereich liegt nicht unbedingt nahe, sie muss wissenschaftlich belegt und die Methode angepasst werden. Und noch davor braucht es detailliertes Grundlagenwissen über die Belastungen in verschiedenen Arten von Bauteilen: große Leistungshalbleiter, die in Hochgeschwindigkeitszügen und Windkraftanlagen betrieben werden; kleinere Schalter, die hochfrequent Leistungswandlung in elektronischen Geräten ermöglichen; miniaturisierte intelligente Leistungsschalter für komplexe Automobilanwendungen.

#### Ergebnisse

Durch die Forschung im CD-Labor ist es bereits gelungen, die Übertragbarkeit der Schwingungsbelastung durch Ultraschall auf die thermomechanischen Belastungen in bestimmten Bereichen zu belegen. Auf Basis der Forschungsarbeiten konnte F&S Bondtec bereits einen Prototypen für schnelle Tests an Drahtbonds im Hochleistungsbereich (Lokomotiven, Windkraftanlagen) entwickeln, mit dem Infineon schon arbeitet. Auch bezüglich der Übertragbarkeit der Methode auf kleinere Anwendungen mit geringerer Strombelastung, kleineren Chips und dünneren Metallverbindungen (Elektronikgeräte, Automobilanwendungen) gibt es bereits vielversprechende Vorstudien.

Die Frage, ob die Testmethode auch zur zyklischen Prüfung von Schichtaufbauten geeignet ist, liegt derzeit noch ganz im Bereich der Grundlagenforschung. Vom CD-Labor erwartet sich Infineon eine Antwort auf die Frage, ob das grundsätzlich möglich sein wird.

#### DREI FRAGEN AN ...



#### Dr. Josef Fugger

Director R&D – KAI, Infineon  
Technologies Austria AG

#### Warum ist Grundlagenforschung für Innovation so wichtig?

Das kommt sehr stark auf den konkreten Anwendungsbereich an, aber in der Regel bereitet die Grundlagenforschung den Boden auf, auf welchem dann Innovationen entstehen können. Man muss da längerfristig denken, denn Ergebnisse der Grundlagenforschung fließen oft erst Jahre später in tatsächliche Anwendungen ein.

#### Was sind die großen Herausforderungen in der Zusammenarbeit mit Universitäten?

Ich sehe da großes Potenzial, Infineon arbeitet erfolgreich mit zahlreichen Universitäten weltweit zusammen. Entscheidend ist, dass die gegenseitigen Erwartungen vorab definiert werden. Klare Regeln sind wichtig, zum Beispiel bei der Sicherung von geistigem Eigentum oder der Veröffentlichung von Forschungsergebnissen.

#### Was schätzen Sie besonders am Fördermodell der CD-Labors?

Das Modell ermöglicht Firmen die Zusammenarbeit mit Universitäten an Aufgabenstellungen mit einem längerfristigen Zeithorizont. In diesem Rahmen können im universitären Umfeld nachhaltig Forschungsgruppen aufgebaut werden. Gleichzeitig besteht die Flexibilität, während der Laufzeit auch Änderungen des Forschungsprogrammes vorzunehmen.

# Wo sich Mensch und Technik treffen

## CD-Labor für Wiederherstellung von Extremitätenfunktionen

### Leitung

Univ.Prof. Dr. Oskar Christian Aszmann

### Laufzeit

01.01.2012 – 31.12.2018

### Unternehmenspartner

Otto Bock Healthcare Products GmbH

## Wissenschaftliche Herausforderung

Die umfassende Versorgung von PatientInnen mit Prothesen ist notwendigerweise interdisziplinär. Das nötige Wissen reicht von den anatomischen und neurologischen Grundlagen über operative Methoden und Robotik bis hin zu geeigneten REHA-Konzepten. Die ersten Anatomen haben die Lage der Nerven im Arm so gut wie möglich durch Sezieren erforscht. Die moderne anatomische und neurobiologische Forschung greift darüber hinaus auf histologische Färbemethoden und neue Methoden der Immunhistologie zurück. So ermöglicht etwa eine im CD-Labor entwickelte Methode die Unterscheidung zwischen motorischen und sensorischen Nervenfasern. Umfassendes Wissen über die Nerven im Arm kommt verschiedensten medizinischen Bereichen zu Gute, zum Beispiel auch, wenn nicht amputiert werden muss.

## Mehrwert für das Unternehmen

Die Technik des selektiven Nerventransfers in andere Muskeln wurde verfeinert, PatientInnen können nun standardmäßig damit versorgt werden, nicht nur im AKH Wien.

Neue REHA-Konzepte für TMR-Prothesen wurden erstellt und sind am Markt.

Erste Lösungen für bessere Mustererkennung kommen 2019 auf den Markt.

