

PHOTONIK 2020

LICHT IST ZUKUNFT. ●

MEMORANDUM ZUR ZUKUNFT DER OPTISCHEN TECHNOLOGIEN IN DEUTSCHLAND

Produktion — Life Science — Kommunikation — Energie — Umwelt

Herausgegeben von der Initiative Photonik 2020

Juni 2009

PETER LEIBINGER Mitglied der Geschäftsführung, TRUMPF GmbH + Co. KG

„Das Licht ist die Schlüsseltechnologie für eine erfolgreiche Zukunft, auch und gerade für den Standort Deutschland. Neue Entwicklungen in den Optischen Technologien werden die nächsten Jahrzehnte entscheidend prägen.“

MARTIN GOETZELER Vorsitzender der Geschäftsführung der Osram GmbH

„Optische Technologien revolutionieren die Beleuchtung und sind damit ein Schlüssel für nachhaltige Energieeinsparung.“

DR. SIEGFRIED DAIS Stellvertretender Vorsitzender der Geschäftsführung der Robert Bosch GmbH

„Die Optischen Technologien haben in der jüngeren Vergangenheit zu herausragenden Anwendungsmöglichkeiten, wie beispielsweise in der Materialbearbeitung, geführt. Für die Zukunft sehe ich noch weitaus mehr Innovationen, die erst durch Optische Technologien möglich werden, sei es im Bereich von Fertigungsverfahren oder im großen Feld der Informationstechnologien.“

MICHAEL DICK Mitglied des Vorstands der AUDI AG

„Für AUDI sind Optische Technologien integraler Bestandteil moderner Automobile. Sie helfen, Sicherheit und Effizienz zu steigern, und prägen das Design.“

PROF. DR. THEODOR W. HÄNSCH Direktor am Max-Planck-Institut für Quantenoptik

„Fast alles, was wir über die Welt wissen, haben wir durch das Licht gelernt. Hochgenaue optische Messinstrumente werden auch in Zukunft zu grundlegenden neuen Entdeckungen führen.“

DR. DIETER KURZ Vorsitzender des Vorstands der Carl Zeiss AG

„Carl Zeiss entwickelt seit mehr als 160 Jahren innovatorische optische Systeme. Die Beherrschung Optischer Technologien und ihre Anwendung zum Nutzen unserer Kunden haben uns zu einem weltweit führenden Unternehmen gemacht. Mit einer konsequenten Innovationsstrategie können die Optischen Technologien weiter ausgebaut werden. Davon werden viele Branchen profitieren, da es sich um Schlüsseltechnologien handelt. Deswegen ist es wichtig, weiter stark in Innovationen zu investieren, neue Lösungen zu entwickeln und auf diese Weise Wertschöpfung und Arbeitsplätze in Deutschland zu schaffen.“

PROF. DR. GERD LITFIN

Vorsitzender des Aufsichtsrats der Linos AG, Präsident der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

„Die Optischen Technologien liefern den Zugangscode für die Türen in die Zukunft. Sie sind geeignet, uns in vielfältiger Weise das Leben zu erleichtern.“

DR. ANDREAS KREIMEYER Mitglied des Vorstands der BASF SE

„Die Photonik ermöglicht die Entwicklung neuer Materialien und Technologien sowie Systemlösungen mit direktem Bezug zur Chemie.“

PROF. DR. ANDREAS TÜNNERMANN

Leiter des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF Jena

„Green Photonics – ein Exportschlager aus Deutschland: Optische Technologien leisten einen Beitrag zur Lösung dringender Zukunftsfragen in den Bereichen Energie, Umwelt und Ernährung.“

DR. THOMAS WEBER Mitglied des Vorstands der Daimler AG

„Optische Technologien sind für Daimler eine wichtige Basis für Innovationen bei Sicherheit, Design und Energieeffizienz unserer Fahrzeuge. Darüber hinaus ermöglichen lasergestützte Verfahren zur Materialbearbeitung innovative und energieeffiziente Produktionsprozesse. Optische Technologien tragen somit maßgeblich zur Sicherung der zukünftigen Wettbewerbsfähigkeit der Schlüsselbranche Automobil bei.“

2020

EXECUTIVE SUMMARY

Optische Technologien passen zu Deutschland. Photonik muss ein Schwerpunkt der Innovationspolitik der Bundesregierung bleiben. Die deutsche Photonik-Industrie stellt sich ihrer Verantwortung für unser Land.

Das anspruchsvolle Ziel der Bundesregierung, dass Deutschland auch zukünftig zu den wirtschaftsstärksten und innovativsten Nationen zählt und so den Wohlstand unserer Gesellschaft sichert, werden wir nicht ohne eine starke Position in den Optischen Technologien erreichen.

Heute steht Deutschland bei den Optischen Technologien international mit an der Spitze. Dies ist das Ergebnis einer gemeinsamen Kraftanstrengung von Wirtschaft, Wissenschaft und Politik. Diese Position wollen wir in Zukunft nicht nur halten, sondern ausbauen. Deutschland muss ein führendes Land der Optischen Technologien bleiben, zu groß ist ihre Bedeutung für jede Gesellschaft und für jeden modernen Wirtschaftsstandort. Eine Führungsrolle im Klimaschutz, in Fragen der Mobilität, bei den Technologien für einen modernen Produktionsstandort, in der Informationsgesellschaft oder der Medizintechnik setzt die Beherrschung und Nutzung des Photons zwingend voraus. Das Photon ist dabei nicht nur Innovationstreiber; Optische Technologien werden zunehmend selbst zum Produkt. Dieses Potenzial wollen wir nutzen.

Deutsche Unternehmen sind Weltmarktführer in verschiedenen Bereichen der Optischen Technologien. Leitmärkte sind Produktion, Gesundheit, Kommunikation, Energie und Umwelt. Die Exportquote liegt bei über 60 Prozent. Und die Branche wächst: Bis zum Jahr 2015 wird ein Anstieg der Produktion um etwa acht Prozent pro Jahr erwartet.

Die Optischen Technologien passen zu Deutschland: Die Industrie ist vom Mittelstand geprägt, die Unternehmen arbeiten eng vernetzt zusammen, die Exzellenz in Forschung und Entwicklung ist herausragend. Die Anforderungen an die Fachkräfte, bei Herstellern und Anwendern, sind hoch – hervorragend ausgebildete junge Menschen sind ein Standortfaktor. Den Optischen Technologien gelingt es, in Deutschland die gesamte Innovations- und Wertschöpfungskette auf international führendem Niveau abzubilden. Damit können die Optischen Technologien entscheidend zur Standortsicherung beitragen.

Durch intensive Forschungsanstrengungen der letzten beiden Jahrzehnte wurde hier das Tor weit aufgestoßen. Optische Technologien sind längst umkämpfter Wettbewerbsfaktor – und dennoch stehen wir erst am Anfang dieser Jahrhunderttechnologie.

Es geht darum, den Erfolg in Deutschland zu ernten, Schritt zu halten und weitere Chancen durch das Photon zu erarbeiten. Licht soll zum Innovationstreiber Nummer eins werden. Um die Herausforderungen zu bewältigen und die Chancen der Photonik in Deutschland zu nutzen, müssen wir investieren – in Köpfe, Forschung, Entwicklung und Strukturen. Wirtschaft, Wissenschaft und Politik müssen gemeinsam voranschreiten. Wir, die deutsche Photonik-Community, sind zu diesem erneuten Aufbruch bereit. Das zeigen die F&E-Aufwendungen deutscher Unternehmen von circa 1,6 Milliarden Euro pro Jahr und das hohe Engagement in dreistelliger Millionenhöhe in strategisch angelegten Innovationsclustern. Zehntausende neue Arbeitsplätze wurden geschaffen, die Unternehmen glänzen mit überdurchschnittlichen Ausbildungszahlen.

Das soll auch in Zukunft so bleiben. Eine richtungweisende, auf die gesamte Branche wirkende Initiative ist notwendig. Photonik muss ein Schwerpunkt der Innovationspolitik der Bundesregierung bleiben. Photonik ist ein deutsches „Man-to-the-Moon“-Projekt.

Gerade vor dem Hintergrund der aktuellen wirtschaftspolitischen Herausforderungen unterstreicht die deutsche Photonik-Industrie ihre Bereitschaft, das erfolgreiche Public-Private-Partnership-Modell gemeinsam mit der Bundesregierung fortzusetzen, zu investieren und Arbeitsplätze in Deutschland zu schaffen, unser Land fit zu machen für den globalen Wettbewerb und so mitzuhelfen, den Wohlstand in Deutschland langfristig zu sichern.



ÜBER DAS LICHT

PROLOG

Licht ist Blitz und Donner,
funkelt und glitzert,
ist Wunder,
rätselhaft,
ist faszinierend.
Licht ist einzigartig.

Licht bringt Farbe in unsere Welt.
Wo Licht ist, da sind Menschen,
Licht zieht an,
bildet Gemeinschaft.
Licht bedeutet Sicherheit,
ist Kunst.

Am Anfang war das Licht.
Licht hat das Leben auf unserer Erde erst ermöglicht.
Licht ist Energie,
ist unerschöpflich,
schützt die Umwelt.

Mehr als 70 Prozent der Informationen nehmen wir über das Licht auf,
Licht verbindet,
ist Internet.
Licht ist universelles Werkzeug,
bietet Lösungen,
oft die einzige Lösung,
oftmals revolutionär.
Licht ist heute ein 250 Milliarden-Euro-Weltmarkt.

Kein Phänomen hat die Menschheit so fasziniert wie das Licht,
keines hat sich in diesem Maße zu einem Werkzeug entwickelt.
Viele Geheimnisse des Lichts sind entschlüsselt worden,
aber noch viel mehr Rätsel warten auf ihre Lösung.
Erkenntnis hört nie auf,
neues Wissen bedeutet immer neue Fragen.
Nutzen wir die Chancen des Lichts?

Fest steht:
Licht ist Zukunft.

