

Optische Technologie

AM BEISPIEL BERLIN-ADLERSHOF

FINANCIAL TIMES
DEUTSCHLAND

SONDERBEILAGE

MITTWOCH, 21. NOVEMBER 2007

Sinnvolle Vernetzung ist ausgereizt

Berliner Forscher haben das Netzwerk Optec BB untersucht

VON MARCUS FRANKEN

Ricarda Kafka ist nicht unbedingt ein Fan von Netzwerkveranstaltungen. „Im Grunde hat man dafür wenig Zeit“, sagt die Geschäftsführerin der Fisba Optik in Berlin-Adlershof. Ihre Firma programmiert mit einer Handvoll Mitarbeitern die Software für die optischen Messgeräte der Muttergesellschaft in der Schweiz. Die inhaltlichen Überschneidungen mit den Unternehmen auf dem Campus im Südosten Berlins sind gering. Dennoch entrichtet Kafka jedes Jahr die 250 € Mitgliedsbeitrag an das Netzwerk Optec BB. Seit sieben Jahren bringt es Firmen der Photonikbranche aus Berlin und Brandenburg zusammen.

Netzwerke aller Art waren besonders nach dem Internethype um die Jahrtausendwende schwer angesagt. Vorbild sind die Hightechfirmen, die um die Forschungsstätten in Tucson im US-Staat Arizona entstanden waren – sozusagen der Mutter aller Netzwerke. „Es hat sich gezeigt, dass sich allein aus der räumlichen Nähe der Forscher und Firmen zusätzliches Wachstum ergeben kann“, sagt Bernd Weidner, der Geschäftsführer von Optec BB in Berlin.

Um dem Prozess eine Infrastruktur zu geben, initiierten Bundesbehörden wie das Forschungsministerium regionale und branchenbezogene Geflechte. Darunter auch das Optecnet Deutschland mit Teilnetzen unter anderem in Aachen, Jena und eben Berlin. Ausgerüstet mit einer 50-prozentigen Bundeshilfe sollten die Netzwerke sich nach einigen Jahren selbst tragen.

Doch dem Hype folgte Ernüchterung. Für Unternehmer ist das Tagesgeschäft wichtiger als die Kontaktabbauung. Die regionalen Netze des Optecnet sind bis heute auf Bundes- und Landesmittel angewiesen, finanzieren sich inzwischen aber auch über Mitgliedsbeiträge, in Berlin zu einem guten Drittel. Bernd Weidner kofinanziert damit drei Mitarbeiter und ein Jahresbudget von 400 000 €.

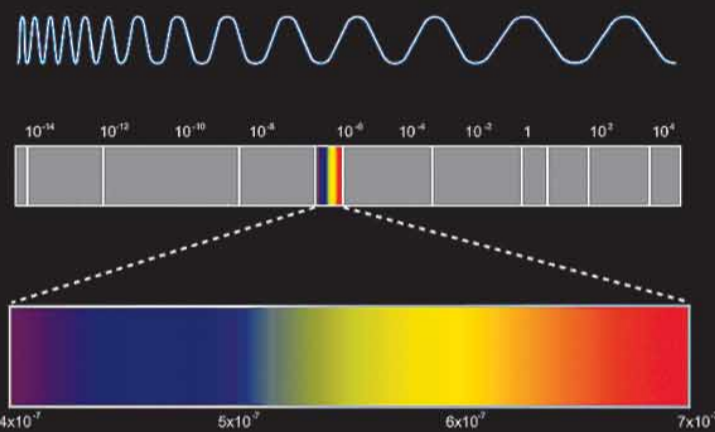
Kommerziell noch nicht so stark

„Die Geschäftsstelle des Netzwerks ist sehr rührig“, sagt Ricarda Kafka. Einmal im Jahr gibt es einen Workshop, der dem persönlichen Kennenlernen wie der Entwicklung gemeinsamer Projekte dient. Außerdem gibt Optec BB einen Newsletter mit branchenrelevanten Informationen heraus. Das spart Kafka die Mühe, dies selber zusammenzulesen. Besonders hebt sie die vierteljährlichen Veranstaltungen hervor, bei der Netzwerkmitglieder in ihre Firma einladen und zeigen, was sie machen. „Wenn man die Firmen in der Gegend kennt und man braucht Partner, um sich für einen Auftrag zu bewerben, dann sind das natürlich die ersten Ansprechpartner.“

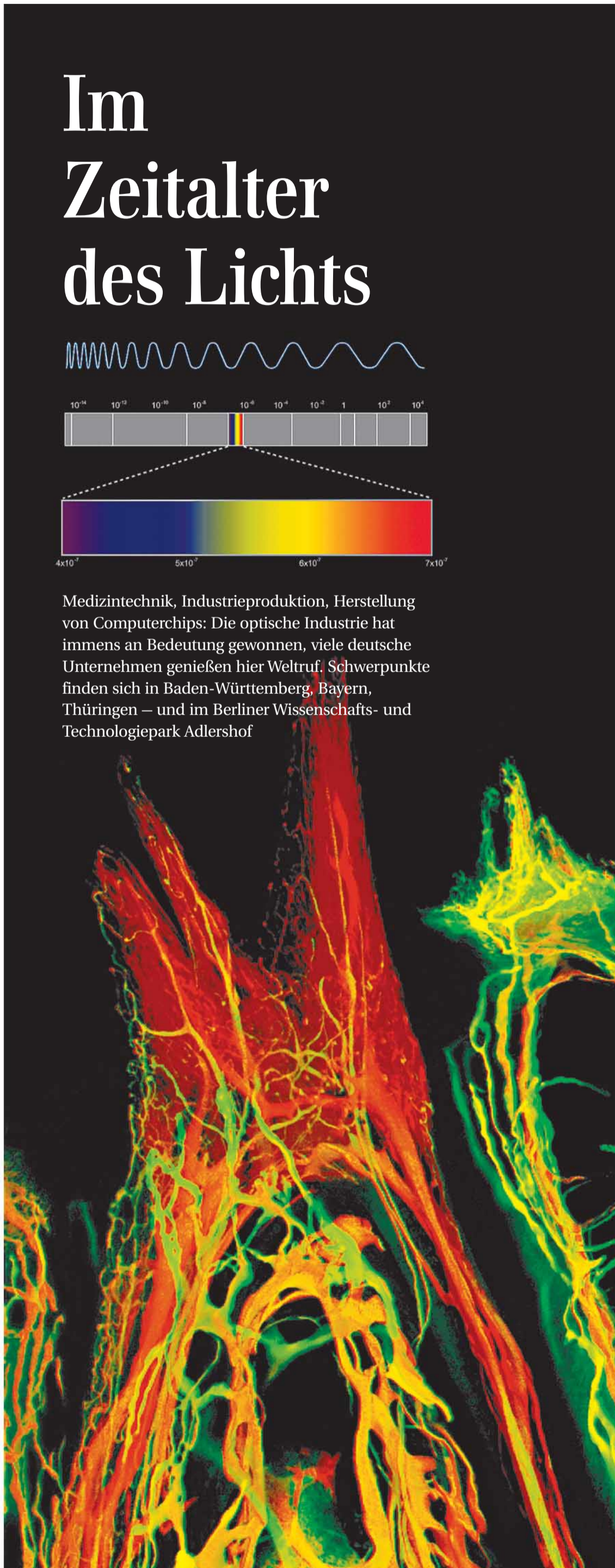
Das Optec-BB-Netz ist eines der wenigen Netzwerke, deren Wachstum von Anfang an wissenschaftlich begleitet wurde. „Seit die Geschäftsstelle die Arbeit im Jahr 2000 aufgenommen hat, ist das Beziehungsgeflecht unter den Forschern und Firmen enger geworden“, sagt Jörg Sydow, Professor am Institut für Management der Freien Universität Berlin. Die Dichte – das sind die tatsächlich realisierten Beziehungen unter den theoretisch möglichen – ist von 21,47 Prozent im Jahr 2000 auf 28,77 Prozent im Jahr 2003 gestiegen und verharrt seitdem auf diesem Niveau.

Das bedeutet, dass die Leute, die sich sinnvoll kennenlernen sollten, jetzt kennen. Die Mitarbeiter nutzten die persönliche Bekanntschaft bisher vor allem, um gemeinsame Forschungsprojekte zu beginnen. „Die kommerziellen Beziehungen sind noch nicht so stark“, sagt Sydow. Bis aus der Zusammenarbeit gemeinsame Produkte und Dienstleistungen werden, dauert es seine Zeit.

