






Themenschwerpunkt Mit PTB-Patenten Innovation gestalten

200 μm

Fachorgan für Wirtschaft und Wissenschaft
Amts- und Mitteilungsblatt der
Physikalisch-Technischen Bundesanstalt
Braunschweig und Berlin

120. Jahrgang, Heft 4, Dezember 2010

Inhalt

Themenschwerpunkt	Mit PTB-Patenten Innovation gestalten	
	• <i>Peter Ulbig</i> : Ideen Wirklichkeit werden lassen – Technologietransfer als Dienstleistung	291
	• <i>Bernhard Smandek</i> : Durch Technologietransfer und Patente Innovation gestalten	294
	• <i>Andreas Barthel</i> : Die Bedeutung von Schutzrechten für öffent- liche Forschungseinrichtungen im europäischen Rahmen	300
	• <i>Knut Blind</i> : Patentierung und Standardisierung- Komplementäre Strategien für Forschungseinrichtungen	304
	• <i>Jörg Saathoff</i> : Technologietransfer an der Technischen Universität Braunschweig: Kooperationsprojekte, Patente und Existenzgründungen	308
	• <i>Daniel Bandow</i> und <i>Andreas Schröder</i> : Das DLR-Technologiemarketing – Partner der Wirtschaft	312
	• <i>Bernhard Smandek</i> : Technologietransfer – Fakten in Bildern	316
	• Technologieangebote	
	 Optische Technologien	319
	 Mikro- und Nanotechnik	329
	 Sensorik	337
	 Koordinatenmesstechnik	349
	 Medizintechnik	355
Recht und Technik	• <i>Roman Schwartz</i> : Neues aus der OIML – Bericht über die 45. Sitzung des (CIML)	364
Amtliche Bekanntmachungen	(eigenes Inhaltsverzeichnis)	366

Zum Titelbild:

Das Titelblatt zeigt beispielhafte Technologieangebote aus unterschiedlichen Marktsegmenten, die im Heft beschrieben werden.

Das große Bild symbolisiert den Prozess des Technologietransfers zur Übertragung von Ideen aus den Laboren der PTB* in die industrielle Praxis.

*(Foto: Marc Steinmetz/VISUM)

Impressum

Die **PTB-Mitteilungen** sind metrologisches Fachjournal und amtliches Mitteilungsblatt der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt, Braunschweig und Berlin. Als Fachjournal veröffentlichen die PTB-Mitteilungen wissenschaftliche Fachaufsätze zu metrologischen Themen aus den Arbeitsgebieten der PTB. Als amtliches Mitteilungsblatt steht die Zeitschrift in einer langen Tradition, die bis zu den Anfängen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt (gegründet 1887) zurückreicht. Die PTB-Mitteilungen veröffentlichen in ihrer Rubrik „**Amtliche Bekanntmachungen**“ unter anderem die **aktuellen Geräte-Prüfungen und -Zulassungen** aus den Gebieten des Eich-, Prüfstellen- und Gesundheitswesens, des Strahlenschutzes und der Sicherheitstechnik.

Verlag

Wirtschaftsverlag NW
Verlag für neue Wissenschaft GmbH
Bürgermeister-Smidt-Str. 74–76,
27568 Bremerhaven
Postfach 10 11 10, 27511 Bremerhaven
Internet: www.nw-verlag.de
E-Mail: info@nw-verlag.de

Herausgeber

Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB),
Braunschweig und Berlin
Postanschrift:
Postfach 33 45, 38023 Braunschweig
Lieferanschrift:
Bundesallee 100, 38116 Braunschweig

Redaktion/Layout

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, PTB
Dr. Dr. Jens Simon (verantwortlich)
Dr. Bernhard Smandek (wissenschaftliche
Koredaktion Themenschwerpunkt)
Gisela Link
Telefon: (05 31) 592-82 02
Telefax: (05 31) 592-30 08
E-Mail: gisela.link@ptb.de

Leser- und Abonnement-Service

Marina Kornahrens
Telefon: (04 71) 9 45 44-61
Telefax: (04 71) 9 45 44-88
E-Mail: vertrieb@nw-verlag.de

Anzeigenservice

Karin Drewes
Telefon: (04 71) 9 45 44-21
Telefax: (04 71) 9 45 44-77
E-Mail: info@nw-verlag.de

Erscheinungsweise und Bezugspreise

Die PTB-Mitteilungen erscheinen viermal jährlich. Das Jahresabonnement kostet 55,00 Euro, das Einzelheft 16 Euro, jeweils zzgl. Versandkosten. Bezug über den Buchhandel oder den Verlag. Abbestellungen müssen spätestens drei Monate vor Ende eines Kalenderjahres schriftlich beim Verlag erfolgen.

© Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bremerhaven, 2010

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages vervielfältigt oder verbreitet werden. Unter dieses Verbot fällt insbesondere die gewerbliche Vervielfältigung per Kopie, die Aufnahme in elektronische Datenbanken und die Vervielfältigung auf CD-ROM und in allen anderen elektronischen Datenträgern.

Ideen Wirklichkeit werden lassen – Technologietransfer als Dienstleistung

Peter Ulbig*

Es ist der Traum eines jeden Erfinders: Eines Tages vor der eigenen Erfindung zu stehen, die z. B. in Form eines Prototypen oder eines Produkts Wirklichkeit geworden ist. Bis es jedoch soweit ist, können mehrere Jahre vergangen sein, viel Geld, Zeit und Arbeit sind möglicherweise investiert und vielleicht auch viele Gespräche mit interessierten Firmen geführt worden. Damit aus einer guten Idee bzw. Erfindung Wirklichkeit wird, bedarf es der Unterstützung kompetenter Ansprechpartner, die die verschiedenen Facetten des Technologietransfers beherrschen und als Dienstleistung erbringen. Dabei zeigt die Erfahrung, dass nicht jede Erfindung zu einem wirtschaftlichen Erfolg wird. Tatsächlich ist es so, dass ca. 90 % aller Ideen für innovative Produkte nie zu einem wirtschaftlich erfolgreichen Produkt führen [1]. Es kommt also darauf an, aus einem möglichst großen Pool von neuen Ideen die aussichtsreichsten „Rosinen“ herauszupicken, sowohl in technischer als auch wirtschaftlicher Hinsicht zu bewerten und geeignete Partner in der Industrie zu finden, die an einer Umsetzung in ein Produkt interessiert sind. Für eine forschende Institution wie die PTB ist es von daher essenziell im Rahmen des Technologietransfers, eine Brücke zur Industrie zu bauen, da die PTB keine eigene Produktentwicklung betreiben kann.

Mittelständische Unternehmen stellen rund 70 % der Arbeitsplätze in Deutschland bereit. Die Förderung der deutschen Industrie und insbesondere des deutschen Mittelstandes ist deshalb eines der Hauptziele der PTB. In diesem Zusammenhang kommt den Dienstleistungen der PTB eine besondere Bedeutung zu. Im Rahmen des breiten Aufgabenspektrums gibt es drei zentrale Säulen, auf denen die Dienstleistungstätigkeit ruht: Beratung im Messwesen (insbesondere für den gesetzlich geregelten Bereich), Kalibrierung und Zertifizierung (von Normalen, Messgeräten und QM-Systemen

im Bereich des Messwesens) und Technologietransfer (von Innovationen aus der PTB in die deutsche Wirtschaft). Dies ist schematisch in Bild 1 dargestellt. Die ersten beiden Dienstleistungen sind im regulatorischen Bereich angesiedelt. Die Beratung und Betreuung der Kunden kommt in der Regel durch eine Kundenanfrage zustande und dient in erster Linie dazu, ihnen überhaupt einen Marktzugang zu ermöglichen. Baumusterprüfungen für eichpflichtige Geräte, wie diese in der aktuellen europäischen Geräterichtlinie MID geregelt sind, sind hier ein Beispiel. Wie in jeder PTB-Mitteilung umfasst die Bekanntmachung der neuesten Zertifikate einen erheblichen Teil der zweiten Hälfte dieser Ausgabe.

Im Bereich des Technologietransfers ist hingegen die PTB proaktiv tätig. Das Ziel sind neue Industriekooperationen, Einnahmen aus Lizenzen und zugleich ein gesellschaftlicher und volkswirtschaftlicher Nutzen für die deutsche Industrie durch innovative Produkte. Am Anfang dieses Prozesses steht zumeist eine neue Erfindung oder Technologieentwicklung. Deren wirtschaftliches Potenzial hängt maßgeblich von den Realisierungs- und Anwendungsmöglichkeiten ab und muss zunächst gemeinsam mit den Erfindern eruiert werden. Die seit 2004 etablierte Technologietransferstelle muss von daher in der Lage sein, in zum Teil kleinen Marktsegmenten die wirtschaftlichen Möglichkeiten abschätzen zu können. Die neue DIN 77100 zur Patentbewertung [2] und die frühere PAS 1070 [3] geben hier Kriterien vor, nach denen die PTB Ihre Entscheidungsgrundlagen erstellt.

Bei jeder Erfindung stellt sich generell auch die Frage nach der Neuheit. Ist die Idee wirklich neu, oder ist sie schon längst erdacht und publiziert oder gar patentiert worden? Wenn es sich wirklich um eine neue, patentierfähige Idee handelt, beginnt ein Prozedere, das letztendlich in Zusammenarbeit mit dem Justitiariat der PTB

* Dr. Peter Ulbig, Leiter des Fachbereichs „Gesetzliches Messwesen und Technologietransfer“
E-Mail: peter.ulbig@ptb.de

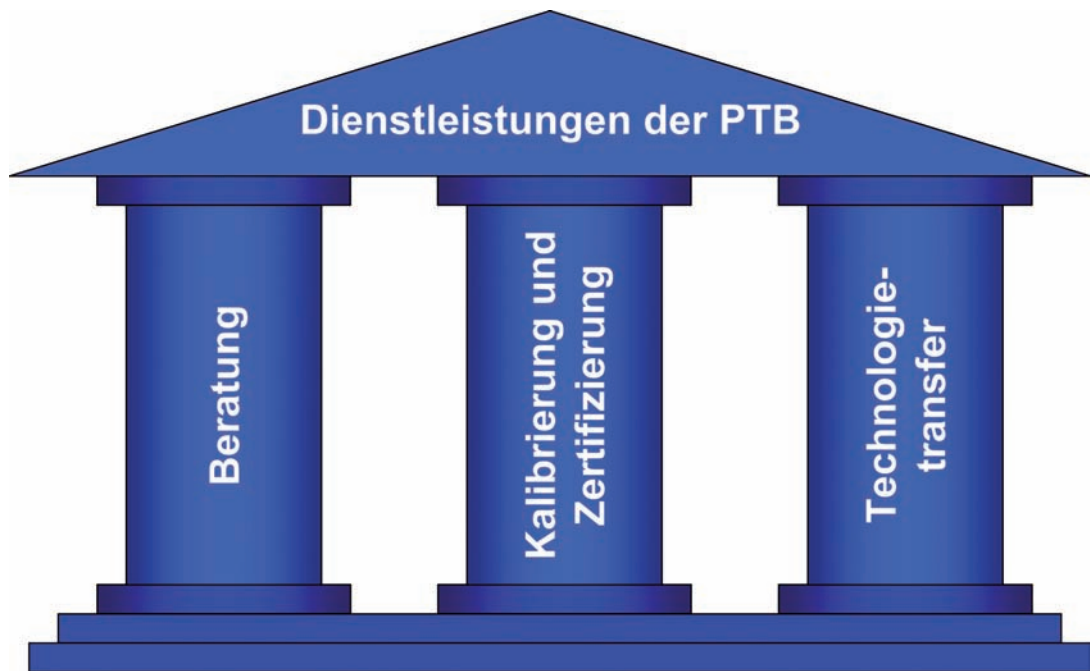


Bild1:
Die drei Säulen industrie-
naher Dienstleistungen
der PTB

zur Patentanmeldung durch einen Patentanwalt führt. Neben der Anmeldung beim Deutschen Patent- und Markenamt (DPMA) haben hier auch zunehmend europäische Anmeldungen eine Bedeutung, da mit der Unterzeichnung des Londoner Protokolls im Mai 2008 diese deutlich kostengünstiger zu realisieren sind. Die hiermit entfallende Übersetzung kann auch für eigene Anmeldungen aus dem KMU-Bereich von Interesse sein.

Aber selbst wenn dieser Schritt von Erfolg gekrönt worden ist, bedeutet dies noch nicht, dass aus der Idee Wirklichkeit wird. Die Hauptarbeit für den Technologietransfer liegt nun im Marketing für das Patent bzw. häufig auch für Patentfamilien. Dazu müssen zunächst Informationen für potenzielle Interessenten zusammengestellt werden, wie sie in dieser Ausgabe der PTB-Mitteilungen in Form der Technologieangebote dargestellt sind. In der Regel werden - basierend auf bestehenden Kontakten - Firmen angesprochen. Häufig kommt ein Kontakt mit der Industrie auch durch die Präsenz der PTB auf Messen (Control, OPTATEC, SENSOR + TEST, LASER World of PHOTONICS) zustande. Bei verstärktem Interesse erstellt der Arbeitsbereich Technologietransfer Lizenzierungsangebote und führt Verhandlungen mit potenziellen Partnern.

Technologietransfer als Dienstleistung wird in der PTB aber auch als Forschungsgegenstand betrachtet. Moderne Managementmethoden wie etwa die Balanced Score Card (BSC) erlauben bei eingeschränkten Ressourcen und weiteren satzungsgemäßen Rahmenbedingungen wie

dem Neutralitätsgebot, die Kosten der Patente so gering wie möglich zu halten und gleichzeitig deren Einnahmen zu steigern [4]. Darüber hinaus ist ein zu erheblichen Teilen informationstechnisch basiertes Customer Relation Management (CRM) Teil einer modern aufgestellten Technologietransferstelle.

In diesem Schwerpunktheft „Mit PTB-Patenten Innovation gestalten“ finden Sie grundlegende Darstellungen zum Technologietransfer und einen Ausschnitt unserer Patentangebote, die im Rahmen unserer satzungsgemäßen Aufgaben entwickelt wurden. Diese sind nach Technologiesegmenten geordnet; eine Marktübersicht über die jeweilige Branche ist den Angeboten vorangestellt.

Der Beauftragte für Technologietransfer, Bernhard Smandek, erläutert wie die Lizenzierungspolitik der PTB Hand in Hand geht mit der Entwicklung von Funktionsmustern und welche Fördermöglichkeiten für kleine und mittlere Betriebe (KMU) existieren. Auf diese Weise wird die Lücke zwischen vorwettbewerblicher Forschung im Bereich der PTB und der Anwendung in der Wirtschaft geschlossen.

Unser Innovationsmanager Andreas Barthel erläutert die zunehmende Zusammenarbeit im europäischen Wirtschaftsraum und in welcher Form sich diese auf die Patentierungsstrategie, im Englischen als IP - Intellectual Property – bezeichnet, in einer Einrichtung der öffentlichen Großforschung auswirkt.

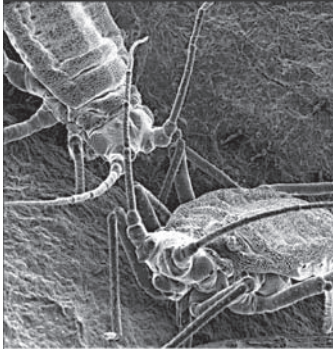

Unsere Partner im Innovations- und Patentverbund Braunschweig beleuchten zwei weitere Fragen. Jörg Saathof, Leiter der Technologie-

transferstelle der TU Braunschweig, stellt die drei Aspekte des Technologietransfers – Industrieaufträge, Patentverwertung und Existenzgründung – vor. Daniel Bandow, Transferbeauftragter des Deutschen Zentrums für Luft und Raumfahrt, DLR, am Standort Braunschweig erläutert Transferprojekte, und zeigt in einem Beispiel wie hierdurch auch im Bereich der Produktionstechnik Qualitätssicherung betrieben werden kann. Außerdem erläutert Herr Prof. Knut Blind, ein internationaler Experte auf dem Gebiet der Industriestandards, die Interdependenz von Standardisierung und Patentierung in Innovationsprozessen.

Die Dienstleistungen des Technologietransfers der PTB haben zum Ziel, die deutsche Volkswirtschaft mit neuen Innovationen zu unterstützen und damit eine der wesentlichen satzungsgemäßen Aufgaben der PTB zu erfüllen. Technologietransfer wird deshalb als Querschnittsaufgabe von der dafür zuständigen Arbeitsgruppe in Zusammenarbeit mit vielen Kolleginnen und Kollegen anderer Abteilungen bearbeitet. Durch eine Kombination mit den Kompetenzen des Justizariats, des Presse- und Öffentlichkeitsreferates, der Bildstelle, dem Haushalt und weiterer Beteiligten konnte sich der Technologietransfer in den letzten Jahren sehr positiv entwickeln, so dass auch in Zukunft aus hoffentlich vielen bahnbrechenden Ideen Wirklichkeit werden kann.

Literatur

- [1] *F. Kerka, B. Kriegesmann, J. Happich*: Patentmanagement als Innovationstreiber – Wie Patentmanager ihren Wert für das Unternehmen erhöhen können. Institut für angewandte Innovationsforschung (IAI e. V.), Ruhr Universität Dortmund, 2010, S. 58
- [2] DIN 77100, Entwurf Juni 2010: Patentbewertung – Grundsätze der monetären Patentbewertung. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., 2010
- [3] PAS 1070, Publicly Available Specification. Grundsätze ordnungsgemäßer Patentbewertung. Beuth Verlag, 2007
- [4] *B. Smandek, A. Barthel, P. Ullbig, J. Winkler*: Balanced Score Card Implementation for IP Rights Management in a Public Research Institution – Example of PTB. Proceedings of the International Forum on Knowledge Asset Dynamics (IFKAD), Matera, Italien, Juni 2010

System application...	System application...
	
<p>Take the beautiful! Get the new MOTION CONTROL catalog! Phone: + 49 7634 50 57 - 0 www.micos.ws</p>	

Durch Technologietransfer und Patente Innovation gestalten

Bernhard Smandek*

1 Technologietransfer als Dienstleistung für Industrie und Gesellschaft

Frühzeitig Forschungsergebnisse in Innovationen verwandeln – das ist die Grundidee beim Technologietransfer. Etwas genauer versteht man gemeinhin Technologietransfer als Prozess der Übergabe von geistigem Eigentum und technischen Systemen an einen Nutzer zum Zwecke der wirtschaftlichen Verwertung. Technologietransfer findet täglich sowohl in Unternehmen, bei großen Konzernen auch zwischen Unternehmenssegmenten und von Forschungsinstitutionen in Unternehmen hinein statt. Hier sollen die Rahmenbedingungen des Technologietransfers aus der Forschungsinstitution PTB in die Wirtschaft erläutert werden. Dabei ist es das Ziel, die vielfältigen Angebote der PTB unseren Industriepartnern vorzustellen.

* Dr. Bernhard Smandek, Beauftragter für Technologietransfer, E-Mail: bernhard.smandek@ptb.de

Der Technologietransfer ist fester Bestandteil des Aufgabenspektrums der PTB (siehe Bild 1). Er vernetzt die Geschäftsfelder Forschung und Entwicklung (F&E) mit den Dienstleistungen für die Wirtschaft.

Technologietransfer wird dabei zunehmend von Seiten der Politik als eigenständiges Ziel benannt. Er ist Teil der Zielvereinbarung der PTB mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) und wird auch im neuen Einheiten- und Zeitgesetz prominent hervorgehoben. Diese Vorgaben werden von der PTB in Form eines Leitbildes zum Technologietransfer konkretisiert, das als Infokasten in auf Seite 295 wiedergegeben ist.

In diesem Leitbild sind u. a. die Förderung von Industriekooperationen, Patentierungen und die Sensibilisierung der Wissenschaftler als Ziele angegeben. Die PTB möchte damit ihren Beitrag zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen und europäischen Industrie leisten. Im Gegenzug erhält die PTB Einnahmen für ihre Dienstleistungen. Bild 2 zeigt die wesentlichen Quellen:

- allgemeine Dienstleistungen für die Industrie wie Bauartzulassungen, Zertifizierungen, etc.
- Industriekooperationen und Aufträge auf F&E-Ebene, zusammenfassend als Industrie-einnahmen bezeichnet und
- Lizenzeinnahmen für Patente und Wissenstransfer.

Zwischen den Kategorien besteht jeweils fast eine Größenordnung Unterschied. Des Weiteren ist bei den Drittmitteleinnahmen aus F&E-Kooperationen ausgehend vom Jahre 2000 mit 0,26 Mio. € auf 3,3 Mio. € im Jahre 2009 ein deutlicher Anstieg spürbar. Dies kann als Erfolg der Bemühungen der PTB gewertet werden, mit der Industrie stärker zusammenzuarbeiten. Nicht umsonst benennt das Leitbild zum Technologietransfer die Sensibilisierung der Mitarbeiter hinsichtlich des Technologietransfers als wichtigste interne Aufgabe. Während die Einnahmen aus Dienstleistungen aufgrund des gesetzlichen Auftrages weitestgehend an das Bundesministerium für Finanzen (BMF) abgegeben werden, führen Drittmitteleinnahmen aus der Industrie und Li-

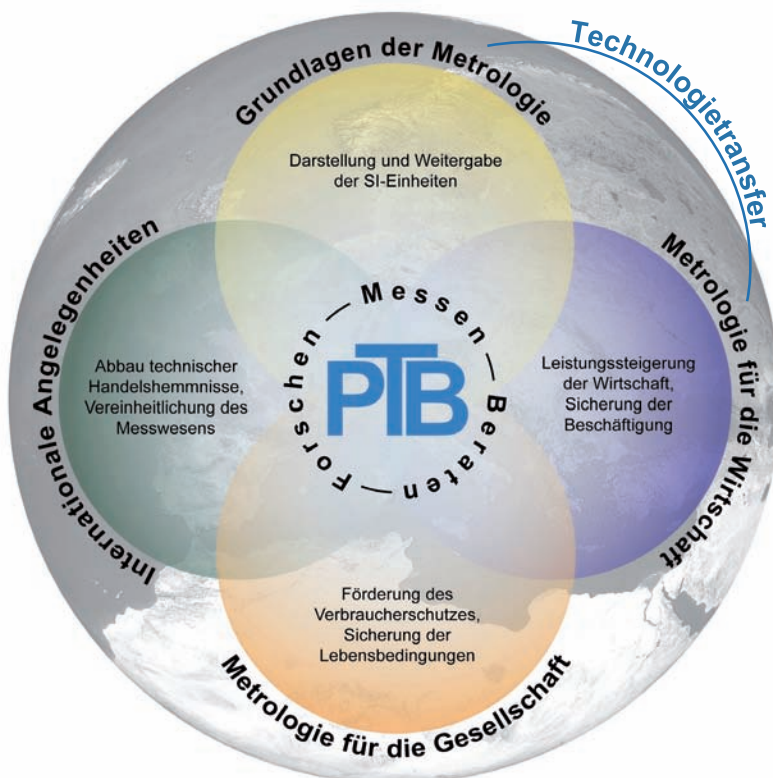


Bild 1: Geschäftsbereiche der PTB
Technologietransfer als Mittler zwischen Forschung und Wirtschaft

Leitbild für den Technologietransfer der PTB

Technologietransfer stellt einen Teilaspekt der Leistungen der PTB für Wirtschaft und Gesellschaft gemäß des politischen Auftrages dar, Wissenschaft und Wirtschaft enger zu verzahnen. Die Verstärkung des Technologietransfers in die deutsche Wirtschaft ist ein mit dem BMWi vereinbartes Ziel. Unter Technologietransfer versteht die PTB alle Aktivitäten, die zu einer wirtschaftlichen Verwertung ihrer Arbeitsergebnisse führen.

Technologietransfer wird bereits seit Jahren z. B. in Forschungsk Kooperationen oder durch Patentverwertung praktiziert. Zur weiteren Unterstützung der deutschen Wirtschaft dienen die folgenden Ziele:

- Sensibilisierung von Mitarbeitern der PTB, um dem Aspekt des Technologietransfers einen erhöhten Stellenwert zuzuordnen
- Verwertung von „Know-how“, Erfindungen und Schutzrechten durch Lizenzierung
- Unterstützung von PTB-Mitarbeitern bei der Ausgründung von Firmen auf der Basis von PTB-Technologien
- Unterstützung der Mobilität durch befristeten Personalaustausch zwischen Industrie und PTB
- Erhöhung der Zahl der Forschungsk Kooperationen mit Partnern aus Industrie und Gesellschaft
- Mitarbeit in Gremien zur Förderung der Verwertung von PTB-Technologien

Die Verwertung der in der PTB entwickelten Technologien erfolgt zu marktüblichen Bedingungen. Eine besondere Rolle spielen gewerbliche Schutzrechte. Sie stärken die fachliche und rechtliche Position der PTB in Kooperationen und gewähren gleichzeitig den Lizenznehmern einen Investitionsschutz. Als Kompetenznachweis der PTB sind sie ein Ansatzpunkt für zukünftige Kooperationen. Sie gestatten auch einen partiellen Mittelrückfluss der durch öffentliche Haushalte finanzierten Ausgaben.

Ausgründungen stellen einen wertvollen Beitrag zum Technologietransfer dar. Die PTB berät Ausgründer in rechtlichen und organisatorischen Belangen und bietet ihnen bei Bedarf Vermietungen und Nutzungsüberlassungen an. Sowohl im Bereich Ausgründung wie auch im Bereich der Forschungsk Kooperationen soll es künftig Mitarbeitern möglich sein, für externe Firmen zeitweise tätig zu werden.

Durch verstärkte Förderung des Technologietransfers sollen die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der PTB motiviert werden, den unmittelbaren volkswirtschaftlichen Nutzen ihrer Arbeit verstärkt im Auge zu haben.

zenzeinnahmen überwiegend zu einer Stärkung der Personalressourcen der PTB. Die Zunahme der Lizenzeinnahmen folgt mit einer typischen mehrjährigen Verspätung, da ein Funktionsmuster im Labor einer Forschungsanstalt zumeist noch erheblichen Entwicklungsaufwand auf Seiten der Industrie erfordert, bevor ein verkaufsfähiges Produkt entsteht.

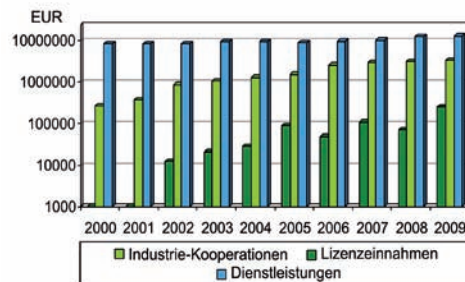


Bild 2: Einnahmen aus Dienstleistungen für die Industrie, Industrieerinnahmen für F&E-Kooperationen und Lizenzeinnahmen aus Patentierung und sonstigem Wissenstransfer

Seit Ende der 90er Jahre vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) die „Patent- und Verwertungsoffensive“ initiiert wurde, ist die Zahl der Anmeldungen und erteilten Patente auf über hundert gestiegen. Die Patentierungen der PTB dienen dabei der Sicherung des eigenen geistigen Eigentums, dem Investitionsschutz der deutschen und europäischen Industrie im Falle eines Technologietransfers und dem fairen Rückfluss verausgabter Steuermittel in Form von Lizenzeinnahmen.

Die PTB agiert nicht in der Art eines reinen gewinnorientierten Verwerters. Dies soll an folgendem Beispiel verdeutlicht werden: Typische private Patentfonds, die ihren Investoren Renditen von über 10 % versprechen, „screenen“ zum Beispiel 75 000 Patente, um 135 in den Fonds aufzunehmen [1]. Dies entspricht einer Akzeptanzrate von 0,2 %. Die Akzeptanzrate der PTB für hauseigene Erfindungsmeldungen liegt hingegen bei 50 %, die von Patentverwertungsagenturen (PVA), den Patentverwertern der Hochschulen, typischerweise bei über 30 %. Die PTB agiert also in Form einer Güterabwägung, die weitere Faktoren in Betracht zieht.

In der politischen Ausrichtung des Technologietransfers der PTB stehen also die bereits erwähnten volkswirtschaftlichen Aspekte im Vordergrund. Die Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft ist dabei ein wichtiges Mittel zur Erhaltung und Schaffung von Arbeitsplätzen. Die PTB hat hier in der Vergangenheit zahlreiche Preise für realisierte Technologietransferprojekte erhalten. Ein Beispiel aus der Sensorik ist ein neuartiges elektronisches, d. h. direkt auslesendes Neutronendosimeter (siehe Bild 3), das schon weit über 1000 mal von unserem Lizenznehmer produziert und verkauft wurde.

Hinsichtlich der durch Patentlizenzierung erzielbaren Einnahmen werden oft US-amerikanische Beispiele genannt, die als „Benchmark“

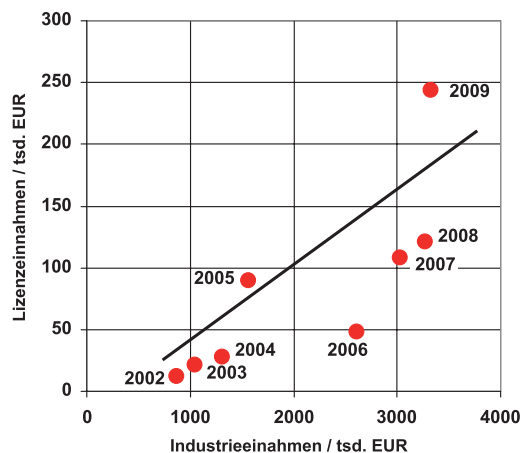
Bild 3:
Das Neutronendosimeter der PTB erhielt 2007 den Technologietransferpreis der IHK Braunschweig. Es ist bereits in großer Stückzahl verkauft und wird in kerntechnischen Anlagen und der Medizintechnik eingesetzt. Ein experimentelles Modul hat es sogar auf die internationalen Raumstation ISS geschafft.
Foto: PTB und DPP Designbüro P. Pohl



für die deutsche Verwertungslandschaft genutzt werden. Ein genauerer Blick zeigt, dass der durchschnittliche Anteil für Einnahmen aus Lizenzen am Forschungsetat 4 % beträgt. Nur wenige Universitäten, wie das Massachusetts Institute of Technology (MIT), Stanford etc. können die in der Öffentlichkeit bekannten überdurchschnittlichen Einnahmen vorweisen [2].

Eine geeignetere Kennzahl ist das Verhältnis von Lizezeinnahmen zu eingeworbenen Drittmitteln aus der Industrie. Hier existiert eine interessante Korrelation. Bild 4 stellt für die PTB die Industrieerinnahmen gegen die Lizezeinnahmen aus Bild 2 dar. Wie bereits in Zusammenhang mit Bild 4 erwähnt, liegt bei beiden eine Verzehnfachung vor. Die Steigung der eingezeichneten Ausgleichsgeraden beträgt 3 %. Patenteinnahmen stellen also eine zusätzliche, aber keine dominante Einnahmequelle dar. Unter Einbeziehung einer Bandbreite im Sinne einer „Messunsicherheit“ kann von einem Ansatz von 2 bis 5 % Anteil der Lizezeinnahmen an den Drittmitteln aus Industriequellen insgesamt ausgegangen werden.

Bild 4:
Korrelation von Industrieerinnahmen und Patenteinnahmen. Die gemeinsame Ursache ist eine deutlich gestiegene Sensibilisierung der Fachwissenschaftler zum Thema Technologietransfer in die Industrie. Patenteinnahmen betragen etwa 3 % der eingeworbenen Industriemittel.



Selbst bei überaus erfolgreichen Lizenzierungen wie der MP3-Patentfamilie der Fraunhofer-Gesellschaft mit über 100 Mio. € Lizezeinnahmen in 10 Jahren, liegt deren Anteil an den gesamten in dieser Zeit eingeworbenen industriellen Drittmitteln mit ca. 3000 Mio. € im einstelligen Prozent-Bereich. Das oftmals in der Presse [3] zitierte Max-Planck-Institut für Kohlenforschung (Mülheim), welches seinen Etat viele Jahre fast ausschließlich aus Lizezeinnahmen generierte, wird selbst vom Verwerter der Max-Planck-Gesellschaft, Gar-

ching Innovation GmbH, als einmaliger „Blockbuster“ bezeichnet [4].

Selbstverständlich verhält sich die Technologietransferstelle der PTB im Bereich der Einwerbung von Lizezeinnahmen als normaler Marktteilnehmer. Entsprechend den Vorgaben der Bundeshaushaltsordnung ist sie verpflichtet, einen optimalen Preis für das PTB-Know-how zu realisieren.

Aus Unternehmenssicht folgt aus Bild 4 dennoch, dass zu zahlende Lizenzgebühren nur einen Bruchteil der ursprünglichen Entwicklungskosten darstellen und leicht aus dem generierten Umsatz eines neuen, erfolgreichen Produktes beglichen werden können. Der Gewinn für das Unternehmen, der durch die rechtliche Sicherung aufgrund der Patentierungspolitik der PTB erzeugt wird, ist für das Unternehmen ungleich höher zu bewerten. Im letztgenannten Sinne sind Patentanmeldungen der PTB auch eine Dienstleistung für die Industrie. Im Zuge des 7. EU-Forschungsrahmenprogramms ist die PTB in den Förderprojekten zur Metrologie bemüht, durch Aufbau einer themenbezogenen europäischen Patentierungsstrategie diesen Rechtsschutz für die Industrie auszudehnen, wie im nachfolgenden Beitrag erläutert.

Wenn übergeordnete öffentliche Interessen einer Patentierung zuwider laufen, etwa im Bereich der Normung, verzichtet die PTB in der Regel auf Patentanmeldungen oder vergibt breit gestreute nicht exklusive Lizenzen. Auch bei sehr kleinen Nischenmärkten wird auf eine Patentanmeldung verzichtet und ein direkter Know-how-Transfer angestrebt.

2 Innovationen der Industrie durch Entwicklungsförderung stärken

Vor der Darstellung der vorhandenen Technologieangebote der PTB soll zunächst der Bedarf an Technologieentwicklung der Industrie im Allgemeinen und kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) im Besonderen eingegangen werden.

Durch die zentrale Technologietransferstelle ist es möglich, direkte Anfragen zur Weiterentwicklung der Messtechnik oder der Überführung in neuartige Produkte an eine Stelle zu richten. Im Marketing wird dieses Konzept auch als „one-face-to-the-customer“ bezeichnet. Die Anfragen werden hierbei ergebnisoffen an die entsprechende Fachabteilung weitergeleitet. Selbstverständlich müssen diese thematisch im Rahmen der satzungsgemäßen Aufgaben der PTB liegen.

Als staatliche Unterstützung für ihre hausinterne F&E sollen hier zwei besonders geeignete Förderprogramme für den Mittelstand vorgestellt werden, bei denen die PTB antrags-, bzw. partizipationsberechtigt ist. Der eigentliche Antrag wird meist vom KMU und der PTB gemeinsam gestellt.

2.1 Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM)

In diesem Programm können Kooperationen zwischen Firmen oder Firmen und Forschungsinstituten gefördert werden. Auch eine Einzelprojektförderung eines Unternehmens ist möglich. Das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand ist das Basisprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie



(BMWi) für den innovativen Mittelstand. Ziel dieser Förderung ist es, KMU Zuschüsse zu gewähren, damit sie Forschungs- und Innovationsprojekte finanzieren können. Auch eine Einzelprojektförderung eines Unternehmens ist möglich.

Die Förderquote für KMU beträgt zwischen 35 % und 45 % auf Vollkostenbasis; Forschungsinstitute wie die PTB erhalten eine nahezu 100-prozentige Förderung. Eine Übersicht über die Förderquoten auf Vollkostenbasis gibt Tabelle 1.

ZIM ist besonders geeignet, um in Unternehmen und der PTB gleichzeitig verschiedene Arbeitspakete umzusetzen, die in einer nachfolgenden Phase allein im Unternehmen zur Markteinführung neuer Produkten führen, [5].

Ausführliche Information erhalten Sie direkt über das Portal www.zim-bmwi.de oder durch den Technologietransfer der PTB.

2.2 Messen, Normen, Prüfen, Qualitätssicherung (MNPQ)

Das Programm ist anders konzipiert, da hier die Arbeiten hauptsächlich im Bereich der Bundesanstalten erfolgen. Es dient bei den Ressortforschungseinrichtungen des BMWi, der PTB, der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) dazu, dem Technologietransfer spezielle Entwicklungen und Verfahren zugänglich zu machen. Die Förderung bezieht sich hierbei auf Sach- und Personalmittel im Rahmen der Bundesanstalten, um die Prototypenentwicklung einer Firma in der vorwettbewerblichen Phase zu begleiten. So sollen wirtschaftlich verwertbare Forschungsergebnisse in Zusammenarbeit mit kleinen und mittelständischen Unternehmen zeitnah in marktgerechte Produkte, Verfahren und Dienstleistungen umgesetzt werden.



