

Das Magazin von Carl Zeiss

Ausgabe 20
8/2008

Innovation

Immer kleiner: Optische Lithographie

Fensterglanz: Große Fenster mit kleinen Sprüngen

Natur pur: Das große Krabbeln



Wafer aus Silizium sind das Ausgangsmaterial für die Chipherstellung. Als Systemintegrator entwickelt und baut ASML mit den Optiken von Carl Zeiss die Maschinen, mit denen die Schaltkreisstrukturen der Chips auf die Wafer projiziert werden. Die Photolithographie spielt für die Produktion von Mikrochips eine Schlüsselrolle. Bei der Lithographieoptik ist Carl Zeiss Innovationsführer.

Editorial

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

vielleicht sitzen Sie gerade im Zug oder warten am Flughafen auf den Flieger während Sie die Online-Ausgabe dieses Magazins lesen. Eine Vorstellung, die vor zehn Jahren noch für Erstaunen gesorgt hätte. Heute aber sind das Internet, schnelle Rechner und eine Reihe von Smartphones, Handhelds und andere immer kleinere mobile Geräte selbstverständlicher Teil unseres Alltags.

Diesen Alltag konnte sich Gordon Moore, der Mitbegründer von Intel, 1965 kaum vorstellen. In diesem Jahr aber sagte er vorher, dass sich die Zahl der Transistoren auf einem Chip etwa alle zwei Jahre verdoppeln wird, die Chips also kleiner, schneller und leistungsfähiger werden. Dieses Mooresche Gesetz gilt bis heute. Auch, weil Carl Zeiss und sein Partner ASML täglich größte Anstrengungen unternehmen, die Transistoren auf den Chips tatsächlich immer kleiner werden zu lassen. Dass unseren Entwicklern und Projektmitarbeitern dafür die öffentliche Aufmerksamkeit des Innovationspreises der deutschen Wirtschaft zuteil wurde, motiviert uns zusätzlich, an der Schaffung noch kleinerer Transistoren zu arbeiten. Momentan sind sie ungefähr 45 Nanometer groß, so winzig, dass etwa 2600 davon auf die Kante eines Blatts Papier passen. Das Ergebnis sind immer kleinere und leistungsfähigere Mobiltelefone, Digitalkameras, MP3-Spieler und Flash-Speicher mit immer größerer Kapazität. Dinge, die unser digitales Leben einfacher und angenehmer machen.

Mit welchen Technologien dies überhaupt erst möglich wird, welche Voraussetzungen erfüllt werden müssen, was sich unsere Kunden wünschen und wie nicht zuletzt auch z.B. die Spieleindustrie den Fortschritt vorantreibt lesen Sie in dieser Ausgabe.

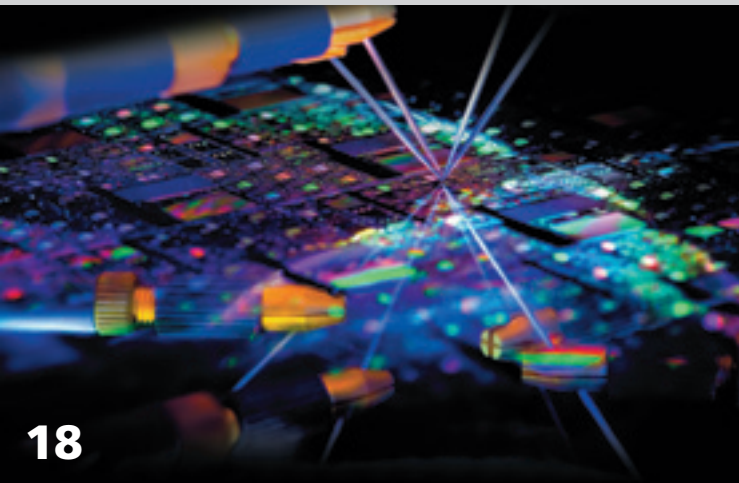
Ob am Computer oder auf Papier: Viel Spaß beim Lesen!



*Dr. Hermann Gerlinger
Vorstandsmitglied der Carl Zeiss AG*



Inhalt



18

Weltweite Rekorde in punkto Leistung, Geschwindigkeit und Speicherkapazität stellen Chiphersteller auf.

Editorial 3

Panorama 6

Regenbogen über Godafoss 10
Eine Insel aus Licht und Schatten

Titelthema: Immer kleiner, immer schneller

Kontrolliertes Licht für kleinste Schaltkreise 18

„Wir haben sehr spezielle Kenntnisse“ 26
Martin van den Brink und Winfried Kaiser im Interview

Grenzen unterschreiten 30

„Computer ohne Festplatte – dank Flash“ 34
Gastbeitrag von Dr. Eli Harari, Vorstand SanDisk

Essay 52
Triumph der Gamer

Feature

Der Tuberkulose den Kampf angesagt 44

Report: Natur pur

Labortechnik aufs Feld gebracht 36

Das große Krabbeln 40

Report: Fensterglanz

Große Fenster mit kleinen Sprüngen 46

Forscherleben 58

Prof. Dr. Ferenc Krausz

Vorschau 59

Impressum 59



Würchwitzer Milbenkäse ist ein sehr lebendiges Lebensmittel.

Mittelalterliche Bleiglasfenster restauriert.





Noch mehr Kunden haben jetzt kürzere Wege: Sie können sich vor Ort – wie hier in Indien – in den neuen Demozentren Geräte zeigen lassen oder selbst testen.

Servicenetzt für mehr Kundennähe

Neue Demozentren in Nordamerika, Singapur und Indien präsentieren optische Systeme und Messtechnik

Kundennähe ist die Grundlage jeder guten Serviceleistung. Carl Zeiss geht deshalb auf Tuchfühlung. In Nordamerika, Singapur und Indien wurden vor kurzem drei Demonstrationszentren eingeweiht.

Für den nordamerikanischen Markt wurde das Carl Zeiss Solutions Center im amerikanischen Peabody, Bundesstaat Massachusetts, eingerichtet. Dort stehen sechs der modernsten Elektronen- und Ionenstrahlmikroskope. Die Kunden erhalten eine Einführung in die Funktion der Geräte. Auf Wunsch können Interessenten deren Leistungsfähigkeit auch selbst testen und dafür ihr eigenes Untersuchungsmaterial mitbringen.

Kunden aus dem südostasiatischen Raum mussten früher nach Deutschland reisen, wenn sie ein Gerät vor

dem Kauf ausprobieren wollten. Seit März gibt es in Singapur das Carl Zeiss Advanced Imaging Centre. Zusätzlich zu den Elektronen- und Ionenstrahlensystemen werden hier auch Lichtmikroskope vorgestellt. In Südostasien, einem wichtigen Standort für Technik und Biowissenschaften, stiegen in den vergangenen Jahren die Investitionen für optische Systeme rapide.

Im indischen Bangalore eröffnete vor kurzem das Carl Zeiss Technologie-Zentrum. Dort können sich Kunden aus ganz Süd- und Südostasien über messtechnische Anwendungen informieren. Mitarbeiter vor Ort führen die Geräte vor, sie geben Auskunft über Einsatzmöglichkeiten und anwendungsspezifische Details. Das Technologie-Zentrum ist die erste Einrichtung dieser Art auf dem indischen Subkontinent.

Für jeden Fall die richtige Farbe

Ein neuer Therapielaser ermöglicht hohe Genauigkeit bei der Behandlung von Netzhauterkrankungen

Augenerkrankungen können zu massiven Sehstörungen bis hin zur Erblindung führen. Häufige Ursachen sind Risse in der Netzhaut (Retina), Gefäßwucherungen, Gefäßverschlüsse oder die Rückbildung von Sehzellen. Mit einer Lasertherapie lassen sich viele dieser Krankheiten heute lindern oder sogar heilen. Dabei wird ein Laserstrahl durch die Pupille in das Auge gelenkt. Seine Energie wird von den Schichten und Gefäßen der Netzhaut absorbiert. Das führt an krankhaften Stellen zu einer besonders effizienten Erwärmung. Gefäße werden so verodet und vernarben.

Mit dem *VISULAS Trion* hat Carl Zeiss jetzt den kompaktesten und leistungsstärksten Multiwellenlängen-Laser seiner Klasse auf den Markt gebracht. „Er ist einfach zu bedienen und ein in Funktionalität und Design ausgesprochen gelungenes Gerät“, beurteilt Professor Dr. Michael Stur von der Universitätsklinik für Augenheilkunde und Optometrie in Wien den neuen Laser. Je nachdem wo sich die zu behandelnden Retinastrukturen befinden und wie gut sie das Laserlicht absorbieren, wählt der Arzt beim *VISULAS Trion* zwischen grüner, gelber und roter Behandlungswellenlänge aus:



Laserbehandlung mit Fingerspitzengefühl.

Grünes Laserlicht wird sowohl von den Pigmenten der Netzhaut als auch vom Hämoglobin absorbiert. Die retinalen Blutgefäße nehmen besonders gut gelbes Laserlicht auf. Strukturen der Aderhaut werden eher mit rotem Laserlicht verschlossen. Ziel der Behandlung ist es in jedem Fall, mit geringster Laserenergie ein möglichst optimales Behandlungsergebnis zu erzielen – schonend und abgestimmt auf den Patienten.

Suche nach den ersten Sternen

Ein neues Weltraumteleskop liefert Informationen über die Anfänge des Universums

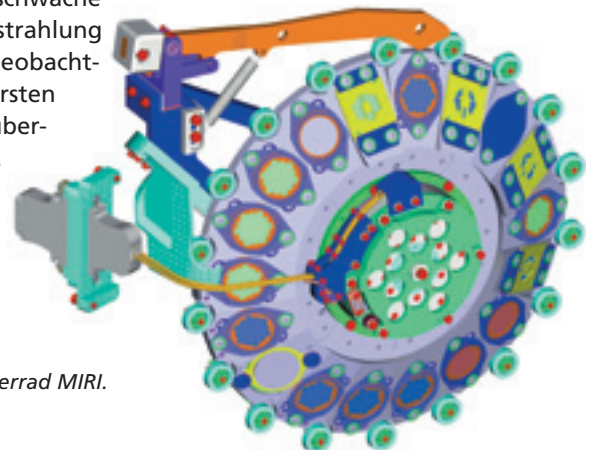
2013 ist es soweit: Eine Ariane-Rakete wird dann das James-Webb-Weltraum-Teleskop (JWST) zu seinem Einsatzort 1,5 Millionen Kilometer außerhalb der Erdbahn bringen. Im Auftrag der NASA und der europäischen Weltraumagentur ESA soll es dann das legendäre Weltraumteleskop Hubble ablösen. Wichtigstes wissenschaftliches Ziel dieser Mission ist es, die Entstehung der ersten Sterne aus dem langsam abkühlenden Feuerball des „Urknalls“ zu erkunden.

Das Licht der ersten Galaxien ist extrem in den roten Spektralbereich verschoben, weil es durch die ständige Ausdehnung des Universums um etwa das Zwanzigfache in der Wellenlänge gedehnt ist. Deshalb kann das frühe Universum auch nur im infraroten Spektralbereich betrachtet werden.

Dafür entwickeln Carl Zeiss, EADS Astrium und das Max-Planck-Institut für Astronomie im Auftrag von ESA und NASA die Instrumente *NIRSpec* und *MIRI*. Bei *NIRSpec* (Near Infrared Instrument) handelt es sich um ein Spektrometer, das im nahen Infrarot-Bereich misst. *MIRI* (Mid-Infrared Instrument) besteht aus einer Kamera und einem Spektrometer für den mittleren Infrarot-Bereich. Für beide Geräte lieferte Carl Zeiss die optomechanischen Herzstücke: die Filter- und Gitter-

wechsel-Mechanismen. Mit deren Hilfe können bestimmte Wellenlängen gezielt herausgefiltert, beziehungsweise das Licht in winzige Spektralbereiche zerlegt werden. Aktuell sind die Spezialisten von Carl Zeiss dabei, die Einzelkomponenten dieser Mechanismen aufzubauen.

Die Instrumente haben im Weltall enorme Belastungen auszuhalten. Nach dem Start sind sie dem Vielfachen der Erdbeschleunigung ausgesetzt. An ihrem Bestimmungsort im All angekommen, werden sie bis fast an den absoluten Nullpunkt (-273 °C) heruntergekühlt, damit die Wärmestrahlung des Teleskops nicht die extrem schwache Infrarotstrahlung der zu beobachtenden ersten Sterne überblendet.



JWST Filterrad MIRI.

Weniger Stress im OP

Neues Informationssystem für die Augen Chirurgie entlastet das Personal

Die Arbeit im OP bedeutet für Ärzte und Schwestern oft viel Stress. Da kann es sehr hilfreich sein, wenn Arbeitsabläufe vereinfacht werden. Genau an diesem Punkt setzt das neue Informations- und Dokumentationssystem *CALLISTO eye* von Carl Zeiss an, das auf der Messe ASCRS im April in Chicago vorgestellt wurde. Es verbindet das Geschehen im OP mit der Planung der Operation und der Nachbereitungsphase, vereinfacht Abläufe, erhöht die Effizienz und hilft somit bei der Senkung der Behandlungskosten. Durch die Verfügbarkeit und klare Zuordnung der Daten zum Patienten können Fehler vermieden werden. *CALLISTO eye* wurde speziell für die Augen Chirurgie entwickelt und kommt im Herbst auf den Markt.

Alle wichtigen Patientendaten zeigt das System auf einem Touchscreen an. Der Arzt kann sich so einen raschen Überblick verschaffen über die Art der anstehenden Operation. Er erfährt, welche Krankheiten der Patient hat und welche Medikamente er einnimmt. Die einfache Bedienung erlaubt auch Eingaben und Abfragen von Daten während der Operation. Nach dem Eingriff werden die eingesetzten Verbrauchsmaterialien und verabreichten Medikamente anhand der Artikel-



Die Präsentation von *CALLISTO eye* auf der ASCRS in Chicago.

nummer gescannt und so direkt in das System eingepflegt. Insgesamt sinkt der Arbeitsaufwand durch *CALLISTO eye*, die Informationssicherheit steigt. Der gesamte Operationsverlauf wird dokumentiert und ist über Video wieder abrufbar. Zusätzlich kann der Eingriff außerhalb des OPs über einen Monitor mitverfolgt werden. Jeder Schritt vor, während und nach der Operation wird somit nachvollziehbar und reproduzierbar.

Wenn Atome sichtbar werden

Ein spezielles Elektronenmikroskop gibt Einblicke in das Innerste der Materie

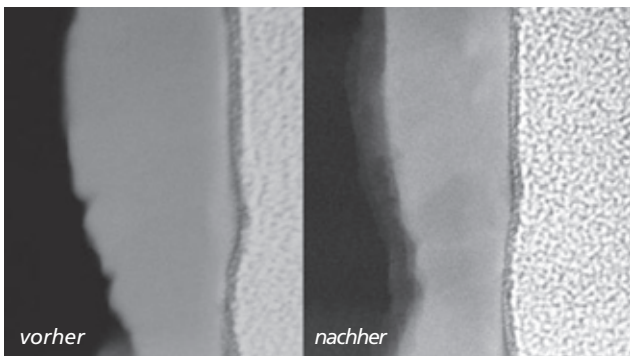


Abbildung der Grenzschicht einer Solarzelle vor und nach einem beschleunigten Alterungsexperiment.

Mit den Augen tief in Materie eindringen zu können, ist ein uralter Menschheitstraum. Ein spezielles Transmissionselektronenmikroskop verschafft Wissenschaftlern am Bonner Forschungszentrum caesar (center of advanced european studies and research) Einblicke in Materialstrukturen bis hinunter auf die molekulare Ebene. Mithilfe des *CRISP-Systems* von Carl Zeiss – *CRISP* steht für Corrected Illumination Scanning Probe – können noch Atome mit Abständen von ungefähr einem Ängström (10^{-7} mm) abgebildet werden.

Diese extremen Auflösungen sind wichtig, um die Beschaffenheit von Werkstoffen besser zu verstehen, sie zu optimieren und neue Materialien zu entwickeln. „Das Gerät ermöglicht eine bisher nicht erreichte analytische Auflösung auf höchstem Niveau“, beurteilt Dr. Stephan Irsen, Leiter des Labors für Elektronenmikroskopie bei caesar, die Leistungsfähigkeit von *CRISP*. Eine ganze Reihe von Problemstellungen wurden bei caesar in den vergangenen Monaten mithilfe des *CRISP-Systems* untersucht. Bei Solarzellen beispielsweise spielen verschiedene Beschichtungen des Siliziumsubstrats eine entscheidende Rolle für die Funktion und den Wirkungsgrad der späteren Module. Stephan Irsen und seine Mitarbeiter analysierten die Übergänge zwischen dem Substrat und der jeweiligen Beschichtung, um so Rückschlüsse auf das Alterungsverhalten der Solarzellen ziehen zu können.

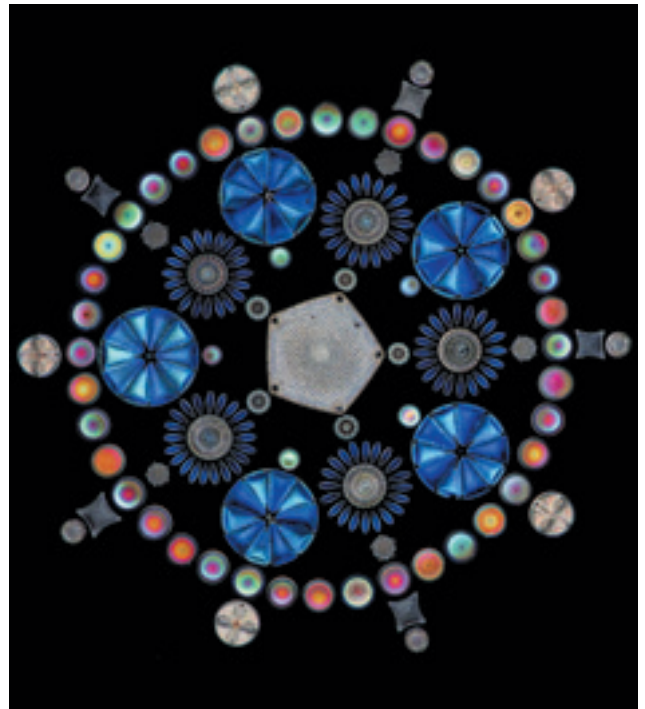
Aufgrund der Neuausrichtung von caesar werden an dem Institut in Zukunft auch biologische Fragestellungen bearbeitet. In einem ersten Projekt wurde die Knochenneubildung von im Reagenzglas gezüchtetem Gewebe untersucht. Das Ergebnis: Aufgrund der analytischen Möglichkeiten des *CRISP* konnte eine Knochenneubildung nachgewiesen werden.

Unbekannte Welten entdecken

Für einen Blick durchs Mikroskop stand man in den Salons des 19. Jahrhunderts Schlange

Besonders für die höfische Gesellschaft im England des 18. Jahrhunderts war das Mikroskopieren ein beliebtes Freizeitvergnügen. Das aufkommende Bürgertum des 19. Jahrhunderts fand es ebenfalls schick, ohne wissenschaftliche Ansprüche einen Blick durch das Mikroskop zu werfen. In den Salons, in denen bis dahin Literatur und Musik den Ton angaben, stand die feine Gesellschaft Schlange, um in unbekannte Welten einzutauchen. Großen Anklang fanden Miniaturbilder, die aus winzigen Meeresorganismen zusammengesetzt wurden.