Im Zeitalter des Lichts



Medizintechnik, Industrieproduktion, Herstellung von Computerchips: Die optische Industrie hat immens an Bedeutung gewonnen, viele deutsche Unternehmen genießen hier Weltruf. Schwerpunkte finden sich in Baden-Württemberg, Bayern, Thüringen – und im Berliner Wissenschafts- und Technologiepark Adlershof



INHALT

Biophotonik Spezialisten untersuchen den Zusammenhang von Licht und Leben. Seite 2	Laserdioden Kleine Laser sind immer zahlreicher im Einsatz. Seite 2	Chipproduktion Die Winzlinge brauchen feines Licht. Seite 3
Bildgebung Die molekulare Bildgebung soll bei Diagnose und Behandlung von Krankheiten wie Krebs und Alzheimer helfen. Seite 2	Femtonik Kurze Laserblitze schneiden, ohne zu schmelzen. Seite 3	Nachwuchs Es gibt immer mehr neue Ausbildungswege. Seite 4
Messen Mehrere Branchentreffs haben sich fest etabliert. Seite 3	Messtechnik Die Geräte messen bis auf den Nanometer genau. Seite 4	

VON HUBERT BEYERLE

Licht ist dabei, Wirtschaft und Alltag zu revolutionieren: „Die Ära des Photons, des kleinsten Lichtteils, löst das Stromzeitalter des Elektrons ab“, sagt Thomas Elsässer, Direktor des Max-Born-Instituts für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie (MBI). Und Deutschland ist ganz vorn dabei. Mittlerweile arbeiten in dieser Branche rund 100 000 Menschen. Laut einer aktuellen Studie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) dürfte sie in den kommenden zehn Jahren um 8,5 Prozent jährlich wachsen.

Optische Geräte dienen zum Messen und Analysieren, zur Übertragung und Speicherung von Daten und zur Erkennung und Bearbeitung von Oberflächen. Optische Verfahren werden verwendet in der Elektrotechnik, der Halbleiter- und Solarzellenproduktion und der Medizintechnik. Leuchtdioden (LEDs) erzeugen Licht um ein Vielfaches effizienter als die Glühbirne. Die wichtigste Erfindung der Branche ist fast 50 Jahre alt: der Laser. Mit ihm lässt sich einerseits Stahl präzise schneiden, andererseits ist er fein genug dosierbar, um Augenlinsen zu operieren, Nervenzellen anzuregen oder menschliches Gewebe zu untersuchen, ohne Spuren zu hinterlassen.

Berlin war mit Osram, Siemens und AEG schon zu Beginn des vergangenen Jahrhunderts die Stadt des Lichts. Im Jahr 1883 hatte AEG hier mit der Massenproduktion der Glühbirne begonnen. Auch heute sind wichtige Firmen der Branche hier zu Hause. Die „Amöben“ nennt man in Adlershof im Südosten Berlins die beiden Gebäude des Zentrums für Photonik und Optische Technologien. Das liegt an ihrer wellenförmigen Glasfassade, eingefärbt in den Spektralfarben des Sonnenlichts.

Hier hat die junge Firma Lumics ihre Büros. In ihren Reinraumlaboren stellt sie Laserdioden her: Die Winzlinge, klein wie ein Stecknadelkopf, machen aus elektrischem Strom homogenes Laserlicht. „Laserdioden sind die effizienteste Lichtquelle überhaupt“, sagt Karl Eberl, einer der drei Chefs von Lumics. Seine Spezialität sind Dioden mit besonders hoher Leistungsdichte, wie sie für Verstärker der Lichtimpulse in Glasfaserkabeln, aber auch für die Materialbearbeitung und andere industrielle Anwendungen benötigt werden. Lumics produziert mit die leistungsstärksten Laserdioden in dieser Größe weltweit, meist für den Export nach Asien.

Möglicherweise steht die Glasfasertechnik auch in Europa vor einem Aufschwung. Die Technologiestiftung Berlin will mit ihrem Projekt „Berlin Access“ die Vision „Fiber to the Home“ voranbringen, also die Umstellung von Kupfer auf Glasfaser auch auf den letzten Metern zum Verbraucher. „Wir schieben Projekte an und fördern den Technologietransfer von Wissenschaft zu den Unternehmen“, erläutert Eberhard Stens seine Aufgabe bei der Stiftung.

Um Adlershofer Institute wie das MBI, das Ferdinand-Braun-Institut für Höchstfrequenztechnik (FBH) oder den Elektronen-Speicherring Bessy herum siedelten sich jüngst viele Firmen an, etwa Jenoptic, Eagleyard und Tesag. „Wir sind zu einem Zentrum der Optik, der Photonik und der Mikrosysteme mit über 100 schnell wachsenden Firmen und zahlreichen Forschungsinstituten geworden“, sagt Bernd Ludwig vom Technologiepark Adlershof. Zu den Entwicklungen des MBI gehört ein Laser-Analysegerät zur Identifikation von Hautkrebs, das mit extrem schnellen Laserpulssignalen arbeitet. Schnelle, energiereiche Laserpulse sind es auch, mit denen man bei Lasertechnik Berlin (LTB) Material beschneidet. Beim Auftreffen des Lasers entsteht ein kleiner Blitz, dessen Licht die Zusammensetzung des getroffenen Materials verrät.

In Adlershof ist auch die „Laser Optics Berlin“ entstanden, ursprünglich als regionale Messe. Sie hat sich im Lauf der Jahre zu einem Treffpunkt von Licht- und Laserspezialisten international entwickelt. Im März 2008 findet sie erstmals auf dem Berliner Messegelände statt, weil der Technologiepark aus allen Nähten platzte.

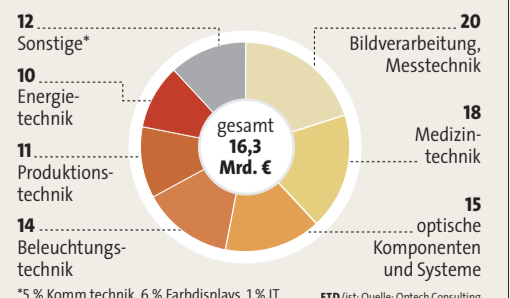
Zu den führenden Optikunternehmen der Welt zählt Carl Zeiss mit seinen 11 250 Mitarbeitern, von denen keiner in Adlershof arbeitet. Wichtigste und am stärksten wachsende Sparte des Konzerns ist die Lithografieoptik. 63 Prozent des Weltmarkts der sogenannten Wafer-Stepper zur Produktion von Mikrochips sind mit Optiktechnik von Carl Zeiss ausgestattet. In der Chipbranche dauert ein Produktlebenszyklus etwa 18 Monate. „Wer der Konkurrenz sechs Monate voraus ist, entscheidet das Geschäft für sich“, sagt Zeiss-Sprecher Marc Cyrus Vogel. Für die sogenannte EUV-Lithografie, die mit extrem kurzwelligem UV-Licht arbeitet, ist ein Zeiss-Team jetzt für den Deutschen Zukunftspreis 2007 nominiert. Gleich zwei von vier Nominierten stammen in diesem Jahr übrigens aus der optischen Branche.

Biomedizinische Forschung: Schnitt durch Kiefer und Zahn einer Maus. Es handelt sich um eine Projektion aus 44 Einzelbildern mit einem Laser-Scanning-Mikroskop. Darüber die Wellenlängenskala des genutzten Lichts

Glänzende Geschäfte mit dem Licht

Förderung Die Initiative „Optische Technologien für das 21. Jahrhundert“ des Bundesforschungsministeriums von 2000 hat neun regionale Kompetenznetze in ganz Deutschland gefördert. Optec BB ist mit 90 Firmen und Instituten das mitgliederreichste. 12 000 Mitarbeiter erwirtschaften hier einen Umsatz von 2 Mrd. €, bei Wachstumsraten von zwölf Prozent.

Umsatzverteilung in der optischen Industrie in Deutschland 2005 in %



Wie Licht Leben retten kann

Die Biophotonik eröffnet viele lukrative Anwendungsfelder

VON DÖRTE SASSE

Seit Jahrtausenden scheint die Sonne, seit Jahrtausenden profitiert der Mensch davon. Vor Jahrtausenden nannten die Griechen das Licht „phos“ und das Leben „bios“. Doch seit wenigen Jahren erst boomt die „Biophotonik“, die das Wechselspiel von Licht und Leben im großen Maßstab erforscht. Der Forschungszweig ist heute in aller Munde. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert es als breit angelegten Schwerpunkt. Auch die Industrie ist beteiligt, das fachübergreifende Thema bringt Biologen und Mediziner, Physiker, Chemiker und Ingenieure an einen Tisch. Denn es verspricht viel.