So sollen wirtschaftlich verwertbare Forschungsergebnisse in Zusammenarbeit mit kleinen und mittelständischen Unternehmen zeitnah in marktgerechte Produkte, Verfahren und Dienstleistungen umgesetzt werden.

Tabelle 1: Förderquoten des erweiterten ZIM-Programms

Unternehmensgröße und Standort	Förderquote für Projekte
kleine Unternehmen in alten Bundesländern	40 %
kleine Unternehmen in neuen Bundesländern	45 %
mittlere Unternehmen in alten Bundesländern	35 %
mittlere Unternehmen in neuen Bundesländern	35 %

Der monetäre Eigenanteil der Firma ist mit 10 % äußerst gering. In diesem Programm ist die Firma allerdings nicht Mittelnehmer, sondern Mittelgeber. Der unternehmerische Vorteil ist dennoch erheblich, da für die Laufzeit von typischerweise ein bis zwei Jahren eine Vollzeitkraft in der PTB mit dem Projekt betraut werden kann.

Näheres zu beiden Programmen findet sich in der Rubrik „Meldungen für Unternehmer“, die über das Portal des Technologietransfers erreichbar ist.

3 Die Technologielücke schließen

Die genannten Förderprogramme dienen letztendlich dazu, eine bekannte Technologielücke zwischen F&E und industrieller Umsetzung zu schließen. Aus der „Theorie“ des Technologielebenszyklus ergibt sich eine S-förmige Reife-Kurve [6], dargestellt in Bild 5, die qualitativ eine Innovationsentwicklung beschreibt, die nach dem Markteintritt einer Sättigung entgegengeht. Der Verlauf stellt nicht den Umsatz dar, sondern eine abstrakt zu bemessende Produktreife der jeweiligen Technologie. Als Technologielücke wird der schwierige Übergang vom Forschungslabor in das Stadium der Prototypenentwicklung bezeichnet. Im Bereich der bereits erwähnten Patentfonds dienen die Mittel der Investoren dazu, eine Prototypenentwicklung zu gewährleisten, um diese Technologielücke zu schließen. Im Bereich öffentlicher Forschungsinstitutionen ist unser Ansatz, F&E-Ergebnisse, Patente und Dienstleistungen wie z. B. Kalibrierungen, als eine Einheit zu betrachten. Durch Drittmittel-

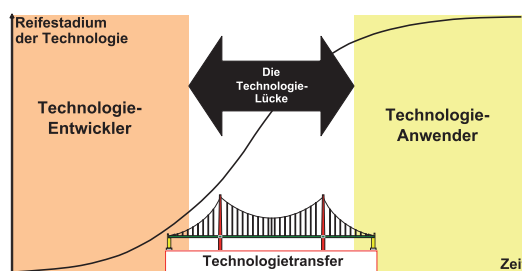


Bild 5: Qualitativ-theoretische Darstellung eines Innovationsprozesses. Die Technologielücke soll durch umfassende Angebote in Form von Technologiepaketen geschlossen werden.

förderung, wie im Abschnitt 2 dargelegt, oder direkte Industrieaufträge wird so die Technologielücke geschlossen.

4 Verbund von Forschungsinstituten und Netzwerkbildung

Die PTB ist in vielfacher Hinsicht mit anderen Institutionen vernetzt. Hierzu gehören die Kooperation QUEST [7] im Rahmen der Exzellenzinitiative oder die Initiierung des Nanotechnologie-Kompetenzzentrums Ultrapräzise Oberflächenbearbeitung (UPOB) [8] mit Firmen und Hochschulen. Im engeren Bereich der Vermarktung von Technologiepaketen und der Verwertung von Patenten hat sich die PTB regional mit dem DLR und der TU Braunschweig zusammengeschlossen.

Auszug aus der Presseerklärung vom 18.9.2007 zur Gründung des Innovations- und Patentverbundes Braunschweig:

Die beteiligten Institutionen verwenden Patente, um Industriekooperationen einzuzwängen, zur Wahrung ihrer Rechtsansprüche in Schlüsseltechnologien und um zusätzliche Einnahmequellen zu erschließen. (...) Sie vernetzen mit diesem Schritt weiter ihre Kernkompetenzen (...) Es wird hiermit ein neuer Weg der Kooperation beschritten, der mit den Begriffen

- *horizontal und gleichberechtigt*
 - *erfindernah*
 - *integrativ hinsichtlich der Forschungsanstrengungen*
- zusammengefasst werden kann.*

Der Innovationsprozess erfordert neben patentrechtlich geschützten Technologien weitergehende vorwettbewerbliche Entwicklungen im Bereich der Forschungsinstitute und Produktentwicklungsleistungen auf Firmenseite. Insbesondere die mittelständische Industrie benötigt für die komplette Abdeckung des Prozesses häufig externe Unterstützung, um ihre Innovationskraft zu erhalten bzw. auszubauen.

Indem nicht nur über reine Patentverträge verhandelt wird, sondern umfassende Techno-

logiepakete (z. B. bestehend aus mehreren Einzelpatenten) und Entwicklungsdienstleistungen von den Institutionen eingebracht werden, wird die Umsetzung in marktfähige Produkte beschleunigt. Zur Optimierung ihres Angebotes



fassen die am Innovations- und Patentverbund Braunschweig (IPV) beteiligten Partner Patent- und Dienstleistungsangebote zu komplexen

Technologiepaketen zusammen. Neben den Patenten wird im IPV umfangreiches Know-how zur Verfügung gestellt. Die horizontale Vernetzung der drei Institutionen wird in Bild 6 dargestellt. Das Projekt wird im Rahmen des BMWi-Programms „Neue Strategien der Patentverwertung“ gefördert.

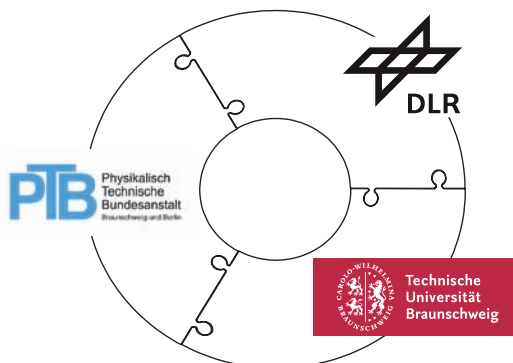
5 Existenzgründung mit PTB-Patenten

Eine besonders effiziente Methode, in der PTB entwickelte Messverfahren in die Praxis zu bringen, ist eine Existenzgründung oder der Aufbau eines neuen Geschäftsfeldes in einem KMU. In der letztgenannten Variante hat man den Vorzug, dass die Etablierung einer Marke, eine Vertriebsinfrastruktur und eine vorlaufende Finanzierung für den neuen Geschäftsbereich bereits vorhanden sind. Es handelt sich also nicht um eine klassische Ausgründung, die Markteintrittsbarriere ist durch die vorhandene Infrastruktur eines KMU deutlich abgesenkt.

Eine beispielgebende direkte Existenzgründung aus der PTB, die durch einen Braunschweiger Investor aus der optischen 3D-Messtechnik Unterstützung findet, ist die ETALON AG. Die Firma kann mittlerweile als Technologieführer für die Kalibrierung von Koordinatenmessgeräten und CNC-Werkzeugmaschinen angesehen werden. Ein lasergestütztes Verfahren erlaubt die Vermessung von Maschinen beliebiger Größe mit einer Messunsicherheit, die teilweise im Submikrometer-Bereich liegt. Das Gerät ist in Bild 7 dargestellt. Das Angebot der PTB besteht hier, wie auch für alle anderen Existenzgründer, in der Bereitstellung von Büroräumen zu Bedingungen, wie sie vergleichbare regionale Gründerzentren anbieten. Die räumliche Nähe hat weitere Vorteile, z. B. in der Nutzung von Messseinrichtungen, die dann allerdings zum vollen Preis angemietet werden müssen. Trotzdem ist dies ungleich kostengünstiger als die Anschaffung einer eigenen, nur selten benötigten Messapparatur in der Gründungsphase eines Unternehmens. Die ETALON AG wuchs innerhalb der letzten fünf Jahre von anfänglich zwei Wissenschaftlern auf jetzt 12 Mitarbeiter.

Ein Nebenaspekt dieser Variante der Patentverwertung ist ebenfalls, dass Spin-offs mit hohen Wachstumsraten oft zu einem erheblichen

Bild 6: Der Verbund realisiert intern durch die Zusammenarbeit der Technologietransferbeauftragten eine breite Angebotspalette. Der Kunde hat vorzugsweise nur einen kompetenten Ansprechpartner, der die Transfermöglichkeiten der Institutionen darstellen kann.



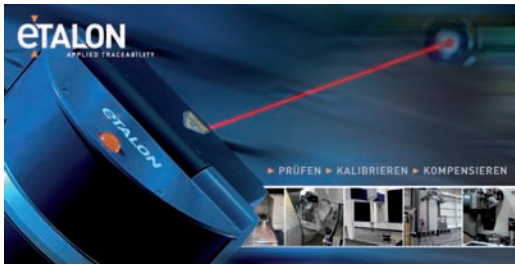


Bild 7:
Der von der PTB und dem National Physical Laboratory (NPL) entwickelte und patentierte LaserTRACER kalibriert Koordinatenmessgeräte
Quelle: ETALON AG

Teil zu den Lizenzeinnahmen beitragen. Diese Erfahrung wird auch von anderen Forschungsinstitutionen geteilt. Der Grund hierfür ist einseitig: Die Neugründung eines Unternehmens ist nur dann sinnvoll, wenn ein genügend großes Marktsegment vorhanden ist und dies mit einem neuen Produkt mit Alleinstellungsmerkmal bedient werden kann.

In diesem Sinne bietet die PTB Wissenschaftlern die Einstiegsmöglichkeiten für erfolgreiche Existenzgründungen und setzt damit die Vorgaben der Bundesregierung in diesem speziellen Aspekt des Technologietransfers konsequent um.

6 Abschließende Betrachtung

Technologietransfer – politisch erwünscht und gefördert durch öffentliche Programme – gewinnt zunehmende Bedeutung auch im Bereich grundlegender F&E. Die PTB verfolgt dabei sowohl eigenständig als auch zusätzlich in regionaler Vernetzung einen erfinder- und ent-

wicklungsnahen Ansatz. Im Bereich der Patentverwertung agiert sie hierbei als Marktteilnehmer. In der globalen Ausrichtung stehen jedoch übergeordnete volkswirtschaftliche Aspekte im Vordergrund.

Weitere Informationen und viele Technologieangebote sind auf dem Portal des Technologietransfers

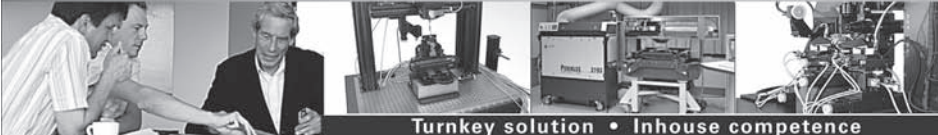
www.technologietransfer.ptb.de verfügbar.

Literatur

- [1] Verkaufsprospekt Alpha Patentfonds GmbH & Co. KG (2006), S. 37
- [2] H. Haase: PATINFO 2005, Proceedings des 27. Kolloquiums der TU Ilmenau über Patentinformationen, Ilmenau, 2. und 3. Juni 2005, S. 281
- [3] E. Hödl: DIE ZEIT, 24.6.2004
- [4] B. Hertel: Garching Innovation GmbH, München in PATINFO 2005, Proceedings des 27. Kolloquiums der TU Ilmenau über Patentinformationen, Ilmenau, 2. und 3. Juni 2005, S. 267
- [5] <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Presse/pressemitteilungen,did=290446.html>, Pressemitteilung vom 18.2.09
- [6] M. Bettoni et al: Verwertungsnetzwerke (2005). Asche, Bauhus, Kaddatz, Seel (Hrsg.), S. 31 ff
- [7] Quantum Engineering and Space-Time-Research, s. a.
<http://www.uni-hannover.de/de/aktuell/presseinformationen/archiv/details/04589/>
- [8] <http://www.upob.de/>

CUSTOM SOLUTIONS

precision made in germany



micos

Turnkey solution • Inhouse competence

Phone: + 49 7634 50 57 - 0 | www.micos.ws

Die Bedeutung von Schutzrechten für öffentliche Forschungseinrichtungen im europäischen Rahmen

Andreas Barthel*

Der Ausgangspunkt

Im Rahmen der Lissabon-Strategie vom März 2000 wurde von der Europäischen Kommission gefordert, Europa bis ins Jahr 2010 zum wettbewerbsfähigsten und dynamischsten wissensbasierten Wirtschaftsraum der Welt zu machen. Diese Strategie der Europäischen Kommission wurde im Juni 2010 durch das Programm Europa 2020 fortgeführt [1]. Darin wird die Nutzung von Schutzrechten, die im englischen Sprachraum als Intellectual Property (IP) bezeichnet werden, als wichtiger Erfolgsfaktor zur Erreichung der Ziele gesehen.

Schwerpunkte dieser Entwicklungsstrategie sind die Förderung von Forschung und Entwicklung sowie der Hochschulbildung zur Erhöhung des Wirtschaftswachstums innerhalb der EU. Das Ziel sieht die Kommission in der Steigerung der Investition in Forschung und Entwicklung (F&E) auf 3% des Bruttoinlandsprodukts (BIP) im Jahr 2020 gegenüber 1,84 % im Jahr 2006 erfüllt. Die USA investierte, wie im Bild 1 zu sehen ist, z. B. 2,61 % und Japan 3,39 % des BIP im gleichen Jahr in F&E [2].

In einer detaillierten regionalen Betrachtung wurden führende Regionen Europas untersucht, in denen die Investitionen in F&E-Aktivitäten besonders hoch sind.

Die PTB-Standorte sind hier mit der Region Braunschweig 5,8 % und Berlin mit 3,8 % unter den fünf besten deutschen Regionen und im europäischen Raum, wie in Bild 2 dargestellt, unter den TOP 12 gut platziert [3].

Die Bedeutung dieses Ziels der EU, F&E-Investitionen zu steigern, wird besonders dadurch deutlich, dass es im Kontext mit den anderen vier Hauptzielen, der Steigerung der Beschäftigungsquote, der Verringerung der Treibhausgasemissionen, der Verbesserung des Bildungsstandards und der Senkung der Armutsquote gleichbedeutend genannt wird.

Die jeweiligen Maßnahmen zur Erreichung des Ziels werden in Leitinitiativen zusammengefasst. Die Leitinitiative „Innovationsunion“ beschreibt die Verbesserung der Rahmenbedingungen für Innovationen in folgenden Punkten:

- Einführung eines einheitlichen EU-Patents und eines Patentgerichts,
- Modernisierung des urheber- und markenrechtlichen Rahmens,
- verbesserter Schutz der Rechte an geistigem Eigentum für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) und
- beschleunigte Einführung interoperabler Normen.

Zukünftige innovationspolitische Aktivitäten der EU orientieren sich an diesen schutzrechtlichen Aspekten.

* Dipl.-Phys.
Andreas Barthel,
Innovationsmanager
in der Arbeitsgruppe
„Technologietransfer“,
E-Mail:
andreas.barthel@
ptb.de

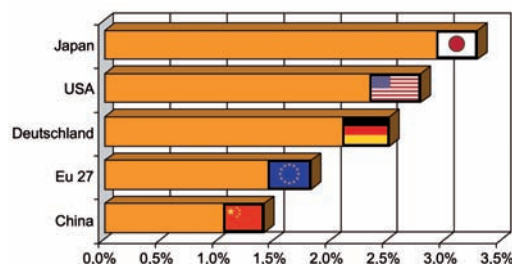


Bild 1:
Ausgaben für Forschung und Entwicklung gemessen am Bruttoinlandsprodukt [2]

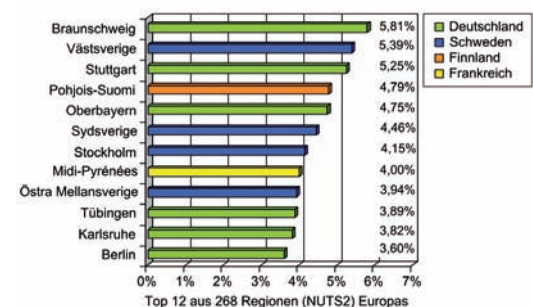


Bild 2:
F&E-Investitionen im Verhältnis zum regionalen Anteil am Bruttoinlandsprodukt führender Europäischer Regionen [3]

Wissenstransfer und Schutzrechte in der Forschung

Im europäischen Forschungsraum tragen öffentliche Forschungseinrichtungen und Hochschulen zur Innovation und zur Erarbeitung dieses neuen Wissens in Kooperation mit den Unternehmen bei. Um dieses Wissen auch in die Industrie zu transferieren und somit dem volkswirtschaftlichen Nutzen zuzuführen, muss es möglichst wirksam geschützt werden, um danach kontrolliert durch Lizenzen übertragen zu werden. Hierfür sollten Forschungseinrichtungen Wissenstransfer als strategische Aufgabe definieren.

Es hat sich herausgestellt, dass erhebliche Diskrepanzen zwischen nationalen Regelungsrahmen, Politiken und Praktiken beim Umgang mit geistigem Eigentum in öffentlichen Forschungseinrichtungen in Europa vorherrschen [4]. Um hier sowohl intern für die Mitarbeiter als auch extern in der Verwertung einen Ansprechpartner zu installieren, sollten ausreichende Kapazitäten wie z. B. eine Technologietransfer-Stelle in den europäischen Forschungseinrichtungen zur Verfügung gestellt werden.

Die IP Charta – strukturierter Wissenstransfer zum Schutz der europäischen Industrie

Eine europäische Charta (IP-Charta) zum Umgang mit geistigem Eigentum in öffentlichen Forschungseinrichtungen und Hochschulen wurde während der deutschen EU-Ratspräsidentschaft in der ersten Jahreshälfte 2007 erstellt [4]. Dieses mündete in die Empfehlung der Europäischen Kommission vom 10. April 2008 „zum Umgang mit geistigem Eigentum bei Wissenstransfertätigkeiten und für einen Praxiskodex für Hochschulen und andere öffentliche Forschungseinrichtungen“. Ziel dieser Empfehlung ist es, den sachgerechten Umgang mit geistigem Eigentum, das in öffentlichen Forschungseinrichtungen geschaffen wurde, zu erleichtern und zu fördern, um sowohl den Wissensaustausch mit der Industrie als auch die sozioökonomischen Vorteile aus der Verwertung der Ergebnisse öffentlich finanzierter Forschung zu verbessern.

Die Empfehlung enthält einen Praxiskodex für die Förderung des professionellen Umgangs mit geistigem Eigentum in Forschungseinrichtungen und Hochschulen. Darin werden verschiedene Grundsätze festgelegt, sowohl für eine interne Politik bzgl. des Umgangs mit geistigem Eigentum als auch für eine Politik bzgl. des Wissenstransfers, die einen aktiven Transfer und die Verwertung von geistigem Eigentum fördert, sowie für die Verbund- und Auftragsforschung. Darüber hinaus werden im Anhang

Beispiele für bereits bewährte Praktiken und Verfahren aufgeführt, die anderen Hochschulen und Forschungseinrichtungen den Umgang mit geistigem Eigentum erleichtern und bei der Umsetzung dieser Empfehlung helfen können. Die Empfehlung der Europäischen Kommission wurde vom Rat für Wettbewerbsfähigkeit, dem Gremium aller europäischer Forschungs- und Wirtschaftsminister, begrüßt, der am 30. Mai 2008 eine Entschließung verabschiedete.

In der PTB wurde schon im Jahr 2004 eine Technologietransfer-Stelle eingerichtet, welche gemeinsam mit dem Leitbild für Technologietransfer der PTB aus dem Jahr 2005 der Grundvoraussetzung der IP-Charta entspricht. Die Kernaspekte der IP-Charta werden hier in der Praxis seit einiger Zeit gelebt und in der fallbasierten Be- und Verwertung von Erfindungen umgesetzt.

Bewährte Praxis im 7. EU-Forschungsrahmenprogramm

Die Umsetzung dieser IP-Charta führte im nationalen sowie im europäischen Umfeld der Forschungseinrichtungen zu einem steigenden Bedarf an praxisorientierten Hilfestellungen. Insbesondere ist dieser Bedarf darin zu sehen, dass sich komplexe Rechte und Pflichten ergeben, die die Nutzung und Übertragung des Know-hows regeln.

Für Kooperationsprojekte wird die Basis für abgeleitete Regelungen durch den „Guide to Intellectual Property Rules for FP7 projects“ [5] gelegt, der in Zusammenhang mit den „Rules for Participation“ [6] und den Finanzhilfvereinbarungen „EC model Grant Agreement“ [7] die vielfältigen Anforderungen an den Umgang mit Schutzrechten skizziert.

Hier wird zwischen Background IP und Foreground IP unterschieden. Unter Background IP versteht man existierende Schutzrechte der einzelnen Partner und Foreground IP bezieht sich auf die Regelungen zu zukünftigem Wissen, das in Kooperationsprojekten entsteht. Diese klare Aufteilung und strukturierte Behandlung von Fore- und Background IP ermöglicht Wissen oder Schutzrechte als handelbares Gut für Projekte zur Verfügung zu stellen und Strategien für die spätere – insbesondere kommerzielle – Nutzung von Wissen aus Projekten schon vorab zu definieren.

Weiterhin werden in diesem Leitfadens die z. T. bindenden Praxisregeln für den Umgang, die Nutzung und die Veröffentlichung des für Kooperationsprojekte zwischen Unternehmen und/oder Forschungseinrichtungen benötigten Wissens im Rahmen des 7. EU-Forschungsrahmenprogramms aufgestellt. Die Bindung an die Regelung existiert, da sich öffentlich geförderte Projekte an einer vom Fördermittelgeber vorgegebenen Zielsetzung orientieren.

Der Leitfaden hilft, die vielfältigen Sichtweisen und Fallstricke beim IP-Management in den geförderten internationalen Kooperationsprojekten aufzuzeigen.

Ein zusätzliches Informationsportal mit Praxisbeispielen, einfachen Erläuterungen und Entscheidungen der Europäischen Kommission zum IP-Management im 7. EU-Forschungsrahmenprogramm ist der IPR-Helpdesk [8].

Lizenzmodelle

Letztendlich führt die Überlassung von IP an ein Unternehmen zu konkreten Lizenzmodellen. Angepasst auf die jeweilige Situation in einem Kooperationsprojekt existieren typische Lizenzarten, die sich insbesondere durch den Zielgruppenfokus in ihrer Ausgestaltung unterscheiden.

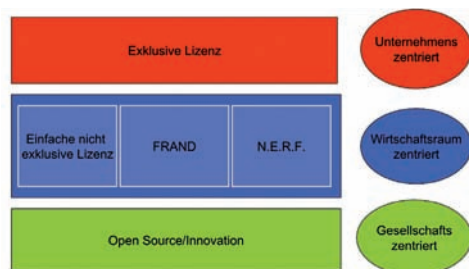


Bild 3:
Lizenzmodelle im Zielgruppenfokus

Die Nutzung exklusiver Lizenzen dient hierbei der Investitionssicherheit für Unternehmen beim Transfer von Know-how. Dadurch wird ein ausschließliches Recht erwirkt, eigene, auf dem übergebenen Wissen basierende Entwicklungen auch vermarkten zu können und dafür ggf. dem Wettbewerb den Marktzugang zu untersagen. Dabei wird das Lizenzmodell auf das Wohl des Unternehmens ausgerichtet. Die Exklusivität kann hierbei für einzelne Branchen oder regionale Gebiete ausgestaltet sein.

Darüber hinaus gibt es nicht exklusive oder einfache Lizenzen, die mehrere Lizenznehmer im selben Marktsegment vorsehen. Sie dienen eher zur Regelung einer Volkswirtschaft bzw. eines gesamten Wirtschaftsraums. Die Auswahl der Lizenzpartner kann somit bewusst um weitere Verwertungspartner ergänzt werden.

Es gibt natürlich noch weitere Lizenzmodelle wie z. B. das Open-Source-Konzept für Software. Diese werden im IPR-Helpdesk ebenfalls dargestellt und praxisnah erklärt. Die Zielsetzung bei Software ist, die Quelltexte als Open-Source öffentlich zugänglich zu machen und durch die Lizenz die Weiterentwicklung für die Gesellschaft zu fördern.

Die Schwierigkeit in einzelnen Lizenzverhandlungen besteht nun darin, das richtige Modell zu finden. Hierbei sind insbesondere die gegebenen Randbedingungen zu beachten.

In Hochschulen und Forschungseinrichtungen wird das Agieren durch unterschiedlichste Förderungen und Drittmittel (z. B. 7. EU-Forschungsrahmenprogramm) bestimmt. So muss für den Transfer der Technologien und somit das Lizenzmodell auch die Zielsetzung der Fördermittelgeber betrachtet werden. Im Rahmen des 7. EU-Forschungsrahmenprogramms ist das Ziel, die „...wissenschaftlichen und technologischen Grundlagen dadurch zu stärken, dass ein europäischer Raum der Forschung geschaffen wird, in dem Freizügigkeit für Forscher herrscht und wissenschaftliche Erkenntnisse und Technologien frei ausgetauscht werden, die Entwicklung ihrer Wettbewerbsfähigkeit einschließlich der ihrer Industrie zu fördern sowie alle Forschungsmaßnahmen zu unterstützen ...[9]“.

In kooperativen geförderten Forschungsprojekten besteht diese Zielsetzung oftmals darin, diesen Wirtschaftsraum zu unterstützen. Das Entwicklungsrisiko soll durch die Forschung für eine ganze Branche minimiert werden, so dass bei der letztendlichen Lizenzierung nicht einzelne Projektpartner, sondern sämtliche Unternehmen der relevanten Branchen in Betracht kommen. So kann sich im Falle von Europa die Wirtschaft gegenüber anderen Volkswirtschaften abgrenzen und die Technologien unter bestimmten Regularien aus den geförderten Projekten lizenzieren. Darüber hinaus sind Lizenzvereinbarungen, die hohe Markteintrittshürden für Wettbewerber errichten, zu vermeiden [10].

Ergebnisse eines F&E-Projekts im 7. EU-Forschungsrahmenprogramm sollten daher Fair, Reasonable and Non Discriminatory (FRAND) oder Non-Exclusive, Royalty-Free (N.E.R.F.) vergeben werden [7a]. Beide Modelle gelten als Sonderfall einfacher Lizenzen. Im FRAND-Modell werden faire, gleichgestaltete Lizenzgebühren für die Lizenznehmer akzeptiert, wohingegen im N.E.R.F.-Modell auf selbige verzichtet wird. Beide Lizenzmodelle zielen darauf ab, nur unter gewissen Umständen Lizenznehmer aus anderen Volkswirtschaften zu akzeptieren, um somit der protektiven Zielsetzung gegenüber anderen Wirtschaftsräumen (z. B. Nicht-EU-Staaten) zu genügen.

Zukünftige Entwicklung

In der PTB werden differenzierte Lizenzmodelle unter den gegebenen Randbedingungen in der Praxis eingesetzt. Die Vorgehensweise, ein strategisches IP-Management im Sinne der IP-Charta nachhaltig zu integrieren, wird derzeit ebenfalls in die Zusammenarbeit von Nationalen Metrologischen Instituten (NMI) in spezifischen Förderprogrammen eingebracht. Die Skizzierung der kommerziellen Verwertungsstrategie ist hier obligatorisch, so dass ein Blick auf den Nutzen der europäischen Wirtschaft frühzeitig

in den Projekten stimuliert wird. Dadurch wird der Zielsetzung in Kernbereichen, wie z. B. die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit europäischer Unternehmen, durch die Integration einer auf den Einzelfall zugeschnittenen IP-Strategie mit entsprechendem Lizenzierungsansatz erfüllt.

Zukünftig ist auch in anderen Kooperationsprojekten geplant, z. B. im 8. EU-Forschungsrahmenprogramm (2014 – 2020), wie im Infokasten (Bild 4) dargestellt, Strategien zum Schutz des Wissens als zukunftsweisendes Steuerungsinstrument verbindlich zu integrieren.

„Die Intellectual Property (IP) Charta-Initiative sollte eine wichtige Grundlage für die aus dem Rahmenprogramm finanzierte Verbundforschung werden. Sowohl für die Antragstellung als auch für das Berichtswesen in den Verbundprojekten sollte die Darstellung der eigenen IP-Strategie verpflichtend werden. Darüber hinaus sollten Koordinierungs- und Unterstützungsmaßnahmen zur verstärkten Anwendung der Initiative in Europa und auf internationaler Ebene finanziert werden.“[11]

Bild 4:
Auszug aus dem Leitlinienpapier der Bundesregierung für das 8. Forschungsrahmenprogramm der EU

Zusammenfassung

Die detaillierte Betrachtung von und der Umgang mit IP in der Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen wird zukünftig an Bedeutung gewinnen. Um diesen Wissenstransfer gezielter zu steuern, werden seit 2007 politische Regelwerke eingeführt. Sowohl als Empfehlung für Forschungseinrichtungen (IP-Charta), aber auch zukünftig obligatorisch für Kooperationsprojekte (Forschungsrahmenprogramm) betten sich diese Fragestellungen schon zu einem frühen Zeitpunkt in das Handeln der Akteure mit ein.

Dieses führt in einigen Fällen zu Lizenzmodellen, die weniger das einzelne Unternehmen als vielmehr die Klasse von Unternehmen einer gesamten Volkswirtschaft im Fokus haben.

Literatur

- [1] EU-Kommission 03.03.2010; KOM(2010) 2020 endgültig; „Eine Strategie für intelligentes, nachhaltiges und integratives Wachstum“
- [2] EU-Commission 2008; „A more research-intensive and integrated European Research Area“
- [3] Reni PETKOVA; Eurostat 35/2009; „German regions lead European R&D“
- [4] Rat der Europäischen Union Decision 10323/08; „Entschließung des Rates zum Umgang mit geistigem Eigentum bei Wissenstransfertätigkeiten und für einen Praxiskodex für Hochschulen und andere öffentliche Forschungseinrichtungen“
- [5] European Parliament; Decision No 1982/2006/EC; 18.12.2006 Guide to Intellectual Property Rules for FP7 projects“; ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/fp7/docs/ipr_en.pdf
- [6] European Parliament; Regulation 1906/2006/EC 18.12.2006 “Rules for Participation“[http://ec.europa.eu/research/fp7/index_en.cfm?pg=documents#Rules
- [7] European Commission; “EC model Grant Agreement“; http://cordis.europa.eu/fp7/calls-grant-agreement_en.html
- [7a] European Commission; “EC model Grant Agreement/Annex II.35 Access rights“; http://ec.europa.eu/research/fp6/model-contract/pdf/annex-ii-general-conditions_en.pdf
- [8] IPR-Helpdesk; www.ipr-helpdesk.org
- [9] Europäische Gemeinschaft; Artikel 179 „Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union“ vor dem 30.11.2009 „Vertrag zur Gründung der Europäischen Gemeinschaft“ mit abweichender Artikelabfolge. Der Artikel hatte dort die Nr. 163 unter der er hinlänglich bekannt war.;(Quelle: <http://dejure.org/gesetze/AEUV/179.html>)
- [10] EU-Kommission; 27.04.2004 (EC); Entscheidung Nr. 772/2004 über die Anwendung von Artikel 81 Absatz 3 EG-Vertrag auf Gruppen von Technologietransfer-Vereinbarungen
- [11] BMBF 26.03.2010; „Leitlinienpapier der Bundesregierung für das 8. Forschungsrahmenprogramm der EU“; http://www.bmbf.de/pub/leitlinien_achte_frp.pdf

Patentierung und Standardisierung – Komplementäre Strategien für Forschungseinrichtungen

Knut Blind*

* Prof. Dr. Knut Blind,
Technische Universität
Berlin, Fachgebiet
Innovationsökonomie,
Fraunhofer Fokus,
Chair of Standardisa-
tion an der Rotterdam
School of Management
E-Mail:
knut.blind@fokus.
fraunhofer.de

1 Hintergrund

Forschungseinrichtungen stehen nicht nur unter dem Druck, exzellente Forschungsergebnisse hervorzubringen. Es besteht zunehmend auch der Anspruch, dass sich ihre Ergebnisse kommerziell vermarkten lassen. Traditionell geschieht dies entweder durch Industrienaufträge, Ausgründungen oder durch die Auslizenzierung der patentierten Forschungsergebnisse. In diesem Beitrag wenden wir uns dem Thema Patentierung im speziellen Kontext der Standardisierung zu.

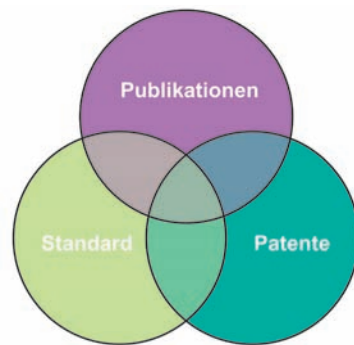


Bild 1:
Veröffentlichungen, Standards und Patente: Die
Schnittmengen nehmen zu!

Bild 1 symbolisiert die Schnittmengen der Bereiche der klassischen wissenschaftlichen Publikation, der Standards und der Patente. Auch wenn Standards und Patente im Allgemeinen eher komplementäre Verfahren des Technologietransfers darstellen, so wird die Schnittmenge der beiden in jüngster Zeit immer bedeutender.

Bild 2 nimmt dies quantitativ auf und verdeutlicht zunächst die zunehmende Integration

von Patenten in Standards seit Beginn der 90er Jahre, wobei die Bedeutung mittels Patentierungsstrategien Standardisierungsprozesse zu beeinflussen grundsätzlich noch eher gering ausfällt [1]. Patentaktivere Unternehmen engagieren sich eher nicht in formalen Normungsorganisationen [2]. Jedoch werden die in Standards integrierten Patente durchweg höher als vergleichbare Patente zitiert [3] und stellen eindrucksvoll illustriert an den Mobilfunk-Standards GSM [4] und UMTS [5] Basistechnologien für ganz neue Industrien dar.

Nach einer kurzen Einführung in die generellen ökonomischen Gründe für Patente bzw. das Patentsystem werden der ökonomische Nutzen, aber auch mögliche Kosten durch die Integration von Patenten in Standards aufgezeigt. Vor diesem Hintergrund werden die sich für Forschungseinrichtungen bietenden Optionen und Strategien diskutiert, bevor der Beitrag mit entsprechenden Empfehlungen schließt.

2 Ökonomische Gründe für Patente

Bevor wir die Wechselwirkung zwischen Patenten und Standardisierung betrachten, müssen wir auf die grundlegenden ökonomischen Gründe für geistige Eigentumsrechte, wie sie Patente darstellen, eingehen. Zunächst haben Patente eine Anreizfunktion, denn sie gewähren ein (zeitlich begrenztes) Monopol, um Investitionen in Forschung und Entwicklung zu fördern. Zweitens kommt die Offenlegungsfunktion zum Tragen, indem die Veröffentlichung des geschützten Inhalts verlangt wird, um die Diffusion von (technologischem) Know-how zu fördern. Schließlich kommt den Patenten durch die Forderung nach Offenlegung des geschützten Inhalts und durch die Verleihung eines (zeitlich begrenzten) Monopols eine Koordinierungsfunktion zu, durch die Doppelforschung vermieden und Lizenzvergabe und sequenzielle Innovationen gefördert werden. Über diese entscheidenden Vorteile hinaus sind jedoch auch die Kosten von Patentsystemen zu bedenken, die durch dauerhafte Monopole, Patentdickichte, Patentrennen und die Überflutung mit Patentinformationen entstehen.

Grundsätzlich ist die Partizipation in der Standardisierung in den letzten Jahren zunehmend als weiteres effizientes Instrument des

Standardisierung:
Es wird der generelle
Begriff Standardisierung
verwendet, der sowohl die konsensbasierte
Normung in den staatlich anerkannten
Normungsorganisationen als auch die
nicht konsensualen Prozessen in diesen
Organisationen und anderen Standardisierungsorganisationen
umfasst.

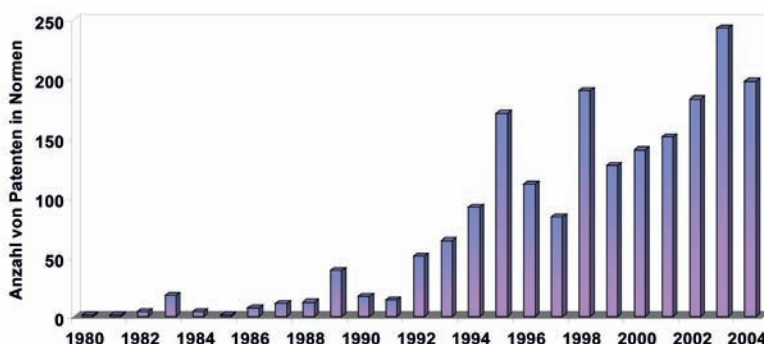


Bild 2:
Entwicklung der Veröffentlichung von Patenten, die in Standards integriert sind [6]

Technologietransfers entdeckt [7] und u. a. von der Europäischen Kommission und der Bundesregierung als Instrument der Innovationspolitik fest etabliert worden.