Der in Wedel bei Hamburg geborene Johann Diedrich Möller (1844 bis 1907) perfektionierte diese Kunstform und versetzte als Nicht-Biologe die Wissenschaftswelt in Erstaunen. Er fertigte aus den Schalen von Kieselalgen, den so genannten Diatomeen, Kunstwerke, die nur unter dem Mikroskop zu erkennen waren. In seinen Präparaten ordnete er bis zu 4000 dieser Einzeller zu kunstvollen geometrischen Ornamenten an. Als so genannte „Salonpräparate“ trugen sie zur künstlerisch-ästhetischen Unterhaltung bürgerlicher Kreise bei. Erstmals erahnten auch wissenschaftliche Laien, welche Möglichkeiten und Chancen optische Vergrößerungsgeräte eröffnen.



Salonpräparat „Arrangirte Diatomeen“, Dunkelfeld

Jagderfolg durch Präzision

Ein im Fernglas integrierter Ballistikrechner ermittelt exakte Entfernung und Haltepunkt

Es gibt viele gute Gründe für die Jagd. Tierbestände werden reguliert und Wildschäden lassen sich wirkungsvoll eingrenzen. Voraussetzungen für einen erfolgreichen Schuss auf größere Distanz sind Kenntnisse über die exakte Entfernung zum Wild, die Flugbahn des Geschosses und die daraus resultierende Korrektur des Haltepunktes. Die neuen Ferngläser *Victory RF (8 und 10x45 T*)* von Carl Zeiss, die seit Mai auf dem Markt sind, liefern diese Angaben mit höchster Genauigkeit.

Mit ihnen muss der Jäger den Haltepunkt nicht mehr schätzen, sondern bekommt den genauen Korrektur-

wert zusätzlich zur linearen Entfernung zum Wild angezeigt. Möglich macht dies das neue Ballistik-Informationssystem BIS™: Es errechnet den Haltepunkt in Sekundenbruchteilen. Sechs gespeicherte Ballistikkurven bilden die Flugbahnen der gängigsten Jagdkaliber ab. Der Schütze wählt dazu einmal das zu seiner Munition passende Programm. Das Ballistik-Informationssystem BIS ist übrigens der weltweit erste Rechner dieser Art, der in ein Fernglas integriert werden konnte.

Der digitale Laser-Entfernungsmesser garantiert im Bereich zwischen 10 und 1200 Metern eine besonders schnelle und präzise Messung. Das Ergebnis wird von einer selbstleuchtenden LED-Anzeige direkt in das Sehfeld des Fernglases eingespiegelt. „Wir haben es erstmalig geschafft, den Entfernungsmesser so in eine klassische Fernglaskonstruktion zu integrieren, dass er nach außen hin überhaupt nicht sichtbar ist und das Gerät kompakt bleibt“, freut sich Marketingleiter Klaus Stiegeler. Für das gelungene Produkt-Design wurde Carl Zeiss mit dem reddot Design-Preis ausgezeichnet. In der Begründung heißt es: „Die klare, kompakte und ergonomische Anmutung zeichnet sich durch einfache Bedienung, übersichtliche Anzeige und eine hohe Praxistauglichkeit aus“.



Victory RF

A wide, powerful waterfall cascades into the ocean under a clear blue sky. A faint rainbow is visible in the upper left portion of the sky. The foreground shows dark, rocky terrain with some green vegetation.

Warten auf den **Regenbogen**



über Godafoss

Eine Fotoexpedition nach Island, dem Land aus
Feuer und Eis, eröffnet ungeahnte Perspektiven.

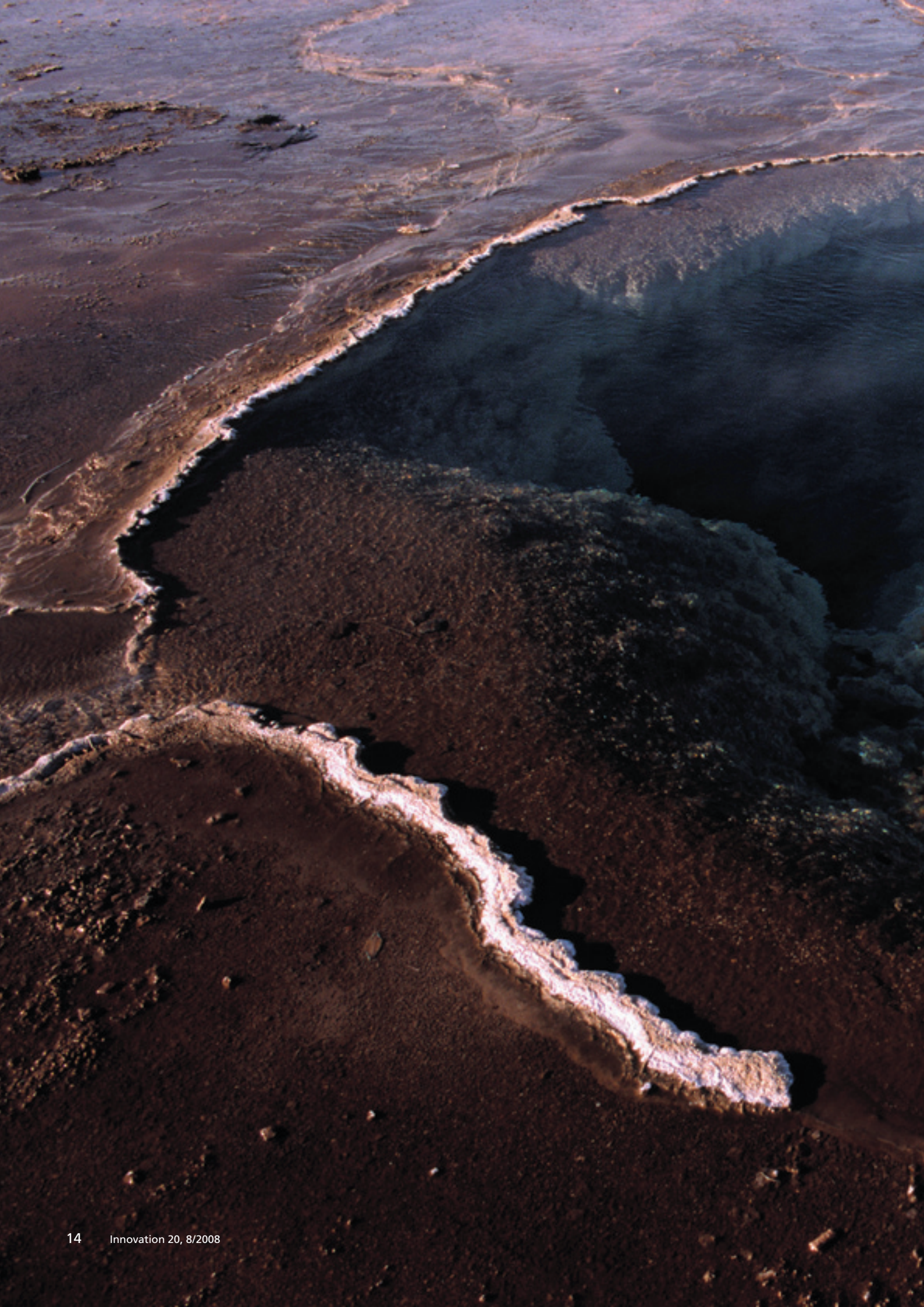
Fotos von Sabine Unterderweide





Eine Insel aus Licht und Schatten

Für Sabine Unterderweide war es Liebe auf den ersten Blick, als sie vor neun Jahren zum ersten Mal Island bereiste. Seitdem nutzt die Fotografenmeisterin jede sich bietende Gelegenheit, die größte Vulkaninsel der Welt zu besuchen. Allein im vergangenen Jahr führten sie drei Reisen dorthin.



Faszinierend findet Sabine Unterderweide nicht nur die Landschaft und ihre Bewohner. Als Fotografin beeindruckt sie auch das weiche Licht der tief stehenden Sonne und das bizarre Spiel von Wolken und Wind. Gerade noch zeigt sich die Landschaft von ihrer sonnigsten Seite, da zieht an den fernen Bergketten bereits eine Gewitterfront auf.

Solche Momente fängt Sabine Unterderweide am liebsten mit ihren Nikon Kameras ein. Als Objektive verwendete sie bei ihren Island-Aufnahmen das *Makro-Planar T* 2/100 ZF* und das *Distagon T* 2,8/25 ZF* von Carl Zeiss.

Um die Abendstimmung an der Südküste Islands mit Europas größtem Gletscher, dem Vatnajökull, im Hinter-

grund aufzunehmen, setzte die Fotografin das *Makro-Planar T* 2/100 ZF* ein. „Ich arbeite auch bei solchen Lichtverhältnissen gern mit manuellen Belichtungsfunktionen“, erzählt Sabine Unterderweide. Ein Stativ, das normalerweise bei diesen Gegebenheiten eingesetzt wird, empfindet die Fotografin eher als Klotz am Bein, der ihre Spontaneität bremst. Mit dem lichtstarken Makro-Planar und einer Verschlusszeit von 1/125 Sekunden gelangen ihr trotz der geringen Kontraste auch ohne Hilfsmittel gestochen scharfe Bilder.

Bei der Schlucht Valagja kennzeichnen Lava und Steine die Landschaft. Im Hintergrund befindet sich ein Kratersee. Genau am Kraterrand wurde Sabine Unterderweide von einem Sandsturm überrascht.





Sand drang nicht nur in alle Poren, sondern auch gnadenlos in die Kameras. „Bei einigen war der Sand sogar noch unter der Andruckplatte zu finden“, erinnert sich die Fotografin. Nur das gerade an die Kamera montierte *Distagon T* 2,8/25 ZF* trotzte selbst diesen harten Bedingungen. „Alle Funktionen, einschließlich der Scharfeinstellung, arbeiteten zuver-

lässig wie immer“, schwärmt Sabine Unterderweide heute noch. Der Grund für die Robustheit des Objektivs sei wohl in seiner Ganzmetallbauweise zu suchen, mutmaßt sie.

Mit dem *Distagon* gelang ihr auch eine Aufnahme, die für Fotografen eine Herausforderung bedeutet: Vier Jahre hatte sie darauf gewartet, den

Regenbogen über dem Wasserfall Godafoss im Weitwinkel abzulichten. Morgens um 5 Uhr war es so weit. Das Wetter hatte diesmal keinen Strich durch die Rechnung gemacht. Sabine Unterderweide hatte die tief stehende Sonne im Rücken. Endlich konnte das Objektiv die Reflektionen der über der Gischt gebrochenen Sonnenstrahlen auffangen.

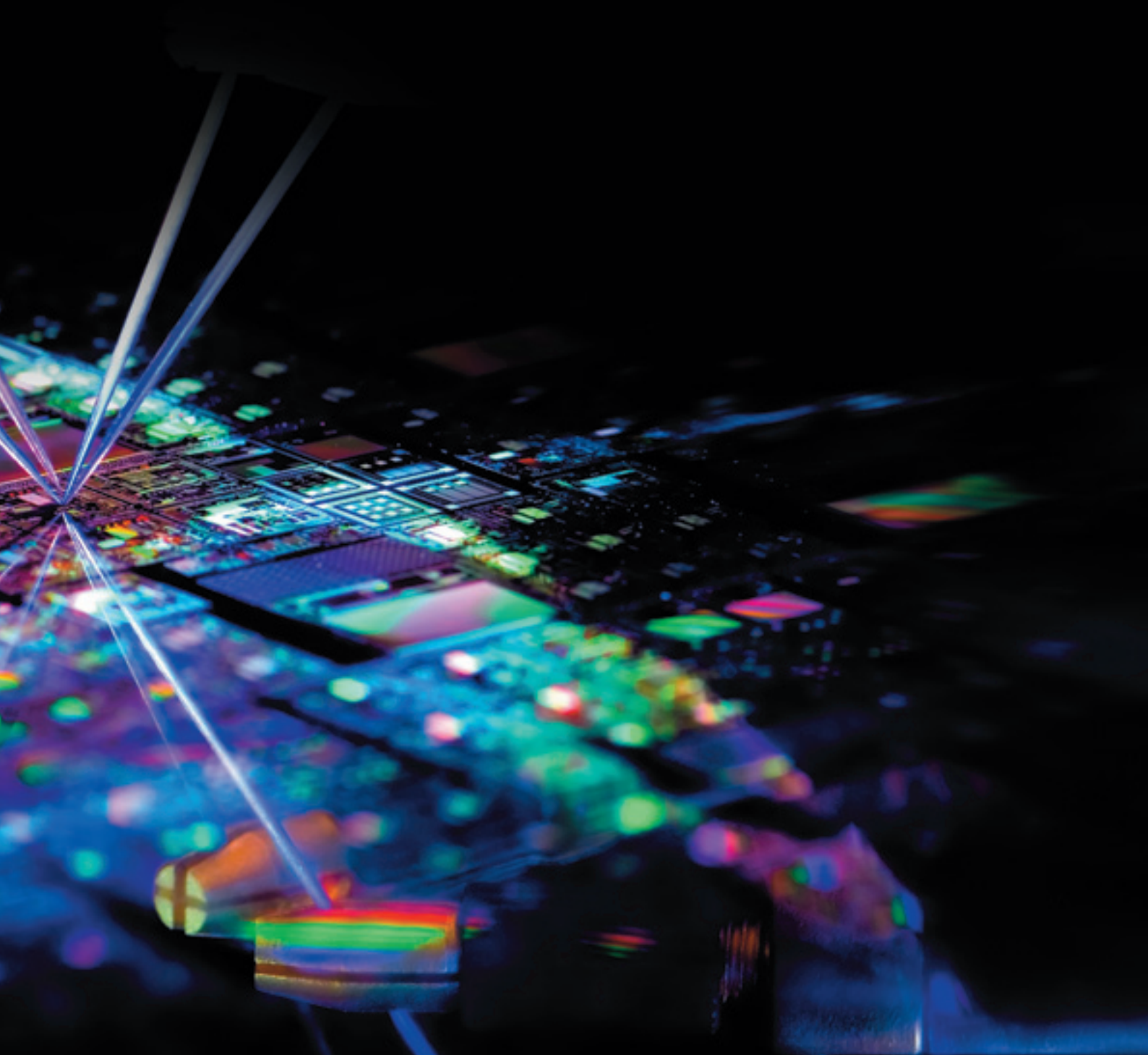




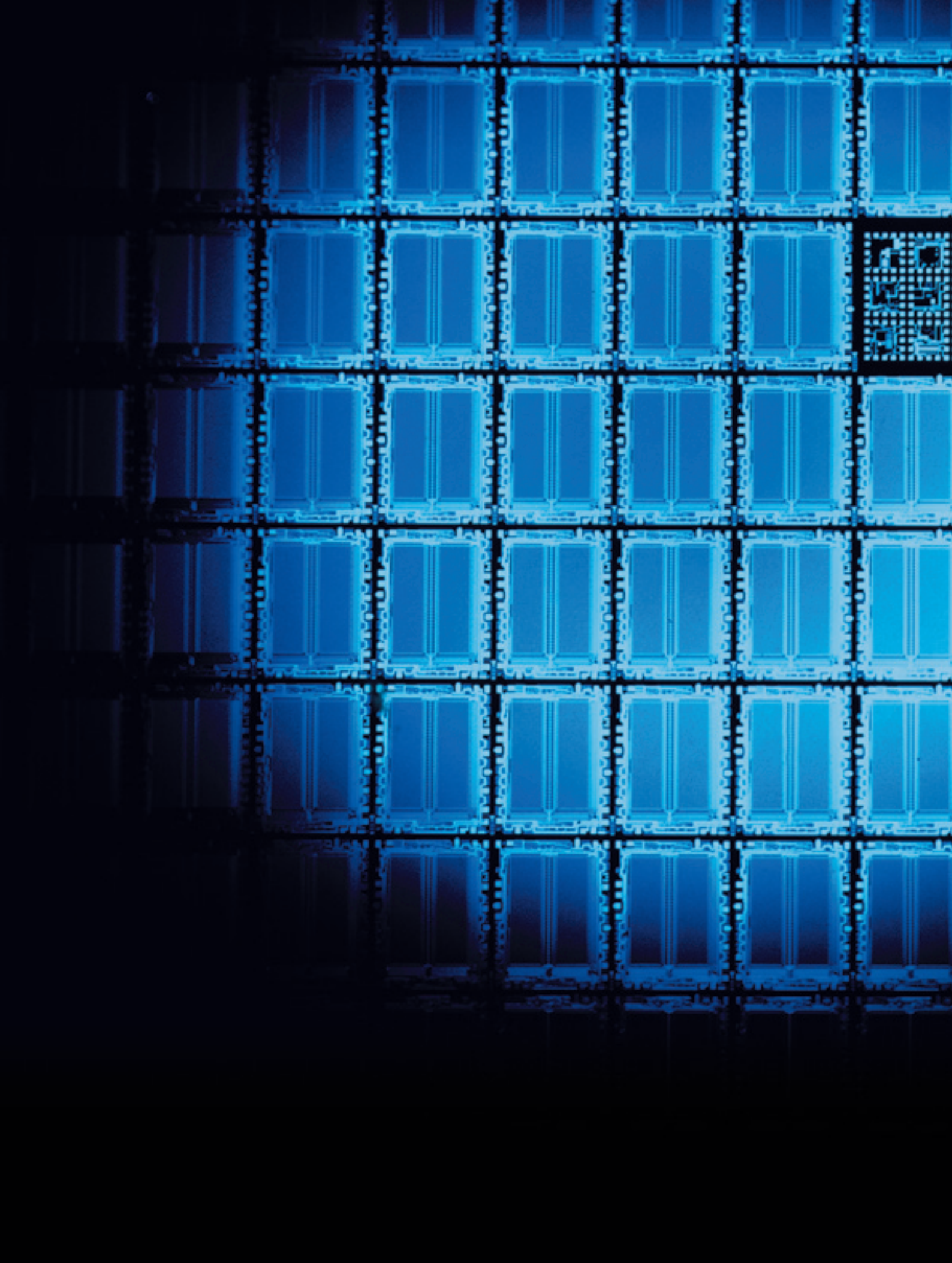
Lithographie: Kontrolliertes Licht

Das digitale Zeitalter lebt von der rasanten Entwicklung der Computerchips. Carl Zeiss und ASML versorgen die schnelllebige Halbleiterbranche weltweit mit den leistungsfähigsten Maschinen für die Chipproduktion und nehmen eine führende Rolle in der Schlüsseltechnologie „Optische Lithographie“ ein. Durch gemeinsame, intensive Forschung und marktorientierte Entwicklung erfüllen beide Unternehmen die stetig wachsenden Anforderungen der Branche.