INHALT

6	LÖSUNGEN AUS LICHT — die Chancen der Photonik
8	Produktion und Maschinenbau
12	Life Science und Medizintechnik
16	Kommunikation und Information
20	Energie und Umwelt — Green Photonics
25	LÖSUNGEN AUS LICHT — eine Erfolgsgeschichte für unser Land, heute und morgen
26	Von DFG bis DAX: eine Branche im Aufbruch
29	Photonik — ein deutsches „Man-to-the-Moon“-Projekt

QUELENNACHWEIS:

Der Lenkungskreis „Optische Technologien für das 21. Jahrhundert“ (Hrsg.); Deutsche Agenda Optische Technologien für das 21. Jahrhundert — Potenziale, Trend und Erfordernisse, 2000 // Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (Hrsg.); Förderprogramm Optische Technologien — Made in Germany, 2002 // Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. (BDI), Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA), Fraunhofer Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V. (PhG) (Hrsg.); Intelligenter produzieren, 2005 // European Technology Platform Photonics21 (Hrsg.); Towards a Bright Future for Europe — Strategic Research Agenda in Photonics, 2006 // Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (Hrsg.); Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands, 2006 / European Technology Platform Photonics21/Optech Consulting (Hrsg.); Photonics in Europe — Economic Impact, 2007 / Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (Hrsg.); Optische Technologien — Wirtschaftliche Bedeutung in Deutschland, 2007 / AMA Fachverband für Sensorik e.V., Göttingen / Bundesverband Solarwirtschaft e.V., Berlin / Spectaris, Deutscher Industrieverband für optische, medizinische und mechatronische Technologien e.V., Berlin / Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V., Frankfurt

LÖSUNGEN AUS LICHT

DIE CHANCEN DER PHOTONIK

Die Zukunft des Photons liegt noch vor uns.
Das Photon eröffnet Chancen, die eine
Führungsrolle im Klimaschutz, in Fragen
der Mobilität, der industriellen Produktivität
und der Medizin erst möglich machen.

Unsere Welt befindet sich im Wandel. Eine Führungsrolle im Klimaschutz, in Fragen der Mobilität, in den Technologien für einen modernen Produktionsstandort, in der Informationsgesellschaft oder im Life-Science-Bereich setzt die Beherrschung und Nutzung des Photons zwingend voraus. War das 20. Jahrhundert das Jahrhundert der Elektronik, so wird das 21. Jahrhundert das der Photonik sein.

Das Besondere am Photon liegt in seinen außergewöhnlichen Eigenschaften:

FOKUSSIERBARKEIT:

*Bis auf den millionsten Teil eines Millimeters
(Nanometer)*

LICHTGESCHWINDIGKEIT:

Absolutes Tempolimit im Universum

KÜRZESTE PULSE:

*Bis zu einem milliardsten Teil einer milliardsten Sekunde
(Attosekunde)*

HÖCHSTE LEISTUNGEN:

*Bis zu Milliarden von Megawatt
(Petawatt)*

UNGESTÖRTE ÜBERLAGERUNGSFÄHIGKEIT:

*Bis zu Millionen von Megabit pro Sekunde
(Terabit pro Sekunde)*

Optische Technologien, die Technologien um das Medium Licht, machen diese Eigenschaften nutzbar.

Schon die frühen optischen Instrumente wie Teleskop oder Mikroskop veränderten die Welt. Die Welt wurde durch das Teleskop zu einer Kugel in einem unendlichen Universum. Die Erfindung des Mikroskops war die Geburtsstunde der Mikrobiologie, Bakterien wurden als Erreger von Krankheiten identifiziert und mit dem Penicillin eine neue Klasse von Wirkstoffen entdeckt. Das elektrische Licht löste das Feuer ab. Röntgenstrahlen revolutionierten die Medizintechnik – übrigens erhielt Röntgen den ersten Nobelpreis überhaupt. Für das Licht sollten viele weitere folgen, zuletzt 2005 und 2008. Albert Einstein erhielt den Nobelpreis für die Entdeckung des photoelektrischen Effekts. Die Umwandlung von Licht in Strom findet heute in jeder Solarzelle statt und wird mithelfen, unsere Welt vor der drohenden Klimakatastrophe zu bewahren. Auch der Laser wurde in Stockholm prämiert. 1960, im Jahr seiner Entdeckung noch eine Erfindung auf der Suche nach einer Anwendung, bildet der Laser heute das Rückgrad der modernen Kommunikationsgesellschaft, erobert als Werkzeug die Fabrikhallen und liefert als wissenschaftliches Instrument die Erkenntnisse der heutigen Forschung, so wie seinerzeit Teleskop und Mikroskop.

Durch jahrzehntelange intensive Forschung gebändigt, werden heute die schier unglaublichen Leistungen des Lichts von jedermann genutzt. Meist tun wir dies ganz selbstverständlich, ohne es zu merken oder zu wissen. Und doch liegt die Zukunft des Photons erst noch vor uns. Die Photonik wird künftig auf Augenhöhe mit der Mikroelektronik sein. Die dargestellten Beispiele zeigen Lösungen und geben ein Gefühl für die Zukunft aus Licht.

PRODUKTION UND MASCHINENBAU

Licht gilt als das Werkzeug der Zukunft.
Industrielle Lasertechnik schafft die
Voraussetzung für neue, bessere Produkte
und Verfahren und trägt entscheidend zur
Strahlkraft von „made in Germany“ bei.



Erst zehn bis 20 Prozent der Anwendungen des Photons in Produktion und Maschinenbau sind erschlossen.

Der Laser — das bessere Werkzeug Dem Werkzeug Licht kommt in der modernen Produktion eine Schlüsselrolle zu. Licht ist Energie, ideal für jede Anwendung, Licht ist flexibel, es wirkt auf die Distanz, es verfügt dank seines großen Wellenlängenbereichs über sehr vielfältige physikalische und chemische Wirkungen. Dieses Werkzeug eröffnet Möglichkeiten in der industriellen Fertigung, die mit anderen Mitteln nicht erreichbar sind. Hier gilt mehr denn je: Wer das bessere Werkzeug hat, baut das bessere Produkt.

Lasermaterialbearbeitung, das ist Schweißen, Schneiden, Bohren, Beschriften und Strukturieren mit nie da gewesener Flexibilität, Präzision und Kosteneffizienz.

In vielen Branchen geht der Trend zu einer zunehmenden Miniaturisierung der Produkte. Immer kleinere, kompaktere und leistungsfähigere Produkte erfordern immer neue Fertigungstechnologien. Dieser produktionstechnische Trend ist gekennzeichnet vom Übergang von der klassischen mechanisch und elektronisch orientierten Fertigung hin zu photonisch gestützten Fertigungstechniken.

Nanotechnik ohne Alternative zum Laser Im Nanobereich gibt es längst keine Alternative mehr zum Laser: Elektronik-Chips in der Halbleiterindustrie werden mittels optischer Lithographie hergestellt. „Mit Licht auf Stein schreiben“ bedeutet Photolithographie im eigentlichen Wortsinn. Die Steine sind heute Halbleiterscheiben aus Silizium, auf denen Laser winzige Strukturen schreiben. Ein Transistor ist heute nur noch 45 Nanometer groß, so winzig, dass etwa 2 600 davon auf die Kante eines Blattes Papier passen. Und die nächste Generation kündigt sich schon an. Denn gemäß dem Moore'schen Gesetz verdoppelt sich die Zahl der Transistoren auf einem Chip etwa alle zwei Jahre. Die Folge: immer kleinere Strukturen. Dafür benötigen wir immer bessere optische Verfahren und Laser mit immer kürzeren Wellenlängen.

Photonische Fertigungstechnologien sind die wesentliche Grundlage für die Mikroelektronik auf ihrem Weg zur Nanoelektronik.

Laserpräzision in der Mikrobearbeitung Der Laser als hochpräzises Werkzeug in der Mikrobearbeitung ritzt, schweißt, bohrt kleinste Löcher und trägt hauchdünne Schichten ab. Ob Metalle, Keramik oder andere Materialien: Branchen wie die Halbleiter-, Photovoltaik-, Medizin- oder die Konsumgüterindustrie können nur mit dem Werkzeug Licht ihre Produkte in entsprechender Qualität und Quantität wirtschaftlich herstellen.

Laser bohren beispielsweise im Sekundentakt Tausende Löcher in Produkte der Leiterplattenindustrie oder bei der Durchkontaktierung von Solarzellen. Auch die präziseste Bohrung der Welt ist ein Produkt des Lasers: Gesetzt in 20 Millimeter dicken Stahl, hat sie einen Durchmesser von nur 100 Mikrometer. Derartige Bohrungen, wie beispielsweise in den Schaufeln von Gasturbinen, werden von Luft durchströmt und erzeugen ein schützendes Luftpolster in der heißen Brennkammer. Gasturbinen sind die effizientesten Kraftwerke und helfen, CO₂-Emissionen zu verringern — der Laser ist dabei. Doch es geht noch besser: Laser, die in der Mikrobearbeitung eingesetzt werden, können Pulse von nur zehn Billionstel Sekunden erzeugen. Diese sind so kurz, dass außerhalb des Bearbeitungsvolumens keine Wärme in das Material eindringt — das Licht trägt das Material sozusagen kalt ab. Die Folge: keine Aufschmelzungen, keine Nachbearbeitung, Energie und Kosten werden eingespart. Das Werkzeug Licht stärkt unsere Wettbewerbsfähigkeit.

Laser fest in der Produktion verankert Im Makrobereich, also bei der Herstellung großer Produkte und Bauteile, ist der Laser häufig das Werkzeug der Wahl. Das Schweißen, Schneiden und Beschriften von Getriebekomponenten, Rohren, Blechen, Tiefziehteilen,

DIE DEUTSCHE POSITION

Die Produktion ist ein wichtiger Sektor der deutschen Volkswirtschaft. Deutschland muss Standort für forschungs- und entwicklungsintensive Produkte bleiben. In den Szenarien für eine moderne Produktionstechnologie bildet die Photonik einen festen Bestandteil: Allein sieben der 32 Thesen des BDI zur Forschung für die Zukunft der industriellen Produktion in Deutschland zielen direkt auf den Einsatz Optischer Technologien.