3 Ökonomischer Nutzen von Patenten in Standards

Die Integration von Patenten in Standards bringt eine Reihe von Vorteilen sowohl für Rechteinhaber als auch für diejenigen mit sich, die diese Standards implementieren wollen [8].

Ein Patentinhaber hat durch die Möglichkeit, sein zeitlich begrenztes patentgeschütztes Monopol in einen Standard zu integrieren, zusätzliche Anreize in Forschung und Entwicklung zu investieren. Ein zweiter indirekter Anreiz ergibt sich daraus, dass Technologien, Produkte und Dienstleistungen oft auf standardisierten Plattformen basieren. Das schafft zusätzliche Forschungsanreize für diese komplementären Komponenten ergänzend zur Erforschung und Entwicklung der Technologien, die für den Plattformstandard benötigt werden.

Eine direkte positive Auswirkung der Integration von Patenten ist das „Patent-Pooling“ in Standards. Dies senkt die Kosten sowohl für den Patentinhaber als auch für die Nutzer von Standards in Form geringerer Anbahnungs- und Durchsetzungskosten von Lizenzvereinbarungen. Darüber hinaus profitieren Patentinhaber aufgrund des Diffusionseffekts von Standards von zusätzlichen Lizezeinnahmen, und den Anwendern kommen durch den Poolingeffekt niedrigere Lizenzierungskosten zugute. In Standards integrierte Patente können von Rationalisierungseffekten profitieren, da durch die Festlegung auf einen Standard die Vielfalt reduziert wird. Darüber hinaus können über Standards positive Netzwerkexternalitäten, d. h. ein individueller Nutzenzuwachs durch mehr Teilnehmer, z. B. mögliche Gesprächspartner in einem Telekommunikationsnetz, entstehen. Das verstärkt nicht nur weiter die Anreize, durch Forschung patentierbares Wissen zu generieren, sondern fördert auch die Diffusion der Standards und somit auch der integrierten Patente.

Das führt uns zum zweiten Aspekt, der schon angesprochenen Diffusionsfunktion, die durch die Integration von Patenten in Standards unmittelbar mit der Anreizfunktion zusammenhängt. Denn die von den Lizenzierungsbedingungen abhängige allgemeine Verwendung patentgeschützter Technologien über Standards fördert unmittelbar die Diffusion der integrierten Patente. Darüber hinaus beginnt die Diffusion der Patentinhalte bereits während des Standardisierungsprozesses in den technischen Ausschüssen.

Bezüglich ihrer Koordinierungsfunktion profitieren Patente dreifach von ihrer Integration in

Standards. Erstens reduziert die Einbeziehung von Patenten in Standards Parallelforschung und -entwicklungen drastisch, da der Schutz von Technologien durch Patente mit den Netzwerkexternalitäten von Standards verknüpft wird und damit die „Breite“ eines Patentes effektiv vergrößert wird. Zweitens erleichtern Standards den Übergang von alten zu neuen und folglich auch von früheren zu nachfolgenden patentgeschützten Technologien. Die Integration von Patenten in Standards ist schließlich auch eine effektive Maßnahme, um die Ineffizienzen eines zu schnellen Wechsels zu neuen Technologien zu reduzieren, d. h. eine überschießende Dynamik abzubremsen, indem durch den Standardisierungsprozess auch die eher langfristigen ausgerichteten Anforderungen von Produzenten komplementärer Technologien und Produkte, aber vor allem der Anwender Berücksichtigung finden.

4 Wirtschaftliche Kosten von Patenten in Standards

Neben den zahlreichen wirtschaftlichen Vorteilen der Integration von Patenten in Standards sind auch die Kosten zu berücksichtigen.

Denn die Kombination von Patenten und standardbasierten Netzwerkexternalitäten kann zu monopolistischen Marktstrukturen führen, die sich weit über die maximale Dauer des Patentschutzes etablieren. Monopole führen generell zu Ineffizienzen, z. B. in Form von höheren Preisen und Marktstrukturen mit niedriger Wettbewerbs- und damit Innovationsintensität. Darüber hinaus können solche dominanten Positionen langfristig auch zu einem Festhalten an minderwertigen und veralteten, aber durch Standards gestärkte Technologien führen. Im Gegensatz zur Tendenz in Richtung Monopolisierung durch die Integration von Patenten in Standards kann dieser außerordentlich starke Anreiz „standards battles“ auslösen, in denen Ressourcen durch Überinvestitionen und Doppelforschung vergeudet werden.

Diese Aspekte machen deutlich, dass die Integration von Patenten in Standards auch erhebliche negative Auswirkungen haben kann, die neben den zahlreichen Vorteilen ebenfalls berücksichtigt werden müssen.

Die Wechselwirkung zwischen Patenten und Standards kann zu möglichen Konflikten zwischen den beiden führen und am Ende weitere Kosten verursachen. Patentierungsstrategien können einen negativen Einfluss auf die Standardisierung haben und zum Beispiel Standardisierungsaktivitäten blockieren, indem für den Inhalt des Standards wichtige Patente zurückgehalten werden. Neben diesen strategischen Aktivitäten kann die Implementierung eines Standards zu einer unbeabsichtigten Verletzung

der integrierten Patente führen, wenn deren Einbindung in den Standards nicht bekannt war. Solch eine Rechtsverletzung kann auch durch eine strategische nachträgliche Offenlegung via U-Boot-Patenten eintreten, nachdem der Standardisierungsprozess abgeschlossen ist.

Patente, die in Normen integriert sind, die von DIN, CEN oder ISO und anderen Normungsinstituten herausgegebenen werden, müssen von ihren Inhabern zu angemessenen und diskriminierungsfreien Bedingungen (*Fair, Reasonable and Non-Discriminatory, FRAND*) lizenziert werden. Es bleibt jedoch eher unklar, wie FRAND in der Praxis genau definiert wird. Selbst wenn durch die FRAND-Bedingungen die Lizenzgebühren bei einem einzelnen Patent angemessen sind, kann eine Summierung von Lizenzgebühren für die Patente verschiedener Patentinhaber zu sehr hohen Lizenzkosten führen. Folglich würden den Parteien, die an der Implementierung des Standards interessiert sind, höhere Kosten entstehen.

5 Strategien für Forschungseinrichtungen

Der MP3-Standard ist das Paradebeispiel für die Integration von Patenten, die im Rahmen eines Forschungsprojektes von einem Fraunhofer Institut erfolgreich angemeldet wurden, in einen weltweit verbreiteten Standard. Die über mehr als ein Jahrzehnt erlöstene Lizenzentnahmen haben die 100-Millionen-Euro-Schwelle schon längst überschritten. Um eine solche Erfolgsgeschichte realisieren zu können, muss eine Reihe an strategischen Fragen beantwortet werden, die im Folgenden diskutiert werden.

Zuerst stellt sich die Frage, ob das ins Auge genommene Forschungsergebnis grundsätzlich patentierbar ist. Wenn diese Frage mit Ja beantwortet werden kann, ist aber in einem zweiten Schritt zu fragen, ob die Forschungseinrichtung eine Patentanmeldung anvisieren möchte, da hiermit z. T. erhebliche Kosten verbunden sind oder anderweitige politische Erwägungen dem entgegen stehen. Wenn diese zweite Frage mit Nein beantwortet wird, können die Forschungsergebnisse ohne Restriktion geeigneten Standardisierungsgremien vorgeschlagen werden. Da Standardisierungsergebnisse inkl. der Sitzungsprotokolle z. T. als Stand der Technik gewertet werden, hat diese Strategie den gleichen Effekt hinsichtlich der Aktualisierung des Standes von Wissenschaft und Technik wie die Publikation der Forschungsergebnisse in wissenschaftlichen Zeitschriften.

Wenn sich das Institut für eine Patentanmeldung entschlossen hat und es schließlich auch zur Erteilung des Patentes kommt, dann gilt es eine Reihe strategischer Entscheidungen zu treffen. Handelt es sich um ein Patent auf eine viel versprechenden Technologie, die sich ohne

den Beitrag der Patente Dritter von Unternehmen mit entsprechenden Entwicklungs- und Produktionskapazitäten vermarkten lässt, kann der traditionelle Weg gegangen werden. Es wird nach exklusiven oder nicht-exklusiven Lizenznehmern gesucht, ohne das Instrument der Standardisierung zu bemühen. Gehört das Patent eher zu so genannten komplexen Technologien, dann sind für die Produktion eines innovativen Produktes auch die Patente und Technologien zahlreicher anderer Patentinhaber notwendig. Um diese – aus Sicht der Lizenznehmer – hohe Komplexität in den Griff zu bekommen, bietet sich die Standardisierung als Koordinationsmechanismus an. Gibt es starke Konkurrenztechnologien kann man durch eine erfolgreiche Standardisierung die eigene Technologie sowohl in diskreten als auch in komplexen Technologiefeldern im Vergleich zu den Konkurrenztechnologien besser positionieren. Insgesamt bietet sich die Standardisierung in den meisten Konstellationen als eine das Technologiemarketing begleitende Strategie an.

Wenn sich eine Forschungseinrichtung entschieden hat, die eigenen Patente in die Standardisierung einzubringen und dies auch erfolgreich gelingt, stellt sich unmittelbar die Frage nach den Lizenzbedingungen. Grundsätzlich kann man die Patente unentgeltlich bzw. Royalty Free (RF) sowohl exklusiv als auch nicht exklusiv (NERF) an die Unternehmen abgeben, die die entsprechenden Standards in ihre Produkte integrieren wollen. Eine solche Entscheidung führt dann folglich nicht zu Lizenzentnahmen, kann aber langfristig positive Effekte mit sich bringen, wenn sich der Standard erfolgreich verbreitet und es dadurch zu Imageverbesserungen kommt. Wenn es sich bei dem Standard um einen Plattformstandard handelt, gewinnen u. U. eigene Patente auf komplementäre Technologien stark an Wert, so dass sich auf diesem Wege die Lizenzentnahmen realisieren lassen.

Im Falle von positiven Lizenzgebühren gilt es als Obergrenze, die schon erwähnte angemessenen und diskriminierungsfreien Lizenzierungsbedingungen (*Fair, Reasonable and Non-Discriminatory, FRAND*) zu nennen, die sich die formalen Normungsorganisationen als Leitlinien gegeben haben. Grundsätzlich müssen im Streitfall die Lizenzierungsbedingungen von den Wettbewerbsbehörden festgelegt werden, wobei sich Lizenzgeber und -nehmer in fast allen Fällen außergerichtlich einigen. Bild 3 stellt die wesentlichen Entscheidungsoptionen einer Forschungseinrichtung von der Patentierung bis zur Integration patentierter Inhalte in einen Standard in einer Übersicht zusammen.

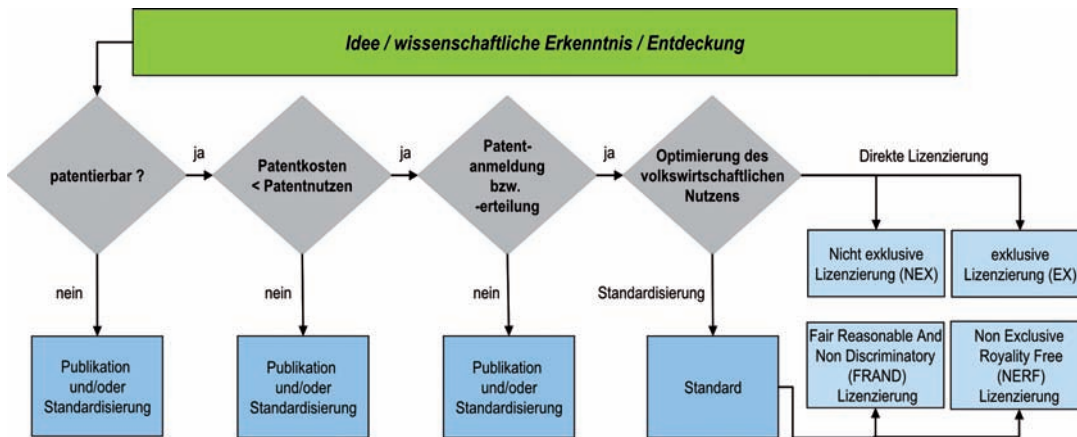


Bild 3: Entscheidungsoptionen von der wissenschaftlichen Erkenntnis über das Patent zum Standard

6 Ausblick

Die Ausführungen zur Interaktion von Patentierung und Normung mögen auf den ersten Blick als theoretische Optionen für das Technologiemarketing von Forschungseinrichtungen erscheinen. Jedoch kann auf die Erfolgsgeschichte des MP3-Standards hingewiesen werden. Ferner gibt es empirische Untersuchungen, die im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien einen stark zunehmenden Trend zur Integration von Patenten in Standards (siehe Bild 2) als auch von Patentpools [9] nachweisen.

Um die angeführten Potenziale effektiv erschließen zu können, müssen sich Forschungseinrichtungen hinsichtlich der Interaktion zwischen Patentierung und Normung strategischer ausrichten und entsprechende Initiativen ergreifen. Es gilt nicht nur, das Engagement in der Standardisierung auf das eigene Patentportfolio und die verfolgten Patentierungsstrategien auszurichten. Umgekehrt kann das Patentieren effizienter werden, wenn Erkenntnisse aus dem eigenen Standardisierungsengagement besser berücksichtigt werden. Grundsätzlich sollten die relevanten Informationen aus laufenden Standardisierungsprozessen systematischer für die eigenen Patentierungsstrategien berücksichtigt werden. Um diese Synergien effektiv und effizient zu nutzen, kann die Standardisierung als festes Element im Technologiemarketing etabliert werden. Dies gelingt nur, wenn die in der Standardisierung engagierten Forscher entsprechend eingebunden werden. Dabei sollten langfristig auch die internen und die durch Institutionen der Forschungsförderung vorgegebenen externen Anreizsysteme entsprechend erweitert werden.

7 Literatur

- [1] Blind, K.; Edler, J.; Frietsch, R.; Schmoch, U.: Motives to patent: empirical evidence from Germany. In: *Research Policy*, **35** (2006), S. 655–672
- [2] Blind, K.; Thumm, N.: Interrelation between patenting and standardisation strategies: empirical evidence and policy implications. In: *Research Policy*, **33** (10), (2004), S. 1583–1598
- [3] Rysman, M.; Simcoe, T. S.: Patents and the Performance of Voluntary Standard-Setting Organizations. In: *Management Science*, **54** (11), (2008), S. 1920–1934
- [4] Bekkers, Rudi; Duysters, Geert; Verspagen, Bart: Intellectual property rights, strategic technology agreements and market structure: The case of GSM. *Research Policy*, Elsevier, vol. **31**, (2002), 7, S. 1141–1161
- [5] Bekkers, R.; West, J.: The Limits to IPR Standardization Policies as Evidenced by Strategic Patenting in UMTS. In: *Telecommunications Policy*, **33**, (2009), S. 80–97
- [6] Simcoe, T. S.; Graham St. J. H.; Feldman, M.: Competing on Standards? Entrepreneurship, Intellectual Property and the Platform Technologies. In: *Journal of Economics & Management Strategy*, **18** (3), (2009), S. 775–816
- [7] Blind, K.; Gauch, S.: Research and Standardisation in Nanotechnology: Evidence from Germany. In: *Journal of Technology Transfer*, **34**, (2009), S. 320–342
- [8] Blind, K.: Standardisation: a catalyst for innovation – **Inaugural Address delivered at the occasion of accepting the appointment as extraordinary Professor of Standardisation on behalf of NEN, the Netherlands Standardisation Institute, Rotterdam: RSM, (2009)**
- [9] Lerner, J.; Strojwas, M.; Tirole, J.: The design of patent pools: the determinants of licensing rules. In: *Rand Journal of Economics*, **38** (3), (2007), S. 610–625

Technologietransfer an der Technischen Universität Braunschweig: Kooperationsprojekte, Patente und Existenzgründungen

Jörg Saathoff*

Neben Forschung und Lehre gehört der Wissens- und Technologietransfer bereits seit längerer Zeit zu den Grundaufgaben einer wissenschaftlichen Einrichtung oder Hochschule. Dies gilt in besonderem Maße für eine wissenschaftlich-technisch orientierte Universität, wie die TU Braunschweig, an der der Wissens- und Technologietransfer in den letzten Jahren kontinuierlich ausgebaut und verstärkt wurde. An der TU Braunschweig studieren zurzeit 13 500 Studierende überwiegend in technischen und naturwissenschaftlichen Fächern. Außerdem forschen an der Hochschule 1800 wissenschaftliche Mitarbeiter in mehr als 110 Instituten, die in sechs Fakultäten organisiert sind. Allein diese Zahlen verdeutlichen das große Potential für den Wissens- und Technologietransfer.

Rahmenbedingungen für den Technologietransfer an einer Hochschule

Ein wichtiges, grundlegendes Merkmal des Wissens- und Technologietransfers ist die Schnittstellenfunktion zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Dadurch werden zwischen Institutionen bzw. Organisationen der Wissenschaft und der Wirtschaft Informationen, z. B. wissenschaftliche Ergebnisse oder Know-how, ausgetauscht. Um hierfür die richtigen Partner

zusammenzuführen, bedarf es einer Einrichtung wie der Technologietransferstelle der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) oder der TU Braunschweig, die nicht nur zwischen Wissenschaft und Wirtschaft vermittelt bzw. die richtigen Partner zusammenbringt, sondern darüber hinaus die Kommunikation und den Transfer auf vielfältige Weise organisiert und unterstützt. Dies ist symbolisch in Bild 1 dargestellt. Die Bedeutung des Wissens- und Technologietransfers wird auch dadurch deutlich, dass dieser für Universitäten im Hochschulrahmengesetz als Auftrag verankert ist.

Die drei Säulen des Technologietransfers

An der Technischen Universität Braunschweig werden unter dem Dach des Technologietransfers drei Aufgabenfelder zusammengefasst, die auf den ersten Blick recht unterschiedlich erscheinen. Außer dem direkten, meist projektbezogenen Austausch zwischen Wirtschaftsunternehmen und der Hochschule, gehören hierzu der Existenzgründungsbereich und die Patentverwertung (siehe Bild 2). So unterschiedlich die Aufgabenfelder auch sein mögen, in allen Fällen geht es primär um die Übertragung von Know-how eines Wissensgebers, z. B. eines Hochschulinstituts, an einen Transfer- oder

* Dipl.-Ing. Jörg Saathoff, Leiter der Technologietransferstelle der Technischen Universität Braunschweig, E-Mail: j.saathoff@tu-bs.de

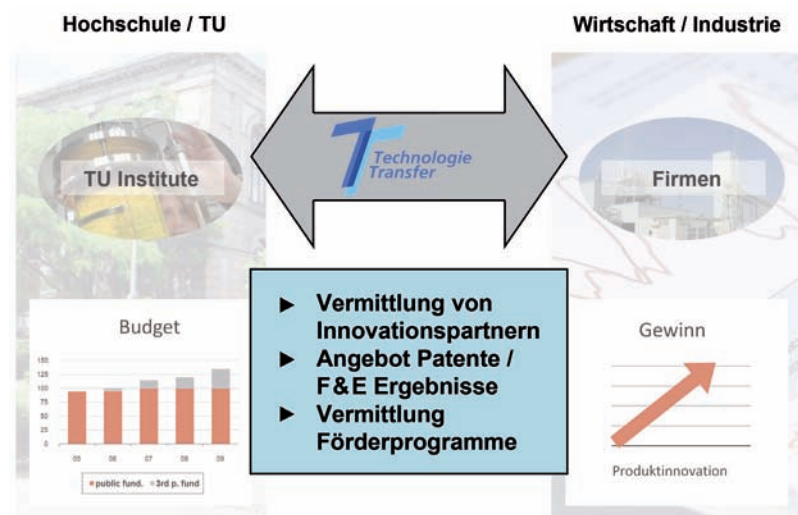


Bild 1: Symbolische Darstellung des Technologietransferauftrags der Hochschulen

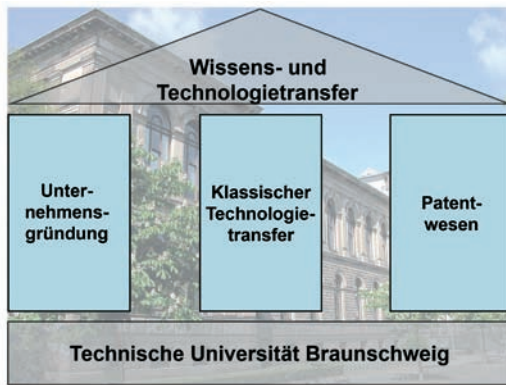


Bild 2:
Die drei Säulen des Technologietransfers an der TU Braunschweig: Existenzgründung, klassischer Technologietransfer durch Industriekooperationen und Patentverwertung

Wissensempfänger, in der Regel also an ein Wirtschaftsunternehmen. Durch die unterschiedlichen Fachrichtungen an der TU Braunschweig ergibt sich ein vielfältiges Spektrum für den Wissens- und Technologietransfer: Die Liste der Forschungsschwerpunkte umfasst ebenso aktuelle Themen aus den Bereichen Life Science, Umwelt, Bauingenieurwesen, Mobilität und Verkehr wie spezielle Themen aus der Nano- und Mikroproduktion oder der Informations- und Kommunikationstechnologie.

Diese Forschungsvielfalt ist die Basis des Technologietransfers an der TU Braunschweig. Darüber hinaus ergibt sich durch eine enge Vernetzung der wissenschaftlichen Einrichtungen und Institutionen in der Region Braunschweig ein erweitertes Potential, das beispielsweise im Innovations- und Patentverbund Braunschweig erschlossen wird. In diesem Verbund arbeiten das Deutsche Zentrum für Luft und Raumfahrt (DLR), die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) und die Technische Universität Braunschweig eng zusammen, um Technologieangebote zu bündeln und um Synergieeffekte zwischen den Institutionen im Bereich der Patentverwertung zu erzielen.

Während die direkte Übertragung von Wissen im Rahmen von Forschungsprojekten mit Wirtschaftsunternehmen bereits häufig wahrgenommen wird, gewinnt auch der Wissens- und Technologietransfer durch Patente und durch Existenzgründungen zunehmend an Bedeutung.

Kooperationsprojekte

Der direkte Technologietransfer wird meist auf der Basis eines Forschungsauftrags aus der Wirtschaft an die Wissen vermittelnde Institution abgewickelt. Dazu schließen die Projektpartner einen Vertrag ab, in dem Details der Zusammenarbeit geregelt sind. Gleichzeitig werden, wie in derartigen Projekten üblich, Sach-, Kosten- und Zeitziele vereinbart. Insofern unterscheiden

sich Forschungsprojekte zwischen Hochschulen und Unternehmen nicht wesentlich von denen, die ausschließlich zwischen Wirtschaftsunternehmen abgeschlossen werden. Lediglich die Umgebungsbedingungen differieren in einigen Punkten von der industriellen Praxis. So wird zum Beispiel seitens der Hochschulen und öffentlichen Einrichtungen Wert darauf gelegt, dass der Wirtschaftspartner versteht, dass das Ergebnis einer Forschungsarbeit nie so genau vorhergesagt werden kann wie bei einer konstruktiven Arbeit, die die Umsetzung gesicherter, technischer Erkenntnisse in ein Gerät oder eine Vorrichtung zum Ziel hat. Dies muss selbstverständlich im Vertrag zwischen den beiden Forschungspartnern berücksichtigt werden.

Patentverwertung

Bei der Patentverwertung geht es darum, Know-how, welches durch eine Hochschule oder wissenschaftliche Einrichtung patentrechtlich geschützt ist, in die wirtschaftliche Nutzung zu bringen. Dies kann zum einen durch die Vergabe einer Lizenz geschehen, zum anderen kann das Schutzrecht – ein Patent oder Gebrauchsmuster – auch komplett an einen Interessenten veräußert werden. In jedem Fall wird damit Wissen, das in der Hochschule erarbeitet wurde, in die Wirtschaft übertragen. Charakteristisch für Patente aus Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen ist, dass das Schutzrecht eine Vorrichtung oder ein Verfahren schützt, welches von der praktischen Umsetzung oftmals noch ein Stück weit entfernt liegt. Hier tun sich etablierte Industrieunternehmen zumeist schwer, den Wert des Schutzrechts tatsächlich zu erkennen oder den Aufwand abzuschätzen bis ein entsprechendes Produkt oder Verfahren tatsächlich in die praktische Anwendung oder den Verkauf kommt. Schließlich geht es in einem Wirtschaftsunternehmen hauptsächlich darum, in absehbarer Zeit Erträge zu erwirtschaften und Gewinne zu erzielen.

Existenzgründungen

Anders verhält es sich, wenn neue, aus der Hochschule ausgegründete Unternehmen ein Schutzrecht anmelden oder halten. Bei einer Existenzgründung aus einer Hochschule oder einer wissenschaftlichen Einrichtung geht es zunächst darum, die Gründung des neuen Unternehmens zu fördern und zu unterstützen. Meistens sind es wissenschaftliche Mitarbeiter aus Hochschulinstituten oder sehr engagierte Studierende, die beabsichtigen, ein Unternehmen zu gründen. In diesen Spin-off Unternehmen, die Ihren Ursprung in der Hochschule haben, werden Ideen und Arbeitsergebnisse, die auf Forschung und wissenschaftlichen Erkenntnissen eines Hochschulinstituts beruhen, in ein

neu gegründetes Unternehmen übertragen und so in die wirtschaftliche Umsetzung bzw. Verwertung gebracht. Allgemein wird dieser Form von Wissens- und Technologietransfer eine hohe Bedeutung eingeräumt, weil neue, häufig sehr innovative Unternehmen entstehen, die in der Regel auf ihrem Gebiet einen technologischen Vorsprung haben. Gerade dieser technologische Vorsprung ist für ein Land wie Deutschland volkswirtschaftlich von großer Bedeutung, um die Wirtschaftskraft des Landes auf hohem Niveau zu halten. Außerdem wachsen diese neuen Firmen in der Regel überproportional und schaffen so neue Arbeitsplätze. Entsprechend groß ist das öffentliche und politische Interesse an dieser Form des Wissens- und Technologietransfers.

An der Technischen Universität Braunschweig gibt es umfassende Hilfe und Unterstützung für Existenzgründer aus der Hochschule. Das beginnt mit der Sensibilisierungsphase, in der Studierende mit Lehrangeboten und im Rahmen spezieller Veranstaltungen auf das Thema aufmerksam gemacht werden. Für Lehre und Forschung auf dem Gebiet Existenzgründung wurde im Jahre 2009 zusammen mit der Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften an beiden Hochschulen eine gemeinsame Gründungsprofessur eingerichtet. Für Gründer, die sich bereits ernsthaft mit dem Gedanken einer Selbstständigkeit auseinandersetzen, gibt es spezielle Lehr- und Qualifizierungsveranstaltungen über Existenzgründungsthemen. Darüber hinaus werden Gründer im Rahmen eines Coachings individuell unterstützt und erhalten die Möglichkeit, ihre Gründung in einem so genannten Inkubator vorzubereiten. Unter einem Inkubator versteht man in diesem Zusammenhang Räumlichkeiten mit EDV- und IT-Infrastruktur sowie geeigneter Büroausstattung, in denen junge Gründer eng vernetzt und betreut ihre Gründungsidee zu weiterer Reife entwickeln oder sogar ihre Firmengründung gezielt vorbereiten können. Viele dieser angebotenen Möglichkeiten stehen nicht nur den Gründern aus der Hochschule, sondern unter bestimmten Voraussetzungen auch aus anderen wissenschaftlichen Einrichtungen offen.

Existenzgründungen auf Basis von Patenten

Warum haben Schutzrechte aus einer wissenschaftlichen Einrichtung einen besonderen Wert für Existenzgründungen? Zunächst ist festzustellen, dass die Firmengründer oftmals die Erfinder selbst sind oder zumindest intensiv an der Erfindung beteiligt waren. Durch die detaillierten Kenntnisse der Erfinder ist das innovative und technologische Potenzial deutlich besser und umfassender bekannt, als bei externen, etablierten Unternehmen, die sich häufig nur

im Rahmen einer Evaluierung oder Voruntersuchung mit der Erfindung vertraut gemacht haben. Der technische Wert und die Möglichkeiten der konstruktiven Umsetzung werden also besser von den Erfindern selbst erkannt. Andererseits kann es von Vorteil sein, Erfindungen nüchtern zu evaluieren und zu beurteilen. Das gilt vor allem für den wirtschaftlichen Wert einer Erfindung. Hierbei sind etablierte Industrieunternehmen, die sich schon lange auf einen bestimmten Markt konzentriert haben und entsprechende Marktkenntnisse besitzen, eindeutig im Vorteil. Im Gegensatz zu den Erfindern selbst, wird in diesen Unternehmen ein Absatzmarkt oftmals nicht so euphorisch sondern realistischer beurteilt, was den Wert des Schutzrechts relativieren kann. Dazu muss man sich klar machen, dass ein Patent oder ein Gebrauchsmuster immer einen wirtschaftlichen Schutz darstellt, der üblicherweise Nachahmer und Konkurrenten auf Distanz halten und so zum wirtschaftlichen Erfolg beitragen soll. Aufgrund der Vielzahl von weiteren Faktoren ist die wirtschaftliche Beurteilung einer Erfindung sehr komplex. Das wirkt sich natürlich auch auf die Beurteilung des wirtschaftlichen Potentials eines Spin-off-Unternehmens selbst aus.

Bei dem Bestreben, Existenzgründungen aus Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen zu unterstützen und zu fördern, muss berücksichtigt werden, dass neu gegründete Unternehmen normalerweise nur über eine geringe Kapitalausstattung und wenig Finanzmittel verfügen. Bei der Übertragung eines Schutzrechts oder einer (exklusiven) Lizenz seitens eines wissenschaftlichen Lizenzgebers ist weiterhin zu beachten, dass die Schutzrechte aus Hochschulen und Wissenschaftseinrichtungen normalerweise einen erhöhten Aufwand zur technischen Umsetzung bzw. zur Erlangung der Marktreife benötigen. In Summe bedeutet dies, dass neu gegründete Unternehmen keine hohen Einstiegszahlungen für ein Schutzrecht leisten können. Umgekehrt erzielt der Lizenzgeber zumindest anfänglich mit einer Lizenz oder der Veräußerung eines Patents im Rahmen einer Existenzgründung nicht so hohe Einnahmen, wie dies bei etablierten Unternehmen der Fall wäre. Bei frisch gegründeten Unternehmen ist es häufig sogar üblich, die Zahlungen des Lizenznehmers solange auszusetzen, bis die Vermarktung des Produkts oder der Dienstleistung realistischerweise beginnen kann.

Für die neu gegründeten Firmen ergeben sich jedoch erhebliche Vorteile, wenn eine Existenzgründung auf Basis eines Schutzrechts, insbesondere eines Patents erfolgt:

- Die Neuheit bzw. der erfinderische Wert des Produkts oder des Verfahrens ist durch ein Patent bereits verbrieft.

- Investoren, die in ein neu gegründetes Unternehmen investieren wollen, erhalten allein durch den Wert des Schutzrechts (oder der exklusiven Lizenz) einen gewissen Gegenwert für ihre Investition. Das bedeutet oft, dass neu gegründete Firmen leichter an Finanzmittel von Fremdinvestoren gelangen.
- Die üblichen Vorteile eines erteilten Patents gelten natürlich ebenfalls für neu gegründete Unternehmen: Schutz gegenüber Nachahmern und Konkurrenten sowie Nutzung des Patents für Marketing und Verkauf.

Die Kosten, die durch ein Patentverfahren entstehen, werden wegen der oben genannten Vorteile in der Regel schnell wieder durch Einnahmen kompensiert. Häufig lassen sich in der Anfangsphase eines Unternehmens durch ein Schutzrecht sogar leichter öffentliche Förderquellen erschließen, was einen zusätzlichen Anreiz für die patentbasierte Gründung schafft.

Trotz der für die Patentanmeldung anfallenden Kosten ist es für neu gegründete Unternehmen vorteilhaft, wenn eine Existenzgründung auf Basis eines gewerblichen Schutzrechts, insbesondere auf Basis eines Patents, erfolgt. Dies gilt im besonderen Maße für Hightech-Gründungen, wie sie an der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt und der Technischen Universität Braunschweig üblich sind. Für Hochschulen ergibt sich im Fall von Erfindungen, die von ihren wissenschaftlichen Mitarbeitern gemacht werden und Basis einer Existenzgründung sind, sogar ein Wissens- und Technologietransfer in doppelter Hinsicht: Zum einen durch die Existenzgründung des Spin-off-Unternehmens selbst und zum anderen durch die Patentverwertung, mit der später voraussichtlich Lizenznahmen erzielt werden können. Die Motivation, solche Konstellationen zu unterstützen und zu fördern, ist dementsprechend hoch.

Wie weit man mit Schutzrechten bzw. Know-how aus einer Hochschule und unternehmerischem Mut kommen kann, zeigen etliche Firmen der Region, die auf Basis eines Schutzrechts gegründet wurden. Diese, oftmals vor wenigen Jahren neu gegründeten Unternehmen sind in der Regel mit wenigen Mitarbeitern ge-

startet und sind inzwischen Beispiele für schnell wachsende High-Tech-Firmen mit deutlich überproportionalem Wachstum. Im Gegensatz zu den meisten etablierten Firmen drückt sich das wirtschaftliche Wachstum neu gegründeter Unternehmen besonders in der Anzahl zusätzlich beschäftigter Mitarbeiter aus, was einen positiven wirtschaftlichen Impuls auf eine Region ausübt. Die Liste der Existenzgründungen [1] an der Technischen Universität Braunschweig umfasst inzwischen viele konkrete Beispiele, von denen einige patentbasiert sind. Besonders für Hightech-Gründungen sind Schutzrechte offensichtlich ein wichtiger Faktor für die Absicherung der Geschäftsidee. Ob es sich dabei um ein eigenes Patent oder eine (exklusive) Lizenz handelt, ist dabei zunächst von untergeordneter Bedeutung.

Zusammenfassung

Im Wissens- und Technologietransfer aus Forschungseinrichtungen und Hochschulen haben sich drei Wege zur Übertragung von Know-how und zur praktischen Umsetzung von Innovationen etabliert. Neben direkten Kooperationsprojekten im Rahmen von Forschungsprojekten und der Verwertung von Patenten ist die Ausgründung von Unternehmen durch wissenschaftliche Mitarbeiter eine bedeutende Form des Technologietransfers. Diese Existenzgründungen zeichnen sich durch besondere Nachhaltigkeit aus und entstehen häufig auf Basis eines Schutzrechts. Beides bewirkt, dass Existenzgründungen besonders im Fokus des Technologietransfers stehen. An der Technischen Universität Braunschweig gibt es für den Wissens- und Technologietransfer sowie die Unterstützung von Existenzgründern ein vielfältiges und praxisnahes Dienstleistungsangebot. Dieses Angebot kann unter bestimmten Voraussetzungen von anderen Forschungseinrichtungen ebenfalls genutzt werden.

Literatur

- [1] TU Braunschweig (2010): Unternehmensausgründungen – Wirtschaft durch Wissenschaft, <http://www.tu-braunschweig.de/forschung/technologietransfer/existenz/beispiele>

Das DLR-Technologiemarketing – Partner der Wirtschaft

Daniel Bandow¹ und Andreas Schröder²

¹ Dr. Daniel Bandow, Koordinator Technologiemarketing Nord des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR), E-Mail: daniel.bandow@dlr.de

² Dr. Andreas Schröder, Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik des DLR, E-Mail: andreas.schroeder@dlr.de

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR e. V.) ist das Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Seine umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Luftfahrt, Raumfahrt, Energie und Verkehr sind in nationale und internationale Kooperationen eingebunden. Luft- und Raumfahrt tragen maßgeblich zur Gestaltung unserer Lebensbedingungen bei. Der Luftverkehr sichert unsere globale Mobilität, Satelliten ermöglichen eine weltweite Kommunikation. Die Fernerkundung liefert wichtige Daten über unsere Umwelt und die Erforschung des Weltraums bringt neue Erkenntnisse über Ursprung und Entwicklung des Sonnensystems, der Planeten und damit des Lebens. Darüber hinaus profitieren wichtige andere Industriezweige von Innovationen aus Luft- und Raumfahrt, von der Werkstoff-Technologie über neue medizintechnische Verfahren bis zu Software-Entwicklungen.

Das DLR beschäftigt circa 6700 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Es unterhält 29 Institute bzw. Test- und Betriebseinrichtungen und ist an 13 Standorten vertreten, darunter dem Hauptsitz in Köln, Braunschweig und Berlin. Des Weiteren unterhält das DLR Büros in Brüssel, Paris und Washington D. C.