Text von Jan Oliver Löffken



für kleinste Schaltkreise



Handys wachsen zu kleinen Personal-Computern mit Navigation und TV-Empfang, ganze Bibliotheken passen auf einen winzigen Speicherchip und Supercomputer lösen zuverlässig extrem komplexe Probleme der Astrophysik oder in den Ingenieurwissenschaften. Immer kleinere und leistungsfähigere Schaltkreise, die sich – nur einige millionstel Millimeter (Nanometer) groß – auf engstem Raum ballen, machen dies möglich. Und unaufhaltsam stellen die Chiphersteller weltweit in punkto Leistung, Geschwindigkeit und Speicherkapazität neue Rekorde auf.

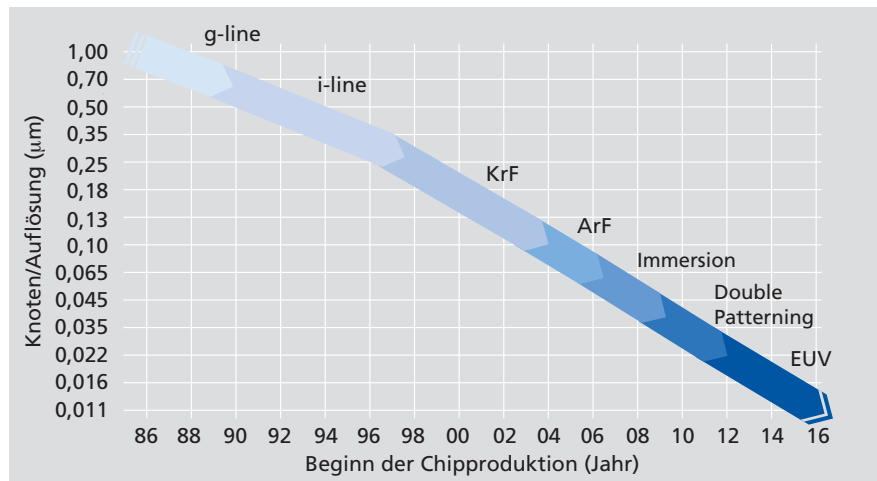
Der aufwändige Weg zu perfekten Optiken

Schon in Kürze passen so auf Prozessoren von Intel oder AMD bis zu 1000 Millionen Transistoren und bis 32 Gigabytes merkt sich ein Baustein für Flash-Speichersticks von SanDisk oder Samsung. Dabei sinkt stetig der Stromverbrauch pro Rechenschritt. So hält sich der Kühlaufwand der Prozessoren in Grenzen und die Laufzeit gerade von mobilen Geräten wie Laptop oder Smart-Phone steigt bei gleicher Ladekapazität der Akkus an.



43 Jahre ist es bereits her, dass Gordon Moore, ein Mitgründer der Firma Intel, seine berühmte Faustregel von der Verdopplung der Schaltkreise auf einem Chip etwa alle zwei Jahre aufgestellt hat. Bis zum heutigen Tage hat sie nichts von ihrer Gültigkeit eingebüßt. Dieser rasche Fortschritt gibt den Takt für die allgegenwärtige Digitalisierung sowohl in Industrie, Wirtschaft als auch im privaten Umfeld an. Optimieren dazu die Chipproduzenten fortwährend das Design, den Aufbau und die Materialien für Prozessoren, können sie ihre Ideen aber nur mit den geeigneten Werkzeugen in ein Produkt umsetzen. Da Licht dabei eine zentrale Rolle spielt, sind das Wissen und die Erfahrung von Carl Zeiss auf dem Feld der optischen Technologien gefragter denn je.

„Wenn die Chiphersteller mit ihrer Produktpalette als Taktgeber gelten, steuern wir den Taktstock bei“, sagt Winfried Kaiser, bei der Halbleitertechnik von Carl Zeiss verantwortlich für die Produktstrategie. Ein Großteil der heute gefertigten Chips, sei es ein Prozessor aus den USA oder ein Speichermodul aus Japan, entsteht mit Hilfe der hochpräzisen Optiken aus dem Werk in Baden-Württemberg. Von Oberkochen werden die Objektive an den langjährigen Partner ASML im niederländischen Veldhoven geliefert. Als Systemintegrator entwickelt und baut ASML mit den Optiken von Carl Zeiss die Maschinen, mit denen auf glatte Siliziumscheiben, den so genannten Wafern, die Schaltkreisstrukturen der Chips projiziert werden. Sie alle nutzen das



Optische Lithographie als Schlüsseltechnologie für die Roadmap der Chipindustrie.

gleiche Verfahren: die Photolithographie, die Schlüsseltechnologie für die Produktion von Mikrochips.

Silizium im Licht der UV-Strahlen.

„Mit Licht auf Stein schreiben“, bedeutet Photolithographie im eigentlichen Wortsinn (von gr. lithos: der Stein). Die „Steine“ der Chipproduzenten bestehen aus dünnen Siliziumscheiben, den Wafern, und geschrieben wird mit Laserstrahlen. Um feinste Schaltkreis-Strukturen mit Größen deutlich unter 50 Nanometern auf die glatt polierten Wafer zu bannen, wird ein filigranes Muster von einer Belichtungsmaske wie bei einem Dia auf den Wafer projiziert. Der Wafer ist zuvor mit einem lichtempfindlichen Lack beschichtet worden. Nur in bestimmten Bereichen lässt die Maske Licht durch, der Fotolack auf der Oberfläche der Siliziumscheiben wird belichtet. In einem chemischen Prozess wird darauf dieser Fotolack entwickelt. Nur die belichteten Ab-

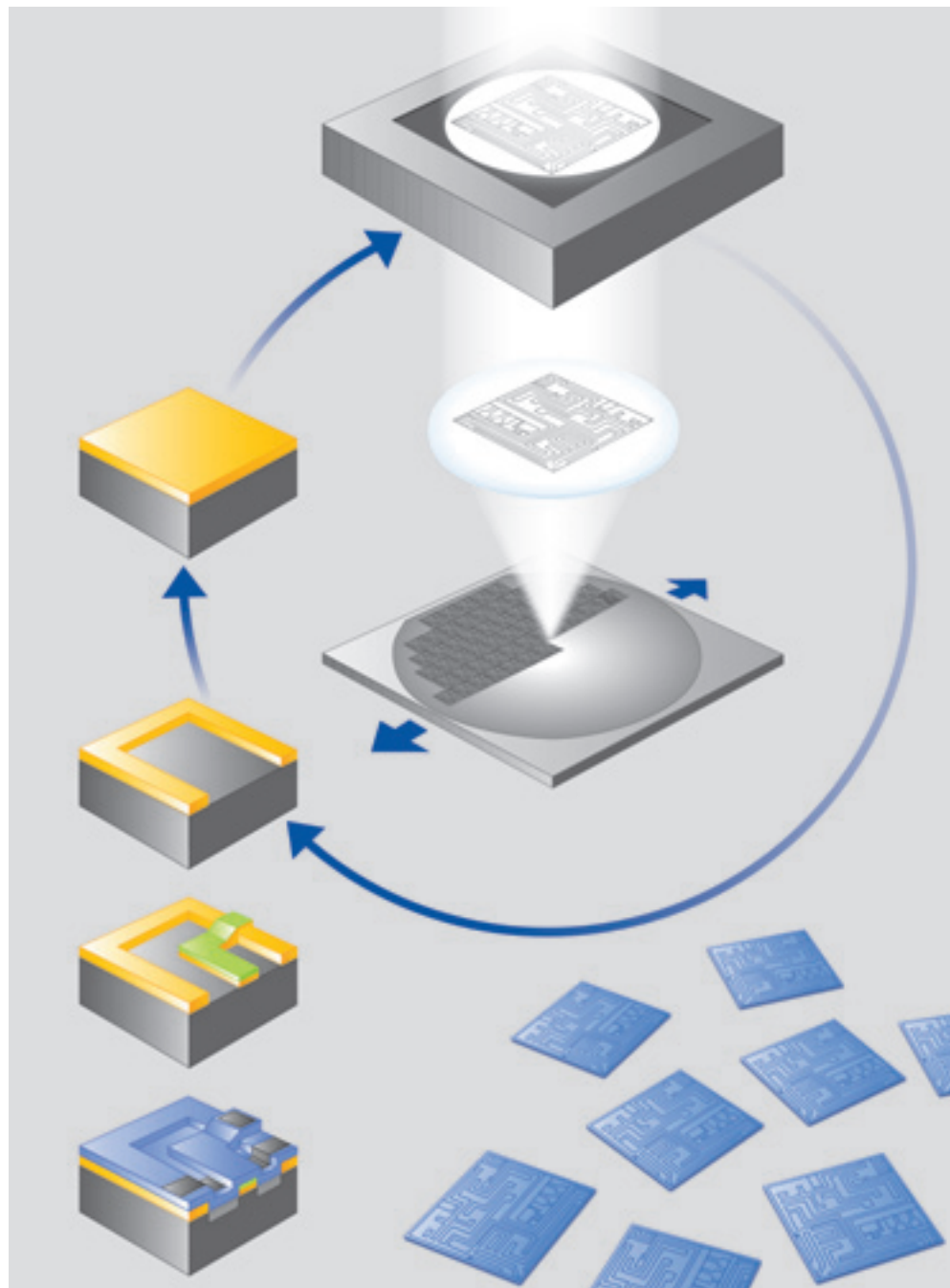
schnitte sind so geschützt. Nicht belichtete Stellen werden weggeätzt, neue Materialien aufgebracht und erste Schaltkreisstrukturen bilden sich heraus. Mit verschiedenen Masken, die alle ein anderes Muster aufweisen, wird dieser Prozess 30 bis 50 Mal pro Wafer wiederholt. Das Ergebnis: eine dreidimensionale Struktur elektronischer Bauelemente. Danach werden die 200 bis 300 Millimeter großen Scheiben in zahlreiche kleine Prozessoren oder Speicherchips zerschnitten.

Die Ausmaße der Strukturen hängen auch von der Wellenlänge des verwendeten Lichts ab. In den 1990er Jahren reichten noch die ultravioletten Strahlen von Quecksilberlampen mit 365 Nanometer (nm) Wellenlänge aus. Darauf folgte bald noch kurzwelligeres Licht mit 248 nm Wellenlänge von Kryptonfluorid-Lasern (KrF). Heute gehören Argonfluorid-Excimerlaser (ArF) mit 193 nm zum

Standard, um durch Beugung der Lichtwellen Muster mit einer Auflösung von 45 Nanometern auf die Siliziumscheiben abzubilden.

Fehlerfrei mit großer Intensität. „Um das Licht in diesen Nanodimensionen genau kontrollieren zu können, braucht man Objektive mit höchster Abbildungsleistung“, sagt Winfried Kaiser. Das Objektiv „Starlith® 1400“, von denen ASML bereits über 200 in seine Belichtungsmaschinen für die Chipproduktion – Waferstepper und Waferscanner genannt – integriert hat, zeugt von diesen Eigenschaften. Rund 20 in Stahlfassungen gelagerte Linsen aus Quarzglas und Kalziumfluorid werden zu einem über einen Meter hohen und etwa 800 Kilogramm schweren Objektivturm mit einer Genauigkeit im Nanometer-Bereich gestapelt. Jede einzelne Linse muss zuvor in mehreren Arbeitsschritten aufwändig geschliffen, poliert und beschichtet werden. Das Ergebnis sind kugelförmige – sphärische – und asphärische Oberflächen mit Abweichungen von wenigen Nanometern bis hinunter zu den Dimensionen von Atomen. Vor dem Zusammenbau wird auf jede Linse noch eine hauchdünne Schicht aufgedampft, die störende Reflexe vermeidet. Diese Hightech-Entspiegelung hat zur Folge, dass jede Linse 99 Prozent des Laserlichts hindurchlässt. „Transmission“ heißt der optische Fachbegriff. Das ganze Objektiv verliert so nur etwa 40 Prozent des einfallenden Lichts.

Wettbewerbsfähig dank Optiken von Carl Zeiss. Der aufwändige Weg zu perfekten Optiken macht sich bei



Die Lithographieoptik ist einer von vielen Prozessschritten in der Produktion von Mikrochips.



Im Juli hat ASML sein neuestes Produkt vorgestellt: TWINSKAN XT:1950i – das erste Immersionslithographie-System für die Massenproduktion bei 38 Nanometern.

den Chipproduzenten direkt bezahlt. Denn jeder kleinste Linsenfehler verfälscht das Abbild der Belichtungsmaske. Das kann bei der Belichtung der Siliziumwafer zu Fehlern in den Schaltkreisen führen. Das Ergebnis wären keine kostbaren Chips, sondern wertloser Siliziummüll. Hohe Transmissionswerte für das Laserlicht sind daher ein wichtiger Faktor, der die Produktivität des Scanners oder Steppers bestimmt: Je mehr Licht vom Laser auch beim Siliziumwafer ankommt, desto schneller können prinzipiell die rund 30 bis 50 Belichtungen durchgeführt werden. Beide

Eigenschaften eines Objektivs – die Abbildungsleistung und die Transmission – haben damit großen Einfluss auf den zukünftigen Preis für einen Chip, da sie den Anteil an Ausschuss und die Effizienz der Waferstepper und -scanner mitbestimmen.

Die Qualität der Produkte aus den Häusern Carl Zeiss und ASML hat die Chiphersteller weltweit überzeugt. Die Kundenliste von ASML liest sich wie ein Who-is-Who der Halbleiterbranche: SanDisk, Intel, AMD, Qimonda, Samsung, Infineon, TSMC, Sony und viele andere. 2007 betrug der

Marktanteil von ASML an Wafersteppern und -scannern weltweit 65 Prozent. Die japanischen Unternehmen Nikon und Canon – vor 20 Jahren noch unbestritten Marktführer – teilen sich das letzte verbleibende Drittel dieses Kuchens. Dieser Erfolg in vergleichbar kurzer Zeit zeigt aber, wie schnell sich das Blatt auch wieder wenden könnte. Forschung und Entwicklung genießen daher sowohl bei ASML als auch bei Carl Zeiss höchste Priorität, damit die Chipbauer ihre ehrgeizigen Zukunftspläne in die Tat umsetzen können.

Hauchdünne Wasserschichten für kleinere Transistoren. „Die Partnerschaft mit ASML ist einzigartig. Unsere Forschungs- und Entwicklungsprogramme führen wir sehr intensiv und in enger Zusammenarbeit als ein gemeinsames Projekt durch“, sagt Dr. Hermann Gerlinger, der Chef der Halbleitertechnik von Carl Zeiss, die als Carl Zeiss SMT AG firmiert. Ein wichtiges Ergebnis dieser Kooperation ist die Marktreife der Immersionslithographie. Mit ihr kann die Verkleinerung der Schaltkreise mit dem bewährten 193-Nanometer-UV-Licht noch weiter fortgesetzt werden. Sie ermöglicht den Sprung von 65 auf 45 Nanometer feine Strukturen in einer wirtschaftlichen Serienproduktion.

Kern der Immersionstechnologie ist ein dünner Flüssigkeitsfilm zwischen Objektiv und Siliziumwafer. Hochreines Wasser ist dafür geeignet. Zwar wird mit diesen Immersionsobjektiven noch immer die gleiche Wellenlänge von 193 Nanometern für die Wafer-Belichtung genutzt, trotz-

dem kann die optische Auflösung um mehr als 40 Prozent verbessert werden. Verantwortlich für diese Optimierung ist neben kleineren Wellenlängen die zweite Schraube, an denen Physiker drehen, um die Auflösung zu verbessern. Es ist die „Numerische Apertur“ – kurz NA genannt, in die der Brechungsindex eines Materials eingeht. Je höhere NA-Werte in einem Objektiv erzielt werden können, desto besser ist die Auflösung. Bei „trockenen“ Objektiven, also solchen ohne den Flüssigkeitsfilm, bei denen sich die Lichtwellen durch Luft ausbreiten, bleiben die Werte immer unterhalb von „1“. Aber da Flüssigkeiten Lichtwellen anders brechen, können mit den Flüssigkeitsfilmen zwischen Objektiv und Wafer Werte von bis zu 1,35 erreicht werden. Das klingt marginal wenig, hat aber so große Auswirkungen, dass alle Chips mit Strukturen von 45 Nanometer und kleiner mit Hilfe der Flüssigkeiten produziert werden.

Nur ein kleines „i“ am Ende der Namen der Carl Zeiss Objektive und ASML Scanner und Stepper weist auf diese wegweisende Technologie hin. Das „Starlith® 1700i“ und das „Starlith® 1900i“ führen die derzeitige Produktpalette an und werden in den ASML-Systemen eingesetzt. Mit diesen Objektiven liegt für die Chipbauer die 38-Nanometer-Schwelle – ein Ziel, das bereits im kommenden Jahr erreicht werden könnte – zum Greifen nah.

Intensive Forschung sichert das Geschäft in der Zukunft. Doch um das Mooresche Gesetz auch über das

Jahr 2010 hinaus fortschreiben und immer leistungsfähigere Chips zu verringerten Kosten produzieren zu können, schlägt ASML der Auflösungsgrenze bei etwa 38 Nanometer ein weiteres Schnippchen. Mit „Double Patterning“, einer doppelten Strukturierung der Siliziumwafer können Schaltkreis-Elemente mit der gleichen UV-Lichtquelle und Immersions-techniken auf bis zu 22 Nanometer geschrumpft werden. Dazu werden die gleichen Wafer-Bereiche nicht nur einmal wie mit der Standardmethode belichtet, sondern gleich mehrfach. Hersteller von Datenspeichern bevorzugen das so genannte „Spacer Double Patterning“: Nachdem eine 45 Nanometer-Struktur auf den Wafer gebannt wurde, fügen sie zu dieser exakt kontrolliert deutlich feinere Strukturen hinzu. Wird darauf die ursprüngliche Struktur mit Chemikalien weggeätzt, bleiben diese kleineren, nur 22 Nanometer großen Bereiche übrig. Mit weiteren lithographischen Arbeitsschritten entstehen daraus

die nutzbaren Schaltkreise. Diese Methode funktioniert allerdings nur für einfache, eindimensionale Linien- und zweidimensionale Flächenstrukturen.

Nach Ansicht der gesamten Halbleiterbranche wird mit 22 Nanometer Auflösung die Photolithographie mit UV-Licht endgültig ausgereizt sein. „Aber wir arbeiten schon seit Jahren an Lösungen für die Zeit danach“, sagt Dr. Andreas Dorsel, der den Geschäftsbereich Lithographiesysteme bei Carl Zeiss leitet. „Und haben auch schon konkrete EUV-Systeme zur Erprobung geliefert.“ Ein eindeutiger Kandidat für die Chips der Zukunft wurde bereits ausgemacht: weiches Röntgenlicht – im Fachjargon Extremes Ultraviolett oder kurz EUV. Trotz aller technologischen Hürden hat EUV das Potenzial, die Erfolgsgeschichte der optischen Lithographie für die Chipherstellung bis weit ins kommende Jahrzehnt fortschreiben zu können.



Starlith® 1900i

Interview

„Wir haben sehr spezielle Kenntnisse und Fähig

Martin van den Brink von ASML und Winfried Kaiser von Carl Zeiss sprechen über die Zusammenarbeit der beiden Unternehmen und die Zukunft der EUV-Lithographie



Martin van den Brink und Winfried Kaiser im Gespräch mit Silke Schmid.



