

Kleiner Flieger

Computernutzer finden es normal, dass ihre Rechner immer besser werden.

Wissenschaftler, die am imt genau dafür sorgen, staunen darüber. Aus gutem Grund.

Der Arm hebt sich, schwenkt an den Anfang der Platte, stoppt kurz und senkt sich langsam auf die äußerste Rille. Er tastet mit einer feinen Nadel die Rillen ab. Die Schwingungen der Nadel werden in ein Audiosignal verwandelt und später zu Musik.

Nach einem Plattenspieler müsste man im Institut für Mikrotechnologie (imt)* wohl lange suchen; natürlich geht es hier nicht um altertümliche Musikabspielgeräte, es geht um Festplattenspeicher. Aber wer weiß schon, selbst wenn er den ganzen Tag am Computer sitzt, wie ein Festplattenspeicher aussieht? Eben: fast wie ein kleiner Plattenspieler. Mit einem Arm, der mechanisch gelagert ist und einen „Kopf“ hat, und mit einer Platte voller Informationen, die sich dreht. Allerdings nicht 33- oder 45-mal pro Minute, sondern ungefähr 200-mal so häufig: 7.200-mal. Das ist so schnell, dass sich dabei ein Luftpolster über der Scheibe bildet. Auf dieser Luft „fliegt“ der Arm. Und natürlich befindet sich an dessen Ende nicht eine Nadel, sondern – an einem sogenannten Flugkörper – ein Schreib/Lese-Kopf, der die Informationen auf die Festplatte schreibt oder von der Platte ausliest: nicht kontinuierlich von außen nach innen und nicht nur eine halbe Stunde Musik, sondern zurzeit bis zu 16.000.000.000.000 einzelne magnetische Bits. Das sind 2.000 GB. Oder etwa vier Jahre Musik nonstop.

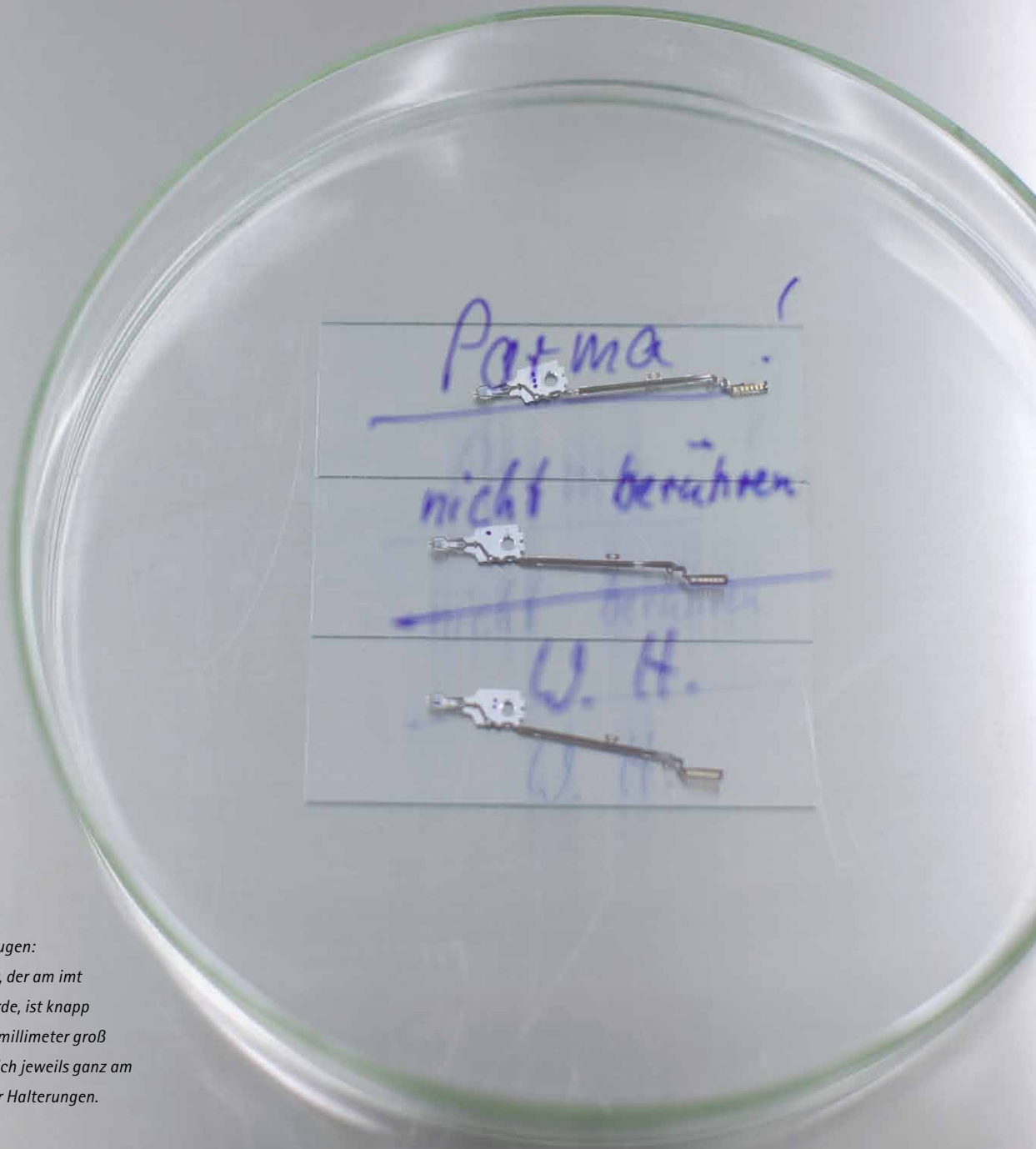
„Die Festplatten müssen jedes Jahr mehr leisten“, sagt Henry Saalfeld vom imt. „Die Nutzer und die wenigen großen Hersteller verlangen eine konstante Steigerung der Leistung, aber mittlerweile bewegt man sich am Limit des