Für Produkte mit besserer Feedback-Funktion wurde der Grundstein gelegt.

Zwei Patente wurden angemeldet.

Für gedankengesteuerte Prothesen braucht es nicht nur technische Perfektion, sondern auch medizinische Expertise. Denn die verbliebenen Nerven und Muskeln müssen so miteinander verbunden werden, dass die Signale für die high-tech-Prothese verwertbar sind.

## Worum es geht

Moderne Prothesen sind technisch hoch entwickelt und können viele Bewegungen ausführen. Bei allem technischen Fortschritt auf Seiten der Prothesen bleibt aber entscheidend, dass der Mensch die Prothese möglichst gut steuern kann. Dazu setzt man seit Beginn des Jahrtausends auf TMR-Operationen (Targeted Muscle Reinnervation): Nerven, die Signale an den natürlichen Arm übertragen hatten, werden mit verbliebenen Muskeln im Bereich des Amputationsstumpfes verbunden. Die Aktivierung dieser Muskeln wird von der Prothese erkannt und in die richtigen Bewegungen umgesetzt. Dadurch wird die Handhabung intuitiver – die Nerven für Handbewegungen bleiben die gleichen.

## Die Forschungsfrage: Nerventransfer für intuitive Steuerung

Damit das wirklich funktioniert, braucht es umfassendes und hochspezialisiertes medizinisches Wissen: Wo genau verlaufen die Nervenbahnen – und in welche Richtung? Und wo sind die Muskeln, die den Reiz des Nervs aufnehmen und diesen an die Prothese übermitteln können? Amputationen oberhalb des Ellbogens stellen eine besondere Herausforderung dar, weil sowohl die Handfunktion als auch die Funktion des Ellbogens ersetzt werden müssen. Der Oberarm hat mit Bizeps und Trizeps aber nur zwei getrennte Muskeln, welche diese komplexe Steuerung übernehmen sollen. Wie und wo genau können diese Muskeln in entsprechende funktionelle Segmente aufgeteilt werden? An welcher Stelle können Muskelaktivitäten am besten gemessen werden? Und wie kann das Gehirn Rückmeldungen von der Prothese erhalten, zum Beispiel darüber, wie fest ein Gegenstand gehalten wird (Feedback-Funktion)?



## Die Kooperation im CD-Labor

Für die Weiterentwicklung der Methode ist die Kooperation von Prothesenherstellern und medizinischer Forschung unabdingbar: Biosignale von Nerven und Muskeln müssen gefunden und nutzbar gemacht werden. Die Prothetik muss diese Biosignale in geeigneter Weise aufgreifen. Und schließlich müssen REHA-Konzepte entwickelt werden, damit die PatientInnen die Möglichkeiten ihrer Prothese auch voll ausnutzen können. Mit Prof. Aszmann von der Abteilung für Plastische und Wiederherstellende Chirurgie der Medizinischen Universität Wien fand Ottobock einen idealen Partner mit großer medizinischer Expertise. Seine wissenschaftlichen Arbeiten gehören mit zu den Grundlagen der ersten derartigen Operationen in den USA, und 2006 war er der erste, der – schon mit Beteiligung von Ottobock – eine solche Operation außerhalb der USA durchführte. Mittlerweile ist rund um das CD-Labor ein weitreichendes Forschungsnetzwerk entstanden, in das auch das Unternehmen eingebunden ist.

## Ergebnisse

Im CD-Labor und in seinem Forschungsnetzwerk wurde unter anderem neues und umfassendes Wissen über Lage und Arbeitsweise jener Nerven gewonnen, die die Arm-bewegungen steuern. Durch die Kooperation im CD-Labor war das Unternehmen an der Front des Wissens dabei und profitiert bei der Weiterentwicklung seiner Produkte von diesem Wissensvorsprung. Ottobock kann heute Prothesen anbieten, die in Verbindung mit einer TMR-Operation sehr gut steuerbar sind und zum Beispiel auch bei mehreren Steuersignalen erkennen, welche Bewegung ausgeführt werden soll. Die Signale von Nerven und Muskeln können über implantierbare Sensoren direkt im Körper gemessen werden und sind daher weniger anfällig für Störungen wie zum Beispiel Schwitzen. Neues Wissen über die Richtung der Reizleitung im Nerv ermöglicht neue Ansätze für die Feedback-Funktion. Vom großen Erfolg des CD-Labors kündeten zahlreiche Publikationen in renommierten Journals sowie der 2018 verliehene ERC-Synergy-Grant der Europäischen Union an Prof. Aszmann. Die Kooperation wird nach dem Ende des CD-Labors Ende 2018 weitergeführt.