Martin van den Brink ist Vorstand für Marketing und Technologie bei ASML, dem holländischen Anbieter von Lithographiesystemen für die Halbleiterindustrie. ASML arbeitet eng mit Carl Zeiss zusammen. Bei dem Optikunternehmen leitet Winfried Kaiser die Produktstrategie für Lithographiesysteme. Gemeinsam begeben sich die beiden auf eine interessante Reise, die sie von der Dampfmaschine bis zum EUV-Lithographietool des nächsten Jahrzehnts führt.

Ein Historiker der Harvard-Universität meinte, dass der Mikrochip für unser Zeitalter die gleiche Bedeutung hat wie die Dampfmaschine für das Zeitalter der Industrialisierung. Heißt das, dass ASML und Carl Zeiss die Treiber für das 21. Jahrhundert sind?

Van den Brink: Ohne die Dampfmaschine gäbe es keine Chips. Das Lithographiegeschäft ist einfach so groß geworden – nicht durch gezielte Planung.

Kaiser: Im Rückblick stellen sich die Dinge immer klar dar ... Unser Produkt ist zwar ein Schlüsselprodukt, aber ein Vergleich mit der Dampfmaschine – das ginge mir zu weit. Bei der Dampfmaschine handelte es sich um eine einzige Maschine, die ein

Zeitalter verändert hat, heute geht es um eine alles umfassende Technologieentwicklung – und wir haben daran teil.

Was macht die Zusammenarbeit zwischen ASML und Carl Zeiss und deren Produkte so erfolgreich?

Kaiser: Die Tatsache, dass wir so gut zusammenarbeiten: Wir haben jeder für sich sehr spezielle Kenntnisse und Fähigkeiten, die sich ergänzen. Carl Zeiss ist spezialisiert auf Optik, während sich ASML durch die Entwicklung der Maschinen und deren Integration, die Bereitstellung der Software, die Organisation einer sehr komplexen Supply Chain und einen intelligenten Vertrieb auszeichnet.

keiten, die sich ergänzen“

Van den Brink: Ich denke, man muss den Produkterfolg und den Erfolg der Zusammenarbeit getrennt betrachten. Jedem in unseren beiden Unternehmen ist klar, dass wir in der Zukunft nur dann erfolgreich sein können, wenn wir zusammenarbeiten.

Im kommenden Jahrzehnt wird der Wechsel von 193-Nanometer-Licht (oder ultraviolettem Licht) zu extrem ultraviolettem Licht (EUV) erwartet. Es gibt noch weitere konkurrierende Technologien – warum konzentrieren Sie sich auf EUV?

Van den Brink: Von unseren Kunden erhalten wir starke Unterstützung für EUV. Allerdings haben unsere Kunden auch erhebliche Bedenken bezüglich dessen, was erforderlich ist, um diesen Technologiewechsel bewältigen zu können. Wir müssen daher die Kosteneffizienz von EUV unbedingt sicherstellen. Vor zehn Jahren gab es überall einen ausgeprägten Trend zur Miniaturisierung, auch bei Mikroprozessoren, und zur Verbesserung von Leistung und Senkung von Kosten. Heute erfolgt dies in erster Linie aus Kostengründen, d.h. der wirtschaftliche Aspekt in der Gleichung gewinnt mehr und mehr an Bedeutung. In der Theorie ist EUV heute die vielversprechendste Lösung wenn wir es schaffen, alle Puzzleteile richtig zusammensetzen. Angesichts der enormen Herausforderungen, die bewältigt werden müssen, wird es immer Kunden geben, die alternative Lösungen suchen. Wenn wir das System nicht kosteneffizient machen, werden wir uns der Vorteile unserer Lösung berauben. Wir müssen sicherstellen, dass wir mit großem Vor-

sprung gewinnen. Dazu haben wir noch einige Arbeit vor uns. Wir stellen jetzt die Produktionstools zusammen, um sicherzustellen, dass wir 2010 die erste EUV-Maschine liefern können. Noch haben wir nicht alle Teile zusammen, wie zum Beispiel die Lichtquelle, die Maske und den Photolack, aber wir sind definitiv auf dem richtigen Weg.

Kaiser: EUV hat das nötige Potenzial, aber es bleibt noch viel zu tun. EUV ist die einzige Technologie, bei der eine weitere Verkleinerung der Chipstrukturen auf 10 Nanometer und weniger denkbar ist.

Können ASML und Carl Zeiss alle noch bestehenden Probleme lösen?

Kaiser: ASML und Carl Zeiss spielen eine Schlüsselrolle, da wir das Tool bereitstellen, aber wir sind zu klein, um bei den Herstellern von Photolacken und Masken etwas zu bewegen. Es sind eher unsere Schlüsselkunden, die hier die Macht haben, dies zu erreichen.



Van den Brink: Heute wurde die Installation des EUV-Alpha-Tools bei IMEC in Belgien fertiggestellt. Außerdem haben wir die Installation des zweiten Alpha-Tools in Albany gerade abgeschlossen. Es gibt nur einige wenige Schlüsselkunden, die bereit sind, diesen Technologieübergang mitzumachen. Deshalb wollen wir absolut sicher gehen, dass wir mit diesen Kunden auf gleicher Linie sind. Der Technologiewechsel von UV zu EUV ist noch komplizierter als frühere Wechsel.

Welche Ausgaben sind für Forschung und Entwicklung (F&E) geplant – sowohl von ASML als auch von Carl Zeiss? Gibt es ein spezielles Budget für die Umsetzung von EUV?

Kaiser: Für EUV geben wir einen erheblichen Teil unseres F&E-Budgets aus. Aber wir müssen auch die Immersionsprodukte fördern, indem wir neue Technologien für mehr Kundennutzen entwickeln. Und was die „trockenen“ Systeme (I-Linie bis ArF)

betrifft, sehen wir uns nach kosteneffektiveren Lösungen um. Wir müssen unsere Entwicklungsteams davon überzeugen, nicht nur den Technologieaspekt im Auge zu haben, sondern auch die Kosten. Wenn es uns gelingt, diese Haltung zu ändern, verfügen wir über einen starken Hebel für künftigen Erfolg.

Van den Brink: Die technologische Herausforderung wird sich auf wesentlich weniger Kunden fokussieren. Dazu ist auch eine wesentlich größere Anstrengung erforderlich. Unser Budget für Forschung und Entwicklung beträgt heute eine halbe Milliarde Euro, ein Betrag, der sich in den vergangenen Jahren verdoppelt hat. Mit der Zeit wird die Hälfte des Budgets für EUV verwendet werden. Das restliche Geld wird sicherstellen, dass wir mit den bestehenden Produkten Wert schaffen: Wir treiben die Auflösung der 193-Nanometer-Produkte so weit wie möglich.

Ausgezeichnete Mitarbeiter sind eine sehr wichtige Ressource in Ihrem Geschäft. Wie werben die beiden Unternehmen die besten Mitarbeiter an und halten sie im Unternehmen?

Van den Brink: Wenn Sie Tausende von Technikern einstellen, können Sie sich natürlich nicht nur die Rosinen herauspicken. Es ist daher wichtiger, wie Sie die Mitarbeiter dazu bringen, effektiver zu sein. Der Trick besteht darin, sie dazu zu befähigen, immer komplexere Aufgaben durchzuführen. Der Erfolg unserer Produkte, die Tatsache, dass wir zum drittbesten Unternehmen der Niederlande ernannt wurden, macht uns als Arbeitgeber um einiges attraktiver: Erfolg zieht Erfolg an.



Kaiser: Um die Leute zu halten, bietet man ihnen am besten interessante und anspruchsvolle Aufgaben, fördert Weiterbildungsmaßnahmen und unterstützt sie in ihrer anstrengenden Arbeit. In Bezug auf Neueinstellungen arbeiten wir mit Universitäten zusammen und nutzen spezielle Programme. Schließlich hilft uns auch unser Markenname dabei, neue Mitarbeiter anzuwerben.

Wir haben darüber gesprochen, was die Unternehmen für ihre Mitarbeiter tun können. Was kann die Politik für die Unternehmen tun?

Van den Brink: Unsere einzigartige Integrationsfähigkeit erfordert bestimmte Fähigkeiten. Daher benötigen wir Unterstützung für unsere Innovationskraft. Wir haben zahlreiche risikoreiche Projekte, die einen Anreiz über eine Finanzierung

benötigen. Aber die Regierung muss auch sicherstellen, dass die Universitäten gut ausgestattet sind, damit die Studenten eine gute (Aus-)Bildung bekommen. Ich möchte mich jedoch nicht beklagen, zurzeit läuft es gut.

Kaiser: Wir haben für die 248- und 193-Nanometertechnologie und natürlich auch für EUV sowohl vom Bundesforschungsministerium als auch aus Brüssel erhebliche Mittel erhalten. Wir hoffen, dass sich dies auch in der Zukunft fortsetzen wird. Aber die Politik muss mehr für die Bildung tun, damit europäische Unternehmen erfolgreich sein können. Dies ist für die Zukunft von größter Wichtigkeit. Bund und Länder unterstützen die Bildung nicht genügend; und ich rede hier nicht nur von Universitäten, dies muss schon in der Grundschule beginnen.



Indien und China sind wichtige Wachstumsmärkte. Man möchte zwar von deren wirtschaftlichem Wachstum profitieren, möchte aber gleichzeitig sicherstellen, dass man sein Know-how für sich behält. Wie?

Van den Brink: Die gute Nachricht ist: wir haben hier keine Probleme. Die Schlüsselkomponenten unserer Produkte (von Unternehmen wie Cymer oder Carl Zeiss bereitgestellt) sind zu kompliziert, um kopiert zu werden. Allerdings fehlt diese Komplexität bei vielen Komponenten. Manchmal handelt es sich nur um ein Stück Stahl – und es ist OK, dieses in China zu beschaffen. Wir können unsere Kosten dadurch reduzieren, dass wir eine weltweite Lieferantenbasis nutzen.

Kaiser: Der hohe Preis für unsere Produkte wird gezahlt, da unseren Kunden durch diese Produkte Kosten-

vorteile entstehen. Aber wir müssen sicherstellen, dass unsere Technologie es uns ermöglicht, mit kosteneffizienten Lösungen immer einen Schritt voraus zu sein. Sie können niemanden davon abhalten, unsere Produkte zu kopieren. Unsere neuen Maschinen sind nicht öffentlich zugänglich, unsere älteren hingegen schon, und wir müssen einfach die Tatsache akzeptieren, dass sie kopiert werden.

Van den Brink: Aber lassen Sie mich noch eines betonen: Die endgültige Integration erfolgt hier in den Niederlanden – Lithographiesysteme für UV und EUV sind genau die Art von Technologie, die für Europa ideal ist.

Vielen Dank für das Gespräch.

Die Fragen stellten Jan Oliver Löffken und Silke Schmid.

zur Person

Martin van den Brink

Martin van den Brink, der Executive Vice President Marketing & Technology von ASML, gehört dem niederländischen Unternehmen seit dessen Gründung 1984 an. 1995 wurde van den Brink Vice President Technology, 1999 wurde er zum Executive Vice President Marketing & Technology ernannt und ist seither Mitglied des Vorstands.

Winfried Kaiser

Der Physiker stieg nach seinem Diplom an der Universität Stuttgart 1982 bei Carl Zeiss ein. In der Folge leitete er das Halbleiter-Entwicklungslabor, die Produktentwicklung und verantwortet seit 1997 die Produktstrategie. Kaiser wurde im November zum Carl Zeiss Fellow ernannt, der höchsten Stufe der Fachlaufbahn. Für seine Ideen oder Projekte hat er verschiedene Preise bekommen, unter anderem 2006 den European Semi Award gemeinsam mit Martin van den Brink.

Titelthema



Mit extrem ultraviolettem Licht



Grenzen unterschreiten

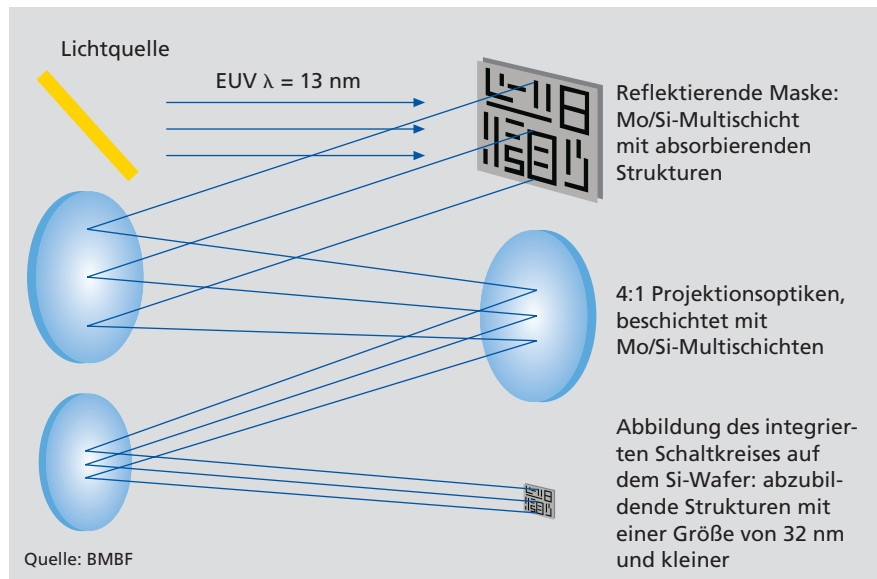
Bei 22 Nanometer kleinen Strukturen ist endgültig Schluss. Selbst Optimisten in der Halbleiterbranche erwarten spätestens an diesem Punkt, dass die Photolithographie mit ultraviolettem Licht bei 193 Nanometer Wellenlänge ausgereizt sein wird. Dieser Schlussstrich wird vielleicht auch schon früher gezogen, sollte vorher eine effiziente Alternative zur Verfügung stehen.

Text von Jan Oliver Löffken



Wer im kommenden Jahrzehnt noch filigranere Transistoren zu vertretbaren Kosten auf Siliziumwafer bannen möchte, muss zu Licht mit kleineren Wellenlängen greifen. „Extrem ultraviolettes Licht – kurz EUV – mit einer Wellenlänge von 13,5 Nanometern bietet für die Chipproduktion der Zukunft das größte Potenzial“, erklärt Dr. Peter Kürz, der das EUV-Programm bei Carl Zeiss leitet.

Kleinere Wellenlänge, kleinere Strukturen: Das klingt im Prinzip logisch und einfach. Denn bei der EUV-Lithographie sollen wie mit der aktuellen Photolithographie Siliziumwafer mit einem feinen Strukturmuster belichtet werden. Darauf können in mehreren Arbeitsschritten die extrem dicht angeordneten Schaltkreise aus dem Halbleitermaterial geätzt werden. „Aber es ist alles andere als ein Spaziergang“, weiß Kürz. Das Problem: Im Unterschied zu den optischen Verfahren mit Laserstrahlen bei 248 oder 193 Nanometern Wellenlänge lässt sich 13,5-Nanometer Licht nicht mehr mit klassischen Linsen bündeln, brechen und durch transparente Strukturmasken auf den Wafer lenken. Alle bekannten Materialien sind für das EUV-Licht schlicht und einfach undurchlässig. Ein komplexes System aus hochreflektiven Spiegeln tritt an die Stelle der Linsen.



Die EUV-Lithographie basiert auf der Tatsache, dass die abbildenden Strahlen nicht mehr wie bisher per Brechung durch Linsen geführt werden, sondern über Reflexion an Spiegeln.

Genau dieser Aufgabe haben sich die Wissenschaftler bei Carl Zeiss angenommen. Mit Erfolg. Sie bauten Projektionssysteme mit sechs Spiegeln, die der Technologiepartner ASML bereits in erste so genannte Alpha-Tools integrierte. Diese Demonstrations-Maschinen zur Belichtung von kleinen Siliziumrohlingen werden derzeit im IMEC-Entwicklungszentrum im belgischen Leuven und bei CNSE in Albany, New York, getestet.

Da die Chipproduzenten ihre Siliziumwafer möglichst schnell, mindestens aber 100 pro Stunde, belichten wollen, darf das EUV-Licht am besten keine Strahlungsintensität an den Spiegeln verlieren. Ganz lässt sich dieses Ziel nicht erreichen, doch mit mehr als 100 nur drei bis vier Millionstel Millimeter dünnen Beschich-

tungen aus den Elementen Silizium und Molybdän reflektieren die Spiegel knapp 70 Prozent des einfallenden EUV-Lichts. Um diese Strahlen auch möglichst exakt kontrollieren zu können, sind die Oberflächen der Reflektoren so glatt geschliffen, dass die Unebenheiten gerade mal ein Zehntel Nanometer groß sind. Das entspricht etwa dem Durchmesser eines einzigen Wasserstoffatoms. „Damit ist hier in Oberkochen die Herstellung der weltweit präzisesten Spiegel gelungen“, sagt Kürz.

Aber eine zuverlässige und exakte Optik ist nur eine der benötigten Komponenten für die neue EUV-Technologie. Auch die Masken mit dem Originalmuster für die Chipstrukturen können nicht mehr wie ein Dia durchleuchtet werden. Sie

müssen so geschickt strukturiert werden, damit sich die gewünschten Muster in der Reflexion ergeben und Abbildungsfehler vermieden werden. Zudem sendet kein Laser EUV-Licht in großer Intensität aus. So waren auch für die EUV-Quellen neue Ideen gefragt. Eine viel versprechende Lösung des Problems ist ein Plasma – eine Wolke aus ionisierten Teilchen. Dabei wird ein intensiver Laserstrahl auf Xenon oder Zinn gelenkt. Darauf verdampfen diese Atome, sie werden ionisiert und senden nach der Anregung ihrer Elektronen Licht der gewünschten EUV-Wellenlänge aus. Erste EUV-Lichtquellen werden heute bereits in Kleinserie produziert. Damit die EUV-Lithographie wirklich zum Erfolg wird, benötigen die Chipproduzenten aber noch eine deutlich gesteigerte Strahlungsintensität.

„Die Erfolge der letzten Jahre auf dem Gebiet der EUV-Lithographie stimmen uns sehr optimistisch“, berichtet der Produktstrategie Winfried Kaiser. Nach den Alpha-Tools wird ASML 2010 ein erstes so genanntes „Pre-Production-Tool“ auf den Markt bringen. Ausgestattet mit den extrem präzisen Spiegelsystemen von Carl Zeiss sollen damit erstmals Strukturgrößen von bis zu 22 Nanometer erreicht werden. Mit neuen Systemen, an denen Carl Zeiss und ASML derzeit arbeiten, wird diese Grenze deutlich unterschritten werden. Das Interesse in der Chipindustrie ist jedenfalls sehr hoch. „Mehrere Bestellungen namhafter Firmen der Branche zeigen uns, dass die EUV-Lithographie auf dem Markt akzeptiert wird“, ist EUV-Programmleiter Dr. Peter Kürz überzeugt.



Optik der Zukunft: Spiegelsystem für das Muster eines EUV-Belichtungssystems (Extreme Ultra Violet) für kommende Chip-Generationen.