Möglichen, magnetisch und mechanisch.“ Und so sehen die Limits aus: Auf einem Inch einer Festplatte – das sind etwa 2,5 Zentimeter – liegen bis zu 200.000 Datenspuren nebeneinander. Entlang einer Datenspur findet man pro Inch bis zu 800.000 Bits. Ein Bit belegt auf der Festplatte also ein Fleckchen, das ungefähr 0,000125 Millimeter (125 Nanometer) mal 0,00003 Millimeter (30 Nanometer) klein ist. Neuerdings wird dieses Bit, also eine Magnetisierung „auf“ oder „ab“, senkrecht zur Drehrichtung geschrieben. Vertikalaufzeichnung heißt dieses Verfahren, das eine größere Datendichte ermöglicht.

Der Flugkörper fliegt nur wenige Nanometer über der Festplatte. Wenn er abstürzt, ist die Platte hin.

Wissenschaftler des imt wollen das System präziser, stabiler, also leistungsfähiger machen. Dazu haben sie sich den Flugkörper vorgenommen. PARMA („Performance Advances in Recording through Micro Actuation“) heißt das von der EU geförderte Projekt, an dem Partner aus Berlin, Lissabon und Cambridge mitwirken. Die Physikerin und promovierte Ingenieurin Christine Ruffert managt es, maßgeblich bearbeitet wird es von Maschinenbau-Ingenieur Henry Saalfeld. Hinter allem – oder besser: am Anfang des Projekts – steht eine ▶

*) Seit dem 15. Februar 2010 Umbenennung in „Institut für Mikroproduktionstechnik“, IMPT (siehe Seite 14)



*Nur für gute Augen:
Der Flugkörper, der am imt
entwickelt wurde, ist knapp
einen Quadratmillimeter groß
und befindet sich jeweils ganz am
linken Ende der Halterungen.*

► Frage, die Professor Hans-Heinrich Gatzert, den Leiter des Instituts für Mikrotechnologie, lange beschäftigt hat: Wie integriert man kostengünstig Mikroaktoren in Festplattenspeicher? Dass er die Möglichkeit hatte, in seinen letzten Jahren im aktiven Dienst – er wurde Ende 2009 pensioniert – mit dem Projekt PARMA eine Antwort auf diese Frage zu finden, freut ihn besonders.