Der Etat des DLR für die eigenen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sowie für

Betriebsaufgaben beträgt circa 570 Millionen Euro; davon sind etwa die Hälfte im Wettbewerb erworbene Drittmittel. Das vom DLR verwaltete deutsche Raumfahrtbudget beträgt insgesamt circa 920 Millionen Euro, wovon 65 Prozent den deutschen Beitrag zur Finanzierung der Europäischen Weltraumorganisation ESA darstellen [1]. Das DLR ist ein eingetragener Verein im Geschäftsbereich des BMWi.

Technologiemarketing im DLR

Eine der wichtigsten Motivationen für diese Forschungs- und Entwicklungsarbeit des DLR ist die Nachfrage der Wirtschaft. Die Einrichtung Technologiemarketing des DLR besteht deshalb seit 15 Jahren. Der Gesamtbestand an Patenten im DLR beträgt mehr als 1200 Patente im deutschen und knapp 1000 Patente im europäischen Raum. Lizenzeinnahmen in Höhe von vier Millionen Euro per annum resultieren aus erfolgreich vermarkteten Schutzrechten.

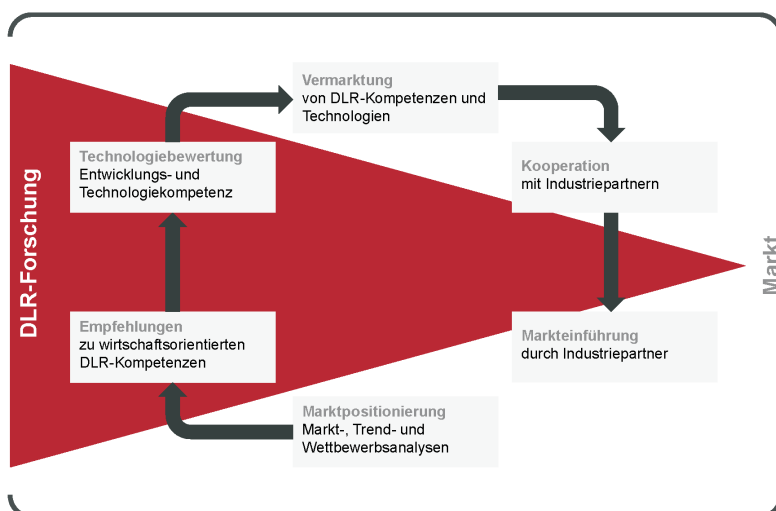
Das DLR-Technologiemarketing ist der Ansprechpartner für innovationsfreudige Unternehmen. Es bildet die Schnittstelle zwischen Forschung und Industrie, zwischen Idee, Innovation und Markt. Ein Team von mehr als 30 Wissenschaftlern, Ingenieuren, Betriebswirten, Patentanwälten und Juristen berät die Wirtschaftskunden des DLR in allen relevanten Fragen bezüglich DLR-Technologien und fördert dabei insbesondere die Entwicklung nachfrage- und produktorientierter Technologien und Dienstleistungen. Das DLR-Technologiemarketing begleitet dabei den gesamten Prozess von der Idee bis zur erfolgreichen Markteinführung einer Technologie – sowohl national als auch international.

Von der Forschung zum Produkt im Markt

Neben vollständigen Neuentwicklungen sind auch Weiterentwicklungen vorhandener zukunftsträchtiger Technologieanwendungen von hohem gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Interesse. Dabei suchen viele Wirtschaftsunternehmen nach Möglichkeiten, auf das Know-how des DLR zuzugreifen.

Das DLR-Technologiemarketing unterstützt Unternehmen bei dieser Suche und hilft, für das

Bild 1:
DLR-Technologiemarketingprozess



Unternehmen relevante Technologien innerhalb des DLR zu identifizieren. Es entwickelt markt- bzw. wettbewerbsorientierte Vermarktungsstrategien und plant gemeinsam mit den Unternehmen den Technologieeinsatz am Markt. Selbstverständlich ist absolute Vertraulichkeit bei sämtlichen Aktivitäten des DLR-Technologiemarketings eine der wichtigsten Grundlagen.

Das DLR-Technologiemarketing vermittelt interessierten Unternehmen einen ersten Überblick über die zahlreichen Entwicklungen und Forschungsaktivitäten an den Instituten und Einrichtungen des DLR. Ein „Screening“ identifiziert relevante Technologien, die für den Industriepartner einen „Impuls für morgen“ liefern können. Bei der Analyse und Identifikation hilft das vom DLR entwickelte Werkzeug „InnoGuide™“. Mit diesem Softwaremodul werden in einem interaktiven Prozess Bewertungen von Innovationsprozessen abgefragt. Die anschließende Auswertung gibt dann ein differenziertes Bild von Kosten und Nutzen.

Schon frühzeitig werden die Markterfolgspotenziale von DLR-Technologien durch Markt- und Wettbewerbsanalysen ermittelt. Dabei bewerten DLR-Experten gemeinsam mit den Industriepartnern die Entwicklungsprojekte in Bezug auf deren Realisierbarkeit und Wirtschaftlichkeit. Die Ergebnisse dieser Analysen fließen sowohl in die Definition der Kooperationsvorhaben als auch die Erstellung von Vermarktungsplänen ein.

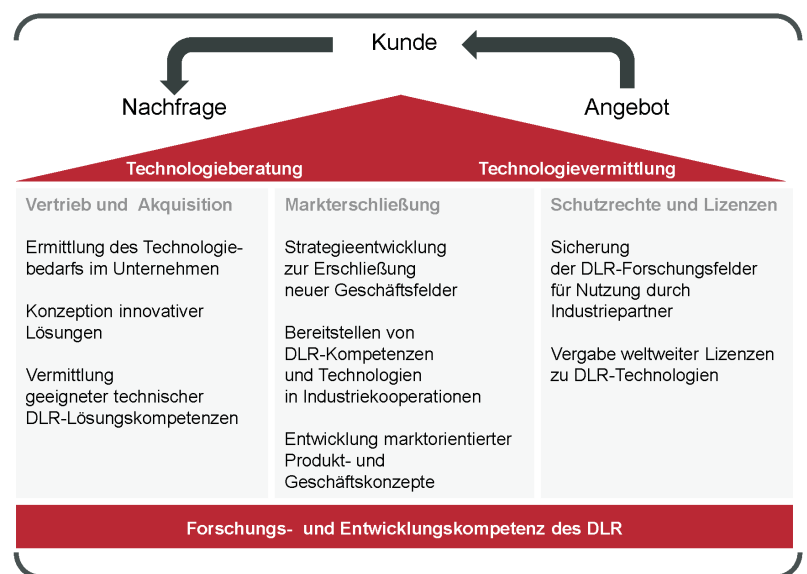
Zur Nutzung von DLR-Technologien können Lizenzen erworben werden. Die Lizenznehmer werden darüber hinaus auf Wunsch durch zusätzliche Leistungen unterstützt, die in Kooperations- und Dienstleistungsverträgen geregelt werden. In dem gemeinsam mit der PTB und der TU Braunschweig durchgeführten Braunschweiger Verwertungsprojekt hat sich hier der Begriff „Technologiepakete“ ausgebildet, der die Integration aller Dienstleistungen für einen erfolgreichen Technologietransfer sprachlich zusammenfasst. Die partnerschaftliche Entwicklungsarbeit bündelt dabei fachliche Kompetenzen und steigert die wirtschaftlichen Chancen. Aus Unternehmenssicht bedeutet das: reduziertes Risiko, bedeutender Innovationsvorsprung und gesicherte Wettbewerbsfähigkeit.

Methodische Umsetzung

Der Markteintritt jeder neuen Technologie erfolgt entsprechend des zu Prozessbeginn gemeinsam erstellten Umsetzungskonzepts inklusive Technologieentwicklung, Produkt-/Dienstleistungseigenschaften und Businessplan. Gemäß den Anforderungen des DLR-Technologiemarketings ist ein solches Konzept speziell auf den konkreten Anwendungsfall ausgelegt und beinhaltet:

- Klare Projektstrukturen
- Stage-Gate-Prozess
- Mechanismen zur schnellen Reaktion und dynamischen Anpassung
- Mechanismen zum frühen Erkennen von Risiken
- Transparenz durch Projektcontrolling.

Unter dem angelsächsischen „Stage-Gate“ versteht man hierbei ein Arbeiten mit an Meilensteinen verankerten wissenschaftlich- technischen und ökonomischen Kriterien. Erst wenn der Meilenstein („Stage“) tatsächlich erreicht wurde, wird das Tor („Gate“) zur nächsten Phase aufgestoßen. Das Leistungsspektrum ist in Bild 2 dargestellt.



Marktanalysen und Ideenbewertung

Grundlage der vom DLR-Technologiemarketing begleiteten Prozesse und Kooperationen ist die Analyse von Märkten und Wettbewerb. Dadurch werden Marktchancen und -risiken von DLR-Technologien frühzeitig identifiziert. Die analytisch gewonnenen Informationen werden zu Orientierungsgrößen verdichtet, auf deren Basis eindeutige Marktanforderungen an die jeweilige Technologie formuliert werden. Die Analyseergebnisse erlauben es außerdem, den zu erwartenden Wettbewerbsvorsprung durch die Nutzung einer DLR-Technologie zu bemessen. Die Analyse wird wahlweise durch das DLR-Technologiemarketing allein oder aber in Zusammenarbeit mit dem Kooperationspartner durchgeführt.

Mithilfe des erwähnten Bewertungsverfahrens InnoGuide™ werden Chancen, Risiken und Verbesserungspotenziale eines Projektes frühzeitig aufgedeckt. Diese Analyse ist zur objektiven Bewertung der Realisierungschancen, des Markterfolgspotenzials und der Wirtschaftlichkeit eines angestrebten Projektes unabdingbar.

Bild 2: Leistungsspektrum des DLR-Technologiemarketings

Durch InnoGuide™ erhalten Führungskräfte schnelle und zuverlässige Informationen für Investitionsentscheidungen und die Steuerung von Transferprojekten. Die Bewertungsmethodik wurde vom DLR in Zusammenarbeit mit internationalen Partnern entwickelt und ist vielseitig einsetzbar. Über 100 Großkonzerne, kleine und mittelständische Unternehmen, Forschungseinrichtungen und sowohl öffentliche als auch private Kapitalgeber setzen InnoGuide™ ein und evaluieren damit Produkte, Dienstleistungen und vollständige Businesspläne. Die Betreuung ist auf jeder Prozess-Stufe nah am Kunden: von sieben regionalen Standorten aus werden Unternehmen aktiv bei der Vorbereitung und Umsetzung von Kooperationen in allen vorhandenen Technologiebereichen durch Koordinatoren unterstützt.

Lizenzierung

Das DLR meldet eigene Erfindungen grundsätzlich zum Patent an – inklusive eines angemessenen Auslandsschutzes. Um die gezielte Vermarktung zu fördern, werden DLR-Erfindungen regelmäßig kundengerecht aufgearbeitet und Unternehmen zur Lizenzierung angeboten. Indem solche lizenzierten Technologien auch langfristig von Seiten des DLR wissenschaftlich betreut werden können, geht das DLR-Technologiemarketing in seinen Kooperations- und Dienstleistungsverträgen weit über die bloße Lizenzvergabe hinaus. Eine Beteiligung am technischen und finanziellen Risiko bei der Umsetzung von Innovationen ist im Rahmen einer gemeinsamen Durchführung von Technologietransfer-Projekten ebenfalls möglich, beispielsweise durch die Teilfinanzierung DLR-interner Leistungen im Projektrahmen. Bei sämtlichen Projekten gilt für das DLR jedoch, dass die getätigten Investitionen in einem ausgewogenen Verhältnis zu den erzielbaren Erlösen, z. B. aus Lizenzgebühren, stehen müssen. Das DLR setzt daher auf den gemeinsamen Markterfolg.

Existenzgründung

Bei der Gestaltung neuer Geschäftsansätze zur Realisierung von Innovationen mit DLR-Technologien unterstützt das DLR-Technologiemarketing auch Existenzgründungen aus dem DLR. Es berät bei der Entwicklung eines Geschäftsplanes und bei der Gestaltung von Verträgen, die die Zusammenarbeit mit den Einrichtungen des DLR regeln.

Mit dieser Hilfe erhalten junge Unternehmen den Freiraum, sich im Rahmen der bestehenden wissenschaftlichen Infrastruktur auf ihre Entwicklung zu konzentrieren und sich unmittelbar mit den Einrichtungen des DLR auszutauschen zu können. Um ihre Wettbewerbssituation zu verbessern, erwerben auch Jungunternehmer

Lizenzen zur Nutzung des DLR-Know-hows. Sie erhalten in diesem Fall zu marktüblichen Konditionen z. B. die Möglichkeit zur Nutzung von DLR-Anlagen und -Einrichtungen, bis die wirtschaftliche Entwicklung des Unternehmens eigene Investitionen erlaubt und letztendlich vollständige Unabhängigkeit erreicht ist.

Technologiemarketing konkret: On-line Beulendetektion für den Fließbetrieb einer Produktionsanlage

Das nachfolgende Beispiel ist eines von vielen Transferprojekten und soll das bisher Gesagte verdeutlichen. Das Technologietransferprojekt wurde durch das DLR-Technologiemarketing gemeinsam mit dem Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik an den Standorten in Göttingen und Braunschweig durchgeführt. Die ursprüngliche Kerntechnologie dient bei der Messung von Strömungen zur Detektion von Deformationen und zur Erfassung der räumlichen Lage des untersuchten Windkanalmodells, Flugzeugflügels oder Propellers. Der Technologietransfer bezog sich nun darauf, die Messtechnik branchenübergreifend zur Messung von Deformationen an Maschinenbauteilen, u.a. auch direkt in der Produktion, einzusetzen und damit ganz neue Anwendungsfelder zu schaffen.

Die „Projected Pattern Correlation (PROPAC)-Technik“ ist ein berührungsloses 3D-Messverfahren, das Deformationen von diffus streuenden Oberflächen räumlich vermessen kann. Die erzielbare Messgenauigkeit kann dabei weniger als ein Mikrometer betragen. Mit PROPAC ist es möglich, die Oberfläche von Objekten absolut in Raumkoordinaten als Differenz zu einer definierten Referenzoberfläche zu bestimmen. Eine Erweiterung auf gerichtet streuende, also spiegelnde Oberflächen ist durch die Reflected Pattern Correlation (REPAC)-Technik gegeben.

Die Messtechnik

Das Messprinzip lässt sich einfach an der Skizze im Bild 3 erklären: ein ortsfester Projektionsapparat projiziert unter einem flachen Winkel ein eindeutig korrelierbares Muster auf die zu vermessende Oberfläche, das von einer ebenfalls ortsfesten Kamera aufgenommen wird. Der Vergleich dieser Aufnahme mit der Aufnahme des in der Referenzposition aufgezeichneten Musters mittels lokaler Kreuzkorrelation ergibt eine Verschiebung des projizierten Musters auf der Oberfläche. Bei bekannter Orientierung des Projektionsapparates und der Kamera lässt sich aus der Verschiebung des Musters auf der Oberfläche die Deformation der Oberfläche in Normalenrichtung bestimmen. Durch die Nutzung leistungsstarker Lichtquellen können Belichtungszeiten von wenigen Mikrosekunden

für die Bildaufnahme realisiert werden, was eine Echtzeiterfassung von Oberflächen während des Fließbetriebs einer Produktionsanlage erlaubt. Gegenüber herkömmlichen flächenhaften Messverfahren ergibt sich somit ein deutlicher Geschwindigkeitsvorteil, da für die PROPAC-Technik nur ein einzelnes Messbild benötigt wird.

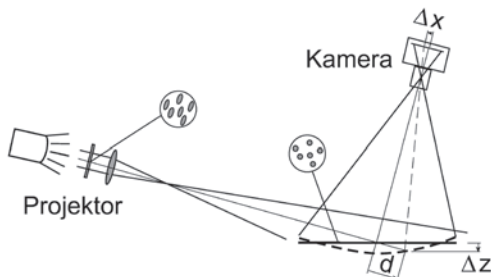


Bild 3: Prinzipielle Anordnung der Projected Pattern Correlation (PROPAC)-Technik

Im Falle von spiegelnden, also gerichtet reflektierenden Oberflächen nimmt die ortsfeste Kamera über die zu vermessende Oberfläche indirekt das Bild eines ebenfalls ortsfesten Schirms mit dem aufgedruckten Muster auf (REPAC). In diesem Fall kann aus der Musterverschiebung neben der Höhenänderung zusätzlich auch die Neigungsänderung bestimmt werden.

Für ein Beispielexperiment wurde auf die zu messende lackierte Metalloberfläche künstlich eine Beule aufgebracht und diese anschließend mit der PROPAC-Technik vermessen. Die räumliche Ausdehnung der Beule betrug ca. 2×2 Quadratzentimeter und war ca. 140 Mikrometer tief. Für die Messung wurde ein herkömmlicher Videobeamer mit 800×600 Bildpunkten sowie eine 1,4 Megapixel CCD-Kamera mit 12 Bit und aktiver Kühlung verwendet. Das aufgenommene Bildpaar des Musters wurde mittels einer am DLR entwickelten Kreuzkorrelationssoftware ausgewertet.

Im Bild 4 ist sowohl das Ergebnis der lokalen Kreuzkorrelation als auch die endgültige Höhenänderung jeweils farbcodiert dargestellt. Weitere Anwendungsmöglichkeiten sind:

- Rauigkeitsmessung zur Klassifikation von Oberflächen
- Lokale Form- oder Geschwindigkeitserfassung von sich bewegenden oder verformenden Objekten
- Erfassung von Form und lokaler Neigung von Spiegeln, Linsen, Brillengläsern oder Head-Up-Displays
- Messung der Dicke von Glasscheiben.

Das dargestellte Messprinzip auf Basis der Kreuzkorrelation von zufälligen Mustern ist sehr modular, da verschiedene Messgrößen (Deformation, Neigung, Geschwindigkeit) auf unterschiedlichen Oberflächen gemessen werden können.

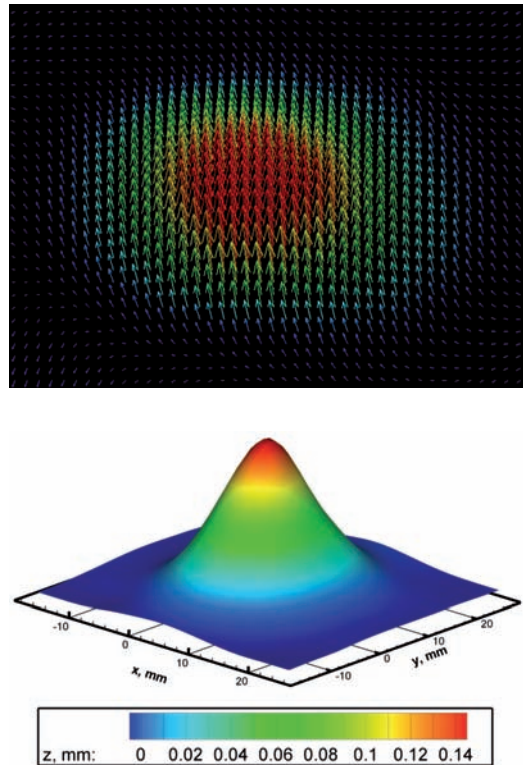


Bild 4: Ergebnis des Kreuzkorrelationsalgorithmus und typisches Messbeispiel

Der Transferprozess wurde auf der Ebene des DLR aus Eigenmitteln bis zur Ebene des Funktionsmusters entwickelt. Ein Lizenzvertrag wurde mit einem Unternehmen in diesem Jahr bereits abgeschlossen. Eine weitere Lizenz wird bis zum Ende des Jahres an ein regionales Unternehmen vergeben werden. Dieses Projekt soll den wirtschaftsorientierten Transfer von Technologien aus der Luftfahrt in andere Kernbereiche des DLR, wie die Automobilindustrie, und in Branchen außerhalb der DLR-Kernkompetenzen, wie bei diesem Beispiel die allgemeine Qualitätsprüfung im Maschinen- und Anlagenbau, widerspiegeln.

Ausblick

Das DLR-Technologiemarketing setzt innerhalb des beschriebenen Prozesses eine zweistellige Anzahl an Technologietransferprojekten pro Jahr um und ermöglicht es, auf diese Weise, durch Innovationen Unternehmen in ihrer Wirtschaftskraft zu stärken und Arbeitsplätze nicht nur zu sichern, sondern auch zu schaffen. Dabei spielen technologieorientierte Netzwerke, wie der Patentverbund Braunschweig, durch eine Bündelung der Kompetenzen und den gegenseitigen Austausch eine wichtige Rolle. So werden Innovationen nicht nur gefördert, sondern auch durch die Industriepartner als Produkt am Markt erfolgreich positioniert.

Literatur

- [1] DLR Geschäftsbericht 2008

Technologietransfer – Fakten in Bildern

Bernhard Smandek*

Ausgehend vom 2005 verabschiedeten Leitbild (siehe Seite 295), das in vielen Punkten der späteren für den Forschungsbereich erstellten IP-Charta der europäischen Gemeinschaft ähnelt, fördert die PTB den Technologietransfer in und die Kooperation mit der Wirtschaft.

Dabei ist der eigentliche Stab von Technologietransfer-Büros, auch wenn es sich um weitaus größere Institutionen handelt und einige Dutzend Mitarbeiter umfasst, in der Relation zu den Gesamtaufgaben typischerweise äußerst klein. Die PTB bewegt sich hier mit einem Anteil von 0,3 % an allen Beschäftigten im unteren Mittelfeld.

Anders ausgedrückt: Mit geringen Mitteln muss ein „großes Rad“ bewegt werden. Information, Motivation der Wissenschaftler und Erfinder und kompetente Beratung sind hier der Schlüssel zum Erfolg. Trotzdem ist bei den begrenzten Ressourcen eine ständige Optimierungsaufgabe gefragt. Die Arbeitsgruppe Technologietransfer hat deshalb zur Optimierung des Gesamtprozesses ein Konzept entwickelt, das auf dem Management-System der Balanced

Score Card (BSC) beruht. Die Balanced Score Card wird gegenwärtig von mehr als 50 % der Top-1000-Unternehmen weltweit eingesetzt. Ausgewogene – „balanced“ – Indikatoren gestatten die Steuerung zukünftiger Trends bei der Patentverwertung [1].

In den nachfolgenden Grafiken geben wir einen Überblick darüber, wie sich das Patentportfolio der PTB darstellt und wie dessen Entwicklung der letzten 10 Jahre aussieht. Seit einiger Zeit übersteigen dabei die Lizenzeinnahmen die Lizenzausgaben. Dies ist eine Folge relativ schneller Verwertung und der Entwicklung neuer Geschäftsfelder bei den Lizenznehmern, allerdings mit einigen Entwicklungsjahren Verzögerung.

[1] B. Smandek, A. Barthel, P. Ullbig, J. Winkler: Balanced Score Card Implementation for IP Rights Management in a Public Research Institution – Example of PTB. Proceedings of the International Forum on Knowledge Asset Dynamics (IFKAD), Matera, Italien, Juni 2010

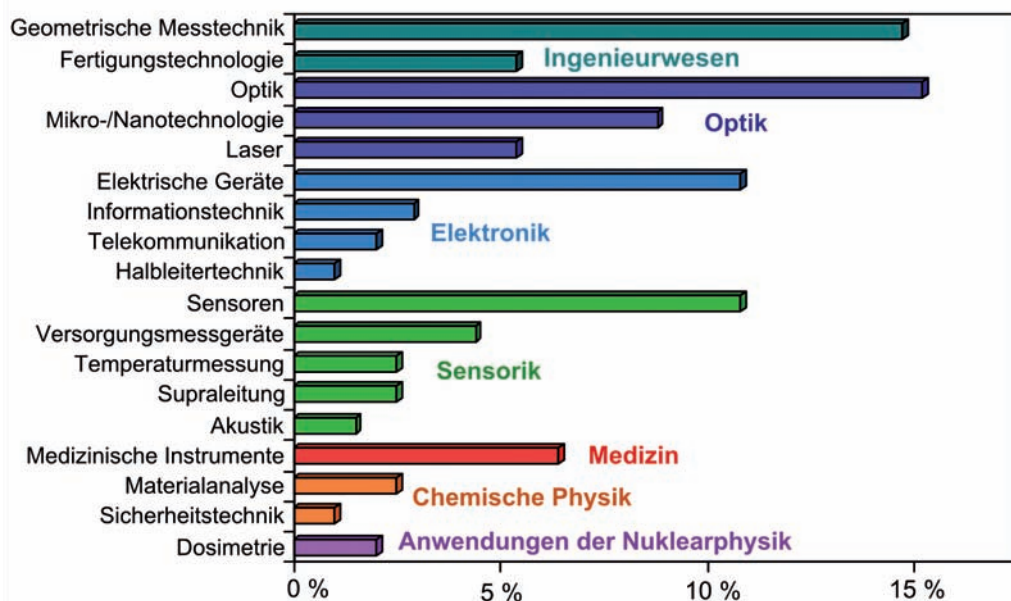


Bild 1: Patentportfolio der PTB, aufgeschlüsselt nach Technologiebereichen. Gleiche Farben gruppieren die übergeordneten Technologie- oder Branchensegmente.

* Dr. Bernhard Smandek, Beauftragter für Technologietransfer, E-Mail: bernhard.smandek@ptb.de

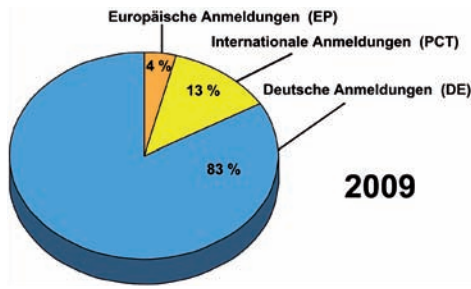


Bild 2: Patentfamilien der PTB. Insgesamt kann auf über 100 Anmeldungen oder erteilte Patente zurückgegriffen werden. Die PCT-Anmeldungen werden vornehmlich in den USA weiter verfolgt.

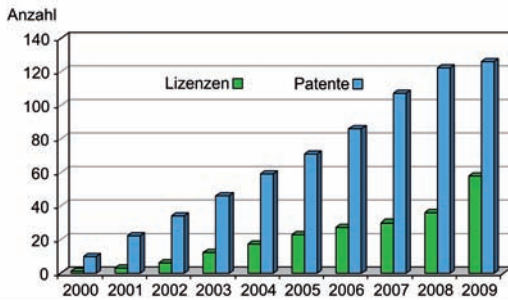


Bild 3: Akkumulierte Patentanmeldungen und Lizenzierungen seit Beginn der vom BMBF Ende der 90er Jahre initiierten „Patent- und Verwertungsinitiative“. Die Verwertungsrate ist mit 35 % relativ hoch, betrifft aber zum Teil messtechnische Nischenmärkte mit geringen Stückzahlen. Trotzdem dienen diese Verwertungen dazu, der deutschen, messtechnischen Industrie einen Spitzenplatz auf dem Weltmarkt zu sichern.

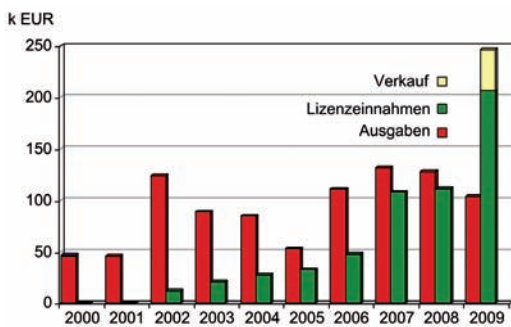


Bild 4: Vergleich von reinen Patentkosten und Einnahmen aus Lizenzen. Durch Erfindungs-Screening und schnelle Verwertung konnten die Kosten deutlich begrenzt werden, obwohl sich die Zahl der Patentanmeldungen, wie im Bild 3 gezeigt, vervielfacht hat. Ein Einmaleffekt bei den Einnahmen ist gekennzeichnet.

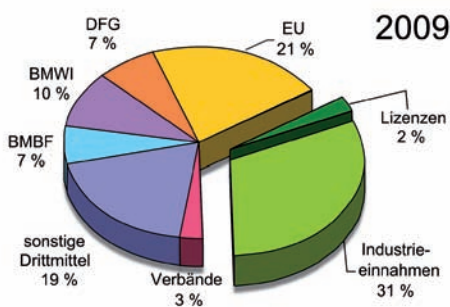


Bild 5: Vergleich verschiedener F&E naher Drittmitteleinnahmen der PTB. Das Gesamtvolumen beträgt 10,7 Mio €. Die für den Technologietransfer besonders relevanten Bereiche Industrie-einnahmen und Lizenzeneinnahmen sind als Segmente besonders gekennzeichnet. Unabhängig hiervon nimmt die PTB zusätzlich Gebühren aus Dienstleistungen für die Industrie in Höhe von 12,3 Mio € ein, die in diese Grafik nicht eingehen.

Marktübersicht optische Technologien

Die Industrie für optische Technologien zählt zu den wichtigsten Wachstums- und Zukunftsbranchen der deutschen Wirtschaft. Als Schlüssel- und Querschnittstechnologien beeinflussen optische Technologien viele verschiedene Branchen wie z. B. die Medizintechnik, die Lebenswissenschaften, die Produktionstechnik, die Bildverarbeitung und Messtechnik, die Halbleiterindustrie, die Beleuchtungs- und Energietechnik und optische Komponenten und Systeme.

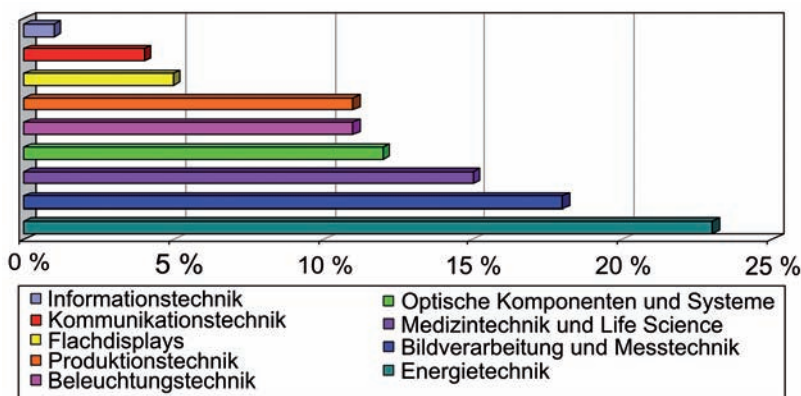
Als Basis für die Entwicklung und Herstellung der Produkte zahlreicher anderer Branchen beeinflussen die optischen Technologien darüber hinaus indirekt auch andere Marktsegmente.

In Deutschland sind die Marktsegmente Energietechnik, optische Komponenten und Systeme, Produktionstechnik sowie Bildverarbeitung und Messtechnik im Vergleich zum Weltmarkt überdurchschnittlich dominant.

Ein Großteil der PTB-Technologieangebote liegt in diesem relevanten Bereich.

In den letzten fünf Jahren wurde das drastische Wachstum der Branche (41,4 % von 2005 bis 2008) durch die allgemeine Konjunktur zum Teil erheblich gedämpft. Insgesamt nahm das Produktionsvolumen im Jahr 2009 von 23,1 Mrd. € auf 18,4 Mrd. € ab, entsprechend einem Rückgang von 20,4 %.

Besonders stark dominierten hier die konjunkturzyklischen Bereiche Produktionstechnik, Bildverarbeitung und Messtechnik mit deutlichen Produktionsrückgängen von 46 % und 28 %.



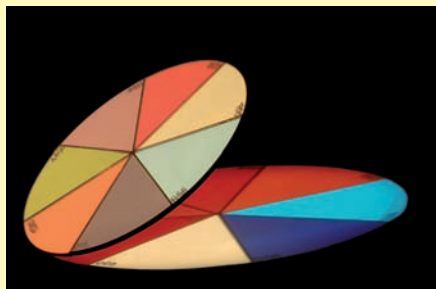
Zuordnung optischer Technologien zu einzelnen Technologie- und Branchensegmenten

Quelle: BMBF, Optische Technologien – Wirtschaftliche Bedeutung in Deutschland/ Aktualisierung 2010, (www.optischetechnologien.de, 8.11.2010)

Fakten zum Marktsegment optische Technologien

Im Bereich der Energietechnik, optische Komponenten und Systeme, Produktionstechnik sowie Bildverarbeitung und Messtechnik herrscht in Deutschland ein hoher Bedarf an innovativen Lösungen vor.

- Das Marktvolumen der optischen Technologien betrug im Jahr 2009 18,4 Mrd. €.
- Zukünftig ist von einem verhaltenen, aber stetigen Wachstum auszugehen.
- Die in Deutschland dominierenden Marktsegmente unterliegen einer starken Kopplung an allgemeine konjunkturelle Effekte.
- Die Vielfältigkeit der Einsatzbereiche spiegelt sich in den Technologieangeboten der PTB auf den nachfolgenden Seiten wider.



Multispektralfilter basierend auf segmentierten Interferenzfiltern

Vorteile

- Kalibrieren von Monochromatoren
- universell an spezifische Spektralbereiche anpassbar
- Qualitätssicherung für medizintechnische Produkte
- verkürzte Messzeiten

Technologieangebot

Universelles Multispektral-Kalibrierfilter vereinfacht Qualitätssicherung

Bei der Qualitätssicherung wird es in Industrie und Forschung immer wichtiger, Geräte zu überprüfen, zu kalibrieren oder auf Normale rückzuführen. Mit dem neuen universellen Multispektral-Kalibrierelement der PTB können die meist aufwendigen und teuren Verfahren entscheidend vereinfacht werden. Erstmals steht ein Kalibrierfilter zur Verfügung, das speziell an die Anforderungen der Anwender angepasst ist. Somit können mit nur einer Messung die unterschiedlichsten Spektralbereiche erfasst und kalibriert werden.

Technische Beschreibung

Bei der Kalibrierung von Wellenlängen selektierenden Geräten, wie z. B. Monochromatoren, kommen Spektrallampen zum Einsatz, mit deren Hilfe einzelne Linien des gewünschten Spektralbereiches überprüft werden. Anwendungsspezifisch müssen bisher die Lampen gewechselt und mit entsprechenden Linienfiltern kalibriert werden – ein oft sehr aufwendiges Verfahren. Die neue PTB-Erfindung hingegen ermöglicht in der Kombination mit einer breitbandigen Lichtquelle erstmalig eine anwendungsnahe In-situ-Kalibrierung der Messgeräte. Durch das neue Multispektralfilter werden alle benötigten Wellenlängen gleichzeitig erzeugt.

Anwendung

Sowohl die Anzahl, als auch die verwendeten Wellenlängen selbst, können im Herstellungsprozess des Filters individuell für den Einsatzzweck des Anwenders ausgewählt werden. Somit kann in der späteren Anwendung durch eine einzige Messung die Kalibrierung aller Wellenlängen realisiert werden. Zentral auf das Filter leuchtende Strahlenbündel liefern aufgrund der segmentierten Anordnung der Interferenzfilter immer den gleichen prozentualen Anteil der jeweiligen Wellenlänge, unabhängig von der gewählten Apertur. Dies ermöglicht auch eine Kalibrierung bei unterschiedlichen Intensitäten.

Wirtschaftliche Bedeutung

Die anwendungsspezifische Kombination verschiedener Linienfilter macht das Multispektral-Kalibrier-Element für viele Anwendungsfelder in Industrie und Forschung interessant, in denen Messungen für Analytik, Biologie und Medizintechnik rückgeführt oder zur Qualitätssicherung verwendet werden. Der zeitliche Aufwand wird entscheidend minimiert. Durch den einfachen und zugleich universellen Aufbau kann das Filter direkt in viele Anlagen integriert werden.

Entwicklungsstand

Eine erste Realisierung des Kalibrierelements ist vorhanden und wird erfolgreich in der PTB eingesetzt. Die Weiterentwicklung zum fertigen Produkt ist noch erforderlich.

Für das Filter wurde unter DE 10 2006 050 421 das Patent erteilt.

Heiko Reinsch
Bild- und Wellenoptik
Telefon: +49(531) 592-4219
E-Mail:
heiko.reinsch@ptb.de

Angebot Nr.: 0134

Technologieangebot

Fizeau-Interferometer für Oberflächen unterschiedlicher Reflektivität

Fizeau-Interferometer werden wegen ihres stabilen Aufbaus zur Bestimmung der Topographie von Oberflächen, beispielsweise von Planflächen, eingesetzt. Ein in der PTB entwickeltes Verfahren gestattet es nun, auch Oberflächen mit unterschiedlichem Reflexionsgrad in einfacher Weise zu analysieren. Außerdem kann das Verfahren auf dynamische Messungen erweitert werden.

Technische Beschreibung

Fizeau-Interferometer erzeugen eine Interferenz zwischen einer Probenoberfläche und einer nahe an die Probe herangebrachten Referenzfläche.

