

UNIKATE

2014 | Berichte aus
Forschung und Lehre

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Offen im Denken

46

Patente

Motivation für die Wissenschaft?

Ernst Schmachtenberg	Bewusstseinsveränderung in der Forschungslandschaft	10
Ferdi Schüth	Geschäftsmodell, Zubrot oder Verlustgeschäft?	16
Till Neumann	Behandlung von Herzklappenerkrankungen ohne operativen Eingriff	22
Ewald Hennig	Angewandte Biomechanik für den Sport und die Industrie	32
Matthias Epple	Von einem Polymer, Nitinol und poröser Keramik	42
Uwe Kirstein, Klaus Lennartz	Innovation für Zellsortierungen	48
Pedro José Marrón	Wo bin ich?	60
Marco Hagen	Die Biomechanik des Fußes als Vorbild für eine anatomisch-funktionelle Krafttrainingsmaschine	66
Kenny Saul (im Interview)	Gute Gründe(r) für Patente	74

I N H A L T

EDITORIAL	6	Stefanie Peschel, Oliver Locker-Grütjen
Ernst Schmachtenberg Bewusstseins- veränderung in der Forschungslandschaft	10	Verwertung von Hochschulerfindungen Zwölf Jahre nach der Änderung des Arbeitnehmererfindungsgesetzes ist ausreichend Zeit verstrichen, um eine Bestandsaufnahme vorzunehmen und einen Ausblick auf die weitere Entwicklung zu wagen.
Ferdi Schüth Geschäftsmodell, Zubrot oder Verlustgeschäft?	16	Patente aus dem akademischen Bereich Der Autor nimmt die Patente aus dem Wissenschaftsbereich kritisch unter die Lupe. Er erklärt, warum Patente nicht immer zu wirtschaftlichen Erfolgen führen und stellt einige erfolgreiche Patente aus den Reihen der Max-Planck-Institute vor.
Till Neumann Behandlung von Herzklappener- krankungen ohne operativen Eingriff	22	Innovatives Forschungs- und Entwicklungsprojekt Einer der wesentlichen Bereiche der Medizin, in der die Entwicklungen in der Medizintechnik eine herausragende Rolle spielen, ist die Kardiologie. Trotz der Fortschritte sind bis heute ganze Krankheitsbilder nicht oder nur unzureichend minimalinvasiv behandelbar. Umso wichtiger ist es, in diesem Bereich zu forschen.
Ewald Hennig Angewandte Biome- chanik für den Sport und die Industrie	32	Universitäre Forschung zur Produktoptimierung Dieser Beitrag zeigt an Hand eigener Erfahrungen und Arbeiten in den Sport- und Bewegungswissenschaften auf, welche Anwendungsmöglichkeiten sich aus biomechanischer Forschung ergeben können. Oft gehen sie weit über den Sportbereich hinaus.
Matthias Epple Von einem Polymer, Nitinol und poröser Keramik	42	Erfahrungen mit 18 Jahren Patentanmeldungen Auf eine längere Patenthistorie kann Matthias Epple zurückblicken. Schon als Habilitand meldete er sein erstes Patent an. In diesem Beitrag berichtet er über 18 Jahre unterschiedlichste Bedingungen und Konstellationen für Patentanmeldungen.
Uwe Kirstein, Klaus Lennartz Innovation für Zellsortierungen	48	Neues Verfahren für gleichzeitigen Personen- und Produktschutz Die Sortierung von Zellen und deren Charakterisierung in der biomedizinischen Forschung sind wesentliche Schlüssel zur frühestmöglichen Erkennung und ursachenorientierten Bekämpfung von Erkrankungen, wie beispielsweise Krebs. Am Essener Universitätsklinikum arbeiten Wissenschaftler seit langem auf diesem Gebiet und dessen Weiterentwicklung.

Pedro José Marrón

Wo bin ich?

60 Patentierte Lokalisierungsdienstleistungen

Die Antwort auf ein bislang ungelöstes Fingerprinting-Problem lieferten drei Forscher aus der Universität Duisburg-Essen. Das Verfahren ist besonders, weil es eine schnelle Installation und Kalibrierung der Infrastruktur in neuen Umgebungen erlaubt.

Marco Hagen

Die Biomechanik des Fußes als Vorbild für eine anatomisch- funktionelle Kraft- trainingsmaschine

66 Ein kritischer Rückblick auf eine erfolgreiche Patentverwertung

In diesem Beitrag berichtet Marco Hagen über seine Erfindung, eine Krafttrainingsmaschine für den Fuß, blickt auf die Chronologie der Ereignisse zurück und bezieht aus der Perspektive des Nachwuchswissenschaftlers kritisch zum Patentwesen Stellung.

Kenny Saul (im Interview)

Gute Gründe(r) für Patente

74 Erfolgreiche Gründung aus der Universität Duisburg-Essen

Kenny Saul, einer der Gründer der SHS plus GmbH, berichtet in diesem Interview über die Anfänge des Unternehmens, welche Rolle ein Patent dabei spielte, und wie man sich für die Zukunft aufstellt.

ABONNEMENT

81

HINWEISE, IMPRESSUM

82

EDITORIAL

Verehrte Leserinnen und Leser,

**Warum Patente an Hochschulen?
– Dieser Frage begegnen wir regelmäßig.**

Die Antwort ist genauso vielfältig wie die Facetten der Bedeutung von Patenten auf den Wegen technologischer Entwicklungen von der Idee zur marktfähigen Innovation. Es gilt, die Kreativität und das Innovationspotenzial unserer ForscherInnen zu schützen und gezielt eine wirtschaftliche Nutzung zu ermöglichen. Denn die Vielfalt der Ideen und das kreative Potenzial sind enorm. In diesem Zusammenhang steht eine Hochschule natürlich auch immer wieder vor der Frage, wie sie strategisch und operativ mit den Erfindungen ihrer WissenschaftlerInnen umgehen soll. Ist ein Patentschutz angebracht oder nicht – und, wenn ja, nach welchen Kriterien? Welche Strategien haben



(1) Der Nutzen von Patenten für die Hochschule und den Erfinder.

andere Universitäten und Forschungsinstitutionen entwickelt, und lassen sich einzelne strategische Elemente auf die eigene Hochschule übertragen oder sind doch besser hochschulindividuelle Wege einzuschlagen? Verschiedene Wege werden in dieser Ausgabe aufgezeigt. Die Strategie einer Hochschule oder einer Forschungsinstitution orientiert sich letztendlich an dem Nutzen, den sie aus der Patentierung ihrer Erfindungen erzielen kann, und dessen Formen reichen von dem direkten (messbaren) monetären Nutzen in Form von Einnahmen aus Lizenzierung



und Patentverkauf bis hin zu dem indirekten (nicht messbaren) Nutzen aus der Steigerung der eigenen Reputation (Abb. 1). Patente stellen einen nicht zu unterschätzenden Vermögenswert dar, und nicht zuletzt gehört der Technologietransfer – in dem die Patentierung innovativer Entwicklungen eine zunehmend wichtige Funktion einnimmt – zu den Aufgaben einer Hochschule und bildet neben der Forschung und der Lehre eine dritte Säule.

Neueste Entwicklungen

Seit der Änderung des Arbeitnehmererfindungsgesetzes im Jahr 2002 und des resultierenden Wegfalls des Hochschullehrerprivilegs hat eine Universität auch rechtlichen Zugriff auf die Erfindungen ihrer ProfessorInnen. Um an deutschen Hochschu-

len umfassende und professionelle Strukturen der Erfindungsberatung, Patentbewertung und -verwertung zu etablieren, sind seitdem in allen Bundesländern Patentverwertungsagenturen entstanden, deren Aufgabe die patentrechtliche Begleitung und Verwertung der Erfindungen von deutschen Hochschulen ist. In NRW hat sich die PROvendis GmbH als zentrale Patentverwertungsagentur für die NRW Hochschulen etabliert. Mit der Patentverwertungsoffensive NRW wird dieses Projekt seit Beginn und auch fortwährend durch Bund (im Rahmen des Programmes SIGNO) und Land gefördert. Patentschutz kann für Entwicklungen erwirkt werden, die technisch und neu sind und sich nicht naheliegend aus dem Stand der Technik ergeben, so dass der Fokus insbesondere auf den ingenieur- und naturwissen-

schaftlichen sowie den medizinisch-pharmazeutischen Disziplinen liegt.

Erfindungen an der Universität Duisburg-Essen

Die Beiträge dieser UNIKATE-Ausgabe zeigen eine breite Vielfalt an technologischen Erfindungen, die von der Molekularbiologie und dem Pharmabereich über die Chemie, Biomechanik und Medizintechnik bis zur Energietechnik und softwarebasierten Anwendungen reichen. Sie bilden die Forschungsschwerpunkte unserer Universität exemplarisch ab. Dabei hat jede Entwicklung ihre eigene Geschichte, in der Patente die eine oder andere Rolle spielen und sowohl der Universität Duisburg-Essen als auch dem Erfinder von Nutzen sind. Jährlich gehen etwa 40 bis 50 Erfin-

dungsmeldungen bei der Universität ein, die einzeln begutachtet und geprüft werden. Ein wichtiger Aspekt in dem Zusammenhang ist immer die Frage nach Rechten Dritter. Kann die Universität allein über die Erfindung verfügen oder gibt es vertragliche Regelungen mit Kooperationspartnern oder industriellen Auftraggebern, die eine gemeinsame patentstrategische Abstimmung oder gar die Abtretung von Rechten erfordern? Oder ist die Erfindung im Rahmen eines öffentlich geförderten Projektes entstanden, dessen Richtlinien die Patentierung und Verwertung patentfähiger Projektergebnisse beziehungsweise die Rücksprache mit dem Fördermitelgeber auferlegt? Im Durchschnitt wird ein Drittel aller gemeldeten Erfindungen von der Universität in Anspruch genommen und alleinig oder zusammen mit Kooperationspartnern zum Patent angemeldet, stets auf der Suche nach einem gewerblichen Partner zur gemeinsamen Weiterentwicklung und Umsetzung zum Produkt. Ein weiteres Drittel aller gemeldeten Erfindungen entsteht direkt aus industriellen Forschungsaufträgen, so dass der Industriepartner zur Kommerzialisierung bereits feststeht und Nutzungsrechte erwerben kann. Zur Zeit führt die Universität Patente zu 70 Erfindungen aus allen patentrelevanten Fakultäten, vielfach auch in Ländern über Europa hinaus, so dass sich ganze Patentfamilien um ein und dieselbe Erfindung ergeben. Erfindungen, die – jede für sich genommen – einzigartig sind und die sich nur in den seltensten Fällen ergänzen oder gar ein ganzes Geschäftsfeld abdecken könnten, wie es in einem produzierenden Unternehmen der Fall ist. Diesen Abwechslungsreichtum haben alle Hochschulen gemeinsam und dies ist ein interessanter und reizvoller Aspekt des universitären Patentwesens. Zusammen mit ihren ErfinderInnen ist die Universität bestrebt, die Erfindungen zur Reife zu bringen und sie nutzbringend einzusetzen.

Hierbei stehen nicht nur die Möglichkeiten einer Refinanzierung durch Lizenzvergabe und Patentverkäufe in die Wirtschaft oder an universitäre Existenzgründungen, sondern gleichbedeutend ihr Einsatz in der Einwerbung industrieller Forschungsaufträge und öffentlich geförderter Projekte.

Attraktivität für die Wirtschaft

Es gilt auch zu zeigen, dass universitäre Forschung und unter-



(2) Der Entwicklungsweg einer Technologie.

nehmerisches Denken sich nicht ausschließen, und sich mit der Etablierung interner Patentierungsstrukturen und dem Aufbau eines repräsentativen Patentportfolios ein attraktivitätssteigerndes Merkmal als Kooperationspartner in Forschung und Entwicklung anzueignen. Jeder Vertrag zu Kooperations- und Auftragsforschung sieht die Regelung von Rechten an schutzfähigen und nicht schutzfähigen Arbeitsergebnissen vor.

Dies erfordert professionelles und fundiertes Wissen innerhalb der Hochschule. Im Zuge zunehmender Industriekooperationen und -aufträge für Hochschulen sind Überlegungen zum patentrechtlichen Schutz von Hochschulerfindungen also mehr als angebracht. Das Interesse der Industrie an langfristigen Kooperationen und der Vergabe von Forschungs- und Entwicklungsaufträgen wird durch die Möglichkeit, Lizenzen an Hochschulpatenten zu erwerben, noch gefördert, denn kein Unternehmen würde in die Umsetzung einer Technologie investieren, ohne das entsprechende technische Know-how geschützt zu wissen.

Erst die Sicherstellung einer zeitlich befristeten Monopolstellung für ein Produkt oder Verfahren gewährleistet auch die freie Offenbarung des Wissens vor der Öffentlichkeit, die Basis eines jeglichen Fortschritts. Die gegenteilige Strategie wäre die grundsätzliche Geheimhaltung des innovativen Wissens als Betriebsgeheimnis, eine in der Wirtschaft ebenso mögliche wie gelebte Vorgehensweise, die jedoch für Hochschulen im Rahmen ihres öffentlichen Bildungs- und Forschungsauftrags in aller Konsequenz wenig

realitätsnah ist. Die Zahl und Qualität ihrer Patente stellt also einen Indikator für die anwendungsorientierte Forschung und letztendlich für das Innovationspotenzial einer Hochschule dar.

Frühe Patentanmeldungen von Hochschulerfindungen

Infolge des Publikationsdruckes an Hochschulen werden Patentanmeldungen häufig recht früh bei

einem Patentamt eingereicht, um die Forschungsergebnisse noch vor der neuheitsschädlichen Veröffentlichung rechtlich zu sichern (Abb. 2). Das Patentieren und Publizieren einer Erfindung schließen sich also nicht aus, solange die Publikation nach dem Einreichen der Patentanmeldung erfolgt, und beides kann erfolgreich realisiert werden und in die Vita eines Erfinders aufgenommen werden. Die Erfindung selbst ist zu diesem Zeitpunkt oftmals noch wenig fortentwickelt, und je früher die patentrechtliche Sicherung erfolgt, umso herausfordernder wird die Aufgabe, zeitnah Interessenten aus der Wirtschaft für die Technologie zu begeistern und sie zu Investitionen in gemeinsame Projekte zu ermutigen – ein hehres Ziel des Technologietransfers! Die Investition finanzieller, personeller und zeitlicher Ressourcen in innovative neue Technologien erfordert eine hohe Risikobereitschaft sowohl seitens der Universität als Patentinhaberin als auch seitens ihrer Kooperations- und Lizenzierungspartner.

Patente zur Unterstützung von Existenzgründungen

Ein besonderes Thema, dem sich die Universität Duisburg-Essen intensiv widmet, ist die Förderung und Begleitung universitärer Existenzgründungen, die auf gewerblich schutzfähigen Technologien basieren. Hier ist der umfassende Patentschutz des Tätigkeitsfeldes besonders wichtig, um den jungen Unternehmen eine gesicherte Basis mit auf den Weg zu geben, sie für Investoren attraktiv zu machen und ihnen – sofern patentrechtlich möglich – eine unternehmerische Freiheit zu gewährleisten. Die Patentierung ist bei Ausgründungen sehr sorgfältig zu planen und im Einzelfall könnte es ratsam sein, sowohl eine Publikation als auch eine Patentanmeldung zeitlich zurückzustellen und die Erfindung zunächst weiterzuentwickeln, um die resultierende Patentanmeldung zu stärken und einen wirt-

schaftlichen Wettbewerbsvorteil zu erzielen. Individuelle Unterstützung und Beratung von Gründern nehmen für die Universität einen hohen Stellenwert ein, denn junge universitäre Existenzgründungen schaffen neue Arbeitsplätze, bieten NachwuchswissenschaftlerInnen kreativen und eigenständigen Raum und geben der Hochschule neue Aufträge zurück.

Patente als Instrument der Wissenschaft

Patente fungieren in dem Sinne als Instrumente der Wissenschaft zur Förderung von Forschung und Entwicklung, die dazu beitragen, weitaus größere Projekte mitzugestalten anstatt nur eine reine Nutzungsrechtvergabe an den geschützten Entwicklungen zu bieten. So ist immer das Gesamtpaket ihres Mehrwertes zu betrachten, das die Interessen der Hochschule, des Erfinders sowie der Industrie und letztendlich auch der Gesellschaft zu berücksichtigen hat. Unsere Erfahrungen zeigen, dass es sich lohnt, Patente zu generieren und mit ihnen zu arbeiten – allein der Facettenreichtum der Beiträge in dieser UNIKATE-Ausgabe belegt dies auf das Lebhafteste. Natürlich stehen der Universität nicht unbeschränkt finanzielle Mittel für Patentierungen zur Verfügung, denn Patente sind teuer, aber die Selektion ist nicht ganz einfach und erfordert genaueste Betrachtungen. Anzusetzende Kriterien der Universität Duisburg-Essen für die Anmeldung einer Erfindung zum Patent sind neben ihrer Patentfähigkeit und ihres Marktpotenzials auch die Umsetzbarkeit ihrer Weiterentwicklung, das heißt die Verfügbarkeit finanzieller und personeller Ressourcen sowie das weitere Vorhaben der ErfinderInnen hinsichtlich Gründungsplänen oder Projekteinwerbungen. Einem Erfinder eine Absage zu der Anmeldung eines Patentes zu erteilen, ist demotivierend, aber leider auch unumgänglich. Umso größer ist die Freude, mit einem Patent dazu beitragen zu

können, dass Erfindungen wachsen, zum Produkt reifen und mit dessen Markteintritt letztendlich der Gesellschaft und dem technischen Fortschritt zu Gute kommen.

In diesem Sinne wünschen wir Ihnen viel Freude beim Lesen.

*Stefanie Peschel
Oliver Locker-Grütjen*

Zwölf Jahre nach der Änderung des Arbeitnehmererfindungsgesetzes ist ausreichend Zeit verstrichen, um eine Bestandsaufnahme vorzunehmen und einen Ausblick auf die weitere Entwicklung zu wagen.

Bewusstseinsveränderung in der Forschungslandschaft

Verwertung von Hochschulerfindungen

Von Ernst Schmachtenberg

Geistige Eigentumsrechte – Patente, Gebrauchsmuster, Urheberrechte und Markenrechte, um nur die gängigsten zu nennen – sind der Lohn für Investitionen in Forschung, Entwicklung und Innovationen in Form von Wettbewerbsvorteilen für Erfinder und Urheber¹.

Seit der Änderung des Gesetzes über Arbeitnehmererfindungen (ArbnErfG) im Jahr 2002 hat sich für die deutschen Hochschulen der Umgang mit geistigem Eigentum im Allgemeinen und mit Erfindungen im Speziellen grundlegend verändert. Sie sind nämlich eigentlich erst seit dem 7. Februar 2002 in der Lage, die Dienstleistungen ihrer

Professoren und des weiteren wissenschaftlichen Personals selbst zu verwerten.

Mit der Änderung des ArbnErfG 2002 ging ein – allerdings noch nicht abgeschlossener – Prozess des Bewusstseinswandels an den Hochschulen einher, ihr Potenzial hinsichtlich ihres geistigen Eigentums stärker zu erkennen und zu nutzen. So wächst langsam die Erkenntnis, dass eine angemessene wirtschaftliche Nutzung dieses Gutes auch im Interesse ihrer Forschungspartner aus Wirtschaft und Industrie liegt. Schließlich gilt es auch, die Investition der öffentlichen Hand in Forschung, etwa in Form der Grund-

ausstattung für Forschung in die Universitäten, wo möglich, mit einer „Forschungsrendite“ zu versehen.

Jetzt, zwölf Jahre nach der Änderung des ArbnErfG 2002, ist dieser Prozess des Bewusstseinswandels zwar immer noch nicht abgeschlossen, und er wird es vielleicht auch nie sein können, aber es ist ausreichend Zeit verstrichen, um eine Bestandsaufnahme vorzunehmen und einen Ausblick auf die weitere Entwicklung zu wagen.

Situation vor 2002

Vor der Änderung des ArbnErfG im Jahr 2002 galt das so genannte



Ernst Schmachtenberg. Foto: Timo Bobert

Hochschullehrerprivileg, das im Ergebnis besagte, dass Erfindungen von Hochschulwissenschaftlern freie Erfindungen waren². Dies bedeutete, dass die Erfinder es selbst entscheiden konnten, ob eine Erfindung zum Patent angemeldet und damit der wirtschaftlichen Verwertung zugeführt wurde oder nicht; die Früchte der Verwertung kamen allein den jeweiligen Erfindern zugute³.

Für die Hochschulen war diese Situation insofern zweischneidig, als dass sie zwar keinen Aufwand (insbesondere finanziell und administrativ) hinsichtlich der Erfindungsmeldung, der Patenterteilung und der wirtschaftlichen Verwertung dieser Erfindungen betreiben musste, andererseits aber die Ergebnisse der Forschung ohne Partizipation der Hochschule ihren Weg in die Wirtschaft fanden.

Da die Erfinder meist den zeitlichen und finanziellen Aufwand scheuten, eine Erfindung auf eigene Kosten zu einem Schutzrecht anzumelden, oder noch schlechter, mangels Kenntnis und Erfahrung eine Erfindungsmeldung erst gar nicht in Betracht zogen, kam es oft zur Veröffentlichung des erfinderischen Gedankens und die wirtschaftliche Nutzung von Erkenntnissen durch Lizensierungen unterblieb⁴.

Diese Situation wollte der Bundesgesetzgeber mit der Reform des Gesetzes über Arbeitnehmererfindungen EG ändern. Dabei hatte er nicht zuletzt die Regelungen des Bayh-Dole-Acts vor Augen⁵, die seit den 1980er Jahren in den USA dafür sorgen, dass Ergebnisse, die mit Bundesmitteln gefördert an Hochschulen entstanden, von den Hochschulen selbst verwertet werden können.

Schutzrechte

In Deutschland wird hinsichtlich des geistigen Eigentums zwischen Gewerblichen Schutzrechten (v.a. Patent- und Erfinderrecht, Gebrauchsmusterrecht, Designschutz) und dem Urheberrecht unterschieden. Zwar ergeben sich

auch aus dem Urheberrecht für die Verwertung wissenschaftlicher Ergebnisse relevante Fragestellungen, doch soll es bei der vorliegenden Betrachtung allein um Gewerbliche Schutzrechte gehen, und hier in erster Linie um Patente.

Patente werden auf Grund einer Erfindung erteilt, ohne dass das Patentgesetz (PatG) eine Definition dessen liefert, was eine Erfindung ist. Hierzu hat der Bundesgerichtshof eine bis heute geltende Definition formuliert⁶, die verkürzt besagt, dass eine Erfindung eine Lehre zum planmäßigen Handeln unter Einsatz beherrschbarer Naturkräfte darstellt.

Abgegrenzt werden muss die Erfindung von der Entdeckung: Eine Entdeckung ist das Auffinden oder die Erkenntnis bisher unbekannter, aber in der Natur bereits vorhandener Gesetzmäßigkeiten, Wirkungszusammenhänge, Eigenschaften oder Erscheinungen. Die Erfindung ist – mit dem oben gesagten – die zweckgerichtete Lösung eines Problems mit technischen Mitteln⁷.

ArbnErfG/Eigentumsfrage

Wie eingangs schon erwähnt, sind mit der Novellierung des § 42 ArbNErfG die Hochschulen in der Lage, Eigentümerin einer so genannten Dienstleistungserfindung zu werden. Als Dienstleistungserfindung gelten sowohl die Aufgaben- als auch die Erfahrungserfindungen⁸ (s. § 4 Abs. 2 Nr. 1 u. 2 ArbNErfG).

Um beurteilen zu können, ob es sich um eine Dienstleistungserfindung handelt, muss dem Arbeitgeber beziehungsweise Dienstherrn eine Erfindung gemeldet werden. Kommt der Arbeitgeber beziehungsweise Dienstherr zu dem Ergebnis, dass es sich um eine Dienstleistungserfindung handelt und will er diese in Anspruch nehmen, teilt er die Inanspruchnahme dem Arbeitnehmererfinder mit, wodurch alle vermögenswerten Rechte an der Dienstleistungserfindung auf den Arbeitgeber beziehungsweise Dienstherrn übergehen (vgl. § 7 Absatz 1 ArbNErfG). Das bedeu-

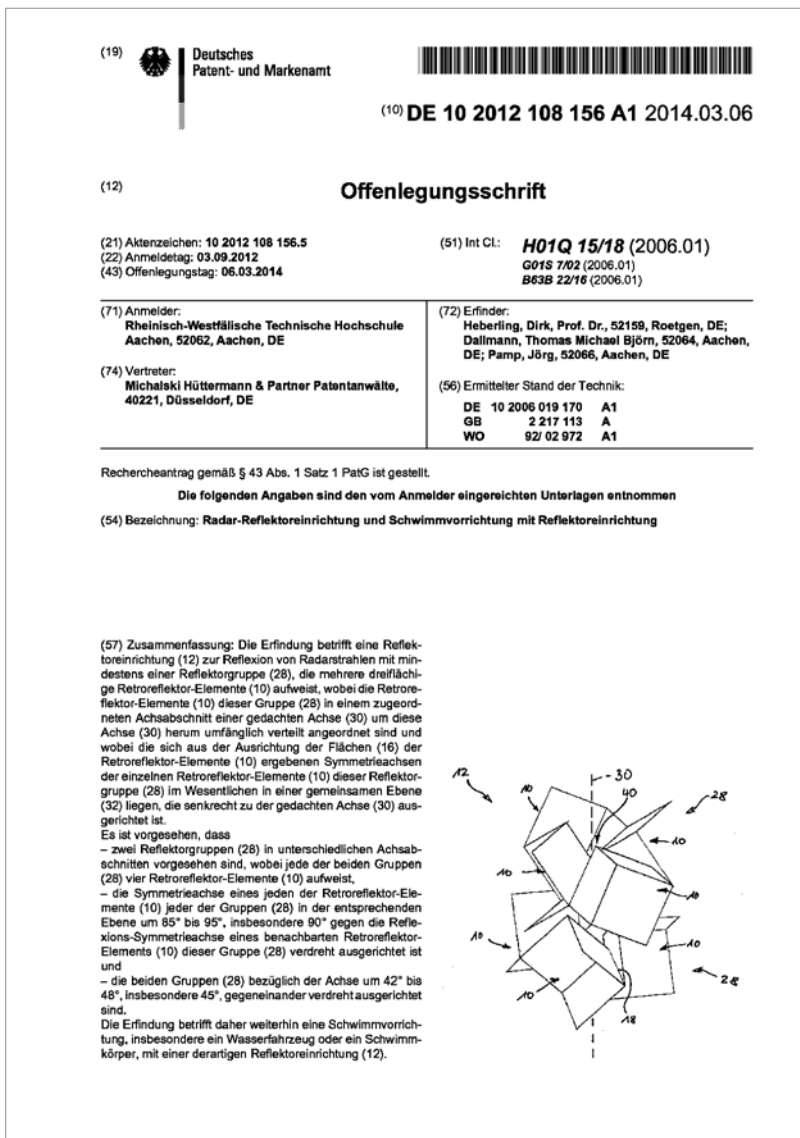
tet, dass allein der Arbeitgeber beziehungsweise der Dienstherr die wirtschaftliche Verwertung der Erfindung betreiben kann, an der er den Arbeitnehmererfinder dann beteiligen muss; im Falle des Hochschulfinders sind dies 30 Prozent der durch die Verwertung erzielten Einnahmen der Hochschule (vgl. § 42 Nr. 4 ArbNErfG), ohne Abzug irgendwelcher Kosten wohlgemerkt.

Dem Arbeitnehmererfinder verbleibt dabei immer das Erfinderpersönlichkeitsrecht, welches besagt, dass er als Erfinder namentlich genannt werden muss.

Handelt es sich nicht um eine Dienstleistungserfindung beziehungsweise will der Arbeitgeber beziehungsweise Dienstherr die Erfindung nicht in Anspruch nehmen, teilt er dies dem Arbeitnehmererfinder ebenfalls mit, wodurch die Erfindung freigegeben ist und der Erfinder selbst die Verwertung der Erfindung betreiben darf.

Patente und Forschung

Um zum Patent angemeldet zu werden, muss eine solche Erfindung neu und gewerblich anwendbar sein sowie auf erfinderischer Tätigkeit beruhen. Um mit dem letztgenannten Merkmal zu beginnen, wird hier die so genannte „erfinderische Höhe“ einer Entwicklung bewertet, die letztlich immer eine Bewertungsfrage bleibt. Maßstab ist dabei, dass sich die gefundene Lösung für den Durchschnittsfachmann nicht in naheliegender Weise aus dem Stand der Technik ergibt⁹. Hingegen sind die Neuheit sowie die gewerbliche Anwendbarkeit einfacher zu beschreiben: Für erstere darf es die Entwicklung vorher noch nicht gegeben haben, sie darf nicht „Stand der Technik“ sein, letzteres wird in aller Regel immer gegeben sein – unabhängig von der Frage, wie erfolgreich; denn dies verlangt das PatG nicht – da es nur wenige Gegenstände gibt, die nicht auf irgendeinem Gebiet benutzt werden könnten¹⁰.



(1) Titelblatt einer Offenlegungsschrift der RWTH Aachen.

Damit Forschungsergebnisse auch schutzrechtlich abgesichert werden können, ist es zwingend erforderlich, dass die Ergebnisse vor einer Anmeldung beim Patentamt nicht schon öffentlich bekannt geworden sind. Denn dann sind diese nicht mehr „neu“ und es kann folglich kein Patent mehr angemeldet werden. Es ist also ein Bewusstsein in der Forschungslandschaft erforderlich, dass solche Forschungsergebnisse, die schutzrechtlich abgesichert werden können, nicht ohne Rücksprache mit den Transferstellen der Hochschulen zu veröffentlichen und diesen ausreichend Zeit

zu belassen, die weiteren Merkmale einer Patentanmeldung (s.o.) zu überprüfen.

Denn auf diese Weise gewinnen die beteiligten Forscherinnen und Forscher zweierlei: Zum einen können sie die angestrebte Publikation durchführen, zum anderen eine Patentanmeldung ihrer Hochschule befördern, an der sie wissenschaftlich und wirtschaftlich partizipieren: wissenschaftlich in Form einer weiteren Veröffentlichung, wirtschaftlich durch die Beteiligung an den Einnahmen, die die Hochschule durch die Verwertung des Patents in der Zukunft erzielen können.

Unterstützung für die Wissenschaft

An der RWTH Aachen haben wir zur Steigerung dieses Bewusstseins ein System mit Innovationscouts eingeführt, die für die einzelnen Fakultäten als spezialisierte Ansprechpartner für die jeweilige wissenschaftliche Expertise zur Verfügung stehen und im Idealfall schon vor der Entstehung einer Erfindung die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler unterstützen und auf dem weiteren Weg der Erfindung begleiten.

Daneben sind zur Unterstützung der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler beim Umgang mit Erfindungen an den Hochschulen Transferstellen eingerichtet, die – am Beispiel der RWTH Aachen – neben den schon genannten Innovationscouts mit einem interdisziplinären Team mit Rat und Tat zur Seite stehen, und nicht erst, wenn Fragen auftauchen. Damit gewährleisten wir in Aachen, dass eine große Zahl der Erfindungen auch zum Nutzen der Hochschule und der Erfinder einer Verwertung zugeführt werden.

Die Transferstellen bedienen sich dabei auch der Unterstützung von Patentverwertungsagenturen (PVAen), wie der PROvendis GmbH. Diese ist, wie in ähnlicher Art und Weise mit der Änderung des ArbEG in allen Bundesländern geschehen, zur Unterstützung der Hochschulen eingerichtet worden, finanziert vom Bund und vom Land Nordrhein-Westfalen, seit 2005 auch von den Hochschulen selbst, die als Gesellschafterinnen die PVA in NRW mittragen. Die PVAen waren eingerichtet worden, damit nicht alle Hochschulen gleichermaßen parallele Strukturen aufbauen mussten, um das nun neu aufkommende Geschäft mit Erfindungen bewältigen zu können.

Doch ist gerade in NRW die Hochschullandschaft derart heterogen, dass eine zentrale PVA allein nur schwer allen Interessen von

Hochschulen auf der einen sowie Wirtschaft und Industrie auf der anderen Seite in allen Erfindungsfällen gerecht werden kann. Allein die zwangsläufig entstehenden Wege zwischen einer regional tätigen PVA und den Erfindern an den einzelnen Hochschulen können hier ein Hindernis sein, da nur schwer enge Arbeitsbeziehungen entstehen können, die aber häufig von hohem Wert sind, um Erfindungen zu melden, Patente anzumelden oder Lizenznehmer zu finden¹¹.

Hier können den Hochschulen also durchaus eigenständige Aufgaben zukommen, um der Verwertung von Erfindungen zum Erfolg zu verhelfen. Auch deshalb ist eine eigene Verwertungskompetenz der Hochschulen wichtig. Im ständigen Kontakt mit den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern sind dabei die Transferstellen eine wichtige Schnittstelle, um Forschungsergebnisse bei Partnern aus Wirtschaft und Industrie anbieten zu können.

Nicht zuletzt auch, weil Wirtschaft und Industrie mit den Hochschulen in Verbindung gebracht werden möchten, wenn sie Erfindungen und damit Forschungsergebnisse von der Hochschule nutzen wollen, schließlich profitieren auch sie dann vom Renommee der jeweiligen Hochschule.

Patentbewertung

Die interessanteste und zugleich schwierigste Frage ist bei der Verwertung von Erfindungen beziehungsweise Patenten immer die nach dem Wert, den eine Erfindung beziehungsweise ein Patent hat. Auch auf diesem Feld leisten die PVAen Unterstützung für die Hochschulen. Hier sollte einer der ersten Ansprechpartner aber auch immer der Erfinder selbst sein, weil er meist am besten einschätzen kann, welche Bedeutung seine Erfindung im jeweiligen Anwendungsfeld für potenzielle Abnehmer der Erfindung haben könnte. Daran anschließend ist dann eine Bewer-

tung vorzunehmen, wie sich diese Bedeutung monetär taxieren lässt.

Hier stehen verschiedene Hilfsmittel zur Seite, die die Entscheidung objektivieren sollen, doch bleibt es in letzter Konsequenz immer zumindest auch eine „Bauchentscheidung“.

Eine Rolle spielen bei der Wertermittlung in objektiver Hinsicht die Kosten, die der Hochschule insgesamt durch die Verwertung einer Erfindung entstanden sind und noch entstehen werden, diese sollten mindestens erreicht werden können, wenn eine Erfindung verwertet werden soll.

Ein darüber hinausgehender Gewinn hängt dann wieder von sehr unterschiedlichen Faktoren ab, die häufig nicht zuverlässig prognostiziert werden können: Wie sieht ein (potenzieller) Markt für ein aus der Erfindung entstehendes Produkt aus? Welche Abnehmer wird es geben? Wie realistisch ist ein Wechsel von bestehenden Lösungen zu der mit der Erfindung neu gefundenen?

Hier stellt sich dann des Weiteren die Schwierigkeit ein, dass auch Entwicklungskosten auf Seiten eines Verwertungspartners aus Wirtschaft und Industrie berücksichtigt werden müssen, wenn es um die Wertermittlung geht.

Letztlich wird man insbesondere im Wege einer Lizenzvergabe die Höhe des auszuhandelnden Lizenzsatzes an den genannten Punkten ausrichten müssen, jeweils versehen mit einer „roten Linie“ unterhalb derer die Erfindungsverwertung für die Hochschule unrentabel werden würde. Diese Lizenzsätze lassen sich branchenspezifisch eingrenzen, die konkrete Höhe dürfte dann erst im Rahmen von Lizenzvertragsverhandlungen feststehen.

Sollte es auch einmal zu einem Verkauf einer Erfindung kommen, dann wäre ebenfalls die genannten Punkte und die erwarteten Lizenzeinnahmen zu veranschlagen, zu berücksichtigen wäre hier allerdings ein gewisser Abschlag, den man einrechnen muss, da man eine

Garantiesumme unmittelbar erhält, was zum einen zwar Sicherheit gibt, aber andererseits auch möglicherweise profitable Wertentwicklungen allein dem Erwerber zu Gute kommen lässt.

Es wird immer auf den jeweiligen Einzelfall ankommen müssen, ob ein Verkauf einer Erfindung gerechtfertigt ist oder nicht.

In eigener Sache

Ich danke Herrn Stephan Dahm und Herrn Bram Wijlands, die mich bei der Erstellung des Manuskriptes umfassend unterstützt haben.

Summary

Since 2002 universities have been able to commercialize the inventions of their own employees. Before 2002 it often came to the publication of the developed ideas and the economic exploitation of knowledge did not happen. What is needed in the research environment is a consciousness that such research results which can be legally protected, cannot be published without prior consultations with the technology transfer units of the university. For in this way the participating researchers gain in two ways; on the one hand they can go ahead and publish, while on the other filing for a patent of their university, in which they can participate both scientifically and economically. In order to enhance this awareness we have introduced a system with innovation scouts at RWTH Aachen University, who in the ideal case support the scientists before it comes to an invention and who can accompany them on their way. The technology transfer units enlist the support of patent agencies, like PROvendis GmbH. However the university environment right here in NRW is so heterogenous, that one central patent agency alone

can hardly be fair to all interests. For this reason it is important that the university has its own competence for exploitation and the technology transfer units form the central interface.

Anmerkungen/Literatur

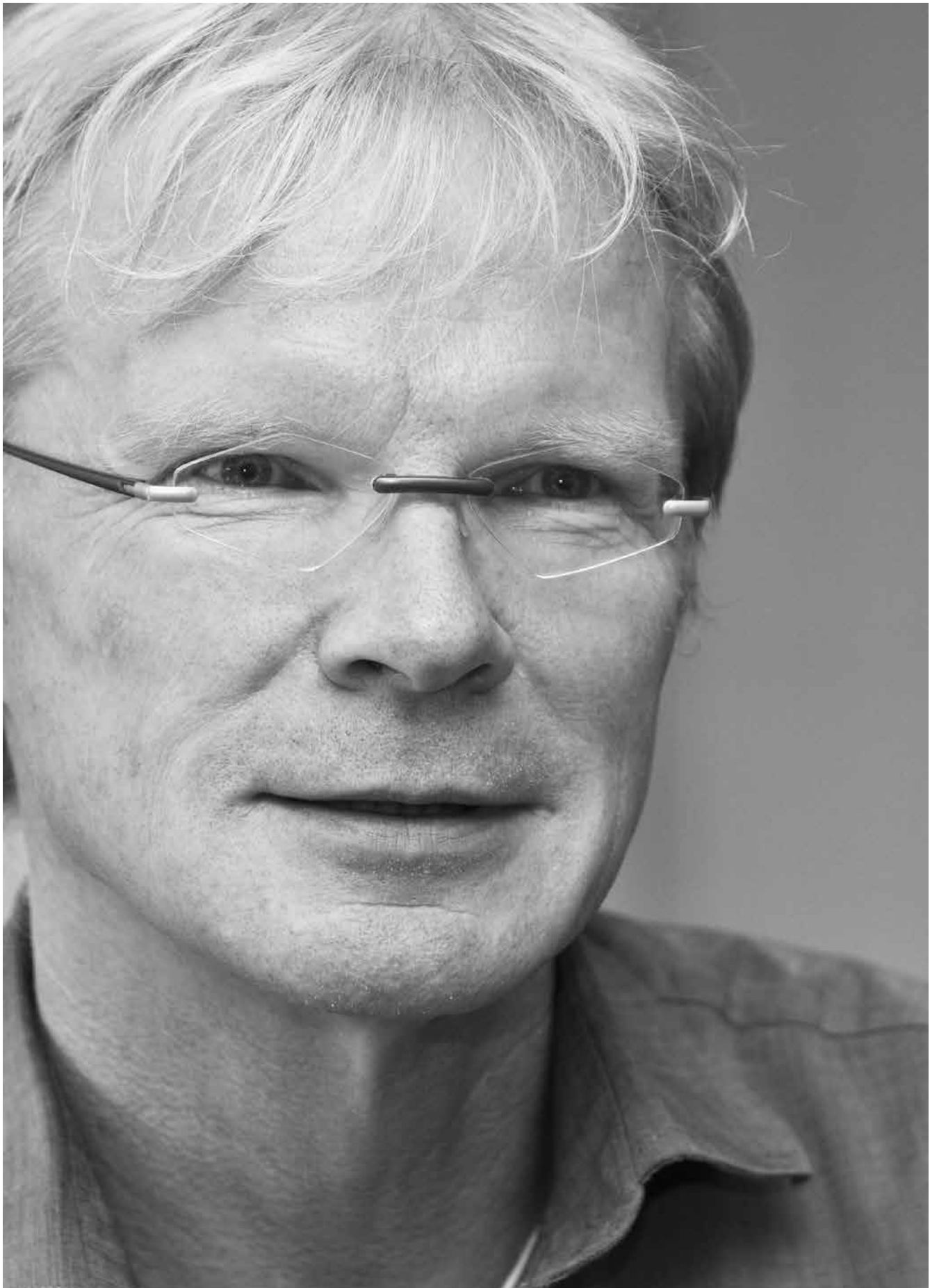
- 1) OECD: Overviews: Turning Science into Business: Patenting and Licensing at Public Research Organisations; German translation, 2003, S. 2
- 2) Kurt Bartenbach/Franz-Eugen Volz: Erfindungen an Hochschulen/Zur Neufassung des § 42 ArbEG; GRUR 2002, S. 743–758 (744)
- 3) Thomas Hoeren: Zur Patentkultur an Hochschulen – auf neuen Wegen zum Ziel, in: Wissenschaftsrecht Bd. 38 (2005), S. 131–156 (134)
- 4) Hoeren, aaO, 134 f.
- 5) Andrea Bergmann: Erfindungen von Hochschulbeschäftigten nach der Reform von § 42 ArbNErfG, Köln Berlin München 2006, RN. 7; OECD: Overviews: Turning Science into Business: Patenting and Licensing at Public Research Organisations; German translation, 2003, S. 5
- 6) BGH GRUR 1969, 672 – 676 (673).
- 7) Fred Lehmann/Anne Schneller (Hrsg.): Patentfibel, 2003, S. 13
- 8) Andrea Bergmann: Erfindungen von Hochschulbeschäftigten nach der Reform von § 42 ArbNErfG, Köln Berlin München 2006, RN. 205; Kurt Bartenbach/Franz-Eugen Volz: Arbeitnehmererfindungsgesetz, Kommentar, Köln Berlin Bonn München 2002, § 4, RN. 7
- 9) PatR, Beck-Texte im dtv, 11. Auflage München 2011, S. XXI
- 10) PatR, Beck-Texte im dtv, 11. Auflage München 2011, S. XXI
- 11) OECD: Overviews: Turning Science into Business: Patenting and Licensing at Public Research Organisations; German translation, 2003, S. 11

Der Autor

Ernst Schmachtenberg studierte und promovierte 1985 an der Fakultät für Maschinenwesen der RWTH Aachen. Von 1981 bis 1987 war er wissenschaftlicher Mitarbeiter, später Abteilungsleiter der Abteilung „Formauslegung/Werkstoffkunde/Faserverbundwerkstoffe“ am Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV) der RWTH Aachen. In Würzburg war er 1988 zunächst Leiter der Abteilung Forschung und Entwicklung, ab 1989 bis 1990 auch Leiter der amtlich anerkannten Prüfanstalt des Süddeutschen Kunststoff-Zentrums. Ernst Schmachtenberg war von 1990 bis 1992 Leiter der Gruppe „Verfahrenstechnische Entwicklung“, und ab 1991 Abteilungsleiter „Konstruktion im Geschäftsbereich Kunststoffe“ der Bayer AG in Leverkusen. Von 1993 bis 2001 hatte er den Lehrstuhl für

Kunststofftechnik, Fachbereich Maschinenwesen an der Universität Essen inne und war zugleich Geschäftsführer der Essener IKM GmbH. Dann wechselte er 2001 auf den Lehrstuhl für Kunststoff-Werkstofftechnik der Fakultät Maschinenwesen an der RWTH Aachen und war Mitglied der Institutsleitung des IKV bis 2006. Es folgte von 2006 bis 2008 der Lehrstuhl für Kunststofftechnik am Department Maschinenbau der Technischen Fakultät an der Universität Erlangen-Nürnberg.