„Die Biophotonik bietet in vielen Bereichen einen enormen Wachstumsmarkt“, sagt Rudolf Steiner, Professor der Universität Ulm und Direktor des Instituts für Lasertechnologien in der Medizin und Messtechnik (ILM). Denn Biophotonik ist überall da, wo Licht und Organismen zusammentreffen. Zum einen nutzt sie Licht als Werkzeug für medizinische und biologische Anwendungen, also für Mikroskope und Spektroskope zur Untersuchung ebenso wie für Laser, Lichtskalpele und Bestrahlungen zur Behandlung. Zum anderen umfasst die Biophotonik Licht, das von Organismen oder organischen Materialien abgegeben wird, vom Glühwürmchen über fluoreszierende Zellen bis hin zu speziellen Biochips und Leuchtdioden aus organischen Materialien, den sogenannten OLEDs.

Auf der internationalen Fachtagung Biophotonics 2007 im Juni wie auch auf der aktuellen Fachmesse Medica zeigte sich, dass deutsche Wissenschaftler mit und ohne BMBF-Förderung auf hohem Niveau arbeiten, vor allem im medizinischen Bereich. Entwickelt wurden und werden etwa ein Pollenflugsensor, dessen optische Analyse den Allergikern sofort aktuelle Daten liefert. Krebszellen im Darm lassen sich per Endoskop weit früher als üblich erkennen, weil eine Markersubstanz sie fluoreszieren lässt.

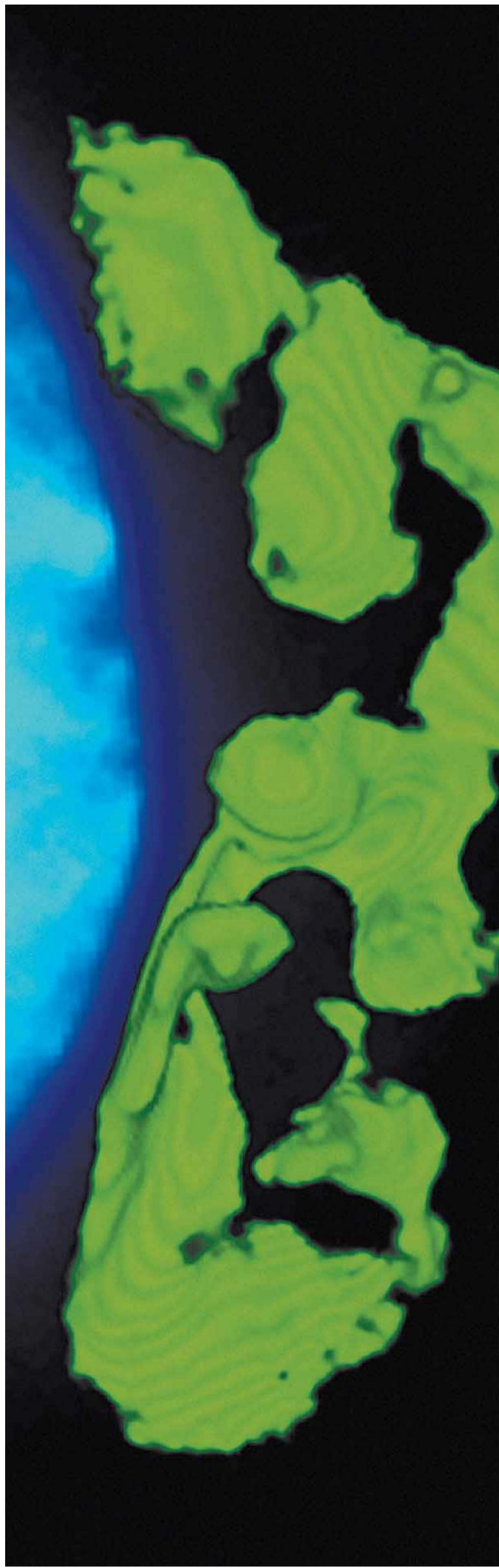
Ein Messgerät erkennt Hautkrebs, weil dessen Zellfarbstoffe Licht anders zurückgeben als gesunde Zellen. Fluoreszenzmikroskope sollen lebende Zellen mit nie dagewesener Schärfe abbilden können. Und dank optischer Auswertung liefert ein Streifenfest auf Herzinfarktmarker im Blut schon dem Notarzt sofortige Ergebnisse.

Licht für die Gesundheit

„Es ist besonders befriedigend, dass unsere Forschungsergebnisse konkrete Verbesserungen für kranke Menschen bringen“, sagt Jürgen Popp von der Universität Jena, der Koordinator des BMBF-Forschungsschwerpunkts Biophotonik. Seit dessen Einrichtung im Jahr 2001 sind in 26 Forschungsverbänden mehr als 100 Hochschulen, Firmen und Forschungseinrichtungen zusammengelassen. Die Regierung hat den Verbund seit 2001 mit rund 50 Mio. € gefördert, die Industriepartner gaben noch etwa ähnlich so viel dazu. Unter dem Schlagwort „Licht für die Gesundheit“ arbeiten sie an optischen Methoden für bessere und schnellere Diagnose und Behandlungsmöglichkeiten.

Die Clyxon Laser zum Beispiel ist ein Entwicklungszentrum für optische Diagnostik und medizinische Lasertechnik und 100-prozentige Tochter der W.O.M. World of Medicine in Berlin. Hier arbeitet man im Verbundprojekt Fluotom an der Früherkennung von Krebs. Speziell der sogenannten Fluoreszenz-optischen Tumordiagnostik des weißen Hautkrebses hat man sich hier verschrieben. Seit einigen Jahren stellen Hautärzte fest, dass immer jüngere Menschen an diesen sogenannten Basaliomen leiden. Rechtzeitig erkannt können sie problemlos entfernt werden.

Biophotonik findet ihre Anwendungen aber auch jenseits der Medizin, in der Umweltforschung für neuartige Sensoren und Schadstoffmessgeräte ebenso wie in der Agrarforschung, grundlegenden biologischen Untersuchungen wie in der Materialentwicklung.



VON PATRICK EICKEMEIER

Molekulare Bildgebung ist der Sammelbegriff für Verfahren, die Prozesse innerhalb lebender Zellen sichtbar machen. Dazu gehören moderne Ultraschall-Untersuchungen, Kernspintomografie und nuklearmedizinische Methoden. Krebs, Herz-Kreislauf- oder Demenzerkrankungen sollen künftig diagnostiziert werden, bevor Symptome auftreten.

„Bildgebende Verfahren spielen eine Schlüsselrolle bei der Erkennung von Krankheiten und bei der Planung und Kontrolle von Therapien“, sagt Bernd Hamm, Direktor des Instituts für Radiologie der Berliner Charité. In der Nuklearmedizin etwa erhalten Patienten radioaktive Arzneimittel. Diese bestehen aus einem schwach strahlenden

Teilchen und meist einem zweiten Bestandteil, der für den Transport in das abzubildende Gewebe sorgt. Krebszellen etwa benötigen viel Zucker, so kommt bei den Untersuchungen radioaktiv markierter Traubenzucker zum Einsatz.

Anhand der vielen Röntgenbilder eines Computertomografen können Ärzte entscheiden, ob ein Tumor sich noch operativ entfernen lässt. Ist eine Chemotherapie nötig, kann man ihren Erfolg

prüfen: Innerhalb von Stunden könnten Ärzte mit dem Verfahren beurteilen, ob ein Tumor auf ein Medikament anspricht, sagt Hamm. Das sei zuvor erst nach Monaten an Größenveränderungen erkennbar gewesen. Die molekulare Bildgebung kann dem Patienten so unnötige medikamentöse Therapien ersparen.