Der herkömmliche Flugkörper ist ein recht kompaktes Teil. Er sieht aus wie eine kleine Schachtel mit etwa einem Quadratmillimeter Grundfläche und einer Höhe von 0,3 Millimetern – riesig im Vergleich zu den Dimensionen, die am Institut für Mikrotechnologie üblich sind. „Dieser Flugkörper“, erklärt Christine Ruffert, „ist auch der Grund, warum Sie Ihr Laptop nicht herumtragen sollten, während die Festplatte läuft: Der fliegt nur ein paar Nanometer über der Platte, und wenn er abstürzt, ist die Platte hinüber.“ Auch wenn ein integrierter Beschleunigungssensor bei einem Sturz des Laptops den Notfall meldet und den Arm umgehend in Parkposition bringt: Diese Funktion sollte man besser nicht testen.

Der Flugkörper des imt – er heißt SLIM, „Schreib/Lese-Kopf mit integriertem Mikroaktor“ – hat zwar insgesamt die Abmessungen des herkömmlichen Flugkörpers, allerdings besteht er aus drei separaten Lagen: einer mit Mikromagnetik, einer zum Abstandhalten und einer mit Mikromechanik. Aber bevor wir in die Mikro- und Nanowelt abtauchen, in der diese Lagen entstehen, noch die entscheidende Frage: Wie soll der neue Flugkörper die Festplatte überhaupt besser machen? Henry Saalfeld: „Die Herausforderung ist: Wenn die Datendichte noch größer wird, kann der Arm die Sollposition über der Festplatte nicht mehr sauber anfahren und die magnetischen Datenspuren nicht mehr akkurat verfolgen. Wir sorgen dafür, dass sich der Flugkörper mit dem Schreib/Lese-Element minimal nach rechts oder links verkippen kann. Dann kann er nämlich nicht nur eine Spur, sondern fünf Spuren überstreichen und damit ideal einzelnen Spuren folgen.“

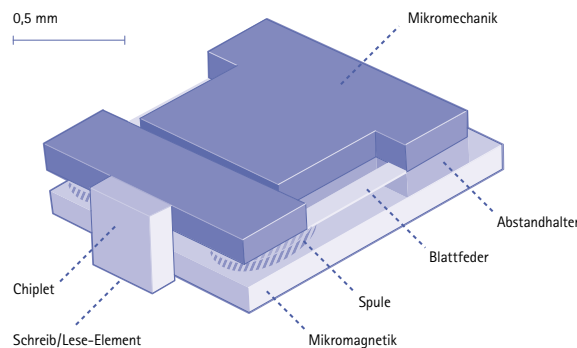
In der Sprache der Mikrotechnologie heißt das: mit einer zweiten Aktorstufe im Flugkörper – der erste Aktor steuert den Arm – die Limitierungen des Systems

Schwenkarm-Festplatte zu überwinden. Also an die Arbeit – und dazu geht’s mit Henry Saalfeld in den Reinraum des imt. Wo zentrale Teile eines Forschungsobjektes durchaus für Staub gehalten werden können, wenn man sie im Dutzend in einer kleinen Dose betrachtet, ist es extrem wichtig, dass kein echter Staub den Wissenschaftlern in die Quere kommt.

In fünf große Arbeitszeilen ist der 300 Quadratmeter große Reinraum unterteilt. Wer dort hinein will, zieht seine Schuhe aus und legt Reinraumkleidung an: weiße Schuhe, weißen Overall, weiße Haube, weißen Mundschutz. Hinter der Schleuse beginnt die saubere Welt. Hier entstehen die Flugkörper, fast 3.000 auf einmal. Die imt-Wissenschaftler bauen sie Lage für Lage auf einer einzigen, dünnen Grundplatte auf, dem sogenannten Wafer, der 4 Zoll oder etwa 10 Zentimeter im Durchmesser misst. Für den Aufbau werden verschiedene Materialien gebraucht. Die Methoden, die dabei zum Einsatz kommen, sind vielfältig: Bei der Galvanik wird durch ein elektrolytisches Bad Strom geschickt, Metall vom Pluspol lagert sich auf dem Wafer ab. Bei der „physikalischen Abscheidung aus der Gasphase“ wird Material unter Vakuumbedingungen verdampft oder einzelne Atome werden herausgelöst, und die Beschichtung bildet sich, weil der Materialdampf auf dem Wafer kondensiert. Dann lässt sich ein Teil der aufgetragenen Schicht über Ätzverfahren oder Belichtung auch gezielt wieder entfernen. Für jeden Schritt brauchen Henry Saalfeld und seine Kollegen eine Maske, die Licht oder Material