Seit 2008 ist Ernst Schmachtenberg Rektor der RWTH Aachen. Er ist seit 1999 Mitglied im Wissenschaftlichen Arbeitskreis Kunststofftechnik (WAK). Als acatech-Mitglied (Deutsche Akademie der Technikwissenschaften) ab 2009 war er auch von 2010 bis 2013 Mitglied des dortigen Senats. Ernst Schmachtenberg ist seit 2010 Vorsitzender des Wissenschaftlichen Beirats und Mitglied des Präsidiums des VDI. Von 2010 bis 2013 war er Präsident der TU9 (Verband führender Technischer Hochschulen in Deutschland). Er ist seit 2012 Mitglied des Verwaltungsrats des Max-Planck-Instituts für Eisenforschung, seit 2014 Präsident der IDEA-League und seit 2014 President-Elect der CESAER (Conference of European Schools for Advanced Engineering Education and Research).



Der Autor nimmt die Patente aus dem Wissenschaftsbereich kritisch unter die Lupe. Er erklärt, warum Patente nicht immer zu wirtschaftlichen Erfolgen führen und stellt einige erfolgreiche Patente aus den Reihen der Max-Planck-Institute vor.

Geschäftsmodell, Zubrot, oder Verlustgeschäft?

Patente aus dem akademischen Bereich

Von Ferdi Schüth

Mit der Abschaffung des Hochschullehrerprivilegs – dieses gestattete Professoren unter bestimmten Rahmenbedingungen die eigenständige Verwertung ihrer Erfindungen – im Jahre 2002 waren vielfach große Hoffnungen verbunden, für die Universitäten einen zusätzlichen Mittelzufluss aus Lizenzeinnahmen zu generieren. In vielen Bundesländern wurden dazu Verwertungsgesellschaften gegründet, in NRW die PROvendis GmbH, deren Gesellschafter im Wesentlichen die Nordrhein-Westfälischen Universitäten und Fachhochschulen sind.

Seit der Novelle des Gesetzes über Arbeitnehmererfindungen (ArbnErfG) können Hochschullehrer ihre Erfindungen nicht mehr frei verwerten, sondern müssen diese dem Dienstherrn, also ihrer Hochschule, melden. Diese kann die Erfindung dann in Anspruch nehmen und sie zum Patent anmelden, oder sie kann die Erfindung freigeben. Im zweiten Falle kann der Erfinder selbst über die Erfindung

nach seinem Gutdünken verfügen. Insofern wird ein Erfinder aus der Hochschule wie ein Erfinder in einem Industrieunternehmen behandelt. Allerdings haben Hochschullehrer gegenüber Erfindern aus der Wirtschaft noch immer eine deutlich bessere Situation: Zum einen können Hochschullehrer ihre Erkenntnisse und damit auch ihre Erfindungen nach §42.2 ArbnErfG geheim halten. Das ist die so genannte „negative Publikationsfreiheit“, die letztlich eine Konsequenz der grundgesetzlich garantierten Wissenschaftsfreiheit (§5 Abs.3 Grundgesetz) ist. Zum anderen, und das ist in der Praxis sicherlich relevanter, steht Hochschullehrern eine finanzielle Beteiligung in Höhe von 30 Prozent der Bruttoeinnahmen aus der Verwertung der Erfindung zu, wohingegen in der freien Wirtschaft solche Beteiligungen eher im niedrigen einstelligen Prozentbereich liegen. Diese Regelung könnte grundsätzlich einen hohen Anreiz zur Anmeldung von Erfindungen aus dem Hochschulbereich setzen.

Allerdings haben viele Wissenschaftler Vorbehalte gegen die Patentierung ihrer Erkenntnisse, da sie der Ansicht sind, dass wissenschaftliche Erkenntnisse jedem frei zugänglich sein sollten. Streng genommen gibt es in dieser Frage aber keine Wahlfreiheit: Nach §42.1 ArbnErfG sind an einer Hochschule Beschäftigte nur dann berechtigt, Dienstleistungen im Rahmen der Lehr- und Forschungstätigkeit zu offenbaren – also zu publizieren, wenn sie dies rechtzeitig dem Dienstherrn angezeigt haben. In der Praxis wird es allerdings häufig schwierig nachzuweisen sein, dass ein Wissenschaftler die erfinderische Qualität einer wissenschaftlichen Arbeit erkannt hat. Zudem ist eine Patentanmeldung auch mit erheblichem Aufwand verbunden, den Wissenschaftler oft scheuen: Es muss eine Erfindungsmeldung geschrieben werden, die zumindest ausreichend ist, dass ein Patentanwalt auf dieser Basis eine Patentanmeldung formulieren kann. In der Regel wird der Patentanwalt Rückfragen haben,

und nur in enger Zusammenarbeit mit Erfinder und Patentanwalt kann ein tragfähiges Patent formuliert werden. Auch im Prüfungsverfahren bei den Patentbehörden tauchen häufig neue Fragen auf, bei deren Beantwortung der Erfinder einbezogen werden muss, und bei besonders interessanten Erfindungen muss mit Einsprüchen gerechnet werden, die ebenfalls bearbeitet werden müssen. Oft besonders wichtig für Wissenschaftler: eine Patentanmeldung verzögert die wissenschaftliche Publikation, die meist im Zentrum des Interesses von akademisch arbeitenden Forschern steht. Denn ein Patent muss etwas Neues offenbaren, und eine Vorpublikation, auch vom Erfinder selbst, führt dazu, dass die Neuheit nicht mehr gegeben ist. Lediglich in einigen Ländern, insbesondere in den USA, kann innerhalb bestimmter Schonfristen auch nach eigenen Publikationen noch ein Patent erlangt werden. Die Zeitverzögerung muss kein sehr kritischer Punkt sein, dann die Einreichung eines Beitrages bei einer Zeitschrift ist noch nicht neuheitsschädlich, sondern erst die Bekanntmachung an eine nicht zur Geheimhaltung verpflichtete Person, also die Veröffentlichung. Editoren und Gutachter von Zeitschriften sind zur Geheimhaltung verpflichtet, so dass die Patentanmeldung noch während des Begutachtungsverfahrens vorgenommen werden kann. Dennoch birgt ein solches Vorgehen Risiken, so dass man bei spannenden Erfindungen sicher gut beraten ist, eine Publikation erst dann einzureichen, wenn das Patent beim Patentamt angemeldet ist. Dazu reicht die Anmeldung beim deutschen Patentamt, denn das Datum dieser Anmeldung begründet die Priorität auch bei späterer internationaler Anmeldung von Patenten. Selbst nach der Anmeldung kann eine Publikation allerdings noch patentschädlich sein, denn im so genannten Prioritätsjahr kann die Anmeldung noch in gewissem Rahmen modifiziert werden. Wenn die Modifizierung in

der zwischenzeitlich erschienenen Publikation bereits offenbart ist, in der ursprünglichen Anmeldung aber noch nicht enthalten war, dann ist die Modifizierung nicht mehr möglich.

Trotz dieses Aufwandes ist aber die Patentierung wirklicher Erfindungen für Wissenschaftler attraktiv und lukrativ, denn es ist sicherlich karrierefördernd, wenn man auf Lizenzeinnahmen aus Patenten verweisen kann, die aus der wissenschaftlichen Arbeit resultieren, und die Lizenzeinnahmen erhöhen das private Einkommen. Zudem werden die Kosten der Patentanmeldung vom Dienstherrn getragen, wenn dieser die Erfindung in Anspruch nimmt, und diese Kosten können erheblich sein. Die unmittelbaren Gebühren sind niedrig – beim Deutschen Patentamt beträgt die Anmeldegebühr inklusive zehn Patentansprüchen bei elektronischer Einreichung derzeit lediglich 40 Euro, dazu kommen später Recherche- und Prüfungsgebühren in Höhe einiger hundert Euro. Allerdings wird man, um ein starkes Patent zu erlangen, für die Formulierung der Anmeldung fast immer einen Patentanwalt hinzuziehen, dessen Honorar in der Größenordnung einiger Tausend Euro für ein „normales“ Patent liegt, zudem werden wichtige Patente nicht nur in Deutschland, sondern in zahlreichen Ländern angemeldet, so dass zusätzlich Gebühren für die Anmeldung, insbesondere aber auch die Kosten für Übersetzungen anfallen. Bis ein Patent letztlich in allen angestrebten Ländern erteilt ist, addieren sich die Kosten schnell auf mehrere zehntausend Euro. In vielen Fällen kann man aber schon nach relativ kurzer Zeit feststellen, ob es von möglichen Nutzern des Patentbesitzes Interesse an einer Lizenz gibt, so dass man ein Gefühl dafür entwickelt, ob sich die Ausweitung auf viele Länder lohnen könnte oder nicht. Aus diesem Grunde ist es wichtig, Verwertungsanstrengungen schon in einer frühen Phase zu beginnen,

um das Risiko bei späteren, kosten-treibenden Schritten zu verringern. Wenn es tatsächlich gelingt, das Patent auszulizenzieren, gibt es grundsätzlich die Möglichkeit der nicht-exklusiven oder der exklusiven Lizenz. Die nicht-exklusive Lizenz hat den Vorteil, dass man nicht auf die Vermarktungsanstrengungen nur eines Lizenznehmers angewiesen ist, dafür sind die Lizenzgebühren – meist als Anteile am Umsatz gestaltet – niedriger. Besonders bei einer exklusiven Lizenz ist es wichtig, im Vertrag Vorsorge dagegen zu treffen, dass der Lizenznehmer das Patent nicht nutzt, sondern etwa nur zur Blockade einsetzt. Dem kann durch den Verlust der Lizenz oder der Exklusivität nach einer bestimmten Zeit ohne Zahlung von Lizenzgebühren vorgebeugt werden, meist besser ist aber die Vereinbarung von mit der Zeit steigenden Mindestlizenzgebühren. Der Lizenznehmer muss diese Gebühren zahlen, wenn er die Lizenz behalten will, auch wenn er keine Umsätze auf Basis des lizenzierten Patentbesitzes generiert.

Zu einem Lizenzvertrag muss es aber zunächst einmal kommen. Gerade aus dem akademischen Bereich gibt es viele Patente, die niemals zu Lizenzverträgen oder Produkten führen – Schätzungen reichen bis über 90 Prozent. Daraus kann man zwei wesentliche Schlüsse ableiten: zum einen muss man sich intensiv um eine Vermarktung der Erfindungen bemühen, zum anderen muss man versuchen, das Marktpotenzial in einer frühen Phase der Patentierung auszuloten, bevor die Kosten der Anmeldung, etwa durch Übersetzungen und Auslandsanmeldungen, sehr hoch werden. Dennoch gibt es aus dem akademischen Bereich eine Reihe wirklich interessanter Erfindungen, die zu großen wirtschaftlichen Erfolgen geführt haben. Im Folgenden werden einige Beispiele aus der Max-Planck-Gesellschaft vorgestellt, da der Autor diese Organisation am besten kennt und aus der MPG mehrere Fälle publiziert sind.

Einige Fallbeispiele

Das Ziegler-Patent zur Polymerisation von Olefinen

Das Ziegler-Patent zur Polymerisation von Olefinen, das 1953 von Karl Ziegler (MPI für Kohlenforschung) angemeldet wurde (Erfinder: Karl Ziegler, Heinz Breil, Erhard Holzkamp, Heinz Martin, Abb. 1), ist vermutlich eines der lukrativsten Patente der deutschen Patentgeschichte. Die Geschichte dieses Patentbesitzes ist durch einen der Erfinder, Heinz Martin, der in der Folge für die Patente des MPI für Kohlenforschung verantwortlich war, in einem Buch hervorragend dokumentiert¹. Das Patent beruht auf der Entdeckung, dass titanhaltige Katalysatoren in Verbindung mit aluminiumorganischen Verbindungen die Polymerisation von Ethylen (später wurden auch andere Olefine, wie Propylen, mit ähnlichen Katalysatoren polymerisiert) bei niedrigen Drucken und niedrigen Temperaturen erlauben, wobei die entstehenden Polyolefine im Vergleich zum Hochdruckverfahren auch andere, für viele Anwendungen vorteilhafte Eigenschaften aufweisen.

Die Erfindung im Jahre 1953 war so revolutionär, dass sofort eine ganze Reihe von deutschen und internationalen Unternehmen in Options- oder Lizenzverträge eintrat, wobei erhebliche Einmalzahlungen geleistet wurden, die es dem Institut erlaubten, die Patentfamilie gegen die schnell erfolgenden Angriffe zu verteidigen. Bereits im Jahr 1954, ein Jahr nach der Anmeldung, wurden Einnahmen in Höhe von 19 Millionen D-Mark erzielt (zum Vergleich: das Jahresbudget des Instituts betrug zu der Zeit 1,2 Millionen D-Mark). Das Patent ist auch insofern außergewöhnlich, weil es aufgrund damaliger Besonderheiten des US-Patentrechtes möglich war, die Laufzeit in den USA faktisch zu verdoppeln. Die Geschichte dieses Patentbesitzes zeigt eindrücklich zweierlei: Die Erträge aus dem Patent wären bei weitem nicht

so hoch gewesen, wenn es in einer frühen Phase exklusiv auslizenzisiert worden wäre – bei einem Basispatent wie dem Ziegler-Patent ist eine breite, nicht-exklusive Lizenzierung vermutlich immer vorteilhafter. Zum zweiten muss man bereit sein, ein Patent auch durchzusetzen, wie im Buch von Martin eindrucksvoll dargestellt ist. Nur wenn man bereit ist, Gebühren



(1) Titelblatt des Ziegler-Patentes.

vor Gericht einzuklagen und gegen Verletzungen vorzugehen, wird man bei attraktiven Patenten auch die Früchte ernten können.

Die Lizenzeinnahmen aus den Ziegler-Patenten sind nicht publiziert. Wenn man aber berücksichtigt, dass die Einnahmen über mehrere Jahrzehnte die Forschungstätigkeit des MPI für Kohlenforschung finanziert haben – die MPG hat in dieser Zeit nur einen symbolischen Beitrag zum Budget erbracht –, die Überschüsse den Ziegler-Fonds gespeist haben und die Erfindervergütungen aus den Lizenzeinnahmen gezahlt wurden, dann kann man zu heutigen Eurowerten von Einnahmen in der Größenordnung von etwa einer Milliarde Euro ausgehen.

Das FLASH-Patent zur schnellen kernspintomographischen Abbildung

1985 wurde von einem Team aus dem Göttinger MPI für biophysikalische Chemie (Jens Frahm, Axel Haase, Wolfgang Hänicke, Klaus

Dietmar Merbold, Dieter Matthaei) ein neues Verfahren zur schnellen Bildgebung bei der Kernspintomographie entwickelt und zum Patent angemeldet, das sogenannte FLASH-Verfahren (Fast Low Angle SHot). Bei der Kernspintomographie nutzt man die Kombination eines starken statischen Magnetfeldes und eines hochfrequenten Wechselfeldes, um sowohl chemische Information als auch eine Ortsinformation zu erhalten, wodurch die Bildgebung von Organen möglich wird. Das FLASH-Verfahren nutzt einen sehr kleinen Winkel zwischen den beiden Feldern, wodurch eine viel schnellere Wiederholung der Messungen möglich wird.

Auch diese Erfindung weckte sehr schnell, innerhalb eines Jahres, das Interesse großer Firmen, wie Siemens, Philips und General Electric. Allerdings waren diese nicht unmittelbar bereit, Lizenzen zu nehmen, sondern legten Einsprüche gegen die Patentanmeldungen ein. Die Verteidigung der Patentansprüche gegen die Angriffe übernahm Garching Innovation (heute Max-Planck-Innovation), die Technologietransfergesellschaft der Max-Planck-Gesellschaft. Es dauerte sechs Jahre, bis erste Lizenzverträge geschlossen werden konnten, die vollständige Beilegung der Auseinandersetzungen dauerte über zehn Jahre und verschlang 1.5 Millionen Euro. Auch hier hat sich aber die Hartnäckigkeit ausgezahlt: Bis zum Auslaufen des Patentbesitzes im Jahre 2006 kamen kumuliert etwa 150 Millionen Euro an Lizenzeinnahmen zusammen, wodurch das FLASH-Patent das lukrativste Patent der Max-Planck-Gesellschaft wurde² – abgesehen vom Ziegler-Patent, das aber wegen der rechtlichen Sonderstellung des MPI für Kohlenforschung separat gezählt wird.

Sutent – ein neues Krebstherapeutikum

Sutent, das den Wirkstoff Sunitinib enthält, ist ein von der Firma Pfizer

vermarktetes Krebstherapeutikum. Es wurde von Axel Ullrich und seinem Team am MPI für Biochemie auf der Grundlage von Untersuchungen von Stoffwechselmechanismen bei der Tumorgenese erfunden. Sunitinib ist ein so genannter Multikinasehemmer, der das Wachstum von Tumoren und von Blutgefäßen, die den Tumor versorgen, unterdrückt³.

Nachdem Axel Ullrich und sein Team diesen möglichen Ansatz zur Wirkstoffentwicklung erkannt hatten, entschied er sich, die Wirkstoffentwicklung in einer ausgegründeten Firma weiterzuführen. Die Max-Planck-Gesellschaft beteiligte sich an diesem Unternehmen, das zunächst in New York gegründet wurde. Das Unternehmen wurde dann an Pharmacia und schließlich an Pfizer verkauft, die das Medikament bis zur Zulassung entwickelte, im Jahre 2006 kam Sutent in den USA und Europa auf den Markt. Die MPG hielt ihre Anteile am Sutent-Geschäft und erhält vom Umsatz abhängige Lizenzgebühren. In den nächsten Jahren erwartet die MPG Lizenzzahlungen in Millionenhöhe⁴.

Kinaxo – eine Plattform zur Wirkstoffentwicklung

Axel Ullrich hat aber nicht nur Sunitinib erfunden und über eine Firmengründung bis zur Kommerzialisierung gebracht, sondern eine ganze Reihe von Patenten angemeldet und Firmen gegründet. Der letzte seiner Erfolge ist die Gründung der Firma Kinaxo – zusammen mit Henrik Daub und unter anderem unter Beteiligung des High-Tech-Gründerfonds, eines vom BMWi und einer Reihe von Unternehmen finanzierten Wagniskapitalgesellschaft für die Seed-Finanzierung von Technologie-Startups. Kinaxo hat eine proprietäre Plattform entwickelt, basierend auf Chemical Proteomics, mit der die Entwicklung von Wirkstoffen unterstützt wird. Die Plattform erlaubt es, zu bestimmen, mit welchen Proteinen potenzielle Wirkstoffe in Zellen

wechselwirken. Hierdurch wird die Wirkstoffentwicklung zielgerichteter und kann erheblich fokussierter geführt werden.

Kinaxo wurde 2011 an Evotec verkauft. Der Kaufpreis ist publiziert, er betrug 3 Millionen Euro plus 2,5 Millionen Aktien (derzeitiger Wert etwa 7,5 Millionen Euro), zudem bis zu 4 Millionen Euro, falls bestimmte Meilensteine erreicht werden⁵ – eine weitere Erfolgsgeschichte.

Die Beispiele zeigen, dass erfolgreiche Patente auf unterschiedliche Weise verwertet werden können – sei es durch direkte Lizenzen, sei es durch Firmengründen, wobei die patenthaltende Organisation im Gegenzug zur Auslizenzierung der Patente Firmenanteile erhält. Nicht uninteressant für den akademischen Bereich, insbesondere für Universitäten, ist aber auch die Möglichkeit – und oft die Notwendigkeit – dass die lizenzierenden Unternehmen zur weiteren Entwicklung der Erfindungen bis zur Marktreife Kooperationsverträge mit den Gruppen der Erfinder abschließen, wodurch zusätzlich zu den Lizenzgebühren auch noch erhebliche Drittmittel fließen können.

Patentanmeldungen: Geschäftsmodell, Zubrot oder Verlustgeschäft?

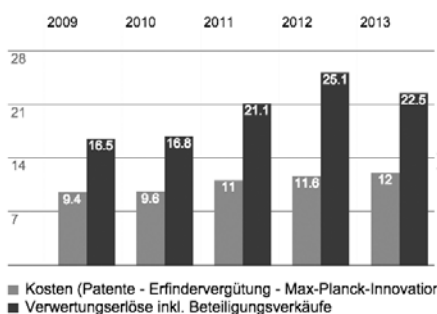
Bei allen geschilderten Erfolgen: Die eigentliche und wesentliche Aufgabe von Universitäten und Forschungsorganisationen ist nicht der Technologietransfer (abgesehen von der Fraunhofer-Gesellschaft), sondern die Ausbildung von Studierenden, Doktorandinnen und Doktoranden und die Forschung, sei es erkenntnisorientierte oder anwendungsorientierte Forschung. Als Geschäftsmodell eignet sich die Patentierung und Lizenzierung für Universitäten und Forschungsorganisationen daher nicht. Und selbst eine ausschließliche Ausrichtung von Organisationen auf dieses Ziel hin wäre mit größter Wahrscheinlichkeit nicht erfolversprechend: Es

gibt kein wirtschaftlich erfolgreiches Unternehmen, das einen stabilen Geschäftsbetrieb ausschließlich aus F&E und der Vermarktung der daraus entwickelten Patente und des hierdurch entstandenen Know-how gewährleisten kann.

Allerdings können Universitäten und Forschungsorganisationen mit leistungsfähigen Forschern und einer geschickten Patentstrategie aus Patenten zusätzliche Einnahmen generieren. Max-Planck-Innovation erwirtschaftet durchgängig einen erheblichen Überschuss in der Größenordnung von 10 bis 15 Millionen Euro pro Jahr (Abb. 2). Aufgetragen sind in dieser Abbildung die Gesamteinnahmen (Lizenzen und Verkäufe) im Vergleich zu den Gesamtkosten (Betrieb von Max-Planck-Innovationen, Erfindervergütungen und Kosten der Patente). Verglichen mit dem Gesamtetat der MPG ist dies jedoch nur im Bereich etwa eines Prozentes des Gesamthaushalts – nicht überraschend für eine Forschungsorganisation, deren primäre Aufgabe die erkenntnisorientierte Forschung ist. Die Fraunhofer-Gesellschaft mit der Konzentration auf anwendungsorientierte Forschung liegt am anderen Ende des Spektrums, und naturgemäß sind hier die Patenterträge deutlich höher. Für die vergangenen Jahre wurden Patenterträge in Höhe von etwa 120 Millionen Euro berichtet⁶, allerdings ist nicht publiziert, wie hoch die damit verbundenen Kosten waren. Man kann jedoch sicher von einem erheblichen Überschuss aus den Patentierungsaktivitäten ausgehen. Sowohl bei der MPG als auch bei der Fraunhofergesellschaft wird der größte Teil der Erträge mit einigen wenigen Patentfamilien erzielt. Dies zeigt, dass Patentierung ein Spiel mit großen Zahlen ist: Um die einigen wenigen besonders erfolgreichen Patente zu identifizieren, müssen viel mehr Patente zunächst angemeldet werden. Eine sinnvolle Patentstrategie für den akademischen Bereich muss darauf abzielen, frühzeitig im „Lebenszyklus“ eines Patentes die

Vermarktungschancen möglichst gut einzuschätzen, um die nicht vielversprechenden Anmeldungen in einer frühen Phase, wenn noch keine hohen Kosten anfallen, ausscheiden zu können. Besonders wichtig bei der Abschätzung der Vermarktungschancen sind die Erfinder selbst, denn diese haben meist einen guten Überblick über die Unternehmen, für die ihre Erfindung nützlich sein könnte. Darüber hinaus verfügen sie häufig auch über persönliche Kontakte in die Unternehmen.

Einen direkten Weg zur Vermarktung bieten auch Kooperationsprojekte zwischen Industrieunternehmen und Hochschulen oder Forschungsorganisationen. Dabei werden typischerweise im Kooperationsvertrag bereits die Rahmenbedingungen hinsichtlich möglicher Erfindungen und der daraus resultierenden Lizenzen festgelegt. Eine präzise Regelung ist in dieser Phase häufig nicht möglich, weil weder die Natur der Erfindungen noch die Bedingungen der entsprechenden Märkte genügend genau vorhergesehen werden können. Hier wird man sich häufig mit Beschreibungen wie „marktüblich“ behelfen müssen und die Detailregelung späteren Lizenzverträgen überlassen. Oft erscheint es dabei vorteilhaft, mögliche kleinere Zahlungen eher durch Pauschalen abzudecken, aber im Vertrag darauf zu achten, dass die Hochschule oder Forschungsorganisation bei einer möglichen „Block-Buster“-Anwendung angemessen beteiligt wird. Wie auch immer eine vertragliche Regelung aussieht, Universitäten müssen allein aus zuwendungsrechtlichen Gründen schon auf eine angemessene Beteiligung achten – und wie die Zahlen in Abbildung (2) zeigen: finanziell können die erzielbaren Einnahmen durchaus attraktiv sein. Man muss allerdings bereit sein, das Spiel der großen Zahlen zu spielen und auch erfolglose Anmeldungen in Kauf nehmen, um die selteneren, wirklich erfolgreichen Erfindungen nicht zu verpassen. Außerdem muss man gelegentlich bereit sein, für die



(2) Jährliche Einnahmen (Lizenzen und Verkäufe) und Ausgaben (Kosten Max-Planck-Innovation, Gebühren, Erfindervergütungen) der MPG aus Patentaktivitäten.

Quelle: <http://www.max-planck-innovation.de/de/technologietransfer/erfolgsbilanz/>

Durchsetzung der Patente auch zu kämpfen. Dann kann die Patentierung aus Hochschulen heraus tatsächlich ein attraktives Zubrot sein – die finanziellen Probleme der Universitäten werden sich damit allerdings nicht lösen lassen.

Summary

Patents from the academic sector can be highly attractive, both for inventors and their organizations. There are several examples where licence revenues of up to hundreds of millions of Euros have been generated. However, in order to harvest such revenues, many less successful applications have to be filed. This requires stringent patent management, terminating less promising applications early on in the patent life cycle, before high costs are generated. IP from the academic sector can be commercialized both by licensing and spin-off companies, and there are successful examples for both approaches. Also here a good strategy is needed, balancing the pros and cons of exclusive and non-exclusive licences and the terms of the licence contracts. With a good organization of IP management in place, net profits (based on the cost of licensing, not on the cost of research) can be generated for research organizations, amounting – in Germany – to profits

in the range of 0.5% to 5% of the total budget of the organizations for which published data are available.

Anmerkungen/Literatur

- 1) Heinz Martin, Polymere und Patente, Wiley-VCH, Weinheim, 2002
- 2) http://www.max-planck-innovation.de/de/aktuelles/newsletter/2_2006/flash.php
- 3) http://www.mpg.de/924902/Wissen_und_Wirtschaft?seite=4
- 4) http://www.mpg.de/924902/Wissen_und_Wirtschaft?seite=4
- 5) http://www.mpg.de/1171639/evotec_kinaxo
- 6) <http://www.fraunhofer.de/de/publikationen/archiv/fraunhofer-jahresbericht-2012/bericht-des-vorstands/fraunhofer-jahresbericht2012-lagebericht/Patente-und-Lizenzen.html>

Der Autor

Ferdi Schüth studierte Chemie und Jura an der Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster, wo er 1988 in Chemie promovierte und 1989 das erste juristische Staatsexamen ablegte. 1988/89 war er Post-Doc in der Gruppe von Lanny D. Schmidt am Department of Chemical Engineering an der University of Minnesota. Von 1989 bis 1995 arbeitete er als Habilitand mit Klaus Unger in Mainz, dazwischen für fünf Monate 1993 mit Galen D. Stucky in Santa Barbara. 1995 übernahm Ferdi Schüth einen Lehrstuhl für Anorganische Chemie an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt. 1998 wurde er als Direktor an das Max-Planck-Institut für Kohlenforschung in Mülheim berufen. Seine Forschungsinteressen sind die Katalyse, poröse Festkörper, Energiespeicherung, High-Throughput Experimentation in Katalyse und Materialforschung und Elementarprozesse bei der Festkörperbildung aus Lösung. Er ist Mitglied in zahlreichen Gremien, unter anderem war Ferdi Schüth Vizepräsident der DFG; er ist Vizepräsident der MPG und Mitglied des Hochschulrats der Universität Duisburg-Essen. Für seine wissenschaftlichen Arbeiten wurde er vielfach ausgezeichnet. Ferdi Schüth ist Mitglied der Akademien Leopoldina, acadtech und der Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften und der Künste. Im Bereich des Technologietransfers ist er aktiv als Geschäftsführer der SGK (Technologietransfergesellschaft des MPI für Kohlenforschung), Mitglied des Beirats von Max-Planck-Innovation und Vorsitzender des Investitionskomitees „Life Science und Chemie“ des High-Tech-Gründerfonds. 1998 war er Gründer der hte Aktiengesellschaft, die heute zum BASF-Konzern gehört und 300 Mitarbeiter hat. Seit 2008 ist er Mitglied im Center for Nanointegration der Universität Duisburg-Essen (CENIDE).



Einer der wesentlichen Bereiche der Medizin, in der die Entwicklungen in der Medizintechnik eine herausragende Rolle spielen, ist die Kardiologie. Trotz der Fortschritte sind bis heute ganze Krankheitsbilder nicht oder nur unzureichend minimalinvasiv behandelbar. Umso wichtiger ist es, in diesem Bereich zu forschen.

Behandlung von Herzklappenerkrankungen ohne operativen Eingriff

Innovatives Forschungs- und Entwicklungsprojekt

Von Till Neumann

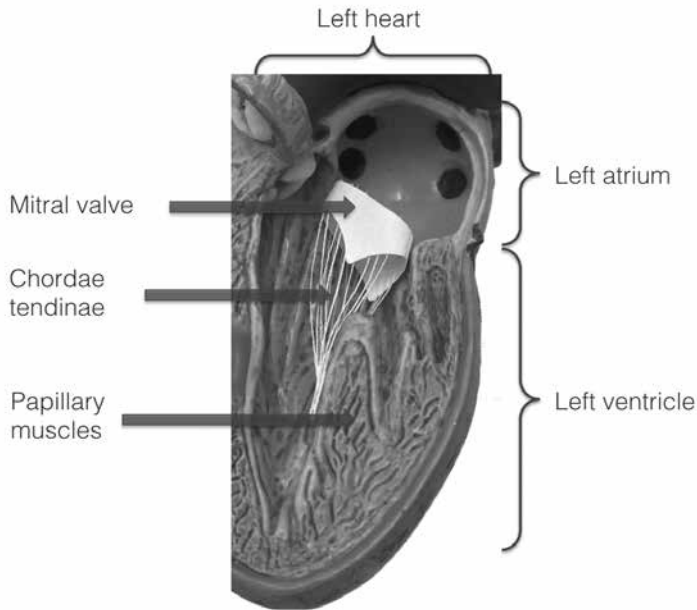
Medizinischer Fortschritt basiert in wesentlichen Teilen auf neuen Entwicklungen. Hervorzuheben hierbei sind unter anderem die Fortschritte im Bereich der Arzneimittel in den vergangenen Jahren und Jahrzehnten. Inzwischen ist es möglich, durch innovative Entwicklungen und neue Wirkmechanismen eine Vielzahl von Erkrankungen medikamentös in der Progression zu begrenzen oder sogar in unterschiedlichem Ausmaß zu heilen. Der Fortschritt in der medikamentösen Therapie umfasst

annähernd alle Bereiche der Medizin. Exemplarisch hervorgehoben seien an dieser Stelle die Erfolge, die im Bereich der medikamentösen Behandlung von Infektionserkrankungen erreicht wurden sowie im Bereich der übrigen internistischen Therapie. Gleichzeitig kann aber auch nicht unerwähnt bleiben, dass sich bei weitem nicht alle medizinischen Herausforderungen unserer Zeit durch medikamentösen Einsatz effizient angehen lassen. Oft müssen andere Behandlungswege beschritten werden, um eine Verbesserung der Symptomatik, eine Steigerung der

Lebensqualität oder eine Reduktion der Mortalität zu erreichen.

Medizintechnik und Kardiologie

Vor allem die Entwicklungen in der Medizintechnik ermöglichen es, neben dem medikamentösen Fortschritt, in vielen Bereichen der Medizin die Behandlung von Patienten zu verbessern und Krankheiten zu heilen. Bei symptomatischen, aber lokal begrenzten Erkrankungen sind medizintechnische Entwicklungen oft anderen Behandlungsverfahren überlegen beziehungsweise stellen



(1) Linksseitige Herzkammer und Vorhof mit dazwischen befindlicher Mitralklappe.
Quelle: eigene Darstellung

sie die einzigen möglichen Therapieansätze dar.

Einer der wesentlichen Bereiche der Medizin, in der die zuvor erwähnten Entwicklungen in der Medizintechnik eine herausragende Rolle spielen, ist die Kardiologie. Erst die Einführung von Ballonkathetern sowie implantierbaren Gefäßstützen (Stents) erlaubt es heutzutage, Erkrankungen der Koronargefäße rasch, effizient und sicher zu behandeln. Nicht zuletzt aufgrund dieser Fortschritte im Bereich der Medizintechnik ließ sich die Sterblichkeit bei der koronaren Herzerkrankung und dem akuten Koronarsyndrom, einschließlich des Herzinfarktes, signifikant reduzieren. Als weitere Beispiele für die Anwendung von Medizintechnik im Bereich der Kardiologie seien die innovativen Katheterverfahren erwähnt, die es seit mehreren Jahren bereits ermöglichen, Herzrhythmusstörungen effizient zu behandeln. Darüber hinaus sollte der Einsatz von Schrittmachern und „implantierbaren Defibrillatoren“ (ICDs) an dieser Stelle nicht unerwähnt bleiben, der eine externe Kontrolle-

und Sicherung der Herzerregung ermöglicht.

Trotz dieser Erfolge und Fortschritte sind bis heute auch im Bereich der Kardiologie ganze Krankheitsbilder nicht oder nur unzureichend minimalinvasiv behandelbar. Zu diesen Krankheitsbildern zählen auch die Erkrankungen der Herzklappen beim Menschen.

Das Herz

Der Mensch besitzt sowohl im Bereich des rechten als auch des linken Herzens jeweils zwei Herzklappen. Hierbei unterscheidet man zwischen Taschenklappen und Segelklappen. Während die Taschenklappen zwischen dem Ausflusstrakt der Kammer und der nachfolgenden Pulmonalarterie (Pulmonalklappe) beziehungsweise Aorta (Aortenklappe) lokalisiert sind, sind die Segelklappen (Trikuspidalklappe und Mitralklappe) zwischen dem Vorhof und der eigentlichen Kammer positioniert. Ihre Aufgabe besteht darin, in der Relaxationsphase (Diastole) die Füllung der Herzkammer zu ermöglichen und durch den anschließenden

Schluss der Segel in der Kontraktionsphase (Systole) des Herzens einen Rückfluss des Blutes in den Vorhof zu unterbinden.

Herzklappenerkrankungen

Einer der zentralen Herzklappenfehler ist bei den Segelklappen die Insuffizienz. Hierbei kommt es zu einem unzureichenden Schluss der Segel. Hierdurch kann Blut in der Systole in den Vorhof zurückgedrückt werden. Dieses Blut steht dem Körperkreislauf nicht zur Verfügung und führt durch ein Pendelvolumen zu einer Mehrbelastung des Herzens. Die Insuffizienz der Herzklappe wird vom Patienten nur in den seltensten Fällen direkt bemerkt. Vielmehr führen die hämodynamischen Folgen eines entsprechenden Klappenfehlers zu einer relevanten Beeinträchtigung für den Patienten. Dabei äußert sich eine Mitralklappeninsuffizienz unter anderem durch eine verminderte körperliche Belastbarkeit sowie eine zunehmende Luftnotsymptomatik. Hinzu kommt eine vermehrte Neigung zu Herzrhythmusstörungen, die aus der Erweiterung der Herzhöhlen resultieren. Eine Trikuspidalklappeninsuffizienz kann darüber hinaus zu Wassereinlagerungen im Bauch (Abdomen) sowie in der unteren Extremität führen. In mittleren und schweren Stadien wird insbesondere bei der Mitralklappeninsuffizienz eine erhöhte Mortalität (Sterblichkeit) der Patienten beobachtet.

Ursachen

Die Ursachen für ein entsprechendes Herzklappenvitium sind vielgestaltig. Diese reichen von angeborenen Formen über den Abriss eines oder mehrerer Sehnenfäden bis hin zu degenerativen Ursachen. Eine der häufigsten Formen ist dabei die funktionelle Mitralklappeninsuffizienz. Hierbei besteht ein weitgehend funktionsfähiges Klappensystem. Warum es trotzdem bei der funktionellen Insuffizienz zu einem pathologischen Rückfluss des Blutes in der

Systole kommt, liegt an einer Erweiterung des Klappenrings, an dem die Segelklappen befestigt sind. Nicht zuletzt eine Dilatation des Herzens, wie sie unter anderem regelmäßig bei der fortgeschrittenen Herzinsuffizienz beobachtet wird, geht mit einer Erweiterung des Klappenringes einher. Als Folge der Erweiterung weichen die Segelklappen auseinander. An der Verbindungsstelle der beiden Klappensegel, der Koaptationslinie der Klappen, entsteht ein Spalt, durch den das Blut in der Systole in den Vorhof zurückströmt.

Folgen

Eine Vielzahl von Erkrankungen führt beim Menschen zu einer Erweiterung der Herzhöhlen und als Folge zu einer Dilatation des Klappenringes. Gerade im fortgeschrittenen Alter werden entsprechende Veränderungen am Herzen gehäuft beobachtet. Daher ist es auch nicht verwunderlich, dass bei der gegenwärtigen Alterung der Gesellschaft die Insuffizienz der Segelklappen den häufigsten Klappenfehler des Menschen darstellt. Aktuell ist davon auszugehen, dass in der Bundesrepublik zwei bis drei Prozent der Gesamtbe-

völkerung von einer mittelgradigen bis hochgradigen Form einer Mitralklappeninsuffizienz betroffen sind, bei steigender Tendenz. Vergleichbare Zahlen der Prävalenz sind für die übrigen Industrieländer anzunehmen. Diese und weitere Angaben zur Häufigkeit spiegeln sich nicht zuletzt auch in der Zahl an Operationen an der Mitralklappe wider. So werden allein in Deutschland über 12.000 Eingriffe pro Jahr durchgeführt.