Weil das „Werkzeug Licht“, der Laser, Prozesse und Verfahren automatisiert und flexibilisiert, Qualität steigert und Miniaturisierung ermöglicht, sichern wir nachhaltig die Wettbewerbsfähigkeit des Standorts Deutschland. Lasertechnik schafft die Voraussetzung für neue, bessere Produkte und Verfahren und trägt entscheidend dazu bei, dass „made in Germany“ seine Strahlkraft auch in Zukunft behält.

Deutschland hat sich im Segment Lasertechnik vom

Importeur zum Exporteur entwickelt. Die deutsche Lasertechnik ist weltweit an der Spitze: Jedes vierte Lasersystem weltweit ist „made in Germany“, die Exportquote beträgt 73 Prozent. Und: mehr als zwei Drittel aller Lithographiesysteme kommen aus Europa – mit starker deutscher Beteiligung. Lasersysteme sind inzwischen mit mehr als zehn Prozent des gesamten Umsatzvolumens zu einer wichtigen Säule der deutschen Werkzeugmaschinenhersteller geworden.



Deutschland, das Land des Maschinenbaus, bleibt mit dem Photon der Ausrüster der Welt.

Getrieben und Karosseriekomponenten in der Automobilfertigung mit dem Laser ist fester Bestandteil im Produktionsprozess. Der Laser optimiert Produktionsprozesse, verschiebt die Grenzen der Belastbarkeit und verhilft zu energieeffizienten Konstruktionen. Laserschneidanlagen schneiden Bleche mit Geschwindigkeiten von bis zu 100 Meter pro Minute. Das Einsatzspektrum des Lasers ist immens. Es reicht von der Bewältigung großer Materialmengen bis zum Schneiden hochfester Stähle. Für ein berührungsloses Werkzeug wie den Laser ist Verschleiß dabei kein Thema.

Wachstum mit zweistelligen Raten Der Markt für Lasermaterialbearbeitung wächst dabei mit zweistelligen Raten. Der Grund: erst zehn bis 20 Prozent der Anwendungen sind erschlossen. Und genau dies ist die lasertechnische Herausforderung für die Zukunft.

In der hochautomatisierten Fertigung müssen zur Realisierung von Produktivitätszuwächsen Werkstücke und Fertigungsgruppen immer schneller und gleichzeitig immer genauer positioniert werden. Dies erfordert neben einer präzisen Aktorik auch schnelle optische Sensorik. Die Messung und Erfassung von Positionen, Drehwinkeln, Geschwindigkeiten, Abständen etc. ist ein breiter Einsatzbereich optischer Sensoren und Messsysteme. Dabei kann die optische Sensorik mehr als nur geometrische Größen schnell und berührungsfrei erfassen. In nahezu allen Wirtschaftsbereichen werden optische Verfahren zur schnellen Prozess- und Qualitätskontrolle vieler Parameter verwendet. Optische Verfahren als Arbeitsprinzip für Sensoren und Messsysteme haben viele vormals rein mechanische Verfahren ersetzt oder erstmalig die Messung überhaupt ermöglicht.

Die automatisierte, optische Kontrolle und Erfassung von Produkten, beispielsweise im Rahmen der Qualitätssicherung, aber generell auch zur maschinellen Teileerkennung selbst, nimmt heute schon ei-

nen breiten Raum ein. Dieser Trend wird sich verstärken: Ergebnisse sind etwa Verbesserungen oder komplette Neuansätze bei Beleuchtungssystemen, um schnell und gezielt durch Intensitäts- und Farbwechsel das von der Kamera erfasste Bild anzupassen, sowie Innovationen bei Kamerasystemen und bei schnellen Bildverarbeitungsalgorithmen. Dieses Technologiefeld ermöglicht in Deutschland vor allem auch für den Mittelstand attraktive Geschäftspotenziale.

Losgrößen von eins bis zu einer Million Zur Erschließung des Marktes sind Forschungsarbeiten zu Laserstrahltechnologien und den sich daraus ergebenden Produktionsprozessen erforderlich. Beispielsweise wird die Integration optischer Online-Messtechnik in die Maschine das Prozessverständnis erhöhen, die Entwicklung von Hochleistungsoptiken zur Strahlführung von Lasern wird neue Anwendungsfelder erschließen. Das Ziel: die Null-Fehler-Produktion. Durch die Fusion von Optik und Software gelingt die intelligente Produktion – vom Sehen zum Verstehen. Hierzu ist auch eine enge Vernetzung von Laser und Fertigung notwendig. Entsprechende tief organisierte Innovationsnetzwerke sind in Deutschland bereits entstanden. Auch muss der Laser zunehmend zu einem konventionellen Werkzeug werden, zu sehr ist sein Betrieb heute noch an speziell ausgebildetes Personal gebunden. Licht als Werkzeug der Zukunft ermöglicht dann die wirtschaftliche, flexible Fertigung – Losgrößen von eins bis zu einer Million.



LIFE SCIENCE UND MEDIZINTECHNIK

Optische Technologien begleiten uns seit Jahrhunderten in Forschung und Medizin und haben mehr und mehr zum Verständnis zellulärer Vorgänge beigetragen. Besonders die Errungenschaften der letzten zehn Jahre haben dazu geführt, dass wir heute erstmals Wege sehen, wie wir künftig zelluläre Vorgänge am lebenden Menschen beobachten können. Neue optische Methoden werden uns in die Lage versetzen, einzelne Krebszellen im Körper zu erkennen, zu verfolgen und gezielt zu entfernen. Es wird möglich sein, abnormale Zellen viel früher zu erkennen als bisher und in einem Stadium zu behandeln, das sich einfacher medizinisch handhaben lässt und chirurgische Eingriffe vielfach sogar obsolet machen könnte.

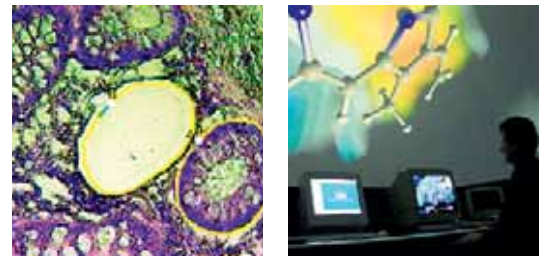
Herausforderung Krankheiten verstehen Täglich sterben in Deutschland 600 Menschen an Krebs, jede Woche wird bei 8 000 Bundesbürgern ein bösartiger Tumor entdeckt. Dies ist auch eine Wahrheit unserer Zeit – und Krebs ist mit seinen gut 200 Arten nur eine kleine Gruppe der 30 000 heute bekannten Krankheiten. Die Herausforderung: zwei Drittel aller Krankheiten, darunter Demenz- und Augenerkrankungen oder Aids, sind heute noch nicht ursächlich behandelbar, viele Krankheiten sind zu unsicher oder zu spät diagnostizierbar, entsprechende Wirkstoffe oder Behandlungsverfahren fehlen. Drei Viertel der Mittel in der globalen Gesundheitsvorsorge werden für die symptomatische Behandlung fortgeschrittener Krankheitsbilder ausgegeben.

Die Zukunft: präventive Medizin Diesen Paradigmenwechsel muss die Life-Science-Forschung leisten mit ihren Einblicken in die Genetik und die komplexe Zellstoffwechselregulation. Zusammengefasst im neuen Forschungsfeld Biophotonik, werden eine Vielzahl optischer Verfahren fundamentale Beiträge zur Lösung dieser Fragestellungen in

Medizin und Lebenswissenschaften leisten. Integraler Bestandteil der Biophotonik werden neuartige Lichtquellen und Detektionsverfahren, Lichtleitertechnologien sowie Mikrosystemtechnik und Nanotechnologie sein. Sie wird außerdem etablierte Technologien wie die Mikroskopie und die Endoskopie einbinden und in neue Anwendungen überführen. Die heute erkennbaren Trends der Biophotonik helfen,

- die Bausteine des Lebens zu erkennen, ihre dynamischen Abläufe zu beobachten, ihre Funktionen und so auch die Entstehung von Krankheiten zu verstehen (Erkenntnis),
- neue hochspezifische, hochempfindliche diagnostische Verfahren bis hin zu Schnelltests für die Arztpraxis zu entwickeln (Diagnostik),
- dieses Wissen zur Wirkstoffentwicklung anzuwenden, das Ausbrechen von Krankheiten zu verhindern, in jedem Fall aber ihre Heilung zu beschleunigen und zu verbessern (Wirkstoffentwicklung/Pharmaka),
- gezielte und schonende Behandlungsmethoden und medizinische Technologien zu entwickeln (moderne Medizintechnik durch Erkennung/Darstellung/Therapie).

Zwei jüngst ausgezeichnete Forschungsarbeiten verdeutlichen, wie das Forschungsfeld Biophotonik die Grenzen des medizinisch Erforschbaren auch in Zukunft verschieben wird und die Vision einer präventiven Medizin unterstützt. Die eine ist der Nobelpreis 2008 für Chemie an drei amerikanische Forscher für die Entdeckung des grünfluoreszierenden Proteins, kurz GFP. Damit wurde die Fortentwicklung eines Verfahrens geehrt, das vor genau hundert Jahren bei Carl Zeiss erschlossen wurde und heute zu einem entscheidenden Werkzeug der Life Science geworden ist: die Fluoreszenzmikroskopie. GFP ist ein biologischer Farbstoff, mit dem die Bausteine des Lebens markiert



Die Herausforderung für die Zukunft: den Blick in die lebende Zelle zu schärfen und das Instrumentarium für neue Erkenntnisse zur Verfügung zu stellen. Das Photon ermöglicht den Paradigmenwechsel hin zu einer präventiven Medizin.

werden können und dann unter Bestrahlung mit Licht unter einem Mikroskop leuchten. Durch dieses gezielte „Anfärben“ können die Bausteine des Lebens in den Zellen beobachtet, im Krankheitsfalle auch ihre Anomalie und die Funktion eines Wirkstoffes untersucht werden. Mit weiteren Fluoreszenzfarbstoffen, immer weiter spezialisierten Lichtquellen und neuen optischen Verfahren gelang es den Medizinern, die Erreger von Krankheiten wie Tuberkulose, Lepra oder Malaria nachzuweisen. Dadurch konnten Therapien oder Impfungen entwickelt werden.