oder ätzende Flüssigkeit nur an den gewünschten Stellen durchlässt, und die jeweils auf wenige Nanometer genau auf der Grundplatte platziert werden muss. Denn es ist entscheidend, dass die Materialien so aufgetragen oder entfernt werden, dass die einzelnen Lagen extrem genau aufeinanderpassen.

„Um die unterste, die magnetische Lage des Mikroaktors zu fertigen, brauchen wir 14 Masken und ungefähr 300 Einzelschritte“, erklärt Henry Saalfeld und führt seinen Besuch durch die Bereiche des Reinraums. Im zweiten geht’s los, mit der Galvanik. „Wir benötigen hier ein Kupferbad, denn im rechten und linken Teil des Mik-



Das ist SLIM – der „Schreib/Lese-Kopf mit integriertem Mikroaktor“

roaktors befinden sich Spulen aus Kupfer. Die erzeugen später das magnetische Feld, mit dessen Hilfe wir den beweglichen Teil der oberen Mikroaktorschicht etwas herunterziehen können. Wenn auf beiden Seiten Strom durch die Spulen fließt und ein Magnetfeld wirkt, wird der obere Teil mit dem Schreib/Lese-Kopf ein Stück heruntergezogen. Das reduziert die Flughöhe. Wenn wir auf einer Seite mehr Strom haben, kippt das obere Teil etwas in diese Richtung.“ Und genau das ist ja, was passieren soll.

Für die Spulen, den magnetischen Kern, die Isolationschichten dazwischen und die elektrischen Zuleitungen steht nur eine Grundfläche von weniger als einem Quadratmillimeter zur Verfügung. Sie dürfen nicht mal 0,1 Millimeter hoch werden.

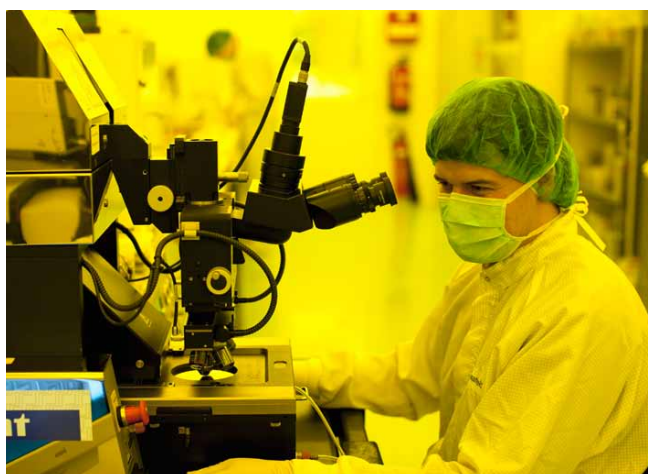
Was sich stringent und effizient anhört, ist über weite Strecken ein mühsamer Weg langwieriger Prozessoptimierung, gibt Christine Ruffert zu: „Die Prozesse sind sehr empfindlich und haben viele Randbedingungen. Die richtigen Parameter für die einzelnen Schritte – also: wie viel Strom muss wie lange im ersten Galvanik-Bad fließen, beispielsweise – zu finden und sie auch reproduzierbar anwenden zu können, macht das alles extrem aufwändig.“

„Wenn einem das von der Pinzette springt, ist es weg“, sagt Saalfeld. Von Nadeln in Heuhaufen kann er nur träumen.