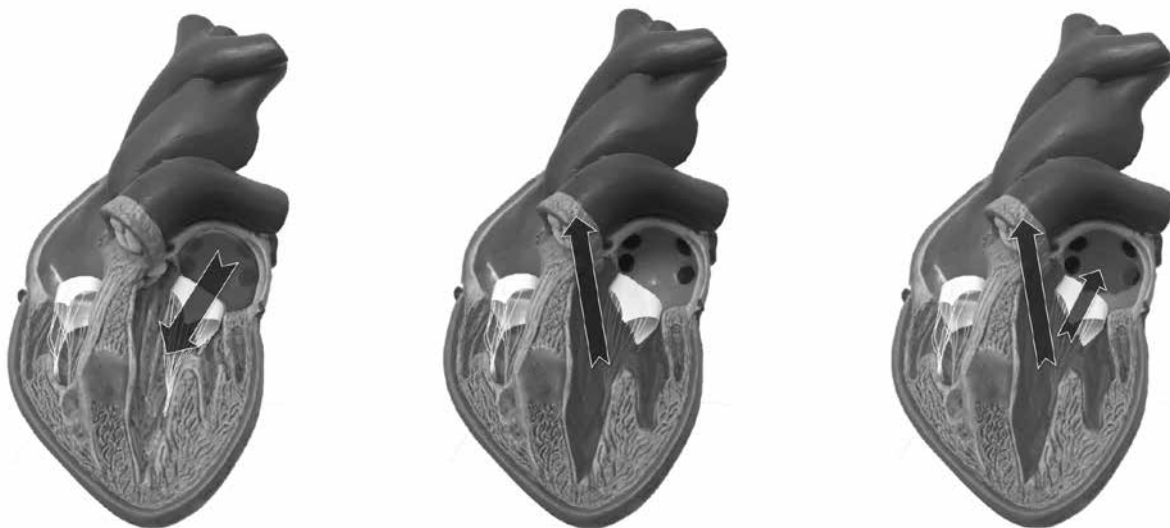
Chirurgische Behandlung

Dabei ist jeder chirurgische Eingriff an der Mitralklappe mit einem entsprechenden Aufwand und Trauma für den Patienten assoziiert. Inzwischen ist es möglich, neben dem Ersatz der Klappe mit einem biologischen oder mechanischen Klappenersatz, auch eine Reparatur der Herzklappe zu erreichen. In vielen Fällen kann durch den Einsatz eines künstlichen Mitralinges eine Verbesserung der Klappenfunktion erzielt werden. Hierzu wird ein Ring von Seiten des Vorhofes chirurgisch fixiert. Das chirurgische Vorgehen, ob Ersatz oder Reparatur, stellt bis dato die etablierte Behandlungsform (Goldstandard) für eine schwere Insuffizienz der

Mitralklappe dar. Allen chirurgischen Verfahren ist jedoch gemein, dass eine Operation mit Eröffnung des Thorax und in der Regel mit einer Eröffnung der Herzhöhlen erfolgen muss. In den meisten Fällen ist zusätzlich ein Herzstillstand bei gleichzeitiger Unterstützung mittels Herz-Lungen-Maschine notwendig. Entsprechende Operationen beinhalten ein relevantes Trauma für den Patienten, der neben dem oft tagelangen Intensivaufenthalt und der weiteren stationären Behandlung auch Rehabilitationsmaßnahmen benötigt, um danach die alte Leistungsfähigkeit zu erreichen. Es ist jedoch aufgrund der zuvor dargestellten Belastungen für den Patienten und dem damit einhergehenden Operationsrisiko nicht verwunderlich, dass bei vielen Patienten eine entsprechende chirurgische Behandlung nicht erfolgen kann – sei es, aufgrund eines zu hohen Operationsrisikos oder aufgrund einer zu geringen Symptomatik.

Behandlungsalternativen ohne Chirurgie

Bisher war es kaum vorstellbar, Behandlungsverfahren zu entwickeln, die diesen Patienten eine



(2) Zyklen der Herzfunktion: In der Diastole (linke Abbildung) erfolgt die Füllung der Kammer über die Mitralklappe. In der Systole wird über die Aortenklappe das Blut in den Körperkreislauf ausgeworfen (mittlere Abbildung). Bei der Mitralklappeninsuffizienz wird bei unzureichendem Klappenschluss ein Teil des Blutes in der Systole erneut in den Vorhof (rechte Abbildung) zurückgedrückt.

Quelle: eigene Darstellung

Therapieoption ohne einen chirurgischen Ansatz eröffnen würden. Hierzu müsste gegebenenfalls über eine minimalinvasive Prozedur eine Verbesserung der Klappenerkrankungen erreicht werden. Während in den vergangenen Jahren ein entsprechender Ansatz als unrealistisch angesehen werden musste, hat nicht zuletzt der Fortschritt im Bereich der Medizintechnik hier neue Türen aufgestoßen.

Beispielhaft sei an dieser Stelle die Behandlung der Aortenklappenstenose, einem ebenfalls häufigen und relevanten Herzklappenfehler erwähnt. Die Aortenklappenstenose führt zu einer ausgeprägten Druckbelastung der linken Herzkammer. Oft tritt bei den Patienten eine Luftnotsymptomatik (Dyspnoe) auf verbunden mit einer reduzierten körperlichen Belastbarkeit. Bisher war die Aortenklappenstenose ausschließlich chirurgisch angebar. In den letzten Jahren hat sich dessen ungeachtet ein weiteres Behandlungssystem etabliert, das die katheterbasierte Intervention von Patienten mit fortgeschrittener Aortenklappenstenose ermöglicht. Dieses Verfahren wird als TAVI-Prozedur bezeichnet und soll im Folgenden einführend erläutert werden.

TAVI-Prozedur bei Aortenklappenstenose

Bei der so genannten TAVI-Prozedur wird eine biologische Aortenklappe an einem Stentgeflecht fixiert. Durch das vorherige Krimpen (Komprimieren) des Stents kann der Radius dieser Klappe so weit verringert werden, dass eine Implantation mittels Katheter über die Herzspitze (apikal) oder sogar über die peripheren Gefäße (vaskulär) möglich ist. Erst einmal vorgebracht zur stenosierten Aortenklappe wird der Stent freigesetzt. Die stenosierte Aortenklappe des Patienten wird dabei an den Rand gedrängt und die neue, innerhalb des Stents enthaltene Klappe entfaltet sich und nimmt ihre Funktion

auf. Durch die TAVI-Prozedur konnte ein neues Kapitel in der Behandlung der fortgeschrittenen Aortenklappenstenose aufgestoßen werden. Bereits gegenwärtig kann hierdurch einer Vielzahl von Patienten geholfen und ein besseres Leben ermöglicht werden. Gleichzeitig wurde durch diesen inzwischen etablierten Therapieansatz der Zugang der Kardiologie zur katheterbasierten-minimalinvasiven Behandlung von Herzklappenerkrankungen eröffnet. Es muss aber auch bei dieser Prozedur darauf hingewiesen werden, dass dieses Verfahren gegenwärtig vorwiegend bei Patienten angewendet wird, die einem chirurgischen Verfahren nicht zur Verfügung stehen, das heißt in der Regel inoperable Patienten oder Patienten mit einem überdurchschnittlich hohen Operationsrisiko.

Verfahren zur Insuffizienzbehandlung

Während somit für die Aortenklappe ein inzwischen etabliertes Therapiekonzept existiert, um auch bei nicht-operablen Patienten zu einer Verbesserung der Situation beitragen zu können, ist die minimalinvasive beziehungsweise Katheterbasierte Behandlung der Mitralklappeninsuffizienz erst in den Anfängen. Ein Verfahren, welches inzwischen zur Anwendung kommt, um die schwere Mitralklappeninsuffizienz zu verbessern ist der MitraClip®. Dieses medizinische Verfahren basiert auf dem Konzept die Mitralklappensegel durch eine einzige Naht in der Mitte aneinander zu fixieren (Alfieri-Stich). Das Verfahren wurde jedoch von den chirurgisch tätigen Kollegen längst wieder verlassen. Der MitraClip® ahmt dieses Konzept dennoch nach, indem die Mitralsegel an einer Stelle der Koaptationslinie durch einen Clip irreversibel aneinander fixiert werden. Dieses Verfahren weist jedoch einige Probleme auf. Bei einer Reihe von Patienten kann zum Beispiel keine ausreichende Reduk-

tion der Mitralsuffizienz erreicht werden. Zum Teil müssen zwei und mehr Clips implantiert werden, um einen akzeptablen Effekt zu erzielen. Gleichzeitig besteht die Gefahr einer iatrogenen Verengung der Klappe, dadurch, dass die Mitralsegel sich nach der irreversiblen Fixierung nur noch unzureichend öffnen können. Hinzu kommt, dass eine Reihe von Patienten trotz MitraClip® zeitnah eine operative Korrektur der Mitralklappe bedürfen.

Andere Therapieansätze zur Behandlung der Mitralklappeninsuffizienz versuchen, mit einer Spange im Koronarsinus die Mitralsegel von außen wieder aneinander zu drücken und damit den Insuffizienzspalt zu verringern. Wieder andere Ansätze ermöglichen es, Nähte an der Mitralklappe anzubringen, um diese zu raffen. Ebenso wurden Systeme entwickelt, um zusätzliche Mitralsegel am Herzen anbringen zu können, die zu einer weiteren Abdichtung beitragen. Entsprechend dem Therapieansatz an der Aortenklappe wird ebenfalls versucht, ganze Stent-basierte Klappensysteme in die betroffene Mitralklappe zu positionieren und dort freizusetzen, um die ehemalige Klappe vollständig zu ersetzen. Fast all diesen Verfahren ist gemein, dass sie bisher noch keinen Eingang in die routinemäßige Anwendung gefunden haben. Grund hierfür sind zum Teil relevante Probleme, nicht zuletzt aufgrund des komplexen Designs und einer unkontrollierten Handhabung. Hinzu kommt eine oft noch nicht ausreichende Weiterentwicklung. Somit besteht zum jetzigen Zeitpunkt Raum für die Entwicklung eines effizienten und anwendbaren Systems zur Behandlung dieses häufigen und klinisch relevanten Klappenfehlers des Menschen. Die Herausforderungen, die sich hieraus ergeben, beginnen mit der Entwicklung eines neuartigen Wirkmechanismus um der Mitralklappeninsuffizienz wirksam zu begegnen. Des Weiteren müssen Aspekte der Biokompatibilität, der

Implantationsart als auch der Fixierung mit in die Überlegungen einfließen und berücksichtigt werden.

„Der neue Ansatz“

Unsere ersten Anstrengungen in diesem Zusammenhang basierten somit darauf, uns der Herausforderung unbelastet der bestehenden Behandlungsansätze zu nähern und ein Modell für eine klappenbedingte Insuffizienz unter Laborbedingungen zu schaffen. Anschließend waren eine Reihe unterschiedlicher Ansätze nötig, bis es schließlich gelang, eine nicht nur ausreichende, sondern nahezu vollständige Abdichtung und somit Aufhebung der Klappeninsuffizienz zu erreichen. Die damit einhergehende Technik wurde daraufhin – entsprechend den Vorgaben des Arbeitgebers – in einer Erfindungsmeldung zusammengefasst. Unser Hauptansprechpartner war in diesem Zusammenhang das Science Support Centre, kurz SSC, der Universität Duisburg-Essen. Mit der Hilfe des SSC war es möglich, eine erste Beurteilung der Erfindung zu erhalten.

Dabei lernten wir sehr schnell, dass unsere primären Ansätze für die Behandlung von Insuffizienzen an Herzklappen bereits auch an anderer Stelle und somit von Dritten erdacht und in unterschiedlichen Patenten dargelegt wurden. Trotz dieser ersten Rückschläge galt es nicht aufzugeben. Wir entwickelten unseren Ansatz weiter. Dabei galt es, zusätzlich zu den medizinischen und technischen Herausforderungen, auch die bisher bekannten Patentschriften auf diesem Gebiet mit in die Überlegungen einfließen zu lassen. Dankenswerterweise wurden uns die entsprechenden Unterlagen zeitnah und in umfassender Form vom Science Support Centre der Universität zur Verfügung gestellt.

Abenteuer Patentierungsprozess

Im Folgenden konnten wir eine überarbeitete Erfindungsmeldung an

die Universität übermitteln, die sich relevant von allem bisher beschriebenen Ansätzen unterschied. Eine daraufhin eingeleitete Literaturrecherche inklusive einer umfassenden Patentsichtung erbrachte keinen relevanten Vorbehalt, der einer entsprechenden Einreichung und somit Sicherung der Erfindung entgegenstand. Zu diesem Zeitpunkt bestand die Erfindungsmeldung aus theoretischen Überlegungen, welche auf den Erfahrungen im medizinischen

beansprucht wurde. Die Universität übernimmt damit die Rechte an der Erfindung und veranlasst im Folgenden die Einreichung der Patentanmeldung. Auch befasst sich die Universität mit der anschließenden Vermarktung. Dieses geschieht in enger Kooperation mit der Patentverwertungsgesellschaft des Landes. Für den Erfinder ist diese Entscheidung der Universität zur Beanspruchung des Patents immer mit einem lachenden und weinenden Auge



(3) Treffen des Teams mit dem SSC-Team/Gründungsnetzwerk.

Foto: Klaus Lemke

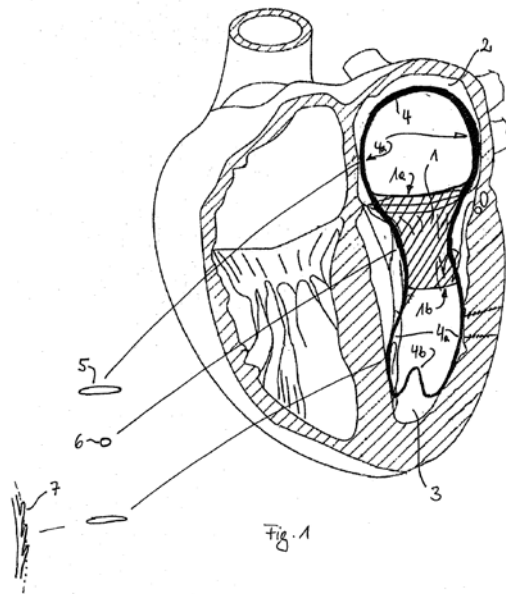
Bereich sowie auf den Kenntnissen aus dem Klappeninsuffizienzmodell beruhten, jedoch konnte bis dato keine aussagekräftige Umsetzung als Prototyp oder Modell realisiert werden. Trotzdem wurde von Seiten der Universität die Erfindungsmeldung als beurteilungswürdig eingestuft und an die Verwertungsgesellschaft des Landes für Erfindungen aus den Universitäten (PROvendis) zur Beurteilung weitergereicht. Auch von PROvendis erfolgte eine positive Stellungnahme bezogen auf die Erfindungsmeldung, wobei das Gutachten auf Basis einer weiteren Patentrecherche erfolgte.

Folge dieses Prozesses und der damit einhergehenden erneuten positiven Beurteilungen war, dass die Erfindung von der Universität

verbunden. Immerhin gibt man die Rechte an dem Patent und damit seiner eigenen Idee auf und überträgt diese vollständig, auch wenn einem in der Mehrzahl der Fälle bewusst ist, dass eine eigenhändige Einreichung bei dem langwierigen Patentierungsprozess oft bereits aus finanziellen Gesichtspunkten kaum umgesetzt werden kann.

Patenteinreichung

Da die Entscheidung zur Übernahme der Erfindung durch die Universität somit gefallen war, galt es nun die Einreichung des Patentes vorzubereiten und damit den Anmeldeprozess zu begleiten. Hierzu wurde von der Universität ein Patentanwalt vorgeschlagen



Originalabbildung aus der Internationalen Patentanmeldeschrift mit dem Titel „Implantierbare Vorrichtung zur Verbesserung oder Behebung einer Herzklappeninsuffizienz“.

Quelle: PCT/EP20131001506

der die wesentlichen Aspekte des Patenterstellungs- und Einreichungsprozesses übernahm. Aus meiner Erfahrung kann ich nur sagen, dass die Universität mit der Wahl des Patentanwaltes ein gutes Gespür bewiesen hat. Dieses spiegelte sich nicht zuletzt in der fachlichen Kompetenz des Beauftragten wider. Somit konnte im Sommer 2012 das Patent erstmalig eingereicht werden. Ein großer Schritt war damit getan. Gleichzeitig war aber auch klar, dass damit noch keine Anwendung für den Patienten erreicht worden ist und der Weg dorthin noch weit sein würde. Darauf zu hoffen, dass die Erfindung entdeckt und von Dritten weiterentwickelt wird, musste auch bei einem so interessanten Gebiet wie der minimalinvasiven Behandlung der Mitralklappeninsuffizienz als gering beziehungsweise zu unsicher eingeschätzt werden. Somit galt es, selbständig die nächsten Schritte zu unternehmen, um ein entsprechendes Produkt im Sinne des Patienten zu entwickeln.

Unerwartete Starthilfe

Nun stand man vor einer fast unlösbaren Aufgabe. Mit den Mitteln, die einem zur Verfügung standen, war es kaum realistisch eigene Prototypen zu erstellen, um die Anwendung testen zu können. Aber wir taten es trotzdem! Unerwartet wurde eine Ausschreibung des Bundesministeriums für Wirtschaft (BMWi) veröffentlicht hinsichtlich der finanziellen Unterstützung gründungsrelevanter Forschungsaktivitäten an Universitäten. Das Förderelement des Bundes wird unter dem Oberbegriff EXIST geführt. Damit verbunden ist ein mehrschichtiger Begutachterprozess. Hinzu kommt die Präsentation des Projektes vor dem Entscheidungsgremium, die im Vorfeld der Genehmigung durchlaufen werden muss. Unser erster Antragsentwurf passierte nicht sämtliche Begutachtungsverfahren und wurde kurzerhand abgelehnt. Doch wir gaben an dieser Stelle nicht auf, sondern bemühten uns nach besten Kräften, die Anforderungen in der nächsten

Ausschreibungsrunde zu erfüllen. Hierzu galt es die Gutachterkommentare aufzunehmen und entsprechend weiter an dem Projekt zu arbeiten.

Anfängliche Ablehnung

Die wesentlichen Punkte der Gutachter für die anfängliche Ablehnung unseres Antrages bestanden nicht darin, dass die Idee nicht überzeugte. Den Ausführungen an dieser Stelle konnte man durchweg folgen. Vielmehr war es für eine positive Begutachtung von Bedeutung, dass ein kompetentes und leistungsorientiertes Team dem Vorhaben vorstand, das alle relevanten Aspekte des Projektes abdeckt. Darüber hinaus wurden weitere Versuche zum Nachweis der Wirksamkeit gefordert.

Den ersten der beiden Punkte lösten wir, in dem wir zusammen mit den Ingenieurwissenschaften am Campus Duisburg (Dank gilt hier insbesondere den Strömungsdynamikern) uns nach weiteren Mitstreitern für das Projekt umsahen. Bereits von Anfang an beteiligt an dem Projekt waren zwei wissenschaftliche Mitarbeiter des Universitätsklinikums Essen. Darüber hinaus waren wir auf der Suche nach einer Person, die den betriebswirtschaftlichen Aspekt des Vorhabens abdecken konnte. Eine entsprechende Position wurde ausdrücklich von EXIST gewünscht. Am besten benötigten wir eine Person mit betriebswirtschaftlicher Kompetenz, die ebenso Erfahrungen im Feld der Medizintechnik mitbrachte. Nachdem wir diese Person mit betriebswirtschaftlicher Ausbildung für das Vorhaben gewinnen konnten, blieb noch unklar, wie wir einen Spezialisten für den Bereich Medizintechnik in das Team bekommen würden. Hier wurden wir ebenfalls fündig nach einer entsprechenden Ausschreibung. Somit konnten wir mit einem kompletten Team aus vier „Gefährten“ die nächste Stufe

dieses Abenteuers versuchen zu erklimmen.

Dieses war jedoch nur die eine Hälfte der Forderungen der Gutachter für einen überarbeiteten Antrag. Wesentlich waren weitere Versuche zum Nachweis der Wirksamkeit. Diesen Punkt galt es, mit dem neu entstandenen Team zu adressieren. Dabei handelte es sich um eine komplexe Aufgabe, die darüber hinaus unter entsprechendem Zeitdruck zu realisieren war – immerhin rückte die Deadline für die nächste Antragsphase bereits in fassbare Nähe.

Weiterentwicklung der ursprünglichen Entwicklung

Bevor überhaupt relevante Untersuchungen zur Wirksamkeit stattfinden konnten, galt es, einen ersten Prototyp zu konstruieren und diesen am Herzen mit einer Insuffizienz zu testen. Wir realisierten dieses mit einem rudimentären ersten Muster, das von uns selber hergestellt wurde. Darüber hinaus erhielten wir Herzen, die wir für die Versuche verwenden konnten, und die eine mittel- bis hochgradigen Insuffizienz aufwiesen. Das Ergebnis, das wir bei den ersten Versuchen erzielten, war beeindruckend! Bereits diese erste Version eines Prototypen konnte, korrekt in die Position gebracht, erfolgreich die Mitralklappeninsuffizienz vermindern. In der Mehrzahl ließ sich die Insuffizienz sogar komplett unterbinden. Damit hatten wir einen neuen und innovativen Ansatz, diesen relevanten Klappenfehler zu behandeln.

Basierend auf den vielversprechenden anfänglichen Ergebnissen wurden die Anstrengungen intensiviert. Wir entwickelten weitere Prototypen, die im Folgenden nahezu komplett auf bereits getesteten und biokompatiblen Werkstoffen beruhen. Diese Werkstoffe konnten wir in Sandwichbauweise kombinieren, so dass Schritt für Schritt ein erster bereits einsatzfähiger Prototyp

entstand, der den Ideen und Erfindungen in wesentlichen Merkmalen entsprach. Bei der Entwicklung der nächsten Prototypengenerationen war vor allem die Konzeption und Entwicklung des Halteapparates von entscheidender Bedeutung.

Nun galt es, nicht nur diesen Prototyp hinsichtlich seiner Wirksamkeit *in vitro* zu testen, sondern auch die Implantierbarkeit und die Positionstreu im Herzen nachzuweisen. Glücklicherweise hatten wir bereits im Vorfeld einen entsprechenden Versuchsantrag gestellt, der es uns ermöglichte, zeitnah eine Implantation vorzunehmen. Wir richteten daher unser Augenmerk darauf, die nächste Prototypengeneration so auszulegen, dass sie hochgradig komprimierbar wurde und gleichzeitig ihre ursprüngliche Form nach der Freisetzung im Herzen erreichte. Dieses gelang durch den Einsatz von speziellen Materialien, durch die das Device in der Formgebung gefestigt wurde. Als nächstes musste ein Kathetersystem gefunden werden, in dem das Device eingebracht werden konnte.

Somit waren wir bereit, neben der Effizienz in der Reduktion der Mitralklappeninsuffizienz auch die Implantierbarkeit und die Positionstreu mittels eines der ersten Prototypen zu testen. Und tatsächlich gelang es, diesen Prototypen mit Hilfe des Kathetersystems in das linke Herz einzubringen und im Bereich der Mitralklappe freizusetzen. Nach der Freisetzung aus dem Kathetersystem kam es zu einer vorbestimmten Entfaltung des Systems. Zu unserer großen Freude wurde der Prototyp nicht mit dem Blutstrom weggespült, sondern verblieb im Herzen. Und mehr noch! Während es unmittelbar nach der Freisetzung eher in einer noch nicht vollständig korrekten Position verharrte, wurde der Prototyp in den folgenden Minuten durch die Bewegung des Herzens und die Öffnungs- sowie Schließbewegungen der Klappen in die optimale Position gedrückt. Erstaunt

konnten wir in der Durchleuchtung verfolgen, wie sich der Prototyp selbständig ausrichtete und über den Zeitraum des Versuches in der danach erreichten Position verblieb.

Erfolgreicher zweiter Antrag

Damit hatten wir alle notwendigen Voraussetzungen zusammen, um einen erneuten Versuch zu wagen und uns mit einem neuen Antrag an den Projektträger des Bundesministeriums zu wenden. Und wir waren erfolgreich! Nach einer positiven ersten Beurteilungsrunde erhielten wir als ganzes Team die Einladung nach Berlin, um dort unser Projekt direkt dem Gremium vorzustellen. Das Entscheidungsgremium für den EXIST-Forschungstransfer ist besetzt mit Wissenschaftlern, Persönlichkeiten und Entscheidungsträgern aus dem Bereich der deutschen Forschungsgesellschaften (Fraunhofer, Helmholtz, Max-Planck) sowie mit Vorsitzenden von Investitionsfonds und erfolgreichen Gründerpersönlichkeiten. Nach einer professionellen Präsentation und der anschließenden Frageunde erhielten wir kurz danach das Ergebnis: Unser Projekt war gefördert! Und nicht nur das. Die Förderung wurde über einen überdurchschnittlich langen Förderzeitraum bewilligt. Wir hatten somit eine Basis, um die Forschung und Entwicklung weiter voranzubringen! Darüber hinaus gab uns das EXIST-Forschungstransferprojekt die Möglichkeiten die Patentsituation zu verbessern und eine Steigerung der Gründungsaktivitäten vorzunehmen.

Aufbauend auf der ursprünglichen Erfindungsmeldung wurden inzwischen gleich mehrere weitere Patentanmeldungen zu diesem Themenbereich durch die Universität vorgenommen, die das Verfahren darlegen und die Technik auch nach mehreren Seiten hin absichern. Dass dieses möglich wurde, war unter anderem auch der sehr guten Kooperation mit dem Science Support

Centre der Universität Duisburg-Essen und der Vermarktungsgesellschaft des Landes (PROVendis) zu verdanken. Die somit erreichte Absicherung der Erfindung durch die Einreichungen der Patentschriften war unter anderem eine der Voraussetzungen, um die Bundesmittel für Forschung und Entwicklung an den Forschungsstandort Essen holen zu können.

Aber auch damit endet das Projekt bei weitem noch nicht. Wir sind erst am Anfang. Von der Idee bis zum Einsatz am Patienten ist es ein sehr langer Weg, wie uns unter anderem auch die Monate nach der Förderungszusage gelehrt haben. Neben der eigentlichen Entwicklung gilt es, insbesondere im medizintechnischen Bereich, eine ganze Reihe von Normen und Regularien zu beachten. Wir haben uns entschlossen, diese gleich zu Beginn mit in unsere Tätigkeit aufzunehmen, und ließen uns bereits früh diesbezüglich beraten. Hierdurch taten sich neue, spannende und interessante Wissensgebiete auf, in die man in der Tätigkeit als Arzt und Wissenschaftler bisher nicht oder nur unzureichend Einblick erringen konnte.

Weitere Abklärung der Schutzrechte

Auch galt es nicht nur bei dem Bereich Regulatory, sondern auch hinsichtlich der Patentsicherung für unser Team bisher unbetretene Wege zu gehen und somit weiteres „Neuland“ zu beschreiten. So ist es bei weitem nicht mit der Anmeldung einer Erfindung zum Patent getan, um von einem Patentschutz ausgehen zu können. Wesentlich ist es, diese Patentanmeldung im amtlichen Prüfverfahren zur Erteilung zu bringen und in nationales Recht umzuwandeln. Auch gilt es, das Schutzrecht gegenüber den begründeten Interessen Dritter zu verteidigen und gleichzeitig von anderen Patentanmeldungen abzugrenzen. Darüber hinaus ist zu ermitteln, ob Rechte Dritter mit in die Entwicklung

hineinreichen, die die Umsetzung verhindern könnten.

Um die Erfindung weiter zu sichern, erfolgte mit Unterstützung durch das Science Support Centre der Universität die Einreichung einer internationalen Patentanmeldung auf Basis der bisherigen in Deutschland angemeldeten Patente. Auch wurde eine Freedom-to-Operate (FTO) Analyse beauftragt um zu prüfen, inwiefern Schutzrechte Dritter existieren, die der Vermarktung der von uns entwickelten Technologie entgegenstehen könnten. Diese FTO-Analyse beinhaltet eine sehr breite und umfangreiche Recherche unter anderem von Schriften der in diesem Bereich beantragten oder genehmigten Patente, die mit der vorliegenden Patentanmeldung in direktem oder indirektem Zusammenhang stehen. Eine FTO-Analyse wird in der Regel durch ein unabhängiges Institut durchgeführt und die gefundenen Schriften durch einen in diesem Themenbereich sachkundigen Patentanwalt beurteilt.

Oft sind die Ergebnisse dieser FTO-Analysen nicht oder nur ansatzweise vorauszuahnen. Für uns überraschend war insbesondere, dass eine Patentanmeldeschrift identifiziert wurde, die unserem Ansatz sehr nahe kam und in den vorherigen Patentsuchen nicht erkannt wurde. Diese Patentanmeldeschrift enthielt sehr weit gefasste Ansprüche und wies hier auch Überschneidungen mit unserer Patentanmeldung auf. Erfreulicherweise wurde die Patentanmeldeschrift durch den Patentinhaber nicht weiterverfolgt und gilt somit als zurückgezogen, so dass uns von dieser Seite keine „Gefahr“ droht. Unabhängig davon waren noch andere identifizierte Patentanmeldungen mit sehr weiten Ansprüchen ausgestattet, so dass eine Nachverfolgung hier notwendig werden könnte. Bisher bestand auch nach Beurteilung durch das SSC und die Vermarktungsgesellschaft des Landes aber kein Vorbehalt bezüglich der Umsetzung des Projektes. Das bedeutet, wir können unseren

Weg fortsetzen und uns den nächsten Schritten widmen.

Fazit und Ausblick

Dass die Entwicklung eines Medizinproduktes von der Idee bis zur Anwendung am Menschen nicht über ein Forschungsprojekt allein gestemmt werden kann, war allen Seiten von Beginn an bewusst. Eine marktreife Umsetzung lässt sich nur über ein Start-up oder Spin-off realisieren. Daher galt es, die Grundlagen für eine entsprechende weitere Entwicklung voranzubringen. Dieses beinhaltete die Vorbereitung einer Gründung aus der Universität. Die Förderung von Gründungen neuer Unternehmen aus der Universität ist inzwischen ein ganz wesentlicher Aspekt in dem Tätigkeits- und Aufgabenspektrum einer Hochschule. Nicht zuletzt, um dies zu fördern, wurden von der Regierung Maßnahmen ergriffen, um hier Anreize zu schaffen. Diese sollen die Gründungsaktivitäten an deutschen Hochschulen unterstützen.

Das vorliegende Projekt hat das Potenzial, diesen Weg zu gehen und wurde von Anfang an mit der Unterstützung des Science Support Centre sowie des Gründungsnetzwerkes der Universität darauf ausgelegt. Es kann somit einen relevanten Beitrag für die Universität leisten, der über die reine Forschungsaktivität und die Drittmittelinwerbung hinausgeht. Dieses avisierte Ziel ist erst durch die umfassende Förderung und professionelle Unterstützung der darauf basierenden Erfindungen möglich geworden.

Bereits mehrfach ausgezeichnet

Das Projekt wurde inzwischen mehrfach ausgezeichnet. Unter anderem erhielt das vorliegende Forschungs- und Entwicklungsprojekt den ersten Preis im Bereich „Lebenswissenschaften“ des Hochschulwettbewerbs ZukunftErfindenNRW. Der Preis wurde im Mai 2014 durch die Ministerin für Inno-

vation, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen Frau Svenja Schulze übergeben. Darüber hinaus war das Projekt in einer weiteren der drei Kategorien des Wettbewerbs ZukunftErfindenNRW nominiert.

Inzwischen konnte auch die Ausgründung erfolgreich vorgenommen werden. Das Gründungsvorhaben wird aktuell unterstützt durch den High-Tech Gründerfonds sowie einen weiteren VC-Fond. Eine Lizenzvereinbarung mit der Universität regelt die Nutzung der Patentanmeldungen auch in Zukunft.

In eigener Sache

Ich darf an dieser Stelle betonen, dass das Erreichte kaum ohne die Mithilfe einer Reihe von Mitarbeitern und Institutionen der Universität realisiert werden konnte. Hierfür unseren herzlichen Dank, kombiniert mit der Hoffnung, auch weiterhin bei diesem Projekt auf die Unterstützung zählen zu können. Ganz besonderer Dank gilt dem Science Support Centre sowie dem Gründungsnetzwerk der Universität, die die oben dargelegten Schritte und Erfolge erst möglich gemacht haben.

Summary

Mitral regurgitation is one of the leading causes of valve malfunction in humans. Based on demographic changes such as increased life expectancy, the rate of valvular diseases is set to increase in the coming decades. Currently, surgical procedures are the gold standard for the treatment of valvular diseases; however, innovative, efficient and minimally invasive techniques are also needed to cure inoperable patients. The current project includes a patent to address mitral regurgitation with a minimally invasive device and this article describes the process from the idea stage to the full protection of the intellectual property

(IP). In particular it focuses on the sector within the university structure which deals with the protection of the IP, enabling the transition from a research project to a clinical device, which can be used to help people with this common cardiovascular malfunction. The project has been awarded first prize in the competition „ZukunftErfindenNRW“ (“Inventing the Future, North Rhine Westphalia”).

Der Autor

Till Neumann studierte Humanmedizin von 1991 bis 1997. Stationen seines Studiums waren die Philipps-Universität Marburg, die Universität Essen, das Inselspital Bern und das Houston Heart Center in Texas. Von 1999 bis 2004 schloss sich ein Studium der Betriebswirtschaftslehre an der Universität Duisburg-Essen an. Till Neumann promovierte 1998 und erhielt 2007 die Venia Legendi für Innere Medizin. Er ist Facharzt für Innere Medizin, Kardiologie, internistische Intensivmedizin seit 2011 Professor an der Universität Duisburg-Essen. Seit 2013 bekleidet er die Position des Stellvertreters des Klinikdirektors und Leitenden Oberarztes der Klinik für Kardiologie des Universitätsklinikum Essen.



Dieser Beitrag zeigt an Hand eigener Erfahrungen und Arbeiten in den Sport- und Bewegungswissenschaften auf, welche Anwendungsmöglichkeiten sich aus biomechanischer Forschung ergeben können. Oft gehen sie weit über den Sportbereich hinaus.

Angewandte Biomechanik für den Sport und die Industrie

Universitäre Forschung zur Produktoptimierung

Von Ewald Hennig

Biomechanik: Definition und Anwendungsgebiete

Vom griechischen Wortursprung her ist die Biomechanik eine Disziplin, die sich mit der Mechanik des Lebens beschäftigt. Mechanische Phänomene beziehen sich auf die gesamte Natur – von der Bewegung des einfachen Grashalms im Wind über die Tierwelt bis zu komplexen menschlichen Bewegungen. Die Eigenschaften blutführender Gefäße, Elastizitätseigenschaften von Knochen, Bändern und Sehnen sowie die Kräfte, die innerhalb und außerhalb des Körpers auftreten, gehören zum breiten Spektrum der Biomechanik. Bei höheren Lebewesen sind es Muskeln, die die Kräfte erzeugen, um Bewegungen zu ermöglichen. Als Quelle der Bewegung sind Muskeln und ihre Funktionsweise wichtiger Bestandteil im Verständnis von Bewegungen und für das Muskeltraining. Beschränkt man sich auf den Menschen, so finden biomechanische Prinzipien und Erkenntnisse Anwendung in der

Orthopädie, im Rehabilitationsbereich, bei den Arbeitswissenschaften und im Sport. Während vor 40 Jahren eine eher anatomisch-physikalische Betrachtungsweise der Biomechanik vorherrschte, so sind heute physiologische und neurophysiologische Erkenntnisse integrale und unverzichtbare Bestandteile dieser Wissenschaftsdisziplin. Ich möchte in diesem Beitrag an Hand eigener Erfahrungen und Arbeiten in den Sport- und Bewegungswissenschaften aufzeigen, welche Anwendungsmöglichkeiten sich aus biomechanischer Forschung ergeben können. Oft gehen sie weit über den Sportbereich hinaus.

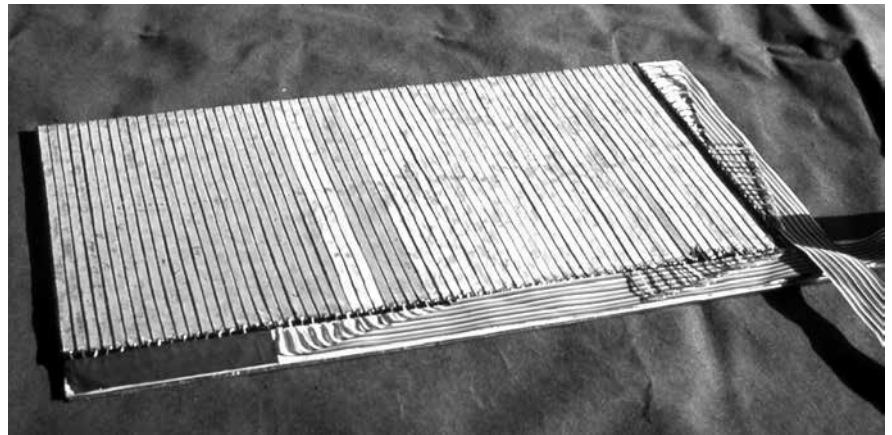
Messverfahren für Kräfte und Druckverteilungen

Im Vorfeld zur Olympiade von 1972 in München wurde im Sportinstitut der Universität Frankfurt eine biomechanische Abteilung eröffnet, die neben der akademischen Ausbildung eine Unterstützung des Spitzensports bieten sollte. Über die

Anwendung physikalischer Gesetzmäßigkeiten sollten die individuellen Leistungen von Athleten durch Bewegungsanalysen und daraus resultierenden Trainingsanweisungen optimiert werden. Für eine neu gegründete Elektronik-Abteilung des Biomechaniklabors wurden studentische Hilfskräfte gesucht. Ich war zu dieser Zeit Student der Physik in Frankfurt. Aufgrund elektronischer Bastelerfahrungen und meinem Interesse am Sport war dies eine gute Gelegenheit, Geld für das Studium zu verdienen. Im Rahmen meiner studentischen Hilfskrafttätigkeit eröffnete mir mein damaliger Betreuer, Dr. Klaus Nicol in Absprache mit der physikalischen Fakultät die Möglichkeit, meine Diplomarbeit im Bereich der Sportbiomechanik zu schreiben. Zu diesem Zeitpunkt gab es am Sportinstitut Interesse, einen großflächigen Kraftaufnehmer zu bauen, der über eine Distanz von 20 Metern den Bodenkontakt von Sprintern erfassen sollte. Auf der Suche nach geeigneten kostengünstigen Sensoren kamen wir auf die

Idee, über Metallfolien und Gummimaterialien einen überdimensionalen elektrischen Kondensator zu bauen, der beim Bodenkontakt der Sprinter seine Kapazität veränderte. Der großflächige Sensor war eine einfache Sandwichkonstruktion mit leitenden Folien, zwischen die eine Schaumgummimatte als Dielektrikum platziert wurde. Beim weiteren Experimentieren mit kapazitiven Sensoren auf der Basis von Gummimaterialien als Dielektrikum wuchs die Erkenntnis, dass bei geeigneter Wahl des Materials durchaus zufriedenstellende Messgenauigkeiten für Kräfte erzielt werden können. Darüber hinaus hatten diese Sensoren eine wichtige Eigenschaft, die technische Kraftaufnehmer nicht aufweisen. Über geeignete und mechanisch flexible elektrisch leitende Folien (z.B. Kupfergaze) und das Gummimaterial konnten Sensoren hergestellt werden, die sich Körperkonturen anpassen. Ein weiterer Vorteil dieser kapazitiven Sensoren waren die verschwindend geringen Materialkosten. Auch der elektronische Aufwand zum Bau eines Kapazitäts-Spannungswandlers war im Vergleich zu Verstärkern für piezoelektrische Sensoren oder Dehnungsmessstreifen eher gering. Da sich diese Sensortechnik als sehr kostengünstig erwies, hatten wir die Idee zum Bau von Druckverteilungsmessaufnehmern, die mehrere hundert bis mehrere tausend Einzelsensoren beinhalten. Die kapazitive Messtechnik für flexible Kraftaufnehmer und die Anwendung dieser Sensoren für Druckverteilungsmessverfahren wurde zum Thema meiner Physik-Diplomarbeit¹. In einem Prototyp wurden 16 leitende Metallstreifen parallel unter das Gummiträgermaterial aufgeklebt. Mit 16 vertikal dazu angeordneten Metallstreifen auf der oberen Seite des Gummi-Dielektrikums entstehen 256 kapazitive Sensoren (Patent DE3025362)². Je nach Breite und Anzahl der Metallstreifen wurden von uns in der Folge Druckmessmatten mit unterschiedlicher örtlicher Auflösung und mit

bis zu 4096 Einzelsensoren gebaut^{3,4} (Abb. 1). Über ein Kreuzschienenverfahren und Multiplextechnik wird die Vielzahl der Kraftsensoren in einer Matrixanordnung zeitsequentiell abgefragt (Patent DE25294745)⁵. Als Folge erster Veröffentlichungen unseres Druckverteilungsmessverfahrens erhielten wir zahlreiche Anfragen aus Universitäten und Firmen. Dabei waren es primär technische und außerhalb des Sports liegende Anwendungsfelder, in denen



(1) Kapazitive Druckverteilungsmessmatte mit 2048 Sensoren.
Quelle: eigenes Foto

man diese Technologie einsetzen wollte. Erst langsam wuchs bei uns die Erkenntnis, dass bisher weder für starre noch für flexible Untergründe technische Druckverteilungsmessverfahren existierten. Zahlreiche technische Anwendungen wurden und werden bis heute mit dem damals entwickelten kapazitiven Druckverteilungsmessverfahren durchgeführt.