Mit der zweiten, durch den Zukunftspreis 2006 ausgezeichneten Forschungsarbeit konnte die klassische, seit mehr als hundert Jahren gültige Grenze für die Auflösung des Lichtmikroskops unterboten werden. Sie lag bei etwa 200 Nanometern. Zu viel für die Virologie, denn ein einzelnes Grippevirus etwa hat einen Durchmesser von nur 100 Nanometern. Dem Göttinger Professor Stefan Hell ist es gelungen, die Auflösung des Lichtmikroskops bis in den unteren Nanometerbereich zu steigern. Heute erreichen die Forscher fantastische Auflösungen von etwa 20 Nanometern, zunächst nur in fixierten, also nicht vitalen Zellen. Die Herausforderung für die Zukunft: den Blick in die lebende Zelle zu schärfen, das Instrumentarium für neue Erkenntnisse zur Verfügung zu stellen und so mitzuwirken, Krankheiten zu besiegen. Es gilt, die atemberaubenden Fortschritte auf der technischen Seite in praktische Anwendungen in der Medizintechnik zu überführen.

Molekulare Diagnose – vor den Symptomen Die Zukunft der Fluoreszenzmikroskopie ist dabei genauso vielfältig wie das Leben: synthetische Leuchtmarker; die Superhochauflösungsmikroskopie mit Sichtgrenzen bis auf die molekulare Ebene und sicherem Nachweis einzelner Moleküle; die Erschließung immer neuer Anwendungs-

gebiete wie die Beobachtung von Infektionswegen in einzelnen Zellen oder die Visualisierung von Neuronenbahnen im Nervensystem. Heutzutage sind wichtige Krankheitsbilder weder einwandfrei noch rechtzeitig diagnostizierbar, Tumore werden im Röntgenbild erst bei einer Größe von circa 100 Millionen Zellen sichtbar. Die Zukunft der Diagnose basiert zunehmend auf molekularen Methoden. So treten bereits zehn, mitunter bis zu 20 Jahre vor dem heute nachweisbaren Tumorwachstum molekulare Veränderungen in Zellen auf, die bei geeigneten Diagnoseverfahren die Krankheit verraten. Dies bietet die Chance, abnormal veränderte Zellen bereits zu erkennen und zu beeinflussen, bevor sie zu Krebszellen werden.

Mit der durch Fluoreszenzverfahren unterstützten molekularen Bildgebung sollen Tumore künftig in ihrer frühesten Entwicklungsphase erkannt, Krankheiten zielgerichtet und effizient therapiert werden. Dies ist das Potenzial der molekularen Bildgebung: Krankheiten an der Wurzel packen, anstatt Symptome zu lindern. Neue Fluoreszenzmethoden für DNA, RNA und Proteine auf Biochips haben bereits die Forschungsbereiche der Kliniken erreicht und werden zunehmend auch in diagnostische Bereiche vordringen. Zudem zeigen erste Ansätze im Tiermodell das Potenzial für Anwendungen direkt am Patienten: Mittels „leuchtender“ Nanomaterialien, vom Organismus aufgenommen, lassen sich zum Beispiel im Bereich der Koloskopie einzelne Zellen markieren, die dann mittels optischer Methoden erfasst und erfolgreich entfernt werden können. Neben solchen Fluoreszenzmethoden werden auch nicht invasive optische Verfahren erforscht und in der medizinischen Praxis eingesetzt, die eine Bildgebung ohne von außen eingebrachte Farbstoffe erlauben. So hat zum Beispiel die optische Kohärenztomographie die Diagnostik von Augenerkrankungen revolutioniert, die in einer alternden Gesellschaft zunehmend zu Volkskrankheiten werden. →



DIE DEUTSCHE POSITION

Prävention verbessern, Leben retten, Gesundheit erhalten, Lebensqualität verbessern: wir alle werden vom Paradigmenwechsel im Life-Science-Bereich profitieren, von der Behandlung der Symptome von Krankheiten hin zur Prävention. Die Grundlagen dafür werden vor allem beim besseren Verständnis zellulärer Prozesse bis hin zur molekularen Ebene von Lebensvorgängen

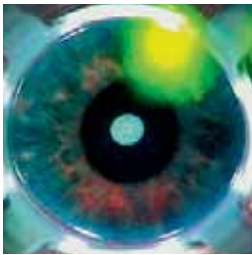
gelegt — auf der methodisch-instrumentellen Seite dieser Grundlagenforschung spielt Deutschland eine weltweit führende Rolle.

Die Biophotonik ermöglicht neue Aspekte einer künftigen „personalisierten“ Medizin. Die wirtschaftliche Bedeutung der Photonik im Bereich Healthcare liegt in der potenziellen Reduktion der Gesundheitskosten (etwa 250 Milliarden Euro pro Jahr allein in Deutschland) um etwa 20 Prozent.

Deutschland, die USA und Großbritannien sind führend bei entsprechenden industriellen Aktivitäten. Bei den Optischen Technologien für die Medizintechnik ist Deutschland weltweit die Nummer zwei, mit einem Marktanteil von 15 und einer Exportquote von knapp 75 Prozent. Aber Wettbewerber in Asien, insbesondere Japan, China, Singapur und Taiwan, holen schnell auf. Es gilt daher, unsere gute Ausgangsposition zu erhalten und auszubauen.



Die Biophotonik wird die Grenzen des medizinisch Erforschbaren auch in Zukunft verschieben.



Kein neues Medikament ohne Photon Auch die Wirkstoffentwicklung wird von Fluoreszenzverfahren fundamental beeinflusst werden. Neue Nanomaterialien sind bereits heute in der Lage, eine zelluläre Wirkung der entwickelten Substanzen aufzuzeigen. Künftig wird es kaum ein Medikament geben, an dessen Entwicklung nicht biophotonische Verfahren entscheidend mitgewirkt haben.

Die Wirkstoffbibliotheken der großen pharmazeutischen Firmen enthalten heute Millionen von Substanzen. Deren Zahl steigt weiter, unter anderem getrieben durch die Genomanalyse, die mögliche Ansatzpunkte für eine gezielte Therapie liefert. Die potenzielle Wirksamkeit muss im Labor getestet werden. Dieser Prozess kann zukünftig nicht mehr per Hand durchgeführt werden. Auf dem Weg zu automatisierter Durchmusterung (High Throughput Screening – HTS) sind in den letzten Jahren große Erfolge erzielt worden. Auf der Basis der Fluoreszenzanalyse werden seit kurzem erste Systeme verwendet, die automatisch bis zu 200 000 Substanzen pro Tag untersuchen. Damit können sowohl die Zeiten für die Durchmusterung wie auch die Kosten drastisch gesenkt werden. Hinzu kommt, dass neue Verfahren für die Anwendung von Medikamenten an Zellen und intakten Organismen die Auswahl der richtigen Substanzen erheblich beschleunigen werden. Bereits heute sind optische Methoden im vorklinischen Stadium der Pharmaforschung dafür verantwortlich, dass viel effektiver nach neuen Substanzen gesucht werden kann. Insgesamt ist eine Reduktion der Medikamentenentwicklungskosten um die Hälfte zu erwarten. Diese betragen derzeit etwa 15 Prozent des gesamten, weltweit etwa 400 Milliarden Euro großen Marktes pharmazeutischer Produkte.

Eine neue Chirurgie Kein Zweifel: Biophotonik und molekulare Diagnostik werden eine neue Ära im Life-Science- und Medizinbereich einleiten. Sie werden auch medizinische Eingriffe grundlegend

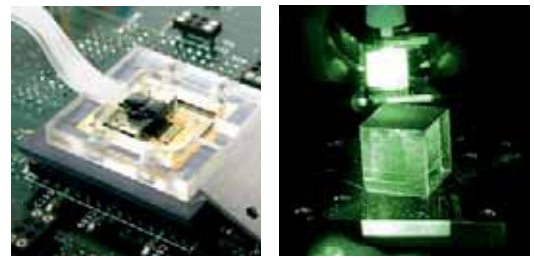
verändern und bereichern. Moderne minimal invasive Operationsmethoden bedienen sich endoskopischer Verfahren, die heute auf visuellen Applikationen basieren. Zukünftig werden die Einführung von Fluoreszenztechniken und der simultane Einsatz zellspezifischer Kontrastmittel den Chirurgen in die Lage versetzen, normales von abnormalem Gewebe direkt vor Ort auf zellulärem Niveau unterscheiden zu können. Schon heute wird Laserstrahlung für die gezielte Behandlung von Geweben eingesetzt. Die Strahlung kann durch Lichtwellenleiter geleitet, lokal präzise, genau dosiert und durch die Wahl der Wellenlängen mit unterschiedlichen Wirkungen zur Gewebebehandlung eingesetzt werden. Anwendungen in der Augenheilkunde wie etwa das „Lasern“ der Netzhaut sind die häufigsten, gefolgt von dermatologischen und chirurgischen Anwendungen. Optische Verfahren für den klinischen Einsatz wie ultrakurze Laserpulse für die Präzisionschirurgie von Auge, Gehirn und Nerven, der therapeutische Einsatz von Lasern in neuen Gebieten wie etwa der Zahnheilkunde werden entwickelt. Die optische Selektion lebender Zellen aus Gewebeverbänden, ihre Beobachtung und Manipulation eröffnen dabei eine völlig neue Option für die Chirurgie und bieten ungeahnte Chancen für die regenerative Medizin. Der Laser findet so seinen neuen Einsatz in der Sichtbarmachung erkrankter Zellen, die dann viel gezielter entfernt werden können, als dies bisher möglich war.



KOMMUNIKATION UND INFORMATION

Kommunikation ist eine Domäne der Photonik. Licht spielt nicht nur in der Telekommunikation eine bedeutende Rolle, sondern zunehmend auch in der Informationstechnik bei kleinen und kleinsten Übertragungstrecken. Nanophotonik und Siliziumphotonik weisen den Weg in die Zukunft.