Das neue Verfahren nutzt eine neue Generation kommerziell verfügbarer Strahlteiler – auch als „On-axis“-Strahlteiler bezeichnet –, die entlang der optischen Achse zu einer Separation der Polarisationsrichtungen des eingestrahlt Lichtes führen. Es ergibt sich damit immer Maximalkontrast, unabhängig vom Reflexionsgrad der Oberfläche der Probe. In herkömmlichen Fizeau-Interferometern müssen hingegen bei stark wechselndem Reflexionsgrad der Proben verschiedene Referenzflächen mit angepasstem Reflexionsvermögen vorgehalten werden.

Zusätzlich vereinfacht sich die Auswertung durch eine Reduzierung auf eine Zweistrahlinterferenz. Eine Phasenverschiebung am Interferometer kann erstmals rein elektrooptisch, ohne mechanische Verschiebung verwirklicht werden.

Anwendung

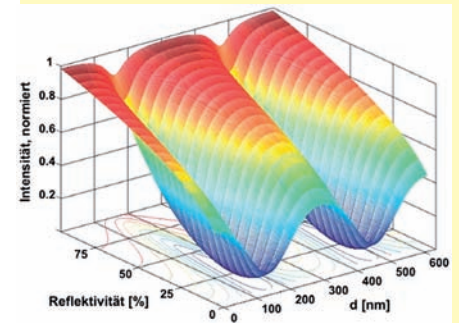
Das neue Verfahren ermöglicht eine vereinfachte und verbesserte Messdatenauswertung, benötigt statt mehrerer nur eine kalibrierte Referenzfläche und eröffnet neue Anwendungen im Bereich der dynamischen Interferometrie. Die erhöhte Messdynamik ermöglicht beispielsweise auch die Durchführung von Topographie-Messungen in schwingungsbelasteten Umgebungen.

Wirtschaftliche Bedeutung

Das Verfahren ist besonders gut geeignet für Messungen an strukturierten oder unstrukturierten Oberflächen mit unterschiedlichem Reflexionsgrad, insbesondere in der Optik- und Halbleiterindustrie.

Entwicklungsstand

Unter der Nummer DE 10 2006 016 053 B4 wurde ein Patent erteilt.



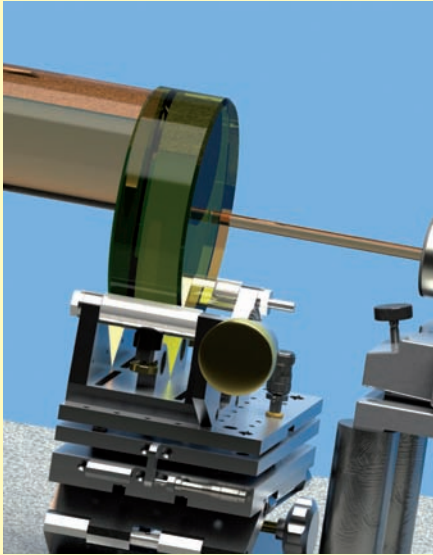
Interferenzamplitude eines Fizeau-Interferometers in Abhängigkeit von Reflektivität der Prüflingsoberfläche und vom Abstand des Prüflings zur Referenzfläche. Das neue Verfahren vermeidet die hier sichtbare starke Abhängigkeit des Kontrastes von der Reflektivität der

Vorteile

- durch polarisiertes Licht auf reine Zweistrahlinterferenz rückgeführt
- vereinfachte Auswertung
- Phasenverschiebung ohne bewegliche Teile möglich
- erhöhte Messdynamik

Dr. Bernhard Smandek
 Technologietransfer
 Telefon: +49(531) 592-8303
 Telefax: +49(531) 592-69-8303
 E-Mail:
 bernhard.smandek@ptb.de

Angebot Nr.: 0120



Mit dem neuen Rotationsstiching der PTB können Topografien sehr großer Prüflinge, die wesentlich größer als das Interferometer sind, hochgenau gemessen werden.

Vorteile

- große Planflächen messbar
- erhebliche Kosteneinsparung gegenüber konventioneller Technik
- Schwerkrafteinfluss kann eliminiert werden
- verbesserte Ortsauflösung

Heiko Reinsch
Form- und Wellenfrontmetrologie
Telefon: +49(531) 592-4219
E-Mail: heiko.reinsch@ptb.de

Technologieangebot

Rotationsstiching für große Flächen

Die Ebenheitskalibrierung großer optischer Prüflinge wird nun präziser und einfacher. Mit relativ kleinen Interferometern können jetzt auch wesentlich größere Flächen hochgenau vermessen werden. Der Clou – einzelne Teiltopografien werden miteinander verknüpft. Ein weiterer Vorteil des neuen PTB-Konzepts: Durch die vertikale Anordnung des Prüflings wird es noch genauer, denn die störenden Schwerkrafteinflüsse entfallen.

Technische Beschreibung

Bei dem Messprinzip des Rotationsstiching mittels eines Interferometers werden beliebig viele Teiltopografien aufgenommen, wobei der zu messende Prüfling zwischen der Aufnahme der einzelnen Topografie-segmente gedreht wird. Die dabei jeweils entstehenden Kippwinkel werden mit einem Autokollimator erfasst. Anschließend werden alle Einzelmessungen zu einer Gesamtopografie zusammengeführt. Durch eine geeignete mathematische Auswertung können dadurch Prüflinge, die wesentlich größer als das verwendete Interferometer sind, hochgenau gemessen bzw. kalibriert werden. Die Fehler üblicher Stitching-Verfahren werden eliminiert.

Anwendung

Der Bedarf von Wissenschaft und Industrie nach immer größeren optischen Ebenheitsmessungen und -standards wächst stetig. Prüflinge mit 600 mm Durchmesser sind keine Seltenheit mehr. Derzeit wird die Oberflächenbeschaffenheit von planen Flächen mit diesen Dimensionen durch den Drei-Platten-Test untersucht. Dieses gewohnte Verfahren ist jedoch mit hohem apparativen Aufwand verbunden, erzielt nur reduzierte Messgenauigkeiten und ist dennoch sehr kostenintensiv.

Mit dem neuen Rotationsstiching der PTB ist man nun aber in der Lage, große Prüflinge mit Interferometern zu messen, die beispielsweise nur den halben Durchmesser des Prüflings aufweisen. Weiterer Vorteil des Verfahrens ist, dass die Prüflingstopografie nahezu ohne Einfluss der Auflagekräfte gemessen werden kann – ein großes Plus an Genauigkeit.

Wirtschaftliche Bedeutung

Die Kosten für ein Interferometer oder auch für die notwendigen Planplatten einer Kalibrierung mit dem Drei-Platten-Test, wachsen exponentiell mit dem benötigten Durchmesser an. Daher ist durch das neue PTB-Verfahren mit erheblichen Kosteneinsparungen, bei gleichzeitig steigender Genauigkeit, zu rechnen.

Entwicklungsstand

Das Rotationsstiching wurde zum Patent angemeldet. Zurzeit wird ein Demonstrator aufgebaut und die erreichbaren Messunsicherheiten werden untersucht.

Technologieangebot

Bestimmung ebener Verschiebungen von Mikrostrukturen mit lateral scannender konfokaler Mikroskopie

Um die Funktion von MEMS-Aktoren (MEMS – mikroelektromechanisches System) zu prüfen, ist es erforderlich, die ebene Bewegung der beweglichen Teile in den MEMS-Geräten mit hoher Auflösung und Genauigkeit quantitativ zu ermitteln. Die bislang für diese Aufgabe der Qualitätssicherung verfügbaren Verfahren weisen jedoch keine hinreichende Auflösung auf oder sind zu aufwändig. Deshalb wurde das Konzept der lateral scannenden Mikroskopie entwickelt.

Technische Beschreibung

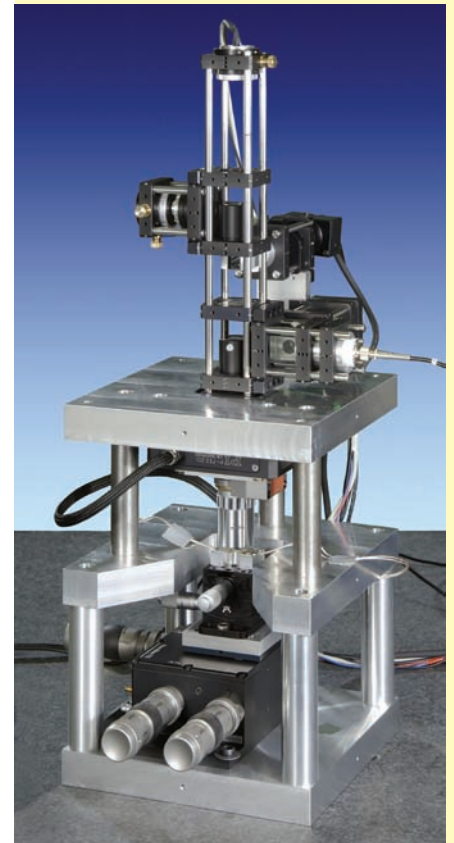
Dieses Verfahren basiert auf dem grundlegenden Merkmal von MEMS-Geräten, dass sie im Allgemeinen aus Substrukturen mit einem Aspektverhältnis von 10 und mehr bestehen. Deshalb kann jede Substruktur wie eine (reflektierende) Mikro-Apertur behandelt werden, wenn sie unter einem Mikroskopobjektiv platziert wird. Zum Beispiel lassen sich die beweglichen Finger, Federbalken und Verbindungsstäbe in den meisten MEMS-Aktoren und -Sensoren als ein Mikroschlitz beschreiben. Das Bild illustriert den Messaufbau der lateral scannenden konfokalen Mikroskopie. Wenn die MEMS-Substruktur infolge der Aktorwirkung verschoben wird, erhält man einen Intensitätsverlauf in Abhängigkeit vom Verschiebeweg. In dem Intensitätsverlauf gibt es zu beiden Seiten der Aperturachse lineare Bereiche mit großem Anstieg. Über die Messung der Intensitätsvariation mit einem Fotodetektor lässt sich der Verschiebeweg mit hoher Auflösung bestimmen.

Anwendung und wirtschaftliche Bedeutung

Bei MEMS-Substrukturen, deren Breite im μm -Bereich liegt, reicht die Auflösung der lateral konfokalen Mikroskopie bis in den nm-Bereich. Daher lässt sich diese Erfindung vorteilhaft in der Qualitätssicherung von MEMS, Mikrosystemteilen und anderen Mikrostrukturen einsetzen.

Entwicklungsstand

Ein Funktionsmuster wird in der PTB routinemäßig unter Reinraumbedingungen zur Charakterisierung von Mikrostrukturen eingesetzt. Ein Patent wurde unter DE 10 2006 060 584 B4 erteilt.



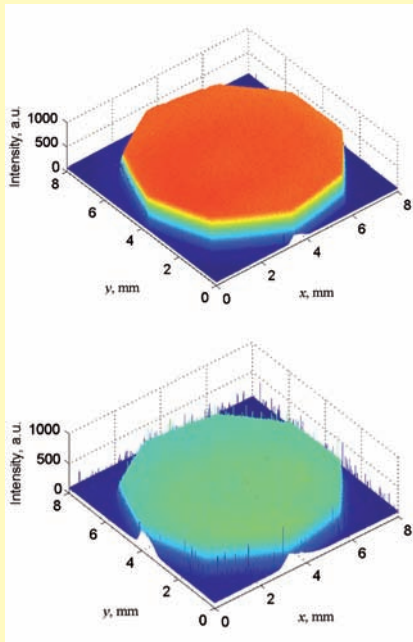
Funktionsmuster der lateralen konfokalen Mikroskopie

Vorteile

- dynamischer Test von MEMS
- Auflösung im nm-Bereich
- Erweiterung der konfokalen Mikroskopie

Dr. Uwe Brand
Nanokraftmesstechnik
Telefon: +49(531) 592-5140
E-Mail:
uwe.brand@ptb.de

Angebot Nr.: 0139



Reduzierung der räumlichen Kohärenz von Laserstrahlung durch das patentierte Verfahren. Der grüne Bereich entspricht dem inkohärenten Fall.

Vorteile

- Unterdrückung von Speckle-Artefakten
- für optische Mikroskope
- ohne bewegliche Komponenten
- für dynamische Anwendungen geeignet
- verwendbar für cw und gepulste Laser

Technologieangebot

Reduzierung der räumlichen Kohärenz von Laserstrahlung

Der Einsatz von Lasern als Lichtquelle für abbildende Systeme wird im Allgemeinen durch die Kohärenz der Laserstrahlung beeinträchtigt. Herkömmliche Verfahren zur Reduzierung von Kohärenzeffekten, die für die Mikroskopie mit Dauerstrich-Lasern oder gepulsten Lasern mit kurzer Kohärenzlänge entwickelt wurden, lassen sich meist nicht für gepulste Laserstrahlung mit niedriger Repetitionsrate und großer Kohärenzlänge anwenden. Das neuartige Konzept der PTB ermöglicht nun jedoch in diesem Anwendungsgebiet die Speckle-Unterdrückung.

Technische Beschreibung

Das neuartige Verfahren zur Reduzierung der räumlichen Kohärenz der Laserstrahlung wird im Reinraumzentrum der PTB realisiert. Ein Testaufbau wurde entwickelt und auf die Wirksamkeit des vorgeschlagenen Verfahrens geprüft. Im Experiment wird ein gepulster Excimer-Laser mit einer Wellenlänge von 193 nm, einer Repetitionsrate kleiner 200 Hz und einer Kohärenzlänge größer einigen Millimetern verwendet. Zudem wird eine 2 m lange Stufenindex Multimode Faser mit einer (nominalen) numerischen Apertur von $0,22 \pm 0,02$ genutzt. Mit Hilfe der neuen Fasereinkopplungsmethode entsteht hinter der Faser nahezu inkohärentes Licht.

Die experimentellen Ergebnisse zeigen, dass die Inhomogenität der Beleuchtung sowohl in der Eintrittspupille als auch in der Objektebene des Mikroskops weniger als 1,1 % (rms-Wert) beträgt, sodass die Mikroskopbilder bei Einzelpulsbeleuchtung nahezu frei von Speckeln sind.

Anwendung

Die in diesem Angebot beschriebene Technologie kann typischerweise in unterschiedlichen optischen Mikroskopen, in denen als Lichtquellen Laser oder Super-LED eingesetzt sind, verwendet werden. Diese Technologie kann auch in nichtabbildenden Systemen, wie z. B. Projektoren, verwendet werden.

Wirtschaftliche Bedeutung

Das vorgeschlagene Verfahren lässt sich mit äußerst geringem technischen und ökonomischen Aufwand verwirklichen, während es zuverlässige Ergebnisse liefert. Die vielen Einsatzmöglichkeiten verdeutlichen die wirtschaftliche Bedeutung des vorgestellten Verfahrens.

Entwicklungsstand

Das Verfahren zur Reduzierung der räumlichen Kohärenz von Laserstrahlung wurde zum Patent angemeldet.

Dr. Bernd Boderman
Hochauflösende Mikroskopie
Telefon: +49(531) 592-4222
E-Mail:
bernd.bodermann@ptb.de

Technologieangebot

Multi-Reflexionskavität mit transversalem Zugriff

Prozessgase in Chemie- und Vakuumtechnik, Ozon in der Atmosphäre, Dioxin am Unfallort – kleinste Mengen einzelner Gase können erhebliche Auswirkungen auf die Gesundheit, die Umwelt oder industrielle Prozesse haben.

Die neue PTB-Transversal Access Cavity (TAC), eine Weiterentwicklung der traditionellen Herriott-Zelle, erlaubt mit ihrem vereinfachten Design nun auch den Betrieb von Kavitäten mittels einer transversalen Einkopplung des Lichtstrahls. Durch den neu integrierten Strahlteiler gehört die aufwändige Justierung der Vergangenheit an.

Technische Beschreibung

Die neue TAC der PTB kommt ohne die normalerweise vorhandenen Ein- und Austrittsöffnungen in den Reflexionsflächen aus. Bei unserer transversalen Einkopplung ergeben sich aufgrund mathematischer Symmetriebedingungen Lösungen, bei denen der Laserstrahl nur auf einen kleinen Einkoppelspiegel gerichtet werden muss. Die Austrittsrichtung des Laserstrahls liegt so, als wäre die komplexe Anordnung gar nicht vorhanden.

Anwendung

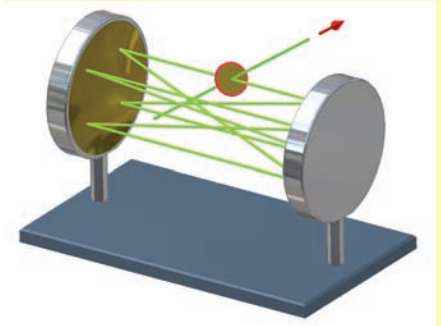
Entsprechend robust sind Anwendung und Herstellung. Das Gerät ist unter anderem prädestiniert für den Einsatz in moderner „Cavity Ring Down Spektroskopie“ (CRDS), bei der simultan viele verschiedene Gasspezies gleichzeitig detektiert werden. Durch Anpassung des Reflexionsgrades des Einkoppelspiegels, ist die TAC auch als Interferometer einsetzbar, wodurch der Bereich der nichtlinearen Laserspektroskopie eröffnet wird. Durch das neue Funktionsprinzip ist es ebenfalls möglich, die Vorteile von Herriot-Zellen mit denen von Fabry-Perot-Zellen zu kombinieren.

Wirtschaftliche Bedeutung

Die PTB stellt mit der Transversal Access Cavity ein kostengünstiges, robustes System zur Verfügung, das viele Vorteile herkömmlicher Geräte vereint. Dadurch können Messungen zukünftig noch schneller, genauer und somit effektiver realisiert werden. Dies ist besonders für Feldmessungen im Bereich von Umwelt- und Anlagensicherheitstechnik interessant.

Entwicklungsstand

Erste Untersuchungen mit dem PTB-Prototypen bestätigen die Funktionsfähigkeit sowie das Potential des vorgestellten Verfahrens. Die Multi-Reflexionskavität mit transversalem Zugriff wurde unter der Nummer DE 10 2010 008 091 zum Patent angemeldet.



Funktionsprinzip der neuen Herriott-Zelle mit transversalem Zugriff

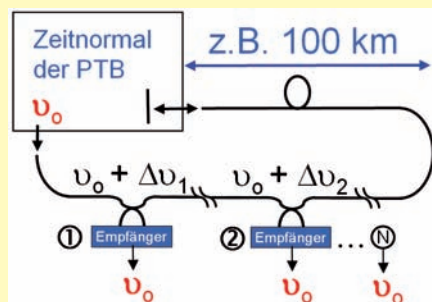
Neu: kleiner zweiseitiger Spiegel, durch den der Lichtstrahl ein- und ausgekoppelt wird

Vorteile

- selbstjustierende optische Kopplung
- beliebige Licht-Einfallswinkel können realisiert werden
- robuster Aufbau mit geringem Justageaufwand

Dr. Gerardo José Padilla Viquez
 Vakuummetrologie
 Telefon: +49(30) 3481-7210
 E-Mail:
 gerardo.padilla@ptb.de

Angebot Nr.: 8250



Die Erfindung ermöglicht den Anschluss vieler Empfänger an eine einzige Glasfaserstrecke. Jeder Empfänger ist in der Lage, trotz Übertragungsstörungen das ursprüngliche hochpräzise Frequenzsignal zu regenerieren.

Vorteile

- Bereitstellung des Frequenzsignals mit einer Bandbreite um 1 Hz in einem normalen Glasfaserkabel über große Entfernungen
- auf PTB-Normal rückführbar
- mehrfache Abtastung an einem beliebigen Ort
- Verteilung des Frequenzsignals in lokalen Netzen über einige hundert Meter mit geringen Qualitätseinbußen

Technologieangebot

Empfängersystem für glasfasergeführtes ultrapräzises Frequenzsignal

Eine PTB-Erfindung ermöglicht die Übertragung des Signals eines ultrastabilen „Single-frequency“-Lasers über große Entfernungen in normalen Telekommunikationsglasfasern. Die Erfindung löst das Problem des Anschlusses einer großen Anzahl von Kunden an eine einzige Faserstrecke.

Die Erfindung stellt zugleich einen bedeutenden Schritt zur Übertragung des Zeitsignals einer optischen Uhr („Atomuhr aus der Steckdose“) dar.

Technische Beschreibung

Eine optische Frequenz wird über eine lange Glasfaserleitung übertragen und kann jetzt – trotz der zu erwartenden Störungen in Phase, Mittenfrequenz und Polarisation – an jedem Ort der Leitung abgetastet und auf die Ursprungsfrequenz ν_0 des PTB-Normals rückgeführt werden. Dies gelingt, indem sowohl das vorwärtslaufende, als auch das rückwärtslaufende Signal zu einem Schwebungssignal vereinigt wird. Ein nachfolgender einfacher, analoger Algorithmus erzeugt eine Korrekturfrequenz $\Delta\nu$. Ein akusto-optischer Modulator (AOM) überlagert nun das gestörte Signal mit dieser Korrekturfrequenz und regeneriert das gewünschte PTB-Frequenzsignal ν_0 in hoher Präzision. Im Empfänger werden einfache Standardkomponenten der Telekommunikationstechnik eingesetzt. Nachfolgende Empfangsstationen werden durch die Auskopplung am Faserkoppeler einer einzelnen Station nicht gestört. In Punkt-zu-Punkt-Experimenten ist die Übertragungstechnik über Wegstrecken größer 100 km nachgewiesen.

Anwendung

Empfänger dieser Art werden im Bereich der Lasertechnik bei der Kalibrierung von höchstauflösenden Spektrometern und der Feinabstimmung von lokalen Referenzlasern auf Empfängerseite benötigt. Kombiniert mit einem lokalen Frequenzkammgenerator können weitere präzise Frequenzen, auch im Mikrowellenbereich, erzeugt werden. Im Bereich der chemischen Analytik mit Höchstpräzisionslasern kann das System mittelbar zur Verifikation der Nachweisempfindlichkeit und Qualitätssicherung dienen.

Wirtschaftliche Bedeutung

Eine lokale Verteilung kann mit nur geringen Qualitätseinbußen verschiedene Arbeitsplätze bedienen. Durch viele Empfangsstationen reduziert sich der Mietpreis der benötigten normalen, überall vorhandenen „1,5 μm “-Glasfaserleitung.

Entwicklungsstand

Das Verfahren ist unter DE 10 2008 062 139 zum Patent angemeldet.

Dr. Gesine Grosche
Längeneinheit
Telefon: +49(531) 592-4318
E-Mail:
gesine.grosche@ptb.de

Technologieangebot

Spiegelbauteil für ultrastabile Resonatoren

Ein neuartiges Spiegel-Konzept für Fabry-Perot-Resonatoren führt durch eine entscheidende Verringerung des thermischen Rauschens zu einer höheren Frequenzstabilität des Resonators bei geringerem Aufwand für die Temperaturstabilisierung. Die Kombination aus Design und Materialauswahl führt zu einer relativen Frequenzstabilität im Bereich von 10^{-16} . Dabei lässt sich das Spiegelbauteil einfach und kostengünstig fertigen.

Technische Beschreibung

Das neue Spiegelement der PTB kombiniert eine extrem hohe Längensstabilität bei ca. 20 °C mit geringem thermischen Rauschen. Bisher bestanden sowohl die Spiegel als auch der Abstandshalter von ultrastabilen Fabry-Perot-Resonatoren aus Ultra-Low-Expansion-Glas (ULE), das bei ca. 20 °C einen Nulldurchgang in seiner Längenausdehnung aufweist. Das thermische Rauschen der Spiegel (vergleichbar zur Brownschen Molekularbewegung) limitiert hierbei die Frequenzstabilität der Resonatoren. Spiegel mit geringerem thermischen Rauschen, z. B. Quarzglas, besitzen bei 20 °C eine vielfach größere thermische Längenausdehnung. Da sie fest mit dem Abstandshalter aus ULE-Glas verbunden sind, führt eine Temperaturänderung zu einer Deformation der Spiegel. Dies verursacht eine Verschiebung des Nulldurchgangs der Längenausdehnung des Resonators auf -10 °C. Eine Stabilisierung des Resonators auf diese Temperatur ist sehr aufwändig. Bei dem PTB-Patent wird an der Rückseite eines Quarzglasspiegels ein Ring aus ULE-Glas angebracht. Dieser wirkt der Deformation des Spiegels entgegen und der Nulldurchgang der Längenausdehnung des Resonators befindet sich wieder bei 20 °C. Damit sind Fabry-Perot-Resonatoren möglich, die bei Zimmertemperatur betrieben werden können und dennoch ein deutlich kleineres thermisches Rauschen aufweisen.

Anwendung

Der neuartige Spiegel kann in Fabry-Perot-Resonatoren eingesetzt werden, die zur Stabilisierung von Lasersystemen dienen. Solche Lasersysteme erreichen eine relative Frequenzstabilität von bis zu 10^{-16} .

Wirtschaftliche Bedeutung

Frequenzstabile Laser werden zur Realisierung optischer Uhren, in der Nachrichtentechnik zum Übermitteln von ultrastabilen Frequenzen und im Bereich der Ultrapräzisions-Spektroskopie benutzt.

Entwicklungsstand

Für das Spiegelbauteil wurde unter DE 10 2008 049 367 B3 das Patent erteilt.



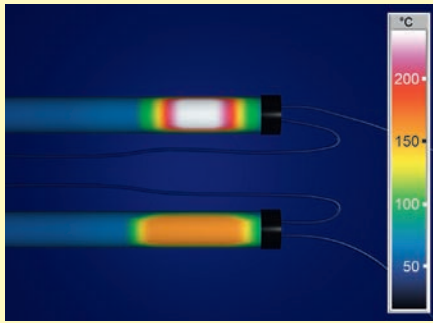
Ultrastabiler optischer Resonator mit einem Längenausdehnungskoeffizienten von Null bei ca. 20°C

Vorteile

- Einsatz von Spiegelmaterialien mit geringerem thermischen Rauschen
- Kompensation der durch Temperaturschwankungen verursachten Spiegeldeformation
- relative Längensstabilität von 10^{-16} möglich
- kostengünstige Temperaturstabilisierung auf 20 °C

Dr. Thomas Legero
Quantenoptik und Längeneinheit
Telefon: +49(531) 592-4306
E-Mail:
thomas.legero@ptb.de

Angebot Nr.: 0213



Darstellung der Oberflächentemperatur von T5-Leuchtstoffröhren ohne (oben) und mit Aufsteckhülse (unten)

Vorteile

- Einsatz bei T5-Leuchtstofflampen bis 54 W in explosionsgeschützten Leuchten
- ermöglicht wirtschaftlich interessante Abschaltswellen der elektronischen Vorschaltgeräte bis 7,5 W
- kostengünstiger Betrieb

Technologieangebot

Verringerung der Zündgefahr explosionsgeschützter Lichtquellen

Die Benutzung von handelsüblichen T5-Leuchtstofflampen in explosionsgeschützten Bereichen ist bisher aufgrund heißer Spots an der Oberfläche problematisch. Das neuartige Bauteil der PTB ermöglicht nun jedoch eine kostengünstige Reduzierung der zündwirksamen Oberflächentemperatur, bei der sich eine Nachrüstung oder Neuausstattung mit T5-Röhren bis 54 W in explosionsgeschützten Bereichen realisieren lässt.

Technische Beschreibung

T5-Leuchtstoffröhren ersetzen in der Praxis zunehmend T8-Leuchtstofflampen aufgrund der hohen Wirtschaftlichkeit in vielen Einsatzbereichen. Nachteil ist hierbei jedoch, dass die Oberfläche der T5-Röhren im Bereich der Wendel durch Alterung der Lampe sehr warm werden kann und ein wirtschaftlicher Betrieb in explosionsgefährdeten Bereichen dadurch erschwert wird.

Die Entwicklung der neuen Aufsteckhülse der PTB setzt hier an. Sie ist aufgrund des einfach nachzurüstenden Konzepts in vielen Szenarien einsetzbar. Die im Wendelbereich entstehende Wärme wird durch das Material der Hülse mit höherer Wärmeleitfähigkeit als die Glasoberfläche der Leuchtstoffröhre über eine größere Oberfläche verteilt. Somit reduziert die Hülse die dem explosiven Medium zugewandte Temperatur der Oberfläche signifikant und es treten lokal keine sogenannten „Hotspots“ auf. Dadurch können die Leuchtstoffröhren bis 54 W bei Abschaltswellen des elektronischen Vorschaltgeräts von mindestens 5 W betrieben werden und ermöglichen in diesem Leistungsbereich eine hohe Effizienz und hohe Lichtleistung.

Anwendung

Die neuen Aufsteckhülsen können bei Langfeldleuchten der Kategorie 2 und 3 eingesetzt werden. Hierbei werden sowohl Gas- als auch Staub-Explosionsschutz abgedeckt, der die chemische Industrie und beispielsweise Sägewerke, Möbelfabriken, Pharmahersteller umfasst.

Wirtschaftliche Bedeutung

Mit T5-Leuchtstoffröhren kann die Energieeffizienz gegenüber T8-Leuchtstofflampen erhöht werden. Aufgrund der höheren Wirtschaftlichkeit sind daher T5-Leuchtstofflampen immer mehr im Einsatz. Die PTB-Entwicklung erweitert den Einsatzbereich der T5-Leuchtstofflampen mit größerer Leistung auch im explosionsgeschützten Bereich.

Entwicklungsstand

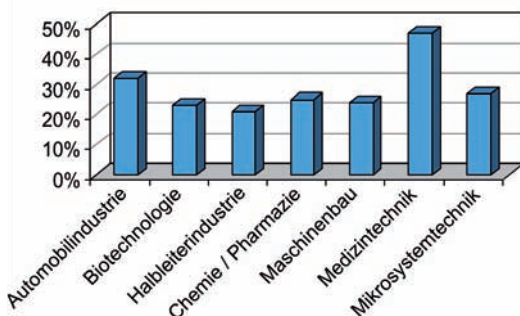
Erste Versuche bestätigen das Potential des Verfahrens. Das Verfahren zur Verringerung der Zündgefahr explosionsgeschützter Leuchten wurde zum Patent angemeldet.

Marktübersicht Mikro- und Nanotechnik

Mikro- und Nanotechnologien sind Schlüsseltechnologien, deren Produkte weltweit in zahlreichen Branchen wie Medizintechnik, Maschinenbau, Produktionstechnik, Automobilindustrie sowie der Konsumelektronik zum Einsatz kommen. Weltweit bedeutendster Zielmarkt ist die Konsumelektronik. Die wichtigsten Zielmärkte deutscher sowie europäischer Mikro- und Nanounternehmen sind die Automobilindustrie und Medizintechnik.

Der erzielte Umsatz europäischer Unternehmen im Bereich der Mikroelektronik, Nanotechnik sowie neuer Materialien im Jahr 2009 lag bei knapp 44 Milliarden €. Die Anzahl beschäftigter Mitarbeiter innerhalb Europas in der Branche betrug 2009 knapp 310 000 Mitarbeiter.

Als Reaktion auf die Krise in den Jahren 2008/2009 hat etwa die Hälfte der Unternehmen ihr Geschäftsfeld ausgeweitet – einerseits durch die Entwicklung neuer Produkte, andererseits durch die Erschließung neuer Märkte. Insbesondere Asien ist als Auslandsmarkt stark im Kommen. Der Anteil der deutschen Unternehmen, die 2009 mehr als die Hälfte ihrer Umsätze im Ausland erwirtschafteten, lag bei 33 %. Im restlichen Europa erzielten sogar 58 % der Unternehmen mehr als die Hälfte ihres Umsatzes im Ausland. Die wichtigsten Exportländer dabei sind die USA, Deutschland, Japan und China.



Zielbranchen für Unternehmen der Nano- und Mikroelektronik

Quelle: IVAM e. V. Fachverband für Mikroelektronik,
(www.ivam-research.de/de/index.php?content=studien_details&id=19, 30.04.2010)

Fakten zum Marktsegment Mikro- und Nanotechnik

- Das Marktvolumen innerhalb Europas betrug im Jahr 2009 knapp 44 Mrd. €.
- Produkte mit Mikro- und Nanotechnik, wie im Bereich Mikrosensorik für grüne Technologien und Konsumelektronik, verzeichnen zweistellige Wachstumsraten.
- Klein, sparsam, effizient – Produkte aus der Mikro- und Nanotechnologie bringen mit weniger Energie mehr Leistung und machen Produktionsprozesse effizienter.
- Die Vielfältigkeit der Einsatzbereiche spiegelt sich in den Technologieangeboten der PTB auf den nachfolgenden Seiten wider.

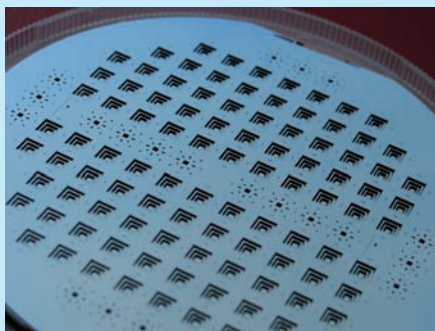


Foto eines fertigen Wafers mit Geometrienormalen

Vorteile

- Oberflächenrauheit im Subnanometerbereich
- hohe Präzision in der Fertigung bei geringen Herstellungskosten
- Massenfertigung möglich

Technologieangebot

mm-Geometrienormal

Das neue mm-Geometrienormal der PTB erlaubt die hochgenaue Bestimmung von Skalierungsfaktoren sowie der Führungs- und Positioniereigenschaften von Mikroskopen und Koordinatenmessgeräten. Mit dem neuartigen Konzept ist es möglich, Kalibriernormale zu fertigen, die von ihren Abmessungen her im Millimeterbereich liegen, deren Oberflächen aber lediglich Rauheiten im Nanometerbereich aufweisen – ein großer Präzisionsgewinn, denn zurzeit werden im Mikrobereich Prüfkörper verwendet, die durch Drahterosion hergestellt wurden und daher Rauheiten von einigen hundert Nanometern aufweisen.

Technische Beschreibung

Die Mikro-Normale werden auf der Basis monokristallinen Siliziums hergestellt und sind damit hinsichtlich der Oberflächenrauheit von horizontalen und vertikalen Flächen unübertroffen. Mittels Lithographie-Prozesstechnik werden strukturierte Wafer gefertigt, mehrschichtig übereinander positioniert und im Anschluss gebondet. So entstehen hochpräzise inverse Pyramiden, Durchbrüche oder Prüfkörper mit Hinterschnitt, die speziell auf die jeweilige Prüfaufgabe abgestimmt werden können.

Anwendung

Mittlerweile sind auch Koordinatenmessgeräte für die Mikrosystemtechnik mit Antastelementen im Mikrometerbereich auf dem Markt. Diese messen z. B. die Oberflächenbeschaffenheit in Einspritzdüsen, an Zahnrädern oder Freiformflächen unter einem Millimeter. Um diese Messsysteme kalibrieren zu können, sind hochgenaue Prüfkörper mit möglichst geringer Oberflächenrauheit erforderlich. Durch das Verwenden dieser Prüfkörper kann die Messunsicherheit deutlich reduziert werden. Sie schließt somit eine Lücke zwischen den zunehmenden industriellen Anforderungen und der damit verbundenen immer wichtiger werdenden präzisen Messtechnik.

Wirtschaftliche Bedeutung

Präzision ist heute der Schlüssel zum Erfolg auf dem Markt der Zukunft. Die PTB stellt mit dem mm-Geometrienormal ein kostengünstiges, modernes Kalibriernormal mit leicht individualisierbaren Prüfgeometrien bereit.

Entwicklungsstand

Unter DE 10 2008 024 808 B3 wurde für das Verfahren und den Prüfkörper ein Patent erteilt. Erste Prüfkörper wurden hergestellt und sind verfügbar.

Dr. Sebastian Bütefisch
Rastersondenmetrologie
Telefon: +49(531) 592-5119
E-Mail:
sebastian.buetefisch@ptb.de

Technologieangebot

Komplexe Mikro- und Nanostrukturen ertasten

Die Fertigungskontrolle an komplexen Mikro- und Nanobauteilen ist mit neuartigen mikromechanischen Sensoren einen entscheidenden Schritt vorangekommen. Durch die neue PTB-Erfindung können Maß, Form, Lage und sogar Rauheit auch auf senkrechten Wänden kleinster Strukturen messtechnisch erfasst werden. Herzstück der Sensoren sind Mikrobiegebalken (Cantilever), wie sie aus der Rasterkraftmikroskopie bekannt sind.

Technische Beschreibung

Messgeräte und Mikroskope, mit denen laterale Strukturen bis hin zu Nanostrukturen auf ebenen Oberflächen sichtbar gemacht werden können, gibt es seit einigen Jahren. Bei rauen Oberflächen, Strukturen mit hohem Aspektverhältnis oder gar vertikalen Objektflächen waren präzise Messungen bislang nicht möglich. Diese Messaufgaben können nun mit den neu entwickelten Sensoren gelöst werden. Sie bestehen wie bei einem Rasterkraftmikroskop zunächst aus einem horizontalen Biegebalken (Cantilever). Daran – und das ist neu – ist ein senkrechter Tasterschaft angebracht, an dessen Ende erst die Tasterspitze befestigt ist. Die bei Berührung eines Messobjektes entstehenden Bewegungen des Biegebalkens bzw. im dynamischen Betrieb die Veränderungen der Taster-schwingung werden optisch über die Lichtzeigermethode mit Hilfe einer Quadrantenphotodiode erfasst.