Erste Erfahrungen mit Patenten und unternehmerische Tätigkeit

Basierend auf dem regen Interesse der Industrie wurden die Möglichkeiten von Patentanmeldungen unseres Messverfahrens überprüft. Nach eigenen Recherchen in der Patentamtsfiliale Darmstadt wurde ein Patentanwalt hinzugezogen, der im Jahr 1975 zwei Patente anmeldete, die in den Jahren 1977 (DE 25294745) und 1982 (DE 3025362) erteilt wurden. Eine weitere Patentanmeldung betraf die zeitabhängige

Erfassung des Blutstromvolumens im Halsbereich durch einen kapazitiven Sensor. Dieses Patent wurde im Jahr 1980 erteilt (DE 2829269)⁶. Alle obigen Patente wurden ebenfalls in den USA angemeldet und dort auch erteilt. Die Anmeldung der Patente und die damit im Zusammenhang stehenden Verwaltungsaktivitäten mussten eigenständig unternommen werden, da es zu diesem Zeitpunkt in Deutschland noch keine Hilfestellung durch die Universitäten gab.

Die finanzielle Belastung für die Patentanmeldungen waren für mich als studentische Hilfskraft erheblich und konnten lediglich durch familiäre Unterstützung bewältigt werden. Nach meinem Diplomabschluss im Jahr 1975 und ersten internationalen Veröffentlichungen, in denen das neue Messverfahren im Rahmen biomechanischer Projekte vorgestellt wurde, entwickelte sich ein reges Interesse am Thema „Druckverteilungsanalysen“. Universitäre wie auch industrielle Institutionen meldeten sich, um unterschiedliche Druckverteilungsprojekte zu verwirklichen. Da eine kommerzielle Fertigung von Druckmesssystemen innerhalb der Universität nicht möglich war, gründete ich 1976 eine Firma. Aus den Erträgen dieser Firma erfolgte die Weiterentwicklung der Messverfahren und eine Anstellung studentischer Mitarbeiter. Der Prozess des Transfers einer Idee aus dem akademischen Bereich bis zur eige-

nen Anfertigung von industriellen Produkten war prägend für meinen späteren akademischen Werdegang. Im Jahr 1981 wurde ein Lizenzvertrag mit der Firma Novel (München), in dem die Rechte zur Verwendung der kapazitiven Druckverteilungstechnologie übertragen wurden, abgeschlossen. Die Firma Novel ist nun seit über 30 Jahren Marktführer für die Produktion und den Einsatz von Druckverteilungsmessaufnehmern für orthopädische, ergonomische und industrielle Anwendungsgebiete.

Aufenthalt in den USA und ein neues Druckverteilungsmessverfahren

Die Veröffentlichungen zum Einsatz von Druckverteilungsmessverfahren führten im Jahr 1979 dazu, dass Professor Peter R. Cavanagh an der Pennsylvania State University eine kapazitive Druckmessplattform bestellte. Bei der Auslieferung des Messsystems in die USA wurde ich von ihm eingeladen, an seinem Institut eine neue Messtechnologie zu entwickeln. Im Rahmen von Studien im Sportschuhbereich und für Laufschuhtests im Auftrag der Zeitschrift „Runners World“ wollte er einen Messaufnehmer konzipieren, der als Einlegesohle Druckverteilungen im Schuh messen kann. Prof. Cavanaghs Ziel war ein „piezoelectric sock“, mit dem die Eigenschaften von Schuhen überprüft werden sollten. So kam ich als „Visiting Scientist“ im Jahr 1980 an die Pennsylvania State University und führte Untersuchungen zur Verwendung piezoelektrischer Sensoren für die Verwendung als flexible Druckverteilungsaufnehmer in Schuhen durch. In Zusammenarbeit mit dem „Material Research Laboratory“ der Pennsylvania State University wurden verschiedene piezoelektrische Materialien in Form von Folien, Gummi- und Keramikmaterialien gefertigt und auf ihre Eigenschaften überprüft.

Da die Folien- und Gummimaterialien ihre Messeigenschaften bei Dehnung veränderten und erhebliche

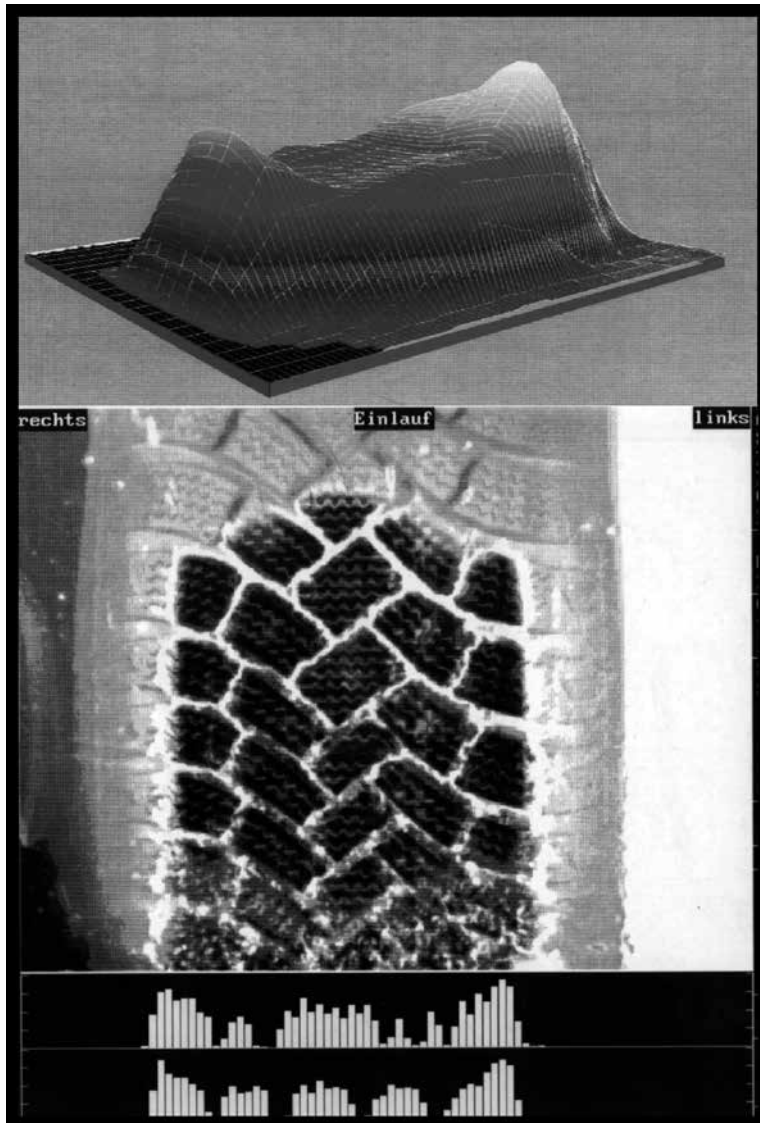
Hysteresen aufwiesen, entschieden wir uns für piezokeramische Sensoren, die in Silikongummi eingelassen wurden. Im Vergleich zu piezoelektrischen Quarzaufnehmern werden an den Oberflächen piezokeramischer Materialien bei gleicher Kraftereinwirkung sehr viel höhere Ladungen erzeugt. Dies ermöglichte eine kostengünstige Konstruktion von Ladungsverstärkern, die für die elektronische Weiterverarbeitung der Sensorsignale notwendig ist. Unser erster Druckverteilungsaufnehmer mit piezokeramischen Messelementen war eine Einlegesohle aus Silikongummi, in die 499 Einzelsensoren der Abmessungen 2,2 mal 2,2 Millimeter eingegossen waren. In einer Veröffentlichung von 1982 wurden die Sensoren und deren elektronische Weiterverarbeitung beschrieben⁷.

Studium und Unternehmertätigkeit in den USA

Während meiner Tätigkeit als „Visiting Scientist“ bot mir Prof. Cavanagh an, ein Promotionsstudium an seinem Institut zu absolvieren. Im Gegensatz zu deutschen Universitäten war die Fächervielfalt an amerikanischen Universitäten in den 1980er Jahren erheblich größer. In Deutschland war es nicht möglich, im Fach „Biomechanik“ zu promovieren, da keine Studiengänge für diesen Bereich existierten. Die Möglichkeit, in den USA ein Studium in einem Gebiet zu absolvieren, das mir sehr am Herzen lag, die MitarbeiterInnen, das Forschungsumfeld und die aufgeschlossene Atmosphäre einer amerikanischen Universität waren der Grund, das Angebot von Prof. Cavanagh anzunehmen. So begann ich im Herbst 1981 ein Promotionsstudium an der Pennsylvania State University, das ich im Sommer 1984 abschließen konnte. Neu war für mich, dass in den USA für jeden Doktoranden ein individuelles Studienprogramm erstellt wird. Da ich bereits ein Physikstudium in Deutschland absolviert hatte, sollte ich Kurse in Anatomie,

Physiologie und Statistik belegen, um weitere Voraussetzungen für den interdisziplinären Wissenschaftsbereich der Biomechanik zu erhalten. Meine Aufgaben im Labor war die Teilnahme an Forschungsprojekten und die Weiterentwicklung der piezoelektrischen Druckverteilungsmesstechnologie.

Ähnlich wie bereits in Deutschland kam es nach ersten Veröffentlichungen zu einem regen industriellen Interesse, unser neues Messverfahren zu nutzen. Zum Vertrieb und zur Vermarktung von Druckverteilungseinheiten gründeten Prof. Cavanagh und ich die Firma „Piezopress Incorporation“, durch die ich mein Studium in den USA zusätzlich finanzieren konnte. Die Reifenfirmen „General Tire“ und „Goodyear“ wurden unsere Kunden. Ihr Interesse war, die Druckverteilung unter Reifen auf geraden und gekrümmten Strecken in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit zu erfassen. Je nach Konstruktionsart und Gummimischung wollte man über die Kenntnis der dynamischen Druckverteilung die Traktionseigenschaften von Reifen auf trockenen und nassen Straßen optimieren. In der Folge wurde dieses Projekt auch von der deutschen Reifenfirma „Continental“ aufgegriffen. Unter Lizenz (Know-how Vertrag mit Piezopress Inc.) fertigte die Firma „Halm GmbH“ (Frankfurt) für „Continental“ eine Testanlage, mit der Druckverteilungsmessungen bei gleichzeitigem Einsatz von Hochgeschwindigkeitsaufnahmen der Auflagefläche des Reifens verwirklicht wurden. Ein unterirdischer Testraum mit Glasdecke wurde in die Fahrbahn des „Contidroms“ (Wietze-Jeverson) eingebracht. Damit war eine Simultanerfassung der Druckverteilung unter dem Reifen mit einer Abbildung der Auflagefläche des Reifens möglich (Abb. 2). Hier schließt sich der Kreis, da die Geschäftsleitung der Firma Halm in der Hand von zwei ehemaligen Mitarbeitern des Frankfurter Sportinstituts, die damals über meine Firma angestellt waren, lag.



(2) Druckverteilung unter dem Reifen mit Darstellung der Auflagefläche.
Quelle: Fa. Halm GmbH, Frankfurt

Erste Laufschuhtests und Kontakte mit der Sportschuhindustrie

Das Labor an der Pennsylvania State University hatte sich zu Beginn meines Promotionsstudiums (1981) auf die Biomechanik des Laufens und den Einfluss von Sportschuhen auf die Beanspruchung des Bewegungsapparates spezialisiert. Dieser Forschungsschwerpunkt war Folge des „Running Booms“ der 1970er Jahre in den USA. Viele Amerikaner begannen, regelmäßig mittlere bis größere Distanzen zu laufen. Dieser „Running Boom“ führte zu einem deutlichen Anstieg von Überlastungsverletzungen

im Knie- und Fußbereich. Zu den häufigsten Beschwerden zählten im Kniebereich das „Runners Knee“ und beim Unterschenkel die „Shin Splints“. Im Fußbereich häuften sich mehrere Überlastungsbeschwerden (Achillodynie, Plantarfasziitis, Metatarsalfrakturen). Damit kam der Sportschuh als wichtigstes Sportgerät für den Läufer auf den Prüfstand. Biomechaniker und Sportmediziner waren sich einig, dass Sportschuhe einen Einfluss auf die Entstehung von Verletzungen haben können. In den Jahren zwischen 1970 und 1990 wurden über intensive Forschung und zahlreiche Publikationen die Grundlagen für Konstruktionsmerkmale von biomechanisch kon-

zipierten Laufschuhen geschaffen, die Überlastungsbeschwerden von Läufern vorbeugen. Die Forschungsergebnisse belegen, dass beim Bodenkontakt ein übermäßiges Kippen des Fersenbeins nach außen (Überpronation) die häufigste Ursache von Läuferbeschwerden ist. Die Kippbewegung des Fersenbeins verursacht eine asymmetrische Belastung der Achillessehne und führt zu einer Innenrotation des Unterschenkels, die wiederum erhöhte Torsionsbeanspruchungen von Kniegelenkstrukturen verursacht. Das Vermeiden einer Überpronation gilt als wichtigste schuhtechnische Maßnahme zur Vermeidung von Läuferbeschwerden. Das Anbringen von Stützelementen auf der Schuhinnenseite zwischen Ferse und Mittelfuß ist eine der technischen Möglichkeiten zur Stabilisierung des Fußes. Diese Maßnahme wird von allen Laufschuhherstellern verwendet, um den Fuß vor einer Überpronation zu bewahren. Eine gute Dämpfung durch den Schuh schützt Gelenke vor hohen Stoßbelastungen, die für das Entstehen von Arthrosen verantwortlich gemacht werden. Vermeidung einer Überpronation des Fußes beim Aufkommen und eine gute Stoßdämpfung sind deshalb bis heute Garantien für Laufschuhe zur Vermeidung von Überlastungsbeschwerden. Auch wenn Trends, wie das in den letzten Jahren propagierte „Natural Running“ und/oder „Barefoot Running“, der Industrie helfen, neue Produkte zu vermarkten, so zeigt der in dieser Zeit beobachtete Anstieg an Läuferverletzungen durch den Gebrauch von „Minimalschuhen“, dass man sich besser wieder auf die bewährten Grundsätze von Dämpfung und Stützen des Fußes besinnen sollte. In der Schuhindustrie geht der Trend zu Minimalschuhen dem Ende zu, und es gibt Anzeichen für eine gegenläufige Entwicklung mit sehr stark dämpfenden Schuhe durch besonders dicke Sohlen im Fersenbereich.

Das Biomechanik-Labor der Pennsylvania State University führte

in den 1970er bis Anfang der 1980er Jahre Laufschuhtests für die größte amerikanische Läuferzeitschrift „Runners World“ durch. Durch diese Tätigkeit wurden Sportschuhfirmen auf das Labor aufmerksam. Sie kontaktierten die Universität mit dem Wunsch, ihre Produkte nach biomechanischen Kriterien gestalten und überprüfen zu lassen. Die Firma Puma unterschrieb einen mehrjährigen Vertrag zur Entwicklung von Laufschuhen und sicherte dem Labor damit die Finanzen für zwei Doktorandenstellen. Weitere Entwicklungen des Biomechanik-Labors betrafen den Bau von Golfschuhen mit besonders guten Traktionseigenschaften für einen stabilen Stand beim Abschlag sowie das Design von Fahrradschuhen zur effektiveren Übertragung von Kräften auf das Pedal.

Forschung für die Industrie in den USA und in Deutschland

Die Zusammenarbeit mit Universitäten inklusive der Nutzung von Forschungsergebnissen durch die Industrie war in den USA während meiner Promotionszeit in den 1980er Jahren selbstverständlich und erwünscht. Die Einwerbung außeruniversitärer Finanzmittel gehörte neben dem Nachweis anerkannter Veröffentlichungen zum wichtigsten Evaluationskriterium der Tätigkeit von Professoren, nach denen sie von einer befristeten Stelle (assistant professorship) auf eine Dauerstelle (associate oder full professorship) befördert wurden. Dabei war es unwichtig, ob die Gelder auf Grund von Forschungsanträgen bei Förderinstitutionen oder aus industriellen Quellen stammten. Für die akademische Reputation war allein die Güte der Veröffentlichungen (peer review, impact factor) und nicht die Herkunft der Forschungsmittel wichtig. In der deutschen Universitätslandschaft wurde zu diesem Zeitpunkt eine praxisnahe Forschung mit der Industrie eher argwöhnisch betrachtet und häufig als Forschung zweiter Klasse angesehen. In den letzten Jahren hat

jedoch ein Umdenken stattgefunden, sodass es zu einer engeren Verflechtung universitärer Forschung mit der Herstellung und Überprüfung industrieller Produkte kommt. Aufgrund knapper staatlicher Ressourcen ist das Überleben vieler universitärer Arbeitsgruppen und die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses auf solche Drittmittel angewiesen.

Rückkehr nach Deutschland – Tätigkeit für die Stiftung Warentest

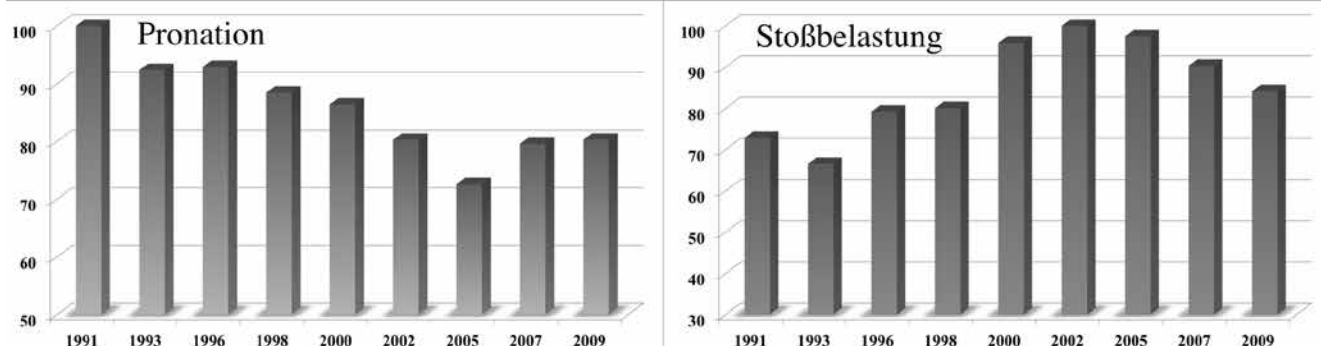
Im Jahr 1984 bewarb ich mich noch während meines Promotionsstudiums in den USA auf eine akademische Ratsstelle an der Universität Konstanz, die ich von Herbst 1984 bis zum Frühjahr 1987 wahrnahm. In diesem Zeitraum ergaben sich erste Kontakte mit europäischen Firmen, die Interesse an einer biomechanischen Untersuchung ihrer Produkte hatten. So wurde für die im benachbarten Kreuzlingen (Schweiz) angesiedelte Firma „Raichle“ eine Druckverteilungsuntersuchung bei Skischuhen zur Verbesserung des Tragekomforts durchgeführt. Weitere Studien betrafen Traktionsmessungen der Sohlen von Wander- und Kletterschuhen auf unterschiedlichen Boden- und Gesteinsarten. Im Jahr 1987 erhielt ich den Ruf auf eine Professur für Biomechanik und Bewegungslehre an die damalige Universität-GH Essen. Dort entstand ein erster Kontakt mit der Stiftung Warentest in Berlin. Die Stiftung Warentest hatte in der Vergangenheit Laufschuhtests durchgeführt, die sich an einem Praxistest und technischen Tests zum Alterungsverhalten der Schuhe orientierten. Damit konnten jedoch keine Aussagen über die gesundheitlichen Auswirkungen im Sinne verletzungsprophylaktischer Eigenschaften der Laufschuhe gemacht werden. Im Rahmen einer gerichtlichen Auseinandersetzung im Anschluss an die Veröffentlichung eines Tests wiesen die Richter darauf hin, dass die Prüfverfahren der Stiftung Warentest nicht mehr dem

internationalen Standard entsprechen. Sie empfahlen die Hinzunahme biomechanischer Messungen zur quantitativen Erfassung der Körperbeanspruchung. Meine Erfahrungen mit Laufschuhuntersuchungen aus den USA führten dazu, dass mich die Stiftung Warentest im Jahr 1990 beauftragte, ihr bisheriges Prüfverfahren durch biomechanische Tests zu ergänzen. Das von uns vorgeschlagene Konzept wurde erstmals in einem Laufschuhtest (1991) verwendet und wird bis heute von der Stiftung Warentest beibehalten. Das Testdesign beinhaltet einen Praxistest, in dem 20 bis 30 Läufer in allen Testschuhen eine vorgegebene Laufstrecke von 10 km absolvieren und sie dann im Anschluss auf einem Fragebogen beurteilen. In den 15 bis 20 unterschiedlichen Schuhmodellen läuft jeder Sportler 150 bis 200 Kilometer in einem vorgegebenen Zeitraum von vier bis sechs Wochen. Danach werden die Schuhe im Labor mit Hilfe von Sensoren am Körper und einer im Boden eingelassenen Kraftmessplattform biomechanisch untersucht. Es werden unter anderem die Stoßdämpfung, die Pronationskontrolle (Stabilität) und die Druckverteilung bei einer vorgegebenen Laufgeschwindigkeit ermittelt. Zusätzlich wird ein technischer „Impacter Test“ durchgeführt, der die neuen und gebrauchten Schuhe auf ihre Materialdämpfungseigenschaften untersucht. Damit sind Rückschlüsse auf die Alterungseigenschaften des Sohlenmaterials durch Gebrauch möglich. Insgesamt wurden in neun Laufschuhtests über einen Zeitraum von 20 Jahren 156 Laufschuhmodelle mit der gleichen Untersuchungsmethodik getestet. Durch das gleichbleibende Untersuchungsdesign konnten Trends im Schuhbau der Industrie über die Jahre nachvollzogen werden. Abbildung (3) zeigt die Mittelwerte des Pronations- und Stoßdämpfungsverhaltens der jeweiligen Schuhmodelle aus neun Laufschuhtests von 1991 bis 2009. Die Prozentdarstellungen sind bezüglich der Maximalwerte über die neun Tests normiert.

Es ist klar zu erkennen, dass die Stützfunktion der Schuhe von 1991 bis 2002 kontinuierlich verbessert wurde. Ab 2002 bleibt das Stützverhalten der Schuhe zum Schutz vor Überpronation etwa konstant. Der Laufschuhtest von 2005 enthielt einen überproportionalen Anteil an Stabilitätsschuhen, weshalb die Stützfunktion der Schuhe in diesem Test besonders gut ausfällt. Die Stoßbe-

besser gedämpfte Schuhe bevorzugen und der Wunsch der Konsumenten dadurch den Trend zu härteren Schuhen umkehrte. Für eine schwedische Warentestorganisation (Testfakta) wurden in unserem Institut nach Vorbild des Untersuchungsdesigns für die Stiftung Warentest ebenfalls fünf Laufschuhtests im Zeitraum von 2004 bis 2012 durchgeführt. Weitere Projekte für die Stiftung Warentest

untersucht. Für den Laufschuhbereich sind dies Schuhe der Firmen Adidas, Asics und Nike. Alle Schuhmodelle werden dann über Praxistests und biomechanische Messverfahren untersucht. Ausgehend von den Ergebnissen und im Vergleich zum Abschneiden der Schuhe der Marktführer schlagen wir die Modellvariante mit den besten Ergebnissen vor. Zusätzliche Empfehlungen dienen dazu, das



(3) Bezüglich des Maximalwerts (100%) normalisierte Mittelwerte der Pronations- und Dämpfungseigenschaften von Laufschuhen im Zeitraum von 1991 bis 2009.

Quelle: eigene Darstellung

lastung des Körpers kann durch eine Beschleunigungsmessung am Unterschenkel und durch die Kraftanstiegsrate der vertikalen Bodenreaktionskraft beurteilt werden. Abbildung (3) zeigt, dass Laufschuhe bis zum Jahr 1998 gute Stoßdämpfungswerte aufwiesen. Zwischen den Jahren 2000 bis 2005 wurden die stoßabsorbierenden Eigenschaften der Schuhe deutlich schlechter. Führende Biomechaniker postulierten Ende der 1990er Jahre, dass sehr gut dämpfende Laufschuhe die sensorische Belastungswahrnehmung durch die Hautsensorik unter dem Fuß zu stark vermindern. Sie nahmen an, dass ein reduziertes sensorisches Feedback die motorische Kontrolle von Läufern negativ beeinflusst und sich die Verletzungsgefahr dadurch erhöht. Auch wenn diese Vermutung nie belegt wurde, schloss sich die Industrie dieser Hypothese an und produzierte Schuhe mit reduzierter Dämpfung. Erst in den vergangenen Jahren wurden die Dämpfungseigenschaften der Schuhe wieder besser. Dies liegt daran, dass Läufer

befrahen Hallen- und Wanderschuhe sowie die Überprüfung von Tennisschlägern. Jede der obigen Untersuchungen für die Stiftung Warentest wurde durch Forschungsprojekte ergänzt, die der Grundlagenforschung dienten. Aus der Zusammenarbeit mit der Stiftung Warentest erwachsen so zahlreiche studentische Qualifizierungsarbeiten und wissenschaftliche Veröffentlichungen.

Durch das Testen von Sportschuhen für die Stiftung Warentest entstanden Kooperationen mit mehreren Schuhfirmen, die ihre Produkte überprüfen und verbessern lassen wollten. So entwickelte sich eine enge Zusammenarbeit mit der Firma Deichmann (Essen) und dem Unternehmen Isa Traesko GmbH (Neumünster), das im Auftrag von namhaften Discounter-Marken produziert. Typischerweise erhalten wir von den Firmen mehrere Modellvariationen eines geplanten Produkts (z.B. Trekkingschuhe). Routinemäßig werden Spitzenmodelle der Marktführer im entsprechenden Produktsegment mit

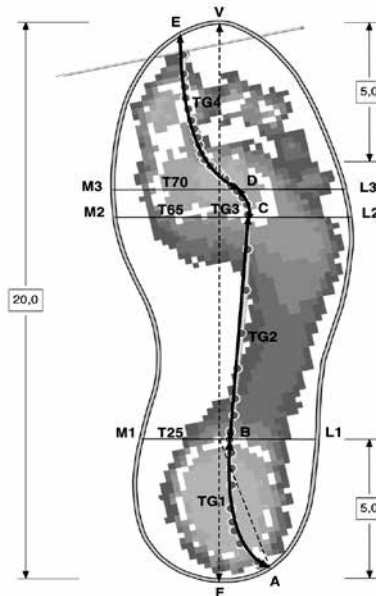
ausgewählte Modell weiter zu verbessern. Typischerweise werden zwei bis drei solcher Testzyklen durchlaufen, bevor das Endprodukt in den Verkauf kommt.

Patentierung einer Schuhinnovation an der Universität Duisburg-Essen

Stürze gehören zu den häufigsten Beeinträchtigungen des Körpers im Alter und können schwerwiegende medizinische Komplikationen verursachen. Feder et al. (2000)⁸ [8] berichten, dass ein Drittel aller Personen über 65 Jahre und die Hälfte der über 80-jährigen Senioren mindestens einmal im Jahr stürzen. Die Angst vor einem neuen Sturz führt oft zur Bewegungseinschränkung und beeinträchtigt damit die Lebensqualität älterer Menschen. Hauptverantwortlich für den rapiden Anstieg der Sturzgefährdung im fortgeschrittenen Lebensalter sind neurodegenerative Vorgänge im Körper. Die neuromotorischen und -sensiblen Veränderungen

führen zu Einbußen der Maximal- und Schnellkraftfähigkeit sowie zu einer reduzierten sensorischen Wahrnehmung von Umweltreizen. Zahlreiche Studien belegen, dass trotz fortschreitender neurologischer Einbußen ein Bewegungstraining das Sturzrisiko älterer Menschen reduzieren kann. Koordinations- und Krafttrainingsübungen haben sich als präventive und rehabilitative Maßnahmen bewährt. Allerdings ist der Wille älterer Menschen, Bewegungsübungen in Studios, Rehabilitationszentren oder unter Anleitung durchzuführen, häufig eingeschränkt. Bewegungsvariabilität im Alltag zu provozieren, um damit koordinative Fähigkeiten zu schulen, ist ein neuer Interventionsansatz zur Sturzprophylaxe, den wir in unserem Labor untersuchen wollten. Schuhe, die Instabilität beim Gehen erzeugen, erfordern einen variablen Einsatz der Körpermuskulatur zum Erhalt des Gleichgewichts. Während des Gehens existiert beim Abrollen des Fußes eine Ganglinie, die den Verlauf des Druckverteilungszentrums (Center of Pressure) repräsentiert. Um diese Linie muss balanciert werden, um beim Gehen ein dynamisches Gleichgewicht aufrechtzuerhalten. Die von uns zum Patent angemeldete Schuhinnovation (EP 2547226) sollte die motorische Anforderung zur Gleichgewichtskontrolle dadurch erhöhen, dass der Sohlenaufbau im Bereich der Ganglinie materialtechnisch verändert wird (Abb. 4). Die Zusammenarbeit mit der Firma Isa Traesko GmbH hatte den Vorteil, dass uns speziell gefertigte Experimentalschuhe in kurzer Zeit und größerer Anzahl zur Verfügung gestellt werden konnten. So war es möglich, für ein Promotionsvorhaben der Doktorandin Ann-Kathrin Hömme je 50 Paare zweier Schuhmodifikationen produzieren zu lassen. Bei identischem Schuhschaft unterschieden sich die Experimental- und Kontrollschuhe lediglich im Aufbau der Sohle. Beim Experimentalschuh wurde durch Materialkomponenten und eine variierende Sohlenstärke (von der Mitte zum Rand hin abfallend) eine Instabilität bezüg-

lich der Ganglinie (Center of Pressure) erzeugt. Dagegen entsprach der Kontrollschuh in seinen Konstruktionsmerkmalen einem klassischen Joggingsschuh. Das Ziel der Dissertation von Frau Hömme war, die Auswirkungen eines täglichen Trainings mit einem neu konzipierten Schuhmodell, das eine geringe bis moderate Körperinstabilität im Stand und beim Gehen provoziert, auf die Schulung des Gleichgewichts zu überprüfen. In einer prospektiv randomisierten Doppelblindstudie erhielten 70 Frauen im fortgeschrittenen Lebensalter



(4) Die Ganglinie (Center of Pressure) als Grundlage der Patentanmeldung (EP 2547226) für Instabilitätsschuhe zur Schulung der motorischen Kontrolle im Alter.

Quelle: eigene Darstellung

(über 65 Jahre) die unterschiedlichen Schuhe, die über einen Zeitraum von zwölf Wochen täglich benutzt wurden. Frau Hömme konnte über klinische und biomechanische Tests vor und nach dem Interventionszeitraum den positiven Einfluss von Instabilitätsschuhen zur Schulung der Gleichgewichtskontrolle nachweisen und schloss ihre Promotion im Jahr 2014 erfolgreich ab.

Anders als bei meinen frühen Patentanmeldungen der 1970er Jahre in Frankfurt stand mir an der Uni-

versität Duisburg-Essen mit dem Science Support Centre (SSC) ein kompetentes Team zur Seite. Nach Bekanntgabe der Idee des innovativen Schuhkonzepts zur Gleichgewichtsschulung wurde ich in jedem Schritt des Patentanmeldungsverfahrens unterstützt. Sowohl die Finanzierung als auch der Verwaltungsaufwand wurden von universitärer Seite übernommen. Meine Tätigkeit bestand in der Beschreibung des Patentgegenstands sowie des zu erwartenden Nutzens der Erfindung. Ein Gespräch mit dem beauftragten Anwalt genügte, die Patentansprüche zu formulieren. Alle weiteren Recherche- und Anmeldungsschritte wurden dann vom Patentanwaltsbüro in Absprache mit dem SSC übernommen. Dieses Verfahren stellt eine wesentliche Entlastung des Erfinders dar und senkt die Schwelle zur Anmeldung einer Idee, die eventuell rechtsschutzfähig ist. Dabei ist es nicht unerheblich, dass das finanzielle Risiko von der Universität übernommen wird. Die Firma Isa Traesko GmbH hatte Interesse daran, das von uns zum Patent angemeldete Schuhkonzept für große Discountanbieter zu nutzen. Auch hier half das SSC bei der Formulierung und beim Abschluss eines Lizenzvertrages. Aus diesem Vertrag sind bis heute nennenswerte Lizenzgebühren erwirtschaftet worden, die sowohl der Universität als auch meinem Arbeitsbereich zugeflossen sind.

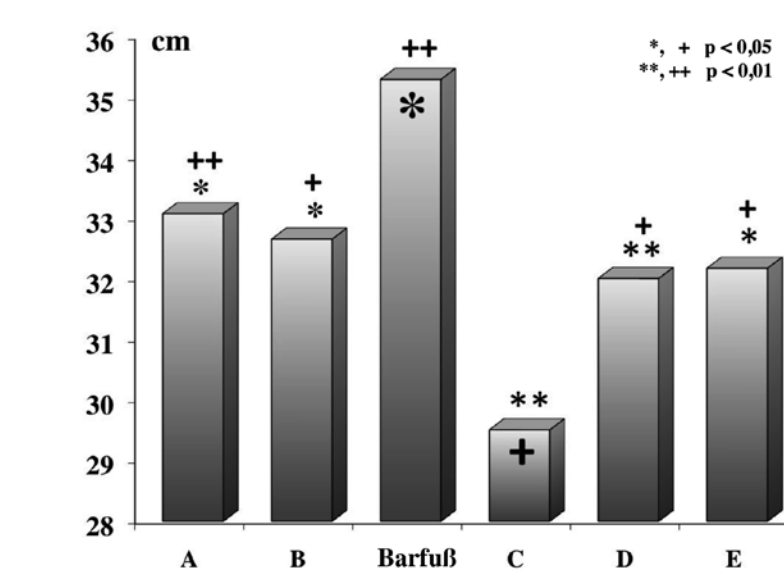
Entwicklung von Fußballschuhen für die Firmen Nike (USA) und Pele Sports (Schweiz)

Mein erstes Forschungsfreisemester (WS 1991/92) an der Universität-GH Essen nutzte ich dazu, den Einsatz biomechanischer Forschung für Produktentwicklungen bei der Firma Nike Inc. (USA) kennenzulernen. Über einen Zeitraum von drei Monaten arbeitete ich im Team des Nike Sport Research Laboratory (NSRL) am Firmenhauptsitz in Portland (Oregon/USA). Im Jahr 1997 entschied sich Nike (USA), ihre

hauseigene Forschung durch internationale Partner ergänzen zu lassen. Man hatte erkannt, dass im Umfeld der eigenen Firma die Durchführung von Grundlagenforschungsprojekten schwierig zu verwirklichen ist. Im Rahmen der Globalisierung der Nike Forschung wurde ich als möglicher Partner zur Entwicklung von Fußballschuhen kontaktiert. Im Zeitraum von 1998 bis 2008 führten wir im Rahmen eines Kooperationsvertrags der Universität mit der Firma Nike (USA) Forschungsprojekte für den Bereich „Fußballschuhe“ aus. Unsere Forschungsergebnisse spiegelten sich in den Schuhmodellen wieder, die im Zweijahresrhythmus zu den Welt- und Europameisterschaften auf dem Markt erschienen. Im Folgenden sind die Projekte aufgelistet, die in diesem Zeitraum von unserem Labor durchgeführt wurden:

- Prioritätenliste wünschenswerter Schuheigenschaften – Fragebogenanalysen bei Männern und Frauen in den Jahren 1998 und 2006
- Verbesserung des Schuhkomforts durch Druckverteilungsanalysen
- Stollenkonfiguration und Traktionseigenschaften auf unterschiedlichen Spieluntergründen
- Halt und Stabilität in Schuhen bei schnellen Richtungswechseln
- Der Einfluss der Schuhkonstruktion auf die maximale Schussgeschwindigkeit
- Der Einfluss der Schaftgestaltung auf die Schusspräzision
- Das Spiel der Frauen und Männer – Konsequenzen für geschlechtsspezifische Schuhe – basierend auf Spielanalysen der Welt- und Europameisterschaften der Männer und Frauen
- Ballgefühl – Einfluss des Schuhobermaterials auf die Wahrnehmungsschwellen der Hautsensorik bei äußeren Vibrationsreizen.

Das wohl überraschendste Ergebnis unserer Forschung war, dass die Gestaltung des Schuhschafts im Vorfußbereich einen nicht unerheblichen Einfluss auf die Schusspräzision hat. In einer ersten Studie hatten 20 Fuß-



(5) Genauigkeit (absoluter Abstand in cm) von Schüssen aus einer Entfernung von 10 Metern auf ein Ziel barfußig und mit fünf unterschiedlichen Schuhmodellen (A–D). Statistische Signifikanz bezügl. der Barfußbedingung (*) und dem Schuh C (+) mit der besten Präzision.

Quelle: eigene Darstellung

ballspieler die Aufgabe, eine elektronische Zielscheibe in einer Höhe von 115 cm über dem Boden aus zehn Metern Entfernung möglichst genau zu treffen. Bei Barfußschüssen und in unterschiedlichen Schuhmodellen ergaben sich deutliche Unterschiede in der Schusspräzision (Abb. 5). Mit Hilfe von Druckverteilungsanalysen stellten wir in einer Folgestudie fest, dass eine möglichst homogene Druckverteilung zwischen dem Ball und seiner Kontaktfläche auf dem Schuh die Schusspräzision begünstigt. Bei barfüßigem Ballkontakt erzeugen die knöchernen Fußstrukturen inhomogene Druckmuster, die zu Einbußen in der Schussgenauigkeit führen. Das Obermaterial der Fußballschuhe verteilt den hohen Druck oberhalb der Knochenprominenz über eine größere Fläche und führt damit zu einer homogeneren Druckverteilung zwischen Ball und Schuh. So wurde die Schusspräzision durch das Tragen aller Schuhmodelle verbessert. Besonders interessant für die Hersteller von Fußballschuhen ist die Tatsache, dass man durch geeignete Konstruktionsmerkmale die Schussgenauigkeit von Spielern positiv beeinflussen kann (s. Abb. 5). Unerwartet war auch das Ergeb-

nis, dass man bei Maximalschüssen barfuß höhere Ballgeschwindigkeiten erreicht als mit Schuhen. Ergebnisse dieser Studien sind in Übersichtsartikeln beschrieben^{9,10}.

Nach Auslaufen des Kooperationsvertrags mit der Firma Nike wurden wir von der neu gegründeten Firma „Pele Sports“, die Produkte für den Fußballbereich herstellt, kontaktiert. Man wollte einen besonders leistungsfähigen Schuh produzieren, der trotz geringem Schuhgewicht einen guten Tragekomfort und hohe Geschwindigkeiten auf dem Spielfeld gewährleistet. Nach Abschluss eines Kooperationsvertrages erfolgten in den Jahren 2010 und 2011 unsere biomechanischen Analysen des geplanten Schuhs. Mit Hilfe von Druckverteilungsmessungen im Schuh und Traktionsmessungen auf dem Spielfeld waren wir in der Lage, Optimierungskriterien zu erarbeiten, nach denen der Schuh produziert wurde. Das Endprodukt, der „Trinity 3E“, hatte durch die Nutzung neuartiger Sohlen- und Schaftmaterialien nur eine Masse von 170 Gramm. Eine Besonderheit der Sohle war die Stollenkonfiguration im Fersenbereich mit zwei Stollen auf der Außen- und nur einem Stollen auf

der Innenseite des Schuhs. Im Vergleich zu Spitzenmodellen der Firmen Adidas, Nike und Puma war der Trinity 3E das Schuhmodell, mit dem ein vorgegebener Testparcours von unseren Fußballspielern am schnellsten durchlaufen werden konnte.

Rückblick auf 40 Jahre anwendungsorientierte Forschungstätigkeit

Die Universitätslandschaft hat sich seit den 1970er Jahren, als meine akademische Laufbahn begann, erheblich verändert. Eine Zusammenarbeit der Universitäten mit Wirtschaftsunternehmen wurde zu Beginn meiner Universitätstätigkeit argwöhnisch betrachtet. Man sah die Unabhängigkeit universitärer Forschung gefährdet. Die Anmeldung von Schutzrechten war mit erheblichem privaten Kostenaufwand verbunden und in der Durchführung sehr aufwendig. Heute orientieren sich deutsche Hochschulen an Verwaltungs- und Vermarktungsstrategien, die in den Universitäten der USA seit langer Zeit etabliert sind. Dies bedeutet für ForscherInnen an deutschen Universitäten, dass es einfacher geworden ist, neue Ideen schützen zu lassen und einen Zugang zur Vermarktung dieser Ideen zu bekommen. Die Kostenübernahme von Schutzrechtsanmeldungen durch die Universitäten senkt deutlich die Schwelle, Ideen auf ihre Schutzrechtsfähigkeit überprüfen zu lassen. Zusätzlich helfen Vermarktungsinstitutionen, deren Aufgabe es ist, universitäre Forschungsergebnisse interessierten Wirtschaftsunternehmen nahe zu bringen. Meine Erfahrungen aus den vergangenen 40 Jahre lehren mich allerdings, dass es die beste Strategie ist, selbst aktiv zu werden und in eigener Regie Wirtschaftskontakte zu suchen. Wissenschaftliche Veröffentlichungen und die Teilnahme an Konferenzen helfen, die Forschungsaktivitäten im akademischen Umfeld zu verbreiten und zu dokumentieren. Unverzichtbar für die Vermarktung von Forschungserkenntnissen sind

jedoch heute allgemeinverständliche Auftritte in den Medien sowie eine ansprechende und auch dem Laien verständliche Internetpräsenz. Hier sollten Universitäten ihr bestehendes Serviceangebot ausbauen und intensivieren. Im Vergleich zu meinen Erfahrungen an amerikanischen Universitäten sehe ich auch ein Defizit in der Ausbildung unserer Studierenden. Persönlichkeitsbildende Kurse, in denen das eigene Auftreten geschult sowie die Vermarktung der eigenen Tätigkeit für die Öffentlichkeit vermittelt werden, sollten Bestandteil eines jeden Studiums werden. Was nutzen die besten Forschungsergebnisse und Ideen, wenn sie das Labor nie verlassen und einer größeren Öffentlichkeit vorenthalten werden?