## DREI FRAGEN AN ...



### Dr. Andreas Goppelt

CTO und Geschäftsführer der Wiener Niederlassung von Ottobock

## Warum ist Grundlagenforschung für Innovation so wichtig?

Erst die Kenntnis über zugrunde liegende biologische Mechanismen ermöglicht die Entwicklung neuer Konzepte in der Versorgung von Patientinnen und Patienten nach Verlust oder Lähmung von Extremitäten. Beispiele für solche innovative Methoden sind der selektive Nerventransfer oder Algorithmen zur Mustererkennung für die Steuerung von Prothesen.

## Was sind die großen Herausforderungen in der Zusammenarbeit mit Universitäten?

Neben den unterschiedlichen Erwartungshaltungen – „Publikation vs. Patent“ – ist bei unserer Zusammenarbeit die Interdisziplinarität eine besondere Herausforderung. Der Informationsaustausch zwischen den beteiligten Partnern ist essentiell, um diesen Brückenschlag zwischen Medizin und Technik zu ermöglichen.

## Was schätzen Sie besonders am Fördermodell der CD-Labors?

CD-Labors bieten die Möglichkeit, verschiedene Techniken bzw. Methoden zu erproben, deren Erfolgsaussichten in einem frühen Stadium schwer abschätzbar sind. Durch die 50% Förderung des CD-Labors kann man auch Ansätze verfolgen, die ohne die Förderung ein wirtschaftlich zu hohes Risiko darstellen würden.

# Wie aus Pulver und Wasser Beton wird

**CD-Labor für Anwendungsorientierte Optimierung der Bindemittelzusammensetzung und Betonherstellung**

## Leitung

Univ.Prof. DI Dr. Roman Lackner, Universität Innsbruck

## Laufzeit

01.10.2010 – 30.09.2017

## Unternehmenspartner

Doka GmbH, FCA-Holding GmbH, Schretter & Cie GmbH & Co KG

## Wissenschaftliche Herausforderung

Im Rahmen der Materialtechnologie sind auch Zement und Beton ein wichtiges Thema. Es geht darum, die Eigenschaften dieser Materialien zu untersuchen und ihr chemisches und physikalisches Verhalten möglichst genau zu verstehen. Chemische Reaktionen, wie etwa die Zementhydratation, müssen abgebildet, die Dauerhaftigkeit von Strukturen untersucht werden. Ein hybrider Forschungsansatz ergänzt dabei die experimentelle Charakterisierung der Eigenschaften der Materialbestandteile durch die modellmäßige Abbildung der ablaufenden Prozesse. Das ist nicht nur für Zementhersteller interessant, sondern zum Beispiel auch in der Medizin: Zur Stabilisierung poröser Knochen oder von Implantaten kann Knochenzement injiziert werden, die Ergebnisse der Grundlagenforschung sind auch dafür anwendbar.

## Mehrwert für das Unternehmen

Die Wissensbasis des Unternehmens über Materialien und Prozesse wurde erweitert. Das neue Wissen fließt an verschiedensten Stellen in die Entwicklung neuer Produkte ein.

Das Wissen über die Herstellung von optimiertem Portlandschnellzement für den Tunnelbau ist im Unternehmen vorhanden.

Schretter & Cie wird als forschendes Unternehmen wahrgenommen.

Zement ist genial: Man mischt gebranntes und gemahlenes Gesteinspulver mit Wasser, dann verarbeitet man die Paste, und beim Aushärten wird sie hart wie Stein. Mehr Wissen über die physikalischen und chemischen Vorgänge führt zu besseren Produkten.

## Worum es geht

Zement ist als Bindemittel wesentlicher Bestandteil von Beton. Vermengt mit Gesteinskörnungen und Zusatzstoffen ermöglicht er das Bauen von Häusern, Tunneln, Brücken und vielem mehr. Schretter & Cie als mittelständisches Tiroler Unternehmen deckt die gesamte Produktionskette für Zement ab: Kalkstein und Mergel werden in Vils vor Ort gewonnen und in eigenen Anlagen weiterverarbeitet. Am Ende steht eine große Sortenvielfalt an Zement: normaler Bauzement sowie Spezialzemente für Betondecken, Straßen, Tunnel und vieles mehr. Grundlagenwissen und tiefgehende physikalisch-chemische Modelle helfen bei der Entwicklung besserer Produkte ebenso wie beim effizienteren Einsatz der vor Ort verfügbaren Rohstoffe.

## Die Forschungsfrage

Bei der Herstellung von Zement werden Rohstoffe wie Kalk und Mergel gebrannt und gemahlen. Bei diesem scheinbar einfachen Prozess lassen sich viele Parameter variieren: Rohstoffe in verschiedensten Mischungsverhältnissen, gebrannt bei verschiedenen Bedingungen, moderne Zusatzstoffe wie z. B. bestimmte Fasern. Welche dieser Möglichkeiten ist die beste? Wie wirken sie sich auf Verarbeitbarkeit, Dauerhaftigkeit und mechanische Eigenschaften aus? Können die im Unternehmen verfügbaren Rohstoffe ohne Qualitätsverlust effizienter eingesetzt werden? Um diese Fragen beantworten zu können, muss das Unternehmen seine Wissensbasis erweitern: Es braucht detaillierte Kenntnis der physikalischen und chemischen Eigenschaften der Bestandteile und der ablaufenden Prozesse.