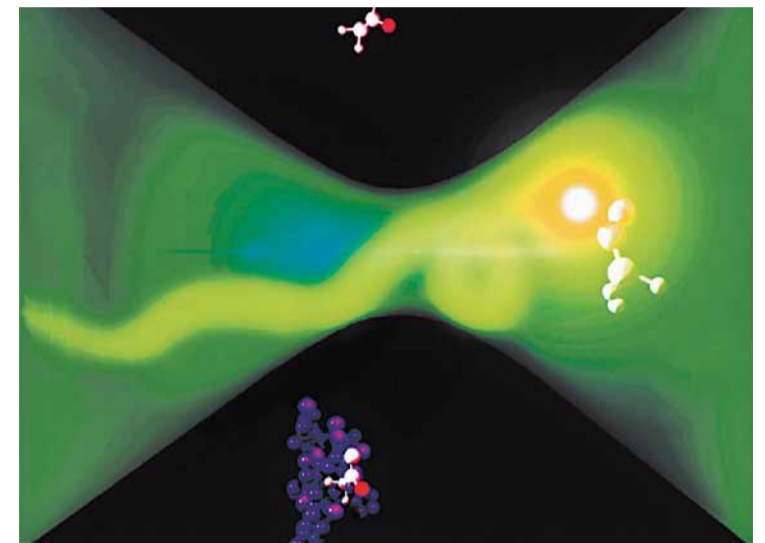
In Zusammenarbeit mit der Charité wird in Berlin zurzeit auch die Möglichkeit erprobt, das Diagnoseverfahren Computertomografie zur Behandlung auszubauen. Für das Projekt „Imaging-Therapy Computertomograph“ (IT-CT) hat das Berliner Unternehmen IfG Institute for Scientific Instruments Röntgenoptiken entwickelt. Damit kann der Fächerstrahl eines Tomografen gebündelt und ein Tumor gezielt bestrahlt werden. „Das könnte besonders für niedergelassene Radiologen reizvoll sein, die kein zusätzliches Bestrahlungsgerät anschaffen müssen“, sagt Michael Haschke von der IfG. Zurzeit wird unter anderem an Optiken gearbeitet, die die Strahlung noch feiner fokussieren und ihre Intensität erhöhen. Mit solchen Beiträgen könnten auch kleine und mittlere Unternehmen die technischen Entwicklungen voranbringen, sagt Haschke. Bei der Förderung sollte das nicht vergessen werden.

Koordinator des Projekts IT-CT, das Ende dieses Jahres ausläuft, ist Hubertus Pietsch vom Unternehmen Bayer Schering Pharma. Dort werden Kontrastmittel entwickelt, die sich auch in Tumorgewebe anreichern, sie für die Diagnose mit einem Computertomografen sichtbar machen und zudem die Wirkung der Bestrahlung verstärken. „Die Behandlung könnte eine Option für schwerkranken Menschen mit bösartigen Gewebeveränderungen im Gehirn sein“, sagt Pietsch.

Zunächst allerdings müssen noch weitere Studien durchgeführt und

Du sollst dir ein Bildnis machen

Fortschritte in der molekularen Bildgebung machen neue Diagnose- und Behandlungsmethoden für Krebs und Alzheimer möglich. Forscher und Industrie benötigen Kooperationen und Fördergelder



Zellbestandteile (l.) gut im Blick: Golgi-Apparat (grün) und Zellkern (blau) durch ein hochauflösendes Mikroskop. Einzelmolekülkühlweis (o.) mit der Fluoreszenz-Korrelations-Spektroskopie: Verschiedene, fluoreszierende Moleküle lassen sich anhand unterschiedlicher Wandergeschwindigkeiten voneinander unterscheiden

auch wirtschaftliche Fragen geklärt werden.

Die Technologiestiftung Berlin, die insgesamt 3,4 Mio. € für das Projekt bereitgestellt hat, geht jedoch davon aus, dass mit dem Ergebnis ein stark expandierender Markt bedient wird. Tumorerkrankungen gehörten heute zu den häufigsten Todesursachen. „Was dieses Projekt auszeichnet, ist die Zusammenarbeit von Pharmaforschern, Ingenieuren und Physikern“, sagt Pietsch. Die räumliche Nähe zwischen dem Pharmaunternehmen, der Charité und den Gerätebauern in Adlershof sei gerade für den experimentellen Teil von Studien von Vorteil. So könnten zum Beispiel Geräte oder Räumlichkeiten der Projektpartner genutzt und auch Spontanideen schnell umgesetzt werden. Pietsch würde sich weitere solcher Förderprojekte wünschen.

Bundesregierung und Industrie haben im Oktober das Bündnis

„Innovationsallianz Molekulare Bildgebung“ geschlossen. Das Bundesforschungsministerium (BMBF) und die Unternehmen Bayer Schering Pharma, Boehringer Ingelheim, Carl Zeiss, Karl Storz und Siemens investieren gemeinsam rund 900 Mio. €. Vom Ministerium stammen 150 Mio. €.

Zusammen mit bereits vorhandenen Maßnahmen stünden für das Forschungsfeld in den nächsten Jahren mehr als 1 Mrd. € zur Verfügung, teilt das BMBF mit. Die Gelder sollen in die Entwicklung neuer Kontrastmittel, der Gerätetechnik und der entsprechenden Software für die molekulare Bildgebung fließen. In den USA investiere man zwar immer noch weitaus mehr in diesen Forschungsbereich, sagt Hamm. Aber die Gelder könnten dazu beitragen, dass deutsche Universitäten und Firmen in Zukunft zumindest den Anschluss halten.

Viele attraktive Jobs in der optischen Industrie

Beschäftigte Insgesamt zählt die Branche 101 500 Beschäftigte in der Herstellung.

Akademiker Mehr als 20 Prozent der Beschäftigten arbeiten im Bereich Medizintechnik und Life-Science. Insgesamt ist der Anteil der Beschäftigten mit Hoch- und Fachhochschulabschluss mit 21 Prozent in dieser Branche besonders hoch.

Beschäftigte in der deutschen optischen Industrie
Verteilung 2005 in %

Bildverarbeitung, Messtechnik	25
Medizin, Lifescience	21
Optische Komponenten/Systeme	19
Produktionstechnik	13
Beleuchtungstechnik	10
Energietechnik	5
Kommunikationstechnik	4
Flachdisplays	2
Informationstechnik	1

FTD/jst; Quelle: Optech Consulting

Im CD-Player, beim Zahnarzt, als Lichtquelle

Die kleinen Laserdioden sind heute überall im Einsatz, weil sie günstig zu produzieren und flexibel zu handhaben sind

VON DENIS DILBA

Jürgen Sebastian erkannte das Potenzial der Laserdiode schon, als er Mitte der 70er-Jahre in einer Vorlesung das erste Mal davon hörte. „Die Laserdiode war das genaue Gegenteil der damals üblichen Festkörper- und Gaslaser: klein, nahezu aus der Steckdose zu betreiben – und hatte dazu noch einen um Klassen besseren Wirkungsgrad.“ Er begriff, dass dieser Laser in Zukunft in Massenproduktion gefertigt werden könnte. Heute ist Sebastian Geschäftsführer des Jenoptik Diode Lab in Adlershof.

Diode Lab ist ein Spin-off des Ferdinand-Braun-Instituts für Höchstfrequenztechnik (FBH). Zusammen mit der Mutter Jenoptik Laserdiode ist es inzwischen zum Unternehmen

von Weltrang aufgestiegen. „Fast jede vierte verkaufte Laserdiode auf der Welt stammt derzeit von Jenoptik“, sagt er.

„Noch bis vor rund zehn Jahren kämpfte die Laserdiode vor allem mit

„Fast jede vierte Laserdiode stammt von uns“

Jürgen Sebastian, Diode Lab

ihrer geringen Lebensdauer und anderen Kinderkrankheiten“, sagt Volker Bentlage, Referent der Institutsleitung am FBH. Erst mit zunehmender Miniaturisierung und gleichzeitigem Wachstum der Strahlleistung ebnete sich die Laserdiode ihren Weg

in industrielle Anwendungen. Heute könne man ohne zu übertreiben sagen, dass die Zukunft der Lasertechnik maßgeblich von Entwicklungen auf dem Bereich der Laserdioden bestimmt werde, sagt er. Andere Experten sprechen sogar davon, dass der Laser auf dem Chip gerade dabei ist, die Lasertechnik und ihre möglichen Einsatzgebiete genauso zu revolutionieren wie einst Transistoren die Elektronik. Tatsächlich sind Laserdioden schon heute die mit Abstand am häufigsten benutzten Laser.

Mit Herstellungskosten im Centbereich trifft man sie außer im Standardbeispiel CD-Spieler auch beim Zahnarzt, der Löcher desinfiziert, ehe er sie verschließt. Medikamente, die in der Krebstherapie eingesetzt werden, wirken gezielt nur an der

Stelle, wo das Licht der Laserdioden hinstrahlt. „Vor allem im Bereich der Materialanalyse wird die Nachfrage noch steigen“, sagt Bentlage.