Summary

The value of biomechanical research for industrial applications is presented here. Based on his academic and employment history the author describes his research, patent experiences, funding resources and the interaction with industry for testing and developing commercial products. From his work in the field of biomechanics, new capacitive and piezoelectric pressure distribution measuring systems were developed for sports and technical application. Based on the experiences as a physics student in Frankfurt and his doctoral studies in the USA, the author compares industrial research funding approaches at German and American universities. The testing of sports equipment led to several industry contacts for the improvement of their products, also providing valuable financial support for fundamental research and the employment of students. The university's Science Support Centre was helpful in the management of patent applications and license contracts, generating valuable revenues for the university and the biomechanics laboratory.

Anmerkungen/Literatur

- 1) Hennig, E.M., Kapazitives Kraftmeßverfahren und akustisches Geschwindigkeitsmeßverfahren zur Erfassung von Bewegungsmerkmalen in der äußeren Biomechanik. 1975, Johann Wolfgang Goethe Universität, Frankfurt.
- 2) Nicol, K. and E.M. Hennig, Kraftaufnehmer – Patent DE3025362. 1982, Deutsches Patentamt: München.
- 3) Nicol, K. and E.M. Hennig, Time-dependent method for measuring force distribution using a flexible mat as a capacitor, in In, Komi, P.V. (ed.), Biomechanics V-B, Baltimore, Md., University Park Press, 1976, 433–40.
- 4) Hennig, E.M. and K. Nicol, Registration methods for time-dependent pressure distribution measurements with mats working as capacitors, in In Asmussen, E. and Jorgensen, K. (ed.), Biomechanics VI-A, Baltimore, Md., University Park Press, 1978, 361–367.
- 5) Nicol, K. and E.M. Hennig, Elektrische Schaltungsanordnung zum zeitabhängigen Messen von physikalischen Größen – Patent DE2529475. 1977, Deutsches Patentamt: München.
- 6) Hennig, E.M. and K. Nicol, Verfahren zur Bestimmung von kardiologischen Messgrößen und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens – Patent DE2829269. 1980, Deutsches Patentamt: München.
- 7) Hennig, E.M., et al., A piezoelectric method of measuring the vertical contact stress beneath the human foot. *J Biomed Eng*, 1982. 4(3): 213–22.
- 8) Feder, G., et al., Guidelines for the prevention of falls in people over 65. *BMJ*, 2000. 321: 1007–1011.
- 9) Althoff, K. and E.M. Hennig, Criteria for gender-specific soccer shoe development. *Footwear Science*, 2014. 6(2): 89–96.
- 10) Hennig, E.M., The influence of soccer shoe design on player performance and injuries. *Res Sports Med*, 2011. 19(3): 186–201.

Der Autor

Ewald Hennig studierte von 1968 bis 1975 Physik an der Universität in Frankfurt. Dort war er nach seinem Diplom in den Jahren 1975 bis 1980 wissenschaftlicher Mitarbeiter des Instituts für Sport und Sportwissenschaften. Nach einem Aufenthalt als Gastwissenschaftler an der Pennsylvania State University war er dort bis 1984 Graduate Assistant im Biomechanics Department, wo er 1984 auch promovierte. Von 1984 bis 1987 war er akademischer Rat in der Abteilung für Sportwissenschaften an der Universität Konstanz, bevor er 1987 Professor für Biomechanik und Bewegungslehre an der damaligen Gesamthochschule Essen, heute Universität Duisburg-Essen, wurde.

Auf eine längere Patenthistorie kann Matthias Epple zurückblicken. Schon als Habilitand meldete er sein erstes Patent an. In diesem Beitrag berichtet er über 18 Jahre unterschiedlichste Bedingungen und Konstellationen für Patentanmeldungen.

Von einem Polymer, Nitinol und poröser Keramik

Erfahrungen mit 18 Jahren Patentanmeldungen

Von Matthias Epple

Die Anfänge

Meine erste Erfahrung mit Patenten geht auf das Jahr 1996 zurück. Damals war ich als Habilitand an der Universität Hamburg tätig und arbeitete auf dem Gebiet der Reaktionen von Festkörpern. Mehr oder weniger zufällig entdeckten wir damals eine festkörperchemische Synthese, die zu einem hochporösen Polymer führte. Das Studium der Literatur zeigte, dass dieses Polymer im Wesentlichen in der Medizin eingesetzt wurde. Es handelte sich um ein biologisch abbaubares Polymer mit dem

Namen Polyglycolid. Dieses wird im Körper und der Umwelt schnell zu kleineren Molekülen abgebaut und verstoffwechselt. In der Medizin war es damals im Gespräch als resorbierbares Implantatmaterial, sowohl als chirurgische Schraube als auch als Knochenersatzmaterial. Unsere neue Synthesemethode war nun geeignet, dieses Polymer in einer hochporösen Form herzustellen. Dabei wies das Polymer große Poren von einigen 100 μm (wie natürlicher Knochen) und kleine Poren von wenigen μm auf (Abb. 1). Damit sollte es Vorteile gegenüber dem normalen und kompakten Polymer aufweisen,

denn Zellen können dann besser in das Implantat eindringen, Nährstoffe können besser ausgetauscht werden, und der Abbau im Körper sollte schneller erfolgen. Das fand ich damals schon sehr spannend und möglicherweise auch lukrativ, ging es doch um eine biomedizinische Fragestellung. So beeilte ich mich, eine Publikation dazu zu schreiben und einzureichen.

Inspiziert durch den Vortrag eines Patentanwalts an der Universität Hamburg dachte ich dann auch über eine Patentierung nach. Damals wussten Doktoranden und auch Habilitanden nur wenig über



Matthias Epple. Foto: Timo Bobert

Patente; zumindest in der Anorganischen Chemie kamen Patente eher selten vor. Ich ging dann mit meinem Projekt zur Erfinderberatung im Rathaus der Stadt Hamburg, die dort einmal im Monat angeboten wurde. Dort hörte sich ein Patentanwalt die Vorschläge der hoffnungsvollen Erfinder an und beurteilte ihre Schutzrechtsfähigkeit. Ich vermute, dass der Patentanwalt schon eine Reihe etwas verrückter Vorschläge gehört hatte, bis ich an der Reihe war. Da ich von der Universität kam und auch schon einen Dokortitel aufzuweisen hatte, hörte er mir dann aber aufmerksam zu. Am Ende hielt er die Idee eines verbesserten biologisch abbaubaren Polymer für inte-

Hinsicht ohnehin nichts zu tun. Es gab keinerlei Unterstützung, aber ich kam auch gar nicht auf den Gedanken, danach zu fragen. Ich habe das Patent damals auf eigene Kosten angemeldet, unterstützt durch eine großzügige Spende meiner Eltern. Der besagte Patentanwalt setzte die Anmeldung auf, was mich einen größeren Betrag kostet (um die 1500 DM). Das Patent wurde 1997 in Deutschland eingereicht. Es gab dann nach einiger Zeit einen Recherchebericht und eine Rückfrage, die vom Patentamt in München ausgesprochen wurde. Mein Patentanwalt aus Hamburg war auch immer wieder mal in München, und so machten wir einen Termin ab

Patent hinsichtlich der Ansprüche dann einschränken, weil ich im letzten Satz einer Publikation schon einen Ausblick auf eine mögliche biomedizinische Verwendung angesprochen hatte. Das war neuigkeitsschädlich, was mir damals vorher nicht klar gewesen war. Das entsprechend eingeschränkte Patent wurde dann weiter bearbeitet und schließlich im Jahr 2000 als Deutsches Patent bewilligt. Hoffnungen, nun von möglichen Geldgebern und Interessenten überrannt zu werden, erfüllten sich leider nicht. Immerhin führte das Patent aber zu einem größeren Industrieprojekt mit einer bayerischen Firma zu diesem Biomaterial. Das Patent war ganz und gar mein Eigentum, denn ich hatte keine Verpflichtungen gegenüber der Universität und hatte auch alles selbst bezahlt. Die Patentgebühren stiegen mit jedem Jahr an, so dass ich das Patent nach sechs oder sieben Jahren auslaufen ließ. Insgesamt war es eine interessante Erfahrung, und auf mein erstes Patent war ich entsprechend stolz. Gelernt hatte ich immerhin daraus, dass man mit kleinen Randbemerkungen in Publikationen vorsichtig sein muss, wenn man spätere Patentansprüche nicht gefährden möchte.

Nitinol: Patent im SFB

Meine zweite Patentanmeldung reichte ich im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 459: Formgedächtnistechnik in Bochum ein. Hier hatten wir ein Projekt gemeinsam mit Kollegen aus der Medizin, in dem es um Nickel-Titan-Legierungen („Nitinol“) ging, die sich beim Erwärmen an ihre ursprüngliche Form erinnern. Das ist von erheblichem Interesse in der klinischen Medizin, zum Beispiel für chirurgische Implantate. Weiterhin werden solche Materialien für kieferorthopädische Zahndrähte und für vaskuläre Stents eingesetzt. Unser Projekt befasste sich damit, diese Nickel-Titan-Legierungen durch ein besonderes Tauchverfahren mit Calcium-

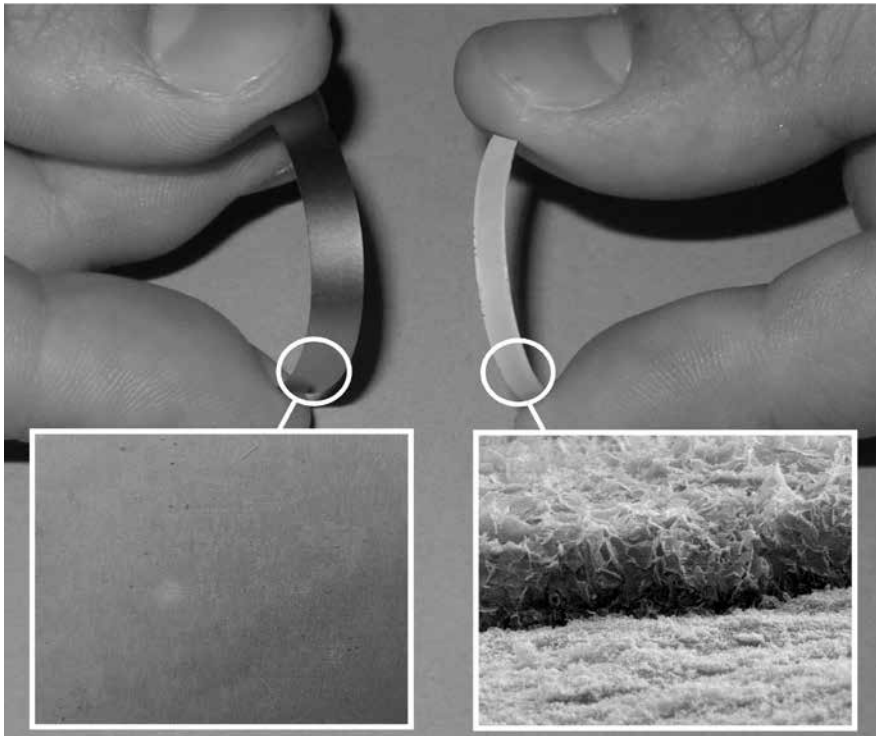


(1) Poröses Polyglycolid zum Knochenersatz. Großes Bild: Natürlicher Knochen. Einschub kleines Bild: Künstlicher Knochen (ein weißer Balken entspricht 1 mm). Neben den dargestellten Poren im Bereich von 0,1 bis 1 mm enthält der künstliche Knochen auch Poren in der Größenordnung von wenigen Mikrometern, die hier nicht aufgelöst sind.
Quelle: Fabian Peters

ressant und durchaus patentfähig. Auch zwei Hinweise auf möglicherweise interessierte Firmen hatte er auf Lager. Patentberatungsstellen an der Universität gab es damals nicht, und auch das Hochschullehrerprivileg war noch in Kraft. Da ich damals DFG-Stipendiat war, hatte ich mit der Universitätsverwaltung in dieser

und besprechen das direkt mit dem Patentsachbearbeiter. Die Einwände wurden dann in einer mündlichen Besprechung am Patentamt besprochen und ausgeräumt.

Die Patentrecherche hatte im Wesentlichen meine eigene, inzwischen erschienene Publikation gefunden. Letztlich musste ich das



(2) Bleche aus einer Nickel-Titan Formgedächtnislegierung („Nitinol“): Unbeschichtet (links) und mit Calciumphosphat beschichtet (rechts).

Quelle: Yongsik Choi

phosphat zu beschichten (Abb. 2). Dies sollte die Oberfläche verträglicher im Knochenkontakt machen sowie die Freisetzung von Nickel-Ionen herabsetzen. Nickel ist nämlich in hohem Maße allergen. Zusammen mit zwei Kollegen im Sonderforschungsbereich meldeten wir dies im März 2001 als Europäisches Patent an. Im Sonderforschungsbereich gab es dafür Mittel, so dass letztlich die Deutsche Forschungsgemeinschaft die Kosten übernahm. Da der Sonderforschungsbereich in den Ingenieurwissenschaften angesiedelt war, gab es hier seitens der Kollegen auch eine deutliche Zustimmung für eine Patentanmeldung. Auch bei der Begutachtung des Folgeantrages hat es uns wohl geholfen.

Patentanmeldungen mit Firmen

Meine dritte Patentanmeldung erfolgte dann gemeinsam mit einer Firma. Ein Doktorand und ich hatten eine Methode entwickelt, um Calciumphosphat-Keramiken in einer porösen Form herzustellen. Damit

sollten sich Knochenersatzmaterialien verbessern lassen, da Zellen in poröse Strukturen besser einwachsen können. Calciumphosphat ist der anorganische Bestandteil von Knochen und somit gut als synthetisches Knochenersatzmaterial geeignet. Wie im natürlichen Knochen sollten die Calciumphosphat-Kristalle nur einige zehn Nanometer klein sein, um den Abbau des Knochenersatzmaterials durch Zellen im Körper zu ermöglichen. Es war uns gelungen, durch kalt-isostatisches Pressen die synthetisch hergestellten Calciumphosphat-Nanokristalle in mechanisch stabile und auch poröse zentimetergroße Objekte zu formen, ohne dass sich die Nanokristalle zu Mikrokristallen umwandeln (Abb. 3). Hier hatten wir eine Kooperation mit einer Firma, die das Patent dann auch für uns anmeldete. Letztlich wurde es als Europäische Patentanmeldung sowie als US-Patentanmeldung veröffentlicht und erteilt. Reich geworden sind wir beide dadurch nicht, aber auch hier führte es zu einer mehrjährigen Industriekooperation. Der damalige

Doktorand ist heute als Geschäftsführer einer Biomaterial-Firma tätig.

Meine vierte Patentanmeldung tätigte ich nach meinem Wechsel an die Universität Duisburg-Essen. Zusammen mit Kollegen aus der Orthopädie wurden Arbeiten zu einer Beschichtung eines metallischen Implantats mit Polymeren zum Patent angemeldet. Dieses sollte zum Abstützen von geschwächtem Knochen im Hüftbereich dienen. An der Universität Duisburg-Essen gab es eine Patentstelle, die nach aussichtsreichen Ideen suchte und diese dann für die Universität und für die Erfinder anmeldete. Es führte zu einer deutschen sowie einer europäischen Patentanmeldung; beide wurden erteilt. Nachdem sich kein industrieller Partner für eine Nutzung fand, wurde das Patent nach einigen Jahren von der Universität nicht mehr weitergeführt.

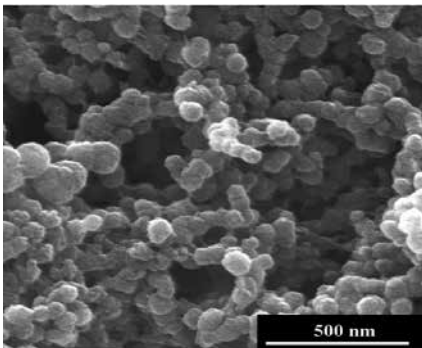
Im Rahmen der Nano-Aktivitäten an der Universität Duisburg-Essen beschäftigten wir uns mit Nanopartikeln aus Calciumphosphat (Abb. 4). Derartige Partikel sind in der Lage, die Zellmembran zu durchdringen. Dabei können sie Wirkstoffe wie Nukleinsäuren mit sich transportieren. In der Zelle werden sie in intrazellulären Kompartimenten, den so genannten



(3) Mikrocomputertomographische Aufnahme (μ CT) einer porösen Calciumphosphat-Keramik für den Knochenersatz mit Poren im mm-Bereich. Das Objekt ist ca. 1,5 mal 1,5 cm groß und besteht aus Calciumphosphat-Nanokristallen.

Quelle: Drazen Tadic

Lysosomen, aufgelöst und geben die transportierten Wirkstoffe in der Zelle frei (Abb. 5). Auf diese Weise kann man Wirkstoffe in Zellen einbringen und dort eine entsprechende Reaktion hervorrufen. In vielen Fällen muss ein Wirkstoff nämlich in die Zelle transportiert werden, um dort die gewünschte biologische Reaktion auszulösen. Im Rahmen einer Industriekooperation ergab sich die fünfte Patentanmeldung zur Nutzung von Nanopartikeln als Träger für die Photodynamische Therapie. Die Photodynamische Therapie ist eine Methode zur Bekämpfung von Bakterien oder Krebs durch eine Kombination eines Wirkstoffs (Photosensibilisator) mit einer Laserbestrahlung. Nanopartikel sind hier besonders gut als in Wasser dispergierbare Träger geeignet. Auch hier erfolgte die Abwicklung der Patentierung und Verwertung des entwickelten Verfahrens über die Universität im Rahmen der Übertragung der Rechte an dieser Erfindung an die Firma. Das Hochschullehrerprivileg war inzwischen gefallen, so dass sich für uns Erfinder nur eine kleine Vergütung ergab. Im Jahre 2008 wurde diese Erfindung

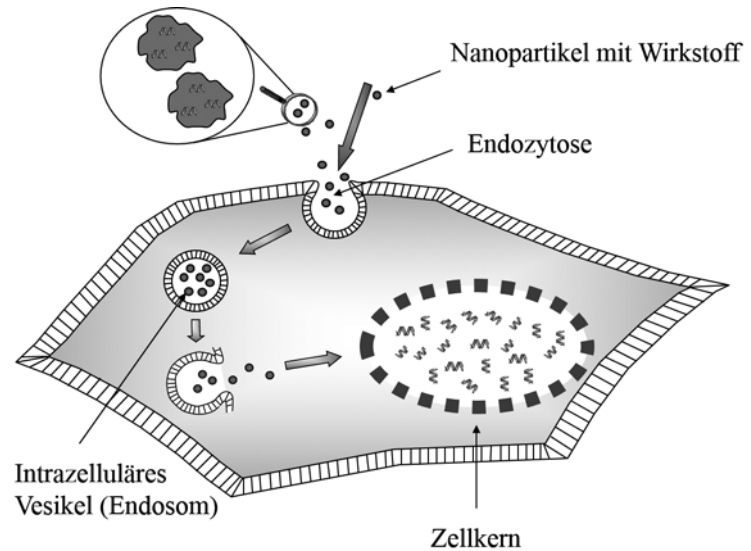


(4) Biomolekül-beladene Calciumphosphat-Nanopartikel für die Wirkstofffreisetzung.

Quelle: Viktoriya Sokolova

zunächst in Europa und dann im Jahr 2010 international angemeldet.

Wiederum aus einem Industrieprojekt ergab sich die sechste Patentanmeldung im Jahr 2011. Hier ging es darum, Calciumphosphat-Nanopartikel gezielt mit Nucleinsäuren wie DNA oder siRNA zu



(5) Aufnahme von Wirkstoff-beladenen Nanopartikeln in Zellen.

Quelle: Matthias Epple

funktionalisieren. In diesem Beispiel ging es darum, die Synthese von Proteinen in einer Zelle gezielt hoch- oder herabzuregulieren (Transfektion bzw. Gen-Stummschaltung). Dies kann von großem Interesse sein, wenn es darum geht, Heilungsprozesse in der Umgebung von Implantaten zu beschleunigen. In der Biomedizin bezeichnet man dies als Genterapie. Im Unterschied zur reinen Wirkstofffreisetzung wird hier regulierend in den Metabolismus der Zelle eingegriffen. Auch in diesem Fall half uns die Patentabteilung der Universität bei den Verhandlungen. Da auch dieses Projekt im Rahmen eines Industrieauftrages bearbeitet worden war, gingen die Rechte an die Firma gegen Zahlung eines Abschlages, der teilweise an die Erfinder weitergegeben wurde.

Schlussfolgerungen

Insgesamt sind meine Erfahrungen mit Patenten durchaus positiv und interessant gewesen. Ich habe festgestellt, dass Patente und weitere Schutzrechte von erheblicher Bedeutung beim Abschluss von Verträgen mit Industrieunternehmen sind. Da die Eigentums- und Nutzungs-

rechte hieran vor dem Abschluss des Vertrages geregelt werden müssen, bedarf es hierzu häufig längerer Verhandlungen. Diese sind nach meiner Erfahrung mit kleinen Firmen deutlich einfacher als mit großen Firmen. Bei Verhandlungen mit kleinen Firmen ist man recht nahe an der Geschäftsleitung, so dass Entscheidungen zügig getroffen werden. Dagegen besitzen große Firmen eigene Patent-abteilungen, die auf diesem Feld ausgesprochen professionell agieren. Das führt dann allerdings dazu, dass die Standardverträge von Universität und Industriepartner erst einmal in Einklang gebracht werden müssen. Weiterhin war die Aufteilung des Ertrags an Schutzrechten zwischen Universität und Industriepartner immer ein Diskussionspunkt. So ging es um die Teilung der Anmeldekosten, um die Regelung der Abfindungen für die Erfinder nach Arbeitnehmererfindungsgesetz und um mögliche Gewinnbeteiligungen im Falle einer späteren Vermarktung. Am Ende ließen sich alle diese Probleme lösen, aber es bedurfte doch häufig mehrerer längerer Telefonkonferenzen zwischen allen Beteiligten, bevor ein Vertrag für einen Forschungsauftrag

abgeschlossen werden konnte. Aus der Sicht eines Erfinders ist es sehr hilfreich, dass es auf der Seite der Universität professionelle Ansprechpartner gibt, da man als normaler Forscher die juristischen Implikationen nicht durchschaut.

Bemerkenswerterweise sind nicht alle Firmen an einer Patentierung interessiert. So habe ich auch schon von einer kleineren Firma die Rückmeldung bekommen, dass sie ihre Ergebnisse und Produkte grundsätzlich nicht patentieren würden. Als Grund wurde – neben den Kosten für Anmeldung und Aufrechterhaltung des Patents – die Sorge vor der Offenlegung genannt. In dieser muss der zu patentierende Prozess nachvollziehbar beschrieben werden und steht damit auch allen Konkurrenten weltweit zur Verfügung. Um einen umfassenden Schutz zu erreichen, muss man sein Produkt weltweit schützen, was entsprechend teuer ist. Aber die Kernaussage war, dass man am Ende ohnehin nicht die juristischen und finanziellen Möglichkeiten hätte, um eine Patentverletzung im Ausland durchzufechten. Das ist bei einer kleinen bis mittleren Firma, die kein Heer von Anwälten (wie z.B. Apple oder Samsung) beschäftigen kann, gut nachvollziehbar. So bleibt manche gute Idee vermutlich unpatentiert.

Vor der Veröffentlichung von Ergebnissen ist im Falle von Industrie-finanzierten Forschungsaufträgen die Freigabe der Firma einzuholen. Das kann zu Kollisionen zwischen den Interessen des Forschers und der Firma führen. Insbesondere für industriefinanzierte Doktoranden ist es wichtig, vor der Einreichung der Dissertation Veröffentlichungen vorweisen zu können. Weiterhin gilt auch die Dissertation im patentrechtlichen Sinn als Offenlegung, so dass auch hier die Firma den entsprechenden Kapiteln zustimmen muss. Nach meiner Erfahrung ging die Freigabe immer problemlos, führte aber doch zu einer gewissen zeitlichen Verzögerung. Zum Trost gab es stets eine

Patentanmeldung, bei der der Doktorand Miterfinder war, was sich in seinem Lebenslauf auch gut machte.

Reich bin ich durch die Patentierung bisher nicht geworden. Es gibt typischerweise eine kleine Erfindervergütung, die sich dann nach dem Abzug der Steuern auf dem Gehaltskonto wiederfindet. Für die beteiligten Mitarbeiter gilt das Gleiche. Aber es ist als Wissenschaftler durchaus interessant, nicht nur Publikationen, sondern auch Patente vorweisen zu können. Wie schon gesagt, wird die Frage nach Schutzrechten in Verhandlungen mit Industrieunternehmen eingehend diskutiert. Die Situation eines Erfinders an Hochschulen hat sich aber in den letzten 18 Jahren deutlich verändert. Mein erstes Patent habe ich ganz alleine angemeldet. An der Universität gab es keine Strukturen, die mich dabei unterstützt hätten. Es hätte wohl auch keiner Interesse an dem Patent gehabt. Schließlich galt damals das Hochschullehrerprivileg. Später gab es dann die Unterstützung durch eine entsprechende Patentabteilung der Universität. Inzwischen ist die Universität der Vertragspartner des Industrieunternehmens, und damit liegen auch die Schutzrechte zunächst einmal bei der Universität. Das ist sehr hilfreich, besonders wenn es um Verhandlungen geht. Auch die Übernahme der Kosten für die Patentanmeldung – sei es durch Universität oder Industriepartner – ist für Hochschulangehörige eine sehr günstige Sache. Allerdings hat man als Erfinder alle Rechte auf das Patent verloren und nur noch einen geringen finanziellen Gewinn.

Zusammenfassend: Patente sind eine interessante Ergänzung zu Publikationen, da man sich viele Gedanken über Anwendungen, den Stand der Technik und juristische Formulierungen machen muss. Reich wird man aber wohl nur in seltenen Fällen.

Summary

Patents are an interesting area for scientists as a supplement to publications in scientific journals. Research contracts with companies always take the issue of intellectual property (IP) into account. This can lead to extensive and lengthy negotiations between the University and the company, before a research contract can be signed, and of course before any IP is generated. As employee of the University, the inventor typically helps to design the contract and the patent application, in the case of a successful research during the time of the contract. If a patent is commercialized, the inventor typically receives a modest compensation for his efforts. This has changed in the past 18 years. I have filed my first patent all alone, without help or financial contribution by the University, but retaining all rights (and running costs) associated with it. Inventors typically do not become rich, but experience with patents and the corresponding negotiations helps to get research contracts from companies.

Der Autor

Nach seinem Chemiestudium promovierte Matthias Epple 1992 an der Technischen Universität Braunschweig. Er habilitierte sich nach Postdoktorandenaufenthalt in Seattle (USA) und Cambridge (Großbritannien) 1997 an der Universität Hamburg. 1998 vertrat er einen Lehrstuhl für Festkörperchemie an der Universität Augsburg und wurde im Jahr 2000 an die Ruhr-Universität Bochum berufen. Seit 2003 ist er Inhaber eines Lehrstuhls für Anorganische Chemie an der Universität Duisburg-Essen. Matthias Epple arbeitet an der Schnittstelle zwischen Festkörperchemie und Biologie, insbesondere in den Gebieten Biomaterialien, Biomineralisation und Nanomedizin. Er war von 2007 bis 2009 Mitglied im Vorstand von CENIDE, von 2008 bis 2011 Dekan der Fakultät für Chemie, von 2010 bis 2013 Vorsitzender der Deutschen Gesellschaft für Biomaterialien und ist seit 2012 gewählter DFG-Fachkollegiat in den Fachkollegien Materialwissenschaft und Werkstofftechnik sowie Medizintechnik.

Die Sortierung von Zellen und deren Charakterisierung in der biomedizinischen Forschung sind wesentliche Schlüssel zur frühest möglichen Erkennung und ursachenorientierten Bekämpfung von Erkrankungen, wie beispielsweise Krebs. Am Essener Universitätsklinikum arbeiten Wissenschaftler seit langem auf diesem Gebiet und dessen Weiterentwicklung.

Innovation für Zellsortierungen

Neues Verfahren für gleichzeitigen
Personen- und Produktschutz

Von Uwe Kirstein und Klaus Lennartz

Die Anfänge der Zytometrie

Im Zusammenhang mit der europäischen Aufklärungsbewegung haben die Entwicklungen in der Naturforschung und Medizin Mitte des 17. Jahrhunderts die Lichtmikroskopie und somit auch die Anfänge der Zytometrie begründet. Dieses für die Medizin heute so wichtige Forschungsgebiet umfasst die Entwicklung von Verfahren und den Einsatz von Gerätesystemen, um Zellen einschließlich Stammzellen sowie

auch andere Partikel hochspezifisch charakterisieren und identifizieren zu können. Ursprünglich für ganz andere Zwecke entwickelt, waren es sehr einfach gebaute Mikroskope, mit deren Hilfe schon um das Jahr 1670 Rädertierchen, Einzeller oder Zellen vom Menschen in verschiedenen Ländern Europas entdeckt und hinsichtlich ihrer Gestalt und Größe bestimmt wurden. Mit Bezug auf den Vorläufer des viel später hergestellten Urmeters konnten recht genaue Größenbestimmungen von Zellen schon

zu dieser Zeit im Bereich von Mikrometern erfolgen und europaweit miteinander verglichen werden. Im 18. und 19. Jahrhundert wurden die Lichtmikroskopie und zytometrische Verfahren insbesondere durch das Anfärben von Zellen gerade auch in Deutschland zwar weiter verfeinert, die Möglichkeiten aber, zwischen verschiedenen Zelltypen zu unterscheiden, blieben wegen unzureichender Unterscheidung von Zellen gegenüber dem Beobachtungshintergrund begrenzt.



Uwe Kirstein. Foto: Timo Bobbert

Obwohl heutzutage auch elektrische und akustische Eigenschaften oder Strahlenemissionen einzelner Zellen gemessen werden können, ist die Verarbeitung optischer Signale in der Zytometrie mit Abstand am weitesten verbreitet. So bleibt ein typisches Gerät für den Einsatz in der Zytometrie ein spezialisiertes Mikroskop, dessen Aufbau von der Anforderung abhängt, die durch die Fragestellung der Untersuchung vorgegeben wird. In besonderer Weise hat sich die Weiterentwicklung der Zytometrie zu Beginn der dreißiger Jahre des vorigen Jahrhunderts in Schweden vollzogen. Bei histologischen Untersuchungen und dem Einsatz der damals konventionellen Färbetechniken kam der Verdacht auf, dass der Gehalt an den Nukleinsäuren DNA und RNA in Tumorzellen vom Gehalt in entsprechenden normal entwickelten Zellen abweichend sein könnte. Deshalb begann Torbjörn Caspersson¹ am Stockholmer Karolinska Institut die zellulären Nukleinsäuren in deren Funktion beim Prozess der Zellteilung zu untersuchen. Er entwickelte hierfür eine Serie von immer ausgeklügelteren Mikro-Spektrophotometern, durch die recht genaue Messungen des Nukleinsäure- und Proteingehalts auf der Basis der Ultraviolett-Absorption bei 260 und 280 nm ermöglicht wurden. Diese Untersuchungen haben maßgeblich dazu beigetragen, die Bedeutung der DNA als genetisches Material der Zellen zu erkennen.

Von der Zytometrie zur Durchfluss-Zytometrie

Hauptsächlich in den USA entwickelte sich nach dem Zweiten Weltkrieg die Analytische Zytometrie weiter, nachdem Wallace Coulter² erkannt hatte, dass die mit Lipidmembranen umgebenen Zellen im Vergleich zu einer Kochsalzlösung durch relativ schlechte elektrische Leitfähigkeit charakterisiert sind. Dementsprechend entwarf er ein Gerät, bei dem einzelne Zellen

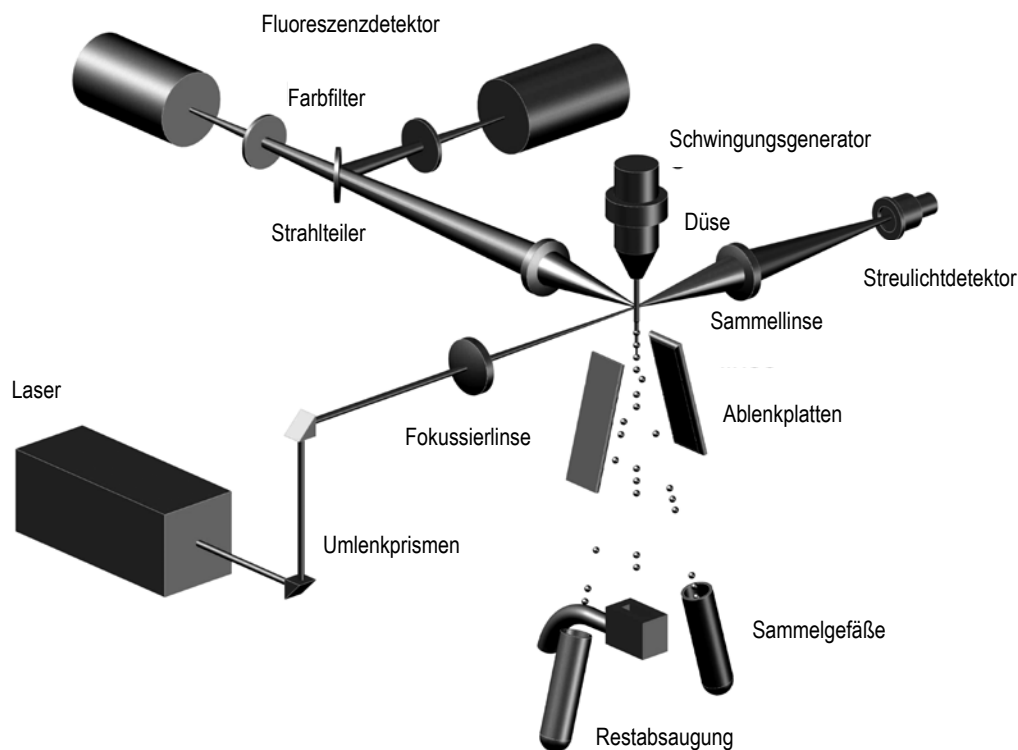
nacheinander durch eine Verengung zwischen zwei mit Kochsalzlösung gefüllte Kammern geführt wurden. Beim Durchfluss der Zellen durch die Verengung erhöht sich der elektrische Widerstand im Verhältnis zum Zellvolumen, wobei die elektrische Spannung pulsformig ansteigt und erfasst wird. Dieses nach Coulter benannte Verfahren wird auch heute noch in vielen klinischen Labors für Blutzell-Zählungen verwendet und war ein bedeutender Schritt für die Entwicklung der Durchfluss-Zytometrie. Danach wurden Fluoreszenzlicht-Messungen in die Durchfluss-Zytometrie eingeführt, um sowohl quantitative als auch qualitative Analysen zu ermöglichen. Marvin A. van Dilla³ in Los Alamos, USA sowie Wolfgang Dittrich und Wolfgang Göhde⁴ in Münster entwickelten hierfür die ersten fluoreszenzbasierten Durchfluss-Zytometer. Hervorzuheben ist, dass das von Göhde entwickelte Partec Impulszytometer ICP11 im Jahr 1968 das erste käuflich zu erwerbende Gerät war und von der Göttinger Firma Phywe vertrieben wurde. Es ermöglichte Messungen des zellulären DNA-Gehalts, wodurch Abweichungen bei Tumorzellen erkannt und Zellteilungsschritte sowohl bei normal entwickelten Zellen als auch bei Tumorzellen analysiert werden konnten. Der Genetiker und Immunologe Leonard A. Herzenberg und seine Kollegen⁵ an der Stanford University in den USA erkannten die Möglichkeiten für präparative Sortierungen mit der Anreicherung vitaler Zellen und entwickelten hierfür im Jahr 1974 die durch die Firma Becton Dickinson hergestellten Fluorescence-Activated Cell Sorter Geräte, auch FACS genannt (Abb. 1). Nach Einführung leistungsstarker Laser als Anregungsquelle für fluoreszenzmarkierte Antikörper, welche hochspezifisch und hochempfindlich zelluläre Antigene erkennen, wurde mit diesem Gerätesystem die Grundlage für weitere Untersuchungen gelegt. Denn nunmehr konnten mehrere

Parameter gleichzeitig bestimmt und bei elektronischer Steuerung einige tausend Zellen pro Sekunde sortiert werden.

Erforschung, Erkennung und Behandlung von Krebskrankheiten?

Im Rahmen langfristig angelegter Untersuchungen der molekularen und zellulären Mechanismen, die bei dem Mehrschritt-Prozess der Krebsentstehung eine Rolle spielen, arbeiten wir seit 1976 in dem von Manfred F. Rajewsky gegründeten Institut für Zellbiologie (Tumorforschung), IFZ, am Essener Universitätsklinikum. Wir konnten die technischen Möglichkeiten der neuen Verfahren für die Durchfluss-Zytometrie sehr früh nutzen, war Manfred F. Rajewsky doch nach einem längeren Aufenthalt bei Henry S. Kaplan in Stanford über den damaligen Stand der Entwicklungen in den USA genauestens informiert.

Unterstützt durch die Dr. Mildred Scheel Stiftung für Krebsforschung konnten wir eines der ersten Geräte aus der zweiten FACS-Generation beschaffen. Diese elektronisch gesteuerte Anlage wurde um einen im IFZ entwickelten Mikrocomputer und ein Analyse- und Sortierprogramm erweitert. Im Zusammenhang mit einer für mehrere Forschungsansätze hier aufgebauten Immunanalytik wurden parallel zu diesen aufwendigen Entwicklungsarbeiten monoklonale Antikörper hergestellt. Deren Einsatz entsprechend dem von Köhler und Milstein⁶ entwickelten Verfahren ermöglichte, bestimmte Zellpopulationen des sich entwickelnden Peripheren und Zentralen Nervensystems über deren unterschiedliche Oberflächenantigene zu charakterisieren und für fluoreszenzbasierte Analysen und Sortierungen von Zellen einzusetzen^{7,8}. Seit 2004 beschäftigen sich im IFZ vor allem Ralf Küppers und seine Arbeitsgruppe unter Einsatz der Durchfluss-Zytometrie mit der Charakterisierung und Isolierung von



(1) Schematischer Aufbau einer FACS Zellsortier-Anlage, bestehend aus einem Anregungssystem (Laser, Umlenkoptik, Fokussiersystem), einem Detektionssystem (Sammeloptik, Strahlteiler, optischen Filtern, Streulichtdetektoren und Fluoreszenzdetektoren) und einem Fluidiksystem (Düse, Schwingungsgenerator, Ablenkplatten, Sammelgefäßen sowie einem Absaugsystem für nicht abgelenkte Rest-Tröpfchen). Einzelzell-Suspensionen werden von einer Düse hydrodynamisch fokussiert in einem sehr feinen Flüssigkeitsstrahl abgegeben. Die Zellen passieren in diesem Flüssigkeitsstrahl hintereinander eine Messzone, in der sie mindestens einen fokussierten Laserstrahl kreuzen, dabei entstehende Streulicht- und Fluoreszenz-Signale werden über Sammeloptiken zu Photodetektoren geleitet und in elektrische Signale umgewandelt sowie nach Digitalisierung einer Auswerteeinheit zugeführt. Erfüllen einzelne Zellen zuvor definierte Kriterien, wird mit einer bestimmten Zeitverzögerung im Bereich der Düse ein elektrisches Signal vom Auswertesystem auf das die Zellen führende Flüssigkeitssystem übertragen (Sortierpuls $\sim \pm 150$ V). Durch eine konstante Schwingung (5–80 kHz), die mittels einer Piezokeramik auf die Düse übertragen wird, geht der kontinuierliche Flüssigkeitsstrahl kurz hinter der Messzone in einen Tröpfchenstrahl über. Die generierten Tröpfchen tragen nach der Trennung vom Flüssigkeitsstrahl eine elektrische Ladung, die den zu diesem Zeitpunkt am Flüssigkeitsstrahl anliegenden elektrischen Signalen mit oder ohne Sortierpulsen entspricht. Der Tröpfchenstrahl fliegt bei einer Geschwindigkeit von einigen m/s durch ein elektrostatisches Feld zwischen zwei Ablenkplatten (± 5000 V), wodurch die Tröpfchen entsprechend ihrer positiven oder negativen Ladung in diesem Feld aufgetrennt werden. Dadurch gebildete „Sortierstrahlen“ werden in Sammelgefäßen aufgefangen, darin enthaltene Zellen weiter analysiert oder behandelt. Tröpfchen, denen Sortierpulse nicht übertragen worden sind, werden nicht aussortiert und über ein Absaugsystem entsorgt. Bei heutigen Zellsortier-Anlagen werden bis zu sieben Laser als Anregungsquelle eingesetzt, wobei über zehn verschiedene Parameter, wie z.B. relative Größe und Dichte von Zellen sowie DNA-Gehalt und Antigen-Dichte, gemessen und bis ca. 50.000 Zellen pro Sekunde sortiert werden können.

Quelle: nach Herzenberg LA et al., The History and Future of the Fluorescence Activated Cell Sorter and Flow Cytometry: A View from Stanford. *Clinical Chemistry*, 2002, 48:10, 1819ff

teilweise sehr kleinen Subpopulationen normaler Lymphozyten und von Tumorzellen bestimmter Leukämie- und Lymphomerkrankungen des Menschen. In enger Zusammenarbeit mit den hiesigen Kliniken für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde und Hämatologie sollen die Ursachen dieser Erkrankungen identifiziert und damit Ansätze für deren frühestmögliche Behandlung gefunden werden.