Die Photonik transportiert
heute schon weit
über 90 Prozent aller
Informationen.



Licht an — Licht aus: der digitale Code jeder Information

Die Multimediagesellschaft ist kein Schlagwort. Wir geben inzwischen für Kommunikation genauso viel Geld aus wie für Lebensmittel. Das Internet wurde zu einer wegweisenden Technologie für die Freizeit, für Handelsunternehmen und im Kampf für Demokratie. Nur mit Licht können wir die Datenmengen bewältigen, die dafür nötig sind. Kommunikation ist eine Domäne der Photonik.

Nur eine Sekunde in zehn Milliarden Jahren geht eine optische Uhr nach — mit einem Laser als Taktgeber. Das ist der Zeittakt, den wir zur Bewältigung der Datenmengen im Internet beherrschen müssen, umgesetzt durch die Lichtblitze von Lasern, die durch Glasfasern rund um die Welt jagen. Licht an — Licht aus: der digitale Code ist zur wichtigsten Sprache der Welt geworden.

Licht beherrscht Datenflut Schon heute gibt es kein Telefongespräch, kein Internet ohne Licht. Derzeit wird die Erde mit Glasfasern mit einer Geschwindigkeit von tausend Meter pro Sekunde vernetzt. Dabei ist das Internet im wahrsten Sinne des Wortes „farbig“: Für die einzelnen Datenkanäle nutzt es das Farbspektrum des Lichts aus, mit einer Kanalbreite von weniger als einem halben Nanometer. Seit nun schon über zehn Jahren wachsen die Übertragungsraten um etwa 50 Prozent pro Jahr an, die Photonik transportiert heute schon weit über 90 Prozent aller Informationen.

In der Visualisierung der Daten stürmt gleich ein ganzes Spektrum neuer Displaytechnologien auf uns ein. LCD-Displays erreichen eine nie da gewesene Brillanz, Informationen werden überall verfügbar und selbst das Buch wird zum E-book. In Zukunft wird nahezu jedes Produkt mit einem Display ausgerüstet sein. Die energiesparende Hinterleuchtung der LCD-Displays erfolgt mithilfe effizienter Halbleitertechnologie, durch die moderne, ultraflache Bild-

schirme realisiert werden können. Das Spektrum reicht dabei von den hauswandgroßen Displays der Großstädte oder Stadien über ultraflache Fernsehgeräte bis hin zu integrierten Bildschirmen in Kameras oder Mobiltelefonen. Das Head-up-Display im Automobil liefert alle relevanten Daten direkt in das Blickfeld des Fahrers. Daten können künftig auch in eine Brille eingespeist oder mit dem handlichen Handybeamer projiziert werden. Das alles ist nur durch die permanente Miniaturisierung optoelektronischer Bauteile wie LEDs oder Laserdioden, hochkomplexe digitale Spiegelsysteme und Optiken realisierbar.

Displays mit organischem Ursprung Der nächste Schritt in die Zukunft sind dann flexible Displays aus organischen Materialien, den OLEDs — Plastikbildschirme. Neben deren Flexibilität ist es zudem möglich, OLEDs transparent zu gestalten, was neuartige Anzeigeelemente ermöglicht. Ein weiterer Vorteil ist ihr geringer Stromverbrauch bei kleinen Spannungen, ein wichtiger Aspekt für mobile Anwendungen, aber auch für den Umweltschutz: Der Energieverbrauch des Internets hat inzwischen die gleiche Größenordnung erreicht wie der des internationalen Flugverkehrs. Hier stehen wir in der Verantwortung. →



Die größte Maschine der Welt, das Internet, wird eine Photonic Engine.

Licht im Web von morgen Das Internet wird nach dem Web 2.0, in dem die Nutzer selbst Inhalte erstellen, in einer weiteren großen Welle unser Leben, unsere Arbeits- und Freizeitwelt nochmals nachhaltig verändern. Das Web 3.0 wird dabei geprägt durch vier Entwicklungen:

1. Das Web wächst ungebrochen weiter

Man rechnet mit einem weltweiten Anstieg der Internetnutzer von etwa einer Milliarde auf über drei Milliarden im Jahr 2020.

2. Das Web wird mobil und überall verfügbar

Im Jahr 2020 werden wir das Web überwiegend über mobile Geräte nutzen. Energiesparende, flexible Bildschirme wie die OLED-Displays unterstützen die mobile Nutzung.

3. Das Web integriert alle Geräte

Nicht nur Handys und PCs, sondern Hausgeräte, Fahrzeuge und Maschinen bis hin zu kleinsten Sensoren werden integriert sein. Die Zahl der vernetzten Geräte steigt in heute kaum vorstellbare Größenordnungen. Die Frage lautet lediglich: Wann erreichen wir die Billion ständig angeschlossener (always on) Geräte?

4. Das Web wird intelligenter

Die Verknüpfung vielfältiger Funktionen einzelner Geräte erlaubt die wirtschaftliche Realisierung neuer Funktionen, die das bereits heute im Web verfügbare Wissen intelligent nutzen. Das Internet der Dinge und der Dienste wird Realität.

Auch wenn wir heute die zukünftigen Lösungen nicht vollständig erfassen können – eines ist sicher: Der Bedarf an Übertragungskapazität

wächst weiter exponentiell. Zur Bewältigung dieser Herausforderung müssen wir auf die Photonik setzen. Die größte Maschine der Welt, das Internet, wird eine Photonic Engine: Im Labor erreichen optische Netzwerke Übertragungsraten im Terabitbereich. Das entspricht einer Datenmenge von 25 DVDs pro Sekunde. Um dieses Potenzial zu nutzen, bedarf es auch der Umrüstung der sogenannten „letzten Meile“ von Kupfer auf Glasfaserverbindungen (Fiber-To-The-Home).

Ideale Symbiose: Photon und Chip Licht spielt aber nicht nur in der Telekommunikation eine bedeutende Rolle, sondern zunehmend auch in der Informationstechnik bei kleinen und kleinsten Übertragungsstrecken. So definiert das elektronische Übersprechen eng gepackter Metallanschlüsse bei der Kommunikation von Chip zu Chip in einem Prozessor bereits heute die Obergrenze der Datengeschwindigkeit, begrenzt die einzelne CPU und hindert ganze Prozessornetze daran, ihr Potenzial zu entfalten. Dieser Flaschenhals wird künftig nur durch eine Konvergenz von photonischen und elektronischen Bauelementen in einer gemeinsamen Aufbautechnik, der Silizium-CMOS-Technologie, behebbar sein. Nanophotonik und Siliziumphotonik schaffen hierzu die Voraussetzungen.



DIE DEUTSCHE POSITION

Der flächendeckende Umbau der kabelgebundenen Telekommunikationsanschlüsse auf Glasfaserverbindungen bis zum Endkunden erzeugt einen sprunghaften Anstieg der Nachfrage nach optischen und optoelektronischen Bauelementen und Modulen.

Um sich langfristig in diesem dynamischen Markt behaupten zu können, ist die Fähigkeit zur kostengünstigen Fertigung wesentlich. Es wird erwartet, dass dieser Kostendruck einer der wichtigsten Treiber der mittel- und langfristigen erwarteten Entwicklung einer integrierten Photonik sein wird – analog dem Übergang von der diskret aus Einzelkomponenten aufgebaut-

ten Elektronik hin zur Mikroelektronik in den siebziger Jahren des 20. Jahrhunderts.

Deutsche Unternehmen haben sich durch ihr exzellentes Know-how und die enge Zusammenarbeit mit international renommierten deutschen Forschungsinstituten in den letzten Jahren eine sehr gute Marktposition erarbeitet, um von dieser ausgehend den Markt für optische Telekommunikation, der allein für glasfasergebundene Zugangsnetze in Deutschland auf mehr als zehn Milliarden Euro geschätzt wird, zu erschließen.

Die Erarbeitung markttauglicher Lösungen für integrierte photonische Systeme bedarf insbesondere auch der Einbindung in einen europäischen Kontext.



ENERGIE UND UMWELT — GREEN PHOTONICS

Der weltweite Ausstoß des Treibhausgases Kohlendioxid hat in den vergangenen Jahren drastisch zugenommen. Trotz des Klimaabkommens von Kyoto erreichte der CO₂-Ausstoß in 2007 den Rekordwert von zehn Milliarden Tonnen. Sicher benötigt die Welt einen wirkungsvollen Klimapakt, sie benötigt aber auch Technologien, die — bei weltweit weiter steigendem Bedarf an Energie — den Schutz von Klima und Umwelt ermöglichen. Gleichzeitig muss Energie bezahlbar bleiben. Dieser Punkt ist von vitaler Bedeutung für unseren Wirtschaftsstandort.

Zur Energieeinsparung und damit CO₂-Reduzierung müssen zwei große Hebel in Bewegung gesetzt werden: effiziente Nutzung und effiziente Erzeugung von Energie. Die Photonik liefert hier mit den Technologien zur energiesparenden Erzeugung von Licht und zur effizienten Nutzung der Sonnenenergie wichtige Beiträge. Und mit der vollen Bandbreite einer Schlüsseltechnologie wird sie zunehmend auch zu einer Grundlage für weitere Bereiche wie Ernährung, Mobilität und Sicherheit: Green Photonics hilft, unsere Zukunft zu gestalten.