Lumics sitzt ebenfalls in Berlin und startete 2001 mit dem Bau von optischen Verstärkern für glasfaserbasierte Nachrichten und Datenetze. „Wir sehen bei den Industrieapplikationen, beispielsweise in der Materialbearbeitung, derzeit den größten Wachstumsmarkt“, sagt Frank Laas, Direktor für Sales und Marketing. Insbesondere auf dem Gebiet der boomenden Faserlaser. Dabei regt das Licht aus den Laserdioden ein anderes optisch aktives Mate-

rial wie etwa einen Yttrium-Aluminium-Granat-Kristall dazu an, Laserlicht zu erzeugen. „Da es in Deutschland keine Firma gibt, die in dieser Leistungsklasse Einzelmitter anbietet, liegt der deutsche Markt vor der Haustür“, sagt Laas.



Breitstreifenlaser: Die Laserdiode passt leicht auf eine Fingerspitze. Der massive Metallkörper dient zur Kühlung



Arbeit einer Kleinmaschine, stark vergrößert: Ein Lumera-Laser bearbeitet eine winzige Schneeflocke, ohne dass dabei aufgeworfene Schmelzränder entstehen. Hersteller ist das Unternehmen Lumera-Laser aus Kaiserslautern. Rechts unten die Vergrößerung einer einzelnen Flocke

VON UTA DEFFKE

Bereits beim Anblick des Bohrer zuckt so mancher zahnkranker Patient zurück. „Die Schmerzen haben ihre Ursache vor allem in Erschütterung und Wärmeentwicklung beim Bohren“, sagt Steffen Sommer, Projektleiter beim Forschungsverbund Femtonik in Stuttgart. Statt rotierender Meißel soll künftig Licht für Linderung im Mund sorgen. Nicht nur um der Schmerzen willen. Mit ultrakurzen Laserblitzen ist es möglich, die Karies viel präziser zu entfernen und den restlichen Zahn so glatt zu hinterlassen, dass Bakterien keine neuen Nischen finden. Auch Zahnersatz kann auf diese Weise bruchsticher geformt werden.

Löcher bohren mit Licht – das ist schon längst keine Vision mehr. Die in einem Laserstrahl gebündelte Energie ist zu einem unverzichtbaren Hilfsmittel in der industriellen Produktion geworden. Ob beim Blechbohren, Schneiden oder Schweißen – der Laser sorgt für schnelle und präzise Materialbearbeitung. In der Welt von Mikro- oder gar Nanostrukturen allerdings reicht diese Präzision nicht mehr aus. Je kleiner die Löcher und Riefen, desto störender sind Materialaufwürfe und Kraterränder, die beim Aufschmelzen entstehen. Damit sich gar nicht erst eine Schmelze bildet und auf teure Nachbearbeitung verzichtet werden kann, setzen Forscher schon seit Jahren auf kurze Laserblitze statt auf kontinuierlich strahlende Lichtquellen. Mittlerweile sind Femtosekundenpulse das Maß aller Dinge: Blitze, die nur den millionsten Teil einer milliardstel Sekunde dauern.

In dieser kurzen Zeit kann sich gar keine Wärme ausbreiten, Schmelzen ist also nicht möglich. Auch Erschütterungen oder Verspannungen können das Material nicht schädigen. Stattdessen wird es direkt verdampft, indem durch die Wechselwirkung

Kurz und schmelzlos

Zähne, Blutgefäße oder Zylindermotoren: Immer wenn Material besonders präzise und ohne es zu schmelzen bearbeitet werden muss, helfen ultrakurze, energiereiche Laserblitze

Stoppuhr im Femtosekundentakt

Messgerät Die ultrakurzen Laserpulse ermöglichen auch neue Anwendungen in der Messtechnik. Wie mit einem Stroboskop lassen sich dadurch Prozesse beobachten, die sich in ultrakurzer Zeit abspielen: Beispielsweise lässt sich so die Bewegung von Elektronen in Atomen und Festkörpern verfolgen. Grundlagenforscher können den genauen Verlauf chemischer Reaktionen beobachten. Auch einzelne biologische Prozesse wie etwa die Fotosynthese geraten dank Femtotechnik jetzt erstmalig in den Blick der Wissenschaft.



1 Sekunde
(10⁰ = 1 Sekunde)

Stoppuhr



10⁻³ Sekunde
(Millisekunde)

schnelle Kamera-
verschlüsse



10⁻⁶ Sekunde
(Mikrosekunde)

chemische Reak-
tion (Explosion)



10⁻⁹ Sekunde
(Nanosekunde)

schnelle Digital-
elektronik



10⁻¹² Sekunde
(Picosekunde)

molekulare
Schwingungen



10⁻¹⁵ Sekunde
(Femtosekunde)

Elektronen-
bewegungen

der elektromagnetischen Lichtwelle mit den Elektronen im Material atomare Bindungen aufbrechen.

Die Femtonik, wie die Wissenschaft von der Erzeugung und Anwendung dieser ultrakurzen Lichtpulse auch genannt wird, gilt wegen ihrer vielfältigen Einsatzgebiete als Schlüsseltechnologie. Im Forschungsverbund Femtonik, der vom BMBF gefördert wird, arbeiten Institute und Unternehmen an entsprechender Lasertechnologie und einer ganzen Reihe von Anwendungen, die von der Medizin bis zur Automobilindustrie reichen.

Ultrapräzise Materialbearbeitung ist eine davon. Bei Motoren können gleich durch zwei Entwicklungen Verbrauch und damit Emissionen drastisch gesenkt werden: Extrem feine Einspritzdüsen sorgen für ein optimiertes Diesel-Luft-Gemisch unter höherem Druck und damit für einen umweltschonenderen und sparsameren Verbrennungsprozess. Die Firma Gehring entwickelte mit dem Laserhonen ein Verfahren, um die Innenwände von Motorzylindern zu strukturieren. In den feinen Ritzen lagern sich Schmierstoffe ab, was Reibungsverluste senkt.

Umgekehrt lassen sich durch gezieltes Bombardement eines Feststoffs mit ultrakurzen Lichtpulsen winzige Partikel absprennen. Forscher vom Laserzentrum Hannover erhoffen sich so einen Zugang zur kostengünstigen Massenproduktion von Nanopartikeln nahezu beliebiger Zusammensetzung.

Das gepulste Laserlicht ist nicht nur zur Bearbeitung harter Materialien geeignet. Am Laserzentrum Hannover werden so auch feinstufige Stents aus speziellen Kunststoffen hergestellt, mit denen sich Blutgefäße stabilisieren lassen. Weil sich

der Kunststoff nicht aufheizt, können beim Bearbeiten keine ungewollten chemischen Prozesse ablaufen. Sie würden möglicherweise dafür sorgen, dass der menschliche Körper die Stoffe nach einer Weile selbst abbaut. Auch in der Laserchirurgie ist es von Vorteil, wenn das Lichtskalpell umgebendes Gewebe möglichst nicht in Mitleidenschaft zieht. So ermöglichen die kurzen Pulse ultrapräzise Operationen an Auge und Gehirn, etwa bei Parkinson oder Tumoren.

„Die Machbarkeit dieser Anwendungen ist in den vergangenen Jahren gezeigt worden“, sagt Sommer. „Nun stehen viele von ihnen an der Schwelle zum Markt.“



Mit einem Drucker habe HP mittlerweile das erste Produkt auf den Markt gebracht, für das die Femtonik in Serie eingesetzt wird, wie Sommer sagt.

„Noch haben die Anwendungen allerdings mit einem hohen Preis für das gepulste Licht zu kämpfen“, bedauert Thomas Elsässer,

Direktor am Max-Born-Institut für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie in Berlin. Die Lasersysteme zur Erzeugung dieser extrem kurzen Lichtblitze sind aufwendig. Verglichen mit herkömmlichen Lasern müssen hier fast zehnfach so viele optische Komponenten untergebracht und in ein perfektes und stabiles Zusammenspiel versetzt werden. „Um die Kosten zu senken, sind gänzlich neue Laserkonzepte nötig“, sagt Elsässer. Ein Gebiet, auf dem der Femtonikspezialist an seinem Institut forscht.

Auch die optische Industrie wird also vom Trend zu immer kürzeren Pulsen profitieren. Noch seien hier die Amerikaner führend, sagt Elsässer. Aber deutsche Unternehmen wie Trumpf und Jenoptik holten langsam auf.