Ein Gespräch auf der Brücke als Anregung für das Patent

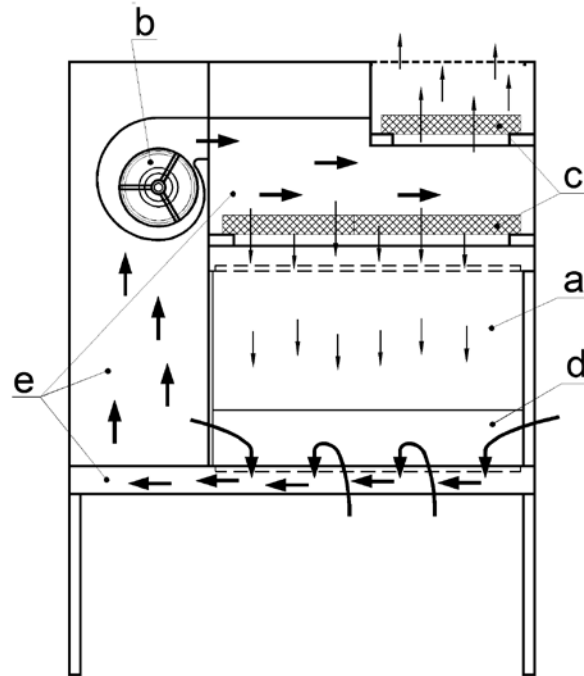
Symbolhaft für die gute Zusammenarbeit im Westdeutschen Tumorzentrum Essen begann die Geschichte unserer Patententwicklung im Sommer 1998 auf der Brücke des hiesigen Campus zwischen den Kliniken und den Instituten der theoretischen Medizin. Ein Kollege aus der Inneren Klinik, Michael

Flasshove, berichtete uns damals von einem Forschungsvorhaben, in dem mit Hilfe von Viren ein bestimmtes Gen, das Resistenz gegenüber einer tumortherapeutisch wirksamen Substanz vermittelt, auf kultivierte Zellen übertragen werden sollte. Seine bisherigen Versuche hatten gezeigt, dass auf diese Weise transfizierte Zellen mit Hilfe des Passierens in Zellkulturschalen bei nur geringer Ausbeute und zudem in einem langwierigen

Verfahren isoliert werden konnten. Daher fragte er uns, ob bei durchflusszytometrischen Zellsortierungen die Anreicherung transfizierter Zellen mit Hilfe dieses Verfahrens verbessert und beschleunigt werden könnte. Falls diese Proben mit Hilfe einer Zellsortier-Anlage hätten bearbeitet werden sollen, wäre aber zunächst ein Infektionsrisiko insbesondere wegen der hierbei entstehenden Aerosole für den Benutzer zu vermeiden, andererseits wäre zu verhindern, dass Zellproben beim Zellsortiervorgang kontaminiert würden. Hierfür und wegen Arbeiten mit gentechnisch veränderten Organismen (GVOs) sollte dieses Vorhaben gemäß den Bestimmungen des Gentechnikgesetzes innerhalb einer Mikrobiologischen Sicherheitswerkbank (MSW) Klasse II durchgeführt werden (Abb. 2). Nach Stand der Technik wird hierdurch für die Rückhaltung von Mikropartikeln die Zu- und Abluft über Hochleistungsfilter geführt, wodurch gleichzeitiger Schutz von Personen und Produkten ermöglicht wird sowie der Schutz der Umgebung vor potenziell gefährdendem Material.

Erste Versuche für die neue Entwicklung

Solche Geräte-Anlagen standen nicht zur Verfügung, völlig unsicher war, ob man sie überhaupt hätte herstellen können. Nach erfolglosen Verhandlungen mit dem Hersteller der Zellsortier-Anlage und mehreren Produzenten von Sicherheitswerkbanken versuchten wir selbst, beide Systeme aneinander anzupassen. Hierfür wurde eine Sortierkammer als das „Herzstück“ einer älteren FACS II Zellsortier-Anlage ausgebaut, in eine auf dem Markt erhältliche MSW Klasse II eingebracht und darin Sortierversuche simuliert. Dabei wollten wir zunächst überprüfen, wie groß der Einfluss der in der Werkbank von oben nach unten geführten Luftströmung von 0,45 m/s auf die Flugbahn der feinen Tröpfchen sein könnte.



(2) Aufbau der für die Anpassung an eine Zellsortier-Anlage vorgesehenen Spezial-Sicherheits-Werkbank nach Klasse II. Hierbei wird im Arbeitsraum (a) die von oben nach unten über Hochleistungsfilter laminar geleitete Zuluft auf die Arbeitsplatte geführt und über dortige Absaugöffnungen zum seitlich gelegenen Abluftkanal geführt, und nicht wie sonst üblich zur Rückseite. Hierdurch konnte an der Rückwand eine Öffnung für die Einbringung wesentlicher Komponenten der Zellsortier-Anlage vorgesehen werden. Der Ventilator (b) und das Filtersystem (c) sind, wie bei solchen Klasse II Geräten üblich, für ein Umluft-Verfahren so aufgebaut, dass das Eindringen von Aerosolen, Mikroorganismen und Partikeln in den Arbeitsraum verhindert werden kann, gleichzeitig aber auch deren Entweichen. Unter der Frontscheibe (d) wird aus der Umgebung des Arbeitsplatzes Luft angesaugt und über Absaugöffnungen der Arbeitsplatte zum Abluftkanal (e) abgegeben. Nach Reinigung über Hochleistungsfiltration wird Luft aus dem Arbeitsraum in die Umgebung abgegeben.

Quelle: nach Konstruktionszeichnung der Firma BDK, Luft- und Reinraumtechnik GmbH, 72820 Sonnenbühl

Beim Einsatz kleiner Rauchpatronen bekamen wir eine erste Vorstellung davon, wie und an welcher Stelle die Sortierkammer am günstigsten zu positionieren wäre, um die Stabilität bei der Zellsortierung nicht zu beeinflussen. Außerdem war zu prüfen, ob bei einem Druck von bis zu 6 bar, der für Zellsortierungen benötigt wird, die entstehenden Feinpartikel und Aerosole über die Abluft der Werkbank abgefangen werden. Ziel der Überlegungen war die Fertigung eines Geräte-Systems, das weitestgehend den beiden einzelnen, bisher industriell hergestellten Anlagen entsprechen und am besten für die behördliche Genehmigung zur Durchführung gentechnischer Vorhaben geeignet sein sollte.

Eine Lösung für sicheres Arbeiten mit biogefährdendem Material beim Einsatz von industriell hergestellten Zellsortiergeräten wurde seit 1997 mehrmals von der *International Society for Analytical Cytology* angemahnt^{9,10}.

In dem von uns gewählten Ansatz für eine solche Geräteentwicklung sahen wir neben der Nutzbarkeit des Zellsortierverfahrens bei gentechnischen Vorhaben einen großen Vorteil auch für die am häufigsten durchgeführten „normalen“ Zellsortierungen, da hierbei Infektionen oder Verunreinigungen bei potenziell nicht gefährdendem Probenmaterial auf einfache Weise vermieden werden können. Insbesondere aber sollte ein solches

System auch für die Sortierung von kurz vor der Zellsortierung entnommenen Patienten-Proben geeignet sein, die auf Krankheitserreger noch nicht getestet werden konnten. Um innerhalb der Werkbank eine möglichst große Arbeitsfläche für die Weiterverarbeitung des isolierten Probenmaterials unter Sterilitäts-Bedingungen zur Verfügung zu haben, legten wir schließlich eine Positionierung der Sortierkammer rechtsseitig an der Rückwand der Werkbank fest. Überraschenderweise wurde bald deutlich, dass an dieser Position der senkrecht von oben geführte Luftstrom in einer für unser Vorhaben sehr günstigen Weise über der Sortierkammer abgeleitet und zunächst in Richtung des weiteren Reinraumbereichs geführt wurde. Die hierdurch entstehende Abschirmung der unten offenen Sortierkammer ermöglichte tatsächlich die benötigte Stabilität der Tröpfchenströmung beim Zellsortiervorgang. Elektronische Partikelzählungen zeigten zudem, dass Feinstpartikel und Aerosole bei Unterdruck zum Abluftkanal hin fortgeführt und über Feinstfiltration komplett aufgefangen werden konnten.

Während insbesondere von den Geräte-Herstellern in den USA große Teile einer Zellsortier-Anlage für den Einsatz bei sicherheitsrelevanten Vorhaben in eine solche Werkbank eingebracht werden und somit der Innenraum fast ausgefüllt ist, zeichneten sich hier in Essen also Möglichkeiten für Zellsortierungen bei laminar geführter Zuluft ab.

So erfreulich und hoffnungsvoll der oben beschriebene „Essener Befund“ war, so schwierig gestaltete sich der weitere Weg zur Umsetzung der Idee. Finanzielle Unterstützung hierfür aus den Bereichen Politik, Wirtschaft oder Hochschule hatten wir zwar angefragt, aber zu erhalten nicht zu hoffen gewagt. Der wiederum deutschland- und europa-weit geführte Schriftwechsel und Gespräche mit Unternehmen aus

dem Bereich Reinraumtechnik machten deutlich, dass dort tätige Ingenieure uns gerne Hilfe angeboten hatten, die Geschäftsführungen aber dazu nicht bereit waren. Hierfür erforderliche Entwicklungsarbeiten waren ihnen offenbar zu aufwendig, um die von uns angedachte Spezialkonstruktion einer MSW Klasse II herzustellen, insbesondere wegen der gegenüber Standardausführungen veränderten Luftführung und einer Sonderausstattung der Werkbank-Rückseite.

Ein Partner für die Umsetzung unserer Idee

Ein Labor-Handelsunternehmen vermittelte schließlich, eine Firma in Süddeutschland habe in Zusammenarbeit mit der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich eine Spezial-Sicherheitswerkbank in Funktion einer Durchreiche-Schleuse hergestellt. Ein solches Modell kam unseren Vorstellungen sehr nahe, wollten auch wir eine Öffnung an der Rückseite einer MSW Klasse II dafür vorsehen, um Komponenten der Zellsortier-Anlage einbringen zu können. Der Kontakt

zu diesem Unternehmen führte zu einer intensiven und vertrauensvollen Zusammenarbeit beim „glücklichen Umstand“, dass in diesem Fall der Chef-Ingenieur zugleich der Geschäftsführer dieser Firma war. Mit Unterstützung einer gut ausgerüsteten feinmechanischen Werkstatt in unserem Laborgebäude wurden Veränderungen an der von uns betriebenen Zellsortier-Anlage vorgenommen, um die Proben-Zuführung innerhalb der herzustellenden Sicherheitswerkbank platzieren zu können. Der Reinraumgeräte-Hersteller entwarf die Konstruktion für unsere Spezialwerkbank für folgende Anforderungen:

- die Abluft ist über einen Kanal seitwärts zu führen,
- die Rückseite des Gerätes ist für die Aufnahme der Sortierkammer offen zu halten,
- eine zusätzliche Sicherheitszone im Bereich der Zellsortierkammer und dortiger Einbau einer Auffangwanne für flüssigen Abfall ist vorzusehen.

Vor Produktionsbeginn durften wir bei einem uns gut bekannten Labor der Medizinischen Klinik der Universität Tübingen zusammen mit dem Hersteller an einem baugleichen



(3) A: FACSVantage Zellsortier-Anlage, angepasst und verbunden mit einer Sicherheitswerkbank nach Klasse II, B: Sortierkammer und Teile der Zellsortier-Anlage (optische Komponenten zur Strahlführung, Justage-Elemente und Probenzufuhr) innerhalb des Arbeitsraums.

Quelle: Lennartz K et al., Improving the biosafety of cell sorting by adaptation of a cell sorting system to a biosafety cabinet. Cytometry A, 2005,66(2),119ff

Modell unserer Zellsortier-Anlage letzte Feinabstimmungen vornehmen, für die wir den Namen *Cabinet-Integrated FACSVantage Unit (CIF)* vorgesehen hatten (Abb. 3).

Zuvor hatten wir das Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, als Behörde zuständig für die Genehmigung gentechnologischer Vorhaben, über entsprechende Aspekte unserer Entwicklungsarbeiten informiert und angefragt, unter welchen Voraussetzungen der Einsatz einer solchen Anlage für sicherheitsrelevante Experimente in der Sicherheitsstufe 2 später genehmigt werden könnte. Die damals mit Vertretern der Behörde geführten Gespräche an dem von uns benutzten FACSVantage-Gerät, bei dem die Abänderung noch nicht vorgenommen war, ließen eine Zustimmung erwarten und ermunterten sogar unsere weiteren Bemühungen.

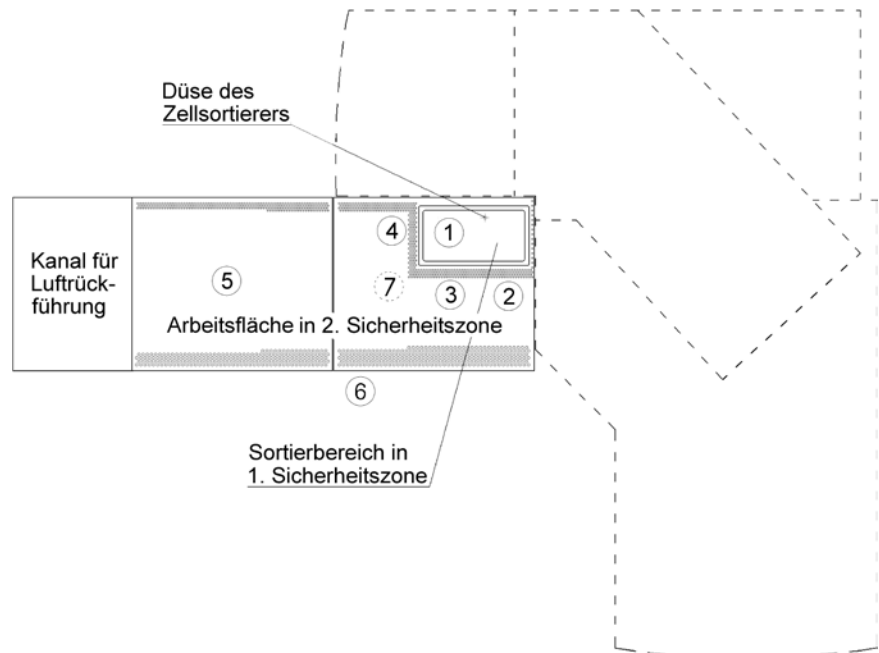
Zusätzlich bescheinigte später auch die Landesunfallkasse auf Vermittlung der Berufsgenossenschaft Chemie, dass technisch bedingte Gefährdungen für die Benutzer der neuen Anlage bei Berücksichtigung der Betriebsanweisung auszuschließen seien.

Nach Auslieferung und Funktionstests an der neuen CIF-Anlage führten wir erste Probeläufe für Zellsortierungen durch und stellten fest, dass die Vorgaben schon im ersten Ansatz sehr gut umgesetzt worden waren.

Zu diesen Funktionstests gehörten die Überprüfung ungestörter Zellsortierungen und für den Nachweis von Personen- und Produktschutz elektronische Partikel-Zählungen an verschiedenen Positionen innerhalb und außerhalb der Werkbank (Abb. 4). In enger Zusammenarbeit mit einem Kollegen aus dem hiesigen Institut für Virologie, Mengji Lu, haben wir darüber hinaus bei höchstmöglicher Partikel-Konzentration im Bereich der Sortierkammer die Rückhaltung von aerolisierten Viren, ungefährlichen T4 Bakteriophagen, innerhalb und außerhalb der Sicherheitswerkbank,

vor allem aber auch in der Umgebung der zweiten Sicherheitszone überprüft. Anschließend konnten unsere klinisch tätigen Kollegen die vorgesehenen Experimente durchführen, wobei die erhofften Ziele

patentfähig gewesen wäre, hatten wir im zweiten Abschnitt der hier beschriebenen Vorarbeiten auf Vermittlung der damaligen Forschungs- und Entwicklungstransfer-Stelle unserer Hochschule, dem heutigen



(4) Schnittzeichnung von der Sicherheitswerkbank nach Klasse II (durchgezogene Linie) und Aufsicht auf die FACSVantage-Anlage (gestrichelte Linie), die nummerierten Kreise zeigen die Positionen der für Funktionstests eingesetzten Bakterien-Kulturschalen. Für die Testung wurden Schalen Nr.1 bis 5 auf der Arbeitsfläche innerhalb des Reinraums, Nr. 6 an der Arbeitsöffnung vor dem Reinraum und Nr. 7 an der Oberseite der Sicherheitswerkbank neben der Austrittsöffnung für die Abluft abgestellt.

Quelle: modifiziert nach Lennartz K et al., Improving the biosafety of cell sorting by adaptation of a cell sorting system to a biosafety cabinet. *Cytometry A*, 2005,66(2),119ff

erreicht wurden, mit Hilfe des neuen Verfahrens bestimmte Zellpopulationen bei höherer Ausbeute und schneller zu isolieren als zuvor möglich. Das neue Zellsortier-Verfahren, mit Hilfe dessen *nach Stand der Technik* erstmals einzelne Zellen und Partikel bei gleichzeitigem Personen- und Produktschutz analysiert und isoliert werden konnten, haben wir zusammen mit den hierbei erzielten Ergebnissen im Jahr 2005 veröffentlicht¹¹.

Entsteht ein Gebrauchsmuster oder ein Patent?

Anders als bei einem zuvor entwickelten Anlagensystem, das wohl

Science Support Centre, sowie der Industrie und Handelskammer in Essen einen hier ansässigen Patentanwalt gefragt, ob das angedachte Vorhaben und das entstehende Produkt patentfähig seien. Wir hatten aus diesem ersten Gespräch den Schluss gezogen, eine solche Entwicklung könnte patentrechtlich nur dann geschützt werden, wenn nach Fertigstellung und Besichtigung nicht sichtbare oder nicht erkennbare Merkmale vorhanden seien und daher nicht ohne weiteres reproduziert werden könnten. Anderenfalls wäre auch zu überlegen gewesen, die technisch neue Einrichtung als Gebrauchsmuster anzumelden. Unsere weiteren Bemühungen

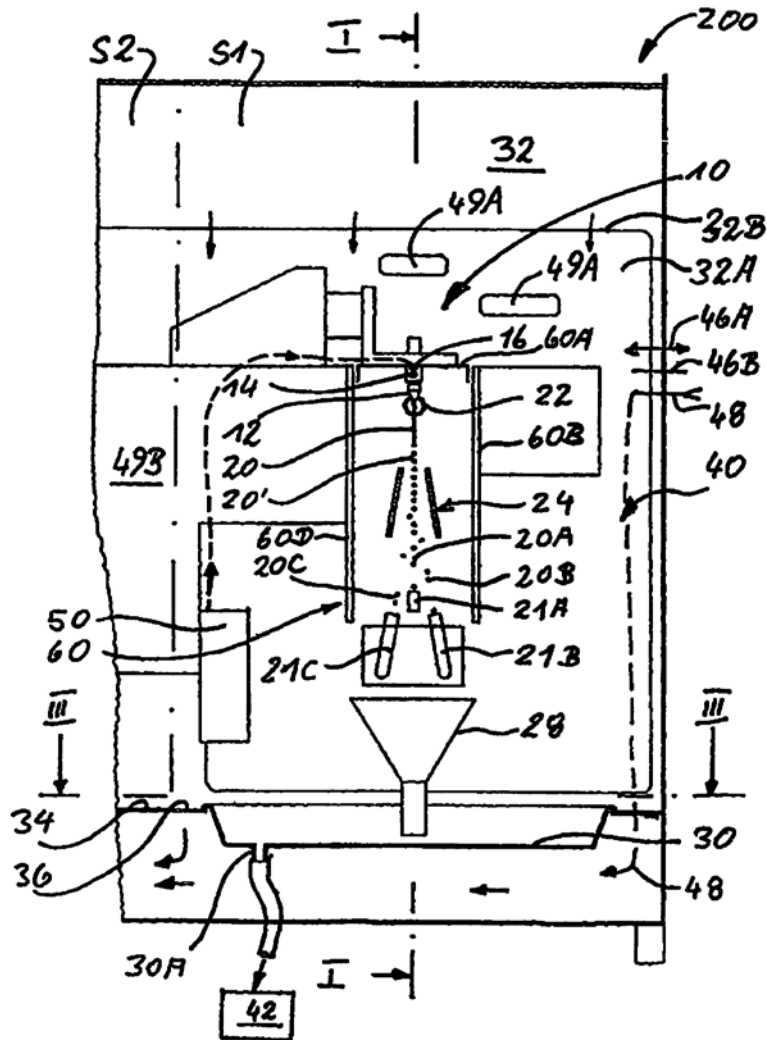
richteten sich jedoch zunächst auf die Herstellung eines Gerätes ohne Patent- oder Gebrauchsmuster-Anmeldung, hatten wir doch vor allem die Vorstellung und sogar den Wunsch, die hier als Muster oder Prototyp hergestellte Anlage sollte bald nachgebaut, eventuell weiter entwickelt und in Serien-Herstellung möglichst vielen anderen Kollegen zur Verfügung gestellt werden können. Die Frage einer möglichen schutzrechtlichen Sicherung wurde daher zunächst zurückgestellt.

Nach Abschluss unserer Entwicklungsarbeiten und Einreichung der Unterlagen für die Publikation der erzielten Ergebnisse hatten wir kurz vor deren Veröffentlichung den Patentanwalt erneut kontaktiert und über den erfolgreichen Abschluss unserer Arbeiten informiert. Dabei war die Frage, wie wir reagieren sollten, wenn andere Nutzer von Zellsortier-Anlagen oder weitere Unternehmen von den hier genannten neuen Möglichkeiten erfahren und Interesse hätten, davon ebenfalls zu profitieren. Unmittelbar danach besuchte uns der Patentanwalt, besichtigte die neue CIF-Anlage in einem neu eingerichteten S2-Sicherheitslabor und stellte zu unserer Überraschung fest, das hier eingesetzte Verfahren sowie das dabei entstandene Produkt sei patentrechtlich wohl doch zu schützen. Die weitere Verfahrensweise war uns durch die früheren Überlegungen bekannt, sodass mit Unterstützung unserer Hochschule schon bald danach, im Juni 2005, die Anmeldung zum Patent und Gebrauchsmuster für Deutschland erfolgen und ein Jahr später das Patentierungsverfahren auf internationaler Ebene eingeleitet werden konnte. Die rein temporäre internationale Anmeldung führte die Universität in den für die hier beschriebene medizintechnische Anwendung zunächst wichtigsten Regionen bzw. Nationen in Europa und in den USA fort. Nach den üblichen Recherchen-Prüfungen des Europäischen Patentamts und

hiesigen Gegenhaltungen wurde das Patent DE 502006002074.2-08 für Deutschland basierend auf dem europäischen Patent EP 1 872 108 B1 erteilt. Im Februar 2011 wurde auch das parallel anhängige Patent US 7,884,301 B2 durch das US-amerikanische Patentamt erteilt und somit weitgehender Schutz des Patents mit folgenden Hauptansprüchen erreicht:

• Vorrichtung für die Sortierung von Mikropartikeln mit einem Schutzraum für gleichzeitigen Produkt- und Personenschutz.

- Im Schutzraum sind mindestens wesentliche Teile der Sortierkammer mit Schwingungserzeuger, Ablenkensystem für die Sortierung eines Tröpfchenstroms in einem Durchgangsstrom und mindestens einem Seitenstrom angeordnet, wie in Abbildung (5) dargestellt.
- Der Schutzraum ist Teil einer laminar von oben nach unten durchströmten Mikrobiologischen Sicherheitswerkbank (MSW) mit einem Reinraum und einer für den Eingriff einer Bedienungsperson in den Reinraum vorgesehenen Öffnung.



(5) Die Zeichnung aus der Patentschrift bildet die Ansicht der Sortierkammer ab, insbesondere Sortierkopf (10), Düse (12), Sortierstrahl (20), Tropfenstrahl (20'), nicht abgelenkte Tröpfchen (20A), abgelenkte/sortierte Tröpfchen (20B, 20C), Absaugvorrichtung für nicht sortierte Tröpfchen (21A), Auffanggefäße für abgelenkte Tröpfchen (21B, 21C), einer Beobachtungseinrichtung (22), Ablenkplatten (24), der Arbeitsfläche (34), Absaugöffnungen in der Arbeitsfläche (36) und den Reinraum (40).

Quelle: Patent DE 502006002074.2-08



Der Reinraumboden weist Absaugöffnungen zum Absaugen der Durchströmungsluft durch einen Absaugkanal auf.

- Die wesentlichen Teile der Auswerteeinrichtung sind außerhalb des Schutzraums angeordnet, wohin die im Sortierstrahl entstandenen Signale der Mikropartikel über eine Außenwand des Schutzraums geleitet werden.

In Zusammenarbeit mit mehreren hiesigen Instituten und Kliniken sowie anderen Einrichtungen in Nordrhein-Westfalen konnten wir die CIF-Anlage neben gentechnologischen Arbeiten auch bei einer Vielzahl von Vorhaben einsetzen, in denen wegen potenzieller Biogefährdung frisch gewonnene Primärzellen verwendet wurden. Hauptsächlich aber bezogen sich solche Vorhaben auf Untersuchungen im Rahmen der Institutsarbeit zur Erforschung von Ursachen und Entstehung von Leukämie- und Lymphomkrankheiten. Aus den schon genannten Gründen zur Verbesserung der Sicherheit bei Zellsortierungen, aber auch weil Ersatzteile für die gegenwärtig betriebene(n) Zellsortier-Anlage(n) in absehbarer Zeit nicht mehr hergestellt werden, bemühen wir uns gegenwärtig im Kontakt mit mehreren Herstellern nachdrücklich um die Vermarktung unserer Produkt-Idee und die Produktion entsprechend hergestellter oder geringfügig modifizierter Geräte-Systeme.

Über zukunftssträchtige Anwendungsbereiche

Bei der Entwicklung des Verfahrens deutete sich schon zu Beginn das Potenzial für weitere Einsatzmöglichkeiten und Entwicklungen ab, zum Beispiel bei medizinischen Anwendungen sowie in industriellen Bereichen der Geräte-, Prozess- oder Umwelttechnik.

Gerade in unserem Institut und der hiesigen Klinik für Knochenmarktransplantation, auf der Suche nach Zellen des blutbildenden

Systems, die sich während der normalen Entwicklung stufenweise in Leukämie- und Lymphomzellen umwandeln können, ist die Weiterentwicklung der präparativen Zytometrie für therapeutische Zwecke geboten. Hierdurch könnten solche Vorläufer- und Stammzellen aus Patientenproben bestmöglich charakterisiert und isoliert werden, um sie in Verbindung mit den heute schon eingesetzten Anreicherungsverfahren für therapeutische Zwecke weiter zu bearbeiten, in einem Kultursystem zu behandeln und Patienten zu übertragen. Der Einsatz der bisher in der präparativen Zytometrie eingesetzten CIF-Anlage, die zugleich auch gemäß den für die Herstellung von Arzneimitteln geltenden so genannten cGMP-Richtlinien (current Good Manufacturing Practice) hergestellt wurde, sollte als Modell für therapeutische Zytometrie besonders geeignet sein.

Darüber hinaus sehen wir Einsatzmöglichkeiten im Bereich der Mikrobiologie und Immunologie für die Erforschung von Infektionskrankheiten und zudem bei industriellen Forschungs- und Entwicklungsvorhaben, sofern bei Herstellungsprozessen oder Endprodukten potenziell gefährliche oder toxische Mikropartikel gebildet und freigesetzt werden könnten. Im mikroskalischen Bereich liegen mit den Nano-Produkten auch freigesetzte Nanopartikel mit einer Größe von 200 Nano- bis 10 Mikrometern vor, die mit Hilfe unseres Verfahrens in Zusammenarbeit mit Instituten für Toxikologie und Arbeitsmedizin aufgetrennt und analysiert werden könnten. In diesem Zusammenhang verweisen wir auf den Beitrag von Thomas A.J. Kuhlbusch in der UNIKATE-Ausgabe Nr. 43 und die dortigen Abbildungen aus der Publikation der International Commission on Radiological Protection 66: Human Respiratory Tract Model for Radiological Protection.

Ausblick

Um Zellen und Partikel auf schonendere Weise zu sortieren, als dies mit Hilfe der Durchfluss-Zytometrie gegenwärtig möglich ist, zugleich die dabei unvermeidbaren Aerosolbildungen insbesondere bei Umgang mit biogefährdenden Proben weitestgehend zu vermeiden, arbeiten wir gegenwärtig an der Entwicklung eines chipbasierten Zellsortier-Verfahrens. Hierfür haben wir mit Mitarbeitern des Fachgebiets Allgemeine und Theoretische Elektrotechnik (ATE) der Universität Duisburg-Essen, des Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS, Duisburg, und der Firma Bartels Mikrosystem-Technik, Dortmund, eine Mikrosystem-Navigierte Parallel-Sortier-Anlage (MINAPSO) aufgebaut. Für diese Anlage wurde das elektro-hydrodynamisch wirksame Elektrowetting-Verfahren ausgewählt, um Zellen oder Partikel auf einem speziell entwickelten MicroChip in einem Fluidik-System parallel analysieren und sortieren zu können. Das auf drei Jahre angelegte Vorhaben wird vom Land NRW im Rahmen der Initiative NanoMikro+Werkstoffe unterstützt, wobei sich der gerade fertig gestellte Aufbau in der ersten Testphase befindet. Auch diese Produktidee wurde mit Hilfe des Science Support Centre unserer Hochschule patentrechtlich geschützt.

Summary

Sorting of potentially biohazardous probes is a topic of great interest in biomedical research. However, the problem of performing such cell sorting procedures while simultaneously protecting operators and samples has remained unresolved for a long time. To solve this problem we have developed a patent-protected device by adapting a cell sorting system to a special biosafety cabinet which satisfies the require-

ments for Class II cabinets. With aid of this unit, sorting can be performed according to the guidelines for safe biotechnology in conformity with the recommendations for Biosafety Level 2.

Anmerkungen

- 1) Caspersson TO: Cell growth and cell function, New York, 1950,185ff
- 2) Coulter WH: High speed automatic blood cell counter and cell size analyser, Proc Natl Electronics Conf, 1956,12,1034ff
- 3) Van Dilla MA, Trujillo TT, Mullaney PF, Coulter JR: Cell microfluorometry: a method for rapid fluorescence measurement, Science. 1969, 14,163(3872),1213f
- 4) Dittich W, Göhde W: Impulsfluorometrie bei Einzelzellen in Suspension, Z Naturforsch B, 1969,24(3),360f
- 5) Herzenberg LA, Sweet RG, Herzenberg LA: Fluorescence-activated cell sorting, Sci Am. 1976,234(3),108ff
- 6) Köhler G, Milstein C: Continuous cultures of fused cells secreting antibody of predefined specificity. Nature. 1975,7,256(5517),495ff
- 7) Kindler-Röhrborn A, Ahrens O, Liepelt U, Rajewsky MF: Expression of monoclonal antibody-defined cell surface antigens during rat brain development, Differentiation, 1985,30(1),53ff
- 8) Liepelt U, Kindler-Röhrborn A, Lennartz K, Reinhardt-Maelicke S, Rajewsky MF: Differentiation potential of a monoclonal antibody-defined neural progenitor cell population isolated from prenatal rat brain by fluorescence-activated cell sorting, Brain Res Dev Brain Res, 1990,1,51(2),267ff
- 9) Schmid I, Nicholson JK, Giorgi JV, Janossy G, Kunkl A, Lopez PA, Perfetto S, Seamer LC, Dean PN: Biosafety guidelines for sorting of unfixed cells, Cytometry, 1997, 1,28(2),99ff
- 10) Schmid I, Lambert C, Ambrozak D, Marti GE, Moss DM, Perfetto SP: International Society of Analytical Cytology. International Society for Analytical Cytology biosafety standard for sorting of unfixed cells, Cytometry A, 2007,71(6),414ff
- 11) Lennartz K, Lu M, Flasshove M, Moritz T, Kirstein U: Improving the biosafety of cell sorting by adaptation of a cell sorting system to a biosafety cabinet, Cytometry A, 2005,66(2),119ff

Die Autoren

Uwe Kirstein studierte Biochemie und Biologie an der Eberhard-Karls-Universität Tübingen. Sein Studium schloss er 1972 mit Diplom- und Promotion am Max-Planck-Institut für Virusforschung in der Abteilung Physikalische Biologie in Tübingen ab. 1976 wurde Kirstein Mitarbeiter im Institut für Zellbiologie (Tumorforschung) (IFZ) am Universitätsklinikum Essen. Hier hat er sich

an einer Vielzahl nationaler und internationaler Forschungsvorhaben zur Untersuchung molekularer und zellulärer Mechanismen der Krebsentstehung beteiligt und war daneben auch in der Lehre tätig. Mitglied der Deutschen Krebsgesellschaft e.V. ist er seit 1979. Seit 1987 forscht Uwe Kirstein auf dem Gebiet Zytometrie und Bildanalyse zum Nachweis spezifischer DNA-Schäden an Einzelzellen. 1995 wurde er Vorstandsmitglied des IFZ, 2003 Vorstandsmitglied des Zentrums für Medizinische Biotechnologie (ZMB) der Universität Duisburg-Essen. Seit 2008 ist er Kuratoriumsmitglied der Deutschen Stiftung zur Erforschung von Krebskrankheiten im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft. Nach seiner Pensionierung 2009 bekam er einen Beratervertrag mit dem Universitätsklinikum Essen für weitere Forschung und Entwicklung am IFZ sowie für Patent-Angelegenheiten.

Nach einer Ausbildung zum Technischen Zeichner absolvierte Klaus Lennartz ein Studium zum Diplom-Ingenieur im Fach Technisches Gesundheitswesen mit Schwerpunkt Biomedizinische Technik an der Fachhochschule Gießen-Friedberg. Seit 1981 arbeitet er am Institut für Zellbiologie (Tumorforschung) des Essener Universitätsklinikums im Bereich Durchfluss-Zytometrie und Bildanalyse sowie als Netzwerkadministrator und EDV-Beauftragter.

Die Antwort auf ein bislang ungelöstes Fingerprinting-Problem lieferten drei Forscher aus der Universität Duisburg-Essen. Das Verfahren ist besonders, weil es eine schnelle Installation und Kalibrierung der Infrastruktur in neuen Umgebungen erlaubt.

Wo bin ich

Patentierte Lokalisierungsdienstleistungen

Von Pedro José Marrón

Drei Forscher der Universität Duisburg-Essen haben sich nach mehreren Jahren Forschung mit der Firma Locoslab selbständig gemacht. Die Locoslab GmbH ist ein 2012 ins Leben gerufenes Spin-off der Universität, das Produkte und Dienstleistungen rund um das Thema Lokalisierung anbietet. Vielfältige Anwendungsmöglichkeiten durch den technischen Einsatz des sogenannten RF (Radio Frequency) Fingerprinting, so beispielsweise in den Bereichen Navigation auf Flughäfen, Einkaufszentren oder Messen sowie Zielverfolgung in der Logistik oder bei der Verkehrsüberwachung ergeben sich hier.

Um diese Anwendungen zu ermöglichen, werden hauptsächlich drei Arten von Dienstleistungen angeboten:

- (1) Installation und Bereitstellung einer auf Hardware und Software basierenden Infrastruktur für die Positionierung von Objekten im Indoor-Bereich.
- (2) Das Design und die Entwicklung von Apps für Android und iOS, die kundenspezifische ortsbezogene Dienste ermöglichen.
- (3) Die Analyse von Big Data-Informationen, die aus den ortsbezogenen Diensten extrahiert werden können, um Services für die Endkunden zu verbessern.

Besonders entscheidend für den Erfolg der Installationen und ein Alleinstellungsmerkmal der Firma ist das Verfahren zur schnellen Installation und Kalibrierung der Infrastruktur in neuen Umgebungen. Dies war in der Forschung in Bezug auf Fingerprinting-Verfahren ein ungelöstes Problem, die die Gründer der Firma bei deren Tätigkeit in der Forschung lösen konnten. Die Lösung, die aus den mehr als fünf Jahren Forschungsarbeiten entstanden ist, wurde Mitte 2012 zum Patent angemeldet. Die Motivation der Anmeldung war, sich einen Wettbewerbsvorteil für das noch zu gründende Start-up zu sichern, damit



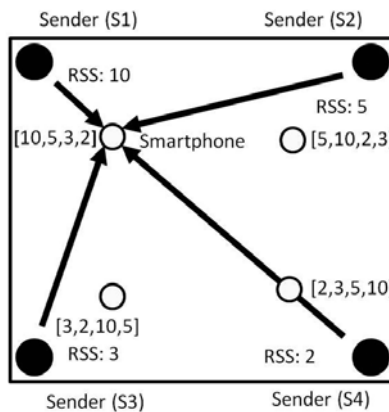
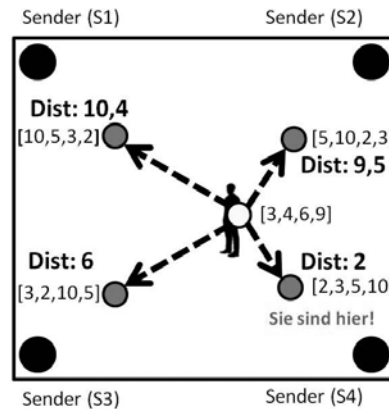
Pedro José Marrón. Foto: Timo Robert

andere Konkurrenten diese Lösung nicht ohne Konsequenzen kopieren könnten.

Fingerprinting- und Kalibrierungsansatz

Abbildung (1) zeigt die Nutzung des Fingerprinting-Ansatzes für die Positionierung einer Person, die mit einem Smartphone ausgestattet ist. Bei diesem Verfahren werden mehrere Funk-Quellen (Sender wie WLAN-Access Points, iBeacons usw.) angewandt, um die Position zu bestimmen. Dafür wird ein Vektor berechnet, der die geschätzte Nähe zu bekannten Funk-Quellen darstellt. In der Abbildung wird der Vektor $[3,4,6,9]$ vom Smartphone des Nutzers erfasst und so interpretiert, dass der Nutzer aus seiner Position heraus Sender 1 mit einer Stärke von 3 Einheiten, Sender 2 mit einer Stärke von 4 Einheiten, Sender 3 mit einer Stärke von 6 Einheiten und Sender 4 mit einer Stärke von 9 Einheiten erfassen kann. Diese Messung wird dann mit einer Datenbank von Vektoren verglichen, die theoretisch jeden Punkt im Raum beinhaltet. Bei der zweiten Abbildung hat man bei der Kalibrierung lediglich vier Punkte im Raum erfasst, womit die Positionierung eines Gerätes nach dem Vergleich mit der Messung zu einem dieser vier Punkten gemappt wird.

Um die Genauigkeit des Positionierungssystems zu steigern, müssen deswegen so viele Punkte wie möglich im Raum erfasst werden. Dieser Prozess heißt Kalibrierung des Positionierungssystems und kann sehr viel Zeit in Anspruch nehmen. Beispielsweise benötigte eine 3.000 m² Halle, die ein Raster von möglichen Positionen auf einem Meter definiert, 3.000 Messungen an den entsprechenden Stellen. Dazu kommt das Problem, dass Messungen durch den menschlichen Körper beeinflusst werden. So werden zum Beispiel Sender, die hinten sind, schwächer erfasst als die vorne, weil der menschliche Körper



(1) Nutzung des Fingerprinting-Ansatzes.
Quelle: eigene Darstellung

(2) Kalibrierung des Fingerprinting-Ansatzes.
Quelle: eigene Darstellung

die Funk-Signale abschirmt. Um diesen Effekt zu minimieren, kann man bei jedem Punkt im Raum nicht eine, sondern vier beziehungsweise acht Messungen nach einem Rotationsverfahren machen. Dadurch steigt die Anzahl der notwendigen Messungen von 3.000 auf 12.000 beziehungsweise 24.000.

Bei der Kalibrierung wird die Datenbank von möglichen Positionen jeweils mit einem oder mehreren solcher Vektoren initialisiert und mit einer echten Position in der Karte assoziiert. Anhand der Anzahl der Messungen, die dafür notwendig sind, galt deswegen bisher das Kalibrierungsverfahren eines Fingerprinting-Ansatzes als schwierig, langwierig und umständlich.

Das neue Kalibrierungsverfahren

Das von uns drei Forschern entwickelte Kalibrierungsverfahren basiert auf der Nutzung von mehreren Geräten gleichzeitig, die anhand von statistischen Verfahren und algorithmischen Optimierungen die Anzahl der Messungen drastisch reduzieren können.

Bei der zum Patent angemeldeten Technologie handelt es sich um ein Verfahren für die schnelle Kalibrierung einer Umgebung und für die Erzeugung einer Karte, die für die Positionierung benutzt werden kann. Mit diesem Verfahren kann eine Installation innerhalb von Minuten statt von Wochen oder Monaten abgeschlossen werden, womit der Einsatz der Technologie in neuen Bereichen möglich wurde. Als Beispiel für eine Installation diente die Internationale Funkausstellung (IFA) in Berlin im September 2013. Als junges Start-up durfte Locoslab einen gemeinsamen Stand beziehen und ihre Positionierungstechnologie in Halle 11 installieren. Mit einer Gesamtfläche knapp unter 3.000 m² wäre so eine Umgebung mit herkömmlichen Verfahren relativ aufwendig zu installieren. Mit dem zum Patent angemeldeten Verfahren wurden nur acht Minuten gebraucht, was ein Einsatz in solchen kurzlebigen Umgebungen wie einer Messe ermöglicht und neue Geschäftsmöglichkeiten eröffnet.