Licht ist Umweltthema Licht bestimmt unser tägliches Leben im privaten Lebensbereich, am Arbeitsplatz und im Verkehr. Natürliches Licht machte das Leben möglich, doch erst das künstliche Licht ermöglichte unsere moderne arbeitsteilige Industriegesellschaft, erst das künstliche Licht gab den Menschen die Gelegenheit, kulturelle und künstlerische Werke zu schaffen. Der Erfolg des elektrischen Lichts durch Glühlampe und Leuchtstoffröhre war umfassend, Licht wurde für jedermann verfügbar. Heute leuchtet die Erde durch das künstliche Licht des Menschen — Beleuchtung hat für uns inzwischen die gleiche Bedeutung wie Luft und Wasser. Die Kehrseite: rund 20 Prozent der elektrischen Energie verbraucht der Mensch allein für die Beleuchtung. Die Glühlampe, die Revolution von einst, hat ein

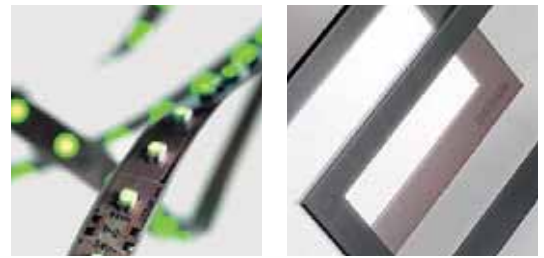
Problem: Nur etwa drei bis fünf Prozent der elektrischen Energie werden in Licht umgewandelt, der Rest verpufft als Wärme. Die Glühlampe ist zu einem beherrschenden Umweltthema geworden.

Revolution der Lichttechnik Die Europäische Kommission startet das schrittweise Verbot der Glühlampen ab 2009. Der Austausch der weltweit etwa acht Milliarden Glühlampen durch Energiesparlampen und zunehmend durch moderne, energieeffiziente Halbleiterbeleuchtung ist dringend geboten. Anders als in anderen Technologiefeldern ist dieser Schritt möglich, weil mit der Energiesparlampe bereits eine sehr effiziente Alternative zur Verfügung steht. Mit den neuen Halbleiterlichtquellen aber wird eine Revolution in der Lichttechnik ausgelöst werden.

Energieeffizienz via Halbleiterlicht Halbleiterlichtquellen — LEDs (lichtemittierende Dioden) und organische LEDs (OLEDs) — kombinieren wie keine andere Lichtquelle zuvor die technischen Erfordernisse unserer Zeit: hohe Energieeffizienz, große Farbvielfalt, Stabilität, lange Lebensdauer, Brillanz und völlig neue Designmöglichkeiten. Ihr Siegeszug bedarf zwar noch erheblicher Forschung, wird jedoch nicht aufzuhalten sein.

Besonders wichtig für den Einsatz in der Allgemeinbeleuchtung ist die weiße LED. Ihre Lichtleistung verdoppelt sich derzeit circa alle drei Jahre. Eine Lichtausbeute von bis zu 200 Lumen pro Watt erscheint zukünftig erreichbar. Das Fernziel der Entwickler liegt bei 60 Prozent Effizienz. Damit kann die LED mit ihren Vorteilen alle existierenden Lichtquellen überflügeln. →

Der Triumphzug von LED und OLED kann maßgeblich in Deutschland und Europa stattfinden, zur Standortsicherung beitragen, Arbeitsplätze schaffen und einen Beitrag zum Umweltschutz leisten.



Neue Lichtmärkte entstehen Die großen Einsatzgebiete der Hochleistungs-LEDs sind heute noch kaum erschlossen. Noch in 2005 wurde etwa die Hälfte aller LEDs nur im Handy eingesetzt. Ähnlich zur Elektronik vor über 30 Jahren kündigt sich nun in der Allgemeinbeleuchtung der Paradigmenwechsel von den Glüh- und Entladungslampen zum Halbleiterlicht an. Umrüstungen von Gebäuden, Straßen und Verkehrsanlagen amortisieren sich durch Einsparungen bei Wartung und Energiekosten. Im bundesdeutschen Strommix bedeutet die Einsparung jeder Kilowattstunde Strom eine CO₂-Reduktion um 600 Gramm. Mit dem Ersatz der 3,5 Milliarden Glühlampen in der EU können wir den CO₂-Ausstoß um 15 Millionen Tonnen pro Jahr senken. Aber die LED ist mehr als nur eine hocheffiziente Lichtquelle. Sie stellt insbesondere auch eine Lichtquelle von hoher Qualität dar, die variabel in ihrer spektralen Zusammensetzung ist und durch intelligente Ansteuerung an jede Umgebungslightsituation angepasst werden kann – die Architektur des Lichtes bekommt völlig neue Impulse. Das Licht aus Halbleitern wird zum „Wohlfühllicht“ und passt sich dem menschlichen Lebens- und Arbeitsrhythmus an.

LEDs können geradezu ideal mit Lichtmanagementsystemen kombiniert werden, die die Lichtmenge und -farbe je nach Tageslichtsituation und Anwesenheit von Personen steuern können. Hier liegt zusätzlich ein enormes Einsparpotenzial, das insbesondere in kommerziellen Gebäuden genutzt werden könnte, in denen circa 25 Prozent der Energie für Beleuchtung aufgewendet werden. Durch die Integration der Lichtsysteme in eine Gebäudesteuerung, die Licht, Beschattung der Fenster, Klimatisierung und Lüftung in intelligenter Weise kombiniert, lassen sich weitere Einsparungen realisieren. Die dazu notwendige Erkennung der Raumnutzung beruht wiederum vorrangig auf photonischen Sensor- und Bilderkennungssystemen.

Auch für die Automobilindustrie bieten neue LED-Systeme ein enormes Innovationspotenzial. Kamera- oder sensorunterstützt – intelligente Beleuchtungssysteme sehen tiefer in die Nacht, reagieren intelligent auf Kurvenfahrten, führen das Licht mit oder passen die Beleuchtungsstärke gezielt an die Verkehrs- und Wettersituation an. Die Vision des völlig blendfreien Fernlichts als Teil eines integralen Fahrzeugsicherheitskonzepts wird greifbar. Das EU-Ziel der Halbierung der Zahl der Verkehrstoten wird wirksam unterstützt. Der Audi R8 war das erste Serienfahrzeug der Welt mit voll ausgestatteten LED-Scheinwerfern.

Licht der Zukunft mit neuen Materialien Bis 2025, so die Erwartung der Analysten, wird jede dritte Lichtquelle eine LED sein. Hierdurch wird der Stromverbrauch weltweit um zehn Prozent gesenkt. Und die Zukunft geht unaufhaltsam weiter. LEDs aus organischen Halbleitermaterialien, sogenannte OLEDs, stellen eine völlig neue Art des Lichtes dar. Es sind flächige, diffuse Lichtquellen, womit sie die perfekte Ergänzung zu den LED-Punktlichtquellen darstellen. Die OLEDs bieten eine ganze Reihe von Vorteilen: große Helligkeit, geringes Gewicht und Volumen, potenziell einfache Herstellungsverfahren, eine große Farbvariabilität und einen geringen Energieverbrauch. Am auffälligsten ist jedoch: sie sind flexibel, transparent und großflächig realisierbar.

Leuchtende Tapeten Neben völlig neuartigen Beleuchtungsanwendungen reicht die Vision organische LED bis hin zu leuchtenden Tapeten. So könnten transparente Lichtfolien auf Basis von OLEDs künftig in Glasscheiben eingesetzt werden. Auch eine Kombination mit der organischen Photovoltaik ist denkbar: tagsüber Fenster und Solarzelle, abends Lichtquelle. Die OLED wird die Beleuchtung revolutionieren. →



DIE DEUTSCHE POSITION

LED und OLED werden die Lichtquellen der Zukunft. Und Deutschland als eine der führenden Lichtnationen will und muss dabei voranschreiten. Im Beleuchtungsmarkt gehört Osram neben General Electric (USA) und Philips (NL, mit starkem Entwicklungsschwerpunkt in Deutschland) zu den Weltmarktführern. OSRAM Opto Semiconductors ist der zweitgrößte Hersteller optoelektronischer Halbleiter hinter Weltmarktführer Nichia (J). Um unsere Position am Markt im Wettstreit mit asiatischen und amerikanischen Wettbewerbern zu behaupten, sind erhebliche Forschungsanstrengungen und Investitionen zu leisten.

Mit dieser Entwicklung gehen weitere Paradigmenwechsel einher: Halbleiterhersteller werden potenzielle Lichtanbieter; Chemiekonzerne wie die BASF oder Merck entwickeln und liefern die Materialien für das neue Licht. Gleichzeitig ändern sich Geschäftsmodelle: Lichtanbieter verkaufen „Lichtpakete“, rüsten Gebäude und Straßen aus, übernehmen Wartung und Betrieb. Ein neuer Markt für Lichtversorger entsteht – „light contracting“.

Der Triumphzug von LED und OLED kann maßgeblich in Deutschland und Europa stattfinden, zur Standortsicherung beitragen, Arbeitsplätze schaffen und einen Beitrag zum Umweltschutz leisten – Deutschland wird Effizienzweltmeister.

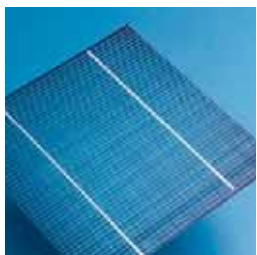


DIE DEUTSCHE POSITION

Das Technologieszenario der Photovoltaik verspricht neben dem Konsumernutzen einen tragfähigen Energiebeitrag. Aus deutscher Sicht besonders vorteilhaft ist die führende Position deutscher Unternehmen und Forschungsstätten bei organischen Halbleitern und in der Nanophotonik, sodass sich der Boom der

deutschen Photovoltaik-Branche mit ihren rund 10 000 Unternehmen (inkl. Handwerk und Zulieferer) bei einem Umsatz von heute circa sieben Milliarden Euro in den nächsten Jahren fortsetzen und sogar beschleunigen kann. Für 2020 erwarten die Unternehmen einen Umsatz von 20 Milliarden Euro. Der Markt für organische

Elektronik wird sich bis zum Jahr 2015 verzehnfachen. Treiber sind hier organische Leuchtdioden und die organische Photovoltaik. Organische Elektronik und Photonik sind ein Technologietrend von morgen, für den deutsche Unternehmen und Forschungsstätten dank gemeinsamer Forschungsanstrengungen gut gerüstet sind.



Das Forschungsziel der Photovoltaik: den Wirkungsgrad steigern, Kosten senken. Deutschland als eine der führenden Nationen der Optischen Technologien will und muss dabei voranschreiten.