## Die Kooperation im CD-Labor

Für Schretter & Cie war der Ansatz des Materialtechnologen Prof. Roman Lackner besonders attraktiv: Er nähert sich den Themen „Zement“ und „Beton“ analytisch und erarbeitet Modelle, auf deren Basis das Unternehmen neue Produkte entwickeln kann. Die Eigenschaften der Materialbestandteile wurden experimentell charakterisiert und durch eine modellmäßige Abbildung der ablaufenden Prozesse ergänzt. Auf dieser Basis kann für jede spezifische Anwendung die optimale Zusammensetzung und die bestmögliche Kombination der Bestandteile gefunden werden.

## Beispiel: Effiziente Ressourcennutzung

Schretter & Cie betreibt in Tirol eigene Steinbrüche für Kalk, Mergel und Gips und möchte die eigenen Rohmaterialvorkommen bestmöglich einsetzen. Es geht um Ressourcenschonung bei gleichzeitigem Ausbau der Qualität, aber auch um Dinge wie etwa CO<sub>2</sub>-Reduktion beim Brennen und Mahlen. Auf Basis der physikalisch-chemischen Beschreibung und Modellierung der Vorgänge können nun Prognosen darüber erstellt werden, welche Maßnahmen erfolgversprechend sind. Vielversprechende Wege wurden bereits identifiziert und der Grundstein für verfahrenstechnische und materialtechnologische Fortschritte gelegt.

## Beispiel: Effizienter Tunnelbau

Portlandschnellzement ist ein besonders schnell aushärtender Spezialzement mit Faserbeimengung, der nur von wenigen Anbietern – darunter Schretter & Cie – hergestellt wird. Bei den Forschungsarbeiten ging es um eine spezielle Anwendung für den Tunnelbau: Tübbinge sind vorgefertigte Betonsegmente für Versteifungen im Tunnelbau. Die Anforderungen an die Passgenauigkeit sind mit wenigen Millimetern Fehlertoleranz sehr hoch. Für die Baustellenlogistik ist wichtig, dass diese Tübbinge „just in time“ geliefert werden. Schnelles Aushärten bei maximaler Genauigkeit ist besonders wichtig. Gleichzeitig macht die Faserverstärkung die Herstellung komplexer, für Weiterentwicklungen ist also sehr detailliertes Wissen über die Verarbeitungsschritte nötig. Durch die Zusammenarbeit im CD-Labor ist das Wissen über die Herstellung von besonders geeignetem Beton nun im Unternehmen vorhanden und einsetzbar.

## DREI FRAGEN AN ...



**KR Dr. Reinhard Schretter**

Geschäftsführer Schretter & Cie GmbH & Co KG

## Warum ist Grundlagenforschung für Innovation so wichtig?

Wären Innovationen nur anwendungsorientiert, fehlte einfach die Basis. Der systematische Methodenvergleich, das breit angelegte Experiment oder auch nur die umfassende Patent- und Literaturrecherche – das sind die Grundlagen für erfolgreiche Anwendungsorientierung. Natürlich gilt: Beides ist wichtig.

## Was sind die großen Herausforderungen in der Zusammenarbeit mit Universitäten?

Große Herausforderung ist der Zeitdruck der Unternehmen („time to market“), der in der rein wissenschaftlichen Arbeit nicht so gegeben, aber oft auch gar nicht möglich ist. Und natürlich gibt es bei der Finanzierung unterschiedliche Erwartungshaltungen; die Ziele einer unternehmensorientierten Forschung können sich nicht rein an Fördermöglichkeiten orientieren.

## Was schätzen Sie besonders am Fördermodell der CD-Labors?

Sehr positiv ist der „Zwang“ zur Zusammenarbeit über einen längeren Zeitraum, der Raum für umfassende systematische Arbeit auch ohne hohen Zeitdruck ermöglicht. Ein konstruktiver, offener Dialog wirkt auch kreativ für andere Themen. Weiters wird wissenschaftsorientiertes Arbeiten der Unternehmen, womöglich sonst nicht machbar, finanziell gestützt.