Computer ohne Festplatte – dank Flash

von Dr. Eli Harari, Vorstand SanDisk



In der Folge des Mooreschen Gesetzes haben Flash-Speicher im vergangenen Jahrzehnt das größte Wachstum in der Halbleiterindustrie verzeichnet. Als Flash-Speicher bezeichnet man Halbleiterchips, die Daten auch dann speichern, wenn sie nicht mit Strom versorgt werden. Flash-Speicher haben dazu beigetragen, dass Digitalkameras Kleinbildkameras ersetzen; Floppy Disks wurden gegen USB-Flash-Laufwerke ausgetauscht, Flash-MP3-Spieler haben die Kassetten abgelöst; sie sind jetzt in Multimedia-Handys und bald auch in Computern ohne Festplatte zu finden.

Ich bin stolz darauf, dass unser Unternehmen – SanDisk feiert 2008 sein 20-jähriges Bestehen – bei der rasanten Weiterentwicklung der Flash-technologie eine wichtige Rolle gespielt hat und dass diese Technologie für weltweit mehr als eine Milliarde Verbraucher bezahlbar geworden ist. Heute sind wir weltweit der größte Anbieter von Flashspeicherkarten und mit unserem Partner Toshiba einer der größten Hersteller hochentwickelter Flashprodukte.

Der Aufstieg der Flashspeicher-Industrie ist eng verknüpft mit Fortschritten auf dem Gebiet der Halbleiterausstattung. Flashspeicher, insbesondere

vom Typ NAND, sind mittlerweile zum Technologiemoor der Branche geworden und haben DRAM und Logics überflügelt. Der NAND-Flash ist eine brillante Erfindung von Toshiba. Seine Struktur ist relativ einfach und bietet sich daher für eine Skalierung an, die schneller ist als es dem Mooreschen Gesetz entspricht. Vor fünf Jahren war Flash pro Megabyte doppelt so teuer wie DRAM. Heute verkauft sich ein Flash-Speicherchip mit 8 Gigabit zum Preis eines 1-Gigabit-DRAM-Chips.

Bei den Produktionstools für die Halbleiterbranche nimmt die moderne Lithographieoptik eine führende

Position bei der Weiterentwicklung der Flash-Technologie ein. Heute ist NAND-Flash der Motor, der Immersionswafer-scanner zu immer höheren numerischen Aperturen und schnellerem Durchsatz antreibt. In nur drei Jahren gelang in der Immersionslithographie die Steigerung der numerischen Apertur von 0,85 auf 1,35. Die Objektivtechnologie und Präzision, die in diesem enormen Produktionsumfang zur Anwendung kommen, ist wahrlich beeindruckend.

Wie wird es in den nächsten zehn Jahren in der Flashbranche weitergehen? Im nächsten Jahrzehnt wird die Zahl der Verbraucher weltweit rapide zunehmen – auf geschätzte drei Milliarden. Wir glauben, dass die Nachfrage weiterhin in hohem Tempo wachsen wird, während gleichzeitig die Preise weiter fallen. Diese Nachfrage wird vermutlich vor allem von drei Märkten mit enormem Wachstumspotenzial kommen: von Handys, mobiler Unterhaltungselektronik und tragbaren Computern. Handsets, Smartphones und Multimedialetelefone werden PCs immer ähnlicher und werden eine Speicherkapazität zwischen 32 und 128 Gigabyte benötigen – für Filme, Musik und Dateien. In der Unterhaltungselektronik können Flashspeicherkarten zum tragbaren Unterhaltungsmedium werden und CD, DVD und Blu-ray verdrängen. Es wird damit gerechnet, dass Flash, was den Speicher in ultraleichten, aber auch normalen Notebooks, Desktops und Servern angeht, stark in den Markt eindringen wird. Gartner und andere Marktforschungsinstitute sagen voraus, dass die Nachfrage nach Flash-

speichern in den nächsten vier bis fünf Jahren um das Zwanzigfache ansteigen wird.

Die vergangenen beiden Jahre waren für Hersteller von Flashspeichern recht schwierig. Selbst Hersteller, die zu niedrigsten Kosten produzieren, tun sich angesichts der Preisgestaltung, die sich an Massenprodukte anlehnt, sehr schwer damit, profitabel zu arbeiten. Unsere Branche hat in der Vergangenheit ihre Fähigkeit zur Selbstkorrektur bewiesen, da niedrige Preise die Schaffung neuer Märkte beschleunigen und somit neue Nachfrage erzeugen und den Preisverfall verlangsamen. Für eine neue Flash Mega-Fab [Fab = Chipfabrik, d. Red.] zur Produktion von 150.000 bis 200.000 Stück 300-Millimeter-Wafern pro Monat ist eine Investition von sieben bis acht Milliarden US-Dollar erforderlich. Die Herausforderung an neue Lithographietools wie beispielsweise EUV wird nicht nur darin bestehen, bedeutende technische Durchbrüche zu erzielen, sondern auch darin, im zweiten Jahrzehnt des 21. Jahrhunderts eine kosteneffiziente Lösung zu liefern.

Unserem Partner Carl Zeiss möchten wir unsere große Hochachtung für sein leidenschaftliches und unermüdliches Streben nach Höchstleistung auf dem Gebiet hochkomplexer Optik ausdrücken. Gemeinsam mit ihm freuen wir uns darauf, im kommenden Jahrzehnt neue Höhen zu erklimmen und neue Grenzen zu überschreiten. Die Schicksale unserer Unternehmen sind miteinander verflochten.

zur Person

Dr. Eli Harari



Dr. Eli Harari ist seit der Gründung von SanDisk im Jahr 1988 Vorstand des Unternehmens, das inzwischen seinen Jahresumsatz auf vier Milliarden Dollar gesteigert hat. Dr. Harari ist ein Pionier auf dem Gebiet nichtflüchtiger Speicher für Halbleiter und hält mehr als 100 Patente in den USA und anderen Ländern. An der Universität Princeton (USA) machte er seinen Master-Abschluss und erhielt seinen Dokortitel; an der Universität Manchester (Großbritannien) hat er mit dem Bachelor of Science (Honors) in Physik abgeschlossen.



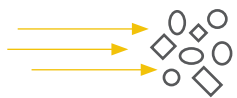
Labortechnik



aufs Feld gebracht

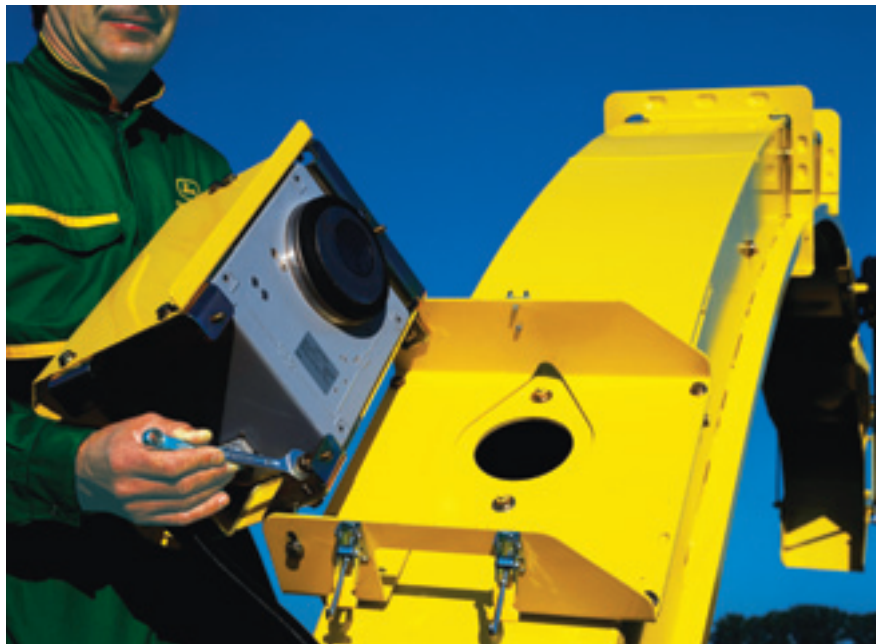
Gras, Klee oder Mais sind begehrte Rohstoffe. Im Winter werden sie als Silage an das Vieh verfüttert. In Biogasanlagen dienen die Grünpflanzen der Energiegewinnung. Messlatte für die Qualität des Erntegutes ist seine Trockenmasse. Doch die Angaben darüber sind meist sehr vage. Licht ins Dunkel bringt jetzt ein Messgerät, das von Carl Zeiss und dem Landmaschinenhersteller John Deere gemeinsam auf den Markt gebracht wurde und erstmals eine genaue Zuordnung von Rohstoffertag und Trockenmasse ermöglicht.

Ein Sensor ermittelt vor Ort die Futterqualität



Gängige Praxis ist es, dass die Landwirte und Lohnunternehmer den Trockenmassegehalt und Ernteertrag schätzen, bevor sie mit ihren Feldhäckslern anrücken. Eine genaue Kalkulation, die nicht nur Quantität, sondern auch Qualität der Futtermittel berücksichtigt, ist auf dieser Grundlage aber kaum möglich. Beginnen die schweren Landmaschinen dann mit dem Schneiden, Sammeln und Zerkleinern des Ernteguts, kann über dessen Zusammensetzung noch immer keine klare Aussage gemacht werden. Denn Feuchtigkeitsgehalt und Anteil an Trockenmasse variieren je nach Sorte, Standort und Bodenbeschaffenheit erheblich. In der Praxis können sich daraus weitreichende Konsequenzen ergeben. Enthält das Viehfutter beispielsweise wenig Trockensubstanz, sinkt auch der Milchenertrag der Kuh. In Biogasanlagen äußert sich diese Art von Mangelwirtschaft in der Verringerung der Gasausbeute.

Wachstumsstopp für Mikroben. Eine große Rolle spielt der Wassergehalt bei der Silageherstellung. Zur Konservierung des Ernteguts wird das Pflanzenmaterial zunächst mit Milchsäurebakterien beimpft, anschließend verdichtet und dann unter Ausschluss von Luftsauerstoff gelagert. Bei diesem Gärprozess wandeln Enzyme den Zucker in Säure um, wodurch das Wachstum schädigender Mikroorganismen gestoppt wird. „Ob die Silage dann ein gutes Winterfutter für das Vieh wird oder ein stinkender Haufen, ist ein Ritt auf Messers Schneide“, weiß Carl Zeiss Mitarbei-



Der Sensor wird am Auswurfkanal des Mähdreschers montiert.

ter Michael Rode. Er war an der Entwicklung des Messgerätes mit dem Namen *HarvestLab*[®] NIR-Sensor beteiligt. Gelangt Sauerstoff in das Gärfutter, bilden sich Schimmelpilze; ist dagegen der Feuchtigkeitsgehalt zu hoch, gewinnen Fäulniserreger die Oberhand.

Feuchtigkeitsmessung im Sekunden-takt. Unwägbarkeiten dieser Art können mit *HarvestLab* nahezu ausgeschlossen werden. Die spektrometrischen Messungen des Nah-Infrarot-Sensors (NIR-Sensor) ergeben spezifische Absorptionsmuster, anhand derer sich der Feuchtigkeitsgehalt des Erntegutes bestimmen lässt. Das Besondere: Die Trockenmasse wird bereits während des Erntevorgangs errechnet. Dazu wird zunächst das Volumen des eingezogenen Ma-

terials über den Abstand der Vorpresswalze des Häckslers ermittelt. Der Sensor, der sich im Auswurfkamin befindet, „scannt“ dann im Sekundentakt die Feuchtwerte des Materials, die zusammen mit den Ertragsdaten auf dem Monitor in der Kabine abzulesen sind.

In Zahlen ausgedrückt: Bei einem Häckselumsatz von 200 Tonnen pro Stunde werden 3600 Messungen vorgenommen. Das Grünfutter eines Silos, das 500 Tonnen fasst, wird also rund 9000-mal auf seine Zusammensetzung hin untersucht.

„Unsere Kunden sind von dieser Entwicklung begeistert“, sagt Francis Henault, Marketing-Repräsentant bei John Deere. „Erstmals besteht die Möglichkeit, nicht nur während des

Erntevorgangs klare Qualitätsausagen machen zu können, sondern den *HarvestLab* Sensor zusammen mit einem Laptop später auch bei der Mischung der Futterrationen im Stall einzusetzen.“

Hohe Messgenauigkeit. Durch die kontinuierlichen Messungen kann *HarvestLab* die Trockenmasse mit einer Abweichung von nur zwei Prozent bestimmen. Das ist wesentlich genauer als bei der konventionellen Trockenschrankmethode, bei der für ein 500-Tonnen-Silo in der Regel nur drei bis fünf Proben genommen werden. Einige 100 Gramm Futtermittel bilden in dem Fall den Referenzwert für mehrere 100 Tonnen, das heißt, diese Messungen sind kaum repräsentativ. Der Nah-Infrarot-Sensor ermittelt dagegen für alle Lagen und jedes Erntegut den Feuchtigkeitsgehalt der Silage punktgenau. Für den Landwirt sind diese Informationen bares Geld wert. Schon auf dem Feld kann er auf die spätere Qualität der

Silage und damit die Höhe der Futterrationen im Stall Einfluss nehmen. Mithilfe von *HarvestLab* besteht beispielsweise die Möglichkeit, bereits während des Erntevorgangs die Dosierung der Konservierungstoffe auf den Gehalt der Trockenmasse abzustimmen.

„Mit *HarvestLab* haben wir die Labortechnik aufs Feld und in den Stall gebracht“, resümiert Francis Henault. Schritt für Schritt wurde die sensible Sensortechnik den rauen landwirtschaftlichen Gegebenheiten angepasst. Im Auswurfkamin des Feldhäckslers ist der NIR-Sensor Belastungen ausgesetzt, die zum Teil das 50-fache der Erdbeschleunigung ausmachen. Zum Vergleich: Ein Kampfpilot unterliegt im Cockpit maximal der neunfachen Beschleunigung. Außerdem muss sichergestellt sein, dass *HarvestLab* trotz Temperaturschwankungen von bis zu 60°Celsius noch zuverlässig arbeitet. „Solche extremen Anforderungen haben dazu

geführt, dass die landwirtschaftlichen Maschinen heute mehr und robustere Technik und Elektronik enthalten als zum Beispiel Lkws“, erklärt Michael Rode.

Ein Baustein beim Precision Farming.

Zum Standard moderner Erntemaschinen gehören heute schon Ertrags erfassung und Standortbestimmungen über Satellit. Der Landwirt ruft Daten über seine Böden und seine Ackerkulturen ab, Betriebsabläufe können exakt verfolgt werden. Diese informationsgeleitete Präzisionslandwirtschaft, auch Precision Farming genannt, hat in den vergangenen Jahren die ländlichen Strukturen nachhaltig verändert. Daraus wiederum resultierten neue technische Herausforderungen. Mit der Feuchtigkeitsmessung vor Ort durch *HarvestLab* wurde eine davon realisiert. Doch die Tüftler bei Carl Zeiss und John Deere sind bereits mit den nächsten Schritten beschäftigt. Ziel ist es, vor Ort auch Aussagen über den Protein- und Zuckergehalt der Futtermittel treffen zu können und dadurch die Ernteerträge noch weiter zu optimieren. Die Messungen werden sich in Zukunft auch nicht auf Grünfutter beschränken. Untersuchungen zeigen, dass sich auch andere Anbaupflanzen wie Baumwolle oder Zuckerrohr für das NIR-Messverfahren eignen. Mit dem herkömmlichen Precision Farming hat diese Entwicklung eigentlich nicht mehr viel zu tun. Michael Rode spricht deshalb auch lieber vom „Quality Farming“, wenn von dem Sensor die Rede ist. Denn eine noch bessere Qualität ist genau das, was mit *HarvestLab* erreicht werden soll.



Vor der Fütterung wird die Trockenmasse der Silage nochmals gemessen.



Das große Krabbeln auf dem Käse

Milben sorgen für den würzigen Geschmack einer traditionsreichen Delikatesse

→ → →

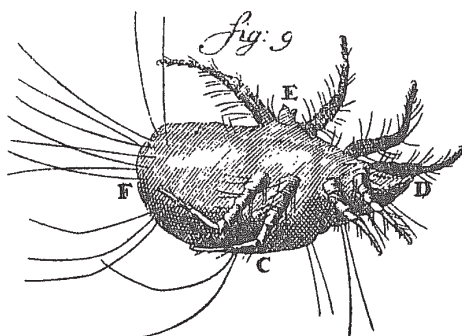
Der Würchwitzer Milbenkäse ist eine lokale Käsespezialität aus Sachsen-Anhalt, die dank der Slow-Food-Bewegung eine Renaissance erlebt. Was wirklich drin steckt, sieht man erst im Mikroskop: Käsemilben. Die winzigen Spinnentiere sind wesentlich am Reifungsprozess dieser Delikatesse beteiligt.

Zugegeben, der Würchwitzer Milbenkäse ist ein sehr lebendiges Lebensmittel. Die DDR-Behörden hielten diesen Käse für durch und durch unhygienisch. Deshalb wurden Herstellung und Verkauf untersagt, obwohl diese Art der Käsebereitung in der Gegend um Würchwitz, einem Dorf in der Nähe von Leipzig, eine mehr als 500-jährige Tradition hat. Doch die Zeiten haben sich geändert. Heute dürfen die Milben wieder in vielen Würchwitzer Haushalten am Käse schlemmen, um so den typischen, würzigen Geschmack zu erzeugen.

Helmut Pöschel stellt regelmäßig Milbenkäse für den Verkauf her. Der pensionierte Biologielehrer lässt sich dabei gerne über die Schulter schauen. Auf dem runden Tisch in seiner Küche steht eine Edelstahlschüssel mit frischem Magerquark. Kümmel und Salz kommen dazu, dann schneidet Pöschel getrocknete Holunderblüten hinein. Mit beiden Händen vermischt er die Zutaten. Aus der Quarkmasse formt er etwa acht Zentimeter lange Rollen und legt sie zum Trocknen auf ein Holzbrett. Den Quark bezieht Pöschel von Biobauern aus der Region oder von einer Südtiroler Alm. Das hat sich bewährt. Denn den Quark aus westdeutscher Produktion mögen seine Tierchen nicht. „Da sind zu viele Konservierungsstoffe drin“, erklärt der Käsemacher, „da lecken die Milben einmal dran und fallen tot um.“

im umgebauten Schweinestall zu sehen: Das gemalte Porträt einer Käsemilbe, winzige Orden für verdiente Käsemilben, die als Kosmonauten mit der ISS ins All geflogen sind, ein Milbenmausoleum, Schmuck aus ur-altem, bernsteinartigem Milbenkäse. Keine Frage, dem 62-jährigen Museumsdirektor sitzt der Schalk im Nacken. Außerdem dreht er Kurzfilme, früher regimekritische und erotische – was ihn seinerzeit ins Visier der Stasi brachte – heute eher Dokumentationen und Satiren. Einer seiner neuesten Filme mit Lokalkolorit ist eine Parodie auf die dänischen Olsen-Bande-Filme. Es geht darin um den Diebstahl eines wertvollen – na, was wohl? – eines Milbenkäses natürlich!