Photovoltaik Die direkte Umwandlung von Licht in elektrische Energie hat in den letzten Jahren einen enormen Aufschwung erfahren. Das technologische Herzstück dabei, das Solarzellenbauelement, beruht auf dem photovoltaischen Effekt, bei dem die einfallenden Photonen freie Ladungsträger erzeugen. Solarzellensysteme gibt es in allen denkbaren Leistungsklassen. Kleinstsysteme gelangen in Taschenrechnern und Uhren zum Einsatz, im Kilowattbereich können Häuser mit Strom versorgt werden, und zu großen Solarfeldern zusammengestellt, dringen Solarzellen auch in den Megawattbereich vor.

In Deutschland ist die Sonnenstrahlung zwar nicht so üppig wie in südlichen Ländern, doch die photovoltaische Anwendung lohnt sich auch in unseren Breiten. Die auf einen Quadratmeter einfallende Strahlungsenergie beträgt etwa tausend Kilowattstunden jährlich. Auch an geeigneten Flächen herrscht in Deutschland kein Mangel: Auf tausend Quadratkilometer Dachflächen, Fassaden oder Lärmschutzwällen könnten etwa 135 Terawattstunden pro Jahr erzeugt werden.

Neue Fertigungstechnologien Die globale Solarzellproduktion wuchs 2007 um 68 Prozent und erreichte insgesamt vier Gigawatt solarer Spitzenleistung. Dabei dominieren kristalline Siliziumzellen mit einem Marktanteil von etwa 90 Prozent. Diese Siliziumtechnologie wird auch noch einige Zeit die führende Rolle in der Solartechnik spielen, aber die Zellen der Zukunft werden neue Konzepte haben und durch alternative Technologien ergänzt wie durch Verwendung neuer Materialien oder durch Dünnschichttechnologien. Eine weitere Technologieklasse findet sich in der sogenannten konzentrierenden Photovoltaik, bei der mittels abbildender Optik das Sonnenlicht bis zu tausendfach gebündelt wird und dann auf kleine Solarzellen fällt. Mit dieser Technologie ist ein Wirkungsgrad von über 40 Prozent im Labor bereits nachgewiesen worden. Die aktuellen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten

bei allen Technologien haben das Ziel, den Wirkungsgrad weiter zu steigern und dabei gleichzeitig die Kosten für den Solarstrom auf das Niveau der für konventionellen Strom zu reduzieren. Ein Weg, dieses Ziel zu erreichen, ist der Ansatz, deutlich dünnere Solarzellen herzustellen. Dazu bedarf es auch neuer Fertigungstechnologien unter Verwendung von Laserverfahren. Der Einsatz des Lasers revolutioniert etwa die Kontaktierung der Zellen mit zigtausend feinsten Kontaktpunkten auf der Zellenrückseite und ermöglicht die Strukturierung und selektive Dotierung von Dünnschichtmodulen.

Zellen der Zukunft Ein weiterer Forschungsansatz ist der Einsatz neuer Materialien. Hier besitzen organische Halbleiter ein großes Potenzial. Mit Zellen aus organischen Materialien wurde jüngst eine zu den organischen LEDs analoge Entwicklung angestoßen, die organische Photovoltaik (OPV). Zurzeit befindet sich die OPV neben den oben genannten Technologien noch eher in einem Nischenbereich, doch sie bietet deutliche Vorteile, die es erlauben, organische Solarzellen wettbewerbsfähig zu machen, und die bei Verwendung flexibler Substrate auch neue Anwendungen ermöglichen:

- **PHOTOVOLTAIK VON DER ROLLE:** Solarzellen können großflächig hergestellt und in Consumer Goods eingearbeitet werden.
- **TRANSPARENTE PHOTOVOLTAIK:** Besonnte Fenster werden zu Solarzellen, Solarfolien werden auf beliebige Flächen aufgebracht.
- **INTEGRIERTE PHOTOVOLTAIK:** Elektronische Geräte können mit einer eigenen leichtgewichtigen Stromversorgung ausgestattet werden.



LÖSUNGEN AUS LICHT

EINE ERFOLGSGESCHICHTE FÜR UNSER LAND, HEUTE UND MORGEN

VON DFG BIS DAX: EINE BRANCHE IM AUFBRUCH

Der gegenwärtige Erfolg deutscher Unternehmen in den Optischen Technologien wurzelt in einem fast beispiellos engen Schulterschluss von Wirtschaft und Wissenschaft. Die Chancen, diesen Erfolg auf Jahre hinaus fortzuschreiben, stehen hervorragend.



Die Bilanz ist beeindruckend. Optische Technologien verleihen dem internationalen Ansehen des Wirtschafts- und Forschungsstandorts Deutschland Glanz.

Wirtschaftsdaten der Branche Geboren aus einer Traditionsbranche, fallen die Optischen Technologien in Forschung und Industrie auf fruchtbaren Boden und befördern die Stärken unserer Wirtschaft. Unter den Akteuren befinden sich solche mit langer Tradition wie Schott, Carl Zeiss und Jenoptik und Weltmarktführer wie Trumpf und Osram. Dabei sind 85 Prozent dieser Unternehmen kleine und mittelständische Betriebe.

Unternehmen der Optischen Technologien erzielten im Jahr 2005 am Standort Deutschland einen Umsatz von circa 16,3 Milliarden Euro. In den Export gingen 65 Prozent, in einigen Bereichen über 80 Prozent. Deutschland hat in diesem Bereich in Europa einen Marktanteil von fast 40 Prozent, der Anteil am Weltmarkt beträgt etwa acht Prozent. Zum Vergleich: der europäische Anteil liegt bei etwa 19 Prozent, Nordamerika hält 15, Japan 32, Korea 12, Taiwan 11 und andere Länder inklusive China 11 Prozent. Bis zum Jahr 2015 erwartet die Branche weltweit ein durchschnittliches Wachstum von 7,6 Prozent pro Jahr, das sie in Deutschland noch übertreffen will. Der Grund: deutsche Unternehmen sind in Märkten aktiv, die in den nächsten Jahren überdurchschnittlich wachsen werden – allen voran Beleuchtung und Energie, Produktion und optische Komponenten für die Kommunikation.

Für den Arbeitsmarkt folgt daraus, dass die Hersteller eine Zunahme der Beschäftigung am Standort Deutschland um 40 000 auf mehr als 140 000 Personen im Jahr 2015 erwarten. Wegen des mit 21 Prozent hohen Anteils von Beschäftigten mit Hoch- oder Fachhochschulausbildung werden neben gut ausgebildeten Fachkräften insbesondere auch Hochschulabsolventen gesucht.

Mannschaftsspiel Forschung und Innovation Erstmals tritt dieses Technologiefeld in weiten Bereichen einheitlich auf. Eine Fachcommunity und regionale Netzwerke haben sich herausgebildet,

Institute, kleine und große Unternehmen arbeiten interdisziplinär zusammen – ein Schulterschluss von Deutscher Forschungsgemeinschaft DFG bis DAX. Das gemeinsame Engagement von Wirtschaft, Wissenschaft und Staat, das gemeinsame Hinwirken auf das strategische Ziel, in Deutschland mit den Optischen Technologien in der ersten Liga mitzuspielen und hierdurch den Wirtschaftsstandort Deutschland zu stärken, haben diesen Erfolg möglich gemacht.

Forschung und Innovation sind immer ein Mannschaftsspiel. In diesem Spiel müssen alle Positionen gut besetzt sein, angefangen bei der Modellierung, bei den Materialien, über Komponenten bis zum System und schließlich bis zum Anwender. Die Mannschaften stehen dabei im Wettbewerb der Innovationsliga um die besten Ideen und Lösungen, national und international.

Forschung und Innovation bedingen immer auch hohe Investitionen, brauchen immer auch Förderung, um frühzeitig – weit im Vorfeld eines Marktes – neue Technologien zu erschließen. Im Jahr 2005 betragen die Aufwendungen der Unternehmen der Photonik-Branche für Forschung und Entwicklung in Deutschland circa 1,6 Milliarden Euro. Dies entspricht einer F&E-Quote von etwa zehn Prozent.

Dieses Engagement wurde durch das BMBF-Förderprogramm „Optische Technologien – made in Germany“ unterstützt. Im Rahmen der Projektförderung, angelegt in Forschungsverbänden von Unternehmen und Instituten, arbeitet die Branche an gemeinsamen Forschungszielen. In den Optischen Technologien wurden seit dem Programmstart im Jahr 2002 circa 100 dieser Verbände gebildet mit über 750 Partnern. Großunternehmen (29 Prozent), der Mittelstand (37) und Forschungseinrichtungen (34) arbeiten dabei Hand in Hand zusammen.

In diesem Rahmen wurden auch drei strategische Partnerschaften für den Standort Deutschland initiiert: zu den organischen LEDs, zur organischen Photovoltaik und zur molekularen Bildgebung. Allein in

Deutschland hat heute eine weltweit sichtbare Exzellenz auf dem Gebiet der Photonik erreicht. Kaum eine andere Hightechbranche hält Weltmarktanteile in Menge und Qualität für die Sicherung der Beschäftigung so stabil.

diesen Innovationsallianzen engagiert sich die Wirtschaft über einen Zeitraum von zehn Jahren mit circa 1,5 Milliarden Euro. Ein aktuelles Highlight ist der Spitzencluster „Forum Organic Electronics“ in der Metropolregion Rhein-Neckar. Derartige Erfolge waren nur möglich, weil die wissenschaftliche und wirtschaftliche Basis in Deutschland über viele Jahre hinweg systematisch aufgebaut wurde. Dieser Prozess muss fortgesetzt werden.