Galerien für Können und Wissen

Branche trifft sich auf Messen in München, Frankfurt, Berlin

VON VEDAT ACIKÖZ

Als 1996 am Wissenschafts- und Technologiezentrum Adlershof die erste internationale Fachmesse für optische Technologien und Lasertechnik stattfand, glich die Messe eher einem Insidertreff. Seitdem hat sich die Veranstaltung ständig weiterentwickelt und ist kontinuierlich gewachsen. Im vergangenen Jahr, bei der siebten Runde, kamen bereits 139 Aussteller und 2100 Besucher in den Gewerbepark.

In Adlershof wurde es zunehmend eng, denn die Ausstellung wird auch von einem Fachkongress begleitet. „Bisher war es eher ein Familientreffen, jetzt wird es zum wirklichen Geschäft“, sagt Werner Mocke. Er ist der Direktor der Messe Berlin. Denn ab dem kommenden Jahr, vom 17. bis 19. März 2008, wird die Messe in den Hallen unter dem Berliner Funkturm stattfinden. „Kein anderer Standort hat eine Wertschöpfungskette, von der Forschung und Entwicklung bis hin zur Vermarktung in derartiger Fülle, wie hier in Berlin.“

Die Stärke des Standorts Berlin soll ausgeschöpft werden. Denn der Gesamtumsatz pro Jahr liegt bei der optischen Industrie in Berlin und Brandenburg bei rund 2 Mrd. €. Rund 270 Unternehmen mit 8400 Arbeitsplätzen sind in der Region ansässig. „Wir wollen vernünftig wachsen und die Messe für optische Technologien im Nordosten des Landes werden“, sagt Mocke. Eine wichtige Säule im Konzept der Laser Optics Berlin ist dabei der parallel geführte internationale Kongress mit Experten aus aller Welt. Wer im Messegeschäft international mithalten will, kommt um begleitende Fachkongresse nämlich kaum mehr herum.

Der Schwerpunkt im kommenden Jahr soll bei optischer Messtechnik und Analytik liegen. „Eine reine Messe oder ein reiner Kongress würde nicht funktionieren. Aber zusammen funktioniert es prächtig. Es ist ein Treffpunkt für Fachleute. Wir bringen Forscher, Wissenschaftler und Anwender zusammen, die dann neue Ideen entwickeln“, erklärt Eberhard Stens vom Kooperationspartner Technologiestiftung Berlin.

Münchner liegen vorn

Viel weiter als die Berliner ist da schon die Messe Laser World of Photonics in München. Seit 1973 werden im Zweijahresrhythmus Innovationen und aktuelle Trends der Branche und Technologie in direkter Kombination mit industriellen Anwendungsfeldern präsentiert. Parallel zum wachsenden Markt bei den optischen Technologien ist auch die Messe in München größer geworden. Darin sieht Klaus Dittrich, Geschäftsführer der dortigen Messegesellschaft, ihre eigene Stärke. Es gibt sogar einen Ableger der Messe in Shanghai – die Laser World of Photonics China. Sie findet jährlich statt.

Nach München zur Lasermesse kamen in diesem Jahr 1008 Aussteller und mehr als 25 000 Besucher – die bisher höchste Beteiligung der Messegeschichte. „Wir wollen uns in Zukunft noch mehr an der Praxis orientieren und stärker auf Anwendungen setzen, uns weiter internationalisieren“, sagt Dittrich.

Auch in Frankfurt gibt es eine Messe für optische Technologien, die Optatec. Sie hat sich als reine Industriemesse etabliert und findet alle zwei Jahre statt, das nächste Mal im Juni 2008. Im vergangenen Jahr zählte sie 555 Aussteller.

IMPRESSUM

Financial Times Deutschland
Stubbenhuk 3 · 20459 Hamburg
Tel. 040/31990-0 · Fax: 040/31990-310
www.ftd.de; E-Mail: leserservice@ftd.de

Redaktion: Volker Bormann (verantwortl.), Kristina Klöpp
Gestaltung: Dominik Arndt (Leitg.), Andreas Voltmer
Bildredaktion: Jose A. Blanco, Sanna Miericke
Infografik: Jens Storkan
Bildbearbeitung: FTD-Bildbearbeitung
Chefin vom Dienst: Dr. Hiltrud Bontrup
Korrektorat: Cornelius Busch

Verlag: Financial Times Deutschland GmbH & Co. KG, vertreten durch den Geschäftsführer Christoph Rütth
Postanschrift: Brieffach 02, D-20444 Hamburg
Anzeigen: Mario Suchert (verantwortl.), E-Mail: sonderthemen@ftd.de

Druck: Presse-Druck- und Verlags-GmbH, 86167 Augsburg; BVZ Berliner Zeitungsdruck GmbH, 10365 Berlin; Druck- und Verlagszentrum GmbH & Co. KG, 58099 Hagen; Mannheimer Morgen Großdruckerei und Verlag GmbH, 68167 Mannheim

Leistungssteigerung auf Nanometern

Hersteller wollen so viele Transistoren wie möglich auf einem Chip unterbringen. Noch filigraner als mit UV-Licht geht das mit Röntgenlicht

VON DENIS DILBA

Eine grüne Platine – sonst ist mit dem bloßen Auge auf einem Mikrochip kaum etwas zu erkennen. Für die mikrometergroßen Leiterbahnen und Transistoren braucht es ein Mikroskop. Jetzt sind die Wissenschaftler, Leiterstrukturen auf der Nanometerskala zu realisieren. Denn mehr Transistoren auf gleicher Fläche heißt: erhöhte Speicherkapazität. Mithilfe von sogenannten fotolithografischen Verfahren und unter Einsatz aufwendiger Tricks erreicht man derzeit eine minimale Strukturgröße von bis zu 30 Nanometern.

„Generell gilt: je kleiner die Strukturen, desto größer und vor allem teurer die Belichtungsanlage, die man bauen muss“, sagt Volker Bentlage, Referent der Institutsleitung am

Ferdinand-Braun-Institut für Höchstfrequenztechnik (FBH) in Berlin. Bei Großherstellern von Mikrochips wie AMD erreichen solche Lichtquellen schnell die Größe eines zweistöckigen Hauses und kosten mehrere Hundert Millionen Euro.

Will man nicht bis auf den zweistelligen Nanometerbereich herunter, reiche aber meist die derzeit gängigste Methode UV-Lithografie, etwa Fotolacke, auf einen Wafer aufbringen. Und anschließend einfach alles wegwätzen, was nicht nach Transistor aussieht“, sagt er.

„Im einfachsten Fall der UV-Lithografie wird zunächst eine starre Fotomaske mit dem Negativ der gewünschten Struktur über dem Wafer justiert. Dann erfolgt die Belichtung des Fotolacks mit der UV-Strahlung“, erklärt Bernd Löchel, Koordinator des Anwenderzentrums für Mikro-

„Je kleiner die Strukturen, desto größer und teurer die Belichtungsanlage“

Volker Bentlage, FBH

elektronik (AZM) der Berliner Elektronenspeicherring-Gesellschaft für Synchrotronstrahlung (Bessy). Dort, wo das UV-Licht auf den Fotolack trifft, verändert er seine chemische

Struktur und kann so anschließend mit einer Säure weggeätzt werden. In die so erzeugten feinen Strukturen dampft man anschließend eine Metallschicht auf. Ein erneutes Säurebad entfernt jetzt das Metall auf dem verbleibenden Resist. „Den Vorgang wiederholt man zwischen 5- und 25-mal, je nachdem, wie komplex das Bauteil ist“, sagt Löchel. „Das Entscheidende ist die Positionierung der Maske – verrutscht sie nur einen Mikrometer, kann man das Erzeugnis in den Mülleimer werfen“, sagt Bentlage. Das Verfahren mit so einer starren Fotomaske ist auf Auflösungen von bis zu rund einem Mikrometer begrenzt. Möchte man feinere Strukturen erzeugen, geht man dazu über, die Fotomaske auf den Wafer zu projizieren. „Das Verfahren funktioniert wie ein umgekehrter Diaprojek-

tor. Unsere zehn mal zehn Zentimeter große Maske wird dabei über eine Optik um den Faktor zehn verkleinert. Schritt für Schritt wird nun die gesamte Waferplatte belichtet“, sagt Bentlage. Das Verfahren wird daher auch Stepper-Lithografie genannt.