Anwendung

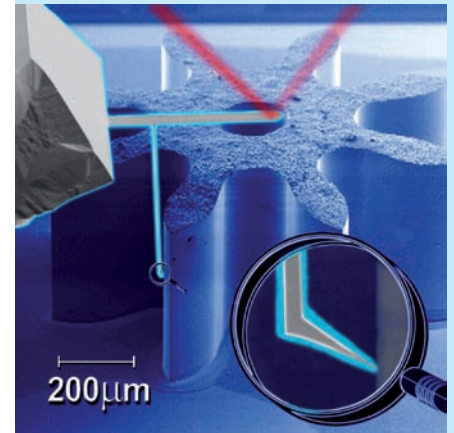
Die laterale Auflösung der neuen Sensoren, die als ACPs (assembled cantilever probes) bezeichnet werden, ist wegen des sehr kleinen Radius der Tasterspitzen von etwa 20 nm sehr hoch. Geringe Auflagekräfte von $< 0,01 \mu\text{N}$ verhindern zudem ein Zerkratzen empfindlicher Oberflächen. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass die Sensoren aus kommerziell erhältlichen, massengefertigten Mikrokomponenten zusammengesetzt und an die jeweilige Messaufgabe angepasst werden können. Bei Anwendungen an Mikrozahnradern oder Kantenlinien von Leiterbahnen konnten bereits Standardabweichungen von etwa 1 nm erreicht werden. Vorgesehen ist ein Ersatz der bisher einfachen Tasterspitze durch einen sternförmigen Taster, der die dreidimensionale Messfähigkeit der ACP-Sensoren bewirkt.

Wirtschaftliche Bedeutung

Durch den Einsatz der neuen PTB-Sensoren in 3D-Messsystemen (z. B. Koordinatenmessgeräten) kann zukünftig auch die Qualität an komplexen Mikro- und Nanoprodukten überprüft werden.

Entwicklungsstand

Die ACP-Sensoren wurden unter DE 10 2005 057 218 zum Patent angemeldet.



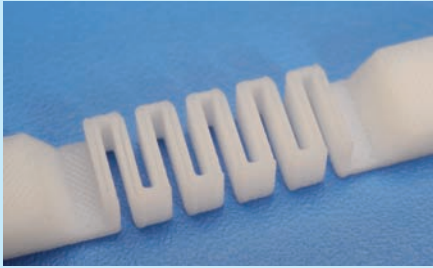
Der Mikrotaster misst die vertikale Flanke eines Mikrozahnrades. Gut sichtbar: Haltechip mit Cantilever und senkrechtem Tasterschaft.

Vorteile

- 3D-Messtechnik an Mikroteilen
- nm-Genauigkeit
- mit AFM-Technologie kompatibel

Dr. Hans-Ulrich Danzebrink
Rastersondenmikroskopie
Telefon: +49(531) 592-5136
E-Mail:
hans-ulrich.danzebrink@ptb.de

Angebot Nr.: 0106



Modell des Nanokraftsensors

Vorteile

- hohe Empfindlichkeit über weiten Bereich: nN – μ N
- lineare Abhängigkeit der Biegesteifigkeit
- individuelle Anpassungen des Messbereich

Technologieangebot

Nanokraftsensor

Bei Kraftsensoren im Empfindlichkeitsbereich unterhalb von μ N limitiert die interne Biegesteifigkeit der verwendeten Membranen das Messverhalten. Das innovative Sensorkonzept ermöglicht über einen großen abstimmbaren Bereich von nN bis μ N die proportionale Messung von Kräften durch Sensoren auf einer Membran, die um einen mäanderförmigen Membranstreifen ergänzt wurde.

Technische Beschreibung

Das genaue Messen von kleinen Kräften über einen weiten Empfindlichkeitsbereich ist schwierig zu realisieren. Durch Ausübung einer Kraft auf die Membran eines Sensors wird dieser gebogen und gedehnt. Nur bei kleinen Auslenkungen ist das resultierende Signal näherungsweise linear, darüber hinaus tritt eine erhebliche Nichtlinearität auf. Der neue Nanokraftsensor erzeugt jedoch ein Signal, welches eine lineare Abhängigkeit zur Krafteinwirkung besitzt. Das Prinzip basiert auf Streifenmembranen mit integrierten piezoresistiven Elementen, wobei die Membran um einen Mäander ergänzt wurde, der die Dehnung aufnimmt, während der Membranstreifen mit den Sensoren nur noch gebogen wird.

Die neue Geometrie des Sensoraufbaus ermöglicht eine gleichmäßige Biegesteifigkeit über einen sehr großen Bereich.

Dadurch können nun erstmalig auf dieser Basis Kraftsensoren mit höchster Linearität hergestellt werden. Durch Variation des Mäanders und der Membrandicke lässt sich der Empfindlichkeitsbereich je nach Anforderungen anpassen.

Anwendung

Der Nanokraftsensor findet insbesondere als Transfernormale für kleine Kräfte z. B. für AFM und Tastschnittgeräte Anwendung, kann aber auch als Kraftsensor für taktile Messungen mit hoher Genauigkeit genutzt werden. Durch die flexible Auslegung der Mäandergeometrie lässt sich der Empfindlichkeitsbereich präzise einstellen.

Wirtschaftliche Bedeutung

Kräfte im Mikro- und Nanonewton-Bereich werden in der Rasterkraftmikroskopie zur hochauflösenden Oberflächenmessung genutzt. Durch den zunehmenden industriellen Einsatz von Kunststoff-Mikroteilen, die beim taktilen Messen mit zu großer Antastkraft verkratzen, ergeben sich neue Herausforderungen für die Qualitätssicherung.

Entwicklungsstand

Der Nanokraftsensor ist unter DE 10 2010 012 701 zum Patent angemeldet.

Technologieangebot

Mikrokraftsensor

Der Mikrokraftsensor bietet eine neuartige Möglichkeit, kleine Kräfte im Bereich von μN bis mN sehr genau zu messen. Er schließt die Lücke zwischen konventionellen und mikrotechnisch hergestellten Kraftsensoren. Zusätzlich wird der Sensor durch den großen Krafteinleitungsbereich für neue Anwendungen, z. B. für die Kalibrierung von Tastschnittgeräten interessant.

Technische Beschreibung

Der Mikrokraftsensor basiert auf einem Streifensensor, bei dem zwei Cantilever mit einer spezifischen Geometrie aufeinander gebondet werden. Dadurch ergibt sich ein Doppelbiegebalken, der einseitig zur Messung von Antastkräften fixiert wird. An dem fixierten Ende befinden sich im Übergangsbereich zwischen Membran- und Trägerstruktur piezoresistive Elemente, die beim Ausüben einer Kraft auf das nicht fixierte Ende der Struktur ein Messsignal liefern.

Durch die spezifische Geometrie des Sensors wird über einen größeren Bereich eine Unabhängigkeit vom Krafteinleitungspunkt erreicht. Somit kann die Antastkraft mit geringem Aufwand reproduzierbar durch den Sensor gemessen werden. Dadurch lassen sich praktikable Anwendungen erschließen, in denen ohne große Positioniergenauigkeit die Kraft im Empfindlichkeitsbereich von μN bis mN gemessen werden muss.

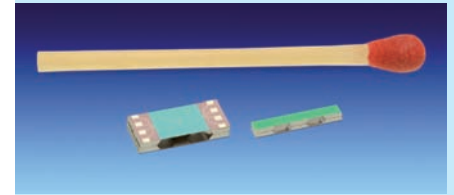
Die Herstellung der Sensoren lässt sich auf Silizium-Wafer-Basis automatisieren, sodass eine Massenfertigung auf einem Wafer möglich ist. Durch die Änderung der Membrandicke lässt sich die Sensitivität des Sensors in weiten Bereichen einstellen.

Anwendung und wirtschaftliche Bedeutung

Bei zahlreichen Anwendungen in der Forschung und in der Industrie ist die Messung von Kräften erforderlich. Mit dem Fortschritt in Mikrosystemtechnik und Materialwissenschaft, z. B. Medizintechnik und Härtemessung, entsteht ein zunehmender Bedarf an Sensoren zur Messung bis in den μN -Bereich. Durch den neuen Sensor wird eine neue Anwendung zu kleinen Kräften von μN bis zu 1 mN hin erschlossen.

Entwicklungsstand

Der Mikrokraftsensor ist unter DE 10 2010 012 441 zum Patent angemeldet.



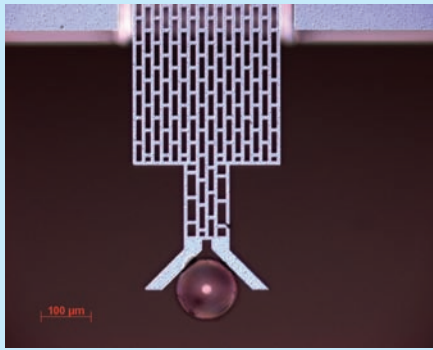
Versionen des Mikrokraftsensors im Größenvergleich

Vorteile

- Messbereich μN – mN
- Einstellung der Empfindlichkeit über die Membrandicke
- einfache Herstellungsmethode
- Unabhängigkeit vom Krafteinleitungspunkt

Dr. Sebastian Bütefisch
Rastersondenmikroskopie
Telefon: +49(531) 592–5119
E-Mail:
sebastian.buetefisch@ptb.de

Angebot Nr.: 0260



Nanoindentor – schematischer Aufbau

Vorteile

- für Nano- und Mikroschichtdicken
- On-site Anwendungen möglich
- kleine Abmessungen
- MEMS-Struktur, dadurch hohe Präzision

Technologieangebot

Nanoindentor mit Mikroabmessungen

Unter den Verfahren zur Charakterisierung der mechanischen Eigenschaften kleiner Werkstoffvolumina hat die instrumentierte Eindringprüfung im Nanobereich einzigartige Merkmale gezeigt. Die Fortschritte in der Nanotechnologie haben das Interesse an einer Verbesserung des Verfahrens deutlich verstärkt. Der MEMS-basierte Nanoindentor (MEMS – mikroelektromechanisches System) ermöglicht die Vermessung von Eindringtiefe und Eindringkraft in einem Arbeitsschritt.

Technische Beschreibung

Die Forschung der letzten Jahre hat das Grundprinzip, Prüfverfahren und Datenanalyse der instrumentierten Eindringprüfung im Nanobereich etabliert. Eine neue Herangehensweise ermöglichte die Entwicklung einer nächsten Generation von Nanoindentoren. Das hier präsentierte neuartige Verfahren beruht auf der gleichzeitigen Messung von Prüfkraft und Eindringtiefe, wobei die Auflösung der Prüfkraft bis in den Bereich von nN reicht, die der Eindringtiefe beträgt sogar 1 nm oder noch weniger.

Als eine der wesentlichen Komponenten wird die Krafterzeugung hier mit einem elektrostatischen Kammantriebsaktuator realisiert, der die erforderliche Prüfkraft mit hoher Auflösung generiert. Das zweite Merkmal ist der integrierte eindimensionale Scan-Mechanismus. Dieser ermöglicht, die Oberflächentopografie der Probe und das Bild des erzeugten Eindrucks aufzunehmen. Die Abbildung zeigt einen Ausschnitt des Aufbaus des auf einem MEMS (mikroelektromechanisches System) beruhenden Nanoindentors.

Ein Kammantrieb dient zur Realisierung der vertikalen Bewegung des in die Probe gedrückten Eindringkörpers. Dieser Antrieb verwirklicht das Aufbringen der allmählich gesteigerten Prüfkraft und die gleichzeitige Messung der Eindringtiefe des Körpers.

Anwendung und Wirtschaftliche Bedeutung

Die instrumentierte Eindringprüfung im Nanobereich wird vor allem zur Bestimmung der elastisch-plastischen Eigenschaften von ultradünnen Schichten mit einer Dicke zwischen 10 nm und 1 µm für Optik, Mikroelektronik und Werkzeuge sowie von Mikrosystemteilen eingesetzt. Auch die Vermessung von Zellmembranen ist möglich.

Entwicklungsstand

Das Verfahren befindet sich in der PTB im Einsatz und ist unter DE 10 2006 052 153 A1 zum Patent angemeldet.

Dr. Uwe Brand
Nanokraftmesstechnik
Telefon: +49(531) 592-5111
E-Mail:
uwe.brand@ptb.de

Technologieangebot

Mikromontage durch sechssachsigen Montageroboter

Die präzise Mikromontage miniaturisierter Sensoren und anderer Bauteile der Mikrowelt stellt immer wieder neue Anforderungen an die Fertigung. Der PTB-Montageroboter entspricht diesen und steigert bei einer komplizierten Handhabungen durch Entkoppelung der sechs Achsen die Genauigkeit auf unterhalb von $1\ \mu\text{m}$. Kollisionen der beobachtenden Kameras mit der Handhabungsvorrichtung sind durch das Verfahren prinzipiell ausgeschlossen.

Technische Beschreibung

Viele Handling-Systeme für die Montage und Inspektion kleiner Bauteile bestehen aus Robotern, bildgebenden Systemen und speziellen Hilfsvorrichtungen. Leider sind bei den meisten dieser Mikromontagestationen sowohl die Anzahl der Freiheitsgrade als auch ihr Wirkbereich oft sehr eingeschränkt. Zusätzlich wird ihr Einsatz durch den von ihnen beanspruchten großen Bauraum limitiert.

Der neue PTB-Montageroboter erlaubt hingegen durch die geschickte Anordnung der sechs entkoppelten Achsen alle notwendigen Bewegungen von Werkzeug zu Werkstück durchzuführen, die für komplexe Montagevorgänge erforderlich sind. Das Fügen und Positionieren von Mikroobjekten kann jederzeit, nahezu uneingeschränkt durch die ortsfesten Kameras, ohne Kollisionsgefahr, stark vergrößert und hoch aufgelöst verfolgt werden. Die kompakte Bauform des Systems erweitert zusätzlich das Anwendungsspektrum, aufgrund der verwendeten Komponenten sogar im Vakuum.

Anwendung

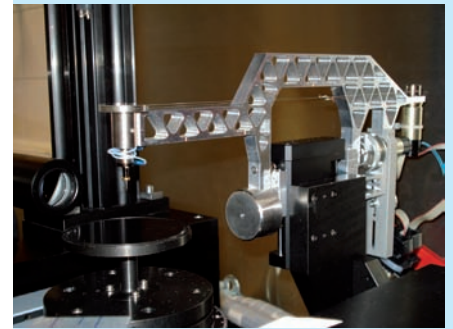
Die PC-basierte Steuerung ermöglicht eine sichere, komfortable Bedienung mit dem Joystick. Die hochpräzise Mechanik führt geradlinige Bewegungen mit einer Auflösung von mindestens $0,1\ \mu\text{m}$, Drehbewegungen mit mindestens $1'$ aus. Als Greifwerkzeuge kommen sowohl mechanische als auch Unterdruckgreifer zum Einsatz. Hochauflösende Kameras mit $1\ \mu\text{m}^2$ Pixelgröße und Bildauswertung gestatten jederzeit die visuelle Kontrolle des Geschehens, sowie die sichere Identifizierung von Lage und Orientierung bekannter Objekte in mehreren Projektionen.

Wirtschaftliche Bedeutung

In der Fertigung hybrider Systeme z. B. in Medizin- und Mikrosystem- und Feinwerktechnik, die durch hochpräzises Fügen eine winkel- und ortsgenaue Anordnung der Bauteile benötigen, schafft der Montageroboter signifikanten Nutzen.

Entwicklungsstand

Erste Roboter dieser Bauart befinden sich in der PTB sehr erfolgreich im Einsatz. Für das Mikromontagesystem wurde unter DE 10 2005 025 130 A1 das Patent angemeldet.



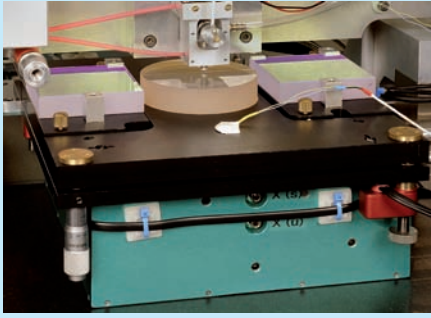
Sechssachsiger Mikromontageroboter im Einsatz

Vorteile

- Schrittweiten von $0,1\ \mu\text{m}$ und
- Drehbewegungen von $1'$ möglich
- entkoppelte Achsen verhindern Fehlerfortpflanzungen
- kontinuierliche Betrachtung des Arbeitsraums durch ortsfeste Kameras
- vakuumtauglich

Dr. Rudolf Meeß
Fertigungstechnologie
Telefon: +49(531) 592-5560
E-Mail:
rudolf.meess@ptb.de

Angebot Nr.: 0104



Hochpräzises vakuumvorgespanntes Luftlager im Einsatz

Vorteile

- nachrüstbar an geeigneten Geräten
- reproduzierbare Einstellung der Lagerspaltbreite
- macht die Lagerspaltbreite zu einer Größe, die in einem Konzept zur Prozesssteuerung erfasst und ausgewertet werden kann

Technologieangebot

Lagerspaltbreitenregelung für vakuumvorgespannte Luftlager

Einen großen Genauigkeitssprung nach vorne ermöglicht die neuartige PTB-Entwicklung aus dem Bereich der planaren Luftlager. Oft wird eine hohe Positionsstabilität gefordert, selbst wenn aus technischen Gründen der Einsatz von Gegenlagern nicht möglich ist. Um hier sehr genau arbeiten zu können, wird die Medienversorgung des vakuumvorgespannten Luftlagers so präzise geregelt, dass während des Betriebes eine Genauigkeit bis zu 2 nm erreicht werden kann.

Technische Beschreibung

Das Vakuum wird durch eine Vorvakuumpumpe erzeugt. Bei einer ausreichenden Pumpleistung wird ein konstanter Unterdruck erreicht. Durch diese Maßnahme wird die zum Betrieb des Lagers erforderliche Luftmenge gegenüber dem Betrieb mit einer Venturidüse auf einen Bruchteil reduziert. Die Druckluft wird durch einen vorgeschalteten Ausgleichstank temperiert und mit einem nachgeschalteten, dem erforderlichen Volumenstrom angepassten Massenflussregler kontrolliert. Über den am Steuergerät des Massenflussreglers einstellbaren Volumenstrom kann die Lagerspaltbreite reproduzierbar eingestellt werden. In der Regel enthalten die Steuergeräte auch eine Schnittstelle, über die eine rechnergesteuerte Bedienung und Protokollierung bzw. Überwachungsschaltung realisiert werden kann.

Anwendung

Das Verfahren ermöglicht im einstelligen Nanometerbereich eine reproduzierbar einstellbare Lagerspaltbreite und eine wesentlich verbesserte Spaltbreitenstabilität von planaren vakuumvorgespannten Luftlagern. Durch die verbesserte Kontrolle der Medien erschließen sich für derartige Lager Anwendungen in Messgeräten und in der Fertigungstechnik für hochpräzise Flächen.

Wirtschaftliche Bedeutung

Durch Einsatz des patentierten Verfahrens ergeben sich erweiterte Möglichkeiten bei der Konstruktion von Geräten mit Luftlagern. Durch die sehr hohe Konstanz und Erfassbarkeit der Lagerspaltbreite ergeben sich Vorteile bei der Fertigung und Prozessüberwachung.

Entwicklungsstand

In einer Anlage der PTB zur Rauheitsmessung werden durch Einsatz der beschriebenen Maßnahmen Lagerspaltbreiten zwischen 2 μm und 3 μm mit einer Auflösung von 2 nm bis 3 nm reproduzierbar eingestellt und über Wochen konstant gehalten.

Unter der Nummer DE 10 2005 050 108 wurde ein Patent für das Verfahren erteilt.

Dr. Peter Thomsen-Schmidt
Rauheitsmessverfahren
Telefon: +49(531) 592-5198
E-Mail:
peter.thomsen-schmidt@ptb.de

Marktübersicht Sensorik

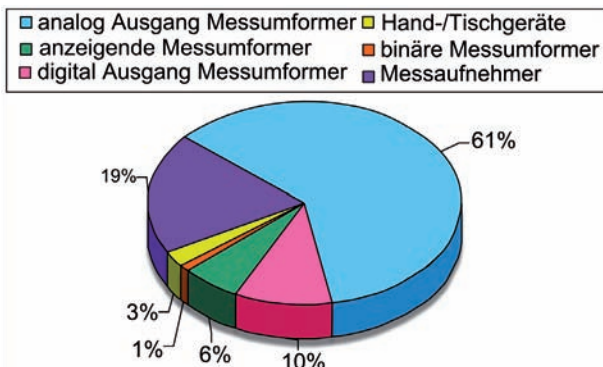
Mit Sensorik lassen sich in vielfältigen Einsatzbereichen Messwerte zur Kontrolle von veränderlichen Parametern generieren. Die technische Sensorik zeichnet sich in der Regel dadurch aus, dass nicht-elektrische Messgrößen in elektrische Signale gewandelt werden.

Dabei sind die Anwendungen so zahlreich, dass die Sensorik und Messtechniken als Schlüsseltechnologien entscheidende Bedeutung in nahezu allen Bereichen des modernen, gesellschaftlichen Lebens gewonnen haben. Die Integration von Sensoren ermöglicht neue Funktionalitäten in der Automobil-, Unterhaltungs- und Consumer-Industrie, Sicherheitstechnologie, Maschinen- und Anlagenbau, Life Science oder Luft- und Raumfahrt. Neue (miniaturisierte) Sensoren erschließen so teilweise neue Marktsegmente.

Der AMA-Fachverband für Sensorik e. V. bezeichnet Sensoren treffend als die Sinnesorgane der Technik.

Die ca. 2500 deutschen Firmen der Sensorik-Branche beschäftigen in der Messtechnik ca. 230 000 Mitarbeiter, die inkl. sensorikspezifischen Dienstleistungen etwa 28 bis 33 Mrd. € erwirtschaften.

Die Branche ist über die hohe Exportquote von 60 bis 70 % sehr stark von konjunkturellen Schwankungen in der Industrie abhängig. Jedoch werden die Innovationszyklen für neue (Multi-) Sensoriken immer kürzer, so dass der Bedarf hierfür stetig steigt.



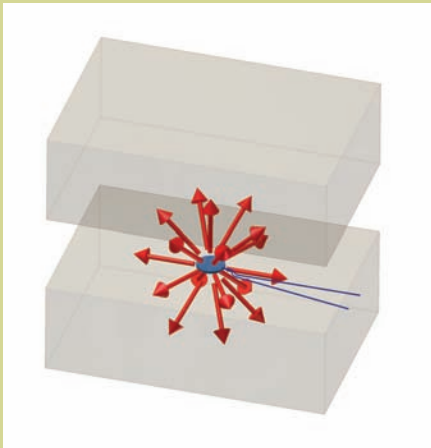
Gerätegruppen Messsysteme

Quelle: Branchenbetrachtung AMA-Fachverband für Sensorik e. V.

Fakten zum Marktsegment Sensorik

Marktgängige Sensorprinzipien sind vielfältig und ermöglichen in geschickter Kombination und Miniaturisierung die Lösung von Messproblemen in neuen Anwendungsfeldern.

- Das Marktvolumen der deutschen Sensorik liegt 2010 bei 28 bis 33 Mrd. €.
- Die Sensorik-Branche wächst jährlich weltweit um 5 bis 10 %.
- Die fortschreitende Miniaturisierung der Messsysteme erschließt immer neue Anwendungsfelder.
- Die Vielfältigkeit der Einsatzbereiche spiegelt sich in den Technologieangeboten der PTB auf den nachfolgenden Seiten wider.



Schematische Darstellung des Hotpoint-Sensors

Vorteile

- geeignet für kleine Materialproben
- äußerst schnelles Messverfahren
- geringer Heizstrom

Dr. Ulf Hammerschmidt
Wärmeleitung
Telefon: +49(531) 592-3211
E-Mail:
ulf.hammerschmidt@ptb.de

Technologieangebot

Hotpoint-Sensor

Die Bestimmung der Temperatur- und Wärmeleitfähigkeit an einem Punkt ist für vielfältige Anwendungen in der Materialanalyse von entscheidender Bedeutung. Bislang war es schwierig, Temperatur- und Wärmeeffekte in diesem Größenbereich genau zu bestimmen. Durch das neue in der PTB entwickelte System, dem Hotpoint-Sensor, kann die Messsonde flexibel an die jeweilige Messanforderung angepasst werden. Aufgrund des geringen Platzbedarfs lassen sich erstmals auch Messungen an kleineren Objekten mit geringen Dimensionen realisieren.

Technische Beschreibung

Die Messsonde besteht aus einem Widerstandselement, welches durch das Anlegen eines Stroms die entstehende Wärme an die Umgebung abgibt. Kommt die Messsonde mit Material in Kontakt, wird zusätzliche Wärme abgegeben und über die Widerstandsänderung an der Sonde detektiert.

Die Sonde hat mit einer Größe von 4,5 mm einen sehr kleinen Durchmesser, weswegen die thermischen Randeffekte vernachlässigt werden können. Durch die geringe räumliche Ausdehnung wird sie nur im (quasi) stationären Modus betrieben, was im Gegensatz zu bekannten transienten Verfahren die Auswertung wesentlich vereinfacht. Prinzipbedingt lassen sich somit kleinere Materialproben messen und der benötigte Heizstrom ist geringer. Durch den angepassten Auswertalgorithmus sind Messung und Auswertung perfekt auf den industriellen Einsatz abgestimmt und in wenigen Minuten erledigt.

Anwendung

Das neue PTB-System zur Temperatur- und Wärmeleitfähigkeitsmessung kann für die Überprüfung neuer, effizienterer Arbeitsstoffe der Energie- und Verfahrenstechnik, neuer Werkstoffe in der Bauindustrie und effektiver Dämmstoffe eingesetzt werden. Dank seiner einfachen Konstruktion ist es auf eine komplette Messmatrix von mehreren Messsonden erweiterbar. Durch den neuen Sensor wird das Technologieportfolio der PTB in dem Bereich der Temperatur- und Wärmeleitfähigkeitsmessung sinnvoll ergänzt.

Wirtschaftliche Bedeutung

Durch die Integration des Flächensensors im Bereich der Produktentwicklung, aber auch in der ingenieurtechnischen Messung z. B. in der Bauphysik, können neuartige Materialien zum einen effektiver und schneller entwickelt werden, zum anderen wird die Messung der Wärmeleitfähigkeit in einzelnen Anwendungen erstmals überhaupt ermöglicht.

Entwicklungsstand

Erste Versuche haben das Potential des Systems bestätigt. Der Hotpoint-Sensor der PTB wurde unter DE 10 2010 018 968 zum Patent angemeldet.

Technologieangebot

Flächensensor für Wärmeleitfähigkeit

Durch den neuen PTB-Sensor ist erstmals die richtungsabhängige Wärme- und Temperaturleitfähigkeit von Materialien in einem weiten Temperaturbereich bestimmbar. Das geschickte Verbinden der einzelnen Sensorteilbereiche und die Strukturierung der Sensorelemente selbst ermöglichen die Kompensation der sonst üblicherweise vorhandenen störenden Randeffekte ungeschützter Wärmequellen. Dabei lässt sich der Flächensensor einfach und kostengünstig fertigen.

Technische Beschreibung

Zur Messung der Richtungsabhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit werden flächige Sensoren benötigt. Der PTB-Flächensensor schließt die Lücke der richtungsabhängigen Messung durch ein geschicktes Verfahren, in dem das Differenzsignal von zwei Widerstandsheizungen, die gleichzeitig als Widerstandsthermometer fungieren, detektiert wird.

Die mäanderförmigen Leiterbahnen – die auf einer Folie aufgebracht sind – unterscheiden sich in der Größe um den in der Abbildung blau markierten Bereich. Das Differenzsignal ermöglicht somit eine Detektion der richtungsabhängigen Wärmeleitfähigkeit und eliminiert auf Grund des Aufbaus die Randeffekte weitestgehend. Aus dem Grad der Temperaturerhöhung lässt sich dann die Wärmeleitfähigkeit des Volumens des Materials berechnen.

Das Messverfahren ist im stationären und transienten Modus zu betreiben und verkürzt somit die Messzeit von Stunden auf Minuten.

Anwendung

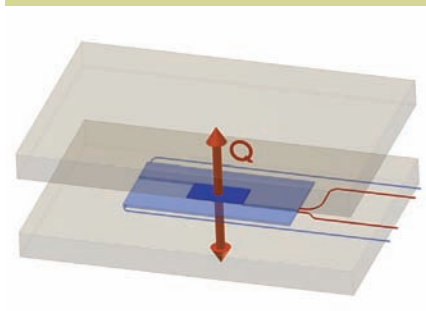
Der Flächensensor integriert sich in das Technologieportfolio der PTB zur Temperatur- und Wärmeleitfähigkeitsmessung. Insbesondere zur Messung neuer, effizienterer Arbeitsstoffe der Energie- und Verfahrenstechnik, neuer Werkstoffe in der Bauindustrie und effektiver Dämmstoffe für die Energieeinsparung eignet sich die richtungsabhängige Messung der Parameter.

Wirtschaftliche Bedeutung

Durch die Integration des Flächensensors in die tägliche Arbeit in der Produktentwicklung, aber auch in der ingenieurtechnischen Messung z. B. in der Bauphysik, können neuartige Materialien effektiver und schneller entwickelt und die Wärmeleitfähigkeit in einzelnen Anwendungen erstmals gemessen werden.

Entwicklungsstand

Für den Flächensensor wurde unter DE 10 2009 762.7-52 das Patent angemeldet. Erste Funktionsmuster befinden sich in der PTB im Einsatz.



Schematische Darstellung von Funktion und Aufbau des Flächensensors für die Wärmeleitfähigkeit

Vorteile

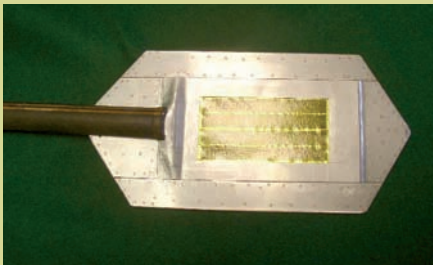
- einfacher, robuster Aufbau
- kurze Messzeiten
- Richtungsabhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit bestimmbar
- transienter und stationärer Betrieb möglich

Dr. Ulf Hammerschmidt
Wärmeleitung
Telefon: +49(531) 592-3211
E-Mail:
ulf.hammerschmidt@ptb.de

Angebot Nr.: 0217



System mit optimiertem Messverfahren im Feldeinsatz, hier der Bestimmung der Temperaturleitfähigkeit des Bodens in einem Projekt zum Klimaschutz



Prototyp des mobilen Messgeräts mit einem THB-Filmsensor

Vorteile

- zuverlässige schnelle Messung der thermischen Transportkoeffizienten
- schnelle Ermittlung der Messwerte bei geringem Rechenaufwand
- vollautomatische Messung, kein Fachpersonal notwendig
- als mobiles Gerät realisierbar

Dipl.-Ing. Vladislav Meier
Wärmeleitfähigkeit
Telefon: +49(531) 592-3217
E-Mail:
vladislav.meier@ptb.de

Technologieangebot

Messverfahren und Messvorrichtung zur Bestimmung der Wärme- und Temperaturleitfähigkeit von Stoffen

Die Bestimmung der thermischen Transportgrößen von Stoffen hat zunehmende Bedeutung für Wirtschaft, Materialforschung und Klimatechnik. Heutzutage werden derartige Messungen vor allem in Forschungs- und Materialprüfungseinrichtungen von Fachpersonal durchgeführt, wobei der Geräte- und Zeitaufwand beträchtlich ist. Durch ein neues Verfahren ist es erstmals möglich, ein einfaches Messgerät zu entwickeln, das die Wärme- und Temperaturleitfähigkeit (WLF, TLF) von Stoffen sowohl im Labor als auch im Freien schnell und zuverlässig messen kann.

Technische Beschreibung

Das Messverfahren beruht auf dem bekannten instationären Heizdrahtverfahren Transient Hot Bridge (THB). Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass mittels zweier Temperaturfühler der Temperaturgradient, der von der linearen Heizquelle (Draht oder Nadel) erzeugt wird, in logarithmischer Zeitskala mit zunehmender Integrationszeit aufgenommen wird. Dieses Signal ist äußerst rauscharm und lässt sich mit elementaren Rechenfunktionen auswerten, um die WLF und TLF zu ermitteln. Der charakteristische Verlauf des Signals ermöglicht einen vollautomatischen Messablauf einschließlich der Auswertung. Dank dieser Signaleigenschaften ist ein Messgerät auf der Basis eines handelsüblichen Mikrokontrollers realisierbar. Das Messverfahren kann mit den in der PTB entwickelten THB-Filmsensoren verwendet werden.

Anwendung

Das THB-Messgerät kann überall dort eingesetzt werden, wo thermische Eigenschaften von Stoffen schnell und zuverlässig sowie ohne großen Geräte- und Personalaufwand ermittelt werden sollen. Der Bedarf an solchen Geräten, beispielsweise für die Herstellung und Überwachung von Baustoffen, ist sehr groß. Weitere Anwendungen findet man in der Bodenkunde und Klimaforschung.

Wirtschaftliche Bedeutung

Das einfache mobile THB-Gerät misst in wenigen Minuten die WLF und TLF von Stoffen zuverlässig und genau. Damit werden solche Messungen auch für viele kleinere und mittlere Unternehmen zugänglich.

Entwicklungsstand

Zahlreiche Messreihen mit den THB-Filmsensoren haben ihre Funktionstüchtigkeit bewiesen. Es besteht weiteres Entwicklungspotential. Für das Messverfahren wurde unter DE 10 2008 020 471 B4 das Patent erteilt.

Technologieangebot

Positionsbestimmung durch Symmetriebetrachtung

Ein häufig auftretendes Problem in der Messtechnik ist die Positionsbestimmung eines Messsignals aus einer Folge von diskreten, äquidistanten Messwerten. So wird z. B. mit CCD-Zeilen die Lage eines Bauteils oder eines Lasers bestimmt. Ähnliche Fragestellungen ergeben sich auch bei der zeitlichen Bestimmung des Mittelwerts bei der Satellitennavigation. Das neue Verfahren verbessert die Genauigkeit, mit der aus verrauschten Daten ein interpolierter Positionswert bestimmt wird.

Technische Beschreibung

Bei all diesen Methoden ist die Bestimmung des Referenzmesspunkts mit Subpixelgenauigkeit wünschenswert. Dabei sind die zur exakten Messmarke gehörenden Messwerte typischerweise selbst über mehrere Pixel ausgedehnt.

Das von der PTB patentierte Verfahren beruht darauf, im Fourierraum des Messsignals einen Symmetriepunkt festzulegen. Dieser kann mittels einer analytischen Methode und damit mit geringem Rechenaufwand bestimmt werden.

Das Verfahren wird in der PTB an verschiedenen Stellen zur Verringerung der Messunsicherheit eingesetzt. Es ist deutlich besser als die rauschanfällige Schwerpunktbildung und bedarf keiner Annahmen über die Verteilungsfunktion des Messsignals, z. B. einer gaussförmigen Verteilung.

Anwendung

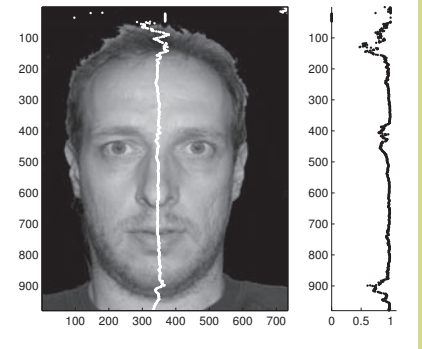
Aufgrund der geringen Prozessorbelastung erweist sich das Verfahren als besonders für mobile Anwendungen geeignet. Es kann überall dort eingesetzt werden, wo ohne apparative Veränderung eine höhere Messpräzision erreicht werden soll.

Wirtschaftliche Bedeutung

Das Verfahren kann z. B. im Bereich automatisierter bildverarbeitender Qualitätssicherung oder der Tomographie eingesetzt werden. Navigationssysteme wie Galileo oder GPS können damit ebenfalls eine höhere Ortsauflösung erzielen.

Entwicklungsstand

Das Verfahren wird routinemäßig in der PTB eingesetzt und ist unter DE 10 2008 009 792 zum Patent angemeldet.