# Sicherheit in allen Fällen

## JR-Zentrum für Verifikation von eingebetteten Computersystemen

### Leitung

Prof.(FH) DI Dr. Martin Horauer; Fachhochschule Technikum Wien

### Laufzeit

01.05.2013 – 30.04.2018

### Unternehmenspartner

Infineon Technologies Austria AG, Kapsch TrafficCom AG, LOYTEC electronics GmbH, Oregano Systems – Design & Consulting GmbH, Siemens AG Österreich, Bluetech R&D GmbH

## Wissenschaftliche Herausforderung

Wie kann man schon bei der Entwicklung sicherheitskritischer Systeme möglichst rasch und kostengünstig alle nur erdenklichen Fehler simulieren und austesten, ob diese Systeme in jedem Fall richtig reagieren? Wie müssen adaptive Hardware und systemnahe Software konzipiert und umgesetzt werden, um möglichst robuste Systeme zu erhalten? Diese Fragen der Elektrotechnik und der Technischen Informatik sind bei eingebetteten Systemen besonders relevant. Um solche Systeme verstehen und kontrollieren zu können sowie den zahlreichen Regularien und Zertifizierungsprozessen gerecht zu werden, sind fundiertes Wissen und ein extremes Maß an Sorgfalt notwendig. Das im JR-Zentrum entwickelte Fehlertestsystem FIJI leistet einen wichtigen Beitrag für die Weiterentwicklung des Forschungsgebietes und kann systemunabhängig für alle sicherheitskritischen FPGA basierten elektronischen Systeme verwendet werden.

## Mehrwert für das Unternehmen

Das im JR-Zentrum entwickelte Open Source Tool FIJI wird von Siemens im Entwicklungsprozess verwendet, um mögliche Sicherheitslücken frühzeitig zu erkennen (correct by construction). Durch die Entwicklung eines Demonstrators für Anschauungs- und Lehrzwecke wurde diese Technologie auch für die Ausbildung aufbereitet. Siemens profitiert von der Weiterentwicklung der Branche und gleichzeitig vom Wissensvorsprung durch die Kooperation.

Hinter der elektronischen Steuerung moderner Anlagen stehen komplexe Systeme aus Hard- und Software, in denen Daten je nach Anforderung dezentral oder zentral verarbeitet werden. Effiziente und zuverlässige Testmethoden tragen zur Sicherheit dieser Systeme bei, beschleunigen die Entwicklungsprozesse und vereinfachen Zulassungsverfahren.

## Worum es geht

Ob U-Bahn, Kraftwerk, Zugsicherungssystem oder intelligentes Stromnetz: eingebettete Systeme realisieren Bremsassistenten, Fahrstände oder steuern Kraftwerksturbinen und verarbeiten Daten, die dann konsolidiert an einen zentralen Steuercontroller weitergeleitet werden. Dadurch entsteht eine sehr komplexe Landschaft aus Hard- und Software, die das effiziente Funktionieren der Anlagen ermöglicht und die für jede Anwendung individuell entwickelt werden muss. Sicherheit ist dabei ein großes Thema, denn jeder kleine Fehler hat potentiell große und oft lebensbedrohliche Konsequenzen.

Was auch immer passiert, welches Teilsystem auch ausfällt, das Gesamtsystem muss schnell in den nächsten sicheren Zustand übergehen können: Der ICE bleibt vor dem Tunnel stehen, das Kraftwerk reagiert richtig auf ein Erdbeben, das Stromnetz bleibt trotz Ausfällen stabil.

## Die Forschungsfrage

Die eingebetteten Systeme kann man sich als kleine Computer vorstellen, die direkt mit Sensoren (Bausteinen, die Umgebungswerte messen) und Aktuatoren (z. B. Motoren, Turbinen) verbaut sind. Die dafür nötige Elektronik (Hardware) ist maßgeschneidert und direkt mit dem Gerät verbunden. Oft werden für diese Computer FPGAs (Field Programmable Gate Arrays) verwendet. In FPGAs sind eine große Menge digitaler Basiskomponenten (Prozessoren, Speicher, Gatter, etc.) vorhanden, die auf verschiedenste Arten miteinander



verschaltet werden können und dadurch neue Funktionen ausführen können, also für wechselnde Anforderungen immer wieder neu konfigurierbar sind. Dies erfolgt in der Regel mit einer Hardwarebeschreibungssprache, aus der die neue Hardware synthetisiert wird.

In diesen hochkomplexen Systemen aus Hard- und Software kann nicht jede Verbindung und Schnittstelle einzeln geprüft und jede mögliche Kombination von Fehlern einzeln vorweggenommen werden. Viele Anwendungen, die damit realisiert werden, müssen jedoch unter allen Umständen sicher und fehlertolerant sein. Durch verifizierte Test- und Verifikationslösungen sollen Probleme schon im Entwurfsprozess erkannt werden – und auch bei der Zulassung einer Neuentwicklung ist der Nachweis validierter Testverfahren äußerst relevant.