Und dabei sind wir vom fertigen Flugkörper an dieser Stelle noch ein ganzes Stück entfernt. Die nächste Herausforderung wartet schon. Wie sollen denn fast 3.000 Flugkörper-„Untergeschosse“ auf dem Wafer zu 3.000 einzelnen Flugkörpern werden? „Zuerst schneiden wir daraus 20er Blöcke; Doppelreihen mit je zwei Zehnerreihen sind dann noch zusammen.“ In diesem Zustand wird beim Projektpartner an der TU Berlin montiert: Zuerst wird der Abstandhalter aufgeklebt, dann die dritte, die mikromechanische Struktur, die in Berlin auch gefertigt wurde. Diese dritte Struktur besteht aus einem festen Teil, der wiederum auf dem Abstandhalter aufgeklebt wird, und einem beweglichen Balken, der nur über zwei hauchdünne Blattfedern befestigt ist, damit er später von den Spulen im unteren Teil angezogen werden kann. Die dreistöckigen Doppelreihen kommen zurück ans imt. ▶



Das PARMA-SLIM-Team, von links: Henry Saalfeld, Dominik Hoheisel, Prof. Hans-Heinrich Gatzert, Dr. Dragan Dinulović, Dr. Christine Ruffert, Srećko Cvetković, Wolfgang Heumann



Mitte: 14 Masken und etwa 300 Einzelschritte sind erforderlich, um die Mikromagnetik auf dem Wafer aufzubauen. Hier justiert Henry Saalfeld die Maske, bevor er mit der Fotolithografie beginnt.



Unten: Der belichtete Wafer wird entnommen.



Links: Srećko Cvetković prüft unter dem Lichtmikroskop, ob das chemisch-mechanische Polieren des Wafers erfolgreich war.
Rechts: Das Chiplet – man kann es leider nicht sehen – wird montiert. Die ruhige Hand gehört Dominik Hoheisel.



► Und hier geht's jetzt wirklich an die Grenzen: Es beginnt damit, dass schon der Wafer, auf dem die Mikromagnetik aufgebaut wurde, an sich dicker ist, als der Flugkörper am Ende insgesamt sein darf. Also wird von unten „gedünnt“, mit einem Trennschleifblatt, dessen Abmessungen im Mikrometerbereich liegen. Dann wird die Fläche mit einer Kupferscheibe mit Diamantpartikeln nanogeschliffen, anschließend wird chemisch-mechanisch poliert. Jetzt hat die Flugkörper-Doppelreihe die richtige Höhe, würde aber noch nicht stabil fliegen. Deshalb geht sie wieder in den Reinraum, wird mit der Unterseite nach oben fixiert, und die Flugkörper bekommen über Ätzverfahren eine Luftlagerkontur verpasst, ein eigens entwickeltes, zweistufiges Profil, das ihre Flugeigenschaften später optimiert.

Fertig? Nein, jetzt kommt die Krönung, fast im Wortsinn: Die winzige Halterung für den Schreib/Lese-Kopf, die vorn an den Balken geklebt wird und Chiplet heißt, muss gefertigt werden. „Wenn einem das von der Pinzette springt, ist es weg“, sagt Saalfeld. Von Nadeln in Heuhaufen kann er nur träumen. Sollte die Winzigkeit nicht einfach verschwunden sein, bekommt sie im nächsten Schritt eine Kronenüberhöhung: Das vorher rechteckige „Staubkorn“ wird abgerundet. Dafür hat das imt eigens ein Werkzeug entwickelt. „Was sich verrückt anhört“, sagt Henry Saalfeld, „leuchtet sofort ein, wenn man in die Dimension des Flugkörpers wechselt: Dieser neue Flugkörper wird ja nur noch wenige Nanometer über der Festplatte fliegen. Und wenn er dann wie geplant das Chiplet mit dem Schreib/Lese-Kopf seitlich verkippt, würde die Kante des Chiplets auf die Platte stoßen und sie zerstören.“ Also werden die Kanten rechts und links eben abgeschliffen.

Wer nun glaubt, die Ingenieure aus dem Reinraum müssten inzwischen so vertraut mit ihren Dimensionen sein, dass nichts mehr sie beeindrucken kann, der irrt. „Manchmal können wir es selbst kaum glauben“, fasst Christine Ruffert das Gefühl zusammen, das sich einstellt, wenn sie auf die unglaublich vielen Einzelschritte, Details und Herausforderungen blickt, auf die notwendige Genauigkeit, die eigens entwickelten Extrawerkzeuge, -verfahren und -referenzkörper, den großen Aufwand.