Da ist Leben in der Kiste. Sobald die Quark-Rollen abgetrocknet sind, bringt Helmut Pöschel sie in die Käsekammer, die wie eine gewöhnliche Speisekammer aussieht: Gefliester Boden, Regale an der Wand, Fliegengitter vor dem Fenster. Es riecht nach Harzer Käse mit einem Hauch von

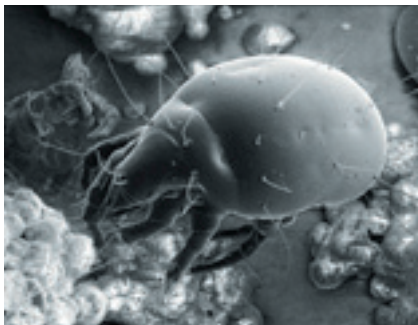


Thyroplyphus siro L. (syn. *Thyrophagus casei*) Spinnentier der Ordnung Milbe.

Alles rund um die Milbe. Doch Helmut Pöschel macht nicht nur Käse, er sammelt auch Kuriositäten rund um die Spinnentiere. Die Sammlung ist in seinem privaten Ein-Raum-Museum



In der Holzkiste warten tausende von Käsemilben auf den frischen Quark.



Eine Käsemilbe unter dem Rasterelektronenmikroskop.

Ammoniak und Harnstoff. Pöschel legt die Jungkäse in eine der hölzernen Käsekisten. Dort wimmeln in einer braunen Krümelmasse tausende von Käsemilben, die sich nun über den frischen Quark hermachen.

Die Milben setzen sich auf die Oberfläche der Käserohlinge und speicheln die Quarkmasse ein. Dadurch wird der Quark fermentiert, erhält seinen typischen Geschmack und wird monatelang haltbar. Damit die Milben nicht so viel vom Käse fressen, sondern ihn nur fermentieren, gibt Pöschel jeden Tag frisch gemahlenes Roggenmehl zu, das den Milben als Nahrung dient. Die Käsemanufaktur wird regelmäßig von den Aufsichtsbehörden überwacht und mikrobiologisch untersucht. Doch bisher wurden nie störende Pilze oder Bakterien gefunden. Vermutlich geben die Milben mit ihrem Speichel Stoffe ab, die das Wachstum von Bakterien und Pilzen verhindern.

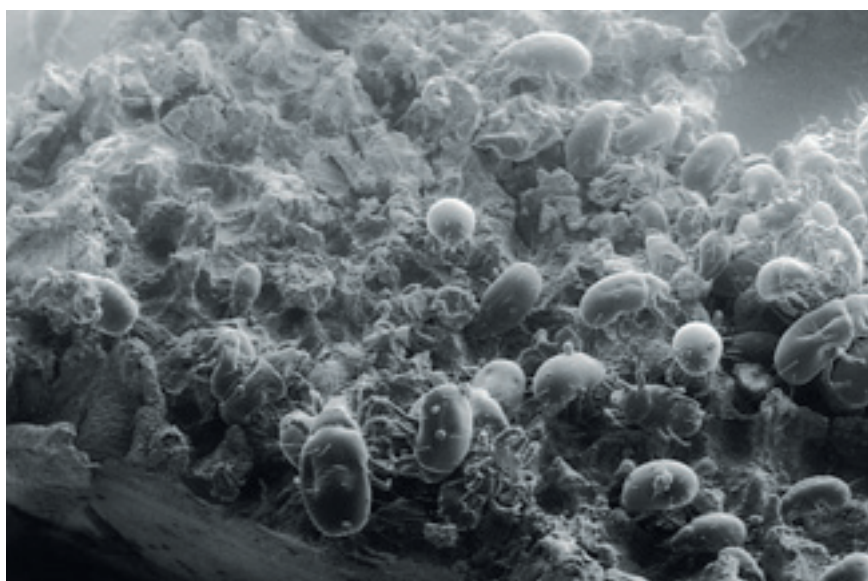
Pöschel schließt den Deckel der Käsekiste. Der Reifungsprozess dauert etwa drei Monate, dann ist der Käse fertig zum Verzehr.

Mit Schwarzbrot und Weißweinbirne.

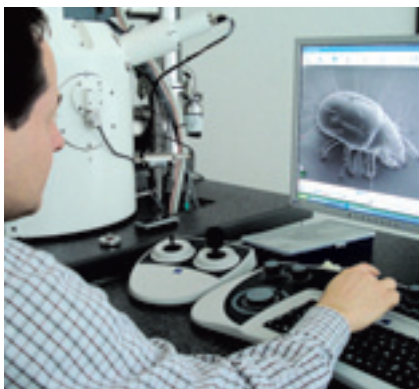
Die Anhänger des Milbenkäses sind von seiner gesundheitsfördernden Wirkung überzeugt. Die kulinarische Spezialität soll günstig bei Verdauungsproblemen und Durchfall sein, regelmäßiger Genuss soll desensibilisierend bei Hausstauballergien wirken. Die Slow-Food-Bewegung hat die Delikatesse ebenfalls für sich entdeckt. Auf der Speisekarte des bekannten Hotels Elephant in Weimar liest sich das so: „Milbenkäse aus Würchwitz mit Weißweinbirne und kräftigem Schwarzbrot“. Wer die Milben nicht mitessen mag, sollte sie abklopfen oder die braune, krümelige Käserinde abschneiden. Oder nicht so genau hinsehen.

Ganz genau hingeschaut. In Oberkochen, in der Nähe von Ulm, ist ein Milbenkäse aus Würchwitz angekommen. Dr. Michael Hiltl, Anwendungs-

spezialist bei Carl Zeiss, nimmt ihn mit in sein Labor, einen abgedunkelten Raum, in dem ein ZEISS Rasterelektronenmikroskop EVO® 60 steht. Dort will er die Käseoberfläche mit den lebenden Milben mikroskopisch untersuchen. Dazu befestigt er ein Stückchen Käserinde auf einem Probenhalter und setzt ihn in die Probenkammer des Rasterelektronenmikroskops ein. Sobald das Vakuum im Innern des Mikroskops ausreicht, kann's losgehen. Hiltl wählt den Niedervakuummodus, schaltet den Elektronenstrahl an und sucht einen passenden Bildausschnitt. Seine Hände fliegen über die Bedientastatur. Er ändert die Vergrößerung, stellt scharf, regelt Helligkeit und Kontrast des Bildes, passt die Scangeschwindigkeit an, dreht wieder am Fokusknopf. Auf dem Monitor des Mikroskops erscheint eine Käsemilbe in 500-facher Vergrößerung. Vier Bein-



Die Käseoberfläche mit den lebenden Milben wird mikroskopisch untersucht.



Die Bedientastatur des Elektronenmikroskops.

paare werden sichtbar, die Mundwerkzeuge, die Härchen auf der Körperoberfläche. Hiltl optimiert die Rauschunterdrückung und speichert eine Bilderserie auf der Festplatte.

Vorteil des Rasterelektronenmikroskops gegenüber dem Lichtmikroskop ist eine stärkere Vergrößerung und die viel größere Schärfentiefe. So kann ein großer Tiefenbereich mit einer Einstellung scharf gestellt werden, während man im Lichtmikroskop ständig nachfokussieren müsste.

Die Milben krabbeln über die Käsoberfläche, strampeln mit den Beinen. Michael Hiltl muss schnell arbeiten, denn die Bedingungen im Rasterelektronenmikroskop sind lebensfeindlich: Vakuum und permanenter Elektronenbeschuss. Das hält auch die stärkste Milbe nur einige Minuten lang aus. Aber das Video ist im Kasten! Jetzt könnte Michael Hiltl eigentlich mit dem Rest des Milbenkäses eine Brotzeit machen, aber er hat noch nie davon probiert. „Ich ess' doch gar keinen Käse“, bekennt er.



Das Milbendenkmal in Würchwitz.

Kleines Tier ganz groß. Seit sieben Jahren steht am Ortseingang der 600-Einwohner-Gemeinde Würchwitz eine Käsemilbe aus Carrara-Marmor. Elf Tonnen schwer, 2000-fache Lebensgröße. Nicht unumstritten, denn mancher hätte den Zuschuss für die Gemeinde lieber dazu verwendet, die maroden Dorfstraßen zu sanieren.

Der weiße Marmor glitzert in der Frühlingssonne. Helmut Pöschel legt, wie er das öfters tut, einen reifen Milbenkäse in eine Öffnung auf der Rückseite des Milbendenkmals. So können vorbeikommende Touristen schnuppern, wie der Käse riecht. Ein Hauch von Ammoniak und Harnstoff, würzig. Da kommt der Postbote und bringt einen Brief aus Oberkochen: eine DVD mit den scharfen Videos der Würchwitzer Käsemilben.

Ingrid Fritz

Ein Video finden Sie unter www.zeiss.de/innovation

zur Sache

Die Käsemilbe

Thyroplyphus siro L. (syn. *Thyrophagus casei*) Spinnentier der Ordnung Milben, verwandt mit Mehlmilbe und Hausstaubmilbe. Vermutlich hat man vor Jahrhunderten aus der Not eine Tugend gemacht, als man erkannte, dass der Milbenbefall den Käse haltbar macht. Bereits 1694 hat der niederländische Naturforscher van Leeuwenhoek Käsemilben mit Hilfe des von ihm entwickelten Lichtmikroskops beobachtet.

Das EVO 60

Anders als bei herkömmlichen Rasterelektronenmikroskopen (REM) handelt es sich beim Typ EVO 60 um ein Niedervakuum-Rasterelektronenmikroskop. Mit dieser Technologie können auch elektrisch nicht-leitende Objekte untersucht werden. Luft oder reines Stickstoffgas wird gezielt in die Probenkammer eingeleitet, so dass Ionen entstehen, wenn der Elektronenstrahl auf die Gasmoleküle trifft. Die Ionen (positiv) neutralisieren die überschüssige negative Ladung auf der Probe. Eine aufwändige Präparation der nicht-leitenden oder feuchten Proben entfällt.

Der Tuberkulose den Kampf angesagt



*Schon die Kleinen werden auf Lungenerkrankungen hin untersucht.
Die weitere Ausbreitung der Tuberkulose soll dadurch eingedämmt werden.*

Mit der Entdeckung der Antibiotika zu Beginn des 20. Jahrhunderts hatte die Tuberkulose vor allem in den Industrienationen ihren Schrecken verloren. Jetzt schlägt die Weltgesundheitsorganisation (WHO) Alarm: Die Infektionskrankheit breitet sich erneut aus. In den nächsten zehn Jahren könnte sie bis zu 30 Millionen Menschenleben fordern.

Als Robert Koch 1882 das Tuberkulose-Bakterium *Mycobacterium tuberculosis* entdeckte, war er der Meinung: „Es mehren sich die Anzeichen, dass die Krankheit ganz ihr Ende finden wird“. Tatsächlich ging die Sterblichkeitsrate erheblich zurück. Die „Schwindsucht“, die zu Beginn des Industriezeitalters jeden Dritten dahinraffte, schien besiegt. Inzwischen ist die Tuberkulose wieder zu

einer weltweiten Bedrohung geworden. In der Statistik der tödlichen Infektionskrankheiten steht sie neben Aids und Malaria an vorderster Stelle. Vor allem in Osteuropa, in Asien und Afrika nehmen die multiresistenten Erreger dramatisch zu. Die Resistenz vieler Bakterienstämme gegen herkömmliche Medikamente ist eines der größten Probleme im Kampf gegen die Krankheit. In allen

Regionen der Welt werden die Ärzte immer öfter mit Patienten konfrontiert, bei denen gleich mehrere Antibiotika nicht mehr wirken.

Übertragen wird die Tuberkulose hauptsächlich durch Tröpfcheninfektion. Was die Erreger auch besonders gefährlich macht: Sie können sich stundenlang unbeschadet in Raumluft aufhalten. Heimtückisch ist auch der Verlauf der Erkrankung; zwischen Ansteckung und Ausbruch vergehen oft Jahrzehnte. Aus einem scheinbar harmlosen Husteln entwickelt sich ein chronischer Husten, begleitet von Symptomen wie Müdigkeit, Appetitlosigkeit und Gewichtsabnahme.

Bei Tuberkulose-Verdacht wird dem Patienten eine Sputumprobe entnommen. Unter dem Mikroskop wird der Auswurf mithilfe von Färbemethoden auf „säurefeste“ Bakterien untersucht, zu denen auch die Mykobakterien gehören. Das gebräuchlichste Verfahren ist die so genannte Ziehl-Neelsen-Färbung, bei der sich die Erreger im Hellfeld des Lichtmikroskops violett vor dem blauen Hintergrund abheben. Um sie im Hellfeld eindeutig erkennen zu können, muss eine starke Vergrößerung gewählt werden. Entsprechend lange dauert es, bis die gesamte Fläche der Präparate durchgemustert ist. Eine zuverlässige diagnostische Aussage erfordert jedoch eine große Genauigkeit, die ausreichend Zeit und eine hohe Konzentration voraussetzt. Wird die Ziehl-Neelsen-Färbung angewendet, empfiehlt die WHO deshalb, die Durchsicht auf maximal 20 Proben am Tag zu begrenzen.

Ein spezielles Mikroskop soll jetzt eine schnellere und genauere Diagnose ermöglichen. Im Oktober bringt Carl Zeiss gemeinsam mit FIND, der Foundation for Innovative New Diagnostics, das LED-basierte Fluoreszenzmikroskop *Primo Star iLED* auf den Markt. Die schweizerische Stiftung FIND sponsert weltweit Geräte und Hilfsmittel zur Diagnose gefährlicher Infektionskrankheiten, indem sie deren Entwicklung mitfinanziert.

Mit *Primo Star iLED* ist es nun möglich, die schnelle und sichere Methode der Fluoreszenzmikroskopie auch zur Diagnose der Tuberkulose zu nutzen. Das Gerät ist einfach zu bedienen und verursacht nur geringe Betriebskosten. Deshalb eignet es sich besonders gut für den Einsatz in Gegenden mit geringer Infrastruktur. Das Mikroskop soll zu einem reduzierten Preis an Länder abgegeben werden, die von der Krankheit besonders stark betroffen sind. Dafür in Frage kommen momentan 22 Staaten, die laut WHO 80 Prozent der weltweiten Tuberkulosefälle auf sich vereinen.

„Wir haben das Mikroskop den Bedingungen in den entsprechenden Ländern angepasst“, erklärt Carl Zeiss Mitarbeiterin Katrin Steigner. An Stelle der teuren Quecksilberhochdrucklampen wurde das Mikroskop mit einer energiesparenden LED-Beleuchtung ausgestattet, die auch bei Stromausfall betrieben werden kann. Eine LED hat eine lange Lebensdauer – mindestens 10.000 Betriebsstunden; das heißt, bei einem täglichen Einsatz von vier Stunden müsste sie erst nach zehn Jahren aus-


getauscht werden. Außerdem ist sie sofort betriebsbereit, muss nicht justiert werden und hat eine äußerst geringe Wärmeentwicklung. Durch einfaches Umschalten kann von Fluoreszenz- zu Hellfeldmikroskopie gewechselt werden.

Sichtbar werden die Mykobakterien im *Primo Star iLED* durch Anregung des Fluoreszenzfarbstoffs Auramin O. Vor dem dunklen Hintergrund sind sie schon bei kleinen Vergrößerungen gut zu erkennen. Das erlaubt eine viermal schnellere Diagnose im Vergleich zum Hellfeld.

Auf der internationalen Konferenz gegen Tuberkulose und Lungenkrankheiten in Kapstadt vor einem Jahr, wurde *Primo Star iLED* vorgestellt. Das nationale Tuberkulose-Programm von Tansania, das State Hospital und das Hilfsprogramm AIDS Relief in Nigeria bescheinigten dem Fluoreszenzmikroskop, speziell auf die Bedürfnisse von Entwicklungsländern zugeschnitten zu sein. Seitdem kommen Anfragen aus aller Welt.

Eine lange Tradition verbindet Tuberkulose-Diagnostik und ZEISS Mikroskope. Mit Mikroskopen von Carl Zeiss gelang Robert Koch zum ersten Mal in der Geschichte der Medizin die Identifizierung eines bakteriellen Krankheitserregers. Am 24. März 1882 publizierte er in seinem Vortrag über die „Ätiologie der Tuberkulose“ die Entdeckung des Tuberkelbazillus. Heute, fast 130 Jahre später, dient wieder ein Mikroskop von Carl Zeiss als Hilfsmittel im Kampf gegen eine der gefährlichsten Infektionskrankheiten des Menschen.





Kirchen verbreiten häufig eine mystische Atmosphäre. Trifft die Sonne auf die hohen Fenster mit ihren prächtigen Glasmalereien, wird dieser Eindruck noch verstärkt. Das Innere verwandelt sich dann in ein Meer aus Licht und Farben. Besucher der Marienkirche in Frankfurt (Oder) können seit Juni vergangenen Jahres diesen Anblick wieder genießen.

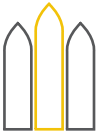


Große Fenster mit kleinen Sprüngen

Die mittelalterlichen Bleiglasfenster wurden vor Ort restauriert, nachdem Russland die als Beutekunst klassifizierten Schätze an Deutschland zurückgegeben hatte. Sechs der insgesamt 117 Scheiben warten noch auf ihre Rückkehr.

Kulturgut kehrt nach Deutschland zurück





Als sowjetische Truppen nach dem Zweiten Weltkrieg Teile Deutschlands besetzten, beschlagnahmten sie zahlreiche Kulturgüter, deren Verbleib strengstens geheim gehalten wurde. Die drei Fenster aus St. Marien nahmen russische Kulturoffiziere mit in das damalige Leningrad, das heutige St. Petersburg. Danach galten sie als verschollen, bis ein Kunsthistoriker sie im Depot der St. Petersburger Eremitage entdeckte.

Anfang der 90er Jahre einigten sich die russische und die deutsche Seite auf eine Rückgabe der Beutekunst. Doch immer wieder kam es zu Verzögerungen, da sich die russische Duma dem widersetzte. Erst 2002 trat das Gesetz schließlich in Kraft, das die Rückkehr der Marienkirchenfenster nach Frankfurt (Oder) ermöglichte.

Seltene Darstellung des Antichristen.

Die drei etwa zwölf Meter hohen Chorfenster entstanden zwischen 1360 und 1370 und zählen mit zu den bedeutendsten mittelalterlichen Glasmalereien. Das mittlere Fenster stellt das Leben Jesu Christi dar. Flankiert wird es vom sogenannten Schöpfungsfenster, auf dem die Erschaffung der Welt zu erkennen ist. Das dritte Bleiglasfenster zeigt den Antichristen, den Gegenspieler Got-

Links: Die Restauratorin Sandra Meinung testet die Wirkung der restaurierten Schmuckbilder vor einem Kirchenfenster.

Rechts: Das Motivfeld zeigt die Geburt des Antichristen.





Ein eingespieltes Team: Die Restauratorinnen (von links) Sandra Meinung aus Erfurt, Teamleiterin Gerlinde Möhrle aus Bonn und Nicole Sterzing aus Gotha bearbeiteten die 111 Einzelfelder der drei mittelalterlichen Chorfenster.

tes, der im Mittelalter das Symbol für die damals weitverbreitete Endzeitstimmung war. Unter Kunsthistorikern gilt diese Darstellung des Antichristen weltweit als einmalig. Bis heute wird die Frage diskutiert, ob das Motiv überhaupt in ein Gotteshaus gehört.