Bei der Patentanmeldung war die Unterstützung der Universität vorbildlich und die Patentanmeldeschrift wurde in der kürzesten Zeit geschrieben und als Internationale Patentanmeldung beim Europäischen Patentamt eingereicht. Die größten Schwierigkeiten lagen bei der richtigen Nutzung der Fachbegriffe und den Feinheiten der Patentanmeldung. Im Gegensatz zu wissenschaftlichen Publikationen, die für ForscherInnen nach ein paar Jahre problemlos zu schreiben sind, sind Patente große Unbekannte, die eine eigene Sprache und eigene Regeln besitzen. Selbst bei der Definition des ersten Anspruchs (Claim)

braucht man sehr lange. Außerdem ist die Struktur einer Patentanmeldeschrift außerordentlich wichtig und benötigt eine Erklärung, wenn man so ein Dokument noch nie gesehen hat. Zusätzlich zu der Schrift kommen die Feinheiten des Anmeldeprozesses, die für Europa und die USA unterschiedlich sind. Zum Beispiel dürfen in den USA (noch) Algorithmen zum Patent angemeldet werden, wohingegen sie in Europa mit gutem Grund nicht angemeldet werden dürfen. Es ist deshalb außerordentlich wichtig zu wissen, für welche Regionen der Welt man ein Patent anmelden will, bevor man überhaupt den Prozess anfängt. Aus diesen Gründen ist eine Unterstützung notwendig – insbesondere, aber nicht nur für WissenschaftlerInnen und ForscherInnen, die sich zum ersten Mal mit einer Patentanmeldung beschäftigen und sich durch die schwierigen Prozessabläufe kämpfen müssen.

Gründung der Locoslab GmbH

Nach der Anmeldung des Patents durch die Universität wurde dann die Firma Locoslab GmbH in der Hoffnung gegründet, nach der vertraglichen Übernahme der Patentrechte schnell Kunden und Lizenzabnehmer für die anspruchsvolle Technologie zu finden. Allerdings ist so eine Anmeldung zwar notwendig und absolut richtig, aber leider nur der erste Schritt in eine erfolgreiche Selbständigkeit. Unserer Erfahrung nach gibt es danach zwei große Hürden, die überwunden werden müssen, um überhaupt Lizenznehmer und Kunden zu finden.

Die erste hat mit den unterschiedlichen Vorstellungen der jeweiligen Parteien zu tun. Für die Neulinge in der Start-up Szene ist so eine Patentanmeldung und vor allem die Technologie, die dahinter steckt, fast wie ein Sohn oder eine Tochter. Man hat so viel Zeit und Energie darin investiert, dass es unvorstellbar ist, dass die Ansprech-

partner nicht verstehen und schätzen können, was für eine schöne, elegante und wissenschaftlich hochkarätige Lösung präsentiert wird. Es gelingt nur nach einer Weile und manchen erfolglosen Gesprächen, dass man in der Lage ist, sich vom eigenen „wissenschaftlichen Fleisch und Blut“ zu distanzieren und die Kundenbedürfnisse statt das angemeldete Patent oder die Technologie in den Vordergrund zu stellen. Das tut erst einmal weh, aber man kommt relativ schnell darüber hinweg.

Die zweite Hürde ist noch schwieriger zu überwinden, weil es mit der Wertschätzung der Lösung zu tun hat. Schließlich gründet man kein Unternehmen, weil man sich sonst am Wochenende langweilt, sondern um mindestens der nächste Google zu werden – oder sogar mehr. Deswegen versucht man des Öfteren in den ersten Gesprächen den Partnern klar zu machen, dass die Lösung zwar teuer klingen mag, sie aber verstehen müssen, dass sehr viele Jahre Forschung in so eine elegante Lösung geflossen sind. Außerdem bezahlen andere vor allem in der Mode-Branche für Eleganz sehr viel Geld und es lohnt sich etwas zu haben, was sonst keiner hat...

Diese Begründungen werden natürlich auch durch das Gefühl verstärkt, ein Patent angemeldet und viel Geld dafür bezahlt zu haben. Nicht nur wegen der Patentanwälte, die absolut notwendig sind, um einen vernünftigen Text zu produzieren, sondern auch, weil man sofort mit Gebühren überschwemmt wird. Aber man weiß, dass man etwas in der Hand hat, was extrem wertvoll ist – wie ein eigenes Kind – und es sich lohnt, dafür zu kämpfen.

Wer jetzt denkt, dass man zuerst die Hausaufgaben hätte machen müssen und eine Marktanalyse, Wettbewerbsvergleich mit Preisvergleichsanalysen und so weiter anfordern muss, hat wahrscheinlich noch nie versucht, ein eigenes Produkt, das neu, innovativ, wissenschaftlich „brillant“ (zumindest für sich selbst)

und vor allem elegant ist, auf den Markt zu bringen. Dutzende von Businessplänen und Analysen helfen zwar, die ursprüngliche Diskrepanz zwischen Erwartungswert und realem Wert zu verringern, aber sie sind keine zwangsläufige Lösung für das Problem.

Dazu kommen Schwierigkeiten in den Strukturen der potenziellen Kunden und solche Aussagen von großen Firmen wie: „Zu uns kommen oft Firmen und Start-ups, die ganz glücklich sind und meinen, sie hätten eine tolle Lösung, weil man 20, 30 oder sogar 50 Prozent der Kosten sparen kann. Wissen Sie was? Die Lösung ist bestimmt toll und ich bin sicher, dass es deutlich besser funktioniert, als das, was wir hier haben, aber wenn Sie nicht in der Lage sind, mindestens eine weitere Größenordnung an Kosten zu sparen, werden wir Ihre Lösung nicht in unsere Prozesse integrieren können. Es lohnt sich leider für uns nicht.“ Und damit fährt man nach Hause, um sich zu überlegen, was man machen kann, um die Preise noch um die Hälfte der Hälfte zu reduzieren, damit man überhaupt eine Chance auf dem Markt oder bei großen Firmen hat.

Mit anderen Worten sind die Herausforderungen, mit denen man konfrontiert wird, wenn man ein Start-up gründet, nicht unbedingt technischer Natur und auf keinen Fall alleine durch ein Patent oder eine Patentanmeldung zu lösen. Man braucht oft pragmatische Lösungen, die nicht nur im Labor funktionieren, preiswert sind, möglichst wenig Aufwand bei der Installation oder Nutzung benötigen und die die Bedürfnisse vielen Kunden ansprechen.

Für manche ist es vielleicht ganz einfach, so ein „Produkt“ zu finden. Für die anderen ist es äußerst schwierig oder scheint vielleicht sogar unmöglich zu sein. Es macht aber Riesenspaß, bei einem Start-up zu arbeiten, insbesondere, weil ein enormes Potenzial darin steckt und weil man sehr viel dabei lernen kann.

Aber eigentlich muss man schon ein bisschen verrückt sein, um sich in so eine Welt begeben zu wollen...

Summary

After five years of intense research in the area of indoor localization, three researchers of the University of Duisburg-Essen have founded Locoslab GmbH, a company that sells indoor localization solutions for airports, shopping centers, trade fairs and other applications. Locoslab offers three services: (1) The installation and provision of software and hardware needed to build an infrastructure for indoor localization. (2) The design and implementation of Apps for Android and iOS to meet the specific needs of the end-users. (3) Analysis tools for big-data that has been extracted through the use of location-based services.

With their patent-pending calibration approach, Locoslab GmbH is able to install a localization system in minutes instead of weeks or hours, making it a viable alternative for new application areas where installations are needed in quick changing environments such as trade fairs or conferences.

Despite the great support from the UDE regarding the submission of the patent application, there are a number of issues that need to be mentioned with respect to funding a new company. First of all, as a founder and scientist, it is very hard to understand that other people might not be genuinely interested in the elegance of the solution and do not appreciate its beauty. Secondly, putting a price to someone's own invention is harder than it seems, mostly due to the emotional attachment to the solution itself.

All in all, it is great to have the opportunity to fund a company and work on commercializing the product of scientific work although one needs to understand very quickly that most of the challenges to be

solved are not of technical nature and cannot be solved through patents or even logic. It is a hell of a trip to get involved with a start-up and one has to be a little crazy to do it but it is also extremely rewarding, especially if things go well in the end.

Der Autor

In Spanien geboren, studierte Pedro José Marrón das Fach „Computer Engineering“ an der University of Michigan in Ann Arbor bis 1998. Ab 1999 arbeitete er an der Universität Freiburg an seiner Doktorarbeit, die er 2001 mit Auszeichnung abschloss. Von 2003 bis 2007 leitete er die Arbeitsgruppe „Mobile Data Management and Sensor Network“ an der Universität Stuttgart. Seine erste Professur führte Pedro Marrón 2007 an die Universität nach Bonn. Dort leitete er in der Computerwissenschaft die Arbeitsgruppe „Sensor Networks and Pervasive Computing“. Seit 2009 ist er Professor an der Universität Duisburg-Essen und gleichzeitig führender Wissenschaftler am Fraunhofer Forschungsinstitut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie (FKIE) in Wachtenberg. Pedro Marrón ist einer der Gründer der Locoslab GmbH, einem Unternehmen, das kostengünstige Lösungen zur Lokalisierung in geschlossenen Räumen anbietet. Ferner ist er Vorsitzender der Steuerungskomitees von UBICITEC, kurz für „European Center for Ubiquitous Technologies and Smart Cities“. An diesem virtuellen Zentrum sind etwa 20 europäische Partner aus Wissenschaft und Industrie beteiligt. Das Ziel von UBICITEC ist die Koordination der Forschungsvorhaben zum Thema Smart Cities.



In diesem Beitrag berichtet Marco Hagen über seine Erfindung, eine Krafttrainingsmaschine für den Fuß, blickt auf die Chronologie der Ereignisse zurück und bezieht aus der Perspektive des Nachwuchswissenschaftlers kritisch zum Patentwesen Stellung.

Die Biomechanik des Fußes als Vorbild für eine anatomisch-funktionelle Krafttrainingsmaschine

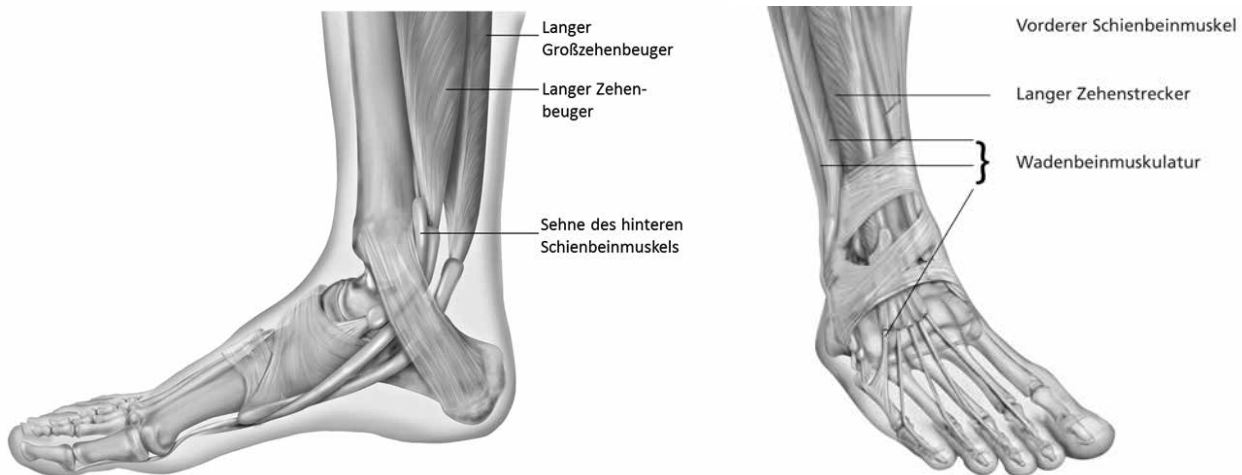
Ein kritischer Rückblick auf
eine erfolgreiche Patentverwertung
Von Marco Hagen

Die Biomechanik ist eine interdisziplinäre Wissenschaft, die auf den Bewegungsapparat einwirkende Kräfte analysiert und daraus resultierende Adaptationen biologischer Systeme untersucht. Nicht nur viele biomechanische Forschungsfragen, sondern auch technologische Entwicklungen sind aus den Beobachtungen der Natur entstanden. Als Musterbeispiel gilt der so genannte Pogostick¹, eine federnd wirkende Hüpfstelze, die die Hüpfbewegungen eines Kängurus simu-

liert. In der Sportartikelindustrie nutzt man die Kenntnisse über das Strömungsverhalten bestimmter synthetischer Materialien, um die Aerodynamik von Fahrzeugen zu verbessern. Ein großes Aufsehen erzielten die bei internationalen Wettkämpfen eingesetzten Schwimmanzüge: Mittlerweile ist der Einsatz dieser nanotechnologischen Hilfsmittel verboten (sog. Technodoping).

Auch die Konstruktion von Krafttrainingsgeräten orientiert sich an der Biomechanik des mensch-

lichen Körpers. Mittlerweile ist es möglich, die kleinsten Muskeln des Körpers mit entsprechenden Hilfsmitteln spezifisch zu trainieren. Krafttrainingsmaschinen sind daher so sinnvoll, da die trainierende Person den Widerstand feindosiert einstellen kann und die Zielmuskeln physiologisch über die volle Gelenkreichweite trainiert werden können. Der folgende Beitrag soll beispielhaft darlegen, wie die Verknüpfung funktionell-anatomischer Beobachtungen mit den grundlegenden Kenntnissen



(1) Mediale (a) und laterale (b) Unterschenkelmuskeln.
Quelle: Illustration von Holger Vanselow (<http://www.holgervanselow.de>)

über Krafttrainingsgeräte in einer sporttechnologischen Innovation mündet, die nun ein europaweites Anwendungsfeld in gesundheitsorientierten Trainingsstudios gefunden hat.

Die funktionelle Anatomie als Innovationsbaustein

Aus biomechanischer Sicht ist die Analyse der Bewegung des Fußes ein Schlüsselement empirischer Untersuchungen hinsichtlich der Belastung des menschlichen Körpers. Bei jeder Bewegung, die gegen die Schwerkraft und auf zwei Beinen stattfindet, ist der Fuß das Körpersegment, das die initiale Last aufnimmt. Das kinematische Verhalten der Fußknochen bestimmt dann, wie die einwirkenden Kräfte auf die darüber liegenden Körpersegmente transferiert und welche gekoppelten Bewegungen in Knie- und Hüftgelenk initiiert werden. Das System der Fußknochen weist dabei eine komplizierte und – aus evolutionärer Sicht – zugleich hoch intelligente Architektur auf. Gerade diese Einzigartigkeit, die in der anatomischen Zusammensetzung der Unterschenkel- und Fußknochen zugrunde liegt und deshalb biomechanische Analysen zu einem komplexen Unterfangen macht, ist die Grundlage für

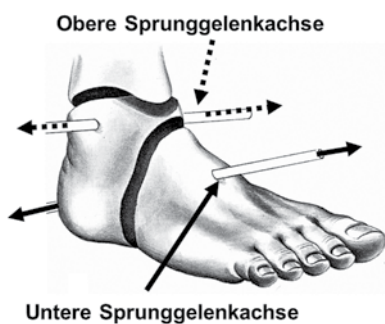
die Erfindung einer anatomisch-funktionellen Fußtrainingsmaschine, die im Herbst 2011 in ein marktreifes Produkt implementiert wurde.

Voraussetzung für eine sichere Abrollbewegung des Fußes bei der Fortbewegung ist die seitliche Stabilität des Fußes. Bis dato wurden Sportler mit instabilen Sprunggelenken meist mit externen orthopädischen Stabilisierungshilfen versorgt. Dies sind in der Regel Einlagen, welche durch ihre Formgebung und zusätzliche Stützelemente den Fuß bei der Abrollbewegung kontrollieren sollen. Sportler mit einer äußeren Sprunggelenkinstabilität greifen sehr oft auf protektierende Schienen (sog. ‚braces‘) zurück. Die stabilisierende Wirkung von Einlagen ist allerdings wissenschaftlich sehr umstritten². Vielmehr wurde aber in einer Vielzahl wissenschaftlicher Studien ein reduziertes Kraftpotenzial der Unterschenkelmuskeln bei Sportlern mit Sprunggelenkinstabilitäten nachweisen³. Dennoch spielte bislang das gezielte Krafttraining der inneren und äußeren Unterschenkelmuskeln eine eher untergeordnete Rolle. Die körpereigene Stabilisationskapazität des Fußes wird vor allem durch die Unterschenkelmuskeln gewährleistet, deren Muskelbäuche im Bereich des Schien- und Wadenbeins

liegen und die mit ihren Sehnen an den Fußknochen ansetzen. Über die biomechanisch sehr effiziente Umlenkung um den Innen- und Außenknöchel erfahren die Muskeln eine enorme Hebelarmvergrößerung und können somit trotz ihrer geringen Muskelmasse beträchtliche Drehmomente erzeugen (Abb. 1). Insbesondere beim einbeinigen Stehen ist zu erkennen, wie die Unterschenkelmuskeln zur Stabilisation reaktive Ausgleichsbewegungen des Fußes hervorrufen. Folglich ist beim Vorliegen einer Instabilität des Fußes, wie beispielsweise nach einem Außenbandriss, die Kräftigung der inneren und äußeren Unterschenkelmuskeln von großer Wichtigkeit. Dies wird am besten durch Widerstandsübungen erreicht, bei denen die trainierende Person mit dem Fuß seitliche Schwenkbewegungen gegen individuell unterschiedlich dosierte äußere Lasten bis zum lokalen Muskelversagen durchführt. Um die Zielmuskeln effektiv zu kräftigen, müssen vor allem die anatomischen Gegebenheiten berücksichtigt werden. Die seitlichen Schwenkbewegungen des Fußes nach außen und innen werden Supination bzw. Pronation genannt. Pronation und Supination sind die Bewegungen um die untere Sprunggelenkachse, welche eine anatomische Besonderheit auf-

weist: Im Gegensatz zu den Bewegungsachsen der anderen großen Gelenke, wie zum Beispiel Knie-, Hüft-, Schulter- oder Ellenbogengelenk, deren Achsen in traditioneller X-, Y- und Z-Richtung ausgerichtet sind, verläuft die Achse des unteren Sprunggelenks windschief. Isman und Inman⁴ bestimmten die Ausrichtung der Achse anhand von 46 Leichenfüßen: Von der Neutralstellung des Fußes im aufrechten Stand ausgehend ist die Achse um 41° nach oben und um 23° nach innen geneigt.

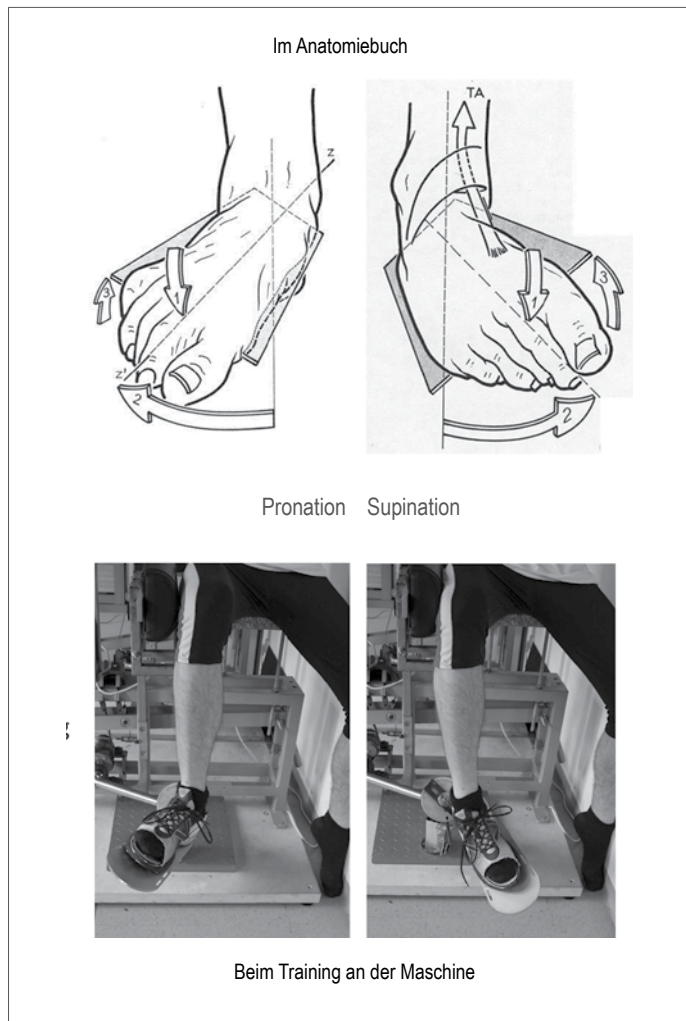
Bei der Recherche nach Übungsgeräten fiel auf, dass neben den traditionellen so genannten Wadentrainern, die in nahezu jedem Fitness-Studio zu finden sind, vereinzelt Fußtrainingsgeräte existieren. Doch diese weisen zum einen eine unzureichende und nicht funktionelle Widerstandsgebung (z.B. durch Gummibänder) auf, zum anderen entsprechen die Bewegungen nicht der zuvor beschriebenen anatomischen Funktion des unteren Sprunggelenks. Es schien, als wäre für die Trainingsgeräteindustrie die technische Umsetzung der unteren Sprunggelenkachse in eine Krafttrainingsmaschine aufgrund der anatomischen Komplexität eine bis dato zu schwierige Herausforderung. Obwohl die vorliegende Problematik trivial erscheint, gab es bis zur



(2) Funktionelle Anatomie der Sprunggelenkachsen.

Quelle: nach Isman & Inman, 1969

Markteinführung der anatomisch-funktionellen Pronatoren- und Supinatorenmaschinen, die in den Betrieben von Kieser Training unspektakulär als B3 und B4 bezeichnet



(3) Pronation und Supination im unteren Sprunggelenk nach Anatomiebuch und an der entwickelten Maschine.

Quelle: Kapandji 2001

werden, keine Möglichkeit des apparativen Krafttrainings der seitlichen Unterschenkelmuskeln. Hervorzuheben ist, dass durch die Verknüpfung zweier bekannter Variablen, der funktionellen Anatomie des unteren Sprunggelenks zum einen, und der Mechanik von Krafttrainingsmaschinen zum anderen, eine technische Neuheit entstanden ist, das für das präventive und rehabilitative Training bei Sprunggelenkinstabilitäten und -verletzungen einen enormen Fortschritt darstellt.

Der zeitliche Verlauf von der Idee bis zum marktreifen Endprodukt

Die Trainingsmaschine stand nicht nur im Mittelpunkt eines

Innovationsprojekts, sie bildete vor allem die Basis einer grundlegenden wissenschaftlichen Untersuchung der Steigerung des körpereigenen Stabilisationspotentials durch Muskelkrafttraining der seitlichen Fußstabilisatoren. Daran geknüpft waren eine Dissertation und mehrere Examensarbeiten. In Abbildung (3) ist der zeitliche Verlauf des Forschungs- und Entwicklungsprojekts dargestellt: Von der Erfindungsmeldung über einen Zeitraum von Vertragsverhandlungen mit dem industriellen Auftraggeber bis zum Projektbeginn, an den sich die ersten Untersuchungen am zwischenzeitlich gefertigten Prototyp anschlossen. Nach den ersten gewonnenen Erkenntnissen musste der Proto-

April 2005	Erste Gespräche über den Bedarf einer Fußtrainingsmaschine für das gesundheitsorientierte Krafttraining
Juli 2005	Einigkeit über das Forschungs- und Entwicklungsprojekt, Erfindungsmeldung
September 2005	Patentanmeldung „Trainingsmaschine I“
Oktober 2005 bis Februar 2007	Verhandlungen um die Lizenzrechte. Inzwischen: Fertigung der Fußapparatur
März 2007	Vertragsunterschrift
Juni 2007	Patentanmeldung „Trainingsmaschine II“
Dezember 2007	Fertigstellung des ersten Prototyps
Mai 2008	Optimierung des Prototyps
Mai 2008 bis Dezember 2008	Untersuchungen an der Maschine
Januar 2009 bis Juli 2009	Interventionsstudie über das körpereigene Stabilisationspotential durch Krafttraining der seitlichen Unterschenkelmuskeln
Oktober 2009	Patenterteilung „Trainingsmaschine II“
Oktober 2010	Patenterteilung „Trainingsmaschine I“
November 2011	Belleferung der Franchise-Betriebe in Deutschland, Österreich und Schweiz

(3) Zeitlicher Verlauf von der Erfindung bis zur Patentverwertung.

typ modifiziert werden, bevor die oben genannte Interventionsstudie beginnen konnte. Der erfolgreich überprüfte Prototyp konnte an den Auftraggeber übergeben werden. Inzwischen wurde die an der UDE entwickelte Technologie in ein Endprodukt implementiert, das robust genug ist, dem täglichen Einsatz der gesundheitsorientierten Endverbraucher Stand zu halten. Die Zeitleiste spiegelt einen Zeitraum von sechseinhalb Jahren wider. Zeitliche Verzögerungen durch Vertragsverhandlungen und technisch notwendige Modifikationen hatten entsprechende Verzögerungen der wissenschaftlichen Qualifikationsarbeiten zur Folge.

Die Trainingsmaschine ist mittlerweile über zwei erteilte europäische Patente geschützt^{5,6}. Nachdem das Europäische Patentamt im Frühjahr 2007 Entgegenhaltungen zu der ersten Patentanmeldung vermeldete, resultierte aus neuen Überlegungen über die Maschinenachsenmechanik eine weitere Erfindung (Trainingsmaschine II), die im Juni 2007 zum Patent angemeldet wurde. Erstaunlicherweise wurde das später angemeldete Patent am 7.10.2009 erteilt. Die ursprüngliche

Trainingsmaschine, die bereits 2005 angemeldet wurde, erhielt die Patenterteilung erst ein Jahr später am 17.10.2010.

Die technische Umsetzung

Wird die Erfindungsförderung der UDE gegenwärtig durch das Science Support Centre (SSC) gewährleistet, waren zum Zeitpunkt der Konstruktion der Trainingsmaschine in den Jahren 2005/2006 die meisten Servicestrukturen des SSC noch im Aufbau. So gab es beispielsweise noch keine Innovationsfabrik mit Patentscouts und professionellen Designern. Zur Konstruktion der Trainingsmaschine wurde daher auf altbewährte Unterstützer zurückgegriffen, die dem Biomechanik Labor des Instituts für Sport- und Bewegungswissenschaften bereits vor der Fusionierung der Universitäten mit der Fertigung von Testapparaturen für Bewegungsanalysen und Umknicksimulationen zur Verfügung standen. Heinrich-Peter Kutsch von der zentralen Mechanikwerkstatt ist seit mehr als 20 Jahren nicht nur als technischer Dienstleister, sondern vor allem wertvoller Ideengeber für die tech-

nische Umsetzung biomechanischer Fragestellungen. Seine schnelles Verständnis von der Fußmechanik, die in die Funktion der Trainingsmaschine eingebracht werden musste, um den Patentansprüchen genüge zu tragen, ermöglichte eine schnelle Fertigung der Fußapparatur, dem Herzstück des Trainingsgerätes, bis März 2007 (Abb. 4a).

Da die Trainingsmaschine mit der puristischen, aber zugleich sehr effektiven Kieser-Technologie ausgestattet werden sollte, wurde die Fußapparatur mit einem vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Gewichtsstock verbunden. Dieser Entwicklungsprozess benötigte mehr Zeit als ursprünglich vorgesehen, da sich die erste Idee der Kraftübertragung per Stahlseilkonstruktion als nicht praktikabel erwies. Nach einer kurzen Phase der Frustration konnten dann im Mai 2008 die ersten Messungen durchgeführt werden. Die aus dem Fehlversuch zurückgebliebenen Stahlseile wurden in modifizierter Form für die Drehmomentmessungen zur Bestimmung der Muskelkraft verwendet. So war jeder Entwicklungsschritt lehrreich und, auch wenn erst am Ende ersichtlich, sinnvoll. Letztendlich wurde die Kraftübertragung mit Hilfe einer Kardanwelle umgesetzt. In dieser Form ist das Gerät gegenwärtig nicht nur für Trainingszwecke, sondern auch für die Muskelkraftdiagnostik im Labor im Einsatz. Die Endversion der Maschine, die robust genug für den täglichen Gebrauch in den Trainingsbetrieben sein musste, wurde im Sommer 2011 von den Ingenieuren von Kieser Training fertiggestellt und in einigen Schweizer Betrieben in einer Pilotphase auf Kundentauglichkeit getestet. Die offizielle Markteinführung war im Herbst 2011. Im Jahr 2012 wurde der Kieser Training AG für die Entwicklung der beiden neuentwickelten Trainingsmaschinen für den Beckenboden und die Fußmuskulatur der „Fitness Tribune Award für Innovation 2012“ verliehen.

Präventive Wirkung des funktionellen Unterschenkelkrafttrainings

In einer anschließenden Interventionsstudie, die im Biomechanik Labor des Instituts für Sport- und Bewegungswissenschaften durchgeführt wurde^{7,8}, trainierten 22 Sportstudierende über zehn Wochen ihre Unterschenkelmuskeln. Das rechte Bein kräftigten sie mit Hilfe der neu entwickelten Maschine. Das linke Bein trainierten sie an traditionellen

toeren festgestellt werden. Der Effekt: Der Fuß wird beim Laufen gegen die Einwärtsdrehung stärker muskulär gesichert und kontrolliert abgerollt. Das führt zu einer erheblichen Stabilisierung des Sprunggelenks. Davon profitieren besonders Läufer: Eine übermäßige Einwärtsdrehung (Pronation) ist die Ursache vieler Beschwerden wie Läuferknie, Achillessehnenbeschwerden, Schienbeinkantensyndrom oder einer Entzündung der Plantarfaszie.

Verlauf der nachfolgenden Bewegung und kann durch die Verspannung der Fußknochen modifiziert werden. Wie alle Muskeln des Körpers atrophieren auch die Unterschenkel- und Fußmuskeln bei fehlender Beanspruchung. Der Abbau der Muskelkraft wird insbesondere durch das Tragen von Schuhen mit steifen, also wenig beweglichen Sohlen, begünstigt. Durch die fehlende Bewegung des Fußes im Schuh erfahren die Fußmuskeln nur sehr geringe Belastungsreize – und was der menschliche Körper scheinbar nicht mehr benötigt, baut er ab: Muskulatur. Bei Menschen anderer Lebenskulturen, die immer barfüßig gehen, ist die Fuß- und Unterschenkelmuskulatur wesentlich kräftiger. Verglichen mit US-amerikanischen College-Studierenden zeigen Gang- und Laufanalysen westafrikanischer Menschen, die sich zeitlebens barfüßig fortbewegen, dass diese den Fuß durch seine kräftige Muskulatur viel stärker als Stoßdämpfer nutzen. Dies lässt den Schluss zu, dass insbesondere wir Menschen aus den Industrienationen, die wir unsere Fußmuskulatur aufgrund des technischen Fortschritts und des veränderten Konsumverhaltens sehr eingeschränkt nutzen, nur noch über ein unzureichendes Maß an Fußmuskelkraft verfügen. Es zeigt sich also deutlich der Bedarf nach einer anatomisch-funktionellen Krafttrainingsmaschine für die Fuß- und Unterschenkelmuskeln.



(4) Prototyp (links) und Endprodukt (rechts).

Trainingsmaschinen (Fußstrecken/Fußheben).

Um die Stabilität des Sprunggelenks vor und nach dem Training zu prüfen, wurden die Bewegungen des rechten und linken Fußes beim Laufen und bei einem simulierten seitlichen Umknicken untersucht. Bei neun Teilnehmern wurden zusätzlich mittels einer Magnetresonanztomographie die Zuwächse des Muskelvolumens bestimmt.

Das Ergebnis: Bei beiden Beinen zeigte sich ein Zuwachs der vorderen Schienbein- sowie der seitlichen Wadenbeinmuskulatur. Durch die verbesserte seitliche muskuläre Verspannung knickten die Teilnehmer weniger schnell um. Zugleich verkürzten sich die muskulären Reaktionszeiten.

Allerdings konnten nur am rechten Bein durch das funktionelle Krafttraining erhebliche Muskelzuwächse der tiefen inneren Supina-

Weitere Untersuchungen an 30 jüngeren und 30 älteren Menschen⁹ weisen darauf hin, dass die Gleichgewichtskontrolle beim Tandemstand, bei dem die Füße in Längsrichtung hintereinander platziert werden, maßgeblich von der Muskelkraft der Supinatoren vorherbestimmt wird. Zudem sind die Stabilitätsgrenzen der Stützfläche, innerhalb jener der Körperschwerpunkt ausbalanciert werden kann, von der Muskelkraft der Pronatoren abhängig. Die Kraft der Unterschenkelmuskeln trägt also potentiell zur Prävention von Stürzen bei, die insbesondere bei älteren Menschen im Hinblick auf den demographischen Wandel eine hervorzuhebende gesundheitspolitische Relevanz besitzt.

Bei der menschlichen Fortbewegung fungiert der Fuß als erste Kontaktstelle des Körpers mit dem Boden. Seine Positionierung vor dem Aufsetzen bestimmt den weiteren

Die Rahmenbedingungen

Die Neuentwicklung eines Produktes ist für Industriepartner mit einem erheblichen unternehmerischen Risiko verbunden. So sind die Zeitabläufe im Vergleich zu einem gewöhnlichen Forschungsprojekt oder einem Produkttest sicherlich nicht so exakt planbar. Bei der Erstellung eines Prototyps, wie am Beispiel der Trainingsmaschine ersichtlich, sind eventuelle Zwischenschritte notwendig, die das Projekt immer wieder verzögern können. Die Schwierigkeit im vorliegenden Fall

war vor allem die Orientierung der Bewegungsachse sowie die Einstellbarkeit der beweglichen Fußapparatur auf die individuell-verschiedene Fußanthropometrie. Ohne das Einhalten dieses Patentanspruches hätte das aufwendig erforschte Produkt seinen Schutz verloren und industriellen Konkurrenten freies Feld zum Nachahmen geboten.

Die Zielsetzung des Kooperationspartners Kieser Training ist es, selbstverantwortlichen Menschen die Möglichkeit zu geben, ihren Bewegungsapparat gesund und leistungsfähig zu erhalten“ (www.kieser-training.de/unternehmen, Zugriff am 13.6.2014). Kieser Training war von Anfang an von dem wissenschaftlichen Ansatz überzeugt, dass dem Fuß eine Schlüsselrolle bei der Stabilisation des Körpers bei der Fortbewegung und beim Sport zuzusprechen ist. Die Integration der „vergessenen Muskeln“ des Fußes und Unterschenkels in das regelmäßige Krafttraining passte also zur Philosophie des Forschungspartners. Zudem erweiterte das Fußmuskeltraining die Zielgruppe des Unternehmens: Sportler! So war Kieser Training doch bisher hauptsächlich durch den Werbeslogan „Ein starker Körper kennt keinen Schmerz“ bekannt, der eher Menschen im fortgeschrittenen Alter anspricht.

Die Offenheit von Seiten des Kooperationspartners war vor allem aber auch in den verantwortlichen Personen zu finden, die das Projekt und seine Risiken auf Seiten des Auftraggebers trugen. Bei der Entwicklung der Trainingsmaschine zeigte die Forschungsabteilung der Kieser Training AG unter der Leitung von Dr. Sven Göbel eine enorm vertrauensvolle Haltung zu dem Projekt. Diese Zuversicht und die gleichzeitige Zurückhaltung gaben dem Projekt einerseits Kraft, vielmehr verliehen sie ihm aber Ruhe für kreative Prozesse, die sonst häufig durch eng gesetzte Terminfristen zerstört werden.

Kritischer Rückblick aus Sicht des Nachwuchswissenschaftlers

Das Arbeitsumfeld der Universität und die akademische Freiheit, die viele Promovenden genießen, bieten motivierten kreativen NachwuchswissenschaftlerInnen enorme Möglichkeiten, das Innovationspotential ihrer Ideen wissenschaftlich zu überprüfen. Die erfolgreiche Umsetzung der Erfindung in ein Produkt und deren Verwertung unterstreichen nicht nur den wissenschaftlichen Erfindergeist, sondern auch den Tatendrang des Nachwuchswissenschaftlers. Für viele Industriepartner sind gerade diese Handlungskompetenzen eines Wissenschaftlers ein ausschlaggebendes Kriterium für attraktive außeruniversitäre Anschlussbeschäftigungen. Ebenfalls wird man innerhalb der wissenschaftlichen Fachgesellschaften als innovativ arbeitender Forscher wahrgenommen. Die ruft in der Regel sehr positive Rückmeldungen hervor, und man bekommt die Gelegenheit, aus der Menge der Kolleginnen und Kollegen herauszuragen. Andererseits lassen sich Begegnungen mit Neidern nicht vermeiden. Einige staunen darüber, wie die Anatomie des menschlichen Körpers als Vorbild für ein neues Produkt dienen kann. Insgesamt gesehen überwiegt aber eine sehr positive Wertschätzung der wissenschaftlichen Innovation, insbesondere beim Erfahrungsaustausch mit Kolleginnen und Kollegen aus medizintechnischen, orthopädischen und ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen.

Rückblickend war es wohl eine einzigartige Erfahrung, wie aus einer Erfindung, deren Inhalt zunächst auf einem einzigen DIN A4-Blatt zusammengefasst und der universitären Patentverwertungsabteilung gemeldet wurde, eine technische Neuheit entstand und nun überall in den Studios von Kieser Training zu finden ist. Auf dem Weg dorthin gab es in einer sich wandelnden Universität hochinteressante Begegnungen

mit – zurückhaltend ausgedrückt – teilweise noch nostalgischen Universitätsstrukturen bis hin zu hoch professionell arbeitenden Innovationsdesignern, Technikern und Patentanwälten. In der beschriebenen Maschinenentwicklung steckt also gewissermaßen auch der Wandel der Hochschule.

Gerade für einen jungen Nachwuchswissenschaftler bedeutet das Bestreben, aus der eigenen Idee einen technischen Fortschritt zu entwickeln, gleichzeitig viele neue Erfahrungen, die weit über die herkömmliche Projektorganisation hinausgehen. Innerhalb kürzester Zeit lernt man zum einen die verschiedensten Abteilungen der Hochschule kennen, zudem ist man als Erfinder der wichtigste Gesprächspartner für den Lizenznehmer in den Verhandlungsgesprächen. Trotz der immer wieder auftauchenden Hindernisse ist es gerade die intrinsische Motivation, die einen nicht aufgeben und unermüdlich auf dem Weg zu einem großen Ziel arbeiten lässt. Der vorliegende Beitrag soll also auch ein Appell an junge Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen sein, ihre eigenen Visionen zu realisieren und somit ihr wissenschaftliches Selbstkonzept zu entfalten. In unserer wissenschaftlichen Kultur des „Publish or Perish“, die durch eine mittlerweile unüberschaubare Anzahl von Fachzeitschriften, dem ständigen Blick auf Impact-Faktoren und eine steigende Autoreninflation charakterisiert ist, scheint insbesondere die wissenschaftliche Kreativität abhanden gekommen zu sein. Gerade durch ein Patent wird das Innovationspotenzial eines Forschers hervorgehoben.

Trotz erteilten und erfolgreich verwerteten Patents bleibt die Realität des Nachwuchswissenschaftlers an der Universität Duisburg-Essen aber unverändert. Forschungsinnovationen nehmen nur bedingt Einfluss auf personalpolitische Entscheidungen in der Fakultät. Für den Nachwuchswissenschaftler bleibt dennoch das Gefühl, etwas Eigenes,

ein Unikat, geschaffen zu haben. Es stärkt das Selbstvertrauen, die wissenschaftliche Karriere fortzusetzen. Trotzdem stellt sich die Frage, weshalb innovativ arbeitende Nachwuchswissenschaftler häufig abwandern beziehungsweise abwandern müssen, um ihre weiterentwickelten Ideen mit mehr Eigenverantwortung umsetzen zu können. So wächst doch aus den meisten wissenschaftlichen Erfindungen ein neues Forschungsprofil, das nicht nur für den Erfinder, sondern auch für die Institution ein Aushängeschild darstellt. Aus Sicht eines Erfinders, der seine Ideen mit seiner Identifikation mit der Universität Duisburg-Essen und der Mentalität des Ruhrgebiets verwirklicht hat, ist diesbezüglich ein offeneres Denken der Köpfe der Hochschule erwünscht.

Summary

The present paper reviews the process of the development of a strength-training machine for the foot muscles, the scientific background and the exploitation of the patents. The prototype was manufactured by the mechanical department of the University of Duisburg-Essen and tested by biomechanical experiments in the Institute of Sport and Movement Sciences. In 2009 the machine was patented and in 2011 it was launched on to the health market. Meanwhile, it is used in strength-training facilities in several European countries.