## Die Kooperation im JR-Zentrum

Um effiziente und umfassende Tests für eingebettete Systeme entwickeln zu können, braucht es Expertise an der Schnittstelle von Hard- und Software, an der mit eigenen Methoden und Sprachen gearbeitet wird. Siemens hat diese Expertise bei Prof. Martin Horauer an der FH Technikum Wien und seinem Team gefunden. Testsysteme für die Sicherheit der eingebetteten Systeme sind ein klar definiertes Arbeitspaket und eignen sich daher sehr gut für die Zusammenarbeit in einem Josef Ressel Zentrum.

## Ergebnisse

Durch die Zusammenarbeit im JR-Zentrum konnten einige Benchmarks dafür entwickelt werden, wie die Sicherheit eines Systems definiert werden kann. Ein relevantes Ergebnis ist FIJI, das „Fault Injection Tool“. Mit diesem im JR-Zentrum entwickelten Open Source Tool können verschiedenste Fehler in unterschiedliche FPGA basierte Lösungen eingeschleust werden. Auf diese Weise kann überprüft werden, dass eingebaute Sicherheitsmaßnahmen im System diesen Fehlern gewachsen sind. Das Tool wurde von der FH publiziert und wird von der Forschungscommunity gepflegt und aktualisiert. Siemens profitiert damit von einem Gesamtfortschritt der Branche und gleichzeitig vom Wissensvorsprung durch die Kooperation im JR-Zentrum.

## DREI FRAGEN AN ...



### DI Harald Loos

Leiter der zentralen Forschungseinheit bei Siemens Österreich

## Warum ist (Grundlagen-)Forschung für Innovation so wichtig?

Ohne (Grundlagen-)Forschung gibt es keine neuen Technologien und keine neuen Geschäftsmöglichkeiten und -modelle, die die Basis für Wertschöpfung und Bildung am Standort bilden.

## Was sind die großen Herausforderungen in der Zusammenarbeit mit Universitäten und Fachhochschulen?

Persönlich empfinde ich gar keine so großen Herausforderungen in der Zusammenarbeit, wenn die Finanzierung der Projekte geklärt und gesichert ist.

## Was schätzen Sie besonders am Fördermodell der CDG?

Das Besondere am CDG-Modell ist, dass es eine Dreiecksbeziehung zwischen Grundlagenforschung, angewandter Forschung und Industrie ermöglicht. Die Stabilität dieser Dreiecksbeziehung basiert auf der sehr kompetenten Evaluierung UND Betreuung der einzelnen Labors und Zentren durch ExpertInnen aus Wissenschaft und Industrie. Dieses Modell ist für mich ein absolutes Vorzeigemodell für Forschungsförderung.

# Das künstliche Blatt: Nachhaltige Treibstoffe sind möglich

CD-Labor für Erneuerbare Syngas Chemie 

## Leitung

Prof. Erwin Reisner; University of Cambridge

## Laufzeit

01.04.2012 – 31.03.2019

## Unternehmenspartner

OMV AG

## Visionen für Wissenschaft und Wirtschaft

Noch steht die Forschung am Anfang: Der Prototyp ist klein und teuer, hat nur eine kurze Betriebszeit und ist nicht effizient in der Nutzung der Sonnenenergie. Ob und wann daraus echte Alternativen zu fossilen Brennstoffen entstehen, wird maßgeblich von den politischen Rahmenbedingungen und dem Engagement von Staaten und Unternehmen abhängen, betont Laborleiter Reisner. Bei entsprechender Anstrengung sei es aber denkbar, dass der Umstieg von fossilen zu erneuerbaren Brennstoffen bis 2050 gelingt.

## Anwendungsorientierte Grundlagenforschung und Innovation

Für Unternehmen bedeutet die Teilnahme an einem CD-Labor eine Investition in echte Innovation. Mit Grundlagenforschung wird Neuland betreten, die Ergebnisse schaffen im Wettbewerb den entscheidenden Wissensvorsprung. Dabei können auch unerwartete Ergebnisse der Grundlagenforschung eine wichtige Rolle spielen: Ein „Nebenprodukt“ der Forschung im CD-Labor sind etwa patentierte Katalysatoren zur solarbetriebenen Umwandlung von Biomasse- und Plastikabfällen in Grundchemikalien für die petrochemische Industrie. Abfallreduktion und die Herstellung neuer Produkte können so mit wesentlich geringerem CO<sub>2</sub>-Ausstoß als bisher erfolgen.

Öl, Gas, Kohle: Fast 80 % des Energieverbrauchs der Menschheit kommen derzeit aus der Verbrennung fossiler Kraftstoffe. Ein Christian Doppler Labor legt die Grundlagen für klimaneutrale Kraftstoffe nach dem Vorbild der Photosynthese.