Können für die Kunst. Wenn über der Oderstadt die Sonne scheint, erzählen die wertvollen Bleiglasfenster wieder in leuchtenden Farben ihre Jahrhunderte alten Geschichten.

Schieben sich dann die Wolken davor, verfinstern sich die Szenen und düster blickende Figuren ziehen die Besucher in ihren Bann. Diese Wirkung ist der mühseligen Kleinarbeit der Restauratoren zu verdanken, die den Zustand der Fenster bei der Übergabe im Jahr 2002 als passabel bezeichneten, aber dennoch vor großen Herausforderungen standen. Zwei der Fenstertafeln waren zu 50 Prozent zerstört und mussten mit Spezialglas aus Bayern ergänzt werden. Fehlende Stücke und Sprünge

im Glas sowie Jahrhunderte alte Korrosion erforderten viel Können und Sachverstand.

Blick in eine andere Welt. Für die Restaurierungsarbeiten wurde extra in der Kirche eine Werkstatt eingerichtet, in der bald auch die letzten Stücke der historischen Glaskunst wieder in ihre ursprüngliche Schönheit versetzt werden sollen. Hier kann die Erfurter Glasmalereispezialistin Sandra Meinung wie bereits viele Male zuvor die Motivfelder auf den Leuchttisch legen, wo sich das farbige Glas scharf vom schwarzen Bleinetz und den Bibelfiguren abhebt. Noch so kleine Schäden bleiben hier nicht verborgen. Haarfeine Risse und Korrosionsschäden auf der Glasoberfläche sind unter dem Stereomikroskop *Stemi SV 11* von Carl

Zeiss bis auf das Vierhundertfache vergrößerbar. Winzige Bruchstellen erscheinen dadurch wie Steinbrüche. Im Hellfeld des Mikroskops fügen die Restauratorinnen mit filigranen Werkzeugen diese Einzelteile wieder zusammen.

Mensch und Technik für die Kunst. Das Stereomikroskop wurde durch ein Operationsmikroskop ergänzt. Carl Zeiss stellte diese dringend benötigte Ausrüstung zur Katalogisierung der Schäden zu Sonderkonditionen zur Verfügung. Doch auch Bürger und Unternehmen haben mit ihrem Engagement und ihrer großen Spendenbereitschaft dazu beigetragen, dass die Fenster nach ihrer aufwändigen Restaurierung in den Chor der nach 1992 wieder aufgebauten Kirche eingesetzt werden konnten.



Passt das Fenster? Zur Probe baut Glaser Marco Schittek die Kopie eines Schmuckbildes ein.

zur Sache



„Der Schrei“

Ein spektakulärer Fall von Kunstraub ereignete sich im Sommer 2004 in Oslo. Die Gemälde „Der Schrei“ und „Madonna“ des norwegischen Malers Edvard Munch waren während der Öffnungszeiten aus dem gleichnamigen Museum gestohlen worden. Zwei Jahre später wurden die weltberühmten Bilder sichergestellt: mit Schrammen, Rissen und Feuchtigkeitflecken.

Die Kunstkonservatorin Gry Landro vom Osloer Munch-Museum untersuchte und restaurierte das Gemälde „Der Schrei“ mithilfe des speziell modifizierten Operationsmikroskops OPMI Sensera I S7 von Carl Zeiss. Die Millimeterarbeit erforderte eine sehr hohe Vergrößerung und eine gute Ausleuchtung. Beides leistet das Operationsmikroskop. Doch trotz sorgfältigster Restaurierung konnten nicht alle Schäden an dem Gemälde beseitigt werden.

Essay

Triumph der Gamer

Die faszinierende Zukunft der Videospiele



*„Die ganze Welt ist Bühne,
und alle Frau'n und Männer bloße Spieler“*

William Shakespeare, 1564-1616



Würde er heute noch leben, hätte Shakespeare sein berühmtes Zitat „Die ganze Welt ist Bühne, und alle Frau'n und Männer bloße Spieler“ sicherlich dahingehend geändert, dass unsere heutige Existenz eher einem Videospiel gleicht, als einer Theateraufführung.

Für all jene, die sich von dieser Metapher angesprochen fühlen, dass ein Videospiel das Leben widerspiegelt, sollten wir den Satz einmal so umformulieren, dass der Vergleich noch besser zur Geltung kommt: Die ganze Welt, um diesen Teil aus Shakespeares Zitat nochmals aufzugreifen, ist eine Reihe von Problemlösungen, die ganze Welt ist eine Reihe von strategischen Manövern, die durch scheinbar willkürliche Ereignisse ausgelöst werden. Die ganze Welt ist eine Manipulation taktischer Entscheidungen, die auf unvollständigen Infor-

mationen beruhen, die ganze Welt ist der Kampf des Individuums gegen unterschiedlichste Grund- oder Spielregeln, die von anderen aufgestellt werden, die ganze Welt ist ein virtuelles Dorf. Im 21. Jahrhundert, in einer Gesellschaft, in der Plattformen wie Facebook oder YouTube dominieren, in der digitale Speicherkapazitäten schier endlos vorhanden sind und in der es Dinge gibt, wie eine digitale DNA, ist es meiner Ansicht nach kaum zu weit hergeholt, dass es eine Analogie zwischen Videospielen und dem richtigen Leben gibt.

Wir sollten akzeptieren, dass Videospiele aus keinem Bereich unseres täglichen Lebens mehr wegzudenken sind: zu Hause, in der Schule, am Arbeitsplatz, bis hin zur Matrix unseres wirklichen oder virtuellen Lebens. Und es ergeben sich immer neue Variationen und Anwendungen in jedem nur vorstellbaren Bereich, und es wird viele weitere geben, die von folgenden Generationen der, nennen wir sie „digitalen Eingeborenen“, noch geschaffen werden. Es wird eine Zeit kommen, in der es mindestens genauso verrückt ist, die Werte oder Wahrhaftigkeit eines Videospieles zu hinterfragen, wie darüber zu sinnieren, ob Shakespeare mit seinem Vergleich recht hatte, dass unsere Leben nur die Rollen widerspiegeln, die Schauspieler auf einer Bühne darstellen.

Ich selbst befasse mich beruflich tagtäglich mit der Zukunft von Videospielen. Als Executive Producer des Entertainment Technology Centers (ETC) der Carnegie Mellon Universität betone ich immer wieder, dass das ETC sich mit der gesamten Palette der interaktiven, digitalen Medien beschäftigt und nicht nur mit Videospielen. Allerdings werde ich interessanterweise immer öfter von Institutionen, Schulen, Museen, Unternehmen auch von der Militärindustrie angesprochen, die alle versuchen, bestimmte Aspekte ihrer Lerninhalte und ihres Lehrplans in ein Videospielformat umzuwandeln.

Es stellt sich heraus, dass die medientechnisch breit angelegte Mission des ETCs schon ein Vorbote der Zukunft ist, die ich hier beschreiben möchte. Mit anderen Worten: Wir vom Entertainment Technology Center sind vielleicht tatsächlich Visionäre.

Das liegt sicherlich daran, dass wir uns tatsächlich zu einer literarisch nicht mehr gebildeten Gesellschaft entwickeln, von der Alvin und Heidi Toffler⁽¹⁾ vor beinahe 30 Jahren gesprochen haben. Der Ausdruck nicht-literarisch, den die Tofflers prägten, hat jedoch nichts mit den so genannten primitiven Völkern zu tun, die nicht über ein Alphabet oder eine schriftliche Überlieferung verfügen oder die die Geschichte ihrer Gesellschaft überwiegend mündlich weitergeben. Die „nicht-literarische“ Gesellschaft von heute ist eine, die keine Bücher mehr liest, aber nichtsdestotrotz Wissen, bildhafte Vorstellung, soziale Netze, Fiktion, weltweite Ereignisse und jede Menge Sinnesreize kennt, wenngleich diese über technische Medien vermittelt werden.

Das ist ein großer Unterschied zu früher, aber nicht größer als der anfängliche Horror der herrschenden Schicht, die noch eine traditionell-literarische Bildungslaufbahn absolviert hat und sich nun Mühe geben muss, die nicht mehr literarisch gebildeten Studenten zu verstehen. Zu viele Mitglieder in der gesellschaftlichen Elite haben Angst davor, dass hier eine neue Klasse von Barbaren entsteht, doch diese Angst ist unbegründet. Das Fernsehen hat ihrer Generation genauso übel mitgespielt; haben sie das schon vergessen?

Videospiele werden bald eine allgegenwärtige Erscheinung sein, darüber gibt es heute so gut wie keine Zweifel mehr. Die eigentliche Frage, die sich stellt, ist jedoch: Was bedeutet das genau für uns? Wir sprechen hier von einer Omnipräsenz, die ein derartiges Ausmaß hat, dass wir Videospiele nicht mehr von normalen Problemlösungen und Entscheidungsfindungsprozessen in der Schule, am Arbeitsplatz, in den Familien, in der Politik und den meisten Aspekten des weltlichen Lebens trennen können.

Allein dieses Semester werden wir am ETC Spiele für medizinische Institute, Museen, Schulen und die Militärindustrie entwerfen. Die Anwendungsmöglichkeiten werden immer mehr, insbesondere jetzt, wo die Babyboomer, zu denen auch ich mich zähle, langsam aber sicher in Rente gehen. Uns werden Menschen nachfolgen, die viel mehr Köpfchen und Computer-Erfahrung haben als wir und die Videospiele nicht länger als Teufelszeug ansehen.



Second Life Garten.

Die Tatsache, dass bald jeder Mensch fähig sein wird, einen Computer zu bedienen, wird gewaltige Auswirkungen auf die Verbreitung der neuen Medien haben. Es ist sehr wahrscheinlich, dass wir uns demnächst keine PCs mehr anschaffen müssen, denn bald wird so ziemlich alles, was man kaufen kann, bereits einen Computer enthalten. In Kürze steckt in jeder Benutzeroberfläche, jedem Gerät, jeder Maschine ein Computer. Es ist heute keine Frage mehr, dass wir eines Tages alle kleine, in die Kleidung integrierte Computer bei uns haben. Die Frage ist also nur noch, wann das so sein wird.

Auch die Videospiele werden sich von der folienverschweißten Ware hin zu einer herunterladbaren Dienstleistung entwickeln. Diese Entwicklung treibt die Filmindustrie gerade in den Ruin. Die Ankunft des 4G-Universums⁽²⁾ wird diesen Wechsel vorantreiben, sehr zur Freude der Mobiltelefonanbieter. Wenn wir erst überall eine drahtlose Internetverbindung mit 100 Megabit pro Sekunde haben, wird das ein weiterer wichtiger Meilenstein der technischen Entwicklung sein. Vielleicht ist es das Ende der Videospiele-Abteilungen in den Elektromärkten, sicher aber bedeutet es eine Explosion der Zugriffsmöglichkeiten auf Videospiele und ungeahnte kreative Möglichkeiten. Wenn

dieses drahtlose Netz installiert wird – und es attraktiv genug ist, um genügend Spieler anzuziehen und den nötigen Gewinn abzuwerfen – dann hat es Bestand. Dann ist die Tyrannei der heutigen Hersteller von Videospielen endlich zu Ende (und wird vermutlich durch eine andere Form der Tyrannei ersetzt, aber zumindest kommt dann wieder Bewegung in die Branche).

Wir beobachten bereits jetzt den Übergang der Second-Life-Avatare in parallele Universen und Existenzformen. Auch hier sehe ich keinen Grund, diesen Entwicklungen mit Angst zu begegnen, denn der Wunsch, zur gleichen Zeit parallel in unterschiedlichen Erscheinungsformen zu existieren, war schon immer ein fester Bestandteil des menschlichen Selbstverständnisses, wenn auch bisher nur als harmloses Rollenspiel, ohne die ganze moderne Technologie dahinter. Die Technik und ihre vielfältigen Möglichkeiten, jedes einzelne dieser Parallellen visuell und im Cyberspace unmittelbar erlebbar zu machen, ist das eigentlich Evolutionäre und Revolutionäre daran.

Das Faszinierende an der Zukunft der Videospiele liegt in den großartigen sozialen und interkulturellen Möglichkeiten, die eine echte globale Präsenz bietet. Zum ersten Mal in der Geschichte der Menschheit können sich Bewohner aller Erdteile in einem – wenn auch virtuellen – Raum treffen. Neueste Übersetzungstechnologien könnten es schaffen, die Hoffnungen, die man bislang mit Esperanto verband, zu erfüllen und allen Bewohnern unseres Planeten die Möglichkeit bieten, direkt und unmittelbar miteinander zu kommunizieren. Es wird bestimmt viel schwieriger werden, gegen fremde Nationen, mit deren Vertretern man via Internet Freundschaft geschlossen hat, in den Krieg zu ziehen, und der Zusammenschluss zu Teams mit „Sportgeist“ ist eine gute Lektion, deren positive Auswirkungen man gar nicht hoch genug einschätzen kann. Ich frage mich oft, was passieren würde, wenn wir Massen von Nintendo-DS-Konsolen über Nordkorea abwerfen würden.

Der Erfolg von Will Wrights Computerspiel Spore könnte ein weiterer Meilenstein der Evolution des Lebens in Parallelwelten sein. Kreativer Ehrgeiz ist nicht das einzige Erstaunliche am Spore-Experiment. Ein weiterer be-

merkenswerter Zug ist sein struktureller Aufbau. Spore ist ein Vorbote für die prozedurale Synthese der Massen-Mehrspieler-Online-Gemeinschaftsspiele (MMOGs).

Prozedurale Synthese bedeutet, dass mittels bestimmter Programmieretechniken Bildmaterial kreiert wird, anstatt Millionen von Strukturen, Formen und Verhaltensweisen von Hand programmieren zu müssen. So müssen die Spieleprogrammierer nicht mehr Millionen von Zeichen speichern. Das spart Zeit und Geld und schafft hoffentlich auch kreative Freiräume, denn die prozedurale Synthese verwendet zum Beispiel einen bestimmten Algorithmus, um 10.000 Bäume zu zeichnen, die sich in Abhängigkeit des Hintergrundes leicht unterscheiden und man muss also nicht mehr einen Computerzeichner anheuern, der 10.000 verschiedene Bäume zeichnet. Und was das Spiel selbst angeht – stellen Sie sich vor, dass es eine Art animierte DNA gibt, die die Darstellung von Charakteren, Landschaften und Hintergründen für eine Szene oder eine Spielebene erlaubt. Das führt zu ungeahntem Reichtum an nutzergenerierten Inhalten und gibt immensen Speicherplatz frei, der bis jetzt noch mit dem ganzen optischen Schnickschnack belegt wird. Natürlich verlangt eine solche prozedurale Synthese weit mehr an Speicherkapazität des Arbeitsspeichers, als bislang möglich ist, aber dank der Entwicklung neuer, immer schnellerer CPUs⁽³⁾ wird



Spore.



Jugendliche mit tragbaren Videospiele.

diese Hürde bestimmt bald überwunden sein. Plötzlich bekommt das Reden über unterschiedliche virtuelle Welten neue Bedeutung und Aktualität.

Interessanterweise ist das Gebiet, auf dem ich demnächst eine wahre Explosion an neuen Spielen erwarte, die Pädagogik. In den USA steuert das öffentliche Schulwesen derzeit auf eine Katastrophe zu. Das sture Festhalten der meist kommunalen Schulbehörden an Erziehungsmethoden des 19. Jahrhunderts trifft hier auf eine neue, digital geprägte Schülergeneration, die mehr Erfahrung darin hat, mit Lichtgeschwindigkeit durch den virtuellen Raum zu surfen, als ein völlig veraltetes, furchtbar teures Schulbuch umzublättern.

Jesse Schell, mein hochgeschätzter ETC-Kollege und ehemaliger Disney-Kreativer, Guru der Unterhaltungstechnik, Autor vieler Spiele-Handbücher und sehr erfolgreicher Gründer einer Spielefirma, hat mir eines Tages anvertraut, dass die zwei Dinge, die ihn in letzter Zeit am meisten erstaunt hätten, der Erfolg von Disneys High School Musical – ein echtes Phänomen der Unterhaltungsbranche – und der Erfolg von Wikipedia wären. Ersterer sei erstaunlich, weil es sich um eine ziemlich banale Angelegenheit handelt und letzterer sei verblüffend, denn wer hätte je gedacht, dass dieses Konzept so hervorragend funktioniert? Der Erfolg zeigt, dass

Bildung, Wissen und ein von der breiten Öffentlichkeit selbst generierter, jederzeit verfügbarer Content auch im Zeitalter der digitalen Revolution keineswegs auf der Strecke bleiben.

Was jetzt noch fehlt, ist die echte Integration der Dynamik von Videospiele in die Lehrpläne unserer Bildungseinrichtungen. Es gibt bereits Videospiele, die zur Bereicherung des traditionell textbuchbasierten Lernens in den Klassenzimmern beitragen. Jedoch verstehen es bisher nur sehr wenige Schulen, die Problemlösungskompetenzen, den hohen Aufmerksamkeitswert, das kreative Potenzial und den hohen Unterhaltungswert von Videospiele für ihren Unterricht zu nutzen. Noch viel weniger schaffen sie es, die in den Videospiele vorgefundenen Spiellevels mit dem immer schwieriger werdenden Lernstoff in den Arbeitsbüchern zu synchronisieren. Irgendwann wird der Zeitpunkt kommen, wo es auch diesen rückschrittlichen Pädagogen dämmert, dass es besser ist, mit den heutigen Computer-Kids in ihrer eigenen Jugendsprache zu sprechen, anstatt sie stur mit trockenem Lehrbuch-Latein zu traktieren.

Die explosionsartige Verbreitung von sporadischen, zwanglosen, in Gruppen an der Konsole gespielten Videospiele ist erst die Spitze des Eisbergs, wenn wir uns die Zukunft der Spieleindustrie ansehen. Nintendo DS⁽⁴⁾ ist die führende Videospielekonsole in Japan und ein Vorbote der neuen, tragbaren Videospiele und ihrer ständigen Verfügbarkeit überall. Selbstverständlich lässt sich Ähnliches über Handyspiele auf Myriaden von Mobiltelefonplattformen sagen. Ihnen allen ist gemeinsam, dass sie die Langeweile vertreiben helfen und den Wunsch nach geistiger Anregung wecken. Wir leben in einer Welt, in der Logikrätsel wie Sudoku (zu Recht) als Gedächtnistraining und als Mittel gegen Gedächtnisverlust angepriesen werden. „Use it or lose it“, sagt das Sprichwort. Ich habe den Eindruck, dass sich die junge Generation dank der Selbstverständlichkeit von Videospiele als Teil ihres Alltags leichter damit tun wird, bis ins hohe Alter geistig beweglich zu bleiben.