Deutschland hat heute eine weltweit sichtbare Exzellenz auf dem Gebiet der Photonik erreicht — eindrucksvoll belegt durch zahlreiche hochrangige Preise und Auszeichnungen. Beispiele der letzten Jahre sind:

- PHYSIK-NOBELPREIS 2005: Prof. Dr. Theodor W. Hänsch, Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Garching
- INNOVATIONSPREIS der deutschen Wirtschaft 2005: Leica Microsystems CMS GmbH, Wetzlar
- DEUTSCHER ZUKUNFTSPREIS des Bundespräsidenten 2006: Prof. Dr. Stefan W. Hell, Max-Planck-Institut für Biophysikalische Chemie, Göttingen
- INNOVATIONSPREIS der deutschen Wirtschaft 2006: Carl Zeiss SMT AG, Oberkochen
- DEUTSCHER ZUKUNFTSPREIS des Bundespräsidenten 2007: Dr. Klaus Streubel, Dr. Stefan Illek, Osram Opto Semiconductors GmbH, Regensburg; Dr. Andreas Bräuer, Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik, Jena
- INNOVATIONSPREIS der deutschen Wirtschaft 2007: LIMO Mikrooptik GmbH, Dortmund
- DEUTSCHER NACHHALTIGKEITSPREIS 2008: Martin Goetzler, Osram GmbH, München

Darüber hinaus ist es gelungen, in München, mitten in Europa, die Welt-Leitmesse „LASER. World of Photonics“ zu etablieren. Über tausend ausstellende Unternehmen und über 27 000 Fachbesucher aus aller Welt sowie der neu geschaffene „World of Photonic“-Kongress unterstreichen die weltweite Bedeutung des Messeplatzes und der Photonik.

Die Branche formiert sich auch in Europa Im Dezember 2005 wurde — unter starker deutscher Mitwirkung — die europäische Technologieplattform „Photonics21“ gegründet, in der sich heute mehr als 1 200 Partner aus Wirtschaft und Wissenschaft aus 35 europäischen Ländern engagieren. Auch dies zeigt: die Optischen Technologien sind auf dem Weg zu einem erneuten Aufbruch.

In einem gemeinsamen Handeln stellen sich die Akteure auch der Herausforderung, den Nachwuchs zu sichern — mit Gemeinschaftsinitiativen von der Grundschule bis zur Universität. Die Wanderausstellung „Faszination Licht“ hat in Deutschland bislang etwa 500 000 Besucher erreicht. An den Hochschulen bieten über 200 Lehrstühle der Optischen Technologien mehr als tausend Lehrveranstaltungen pro Jahr an. Jüngst wurden in Jena und Karlsruhe im Rahmen einer Public-Private-Partnership mithilfe der Industrie internationale Masterstudiengänge für Photonik eingerichtet. Die Akteure unterstützen auch die Initiative „Die Innovationsliga“: Bis 2010 wollen Unternehmen und Forschungseinrichtungen der Optischen Technologien tausend Partnerschaften und gemeinsame Aktivitäten mit Schulen eingehen. Die Branche ist bereit, ihren Beitrag zu leisten.

Es liegt auf der Hand: Optische Technologien sind auf dem Vormarsch, die Branche formiert sich. Dieser Weg soll konsequent fortgesetzt werden. Dafür müssen wir die Kräfte von Wirtschaft, Wissenschaft und Politik in einer nationalen Anstrengung bündeln. In Amerika würde man dies mit Stolz ein „Man-to-the-Moon“-Projekt nennen.



DIE DEUTSCHE POSITION

Die Bilanz ist beeindruckend. Vor nunmehr fast zehn Jahren wurde mit einem in Deutschland einmaligen, industriegeführten Strategieprozess das Zeitalter der Optischen Technologien eingeläutet. Viele hundert Akteure aus allen Bereichen des bis dahin fragmentierten Technologiefelds wirkten dabei mit. In einer gemeinsamen Anstrengung wurden die Empfehlungen des Strategieprozesses durch Wirtschaft, Wissenschaft und Politik umgesetzt. Das Ergebnis

belegt: es war der richtige Weg. Heute sind die Optischen Technologien eines der innovativsten Technologie- und Wirtschaftsfelder in Deutschland.

Mit den bisherigen Aktivitäten ist es gelungen, dem Wirtschaftsstandort Deutschland mit dem Photon einen der entscheidenden neuen Innovationstreiber zur Verfügung zu stellen, eine Community von der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG bis zu den Top-30-börsennotierten Unternehmen im DAX ins Leben zu rufen

und sie ausgezeichnet zu vernetzen – eine Community, die sich nun zu einer Branche formiert. Es gelang, einen weltweit anerkannten Hightech-Messeplatz aufzubauen, zahlreiche hochrangige Preise und Auszeichnungen für die Photonik zu gewinnen und so Deutschland eine weltweit sichtbare Exzellenz in der Photonik zu bescheinigen. Optische Technologien werden insgesamt dem internationalen Ansehen des Wirtschafts- und Forschungsstandorts Deutschland Glanz verleihen.



PHOTONIK — EIN DEUTSCHES „MAN-TO-THE- MOON“-PROJEKT

Die Regierung Kennedy verwandelte den
Zukunftstraum Raumfahrt in ein nationales Projekt.
Der anschließende technologische und wirtschaftliche
Aufbruch sicherte den USA über Jahrzehnte
ihre technologische Spitzenstellung.
In der Photonik kann uns das Gleiche gelingen.



Für den Hightechstandort Deutschland ist das Zeitalter des Photons eine große Chance.

Spitzenpositionen müssen immer wieder neu bewiesen werden. Dies gilt insbesondere für derart an Dynamik gewinnende und im globalen Innovationswettbewerb umworbene Hightechfelder wie die Photonik. Sie bietet neue, teilweise sogar revolutionäre Lösungen und Möglichkeiten. Sie stellt uns gleichzeitig vor große Herausforderungen. Es geht um Deutschlands Rolle als eine der weltweit führenden Technologenationen und um das wissenschaftliche, technologische und wirtschaftliche Potenzial in Deutschland zur Lösung der drängenden Fragen in allen wichtigen Feldern unserer modernen Gesellschaft.

In der Produktion müssen wir Laser und Fertigung vernetzen. Neue optische Materialien und Technologien ermöglichen den Wandel von diskreten zu integrierten optischen Systemen. Das Ziel: moderne, flexible und leistungsfähige Produktionsverfahren mit wirtschaftlicher Fertigung bei Losgrößen von eins bis zu einer Million. Die Fusion von Optik und Software ermöglicht intelligente Lösungen: vom Sehen zum Verstehen – nicht Qualität sichern, sondern Qualität fertigen.

Im Life-Science-Bereich müssen wir den Paradigmenwechsel von der Behandlung der Symptome hin zur Prävention von Krankheiten meistern. Zukünftige regenerative medizinische Ansätze verlangen neue Verfahren zur Beobachtung und Manipulation lebender Zellen und ihrer Substrukturen bis zum molekularen Level. In-vivo-Verfahren sind der nächste Schritt – mit der Biophotonik werden wir den Weg in die Kliniken gehen.

In der Kommunikation benötigen wir die photonische Halbleitertechnologie zur Beherrschung des Internets. Das Ziel: die Konvergenz von photonischen und elektronischen Bauelementen in einer gemeinsamen Aufbautechnik, der Silizium-CMOS-Technologie. Hier können wir verlorenes Terrain in der Kommunikationstechnik für Deutschland und Europa zurückgewinnen. Bei Energie und Beleuchtung müssen wir neue Anwendungen und gänzlich neue Felder

wie die organische Photovoltaik und die organische Elektronik erschließen. LED und organische LED müssen zum Leitprodukt für die Beleuchtung werden. Die Verschmelzung von Beleuchtung und Energieversorgung ist eine große wissenschaftliche Herausforderung. Sie erfordert zudem strukturelle Veränderungen: Neue Technologien, neue Kooperationsstrukturen und neue Geschäftsmodelle führen zu einer Neustrukturierung des Marktes. Dem wollen wir uns stellen, den Prozess aktiv gestalten.

Die Stärke der Photonik bei Analytik und Sensorik müssen wir in Marktpositionen umwandeln. Das Ziel: neue Lösungen für die Umwelttechnik – „Green Photonics“ muss ein deutscher Exportschlager werden.

Um die Herausforderungen zu bewältigen und die Chancen der Photonik in Deutschland zu nutzen, müssen wir investieren – in Köpfe, Forschung und Entwicklung und Strukturen. Wirtschaft, Wissenschaft und Politik müssen gemeinsam voranschreiten. Photonik ist ein deutsches „Man-to-the-Moon“-Projekt.

Hightechstandort Deutschland Das Zeitalter des Photons ist eine große Chance für den Hightechstandort Deutschland. Um Innovationspotenziale und den Forschungsbedarf zu ermitteln, um Innovationsprozesse noch effizienter zu gestalten und die Interaktion von Wirtschaft und Wissenschaft zu stärken, soll der weitere Weg dorthin in einem zweiten, die ganze Branche umfassenden, industriegeführten Strategieprozess in 2010 erarbeitet werden. Die Ergebnisse sollen der Bundesregierung als Report überreicht werden.

DEUTSCHLAND IST REIF FÜR DAS PROJEKT PHOTONIK 2020



Das vorliegende Memorandum ist das Ergebnis der Initiative Photonik 2020, zu der sich führende Repräsentanten der deutschen Wirtschaft und Wissenschaft zusammengeschlossen haben, um die Zukunft der Optischen Technologien in Deutschland zu gestalten. Die Initiatoren stehen dabei in ständigem Austausch mit allen relevanten Organisationen und Verbänden der Optischen Technologien in Deutschland.

Mit diesem Memorandum soll ein Prozess in Wirtschaft, Wissenschaft und Politik angeregt werden, der die Optischen Technologien nach dem ersten Strategieprozess aus den Jahren 1999 und 2000 zu neuen Ufern führt. Es gilt, die Wege zur Entwicklung und Nutzung der Photonik in Deutschland aufzuzeigen. Unser Ziel ist es, eine gemeinsame strategische Zielsetzung der deutschen Photonik-Branche zu erarbeiten.

Gerade vor dem Hintergrund der aktuellen wirtschaftspolitischen Herausforderungen unterstreicht die deutsche Photonik-Industrie ihre Bereitschaft, das erfolgreiche Public-Private-Partnership-Modell gemeinsam mit der Bundesregierung fortzusetzen, zu investieren und Arbeitsplätze in Deutschland zu schaffen. So können wir unser Land fit machen für den globalen Wettbewerb und mithelfen, den Wohlstand in Deutschland langfristig zu sichern.