Die letzten Schritte: Nachdem aus der Doppelreihe zwei einzelne Reihen geschnitten wurden (nein, auch das ist nicht trivial), werden die kronenüberhöhten Chiplets manuell angeklebt (erst recht nicht trivial). Zum Vereinzeln werden die Zehnerreihen dann so auf eine spezielle Thermofolie geklebt, das der bewegliche Balken mit dem Chiplet beim Trennen nicht vom Bauteil abreißt. Anschließend wird die Thermofolie erhitzt, und die einzelnen Bauteile lösen sich von der Folie (was nur in der Theorie trivial ist). Aber da ist er dann endlich! Vom blanken Ausgangswafer zum fertigen Flugkörper hat es fast drei Monate gedauert.

Und wann wird „PARMA SLIM“ bei uns im Computer seinen Dienst beginnen? Obwohl das Projekt zum Redaktionsschluss gerade erst beendet wird, gibt es Interesse und zum Teil fortgeschrittene Gespräche mit Seagate, die auch das Zustandekommen des Projekts befürwortet hatten, mit Western Digital und Hitachi. Diese Hersteller beherrschen den Weltmarkt. „Es liegt jetzt an uns, die Hersteller zu überzeugen, dass ihnen unser Ansatz Vorteile bringt“, sagt Ruffert. Gelingt es, könnte der SLIM in Serienproduktion gehen. Um dann, wie viele herausragende Entwicklungen zuvor, still und leise die Leistungsfähigkeit unserer Computer zu verbessern. ◀



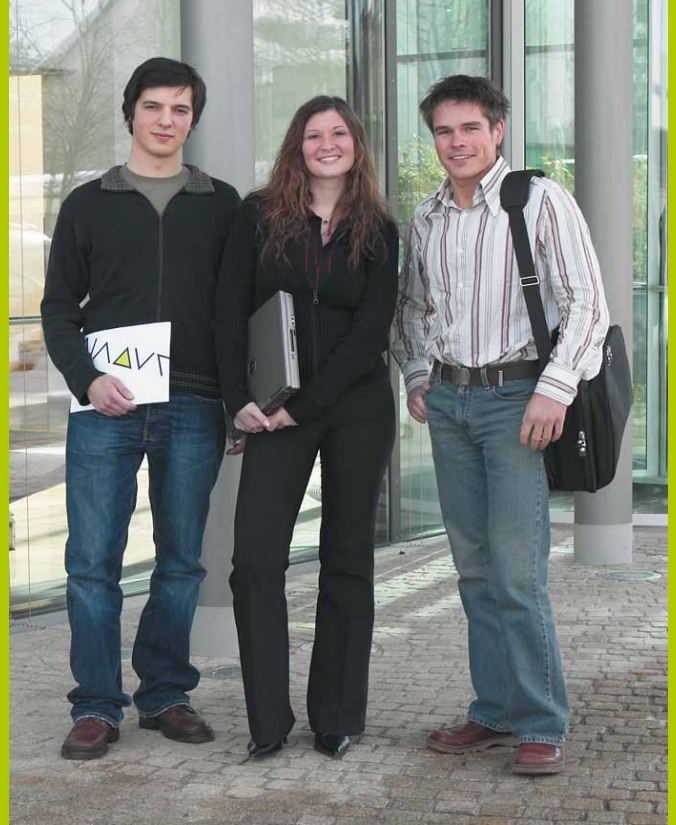
HEIDENHAIN

Erfolg und Zukunft sind messbar

Die DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH ist ein weltweit führendes Unternehmen in der Entwicklung und im Produzieren von Längen- und Winkelmessgeräten, Drehgebern, Positionsanzeigen und numerischen Steuerungen.



HEIDENHAIN liefert seine Produkte an Hersteller von automatisierten Anlagen und Maschinen wie z.B. Werkzeugmaschinen oder Fertigungsanlagen für die Halbleiter- und Elektronik-Industrie. Heute ist HEIDENHAIN in mehr als 40 Ländern vertreten – meist durch eigene Niederlassungen.