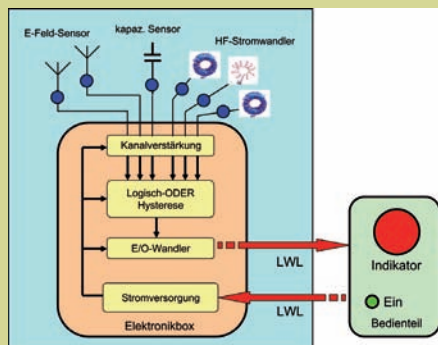


Mit dem Verfahren ermittelte Symmetriepunkte (links) und Symmetriegüte (rechts)

Vorteile

- höchste Genauigkeit der Positionsbestimmung
- keine Hardware-Änderung notwendig
- geringe Prozessorbelastung
- keine Annahme über Funktionsverlauf des Signals notwendig

Dr. Mathias Wurm
Höchstaufösende Mikroskopie
Telefon: +49(531) 592-4250
E-Mail:
matthias.wurm@ptb.de



Messprinzip des EMV-System-Wächters

Vorteile

- für eichpflichtige Geräte geeignet
- einfach nachrüstbar
- unzulässige Störungen der Messtechnik durch Einwirkung von elektromagnetischen Feldern werden erkannt
- sicherer Geräte-Einsatz in sensiblen medizinischen, technischen oder wissenschaftlichen Bereichen

Technologieangebot

EMV-System-Wächter für Waagen

Elektronische und elektromechanische Geräte sind nicht zuletzt aufgrund ihrer Leistungsfähigkeit und Verlässlichkeit überall im Einsatz. Aktuelle Untersuchungen belegen allerdings die ungewollte Beeinflussung elektronischer Geräte durch elektrische, magnetische oder elektromagnetische Felder. Eine Erfindung aus der PTB gestattet dennoch den verlässlichen Betrieb sensibler Messtechnik im direkten Umfeld einwirkender Störquellen.

Technische Beschreibung

Geräte aus dem Bereich der Funkkommunikation zeichnen sich durch gewolltes Aussenden und Empfangen von elektromagnetischen Feldern aus. Diese Felder können in andere elektrische Geräte eindringen und deren Funktion teilweise erheblich beeinträchtigen. Erste Untersuchungen in der PTB belegen, dass z. B. an Waagen Messwertabweichungen von mehr als 40 % möglich sind. Durch den Einsatz der PTB-Erfindung werden störende hochfrequente Felder, die auf Messgerät und Messergebnis einwirken, registriert und eine weitere Verarbeitung falscher Messwerte verhindert. Das Messsystem verwendet erstmals eine Vielzahl von Sensoren, deren Ausgangssignale mit einem logischen ODER und einem Schwellwertindikator ausgerüstet sind. Dadurch ist es in der Lage, sowohl leitungsgebundene als auch aus dem Freiraum über Felder induzierte Störungen nachzuweisen.

Anwendung

Für die Bauartzulassung werden Waagen zwar hinsichtlich elektromagnetischer Verträglichkeit überprüft, können in hochfrequenter elektromagnetischer Umgebung jedoch trotz allem beträchtliche Messfehler aufweisen. Die PTB stellt für diese Anwendung ein praxistaugliches System bereit, das den Nutzer durch ein optisches oder akustisches Signal warnt, wenn zu hohe Feldstärken einwirken und somit keine korrekte Funktion des Gerätes vorliegt. Besonders vorteilhaft ist, dass bestehende Messgeräte und Waagen einfach nachgerüstet werden können. Dazu werden lediglich Hochfrequenzsensoren im EMV-kritischen Bereich eingesetzt und eine Zusatzplatine in die Waage integriert.

Wirtschaftliche Bedeutung

Eichpflichtige Geräte finden sich überall im täglichen Leben. Allein in Deutschland sind es mehrere 10 Millionen Stück. Das Sicherstellen zuverlässiger Messtechnik ist daher von großem Interesse

Entwicklungsstand

Ein getesteter Prototyp befindet sich in der PTB im Einsatz. Das Verfahren ist unter EP 090 14 287 zum Patent angemeldet.

Dr. Thorsten Schrader
Hochfrequenz und Felder
Telefon: +49(531) 592-2200
E-Mail:
thorsten.schrader@ptb.de

Technologieangebot

EMV-Vor-Ort-Prüfsystem

Die Prüfung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) wird gewöhnlich in speziellen stationären Prüflaboratorien durchgeführt. Die neue Entwicklung der PTB ermöglicht nun erstmals eine EMV-Überprüfung von Komponenten und Systemen im mobilen Einsatz.

Das neue Vor-Ort-Prüfsystem zeichnet sich durch seine einfache Bedienung und kurze Messzeiten aus. Durch die Verwendung von verschiedenen Trägerfrequenzen ist es möglich, alle praktisch relevanten denkbaren Störquellen zu simulieren.

Technische Beschreibung

Komplexe, fest installierte Messsysteme wie zum Beispiel Plattformwaagen für ganze Lastkraftwagen, werden häufig vor Ort aus einzelnen Modulen zusammengesetzt. Die Festigkeit der ganzen Anlage, hinsichtlich elektromagnetischer Störeinflüsse, konnte bisher oft nur anhand der EMV-Untersuchungen der einzelnen Module abgeleitet werden. Das mobile System der PTB ermöglicht nun aber erstmalig die korrekte Überprüfung von komplexen Messsystemen in-situ in Bezug auf EMV-Konformität.

Dabei können für die unterschiedlichen Einsatzbereiche 11 Frequenzen (von ca. 27 MHz bis zu 6 GHz) zur Störfestigkeitsuntersuchung ausgewählt werden. Diese amplitudenmodulierten Signale simulieren die möglichen aktuell vorkommenden Störquellen, die Frequenzen wurden von der Bundesnetzagentur für den beschränkten Testbetrieb freigegeben. Über verschiedene Antennen wird in einminütigen Messungen pro Frequenz die Störanfälligkeit vor Ort überprüft. Durch die Bedienungsfreundlichkeit des Systems kann diese Kontrolle sogar ohne speziell geschultes Personal durchgeführt werden.

Anwendung

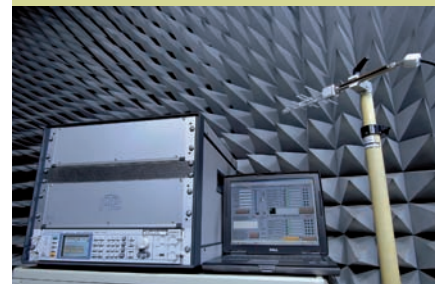
Das Prüfsystem findet in sämtlichen Bereichen, in denen EMV-Untersuchungen in situ durchgeführt werden müssen, Anwendung. Daher ist es besonders für Eichbehörden und EMV-Labore, die mit der einfachen Vor-Ort-Überprüfung ein neues Marktsegment erschließen, von Bedeutung.

Wirtschaftliche Bedeutung

Durch das Vor-Ort-Prüfverfahren kann überprüft werden, dass auch größere Anlagen wirklich EMV-störunanfällig sind. Durch den zusätzlichen flexiblen Einsatz als mobiles Messgerät lässt sich das Vor-Ort-Prüfsystem auch in größeren Entwicklungsabteilungen zielgerichtet einsetzen.

Entwicklungsstand

Ein getesteter Prototyp befindet sich in der PTB im Einsatz. Das Verfahren ist unter DE 10 2007 058 999 zum Patent angemeldet.



Vor-Ort-Prüfsystem im Laboreinsatz

Vorteile

- mobile EMV-Messung
- einfache Bedienung
- 27 MHz bis 6 GHz
- kurze Messzeiten (ca. 1 Minute)
- Software mit Protokollfunktion

Dr. Thorsten Schrader
Hochfrequenz und Felder
Telefon: +49(531) 592-2200
E-Mail:
thorsten.schrader@ptb.de



Das dynamische Brückennormal simuliert das dynamische Verhalten von DMS und Brücken und dient der Kalibrierung der verschalteten Messverstärker

Vorteile

- Simulation des dynamischen Verhaltens
- statische und dynamische Kalibrierung bis in den kHz-Bereich
- beliebige Spannungsverläufe sind einstellbar (z. B. Impuls)
- Adaption an Gleich- und Wechselspannungen

Dr. Günther Ramm
Verhältnismessungen,
Abtastverfahren
Telefon: +49(531) 592-2190
E-Mail:
guenther.ramm@ptb.de

Technologieangebot

Dynamisches Brückennormal für die DMS-Messtechnik

Präzises Messen und Kalibrieren dynamischer Größen stellt stets neue Anforderungen an die Messtechnik. Das neuartige Brückennormal ermöglicht erstmals die Kalibrierung von Messverstärkern für praktisch jeden zeitlich veränderbaren Spannungsverlauf bis in den kHz-Bereich, was insbesondere in der Kraftmessung auf einen hohen Marktbedarf stößt.

Technische Beschreibung

Für Kraft-, Druck- sowie weitere Messungen mechanischer Größen werden Sensoren wie z. B. Dehnungsmessstreifen (DMS) und zugehörige Messverstärker eingesetzt. Nicht nur die Sensoren, sondern auch die Messverstärker müssen hinsichtlich der Verstärkungsfaktoren und Linearität kalibriert werden. Im zeitlich veränderlichen (dynamischen) Betrieb stieß man bei der Kalibrierung bislang an Grenzen, da die benutzten Normale Spannungsverhältnisse nur statisch und bei einigen ausgewählten, diskreten Werten darstellen können.

Das neuartige dynamische Brückennormal wird anstatt des Sensors an den Messverstärker angeschlossen und ermöglicht die Synthesierung praktisch jeglicher zeitlich veränderbarer Spannungsverläufe (bis in den kHz-Bereich). Dieses wird über einen Widerstandsteiler mit frei programmierbaren Amplitudenwerten realisiert. Dabei werden auf bekannte Teilungsverhältnisse des Widerstandsteilers (z. B. bis 2 mV/V in Schritten von 0,002 mV/V) zurückgegriffen. Über Digital-Analog-Konverter werden somit statische bzw. nach einem einstellbaren Zeitinkrement zeitlich kontinuierliche oder stoßförmige Spannungen erzeugt.

Anwendung

Das Anwendungsspektrum der dynamischen Kraftmessung liegt in der Bauteil- und Materialprüfung, bei Crashtests, der Verschraubung und Leistungsüberprüfung von Motoren und der Entwicklung und Qualitätssicherung von Kraftaufnehmern.

Wirtschaftliche Bedeutung

Die Messung dynamischer Kräfte und Drehmomente war über lange Zeit ein unbeachtetes Feld im Bereich der Präzisionsmesstechnik. Nichtsdestoweniger macht eine steigende Nachfrage durch steigende Qualitätsanforderungen in der industriellen Anwendung die genaue Kalibrierung unausweichlich. Durch das neue Brückennormal kann zukünftig die Kalibrierung der Messverstärker für verschiedenste Sensoren und somit Anwendungen auch im dynamischen Betrieb erfolgen.

Entwicklungsstand

Erste Geräte dieser Bauart befinden sich in der PTB erfolgreich im Einsatz. In unseren Patent- und Technologieangeboten können Sie weitere Details zur Lizenzierung dieser Erfindung erfahren.

Technologieangebot

Einstellbarer Kraft-Weg-Sensor für statische und dynamische Kräfte

In zahlreichen Anwendungen der Industrie und Forschung werden Kräfte und Momente bestimmt. Mit dem neuen Kraft-Weg-Sensor der PTB steht erstmalig eine Messmethode zu Verfügung, die die Messgrößen Kraft und Weg sogar dynamisch erfassen und kalibrieren kann.

Bisher werden die Parameter häufig nur an Referenzsensoren in statischer Form, einzeln und nacheinander mit großen Messunsicherheiten überprüft. Die PTB-Erfindung hingegen ermöglicht erstmalig eine dynamische, anwendungsnahe In-situ-Kalibrierung in Schwingungstechnik und Maschinenbau.

Technische Beschreibung

Um Werkstoffprüfmaschinen entsprechend ihres Einsatzes statisch und dynamisch kalibrieren zu können, benötigt man eine Kombination aus Kraft- und Wegsensor. Dabei sollte die Steifigkeit des Kraftsensors an die zu untersuchende Probe angepasst sein. Die PTB-Erfindung ermöglicht nun eine solche angepasste Kalibrierung von Werkstoffprüfmaschinen unter realistischen Bedingungen und für eine Vielzahl von Prüflingen.

Das neue Messverfahren ist mit den Komponenten Feder, Sensoren und Einspanneinheiten modular aufgebaut. Dadurch können mittels unterschiedlicher Vorspannungen Prüflingsparameter simuliert werden. Gleichzeitig ist durch die Verwendung zweier Sensoren eine unabhängige Rückführung der Kraft- und Wegmessung gegeben.

Anwendung

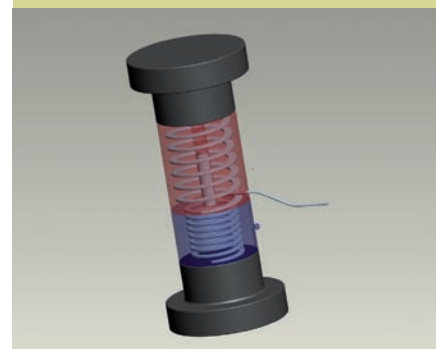
Herstellern von Kraft- und Drehmomentsensoren aber auch Anwendern in Industrie und Forschung bietet dieser neuartige Kombinationsensor die Möglichkeit, die komplexe dynamische Kalibrierung von Prüfmaschinen oder Prüfständen mit rückführbaren Kraft-Wegsensoren zu realisieren. Von großem Vorteil ist, dass die Steifigkeit des Sensors an die jeweilige Anwendung angepasst werden kann – ein wichtiges Merkmal bei der Kalibrierung von Werkstoffprüfeinrichtungen.

Wirtschaftliche Bedeutung

Die Kombination von Kraft- und Wegsensor in modularer Bauweise ist auch auf weitere Größen wie Drehmoment, -winkel und -federsteifigkeit übertragbar und ermöglicht so genaue Messungen in vielen weiteren Anwendungsfeldern.

Entwicklungsstand

Der einstellbare Kraft- und Wegsensor ist zum Patent angemeldet. Erste Sensoren wurden hergestellt und sind erfolgreich in der PTB im Einsatz.



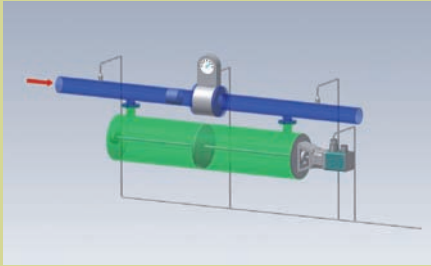
Schematische Darstellung des Kraftaufnehmers

Vorteile

- gleichzeitige Messungen von Kraft und Weg
- für dynamische Kraftmessung
- deutlich verbesserte Messunsicherheit
- durch einfache Anpassungen an jeder Prüfeinrichtung montierbar

Dr. Rolf Kümme
Festkörpermechanik
Telefon: +49(531) 592-1200
E-Mail:
rolf.kuemme@ptb.de

Angebot Nr.: 0236



Schematischer Aufbau des Messgerätes

Vorteile

- direkte Kalibrierung am Einbauort
- hohe Präzision durch Rückführung auf Volumensmessung

Technologieangebot

In-Situ-Kalibrierung von Turbinenradzählern

Ein neuartiges Verfahren ermöglicht die Kalibrierung von Flüssigkeits-Turbinenradzählern an dessen Einbauort. Das Messverhalten dieser Zähler ändert sich in Abhängigkeit von den konkreten Messbedingungen wie Temperatur, Viskosität oder Strömungsprofil. Eine Veränderung dieser Bedingungen gegenüber der vorherigen Kalibrierung kann eine Neukalibrierung erforderlich machen. Dies ist insbesondere dann von Interesse, wenn geringe Messunsicherheiten gefordert werden.

Technische Beschreibung

Die Möglichkeit einer Kalibrierung „vor Ort“, d. h. unter den aktuellen Prüfbedingungen und mit der aktuell zu messenden Flüssigkeit, kann mit Hilfe einer neu entwickelten Methode, mit der vorzugsweise Turbinenradzähler am Einbauort kalibriert werden können, realisiert werden. Dazu bildet ein kleines volumetrisches Normal, das als Zylinder/Kolbensystem ausgebildet ist, die Grundlage. Mit diesem werden der strömenden Flüssigkeit pro Zeiteinheit definierte kleine Volumina entzogen oder zugeführt.

Anwendung

Das Verfahren zielt darauf ab, in komplexen Rohrleitungssystemen, am Einbauort des Zählers eine Kalibrierung mit hoher Genauigkeit zu erreichen. Es ist in Form eines automatisch gesteuerten Gerätes, das strömungstechnisch vor den zu kalibrierenden Turbinenradzählern geschaltet wird, darstellbar.

Wirtschaftliche Bedeutung

Das Verfahren eignet sich sowohl für großtechnische Anlagen, als auch im Bereich von Endverbrauchern.

Entwicklungsstand

Für das Verfahren wurde unter DE 10 2007 019 601 B3 das Patent erteilt.

Dr. Jörg Riedel
 Transfernormale
 Telefon: +49(531) 592-1328
 E-Mail:
 Joerg.Riedel@ptb.de

Technologieangebot

Strömungskonditionierung mit minimalem Druckverlust

Oftmals treten vor ungünstig platzierten Durchflussmessgeräten Störungen und Veränderungen des Strömungsprofils auf, die die Anzeige des Messgerätes verfälschen können. Das Ziel des beschriebenen Verfahrens besteht darin, mit minimalem Druckverlust und geringer Einbaulänge die Strömung so zu beeinflussen, dass sie ein reproduzierbares, drallfreies und symmetrisches Strömungsprofil aufweist. Strömungssimulationen und Messungen haben die Einsatzrelevanz bestätigt.

Technische Beschreibung

Das Verfahren beruht darauf, in vorgegebenen Abständen Lochplatten in ein Rohrleitungssegment mit vergrößertem Rohrquerschnitt einzufügen. Die farbige Darstellung im Bild zeigt die Beruhigung der Strömung nach wenigen Zentimetern. Durch die Vergrößerung des Rohrquerschnitts ist es möglich, die Einbaueinheit so zu konzipieren, dass sich der Gesamtströmungswiderstand des Anlagenteils nicht oder nur sehr gering ändert.

Anwendung

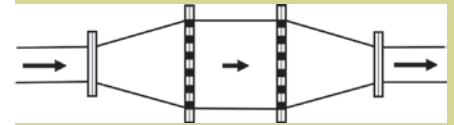
Das äußerst einfache strömungstechnische Bauteil kurzer Baulänge ermöglicht die Konditionierung von allen Arten von Durchflussmessgeräten. Dadurch ist es möglich, auch in schwierigen Einbaulagen zu einer präzisen Durchflussmessung zu gelangen. Ohne eine solche Strömungskonditionierung besteht die Gefahr von Abweichungen in der Anzeige des eingesetzten Messgerätes in der Größenordnung mehrerer Prozent. Außerdem können die normalerweise geforderten langen geraden Einlaufleitungen deutlich verkürzt werden.

Wirtschaftliche Bedeutung

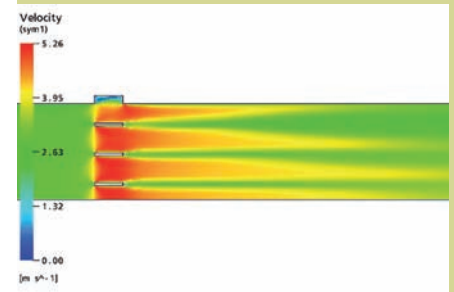
Das Verfahren eignet sich sowohl für großtechnische Anlagen, als auch im Bereich von Endverbrauchern bei gestörten oder unbekannten Strömungsverhältnissen.

Entwicklungsstand

Das Bauteil ist unter DE 10 2007 039 537 zum Patent angemeldet.



Schematischer Aufbau des Bauteils



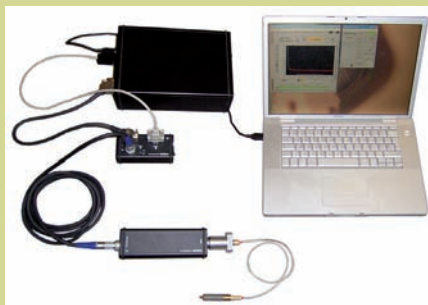
Strömungsgeschwindigkeit im Bereich der Lochplatten

Vorteile

- drallfreies, symmetrisches Strömungsprofil
- hohe Reproduzierbarkeit der Konditionierung
- minimaler Druckverlust
- geringe Einbaulänge

Dr. Jörg Riedel
 Transfornormale
 Telefon: +49(531) 592-1328
 E-Mail:
 joerg.riedel@ptb.de

Angebot Nr.: 0159



In Lizenz der PTB und der Universität Heidelberg hergestelltes Komponentensystem „Magnetfeldfluktuationsthermometer MFFT-1“ der Firma Magnicon, bestehend aus den gemeinsam entwickelten Komponenten SQUID-basierter Temperaturmesskopf und SQUID-Ausleseelektronik (unten links) sowie der von Magnicon entwickelten Datenerfassung (oben links). Das Messverfahren wurde zusammen mit einer Arbeitsgruppe der Universität Heidelberg erarbeitet.

Vorteile

- Verbreitung von PTB-Technologie
- Start-up schafft Arbeitsplätze
- PTB kann sich auf messtechnische Kernaufgaben konzentrieren

Dr. Thomas Schurig
Kryo- und Vakuumphysik
Telefon: +49(531) 592-7290
E-Mail:
thomas.schurig@ptb.de

Erfolgreicher Technologietransfer

SQUID-Technologie für magnetische Messtechnik

Seit den 80iger Jahren werden in der PTB supraleitende Quanteninterferenzdetektoren (SQUIDs) auf der Basis einer Niob-Dünnschichttechnologie entwickelt und hergestellt. Zu den reinen Magnetfeldsensoren kamen seit den 90iger Jahren vor allem schnelle SQUID-Stromsensorschaltungen hinzu. Diese waren im Nischenmarkt „Tiefemperaturmesstechnik“ so erfolgreich, dass ein Technologietransfer zu einem Start-up aus der Universität Hamburg durchgeführt wurde.

Die PTB hat dadurch Zugriff auf den Entwurf und die kommerzielle Fertigung elektronischer Komponenten und kann sich auf ihre satzungsgemäßen Kernaufgaben konzentrieren. Das Hamburger Unternehmen Magnicon vermarktet die von der PTB lizenzierten Systeme weltweit im Bereich der Metrologie und der Grundlagenforschung.

Hintergrund

Vor dem Transfer waren am Markt keine SQUID-Elektroniken mit sehr rauscharmen Verstärkerschaltungen verfügbar, die die Performance der integrierten PTB-SQUID-Schaltungen nicht verschlechtern. Häufig wurde von Projektpartnern der Wunsch geäußert, PTB SQUID-Elektroniken nutzen zu können. Diesen Wünschen wurde zumeist entsprochen, indem der Projektpartner in die Lage versetzt wurde, die PTB-Messtechnik in eigene Elektronik-Aufbauten zu integrieren. Aufgrund der Komplexität der neuen Mikroprozessorbasierten SQUID-Elektroniken war dieser Weg nicht mehr gangbar. Durch den erfolgten Technologietransfer konnte nunmehr seit fast zehn Jahren die Breitenwirkung dieser PTB-Entwicklungen deutlich gesteigert werden.

Technische Beschreibung

Der Teil der Produktpalette, der auf Lizenzierung durch die PTB beruht, umfasst mittlerweile die Felder SQUIDs zum Nachweis extrem kleiner Magnetfelder, Tiefemperaturrauschthermometer und Stromsensoren z. B. für kryogene Strahlungsdetektoren und die Widerstandsmetrologie. Darüber hinaus sind rauscharme Verstärkerschaltungen lizenziert.

Wirtschaftliche Bedeutung – Anwendungen

Einsatzgebiete in Forschung und Entwicklung:

- Biomagnetismus
- Neue biomedizinische Verfahren, z. B. Niedrigfeld-NMR
- Tiefemperaturthermometrie im mK-Bereich
- Strahlungsdetektoren für Astronomie, Astrophysik
- Zerstörungsfreie Material- und Bauelementprüfung

Entwicklungsstand

Verschiedene Komponenten und Systeme werden von der Firma Magnicon gebaut und vertrieben: (www.magnicon.com).

Marktübersicht Koordinatenmesstechnik

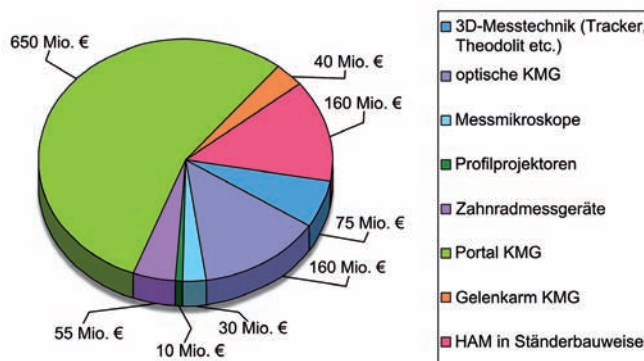
Die Koordinatenmesstechnik umfasst verschiedene Verfahren zur genauen Messung dimensioneller Parameter. Die Nutzung von

- taktilen Messungen
- optischen 3D-Messverfahren oder
- dimensioneller Computertomographie

führt zu eigenständigen Verfahren, die z. T. durch Kombination der jeweiligen Verfahren an die industriellen Anforderungen angepasst werden und z. T. besondere Marktsegmente adressieren. Es existieren neben eigenständigen Portal-Messgeräten auch produktionsüberwachende oder mobile Messtechnik (wie z. B. Lasertracker oder -tracer), die 3D-Messungen mit höchster Genauigkeit durchführen. Das Marktvolumen für Koordinatenmessgeräte wurde weltweit mit 1,18 Mrd. € im Jahr 2003 beziffert.

Auf Grund der unterschiedlichen Anwendungsszenarien herrscht ein starker Bedarf vor, innovative Verfahren zur Steigerung der Genauigkeit sowie der Repetitionsrate als auch zur Verkürzung der Messzeiten einzusetzen. Darüber hinaus ist der allgemeine Markttrend zu betrachten, dass manuelle Messmethoden insbesondere in der Automobil- und Luftfahrtindustrie, aber auch bei Anlagenherstellern durch Inline-Messmethoden abgelöst werden. Konjunkturell bedingt wird sich dieser Umschwung etwas verzögern.

Eine zuverlässige Darstellung der aktuellen wirtschaftlichen Situation oder aber die Prognose einer zukünftigen Entwicklung kann auf Basis aktueller Zahlen jedoch nicht erfolgen.

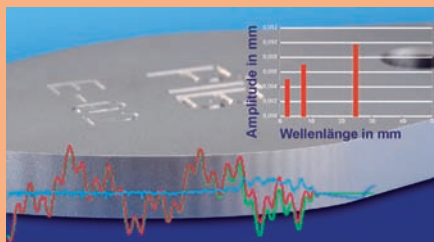


Weltweites Marktvolumen der einzelnen Verfahren in der Koordinatenmesstechnik

Quelle: Fraunhofer-Allianz Vision, 2010, 3-D-Messtechnik in der deutschen Automobil- und Zulieferindustrie

Fakten zum Marktsegment Koordinatenmesstechnik

- Das Marktvolumen für KMG betrug im Jahr 2003 1,18 Mrd. € weltweit.
- Nach konjunkturell bedingtem Einbruch ist mit moderaten Wachstumsraten in den nächsten Jahren zu rechnen.
- Manuelle Messmethoden werden durch Inline-Messmethoden abgelöst.
- Die Vielfältigkeit der Einsatzbereiche spiegelt sich in den Technologieangeboten der PTB auf den nachfolgenden Seiten wider.



Zahnradflanke des Profilwellennormals sowie ausgewertetes Spektrum

Vorteile

- erstmalig systematischer Zugang zu Formabweichungen
- Minimierung von Reibung und Geräuschemissionen
- Optimierung des Kraftschlusses
- verbesserter Wirkungsgrad von Kraft- und Arbeitsmaschinen; z. B. bei Windkraftanlagen oder KFZ-Getrieben

Technologieangebot

Profilwellennormal für Zahnradflanken

Die präzise Messung periodischer Oberflächenstrukturen auf den Flanken von Zahnrädern gewinnt zunehmend an Bedeutung, da durch sie Rückschlüsse auf deren funktionale Eigenschaften in Antriebsbaugruppen wie Verschleiß, Wirkungsgrad und Laufgeräusche hergeleitet werden können. Deshalb hat die PTB ein Verfahren entwickelt, mit dem erstmalig wellenförmige Strukturen an Flankenflächen evolventischer Zylinderräder modelliert, verkörpert und insbesondere rückführbar gemessen werden können.

Technische Beschreibung

Die rückführbare Erfassung von wellenförmigen Oberflächenstrukturen an evolventischen Zahnradflanken kann am einfachsten durch geeignete Prüfkörper sichergestellt werden. Allerdings zeigen jüngste Untersuchungen der PTB, dass die üblicherweise zur Ermittlung der wellenförmigen Formabweichungen an offenen Strukturen angewendete Fourier-Analyse (FFT) nur eingeschränkt anwendbar ist.

Für die exakte spektrale Analyse mittels FFT sollte das Verhältnis von Messlänge zur größten vorliegenden Wellenlänge vergleichsweise groß sein (> 20) – eine Anforderung, die sich messtechnisch nicht immer realisieren lässt. Daher wurden sowohl ein Profilwellennormal als auch ein neues Auswerteverfahren entwickelt.

Bei der Herstellung des Normals war zunächst die Modellierung der Oberflächenstruktur wichtig. Sie musste die Übertragungskinetik ineinander greifender Zylinderradpaare berücksichtigen, um daraus die direkten Zusammenhänge zwischen der Oberflächenstruktur einer Evolventenflanke eines treibenden Rades und dem Laufverhalten eines getriebenen Rades herzuleiten.

Anwendung

Als handlicher Prüfkörper eignet es sich für die Annahmeprüfung von Verzahnungsmessgeräten mit entsprechender Auswertung. Gemeinsam mit dem Profilwellennormal bildet es nunmehr die Grundlage für eine zuverlässige und rückführbare Analyse von Getriebeeigenschaften, die durch wellige Oberflächenstrukturen an Zahnradflanken bedingt sind.

Wirtschaftliche Bedeutung

Das Profilwellennormal eignet sich als Referenzkörper für die Optimierung von Getrieben hinsichtlich Kraftschluss, Geräusch- und Reibungsminimierung und ist daher besonders im Bereich von Windkraftanlagen und KFZ-Getrieben interessant.

Entwicklungsstand

Prüfkörper dieser Art sind in der PTB verfügbar. Das Verfahren ist unter DE 10 2005 042 278 A1 zum Patent angemeldet.

Dr. Frank Härtig
Koordinatenmesstechnik
Telefon: +49(531) 592-5300
E-Mail: :
frank.haertig@ptb.de

Technologieangebot

Interferometrischer Taster für Koordinatenmessgeräte

Der in der PTB entwickelte Linsentaster ermöglicht hochgenaue Form, Welligkeits- und Rauheitsmessungen an komplexen Werkstücken durch Integration in ein Koordinatenmessgerät.

Technische Beschreibung

Durch die Integration eines interferometrischen Tastsystems in ein Koordinatenmessgerät können erstmals Form, Welligkeit und Rauheit an komplexen Werkstücken optisch erfasst werden. Gegenüber herkömmlichen Systemen bietet das neue Verfahren erhebliche Vorteile, da es die Flexibilität eines Koordinatenmessgeräts mit der Genauigkeit eines Laserinterferometers kombiniert.

Bedingt durch die hohe Ortsauflösung der Messpunkte werden die Oberflächenstrukturen wesentlich feiner erfasst als bei taktilen Messungen. Die berührungslose Messung vermeidet zudem Einflüsse durch Antastkräfte.

Das Linsentastsystem arbeitet nach dem Prinzip eines modifizierten Michelson-Interferometers. Im Messaufbau führt der Laserstrahl des Laserinterferometers durch die Linse des Linsentasters auf die Prüflingsoberfläche, der Laserstrahl wird dort reflektiert und läuft zurück in das Laserinterferometer (Prinzipskizze). Zur Erfassung mehrerer Punkte dreht sich der Prüfling auf dem Drehtisch. Hierbei kommt es zu exzentrischen Bewegungen des Prüflings gegenüber dem Laserstrahl. Die dabei entstehenden Abstandsänderungen werden durch Nachführen des Koordinatensystems ausgeglichen. Bei diesem Verfahren dient das Koordinatenmessgerät also nicht als Messgerät, sondern als hochgenaue Nachführeinrichtung für die Linse.

Anwendung

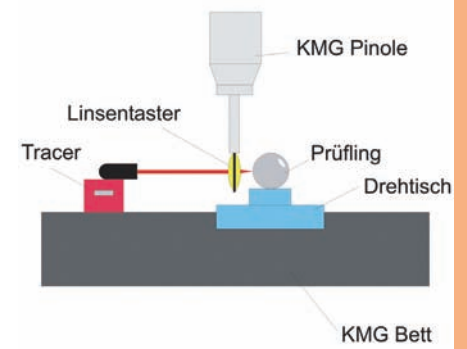
Mit dem vorgestellten Verfahren ist es möglich, Prüflinge von einfachen Regelgeometrien bis hin zu komplexen Strukturen zu messen. Voraussetzung sind spiegelnde Oberflächen der Prüflinge und Prüflingsgeometrien, deren Oberflächennormalen während der Messung stetig zur Strahlachse ausgerichtet werden können.

Wirtschaftliche Bedeutung

Die Erfindung ist als Ergänzung zu vorhandenen Koordinatenmessgeräten zu sehen, wenn extrem kleine optische „Antastpunkte“ benötigt werden und so die laterale Auflösung eines traditionellen Systems gesteigert werden soll.

Entwicklungsstand

Untersuchungen in der PTB bestätigen die Funktionsfähigkeit des vorgestellten Verfahrens. Für das optische Antastsystem ist unter der Nummer DE 10 2006 001 329 B4 das Patent erteilt.



Funktionsprinzip des optischen Antastsystems

Vorteile

- kompatibel mit herkömmlichen Koordinatenmessgeräten
- hohe laterale Auflösung
- auch für Systeme mit hohem Aspektverhältnis geeignet
- für reflektierende Oberflächen

Silke Kraul
Verzahnung und Gewinde
Telefon: +49(531)592-5338
E-Mail:
silke.kraul@ptb.de

Angebot Nr.: 0113



Darstellung eines Prüfkörpers für Rundholzmessanlagen mit dem Prinzip der Vollkonturmessung

Vorteile

- Rundholzvolumen wird genauer bestimmt
- Rundholzmessanlagen können schneller und zuverlässiger justiert werden
- sichere Überprüfung der verwendeten Softwarealgorithmen
- gut auf SI-Einheiten rückführbar

Technologieangebot

Prüfkörper für Rundhölzer

Ein neues Konzept im Bereich der Holzvolumenmessanlagen-Technik führt durch entscheidende Verbesserung der Messgenauigkeit zu einer höheren Wirtschaftlichkeit. Die aktuelle Technologie bei der Rundholz-Vermessung bedient sich der Auswertung von Laser-Vollkonturen an Baumstammsscheiben mit Hilfe von Matrix-Kameras und entsprechender Laser-Triangulation.

Zur Überprüfung von Rundholzvolumenmessanlagen werden bisher mehrere Meter lange Hohlzylinder als Prüfkörper verwendet, jedoch gestatten diese lediglich eine Aussage über die Messgenauigkeit des Holz-Durchmessers. Die PTB-Erfindung hingegen ermöglicht eine detailliertere, praxisnähere Bestimmung, da jede Formabweichung und Volumenänderung im Stamm individuell berücksichtigt wird.

Technische Beschreibung

Mit Hilfe eines aufgefächerten Laserstrahls wird eine Außenkontur um den jeweiligen Baumstamm-Messbereich gelegt und somit dessen Schwerpunkt ermittelt. Durch entsprechende Software ist die neu vorgestellte Methode in der Lage, den Baumstamm „in Scheiben“ zu vermessen und in jedem Messbereich mehrere Durchmesserpaare zu bestimmen. Abschattungen, etwa durch Einbuchtungen im Stamm, werden mit geeigneten Interpolationsverfahren nachgebildet. Somit wird, anders als bei dem derzeit angewandten „angenäherten Zylindervolumen“, das tatsächliche Volumen genauer ermittelt.

Die Kalibrierung des Systems erfolgt über einen Prüfkörper (Bild), dessen Abmaß und Form normalen Baumstämmen nachempfunden ist. Die Kombination von neuem Verfahren und neuem Prüfkörper ermöglicht einen Vergleich vom gemessenen, geometrischen Kennwert mit dem Kalibrierwert.

Anwendung

Laser-Rundholzvolumenmessanlagen müssen regelmäßig dahingehend überprüft werden, ob sie an jeder beliebigen Stammform und -position den Minimaldurchmesser ermitteln können. Die PTB stellt für diese Anwendung ein modernes Kalibrierverfahren mit praxistauglichen Prüfkörpern bereit.