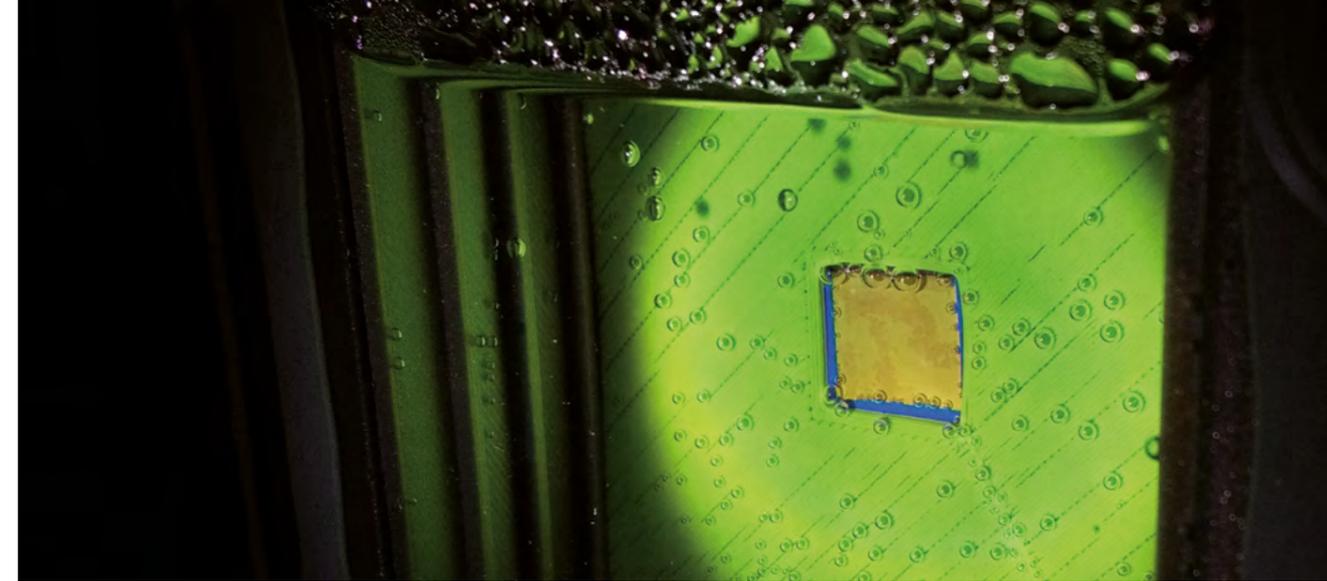
## Worum es geht

Bei nachhaltiger Energie denken viele zuerst an Windräder und Solarzellen – also an Strom. Aber auch Kraftstoffe könnten klimaneutral gewonnen werden – Vorbild dafür ist die Photosynthese der Pflanzen: Aus CO<sub>2</sub> und Wasser könnte mit Hilfe von Sonnenlicht nachhaltiges Syngas gewonnen werden – und in der Folge alle bisher aus Erdöl gewonnenen Produkte. Bei ihrer Verbrennung würde nicht mehr CO<sub>2</sub> frei als bei der Herstellung zuvor gebunden wurde. Die bestehenden Systeme (Autos, Flugzeuge, Heizanlagen) könnten dann weiterverwendet werden – wären aber nicht mehr klimaschädlich.

## Die Forschungsfrage

Die Biochemie der Photosynthese ist gut erforscht: Aus CO<sub>2</sub> und Wasser werden Zucker und als Nebenprodukt Sauerstoff – die Energie dafür kommt von der Sonne. Der Prozess ist komplex und läuft in vielen Zwischenschritten ab. Eine wesentliche Rolle spielen Chlorophyll für die Lichtabsorption, Enzyme, die die Reaktion ermöglichen und anstoßen, und die richtige räumliche Anordnung.

Was in der Natur funktioniert ist grundsätzlich auch technisch umsetzbar – daher nahm das CD-Labor für Erneuerbare Syngas-Chemie sich diesen Prozess zum Vorbild. Ziel war aber natürlich nicht Zucker, sondern Synthesegas – kurz Syngas. Dieses Gemisch aus Wasserstoff (H<sub>2</sub>) und Kohlenmonoxid (CO) wird heute im Megatonnen-Maßstab aus fossilen Brennstoffen – also nicht nachhaltig – gewonnen und ist Basis für zahlreiche Produkte der petrochemischen Industrie, z. B. Kunststoffe, Düngemittel oder Medikamente. Könnte es nach dem Vorbild der Photosynthese nachhaltig gewonnen werden, könnte daraus auch nachhaltiger Brennstoff gemacht werden.