Es ist ebenso absehbar, dass die Zahl der Videospiele-Fans durch den Generationenwechsel anwachsen wird. Die heutigen jungen Spieler werden erwachsen, und

*„... Der letzte Akt, mit dem,
Die seltsam wechselnde Geschichte schließt,
Ist zweite Kindheit, gänzlich Vergessen,
Ohn' Augen, ohne Zahn, Geschmack und alles.“*

William Shakespeare, 1564-1616

die nicht digital aufgewachsene Generation gibt allmählich die Herrschaft und die Verantwortung an sie ab. Es ist simple Mathematik. Dies führt zwangsläufig zu einer weiteren Expansion der Videospiele-Anwendungen. Die Tatsache, dass wir vom ETC derzeit Übungen für Senioren auf dem Wii⁽⁵⁾ entwickeln, weil auch diese lieber in eine interessante, fantasievolle Welt eintauchen wollen, als immer dieselben langweiligen Übungen in einer sterilen, geistlosen Atmosphäre machen zu müssen, sagt eine Menge über den Wert von Videospiele auch für ältere Menschen aus.

Shakespeare lässt seinen Monolog „Die ganze Welt ist Bühne ...“ aus seiner Komödie „Wie es euch gefällt“ mit einer Klage über die Begleiterscheinungen des hohen Alters enden. Da heißt es:



Junge spielt mit Wii.

*„... Der letzte Akt, mit dem,
Die seltsam wechselnde Geschichte schließt,
Ist zweite Kindheit, gänzlich Vergessen,
Ohn' Augen, ohne Zahn, Geschmack und alles.“*

Interessanterweise ändern gerade die neuen Generationen von Videospiele etwas an dieser traurigen, vom großen Barden festgestellten Analogie von Videospiele und Leben. Was ich an der digital erzogenen Generation so bewundere, ist ihre standhafte Weigerung, erwachsen und alt zu werden. Meine Generation hatte sich geschworen, an genau diesem Ziel festzuhalten, und ist damit, ehrlich gesagt, gehörig gescheitert (wie ich neulich auf einem Klassentreffen meiner ehemaligen Highschool feststellen musste). Videospiele und interaktive digitale Medien sind ein wesentlicher Bestandteil der sich ständig weiterentwickelnden, revolutionären Dynamik und Geisteshaltung.

Dank des Zaubers der digitalen Medienwelten und des unaufhaltsamen Fortschreitens der digitalen DNA müssen Menschen eines Tages nicht mehr als blinde, zahnlose Wracks ohne Geschmack empfinden sterben. Das unglaubliche Medium der digitalen Existenz erlaubt uns nicht nur, jung zu bleiben, sondern anderen so zu erscheinen, wie wir gesehen werden und in ihrer Erinnerung bleiben wollen. Durch die Magie der Videospiele kommen die Menschen der digitalen Unsterblichkeit am nächsten. Damit ersetzt die Technologie die Leinwand des Dorian Gray.

*Dr. Donald Marinelli,
Executive Producer Entertainment Technology Center
Professor für Schauspiel und Kunstmanagement,
Carnegie Mellon University*

⁽¹⁾ Alvin und Heidi Toffler: Zukunftsforscher und Schriftsteller, unter anderem bekannt geworden durch den Klassiker „Future Shock“.

⁽²⁾ 4G: Mobilfunk-Datenübertragungsstandard der vierten Generation mit extrem schnellen Übertragungsraten.

⁽³⁾ CPU: Englisch für Central Processing Unit, Hauptprozessor.

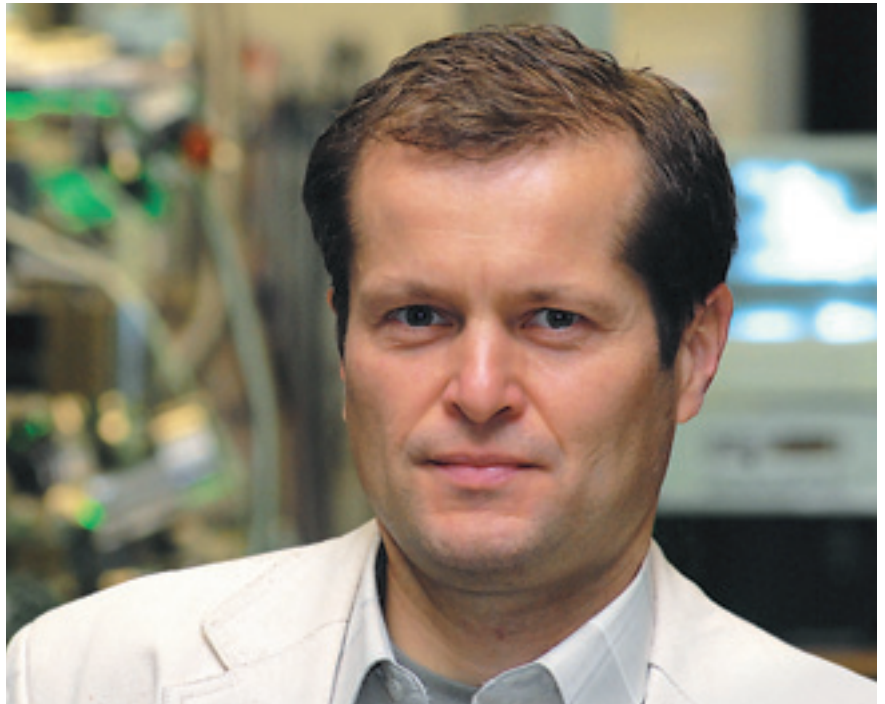
⁽⁴⁾ Nintendo DS: tragbare Videospielekonsole mit zwei Displays

⁽⁵⁾ Wii: Spielkonsole von Nintendo, die sich durch einen Controller mit Bewegungssensoren auszeichnet.

Momentaufnahme eines Elektrons

Den Carl-Zeiss-Forschungspreis erhalten Wissenschaftler für herausragende internationale Optikforschung; er gehört zu den renommiertesten Auszeichnungen in diesem Bereich. Sie wird vom Ernst-Abbe-Fonds im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft alle zwei Jahre verliehen. Der Fonds wurde von der Carl-Zeiss-Stiftung zu deren 100-jährigem Bestehen eingerichtet. Erstmals wurde der Preis, der mit 25.000 Euro dotiert ist, 1990 verliehen.

An dieser Stelle berichten wir in Zukunft über Wissenschaftler, die mit dem Carl-Zeiss-Forschungspreis ausgezeichnet wurden, und über deren weitere Arbeiten.



Prof. Dr. Ferenc Krausz

Wer Bewegungen von Elektronen beobachten will, der muss schnell sein. Ferenc Krausz ist schnell. Der Physiker gilt als Begründer der „Atto Science“, einem Wissenschaftsgebiet, das die Bewegung von Elektronen in Echtzeit misst. Ihm und einem internationalen Forscherteam gelang es, die Elektronengeschwindigkeit in Metallen und die physikalische Grenze für die Taktraten in elektronischen Schaltkreisen zu bestimmen.

Mit zunehmender Leistungssteigerung von Rechnern und Kommunikationssystemen werden die elektronischen Bauteile immer kleiner und die Prozesse schneller. Das wirft die Frage auf: Wie können die elektrischen Ströme in diesen Schalt-

kreisen kontrolliert werden? Ferenc Krausz, der 1998 mit dem Carl-Zeiss-Forschungspreis ausgezeichnet worden war, schaffte es, einen Lichtpuls im Bereiche von Attosekunden (10^{-16} bis 10^{-18} Sekunden) zu erzeugen und zu messen. Mithilfe dieser Lichtpulse war es möglich, die Bewegung atomarer Teilchen abzubilden.

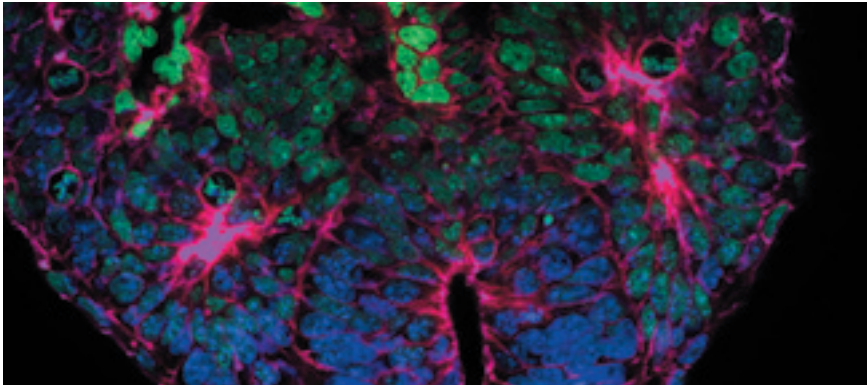
Heute ist Ferenc Krausz Lehrstuhlinhaber für Experimentalphysik an der Ludwig-Maximilians-Universität München und geschäftsführender Direktor des Max-Planck-Instituts für Quantenmechanik in Garching. Sein Forschungsschwerpunkt sind Lasersysteme, die Attosekunden-Strahlen erzeugen können. Die Bewegungen von Elektronen in Atomen, Mole-

külen und Festkörpern können damit in Echtzeit quasi „fotografiert“ werden. Die Untersuchungen zeigen, dass Elektronen ihre Bewegungsrichtung mehr als eine Billion Mal pro Sekunde wechseln können. Das entspräche einer Rechneraktrate von einigen Millionen Gigahertz (Petahertz).

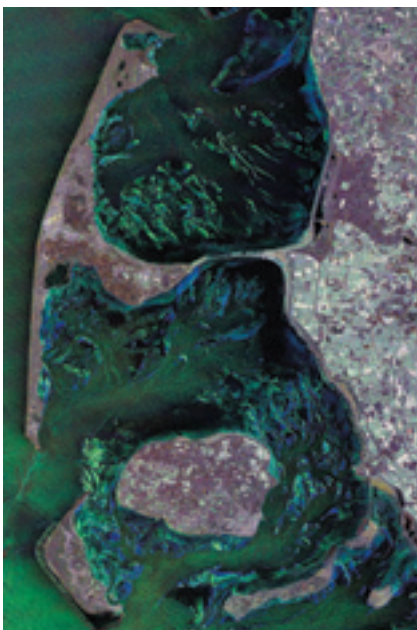
Die Forschungsarbeit von Ferenc Krausz bildet heute die Basis für neue Arbeitsgebiete, zum Beispiel in der Materialbearbeitung und in der Medizin.

Die von ihm entwickelten Laser werden inzwischen in Kliniken zur Frühdiagnose von Augen- und Krebserkrankungen getestet.

Vorschau auf Innovation 21



Von oben I: Vor 100 Jahren stellte Professor August Köhler von Carl Zeiss die Fluoreszenzmikroskopie der Öffentlichkeit vor. Seitdem hat das Unternehmen die Entwicklung von Methode und Technik maßgeblich bestimmt und mit der Mehrkanal-fluoreszenz zur Perfektion gebracht. Die heutige zellbiologische Forschung ist ohne Fluoreszenzmikroskopie undenkbar.



Von oben II: Der Modellflugzeugpilot Wolfgang Schäper war wieder unterwegs: Mit seinen „Fotofliegern“, die er mit Hilfe von Fernrohrbrillen steuert, kartierte er fotografisch ausgewählte Gebiete. Auftraggeber ist das Tourismusministerium des Oman. Das Sultanat plant die touristische Erschließung des Jabel Akhdars, ein rund 2500 Meter hohes Massiv im Hajar-Gebirge.



Von oben III: Laserkommunikation ermöglicht die Übertragung großer Datenmengen mit hoher Auflösung. Im Vergleich mit elektromagnetischen Wellen im Radiofrequenzbereich hat die Lasertechnologie weitere Vorteile: Sie kommt mit kleineren optischen Komponenten aus, ist abhörsicher und weniger stör anfällig.

Impressum

Innovation – Das Magazin von Carl Zeiss
Ausgabe 20, August 2008

Herausgeber:
Carl Zeiss AG, Oberkochen
Konzernfunktion Kommunikation
Jörg Nitschke

Redaktion:
Silke Schmid (Ltg.),
Dr. Dieter Brocksch, Gudrun Vogel
Carl Zeiss AG
Konzernfunktion Kommunikation
Carl-Zeiss-Str. 22
73446 Oberkochen, Germany
innovation@zeiss.de
Tel. +49 7364 20-8208
Fax +49 7364 20-3122

Autoren dieser Ausgabe:
Monika Etspüler, MSW;
Dr. Ingrid Fritz (Carl Zeiss);
Jan Oliver Löffken; Donald Marinelli

Konzeption und Gestaltung:
Gesamtkoordination Nicola Schindler
MSW, Manfred Schindler
Werbeagentur OHG, Aalen
www.msw.de

Bildnachweise: Carl Zeiss;
S. 7 u.: Max-Planck-Institut für
Astronomie; S. 8 u.: Dr. Stephan Irsen,
caesar research center; S. 9 o.: Matthias
Burba; S. 18, 19 Getty Images;
S. 20, 21: Corbis; S. 24: ASML; S. 30, 31:
Getty Images; S. 36-39: John Deere;
S. 40-43: Ingrid Fritz (Carl Zeiss);
S. 41 links: Mit freundl. Genehmig. d.
Naturhist. Museums Basel; S. 42 REM-
Aufnahmen: Michael Hiltl (Carl Zeiss);
S. 44, 46-47, 48: dpa; S. 49: Stadtverw.
Frankfurt/Oder, Peter Thieme; S. 50:
Bernd Lammel; S. 51 li.: dpa; S. 51 re.:
Bernd Lammel; S. 52, 53: Corbis; S. 54:
Wikipedia; S. 55: Spore; S. 56: Corbis;
S. 57: Corbis; S. 58: Thorsten Naeser,
Max-Planck-Institut für Quantenmecha-
nik; S. 59 li. u.: DLR

Druck: C. Maurer Druck und Verlag,
Geislingen an der Steige

Innovation – Das Magazin von Carl Zeiss
erscheint zweimal jährlich auf Deutsch
und Englisch.

ISSN 1431-8040

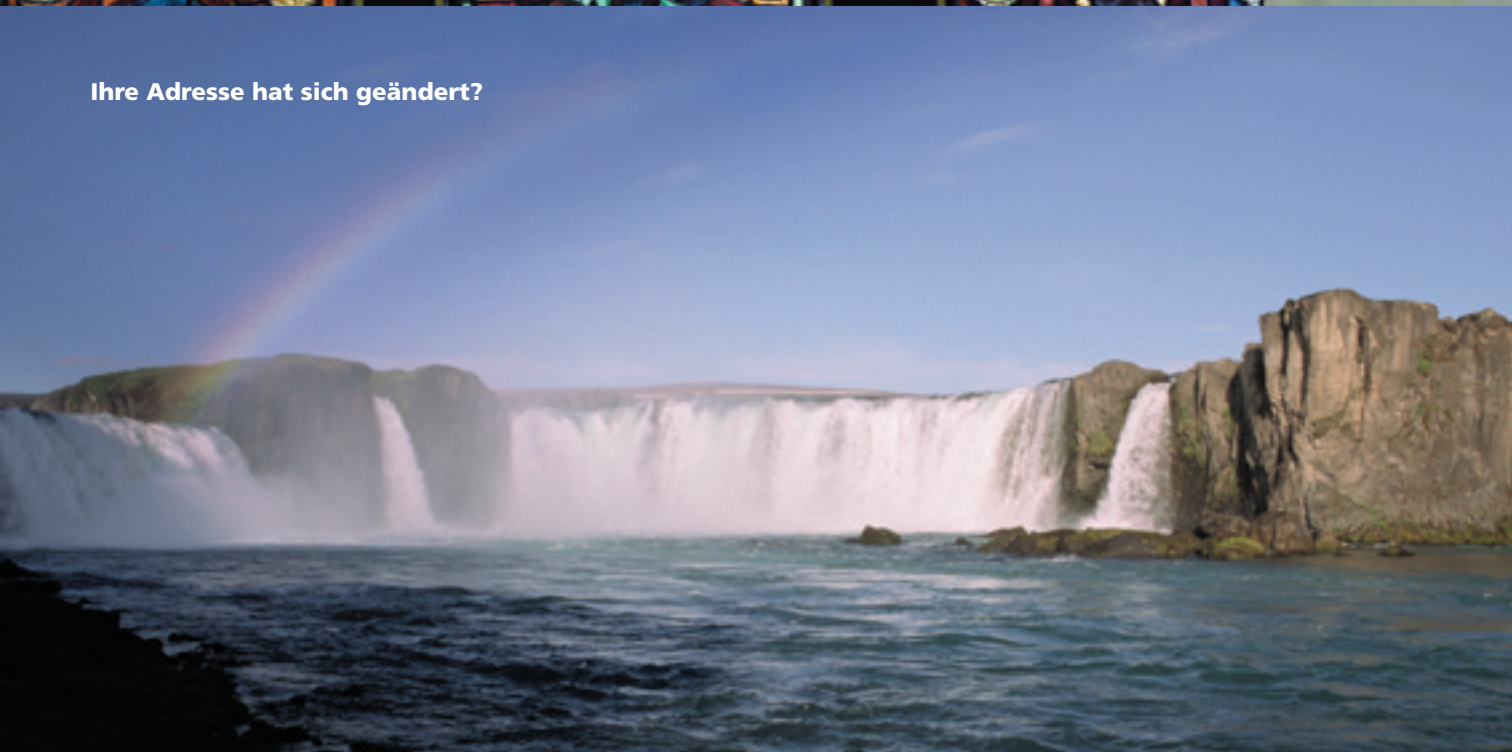
Der Inhalt der Beiträge gibt nicht in je-
dem Fall die Meinung des Herausgebers
wieder. Nachdruck nur mit schriftlicher
Genehmigung von Carl Zeiss.

Sie möchten mehr wissen?



Sie möchten mehr Innovation?

Ihre Adresse hat sich geändert?



Sie möchten mehr wissen?

Bitte senden Sie mir folgende Publikationen:

Imagebroschüre Einblicke

Geschäftsbericht 2006/07

Deutsch

Deutsch

Englisch

Englisch



Unternehmen/Institut/Organisation

Nachname, Vorname

Funktion

Straße, Hausnummer

PLZ/Ort

Land

E-Mail

Wenn bekannt: Abo- oder Kundennummer

Fax: 07364 20-3370

Carl Zeiss AG
Redaktion „Innovation“
Renate König

73446 Oberkochen

Sie möchten mehr „Innovation“?

Bitte senden Sie mir folgende Publikationen:

Kundenmagazin Innovation

Deutsch

Einmalig

Englisch

Regelmäßig



Unternehmen/Institut/Organisation

Nachname, Vorname

Funktion

Straße, Hausnummer

PLZ/Ort

Land

E-Mail

Wenn bekannt: Abo- oder Kundennummer

Fax: 07364 20-3370

Carl Zeiss AG
Redaktion „Innovation“
Renate König

73446 Oberkochen

Ihre Adresse hat sich geändert?

Alte Anschrift:

Neue Anschrift:



Unternehmen/Institut/Organisation

Nachname, Vorname

Funktion

Straße, Hausnummer

PLZ/Ort

Land

E-Mail

Wenn bekannt: Abo- oder Kundennummer

Fax: 07364 20-3370

Carl Zeiss AG
Redaktion „Innovation“
Renate König

73446 Oberkochen

Innovation –
Das Magazin von Carl Zeiss
finden Sie im Internet unter
www.zeiss.de/innovation



We make it visible.