Filigraner geht es nur noch mit Röntgenstrahlung. Großanlagen wie die Elektronensynchrotrone von Bessy oder die Angströmquelle Karlsruhe (Anka) liefern das Röntgenlicht. Die Röntgenlithografie ist damit in erster Linie für die Grundlagenforschung gedacht.

Doch zunehmend werden die Anlagen auch von der Industrie genutzt. So wird in Berlin derzeit das kleinste Seriengetriebe der Welt hergestellt, das das Unternehmen Micromotion gemeinsam mit dem Institut für Mikrotechnik Mainz entwickelt hat.

Immer mehr spezialisierte Studiengänge

Aber über die Qualität der Abschlüsse wird noch gerätselt

VON VEDAT ACIKÖZ

Alex Spuling braucht sich um seine Zukunft nicht zu sorgen. Der 23-jährige Student an der Technischen Fachhochschule im brandenburgischen Wildau studiert Physikalische Technik. Seit wenigen Monaten ist er Werkstudent bei der Firma Berliner Glas. Das Unternehmen entwickelt Lösungen für die Halbleiterindustrie, Biotechnologie und Medizin oder Informations- und Kommunikationstechnologie und ist international tätig.

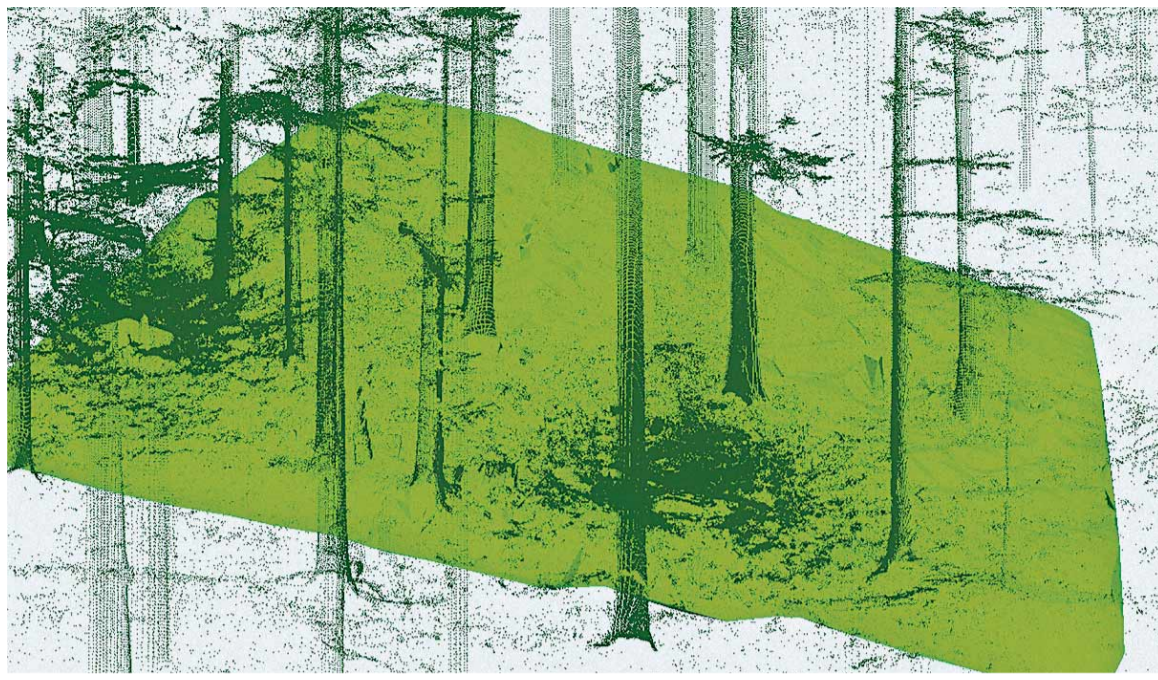
In der Berliner Zentrale arbeiten inzwischen 504 Fachkräfte. „Wir suchen Entwicklungsingenieure, Feinoptiker und Fachkräfte für fast alle Bereiche der optischen Technologie“, sagt Astrid Freiding aus der Unternehmenskommunikation. Daher versucht Berliner Glas, auch für den eigenen Bedarf auszubilden: derzeit 15 Jugendliche zum Feinoptiker. Die Firma hat sogar eine eigene Ausbildungswerkstatt. Aber Freiding will schon in den Schulen ansetzen: „Wir haben eine Partnerschaft mit einer Schule in Berlin-Neukölln. Und auf Messen präsentieren unsere Auszubildenden, was wir machen.“

Oder eben durch gezielte Führungen im Betrieb. So ist auch Alex Spuling auf die Firma gestoßen. Einen Schritt weiter ist da schon Daniel Diepold. Direkt im Anschluss an das Studium hat der 25-Jährige eine Stelle bei dem Berliner Unternehmen bekommen. Er ist einer der ersten Bachelorabsolventen des Studiengangs Laser-Optotechnologien an der FH Jena. Derart spezialisierte Studiengänge werden von Jahr zu Jahr mehr. So startete an der Universität Karlsruhe im Wintersemester 2007/08 der Masterstudiengang Optics & Photonics.

Konjunkturbedingt gute Jobs

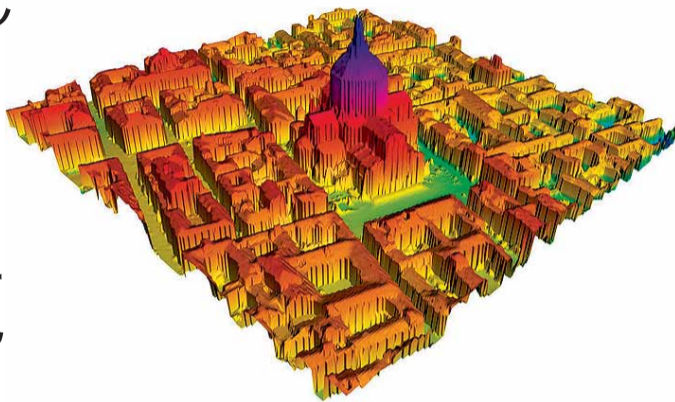
Über die Qualität der Bachelorabsolventen wird derweil noch gerätselt. „Noch weiß die Industrie nicht, was sie erwartet“, sagt Hans-Jürgen Hartmann, Vorstandsvorsitzender von Optecnet Deutschland. Zwar finden fast alle Absolventen zurzeit Jobs in der Industrie, doch dies sei allein durch die Konjunktur bedingt.

Auch der Standort Jena braucht Nachwuchs. „Wir hatten fünf Prozent Personalwachstum“, sagt Jürgen Popp. Er ist Wissenschaftlicher Direktor am Institut für Photonische Technologien und Direktor des Instituts für physikalische Chemie. Nach der Wende sind am Standort Jena viele kleine Photonikfirmen entstanden. „Viele hochqualifizierte Mitarbeiter sind in die Jahre gekommen und stehen vor dem Ruhestand. Die müssen ersetzt werden.“ Eine Möglichkeit sehen die Wissenschaftler in Ergänzungsstudiengängen wie an der TU Clausthal. So setzte etwa der interdisziplinäre Studiengang Physik/physikalische Technologien Schwerpunkte auf optische Technik.