Wir bieten attraktive Praktikumsplätze, Semester- und Diplomarbeiten in den Fachbereichen Elektrotechnik, Mechatronik, Maschinenbau, Informatik, Mikro-, Produktions- und Feinwerktechnik, Physik, Physikalische Technik. Absolventen erwarten interessante Einstiegsmöglichkeiten und große Herausforderungen in hochqualifizierten Teams. Wir sind bekannt dafür, dass wir begabten Ingenieuren hervorragende Arbeitsbedingungen, viel Freiraum, Förderung und Perspektiven bieten.

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH

Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5
83301 Traunreut, Germany
☎ (08669) 31-2885
E-Mail: karriere@heidenhain.de
www.heidenhain.de



*Professor Hans-Heinrich Gatzert,
Institutsleiter von 1992 bis 2009*



*Professor Lutz Rissing,
Institutsleiter seit 2010*

Geschichte

Der erste Leiter des 1992 neu gegründeten Instituts für Mikrotechnologie war Professor Hans-Heinrich Gatzert. Nach seiner Pensionierung Ende 2009 erfolgte eine Umbenennung der Einrichtung in „Institut für Mikroproduktionstechnik“. Als Nachfolger wurde Lutz Rissing berufen; Prof. Rissing leitet das Institut seit dem 15. Februar 2010.

Aktuelle Themen

DÜNNFILMTECHNIK / Winzige Dinge bewegen und die Eigenschaften winziger Dinge mit winzigen Objekten messen: Das sind die beiden großen Ziele, die in der Aktorik und Sensorik mithilfe der Dünnschichttechnik verfolgt werden.

So haben die Mitarbeiter beispielsweise einen Aktor entwickelt, der sehr gezielt magnetische Nanopartikel bewegen kann, an die zuvor Gene gekoppelt wurden. Auf diese Weise lassen sich die Gene direkt bis in Stammzellen hinein transportieren, um diese entsprechend umzuprogrammieren. Neu an diesem Forschungsvorhaben ist es, wirklich einzelne Stammzellen anzusteuern und zu verändern. Die Wissenschaftler haben es bereits geschafft, die Nanopartikel über eine Reihe von Mikroelektromagneten – die ganze Reihe nicht länger als etwa 0,3 Millimeter – und deren wechselnde Magnetfelder sicher ans Ziel zu bringen. Dieses Projekt ist eingebettet in den erst 2007 gestarteten Sonderforschungsbereich/Transregio 37 – „Mikro-

und Nanosysteme in der Medizin – Rekonstruktion biologischer Funktionen“, der an den Standorten Aachen, Hannover und Rostock angesiedelt ist und entsprechende Expertise aus den verschiedenen Bereichen versammelt.

Im Bereich der Sensorik arbeiten die Forscher zurzeit etwa an einer Methode, mit der man messen kann, wie stark Kohlenstofffasern in Verbundwerkstoffen gedehnt werden. Vor allem kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff – CFK – ist ein begehrtes Material, zum Beispiel in Sportgeräten oder im Flugzeugbau. Mit dem Dreamliner von Boeing ging im Dezember 2009 erstmals ein Flugzeug in die Luft, dessen Rumpf zu großen Teilen aus CFK besteht. Um dokumentieren zu können, wie stark die Kohlenstofffasern bei solchen sehr sensiblen und

stark belasteten Einsätzen beansprucht – sprich: gedehnt – werden, machen die Wissenschaftler aus einzelnen Kohlenstofffasern Sensoren. Auf eine solche Faser, gerade mal 0,008 Millimeter oder acht Mikrometer dick, und damit um ein vielfaches dünner als ein Haar, werden dünnfilmtechnisch verschiedene Schichten aufgebracht und bearbeitet, so dass aus der Faser ein elektrisches Bauteil wird. Wenn die Kohlenstofffaser nun belastet wird und sich dehnt, ändern sich auch die magnetischen und damit die elektrischen Eigenschaften dieses Bauteils, die man messen und daraus folgern kann, wie sehr die Kohlenstofffaser gedehnt wurde. Das Projekt läuft in Zusammenarbeit mit der TU Chemnitz und wird von der DFG gefördert.