## DREI FRAGEN AN ...

### Prof. Erwin Reisner

Leiter des CD-Labors für Erneuerbare Syngas-Chemie an der Universität Cambridge



### Warum bringt die Kooperation mit Unternehmen die Grundlagenforschung voran?

Die Interaktion mit Unternehmen ermöglicht den Zugang zu neuen Fragestellungen, welche die Grundlagenwissenschaft stark bereichern kann. Darüber hinaus ist die Kooperation wichtig, wenn neue grundlegende Erkenntnisse oder Konzepte entstehen und diese eventuell für die Anwendung im Energiesektor relevant werden; dann benötigt man die Kooperation mit der Industrie.

### Was sind die großen Herausforderungen in der Zusammenarbeit mit Unternehmen?

Professoren können es sich erlauben sehr langfristig zu planen und sich mit den wirklich großen Fragestellungen unserer Zeit zu beschäftigen. Unternehmen sind aber einer gewissen Konjunktur- und Profitabhängigkeit ausgesetzt, welche dazu führt, dass sich strategische Schwerpunkte oft kurzfristig ändern können. Eine langfristige Kollaboration mit einem konstanten Schwerpunkt kann sich deshalb oft schwierig gestalten.

### Was schätzen Sie besonders am Fördermodell der CD-Labors?

Das CD-Labor hat es mir als jungem Gruppenleiter erlaubt, eine Idee über viele Jahre konsequent zu verfolgen und am Ende die Realisierung mit einem Prototyp zu demonstrieren. Darüber hinaus hat es auch die Karriere vieler junger WissenschaftlerInnen beflügelt. Meine eigene, und die von vielen MitarbeiterInnen des CD-Labors welche jetzt bereits eigene Forschungsgruppen leiten. Nicht zuletzt war es der Startschuss für meine Kollaboration mit der Industrie.

## Die Arbeit im CD-Labor

Die WissenschaftlerInnen im CD-Labor für Syngas-Chemie standen vor zwei großen Herausforderungen: Welche Materialien sind als Katalysatoren geeignet, können also die Reaktion anstoßen und so die Rolle der Enzyme der Photosynthese übernehmen? Dazu wurden die Enzyme der Photosynthese genau analysiert und in der Folge kostengünstige und stabile Moleküle mit vergleichbaren Eigenschaften hergestellt: Neu entwickelte molekulare Katalysatoren für die Gewinnung von Kohlenmonoxid aus Kohlendioxid und von Wasserstoff aus Wasser.

Die zweite große Frage betrifft die sonnenlichtabsorbierenden Materialien und deren Oberflächen, an denen diese Katalysatoren angeordnet werden müssen: Welche Materialien sind geeignet und wie müssen die Katalysatoren darauf angeordnet werden, damit die Energie der Sonne optimal aufgenommen und verwertet werden kann?

## Ergebnisse: Es ist möglich

Nach sieben Jahren Laufzeit des CD-Labors konnten Laborleiter Prof. Erwin Reisner und sein Team zeigen, dass seine Idee tatsächlich funktioniert: In Cambridge steht ein Prototyp, der auch als „künstliches Blatt“ bezeichnet werden kann. Das wenige Millimeter dicke, mehrere Quadratzentimeter große Blättchen besteht aus zahlreichen Schichten und ist vollständig in Wasser eingetaucht. Es erzeugt bei Raumtemperatur mit Hilfe von Sonnenlicht aus Wasser und CO<sub>2</sub> Syngas, als Nebenprodukt fällt – wie bei der Photosynthese – Sauerstoff (O<sub>2</sub>) an. Mit dem neuen Wissen konnten im CD-Labor auch neue Katalysatoren für die Umwandlung von Biomasse- und Plastikabfällen für die petrochemische Industrie entwickelt werden.

## IMPRESSUM

### Herausgeberin

Christian Doppler Forschungsgesellschaft (CDG)  
Boltzmannngasse 20/1/3, 1090 Wien  
Tel. +43 1 5042205  
office@cdg.ac.at  
www.cdg.ac.at

### Für den Inhalt verantwortlich

Dr. Jürgen Pripfl, Generalsekretär

### Konzeption und Redaktion

Mag. Christiana Griesbeck

### Art Direction & Design

Alexandra Reidinger Grafik Design

### Fotos

Seite 3: BMDW / Christian Lendl; Seite 4: Johannes Brunnbauer;  
Seite 5: Alice Schnür-Wala; Seite 6 v. li. n. re.: Montanuniversität  
Leoben / Lehrstuhl für Nichteisenmetallurgie,  
Kratochwill, Ferreira, Medizinische Universität Innsbruck;  
Seite 7 v. li. n. re.: Borealis, Horauer, Kristl, Seibt & Co GmbH /  
Lichtmeister, FH OÖ Forschungs & Entwicklungs GmbH

### Druck

Der Schalk, Industriestraße 5, 2486 Pottendorf

Wien, August 2020

[www.cdg.ac.at](http://www.cdg.ac.at)