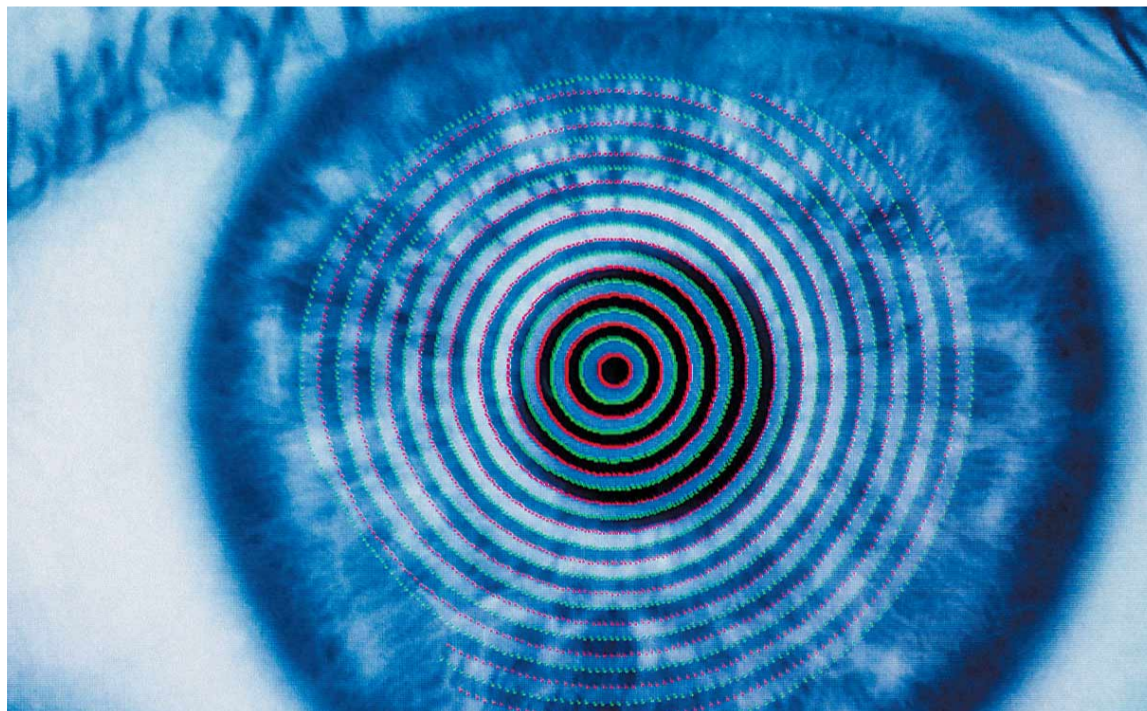


Digitales Geländemodell (o.): Als 3-D-Punktwolken gescannte Bäume. Farbkodierte Ansicht von Pavia (M.): Zugrunde liegt ein Laserscanning-Höhenmodell. Im Zoom der Dom von Pavia. Ein Hornhauttopografiegerät zeigt die Bildgebung des Auges (u.)

Auf die Welle geeicht



In Produktionsstraßen verhindert sie Ausschuss, sie ermittelt Abweichungen im Nanobereich und kann sogar berührungslos Fieber messen: Ein besonders umsatzstarkes Anwendungsfeld der optischen Industrie ist die Messtechnik



VON DÖRTE SASSE

Fieber ab 38 Grad, Husten oder Atembeschwerden und ein Aufenthalt in China, Hongkong, Taiwan oder Singapur – das macht einen Patienten zum Sars-Verdachtsfall. Britische Entwickler haben eine Wärmekamera entwickelt, die sehr genau die Körpertemperatur anzeigen kann, ohne den Betroffenen dabei zu berühren. Der Flughafen in Singapur nutzt diesen Fieberdetektor, um Sars-Verdächtige aus den Fluggpassagieren herauszufiltern und eingehender zu untersuchen.

Messgeräte mit Licht haben nicht nur den großen Vorteil, berührungsfrei zu arbeiten. Sie werden auch immer genauer. Und dank geeichter Skalen sind ihre Ergebnisse nachprüfbar. Darüber mögen Temposünder, die ins Visier einer Laserpistole geraten sind, zwar schimpfen. Aber die neuesten optischen Messverfahren machen es möglich, Distanzen im Nanometerbereich ebenso genau zu überprüfen wie Galaxienentfernungen in der Astronomie. Das eröffnet eine Vielzahl von Anwendungen in Industrie und Forschung.

Das Weltmarktvolumen der Branche betrug im Jahr 2005 rund 11,6 Mrd. €. Experten prognostizieren bis 2015 ein Wachstum auf 38 Mrd. €. Hersteller am Standort Deutschland haben im Bereich der optischen Messtechnik 2005 mit rund 15 250 Beschäftigten einen Umsatz von 2,2 Mrd. € erzielt. Hierbei sind die sogenannten Binärsensoren das Schwerkriegsgewicht. Nennenswerte Zahlen erreichen auch Spektrometer sowie Messgeräte für geometrische und dynamische Größen.

„Das gesamte Feld der optischen Messtechnik ist stark am Wachsen“, sagt Ricarda Kafka. Sie ist Geschäftsführerin des Berliner Unternehmens Fisba Optik. Kafka entwickelt maßgeschneiderte Interferometersysteme: „Zum einen fordern heute viele Industriebereiche die Genauigkeit, die die optische Messtechnik bietet, weil sie mit der Wellenlänge des Lichtes misst. Zum anderen werden vielfach Materialien eingesetzt, die auf Berührung empfindlich reagieren. Das braucht besondere Verfahren.“

In der Industrie kommen solche Lasersysteme zum Einsatz. Computergesteuert prüft die sogenannte In-Line- oder In-Prozess-Messtechnik schon während der Herstellung in Sekundenbruchteilen, wie die Ma-

schinen und Prozesse zu steuern sind, damit kein Ausschuss entsteht. Doch auch in der Medizin arbeiten Messlaser. Außerdem in der Abgasprüfung, bei der Herstellung von Computerchips und mechanischen Formteilen. Sie kommen zum Einsatz bei der Qualitätsprüfung von Solaranlagen, der Oberflächenvermessung, der Leuchtmittelentwicklung, der Material- und Belastungsprüfung, der Lebensmittelüberwachung oder bei der Quantenkommunikation von Computern, mit der eines Tages Meldungen abhörsicher verschickt werden sollen.

Gefragte Messtechnik entsteht bei Lasertechnik Berlin (LTB). Es handelt sich um Spektrometer, also Geräte, mit denen sich die Anteile des Lichts je nach Wellenlänge bestimmen lassen. Man untersucht damit etwa die Qualität jener Präzisionslaser, mit denen die feinen Leitungsbahnen in Computerchips hergestellt werden.

„Die optische Messtechnik ist eine der wichtigsten Voraussetzungen, um neue Anwendungsfelder zu erschließen“, erklärt Fritz Riehle, Leiter der Abteilung Optik der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt in Braunschweig. Die PTB ist das nationale Metrologie-Institut mit wissenschaftlich-technischen Dienstleistungsaufgaben und die deutsche Oberbehörde für Messwesen und physikalische Sicherheitstechnik. Damit ist sie auch die hiesige Hüterin des internationalen Maßeinheitssystems SI. Das umfasst auch das Meter. Dieses Längsmaß zeigt heute die Bedeutung der optischen Messtechniken: Längst richtet es sich nicht mehr nach dem Urmeter in Paris, sondern ist jene Strecke, die Licht im Vakuum innerhalb einer 299 792 458stel Sekunde zurücklegt.

Es ist also die Lichtgeschwindigkeit, die am Ende ein Längsmaß bestimmt. Und die Wellenlänge des Lichts hilft, unbekannte Strecken exakt zu vermessen, bis hinunter in die Größenordnung einzelner Wellenlängen. Je nach Auswahl des Lichts, von Infrarotstrahlung über das sichtbare und UV-Licht bis in den Röntgenbereich, sind Auflösungen bis weit unter Nanometergröße möglich. Welches der verschiedenen Verfahren dabei zum Einsatz komme, sei dem Industriebereich unterschiedlich egal, sagt Kafka. „Messtechnik ist immer eine Hilfswissenschaft, ein Mittel zum Zweck. Hauptsache, das System liefert die Parameter, die der Kunde braucht.“

„Eine der wichtigsten Voraussetzungen, um neue Anwendungsfelder zu erschließen“

Fritz Riehle, PTB

Guter Absatz mit Messgeräten

Binärsensoren Sie helfen bei der Detektion von Objekten und der groben Positionsbestimmung.

Weltmarktvolumen der Messtechnikbranche in Mrd. €

4,1 Sonstige

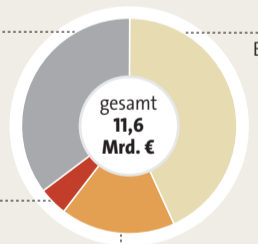
Spektrometer Sie sind oft in Laboren und Produktionsstraßen im Einsatz.

5,0 Binärsensoren

Messsysteme Sie dienen der faseroptischen Industrie, dem Messen optischer und dynamischer Größen (etwa von Beschleunigung).

0,5 Messsysteme

2,0 Spektrometer



FTD/jjt; Quelle: Bundesministerium für Bildung und Forschung

Mit freundlicher Unterstützung von:

Berlin Adlershof

FISBA OPTIK

TSB
TECHNOLOGIESTIFTUNG BERLIN

LASER OPTICS BERLIN
International Trade Fair and Convention
for Optical & Laser Technologies

JENOPTIK
GERMANY

LTB
LASERTECHNIK BERLIN

MBI
Max-Born-Institut

OpTecBB