MECHANISCHE MIKROBEARBEITUNG

UND -MONTAGE / Die genauesten und anspruchsvollsten Bearbeitungsverfahren werden momentan im Projekt PARMA eingesetzt (siehe Seite 42 bis 46). Heikel ist dabei unter anderem der Schritt, die einzelnen Bauteile, die sich gemeinsam auf einem Wafer befinden, zu vereinzeln. Zwei Zehnerreihen dieser neuen Flugkörper, von denen jeder nicht mal einen Quadratmillimeter Fläche einnimmt, hängen schließlich noch zusammen, an jedem Ende von einem Anker gehalten. Ein Teil des winzigen Flugkörpers ist nur über 0,005 Millimeter dünne Blattfedern mit dem Rest verbunden, aber auch dieser Teil muss natürlich sauber von seinen „Wafer-Nachbarn“ getrennt werden. Eine Herausforderung für die Klebetechnik, mit deren Hilfe die Bauteile für den Schneidprozess fixiert, später aber

auch wieder rückstandsfrei gelöst werden müssen, und für den Schnitt selbst natürlich auch.

TRIBOLOGIE / Tribologie heißt „Reibungslehre“. In diesem Arbeitsbereich untersuchen die Wissenschaftler, welche Reibung zwischen Mikrooberflächen auftritt, wie sie verschleifen – und wie man die Oberflächen in dieser Hinsicht optimieren kann. Von Antworten auf diese Fragen profitiert auch die Makro-, also die Alltagswelt mit all ihren Lagern und Gleitbahnen beispielsweise. Die Wissenschaftler verringern Verschleiß etwa durch die Beschichtung mit einer amorphen Schicht aus diamantähnlichem Kohlenstoff – „diamond like carbon“ – oder durch Mehrfachbeschichtungen. Oberflächeneigenschaften messen sie entweder punktweise oder in der Fläche. Für die Punktkontakte nutzen sie besonders feine Diamantspitzen, die mit variierendem Druck auch in die Schicht eindringen. Die Eindringtiefe darf allerdings 20 Prozent der Schichtdicke nicht übersteigen, weil ansonsten bereits die Eigenschaften des Untergrunds die Messung verfälschen würden. Bei Flächenuntersuchungen dagegen muss gewährleistet sein, dass die zu messende Fläche extrem eben aufliegt. Deshalb hat das Team einen Testkörper entwickelt, der drei winzige, ebene Auflageflächen in der erforderlichen Qualität bietet.

KONZEPTE / Einen wichtigen Stellenwert haben die Bereiche „Aus- und Weiterbildung in der Mikrotechnologie“ und „Nachwuchspflege in den Ingenieurwissenschaften“. Ein großer Erfolg war

2009 der MuT (Mädchen-und-Technik)-Kongress, zu dem etwa 100 Schülerinnen der Einladung des imt gefolgt waren und am PZH Einblicke in die Bereiche Nanotechnologie, Thermografie, Fotolithografie, Werkstoffkunde, DNS-Extraktion oder Plasmatechnologie bekamen. In diesem Jahr wird zum gleichen Termin, wieder am 11.11., ein zweiter MuT-Kongress stattfinden. Im Hintergrund dieser Kongresse wirkt ein Runder Tisch am imt, der Teil eines BMBF-Projekts ist: „Mikrosystemtechnik meets Nano and Optics – Bundesweite Mädchen-Technik-Talente-Foren in MINT“.

Mit dem Projekt ProfIS – Professional Improvement by Study – engagierte sich das imt außerdem dafür, dass Studieninteressierte aus technischen Berufen mit entsprechenden Kompetenzen aus der beruflichen Praxis nicht nur Zugang zur Hochschule bekommen, sondern dass ihre Fähigkeiten auch auf die Studieninhalte angerechnet werden. Aufbauend auf den Ergebnissen startete mittlerweile ein Folgeprojekt im Rahmen der „Offenen Hochschule Niedersachsen“, die der demografischen Entwicklung durch eine größere Durchlässigkeit der Bildungssysteme entgegenzutreten will.

16 wissenschaftliche Mitarbeiter
8 nichtwissenschaftliche Mitarbeiter
21 studentische Mitarbeiter