The invention is based on the anatomy of the subtalar joint which is located under the ankle joint. The subtalar joint axis has a unique orientation within the human body which is deviated from the longitudinal foot axis to medial and dorsal. A subsequent intervention study revealed the bio-positive effects of functional anatomic subtalar strength-training of the pronators and supinators on foot stability. Subtalar-specific strength increase is especially recommended for the

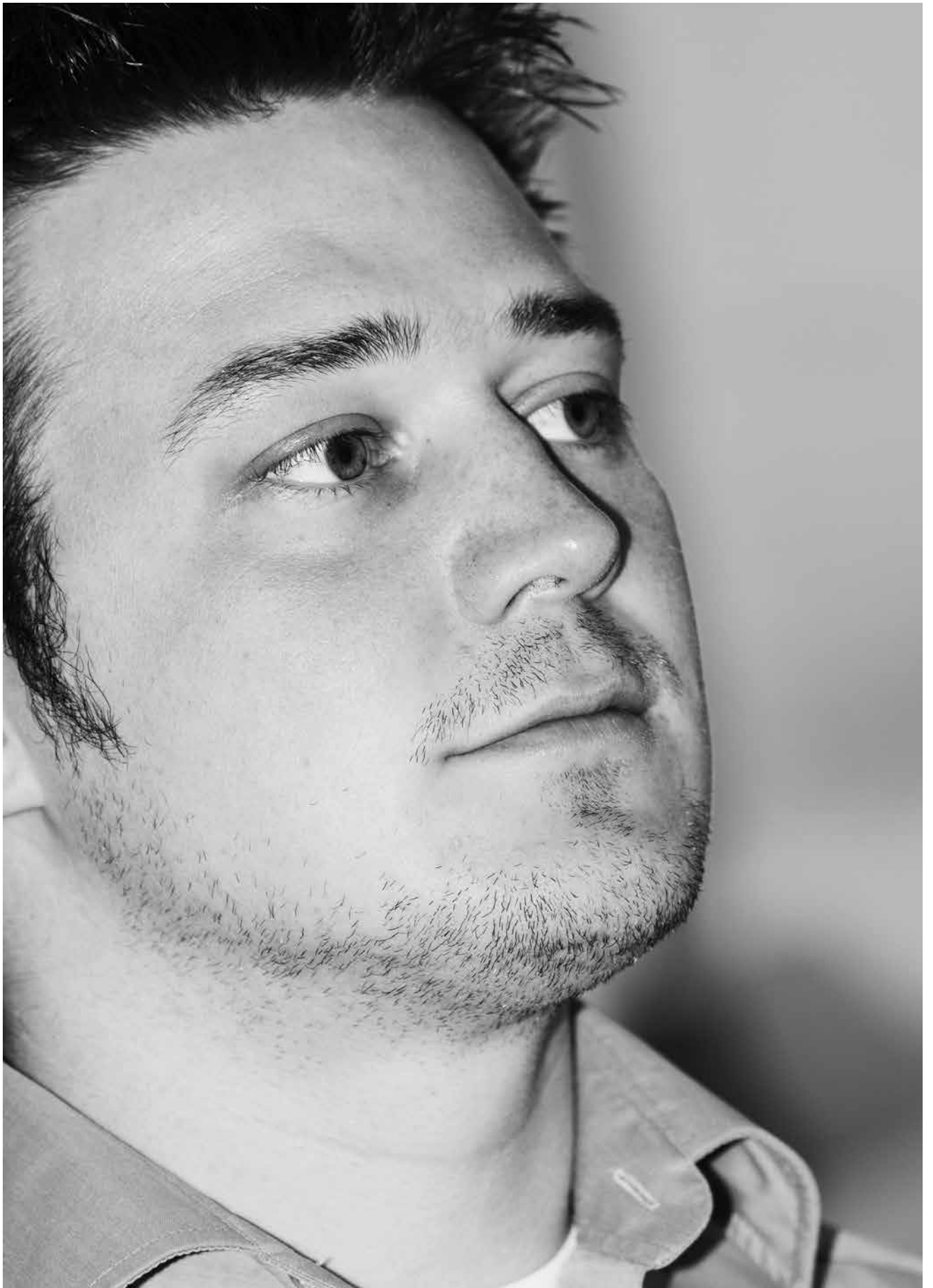
prevention and rehabilitation of exercise-related injuries. Furthermore, subtalar muscle strength is found to determine the postural control during several standing positions. Therefore, pronator and supinator strengthening should be integrated into training programs to prevent falls in elderly people. The subtalar strength-training machine is one example of how the anatomical and biomechanical function of the human body is implemented in sports technology.

Anmerkungen/Literatur

- 1) Gottschall E, Pohl M (1922). Federnd wirkende Hufpfelze. DE352704A (Patentschrift).
- 2) Nigg BM (2001). The role of impact forces and foot pronation: a new paradigm. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 11(1):2-9.
- 3) Arnold BL, Linens SW, de la Motte SJ, Ross SE (2009). Concentric evertor strength differences and functional ankle instability: a meta-analysis. *Journal of Athletic Training*, 44(6):653-62. doi: 10.4085/1062-6050-44.6.653.
- 4) Isman R, Inman V (1969). Anthropometric studies of the human foot and ankle. *Bulletin of Prosthetic Research*, 11:97-129.
- 5) Hagen M. EP 1 767 249 B1 Trainingsmaschine (Europäisches Patent, erteilt am 17.10.2010)
- 6) Hagen M. EP 2005 997 B1 Trainingsmaschine (Europäisches Patent, erteilt am 7.10.2009)
- 7) Hagen M, Lescher S, Gerhardt A, Spichalla S, Hennig EM, Felber S (2010). Deep plantarflexor strength increase changes rearfoot motion in shod running. 2nd i-FAB Congress Seattle, USA.
- 8) Hagen M, Lescher S, Felber S, Hennig EM (2014). Effects of high resistance shank muscle strength training on foot behavior during a sudden ankle supination. *PLoSOne* (in Revision).
- 9) Hagen M, Seidel S, Sanchez-Bergmann D, Hennig EM (2012). Der Beitrag der Pronatoren und Supinatoren des Fußes zur Gleichgewichtskontrolle im Alter. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 63 (7-8), 199.
- 10) Lieberman DE, Venkadesan M, Werbel WA, Daoud AI, D'Andrea S, Davis IS, Mang'eni RO, Pitsiladis Y (2010). Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners. *Nature*, Jan 28;463(7280):531-5. doi: 10.1038/nature08723

Der Autor

Marco Hagen ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Biomechaniklabor des Instituts für Sport- und Bewegungswissenschaften. Seit seinem Diplomstudium der Sportwissenschaften an der Deutschen Sporthochschule Köln erforscht er die präventiven Effekte von Krafttraining auf Sportverletzungen und die biomechanischen Eigenschaften von Laufschuhen. Im Rahmen seiner im Jahr 2011 abgeschlossenen Promotion entwickelte und untersuchte er eine funktionell-anatomische Krafttrainingsmaschine für die Pronatoren und Supinatoren des Fußes. Gegenwärtig arbeitet er an seiner Habilitation über die Bewegungskopplungen der unteren Extremitäten bei der Lokomotion. Weitere Forschungsschwerpunkte sind die Diagnostik der Muskelkraftkapazität und Propriozeption bei Sportlern instabiler Sprunggelenke sowie die Analyse prädisponierender biomechanischer Faktoren der Hüftgelenksarthrose. Marco Hagen lehrt in den BA/MA-Studiengängen die naturwissenschaftlichen Grundlagen des Sports. Im Jahr 2012 wurde er mit dem Preis für hochschuldidaktische Innovationen der Universität Duisburg-Essen ausgezeichnet.



Kenny Saul, einer der Gründer der SHS plus GmbH, berichtet in diesem Interview über die Anfänge des Unternehmens, welche Rolle ein Patent dabei spielte, und wie man sich für die Zukunft aufstellt.

Gute Gründe(r) für Patente

Erfolgreiche Gründung aus der Universität Duisburg-Essen

Die SHS plus GmbH ist ein aus der Universität Duisburg-Essen (UDE) gegründetes Unternehmen in der Kunststoffbranche. Am Anfang stand ein an der Hochschule angemeldetes Deutsches Patent zur Energieeffizienz in der Kunststoffverarbeitung, das hilfreich bei der Unternehmensgründung war. Kenny Saul, Gregor Hiesgen und Martin Spitz haben alle an der UDE Maschinenbau studiert und in diesem Bereich auch wissenschaftlich gearbeitet und promoviert, bevor sie mit SHS den Schritt in die Selbstständigkeit wagten. Das Team komplettiert der Wirtschaftsingenieur Patrick Weiß.

Mit Kenny Saul (KS), dem Geschäftsführer des jungen Unternehmens, sprachen Stefanie Peschel und Barbara Bigge (beide Science Support Centre, SSC).

SSC: Erzählen Sie uns doch einfach einmal – für Laien verständlich – von Ihrem angemeldeten Patent.

KS: Die Patentanmeldung, die wir mit der Universität Duisburg-Essen haben, hat mit Energieeffizienz in kunststoffverarbeitenden Prozessen zu tun.

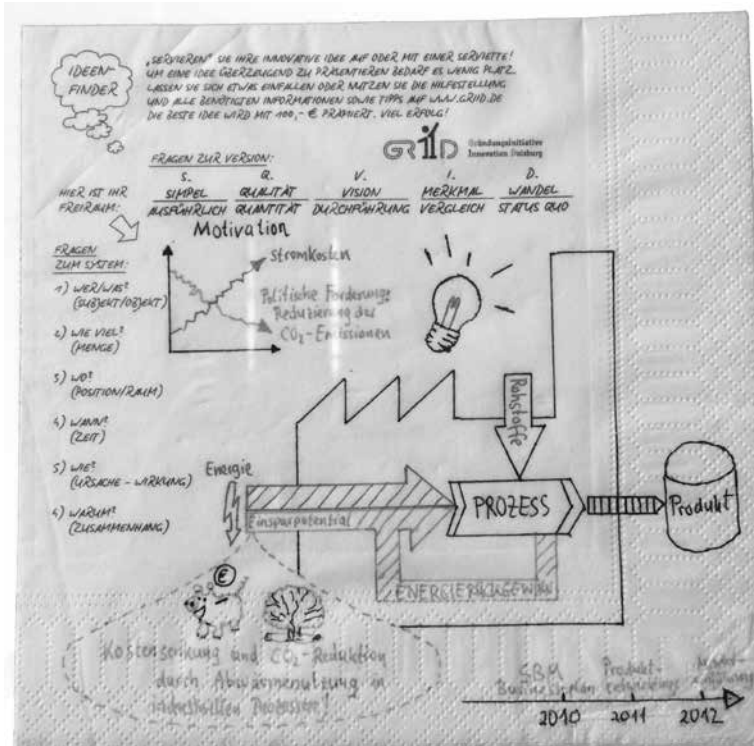
In der Kunststoffverarbeitung sieht es so aus, dass man einen Kunststoff von einem gegebenen Temperaturniveau auf ein erhöhtes

Niveau bringt. Das sind in der Regel 180 bis 350 Grad Celsius, damit der Kunststoff schmelzflüssig und damit formbar wird, so dass man ihn in die Produktform, wie zum Beispiel Flaschen, Folien und so weiter, überführen kann. Nach dieser Formung wird der Kunststoff wieder vollständig abgekühlt. Man steckt also viel Energie in diesen Prozess vor der Formung und danach entzieht man dem Material wieder Wärme. Das wollten wir uns zunutze machen. Wir fanden es sinnlos, die Energie, die man zunächst hineinbringt und im Produkt zur Verfügung hat, ungenutzt zu lassen. Unsere Frage war: Was kann man mit dieser thermischen

Energie anfangen, also wie könnte man sie in Folgeprozessen nutzen? Unser zum Patent angemeldetes Verfahren wandelt diese Energie in einer so genannten Absorptionskältemaschine in Kälte um. Das Charmante daran: Eine Absorptionskältema-

Beruflich tätig war ich damals ja noch als wissenschaftlicher Mitarbeiter am UDE-Lehrstuhl für Konstruktion und Kunststoffmaschinen von Herrn Professor Wortberg. Herr Spitz saß zu der Zeit in meinem Büro. Mit ihm habe ich viel über

men. Um überhaupt teilnehmen zu können, musste man eine Idee auf einer Serviette präsentieren. Sie hängt ja hier bei uns im Besprechungsraum. Damit sind wir auch direkt genommen worden. Wir entschlossen uns dann, an dieser Idee auch unseren Businessplan innerhalb der Fortbildung zu entwickeln. So sind wir immer weiter und tiefer in das Thema eingedrungen. Und irgendwann wurde uns klar, dass das vielleicht mehr als nur eine Idee ist, und dass man wirklich etwas daraus machen kann. Schließlich waren wir an dem Punkt, alle unsere Überlegungen in die Praxis umsetzen zu wollen.



(1) Die legendäre Serviette, mit der alles begann.

schine ist wärmegetrieben. Kühlung benötigt man an vielen verschiedenen Stellen in Kunststoffverarbeitungsprozessen. Wir kaskadieren die Kühlstrecke, das heißt, wir entziehen Wärme in hohen Temperaturen in einem primären Bereich, um eine Kältemaschine anzutreiben, und wir haben einen Sekundärbereich, in dem wir die hergestellten Produkte wieder herunterkühlen können.

SSC: Wie ist es dann zu der Patentanmeldung gekommen?

KS: In diesem Zeitraum habe ich mich auch privat intensiv mit energieeffizienten Technologien im Bereich Haustechnik auseinandergesetzt. Das fiel genau in die Phase, in der ich privat gebaut habe. So habe ich mich immer weiter in die Effizienztechnologien eingearbeitet.

diese Dinge gesprochen. So ist es schließlich gekommen, dass wir die Energieeffizienztechnologien an den Kunststoffverarbeitungsprozess angepasst haben. Wir haben im Prinzip Technologien, die in anderen Bereichen wie etwa der Haustechnik bereits etabliert sind, an den Kunststoffverarbeitungsprozess adaptiert.

SSC: Haben Sie zu diesem Zeitpunkt schon daran gedacht, sich selbstständig zu machen?

KS: Ja, irgendwie daran gedacht haben wir schon, nur es fehlte immer der Punkt, an dem wir gesagt haben, so, jetzt versuchen wir's. Wir haben auch nicht gesagt, dass wir uns mit der energieeffizienten Kunststoffverarbeitung selbstständig machen, sondern wollten mit dieser Idee am sbm-Programm der UDE teilneh-

SSC: Wie gingen Sie dabei vor?

KS: Spannend war dann die Frage, wie man eine Technologieentwicklung umsetzt. Solch ein Vorhaben ist ja sehr kostenintensiv, zum einen, was die Anlagentechnik, aber zum anderen auch, was das Personal angeht. Schließlich wurden wir auf die Fördermöglichkeit durch das EXIST-Programm vom BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) aufmerksam. Hier fanden wir uns gut wieder. Der Riesenvorteil gegenüber anderen Wettbewerbern war hier, dass der Projektträger durch die vorherige Patentanmeldung der UDE eine sehr gute Verwertungsmöglichkeit sah. Das zusammen mit dem Sieg beim sbm-Wettbewerb gab den Ausschlag für die Förderbewilligung von EXIST.

SSC: Das klingt nach einem Durchmarsch...

KS: Nein, bei weitem nicht. Unser erster Antrag wurde abgelehnt, allerdings mit einigen Anmerkungen und Empfehlungen, die es zu berücksichtigen galt – verbunden mit der Aufforderung, den Antrag wieder einzureichen. Zum Beispiel wurde eingewandt, dass wir unsere Promotionen vor der Unternehmensgründung abschließen sollten. Für uns war das damals unverständlich, doch aus heutiger Perspektive war es genau richtig. Bei dem zweiten Antrag waren wir dann auch schon fast alle

fertig. Außerdem war das Patent inzwischen angemeldet. In der Zwischenzeit konnten wir natürlich auch die Technik immer weiter entwickeln. So griff ein Rädchen ins andere und die Gutachter waren beim zweiten Mal überzeugt.

SSC: Sie sind dann 18 Monate gefördert worden.

KS: Genau. Wir konnten damit in die praktische Phase einsteigen und in der ersten Förderphase unsere Entwicklung in der Praxis verifizieren. Es war so, dass wir schließlich von der Grundidee immer mehr Varianten entwickelt haben. Denn zwar funktionierte das Ganze technisch, aber es war nicht wirtschaftlich genug. Die Amortisationszeiten sind sehr hoch, da die Anlagen recht kostspielig sind. Wir haben also nach wirtschaftlicheren Alternativen gesucht. Zum Beispiel nutzen wir die Abwärme nicht mehr, um Kälte zu erzeugen, sondern verwenden die Wärme direkt für Prozesse, bei denen Wärme benötigt wird. Damit beschäftigen wir uns bis heute.

SSC: Das heißt, Sie sind ein wenig vom Patent weggekommen?

KS: Ja, wir beschäftigen uns mit Varianten dieser ursprünglichen Idee und steigern die Energieeffizienz bei der Kunststoffverarbeitung nun anders, also nicht mehr mit der Kältemaschine, um die es initial ging. Das ist unser Hauptgeschäft, was unseren Geschäftszweig Hardware betrifft. Diese Expertise hat im Grunde unser nächstes Geschäftsfeld für uns erschlossen. Unternehmen kamen auf uns zu und benötigten Know-how genau in den Bereichen Energieeffizienzsteigerung und Kunststoffverarbeitung für eine individuelle Unternehmensberatung. Das technische Consulting haben wir heute auch als zweites Unternehmensstandbein im Portfolio.

SSC: Gibt es weitere Geschäftsbereiche, die Sie sich erschlossen haben?

KS: Ja, unser drittes Thema ist die

Softwareentwicklung. Das war auch schon zu EXIST-Zeiten ein Thema. Wenn wir Prozesse optimieren und Maschinen bauen wollen, die dazu in der Lage sind, dann müssen wir diesen Prozess auch so genau beschreiben können, dass wir theoretisch berechnen können, welche Einsparungen unsere Hardware denn bringen würde. Das ist quasi das Geschäftsfeld von Herrn Hiesgen. Er ist von Haus aus Mechatroniker. Wir kennen uns bereits seit der fünften Klasse. Was ursprünglich aus Freundschaften entstanden ist, erweist sich heute auch von den fachlichen Ausrichtungen her als günstig. Das war uns zu Anfang gar nicht so bewusst, dass es thematisch so gut passt. Herr Hiesgen kommt aus der Modellsimulation, Herr Spitz hat sich fachlich mit Hardwareentwicklung und ich habe mich im besonderen Maße mit Kunststoff-

verarbeitung auseinandergesetzt. Das ist eine gute Kombination.

SSC: Und dann kam Herr Weiß dazu?

KS: Er ist der einzige, den wir wirklich vorher nicht kannten und den wir dann quasi „nach Lebenslauf“ ausgesucht haben. Eine der EXIST-Auflagen war der Aufbau von betriebswirtschaftlicher Kompetenz im Unternehmen. Eigentlich hatte sich Herr Weiß am Lehrstuhl von Professor Wortberg beworben – als Wirtschaftsingenieur. So lernten wir ihn kennen, und er ist eine sehr sinnvolle Ergänzung für unser Team. Mittlerweile ist er ja auch Gesellschafter.

SSC: Zurück zum Thema Software...

KS: Ja, da war es auch so, dass wir die Simulationen erst für unsere eigenen Systemauslegungen eingesetzt haben. Wiederum sind Unternehmen an uns herangetreten, die fragten, ob wir das auch für sie anbieten können. Wir bieten zum einen eine einjährige Auslizenzierung unserer Software an, aber wir berechnen auch für die Kunden selber. In wesentlichen Bereichen sind wir da der einzige Anbieter am Markt. Das kommt gut an und die Software wird bei uns kontinuierlich weiter entwickelt.

SSC: Wie wichtig ist die ursprüngliche Patentanmeldung noch bei all' diesen neueren Entwicklungen?

KS: Heutzutage haben wir uns stark davon weg entwickelt. Wir sind jetzt in Bereichen tätig, die die Patentanmeldung nur noch peripher tangieren. Die Anmeldung der Technologie zum Patent war jedoch anfangs sehr wichtig bei der Einwerbung der Fördermittel. Und ohne diese Fördermittel hätten wir das Verfahren nicht entwickeln können und damit den Sprung in die Selbststän-



(2) SHS INGENIO – abwärmebetriebenes System zur Granulatvorwärmung.

digkeit nicht geschafft. Zu reinen Marketingzwecken würde sich für uns die Aufrechterhaltung der Patentanmeldung jedoch noch lohnen.

SSC: Tüfteln Sie als Unternehmer an weiteren Erfindungen und Schutzrechten?

KS: Also, für unsere Software haben wir gerade eine Wortbildmarke angemeldet. Aktuell ist es so, dass wir in Projekten arbeiten, aus denen heraus Patente angemeldet werden, allerdings nicht über uns. Da geht es zum Beispiel um Anlagensteuerung für Produkte, die patentiert werden sollen. Wir haben keine Patente aktiv angemeldet. – Ausschließen will ich das nicht, gerade auch beim Thema Software, obwohl das nicht ganz so einfach ist.

SSC: Sie sind aber generell offen für das Thema „Patente“?

KS: Ja natürlich, doch als sehr kleines Unternehmen sind wir gar nicht so schlagkräftig, um dann auch unsere Patentrechte gegen etwaige Patentverletzer durchzusetzen. Strategisch ist das auch ein Problem: Durch die Patentanmeldeschrift legt man ja Know-how offen. Das können dann andere Unternehmen verwenden, ohne dass man das mitbekommt. Die meisten lassen sich ja auch ungern in ihre internen Prozesse schauen. Spannender für uns ist es momentan, das Know-how im Unternehmen zu halten.

SSC: Stichwort Betriebsgeheimnis...

KS: Genau. Und wir versuchen mit unseren Kooperationspartnern durch offene Kommunikation unserer Ideen Win-win-Situationen zu schaffen. Das gelingt momentan sehr gut; wir arbeiten auch mit global tätigen größeren Unternehmen aus der Kunststoffverarbeitungsbranche zusammen.

SSC: Es ist also nicht immer sinnvoll, zu patentieren...

KS: Nein, und gerade, wenn man Patente sinnvollerweise international anmelden müsste, würde dies



(3) SHS autochill – eine Automatisierungslösung für Kühlstrecken zur Steigerung der Effizienz und der Produktqualität.

zu unübersichtlich. Hier von einer Schutzrechtsverletzung mitzubekommen, ist ziemlich unwahrscheinlich.

SSC: Patentierung ist also nur etwas für größere Unternehmen...

KS: Na ja, wir wollen auch vermeiden, dass ein größeres Unternehmen unsere Ideen patentieren lässt. Deswegen veröffentlichen wir so viel wie möglich. Wir publizieren in verschiedenen Zeitschriften, wir sind auf sehr vielen Konferenzen aktiv, auch international. Auf den großen jährlichen Tagungen der Kunststoffbranche sind wir immer vertreten. Wir publizieren wirklich alle Ergebnisse, die aus unserer Arbeit hervorgehen, um die Patentierung durch jemand anderen zu vermeiden. Das ist auch eine gute Eigenwerbung. Viele Unternehmen kommen aufgrund der publizierten Ergebnisse auf uns zu. Sie haben keine Kapazitäten, unsere Erkenntnisse selber umzusetzen und nehmen dann unsere Dienstleistungen in Anspruch.

SSC: Aber Sie plaudern nicht alles aus?

KS: Nein, natürlich nicht. Die Details sind Betriebsgeheimnisse. Doch die Veröffentlichung grober

Strukturen verhindert ja schon die Möglichkeit der Patentierung.

SSC: Kleiner Themenwechsel: Haben Sie eigentlich noch Verbindung zur UDE beziehungsweise zur Wissenschaft?

KS: Ja, natürlich. Herr Hiesgen und ich haben jeweils eine eigene Vorlesung an der Universität Duisburg-Essen und lehren zudem an zwei Fachhochschulen in der Nähe. Wir halten so den Kontakt zur Wissenschaft. Unser Bereich mit dem Unternehmen ist ja auch noch stark Forschung und Entwicklung. Zwar weniger theorie- und dafür stärker produktlastig, aber wir sind auch ganz klassisch forschend unterwegs. Die wissenschaftliche Erfahrung hebt uns aber auch von anderen Unternehmen ab: Wir gehen sehr theoretisch an Dinge heran und bemühen auch die klassischen Forschungswerkzeuge der Prozessanalyse in unseren Beratungen. Viele Themen, die wir am Lehrstuhl bearbeitet haben, finden sich auch in unserer aktuellen Tätigkeit wieder.

SSC: Aber nun noch einmal zurück zum Patent: Könnten Sie noch einmal zusammenfassend sagen, welche inner- und außeruniversi-



tären Faktoren zu Ihrem unternehmerischen Erfolg beigetragen haben beziehungsweise noch immer beitragen?

KS: Inneruniversitär sei natürlich das sbm-Programm genannt, zusammen mit GRID, der Gründungsinitiative Duisburg, und Herr Professor Breithecker, auch die anderen Weiterbildungsprogramme, die von der Hochschule angeboten werden, wie betriebliches Rechnungswesen waren wichtig. Aber auch die anderen Einrichtungen der Universität wie das StartUP-büro und das Science Support Centre (SSC) sowie die mit diesen Einrichtungen

kooperierenden Dienstleister wie die PROvendis GmbH haben alle dazu beigetragen. Und natürlich nicht zu vergessen Herr Professor Wortberg und Herr Professor Schramm, zu denen wir nach wie vor engen Kontakt haben. Inzwischen sind wir auch Auftraggeber für die Universität, das heißt, wir beauftragen die UDE mit Messdienstleistungen. Aktuell versuchen wir gemeinsam mit der Universität für ein Projekt Drittmittel einzuwerben. Aber auch ein An-Institut wie das Zentrum für Brennstoffzellentechnik (ZBT) ist einer unserer Kooperationspartner. Zu unserem Gründungscoach,

Herrn Dr. Peter Wolff, haben wir immer noch engen Kontakt, auch nach der Gründungsphase.

SSC: Gibt es Zukunftspläne?

KS: Aktuell wollen wir ein viertes Geschäftsfeld erschließen. Das heißt, wir wollen Anlagen bei Kunden betreiben. Wenn ein Unternehmen eine Kältemaschine benötigt, diese aber nicht kaufen will, kann es diese Apparatur von uns pachten. Hier diskutieren wir gerade über die Machbarkeit.

SCC: Vielen Dank für das Gespräch und weiterhin viel Erfolg!

ERSCHIENEN

UNIKATE-Ausgaben 1992 bis 2014

- 1 Medizin**
Krebsforschung (1992). Federführung: Manfred F. Rajewsky. 69 Seiten (vergr.). ISBN 3-934359-01-9
- 2/3 Kommunikation**
Design (1993). Federführung: Vilim Vasata. 121 Seiten (vergr.). ISBN 3-934359-02-7
- 4/5 Naturwissenschaft**
Umweltforschung: Globale Risiken (1994). Federführung: Günter Schmid. 117 Seiten (vergr.). ISBN 3-934359-04-3
- 6/7 Geisteswissenschaft**
Fremdsein: Historische Erfahrungen (1995). Federführung: Paul Münch. 173 Seiten. ISBN 3-934359-06-X
- 8 Geisteswissenschaft**
20 Jahre "poet in residence" (1996). Federführung: Jürgen Manthey. 90 Seiten. ISBN 3-934359-08-6
- 9 Bildung durch Wissenschaft?**
Ein Kolloquium (1997). Federführung: Justus Cobet, Klaus Klemm. 137 Seiten (vergr.). ISBN 3-934359-09-4
- 10 Medizin**
25 Jahre Transplantationsmedizin in Essen (1998). Federführung: Friedrich W. Eigler. 113 Seiten. ISBN 3-934359-10-8
- 11 Naturwissenschaften**
Physik: Unordnung und Selbstähnlichkeit (1999). Federführung: Fritz Haake. 108 Seiten. ISBN 3-934359-11-6
- 12 Wirtschaft**
Die Europäische Union im Zeichen des Euro (1999). Federführung: Dieter Schmitt. 120 Seiten. ISBN 3-934359-12-4
- 13 Materialwissenschaft**
Grundlagen für die Technik der Zukunft (2000). Federführung: Günter Schmid. 130 Seiten. ISBN 3-934359-13-2
- 14 Europäische Gesellschaft**
Annäherung an einen Begriff (2000). Federführung: Wilfried Loth. 96 Seiten. ISBN 3-934359-14-0
- 15 Klinische Onkologie**
Fortschritte in der Tumorbekämpfung (2001). Federführung: Herbert Rübgen. 56 Seiten. ISBN 3-934359-15-9
- 16 Erfahrung**
Über den wissenschaftlichen Umgang mit einem Begriff (2001). Federführung: Paul Münch. 104 Seiten. ISBN 3-934359-16-7
- 17 Design & Neue Medien**
Kommunikationsgestaltung für eine global vernetzte Gesellschaft (2002). Federführung: Norbert Bolz. 100 Seiten. ISBN 3-934359-17-5
- 18 Wirtschaftsinformatik**
Wissensmanagement und E-Services (2002). Federführung: Heimo H. Adelsberger. 88 Seiten. ISBN 3-934359-18-3
- 19 Umwelt Ruhr**
Vitalität einer Region I (2002). Federführung: Wilfried Loth. 142 Seiten. ISBN 3-934359-19-1
- 20 Herz-Kreislaufmedizin**
Experimentelle und klinische Kardiologie (2003). Federführung: Gerd Heusch. 70 Seiten. ISBN 3-934359-20-5
- 21 Geisteswissenschaften**
Religion und Gewalt (2003). Federführung: Hubertus Lutterbach. 98 Seiten. ISBN 3-934359-21-3
- 22 Medizin**
Neurowissenschaften (2003). Federführung: Dietmar Stolke. 120 Seiten. ISBN 3-934359-22-1
- 23 Ingenieurwissenschaft**
Bauwesen – Ein Leistungsspektrum (2004). Federführung: Jörg Schröder. 120 Seiten. ISBN 3-934359-23-X
- 24 Bildungswissenschaften**
Bildungsforschung nach PISA (2004). Federführung: Klaus Klemm. 132 Seiten. ISBN 3-934359-24-8
- 25 Medizin**
Unsere Hormone (2005). Federführung: Klaus Mann. 110 Seiten. ISBN 3-934359-25-6
- 26 Germanistik**
Arbeit an/in der Kultur (2005). Federführung: Rüdiger Brandt. 110 Seiten. ISBN 3-934359-26-4
- 27 Medizin: Immunologie**
Das Immunsystem – Freund oder Feind? (2006). Federführung: C. Hardt, H. Grosse-Wilde. 110 Seiten. ISBN 3-934359-27-2
- 28 Neue Medien**
Interaktivität und Ubiquität (2006). Federführung: Edgar Heineken. 98 Seiten. ISBN 3-934359-28-0
- 29 Wirtschaftswissenschaften**
Empirische Wirtschaftsforschung (2007). Federführung: Walter Assenmacher. 98 Seiten. ISBN 978-3-934359-29-1
- 30 Essen im Blick**
Ein interdisziplinärer Streifzug (2007). Federführung: Heiko Schulz. 124 Seiten. ISBN 978-3-934359-30-7
- 31 Ingenieurwissenschaften**
Computersimulationen: Von Nano bis Giga (2007). Federführung: Dieter Hänel, Andrés Kecskeméthy. 124 Seiten. ISBN 978-3-934359-31-4
- 32 Naturwissenschaften**
Physik: Energieumwandlungen an Oberflächen. Federführung: Dietrich von der Linde. 128 Seiten. ISBN 978-3-934359-32-1
- 33 Mathematik**
Eine lebendige Wissenschaft (2008). Federführung: Axel Klawonn. 128 Seiten. ISBN 978-3-934359-33-8
- 34 Geschichtswissenschaft**
Europa: Geschichte und Kultur (2009). Federführung: Wilfried Loth. 144 Seiten. ISBN 978-3-934359-34-5
- 35 Natur-/Geisteswissenschaften**
Sterben, Tod – und dann? (2009). Federführung: Dieter Bingmann, Hubertus Lutterbach. 112 Seiten (vergr.). ISBN 978-3-934359-35-2
- 36 Naturwissenschaften/Medizin**
Kernmagnetische Resonanz (2009). Federführung: Christian Mayer. 70 Seiten. ISBN 978-3-934359-36-9
- 37 Naturwissenschaften/Medizin**
Nano meets Bio (2010). Federführung: Günter Schmid. 90 Seiten. ISBN 978-3-934359-37-6
- 38 Geistes-/Gesellschaftswissenschaften**
Beiträge zur „Ruhr 2010“ (2010). Federführung: Jörg Engelbrecht. 106 Seiten. ISBN 978-3-934359-38-3
- 39 Ingenieurwissenschaften**
Herausforderung Elektromobilität (2011). Federführung: Ferdinand Dudenhöffer. 114 Seiten. ISBN 978-3-934359-39-0
- 40 Social Sciences**
Comparative, International, Transnational (2011). Federführung: Karen Shire. 140 Seiten. ISBN 978-3-934359-40-6
- 41 Geschlechterforschung**
Blick hinter die Kulissen (2012). Federführung: Maren A. Jochimsen. 132 Seiten. ISBN 978-3-934359-41-3
- 42 Translationale Krebsforschung**
Auf dem Weg zu neuen Therapien (2012). Federführung: Angelika Eggert. 150 Seiten. ISBN 978-3-934359-42-0
- 43 NanoEnergie**
Materialentwicklung für eine nachhaltige Energieversorgung (2013). Federführung: Christof Schulz, Marion Franke. 150 Seiten. ISBN 978-3-934359-43-7
- 44 Medizin**
50 Jahre Universitätsklinikum: Highlights aus der Forschung (2013). Federführung: Gerd Heusch, Raimund Erbel. 146 Seiten (vergr.). ISBN 978-3-934359-44-4
- 45 Fusionen**
Was sagen die Fakultäten? (2014). Federführung: Ursula Renner-Henke, Patrick Eiden-Offe. 150 Seiten. ISBN 978-3-934359-45-1
- in Vorbereitung:**
- 47 Global Cooperation Research**
Transdisciplinary and Transcultural Perspectives. Federführung: Tobias Debiel

ABONNEMENT

Die UNIKATE im Abonnement

Ob im Bereich der Kommunikation, der Wirtschaft, der Medizin, der Ökonomie oder der Ökologie – im Zeitalter globaler Vernetzung sind wissenschaftliche Erkenntnisse zur entscheidenden Zukunftsinvestition geworden. Gleichzeitig führte der weltweite Zuwachs an Wissen zu immer feiner differenzierten Fächern, Disziplinen und Fachsprachen: die Wissenschaften erscheinen zunehmend unübersichtlicher und hermetischer.

Mit den UNIKATEN hat sich die Universität Duisburg-Essen die Aufgabe gestellt, Sie in verständlicher Form regelmäßig und unmittelbar aus der Forschungspraxis heraus über die aktuellen Entwicklungen in Wissenschaft und Forschung zu informieren – mit Ergebnissen und Erklärungen aus erster Hand.

ABONNEMENT

Bezugsadresse

Vorname, Name _____

Straße / Postfach _____

PLZ, Ort _____

Bestellung

- Hiermit abonniere ich die UNIKATE für 1 Jahr (2 Ausgaben) zum Preis von 12,50 € inkl. Versandkosten. Das Abonnement verlängert sich automatisch um 1 Jahr (2 Ausgaben), wenn es nicht im laufenden Abonnementzeitraum gekündigt wird.
- Bitte senden Sie mir die bereits erschienene Ausgabe _____ der UNIKATE zum Einzelbezugspreis von 7,50 € einschl. Porto (für Abonnenten 5,- €).
- Ich bin Abonnent/Abonnentin.

Datum _____ Unterschrift _____

Die Bestellung kann durch Mitteilung an die Heinrich-Heine Buchhandlung, Viehofer Platz 8, 45127 Essen innerhalb von 7 Tagen widerrufen werden. Es gilt das Datum des Poststempels.

Datum _____ Unterschrift _____

Zahlungsweise

- Ich zahle per Bankeinzug zu Lasten meines Kontos Nr. _____ bei _____ BLZ _____

Wenn mein Konto die erforderliche Deckung nicht aufweist, besteht seitens des kontoführenden Instituts keine Verpflichtung zur Einlösung.

Datum _____ Unterschrift _____

- Bitte schicken Sie mir eine Rechnung. Ich überweise den Betrag.

Per Post oder Fax an:

Heinrich-Heine Buchhandlung · Viehofer Platz 8 · 45127 Essen · Tel.: (0201) 820700 · Fax: (0201) 8207016

H I N W E I S E

Die UNIKATE

Schon 1992 verfolgte die Universität Essen das Konzept, die Öffentlichkeit mit der Herausgabe des damals noch ESSENER UNIKATE genannten Magazins für Wissenstransfer tiefgehend über die an der Hochschule erzielten Ergebnisse in Forschung und Lehre zu informieren. In einer Zeit, in der sich Wissenschaft wie auch akademisch interessierte Leserschaft in hohem Maße ausdifferenziert haben, soll dieses Magazin für Wissenstransfer die an der Universität erarbeiteten Informationen in differenzierter Weise widerspiegeln und – klassisch aufbereitet – der Öffentlichkeit themenzentriert transparent machen.

Im Mittelpunkt jeder Ausgabe stehen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Universität Duisburg-Essen mit ihren Ori-

nalbeiträgen und -berichten. Die Ausgaben orientieren sich dabei an den Herausforderungen, vor denen einzelne Fächer gegenwärtig stehen, wie auch an aktuellen wissenschaftlichen Zeitfragen, zu denen eine Universität insgesamt und nicht zuletzt auf Grund ihres öffentlichen Auftrags Stellung beziehen sollte.

Die UNIKATE erscheinen ausschließlich in Form von Themenheften; bisher hat sich die Reihe unter anderem mit der Krebsbehandlung, der Herz-Kreislaufmedizin, den Entwicklungen im Kommunikations- und Industrial Design, den globalen ökologischen Risiken, dem Kräfteverhältnis zwischen Bildung und Wissenschaft, der Chaosphysik, den Materialwissenschaften, dem Lebensraum Ruhrgebiet, der sich herausbildenden europäischen Gesellschaft und der Bildungsforschung nach PISA beschäftigt.

Durch die Konzentration auf jeweils ein Fachgebiet oder ein interdisziplinär ausgeleuchtetes Thema können wissenschaftliche Sachverhalte breiter dargestellt und komplexe Zusammenhänge fächerübergreifend verständlich erläutert werden.

Die UNIKATE werden vom Rektorat der Universität Duisburg-Essen in einer Auflage von derzeit 4.500 Exemplaren herausgegeben. Ansprechpartner für alle redaktionellen Belange sowie für Vertrieb und Anzeigenverwaltung ist das SSC – Science Support Centre an der Universität Duisburg-Essen. Das Magazin ist zum Preis von 7,50 € im Buchhandel erhältlich. Im Abonnement (zwei Ausgaben pro Jahr, 12,50 €) sind die UNIKATE über die Heinrich-Heine-Buchhandlung, Viehofer Platz 8, 45127 Essen zu beziehen.

UNIKATE

IMPRESSUM

Herausgegeben mindestens zweimal jährlich vom Rektorat der Universität Duisburg-Essen, 45117 Essen.

Auflage: 4.500

Redaktions- und Verlagsanschrift:

UNIKATE
Universität Duisburg-Essen/Wissenschaftsverlag
SSC
Science Support Centre
45117 Essen
Tel.: 02 01/1 83-32 54
Fax: 02 01/1 83-46 94
E-Mail: unikate@uni-duisburg-essen.de

Wissenschaftlicher Beirat:

Prof. Dr. Sigrid Elsenbruch, Prof. Dr.-Ing. Andrés Kecskeméthy, Prof. Dr. Ludwig Mochty, Prof. Dr. Ursula Renner-Henke, Prof. Dr.-Ing. Jörg Schröder, Prof. Karen Shire, Ph.D.

Federführung der Ausgabe 46:

Dr. Stefanie Peschel,
Dr. Oliver Locker-Grütjen
Redaktion: Dr. Barbara Bigge (verantwort.)

Korrektorat: Esther Hasan
Layout: Paran Pour-Mohsen
Grafik: Paran Pour-Mohsen
Gestaltungskonzept: Prof. Vilim Vasata

Fotografie und Bildbearbeitung:
Timo Bobert, timotheus2000@gmx.de,
Max Greve, max.greve@gmx.de

Druck: Im intermedia gmbh, 44866 Bochum

Buchhandels- und Abonnementvertrieb:
Heinrich-Heine-Buchhandlung, Viehofer Platz 8,
45127 Essen; Tel.: 02 01/820 70-0; Fax: 820 70-16;
E-Mail: heine.buchhandlung@t-online.de
Einzelverkaufspreis (Buchhandel): 7,50 €

Abonnement (2 Hefte/Jahr, inkl. Versand): 12,50 €
Die UNIKATE finden Sie im Internet unter:

www.uni-duisburg-essen.de/unikate

Gedruckt auf chlorfreiem Papier. Nachdruck und Reproduktion von Text, Fotos und Grafiken nur nach Abstimmung mit der Redaktion. Die Redaktion bemüht sich regelmäßig, die Rechteinhaber von veröffentlichten, jedoch nicht selbst erstellten Bild- und Grafikbeiträgen zu ermitteln und die Rechte abzugelten. Bei nicht zu ermittelnden oder inkorrekt angegebenen Nachweisen bitten wir um Nachsicht. Alle Rechte vorbehalten.

ISBN: 978-3-934359-46-8
ISSN: 1869-3881

DuEPublico

Duisburg-Essen Publications online

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Offen im Denken

ub | universitäts
bibliothek

Dieser Text wird über DuEPublico, dem Dokumenten- und Publikationsserver der Universität Duisburg-Essen, zur Verfügung gestellt. Die hier veröffentlichte Version der E-Publikation kann von einer eventuell ebenfalls veröffentlichten Verlagsversion abweichen.

DOI: 10.17185/duepublico/70473

URN: urn:nbn:de:hbz:464-20201015-160004-9

Alle Rechte vorbehalten.