Wirtschaftliche Bedeutung

Rundholzmessanlagen haben allein in Deutschland ein Handelsvolumen von mehreren Millionen Euro. Die Minimierung der Unterschiede von gemessenem und tatsächlichem Volumen ist daher von größtem Interesse.

Entwicklungsstand

Unter DE 10 2008 022 694 wurde für das Verfahren und den Prüfkörper ein Patent angemeldet.

Technologieangebot

Mobiles Koordinatenmessgerät für größte Bauteile

Die Anforderungen an die Fertigungspräzision größter Bauteile wie Getriebe für Windkraftanlagen, Schiffsmotoren und in der Luftfahrt-technik steigen stetig an. Die neue mobile Koordinatenmeseinrichtung der PTB ermöglicht erstmals die Vermessung größter Bauteile, obwohl die Messeinrichtung selbst nur kleine Dimensionen aufweist und sich auf wenige hochpräzise zu fertigende Komponenten beschränkt.

Technische Beschreibung

Unser neues Koordinatenmessgerät (KMG) für größte Bauteile besteht aus zwei Teilkomponenten, die als System zusammenwirken. Dadurch wird es nun möglich, Großwerkstücke vor Ort zu messen. Die beiden Hauptkomponenten sind über eine mechanische Schnittstelle und Steuerungstechnik miteinander verbunden. Eine dieser Komponenten ist ein passiver Messarm ohne eigene Antriebe, der die erforderliche Anzahl kinematischer Freiheitsgrade besitzt und mit spielfreien und hochgenau gefertigten Gelenken bzw. Linearachsen mit rotatorischen und linearen Wegmesssystemen ausgerüstet ist. Dieser Messarm, der zugleich den Messtaster trägt, wird über die Dockstelle an die zweite Komponente, die Bewegungskinematik, angekoppelt.

Diese Trennung von Messarm und Bewegungskinematik ist das Herzstück der Erfindung. Der Messarm kann dadurch auf höchste Genauigkeit ausgelegt werden, indem auf die Präzision verringernde Elemente wie Stellantrieb und Motoren vollständig verzichtet wird.

Anwendung

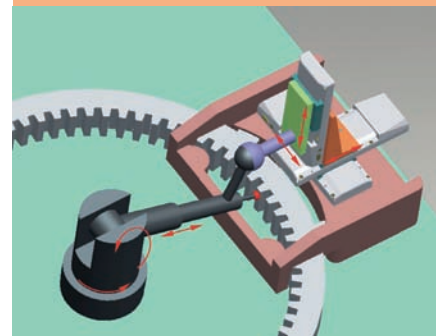
Im Bereich der Windkraftanlagen und anderer Größtbauteile aus den Bereichen Schiff- und Luftfahrt wachsen aufgrund der steigenden Leistungen und verlängerten Wartungsintervalle die Anforderungen an die Präzision der Bauteile stetig. Durch das neue mobile KMG können die für die Messtechnik gestiegenen Erwartungen erfüllt werden.

Wirtschaftliche Bedeutung

Die Erfindung führt zu einer spürbaren Kostenreduktion im Bereich der Fertigung von Zahnrädern und anderen großvolumigen Objekten, da diese Werkstücke unabhängig, aber in der Herstellungsmaschine selbst, vermessen werden können.

Entwicklungsstand

Das mobile KMG der PTB wurde gemeinsam mit der Universität Bremen unter DE 10 2009 037 830 sowie international zum Patent angemeldet.



Schematische Darstellung des mobilen Koordinatenmessgerätes

Vorteile

- größte Bauteile messbar
- hochgenaues mobiles KMG
- kostengünstiges Konzept durch Beschränkung auf wenige hochpräzise Komponenten

Dr. Frank Härtig
 Koordinatenmesstechnik
 Telefon: +49(531) 592-5300
 E-Mail:
 frank.haertig@ptb.de

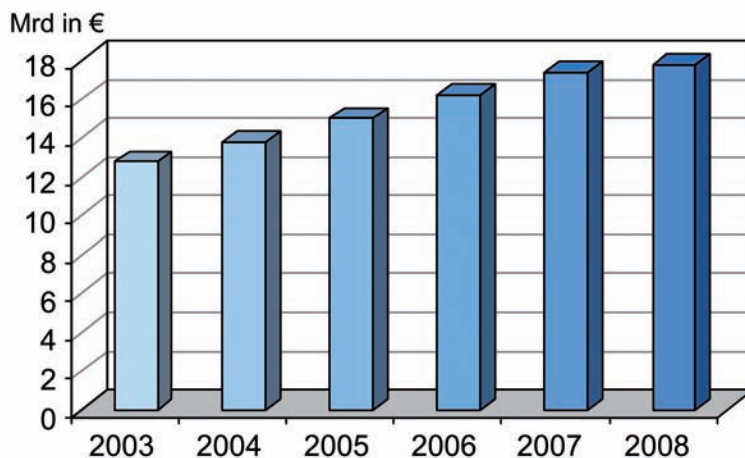
Angebot Nr.: 0218

Marktübersicht Medizintechnik

Die Medizintechnik ist eine Zukunftsbranche, die sich durch innovative Technologien, hohe Wachstumsraten und wesentliche Beiträge für eine bessere medizinische Versorgung der Bevölkerung auszeichnet. Die Medizintechnik gliedert sich hierbei in die vier Bereiche

- Medizinische Physik,
- Medizinische Informatik,
- Biomedizinische Technik und
- Klinik-Ingenieurwesen.

Der Markt für medizintechnische Produkte und Systeme gehört weltweit mit einer Steigerungsrate von sieben Prozent jährlich zu den attraktivsten Wachstumsmärkten. Insbesondere vor dem Hintergrund des demografischen Wandels wird von einem zumindest gleichbleibenden jährlichen Wachstum ausgegangen. Der Umsatz betrug 17,76 Mrd. € im Jahr 2008. Ein hoher Anteil davon wird durch den Export erwirtschaftet (ca. 65 %). Mit einem Anteil von rund 13 % am Weltexport nimmt Deutschland den zweiten Platz hinter den USA ein. Die deutsche Medizintechnik-Industrie investiert etwa 9 % in F&E und zählt damit zu den Spitzentechnologien, die durch eine F&E-Quote von über 8,5 % definiert sind.



Branchenumsatz der Medizintechnik in Betrieben mit einer Betriebsstärke von min. 20 Mitarbeitern

Quelle: Branchenbericht 2009 „Die optische, medizinische und mechatronische Industrie in Deutschland“

Fakten zum Marktsegment Medizintechnik

Einleitung

- Das Marktvolumen betrug im Jahr 2008 17,76 Mrd. €.
- Jährliche Wachstumsraten von 7 % werden prognostiziert.
- Neben der Computerisierung (z.B. in der Bildgebung) dominiert der Trend zur Miniaturisierung und zur Etablierung von Technologien zur Erfassung von Krankheiten auf molekularer Ebene.
- Die Vielfältigkeit der Einsatzbereiche spiegelt sich in den Technologieangeboten der PTB auf den nachfolgenden Seiten wider.

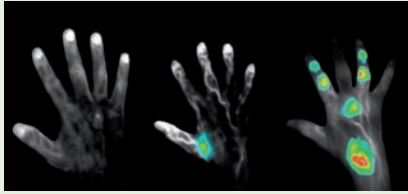


Bild 1:

Fluoreszenzabbildung der Hand eines Probanden (links), eines Patienten mit Osteoarthritis (mitte) und eines Patienten mit rheumatoider Arthritis (rechts). Die remittierten Fluoreszenzintensitäten sind in Graustufen dargestellt. Die erkrankten Gelenke sind durch die zusätzliche Darstellung der hohen Fluoreszenzintensitäten im Falschfarbenkontrast deutlich gemacht.

Vorteile

- großes Potential für Rheumafrüherkennung
- transferiert zu Start-up mit mivenion GmbH
- minimalinvasives Verfahren
- keine ionisierenden oder thermischen Effekte

Erfolgreicher Technologietransfer

Fluoreszenz-Bildgebungsverfahren zum frühzeitigen Nachweis entzündlich rheumatischer Gelenkveränderungen

Im Rahmen eines gemeinsamen Projektes mit der Bayer Schering Pharma AG, dem Institut für Radiologie der Charité Berlin und der Firma Lasertechnik Berlin GmbH (LTB) wurden im Fachbereich „Biomedizinische Optik“ der PTB zwei Bildgebungsverfahren zum Fluoreszenznachweis eines Kontrastmittelbolus in Fingergelenken entwickelt und entsprechende Geräte aufgebaut [1–3].

Hintergrund

Wesentliche Ergebnisse und Erkenntnisse aus diesen Arbeiten wurden gemeinsam 2006 als Patent eingereicht. Im weiteren Projektverlauf wurde zusätzlich eine Pilotstudie an fünf Patienten und fünf Probanden durchgeführt und ausgewertet [4] sowie die von der PTB entwickelten Rheuma-Bildgebungssysteme soweit ausgebaut und vorbereitet, dass für diese Geräte die technische Unbedenklichkeit nach dem Medizinproduktegesetz von einer benannten Stelle zertifiziert wurde. Die zuletzt genannten Ergebnisse waren die Voraussetzungen für die Durchführung einer weiterführenden klinischen Studie, die im Rahmen eines Folgevorhabens zusammen mit den Helios Kliniken in Berlin-Buch und Bad Saarow sowie der Firma mivenion GmbH durchgeführt und erfolgreich abgeschlossen wurde [5]. Exemplarisch sind in Bild 1 die bei unterschiedlichen Erkrankungen (rheumatoide Arthritis und Osteoarthritis) im Vergleich zu einem gesunden Probanden auftretenden Verteilungsmuster der Fluoreszenzintensität dargestellt.

Technische Beschreibung

Bei dem verwendeten Kontrastmittel handelt es sich um den Farbstoff Indocyanin Grün (ICG), der für verschiedene Anwendungen am Menschen seit langem zugelassen ist. Zum Einsatz kam einerseits ein Verfahren mit einer großflächigen Anregung der zu untersuchenden Fingergelenke und Hände in Kombination mit einem empfindlichen EMCCD-(Electron Multiplying Charge-Coupled Device) Kamerasystem zum Nachweis der Fluoreszenz (siehe Bild 2), während das andere System punktuell mit einem Laserstrahl die Hand rasterförmig beleuchtet und die dadurch angeregte Fluoreszenzemission ebenfalls punktuell an derselben Stelle mittels einer Avalanche-Photodiode nachweist. Mit beiden Geräten konnten in der Frühphase des Projektes zunächst an Tiermodellen erfolgversprechende Erkenntnisse zum frühen Nachweis der rheumatoiden Arthritis gewonnen werden. Die flächenhafte Anregung gestattet einen empfindlicheren Nachweis der Fluoreszenz aus tieferen Arealen, während das abstrahierende Verfahren eine höhere Ortsauflösung ermöglicht.

Dr. Rainer Macdonald
Biomedizinische Optik
Telefon: +49(30) 3481-7542
E-Mail:
rainer.macdonald@ptb.de

Entwicklungsstand

Zur weiteren Erprobung und Etablierung des Bildgebungsverfahrens sind nunmehr multizentrische Studien unter verschiedenen Bedingungen in Kliniken oder bei Ärzten erforderlich. Dazu sollen mehrere Bildgebungsgeräte identischer oder ähnlicher Art eingesetzt werden. Die Vorbereitung und Koordination dieser Studien sowie insbesondere auch die Bereitstellung der erforderlichen Geräte hat die Firma mivenion GmbH übernommen. Unter Federführung der PTB wurden die o. g. Schutzrechtsanmeldungen sowie technisches Know-How, welches für die Herstellung des kameragestützten Bildgebungsverfahrens benötigt wird, an mivenion in Form einer Lizenz transferiert. Dadurch wurde der Firmenpartner in die Lage versetzt, mehrere Geräte zu fertigen und an verschiedene Kliniken und einige niedergelassene Ärzte zu übergeben. Damit können erstmals bundesweit Erfahrungen mit dem neuen Bildgebungsverfahren gesammelt und zusammengeführt werden. Auch die gesetzlichen Krankenkassen haben schon Interesse gezeigt. Es könnte eine Hoffnung für Millionen Rheumakranke sein – und ist zudem ein Beispiel für den erfolgreichen Technologietransfer von Forschungsergebnissen der PTB.

Literatur

- [1] Fischer, T.; Gemeinhardt, I.; Wagner, S.; Stieglitz, D. V.; Schnorr, J.; Hermann, K. G.; Ebert, B.; Petzelt, D.; Macdonald, R.; Licha, K.; Schirner, M.; Krenn, V.; Kamradt, T.; Taupitz, M.: Assessment of unspecific near-infrared dyes in laser-induced fluorescence imaging of experimental arthritis. *Acad Radiol* 13 (2006), (1), 4–13.
- [2] Vollmer, S.; Vater, A.; Licha, K.; Gemeinhardt, I.; Gemeinhardt, O.; Voigt, J.; Ebert, B.; Schnorr, J.; Taupitz, M.; Macdonald, R.; Schirner, M.: Extra domain B fibronectin as a target for near-infrared fluorescence imaging of rheumatoid arthritis affected joints in vivo. *Mol Imaging* 8 (2009), (6), 330–340.
- [3] Berger, J.; Voigt, J.; Seifert, F.; Ebert, B.; Macdonald, R.; Gemeinhardt, I.; Gemeinhardt, O.; Schnorr, J.; Taupitz, M.; Vater, A.; Vollmer, S.; Licha K.; Schirner, M.: In: Novel optical instrumentation for biomedical applications III, ed. Depeursing CD, Proc. SPIE 6631:66310U3–66310U6, (2007)
- [4] Fischer, T.; Ebert, B.; Voigt, J.; Macdonald, R.; Thomas, A.; Hamm, B.; Hermann, K.-G.: (2010) Detection of rheumatoid arthritis using non-specific contrast enhanced fluorescence imaging. *Acad Radiol.* 17 (2010), 375–381
- [5] Ebert, B.; Dziekan, Th.; Weissbach, C.; Mahler, M.; Schirner, M.; Berliner, B.; Bauer, D.; Voigt, J.; Berliner, M.; Bahner, M. L.; Macdonald, R.: Detection of rheumatoid arthritis in humans by fluorescence imaging Proc. SPIE 7555: DOI: 10.1117/12.840913, (2010)

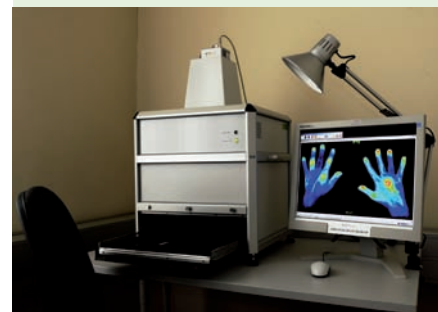


Bild 2:

Rheumabildgebungssystem (IMG 2) der PTB, bestehend aus dem eingehausten Bildaufnahmebereich einer hochempfindlichen Fluoreszenz-Kamera, Hochleistungs-Leuchtdioden für die Anregung der Fluoreszenz und der als Schublade ausgeführten Handauflage. Die Patienten können gemeinsam mit dem Arzt die Untersuchung auf dem Bildschirm verfolgen.



Mögliche Anwendung des Schlaganfallmonitors am Krankenbett: Laserpulse und empfangene Lichtsignale werden durch die Haube dem Patienten zugeführt und an einem mobilen Gerät ausgewertet.

Vorteile

- direkte Beobachtung am Krankenbett
- minimalinvasives Verfahren
- Verzicht auf radioaktive Präparate
- keine ionisierenden oder thermischen Effekte

Technologieangebot

Laser-Monitoring der Gehirndurchblutung

Zur optimierten Therapie benötigen Schlaganfallpatienten in den ersten Tagen nach dem Schlaganfall eine permanente Überwachung. Ein patentiertes Verfahren ermöglicht durch die Beobachtung des zeitlichen Verlaufs der Fluoreszenz eines Farbstoffes eine quasi-kontinuierliche Überwachung der Hindurchblutung am Krankenbett. Das Verfahren kann aufgrund der Verfügbarkeit direkt am Krankenbett rund um die Uhr herkömmliche bildgebende Verfahren, wie die Magnet-Resonanz-Tomografie (MRT) ideal ergänzen.

Technische Beschreibung

Für die Überwachung der Hirndurchblutung werden neue Mess- und Bildgebungsverfahren benötigt, die sich im Klinikalltag am Krankenbett einsetzen lassen. Magnetresonanz- (MRT) oder Positronen-Emissions-Tomographie (PET) sind für eine permanente Überwachung aus Kostengründen ungeeignet. Mit der hier vorgestellten Technologie können durch Injektion eines Farbstoffs und anschließende Nah-Infrarotspektroskopie Perfusionsstörungen im Kortex dargestellt werden. Durch die Einstrahlung von Laserlicht auf die Kopfhaut wird hierzu die Fluoreszenz eines intravenös verabreichten Farbstoffes bis zu mehreren Zentimetern Tiefe im Gewebe angeregt und die remittierten Fluoreszenzphotonen mit Hilfe einer Detektoranordnung werden nachgewiesen. Dabei werden Laserpulse von ca. 100 ps-Dauer in das Gewebe eingestrahlt und in wenigen Zentimetern Abstand vom Einstrahlort das austretende Fluoreszenzlicht zeitaufgelöst gemessen. Mit diesem Verfahren kann der Bolusverlauf selektiv im Kortex, ohne störenden Einfluss von darüber liegenden Gewebeschichten, erfasst werden.

Anwendung

Die erste Adaption des Verfahrens wurde messtechnisch auf die Anwendung im Schlaganfallmonitoring angepasst. Das Verfahren lässt sich aber auf Grund der Eindringtiefe möglicherweise auch für weitere Anwendungen einsetzen.

Wirtschaftliche Bedeutung

Das Verfahren eröffnet die Möglichkeit, zusätzliche diagnostische Informationen, insbesondere innerhalb der ersten 72 Stunden nach einem Schlaganfall, zu gewinnen. Die Verbesserung von Diagnostik und Therapie zur Bekämpfung der Folgen von Schlaganfällen ist eine der Prioritäten bei der Verbesserung der Gesundheitsversorgung, die sich beispielsweise im flächendeckenden Ausbau von „Stroke-Units“ in Krankenhäusern widerspiegelt.

Entwicklungsstand

Dem Verfahren wurde unter DE 10 2004 015 682 B4 ein Patent erteilt. Darüber hinaus wurde ein Patent unter der Nummer US 2007 0255 134 A1 angemeldet. Über dieses Patent hinaus sind weitere optische Diagnoseverfahren in der Erprobung.

Technologieangebot

Fluoreszenzbildgebung zur Brustkrebsfrüherkennung

Gegenwärtig wird weltweit an optischer Diagnostik als einer möglichen Alternative zum traditionellen Screening mittels ionisierender Röntgenstrahlung geforscht. Zur Erhöhung der Sensitivität und Spezifität eines optischen Nachweises in der Brustkrebsdiagnostik wurde in der PTB ein neuartiges Verfahren entwickelt, das sowohl die Detektion als auch die genauere Befundung von Brustkrebs ermöglicht. Mediziner erhalten somit eine höhere Sicherheit bei der Unterscheidung zwischen gutartigen und bösartigen Tumoren.

Technische Beschreibung

Zur optischen Bestimmung eines Brusttumors wird das Gewebe, in welches ein spezifischer Farbstoff eingebracht wurde, mit kurzen Nahinfrarot-Laserimpulsen durchleuchtet. Durch die Lichtstreuung im Gewebe kommt es zu einer entsprechenden Impulsverbreiterung. Treffen Laserphotonen im Gewebe auf Farbstoffmoleküle, wird Fluoreszenzstrahlung emittiert. Durch die kombinierte Analyse der für die Laser- und Fluoreszenzphotonen jeweils gemessenen Impulsformen lassen sich Fluoreszenzmammogramme erzeugen, die die Verteilung des Farbstoffs im Gewebe zeigen.

Befindet sich der Farbstoff bei der Messung nicht nur im malignen Tumor, sondern auch im gesunden Gewebe, ist der Tumorkontrast in der Abbildung entsprechend gering. In der neuartigen PTB-Entwicklung wird eine wesentliche Kontrastverbesserung dadurch erzeugt, dass die Fluoreszenzmessung erst dann erfolgt, wenn sich der Farbstoff bereits im Blut ausgewaschen hat, jedoch im erkrankten Gewebe weiterhin angereichert vorhanden ist. Das Verfahren besticht durch maximalen Kontrast zwischen Blutgefäßen, anderen physiologischen Strukturen und dem Krebsgeschwür.

Anwendung

Das vorgeschlagene Verfahren lässt sich einerseits zur Detektion von Brustkrebs, andererseits auch zur Klärung unklarer Befunde anderer Modalitäten der Brustkrebsfrüherkennung einsetzen. Vorteilhaft ist auch, dass das PTB-Verfahren ohne ionisierende Strahlung auskommt.

Wirtschaftliche Bedeutung

Brustkrebs ist die häufigste Krebserkrankung bei Frauen. Etwa 10 % aller Frauen sind während ihres Lebens davon betroffen. Für eine erfolgreiche Behandlung ist eine frühzeitige Erkennung der Erkrankung notwendig. Die optische Diagnostik gilt auf Grund der nicht zu erwartenden Gewebeschädigung alternativ zu Röntgendiagnostik oder Szintigrafie bei der Brustkrebsfrüherkennung als besonders zukunftssträftig.

Entwicklungsstand

Das Verfahren wurde im Klinikum Charité von der PTB zusammen mit klinischen Partnern getestet und unter DE 10 2009 006 025 zum Patent angemeldet.



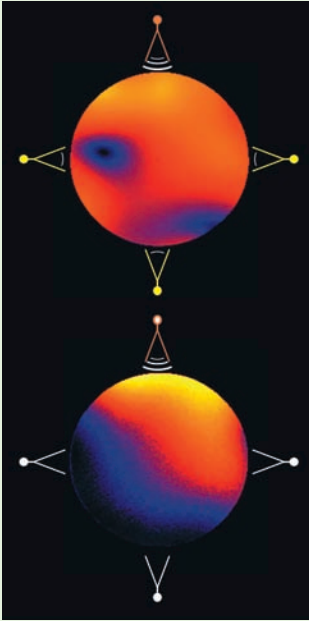
Fluoreszenzmammograph mit Kompressionsseinheit

Vorteile

- hohe Spezifität und Sensitivität
- keine ionisierenden oder thermischen Effekte
- minimalinvasives Verfahren
- geringe Investitionskosten
- bei diversen Krankheitsbildern einsetzbar

Dirk Grosenick
Biomedizinische Optik
Telefon: +49(30) 3481-7302
E-Mail:
dirk.grosenick@ptb.de

Angebot Nr.: 0228



SMRT-Schnittbild durch ein Wasser-Zylinder-Phantom (D=20cm).

Oben: MRT Bild mit einer Antenne aktiv (rot). Die nicht aktiven Antennen führen zu starken Inhomogenitäten durch Selbstinduktionseffekte (gelb).

Unten: Die aktive Antenne (rot) führt zu homogener Feldverteilung aufgrund der erfindungsgemäßen Stromsteuerung der nicht aktivierten Spulen.

Vorteile

- für Ultra-Hochfeld-MRT
- Übersprechen von Spulenelementen wird verhindert
- Verbesserungen bei Signal-Rausch-Verhältnis und Spezifischer Absorptionsrate (SAR)

Technologieangebot

Cross-Talk-Unterdrückung bei Hochfeld-MR

Ein wichtiger Entwicklungsschritt moderner Magnet-Resonanz-Tomografie (MRT), die eine einzigartige medizinische Bildgebung ohne ionisierende Strahlen erlaubt, ist der Übergang zu höheren Magnetfeldern bis hin zu 7 Tesla. Verbesserte Bildauflösung, kürzere Messzeiten und eine optimierte Diagnostik ist das Ziel.

Die PTB-Erfindung gestattet nun, sowohl im Sende- als auch im Empfangsmodus die verwendeten Einzelelemente des verwendeten mehrkanaligen Spulensystems ohne störende Interferenzen sauber und bei einem hohen Signal-Rauschverhältnis zu entkoppeln. Dies ist ein wichtiger praktischer Schritt zur Optimierung der sich in der Entwicklung befindlichen Hochfeld-MRT-Systeme.

Technische Beschreibung

Diese Entkopplung ist sowohl im Sende-, als auch im Empfangsbetrieb notwendig, um eine höhere Empfindlichkeit bei gleichzeitig verringerter elektromagnetischer Belastung des Patienten zu erzielen. Derzeit ist eine Entkopplung in beiden Betriebsmodi nur schwer möglich; sie führt zu Folgeproblemen, wie einem verschlechterten Signal-Rauschverhältnis.

Die Erfindung beruht nun darauf, in beiden Betriebsmodi einen stromgesteuerten Betrieb jedes einzelnen Spulenelements zu realisieren, wobei die Umschaltung zwischen dem Sende- und Empfangsvorgang durch eine elektronische Tastung erfolgt. Im Gegensatz zu konventionellen Hochfrequenz-Umschaltern, die in 50-Ohm-Technik realisiert werden, garantiert die erfindungsgemäße Umschalt-Anordnung die Aufrechterhaltung des stromgesteuerten Betriebs unabhängig von der momentanen Spulenimpedanz. Dadurch wird, selbst bei einer großen Anzahl ($\gg 10$) von Sende-/Empfangs-Kanälen eine Unabhängigkeit bei der Ansteuerung der einzelnen Spulenelemente erreicht (Entkopplung), eine wichtige Voraussetzung für die Anwendbarkeit mehrkanaliger MR-Techniken.

Anwendung

Das Verfahren stellt zunächst eine Verbesserung bisheriger MR-Tomografen dar. Durch das in der Anordnung steckende technische Potential sind aber auch qualitativ neuartige Anwendungen, wie z. B. implantierbare MR-Spulen, denkbar.

Wirtschaftliche Bedeutung

Die Erfindung löst eine relevante Problemstellung im Markt der bildgebenden medizinischen Diagnostik im Bereich MRT.

Entwicklungsstand

Sende- und Empfangssysteme sind in PTB-MRT-Systemen im Einsatz. Unter DE 10 2007 023 542 B4 wurde das Patent erteilt. Darüber hinaus ist eine US-Patentanmeldung anhängig.

Technologieangebot

Stabile Bilder aus dem dynamischen Körperinnern

Ein Problem gegenwärtiger Magnet-Resonanz-Tomografie (MRT) stellt die Darstellung dynamischer Vorgänge im Patienten dar. Die Herzbewegung, das Atmen bzw. auch eine unzureichende Ruhestellung des Patienten können die Bildqualität deutlich herabsetzen.

Mittels des Einsatzes eines Ultra-Breitband-Radars im MRT-System ist es nun möglich, eine Bewegungskorrektur vorzunehmen und damit zu einer erheblichen Verbesserung der Aufnahmequalität zu gelangen. Bewegungsartefakte können fast vollständig eliminiert werden.

Technische Beschreibung

Durch simultane Einstrahlung einer sogenannten Ultrabreitband-Radar-Quelle (UWB-Radar) kann die Bewegung bestimmter Landmarken von inneren Organen während einer MR-Untersuchung mittels Reflektion der Radar-Strahlung und zeitaufgelöster Detektion (time-of-flight) bestimmt werden. Mit Hilfe dieser dynamischen Positionsdaten erfolgt eine Bewegungskorrektur der MR-Aufnahmen. Aufgrund des hohen Signal-/Rausch-Verhältnisses gelingt der Nachweis von Bewegungsamplituden von weniger als 1 mm und damit eine deutliche Steigerung der Ortsauflösung des MRT bei sich bewegenden Organen.

Ein erhebliches technisches Potential liegt darüber hinaus in der Möglichkeit, künftig auch nichtperiodische dynamische Vorgänge im Körperinneren darstellen zu können.

In Kooperation mit der TU Ilmenau hat die PTB ein Antennensystem entwickelt, welches den Einsatz der UWB-Technik in der Ultra-Hochfeld MRT gestattet. Durch die gegenwärtig in der Entwicklung befindlichen Ultra-Hochfeld-MRT-Systeme können kürzere Messzeiten und eine verbesserte Ortsauflösung erreicht werden.

Anwendung

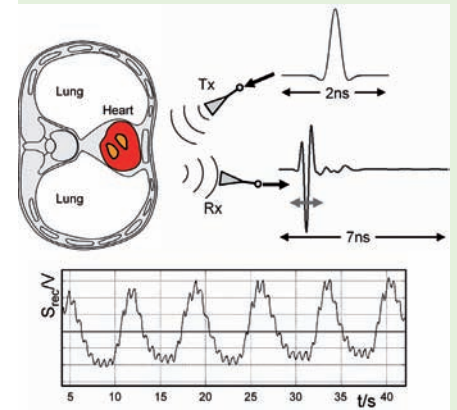
Das Verfahren stellt zunächst eine Verbesserung der bisherigen MR-Tomografie dar, eröffnet jedoch ebenfalls das Feld der dynamischen MR-Bildgebung.

Wirtschaftliche Bedeutung

Die Erfindungen lösen eine relevante Problemstellung im Markt der bildgebenden medizinischen Diagnostik und eröffnen neue Anwendungsfelder im Bereich der dynamischen Hochfeld-MRT.

Entwicklungsstand

Die Technologie ist in der PTB ausführlichen Tests unterzogen worden. Für die Antennensysteme ist unter DE 10 2008 047 054 B3 das Patent erteilt. Die UWB-Technik befindet sich unter D 10 2008 019 862 im Erteilungsverfahren.



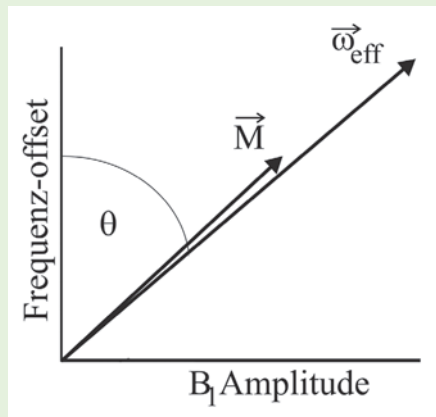
Messverfahren zur Reduktion von Bewegungsartefakten

Vorteile

- verbesserte MRT-Ortsauflösung
- Eliminierung von Bewegungsartefakten
- dynamische MRT möglich
- für Ultra-Hochfeld-MRT geeignet

Dr. Frank Seifert
MR-Messtechnik
Telefon: +49(30) 3481-7377
E-Mail:
frank.seifert@ptb.de

Angebot Nr.: 0187/0219



Adiabatische Anregung der Magnetisierung

Vorteile

- zur exakten Vorausplanung von MRT-Pulsfolgen
- hohe Frequenzselektivität bei der Anregung (Scheibenselektion)
- für Hochfeld MRT besonders geeignet
- Reduktion der Pulsleistung durch Optimierung

Technologieangebot

Pulsoptimierung bei der Magnetresonanztomographie

Die Magnetresonanztomografie (MRT) ist mittlerweile ein zwar kostenträchtiges, aber routinemäßig eingesetztes bildgebendes Verfahren in der medizinischen Diagnostik geworden. Ein PTB-Patent ermöglicht nun eine vereinfachte Vorausberechnung der besten Pulsfolgen, ohne dass ausgedehnte und zeitintensive Testreihen für Pulsfolgen erfolgen müssen. Dies ist zur Kontrastverbesserung oder der Darstellung bestimmter chemischer Agenzien wünschenswert.

Technische Beschreibung

Üblicherweise wird die sogenannte adiabatische Näherung für die Berechnung der Pulswirkung benutzt. Diese adiabatische Näherung entspricht einer Vereinfachung in der Beschreibung der Dynamik des Systems, indem eine durch die zeitlich veränderliche Trägerfrequenz und Amplitude verursachte Kopplung zwischen einem Strahlungsfeld und dem biologischen System vernachlässigt wird. Die Dynamik ist dann näherungsweise stationär. Diese Bedingung kann jedoch insbesondere bei schnellen Relaxationsprozessen nicht benutzt werden.

Das PTB-Verfahren beruht auf einer exakten Beschreibung der Systemdynamik unter frequenz- und amplitudenmodulierter Einstrahlung, so dass keine Näherungsbetrachtung im Sinne der adiabatischen Näherung erforderlich ist. Die erhaltenen Pulsformen können sogar die konventionelle adiabatische Näherung verletzen, sind aber durch das zugrundegelegte Verfahren anwendbar. Somit können adiabatische Transfervorgänge in kürzerer Zeit als herkömmlich möglich erreicht werden. Die gewonnenen Pulse können damit auch für relativ schnell relaxierende Systeme angewendet werden.

Anwendung

Adiabatische Impulse finden zunehmend Anwendung in der hochauflösenden In-vitro-MRT, da mit höheren Feldern die Anforderungen an Selektivität und Feldhomogenität steigen. Die Strukturbestimmung von Biomolekülen in wässriger Lösung ist im Bereich der Grundlagenforschung möglich.

Wirtschaftliche Bedeutung

Eine deutliche Zeiteinsparung bei der Planung komplexer Pulsfolgen in der MRT wird durch das Verfahren möglich.

Entwicklungsstand

Das Verfahren ist für verschiedene Agenzien getestet. 2009 wurde unter DE 101 126 25 B4 das Patent erteilt.

Technologieangebot

Protonen- und Ionentherapie wird effektiver

Der klinische Einsatz von Protonen- und Ionenstrahltherapieanlagen nimmt gegenwärtig stark zu. Aufgrund der definierten Eindringtiefe dieser Atomkerne gelingt es, die Strahlentherapie für schwer operable oder operativ unzugängliche Tumore, etwa im Gehirn, zu verbessern.

Diese Systeme erfordern eine submillimetergenaue Strahlführung. Da hier ein Patient über viele Minuten behandelt wird, müssen natürliche Organbewegungen am Ort der Exposition – wie z. B. die Atmung – erfasst und der haarfeine Strahl entsprechend nachgeführt werden. Dies ermöglicht nun eine PTB-Erfindung mittels des Einsatzes eines Ultra-Breitband-Radars (UWB-Radar).

Technische Beschreibung

Eine lokalisiertere und zugleich effektivere Tumorbekämpfung ist mittels Schwerionenstrahlung möglich, da diese am vordefinierten Ort zu einer sehr hohen, für die Therapie erwünschten Strahlenbelastung führt. Bewegungen der inneren Organe des Patienten könnten jedoch auch gesundes Gewebe der harten Strahlung aussetzen und die mit großem Aufwand erzeugte Lokalisierung der Strahlung zunichte machen. Das Problem wird gegenwärtig dadurch gelöst, dass bei einem Atemzug des Patienten mittels ausreichend schnell wirkender selektierender Elemente die Eindringtiefe und die laterale Verschiebung des Partikelstrahls eingestellt werden kann.

Für eine Anwendung in vivo ist jedoch ein hinreichend genaues Kontrollsystem im Submillimeter-Bereich wünschenswert. Deshalb entwickelt die PTB als Kontrollsystem ein Ultrawideband (UWB-Radar), gekoppelt mit einer geeigneten Regelungssoftware, so dass der Partikelstrahl das anvisierte Raumelement im Organ, auch „voxel“ genannt, immer genau erreicht. Es wurde erfolgreich nachgewiesen, dass das UWB-System die relevanten Bewegungen (Atmung und Herzschlag) mit ausreichender Wiederholrate (40 Hz) nachweisen kann.

Anwendung

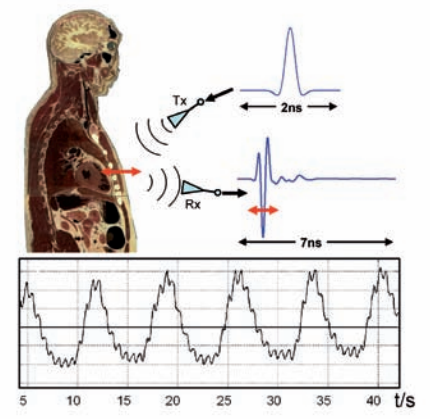
Das Verfahren stellt eine Verbesserung für moderne Protonen- und Schwerionentherapieanlagen dar. Es ermöglicht eine schonendere und effektivere Patientenbehandlung.

Wirtschaftliche Bedeutung

Aufgrund der extrem hohen Kosten dieser Anlagen ist die Optimierung der Behandlungsmethode von volkswirtschaftlichem Interesse für die Krebsbekämpfung.

Entwicklungsstand

Die Technologie ist in der PTB ausführlichen Tests unterzogen worden. Ein deutsches Patent ist seit 2010 angemeldet.



Monitoring von Organbewegungen mit UWB-Signalen (hier Atem- und Herz- bewegung).

Vorteile

- Online-Kontrolle von Ionen- therapieanlagen
- dynamische Strahlagekor- rektur
- verbesserte Tumorthherapie
- schonend für nicht betroffene Organe

Dr. Florian Thiel
Metrologische Informationstechnik
Telefon: +49(30) 3481-7529
E-Mail:
florian.thiel@ptb.de