

# MIKRO PERIPHERIK

SENSOREN  
AKTOREN  
EIN-/AUSGABEGERÄTE

VDI-TECHNOLOGIEZENTRUM INFORMATIONSTECHNIK

## TECHNOLOGIETRANSFER – ANGEBOTE

Dipl.-Ing. Klaus P. Friebe, Geschäftsführer des VDI-Technologiezentrums Informationstechnik, Berlin, sprach mit der „Mikroperipherik“ (MP) über Ziele und Inhalte des Technologietransfers.

**MP:** Herr Friebe, Sie leiten seit gut acht Jahren eine Technologietransferstelle. Worin sehen Sie die Hauptaufgabe einer solchen Organisation?

**Friebe:** Es geht darum, ein Klima zu schaffen, in dem Technologietransfer gedeihen kann, diesen effektiver zu gestalten und den Transferwilligen unter anderem geeignete Mechanismen zur

Umsetzung neuer Technologien an die Hand zu geben. Insofern sind das VDI-Technologiezentrum und ähnliche Einrichtungen das Öl im Transferprozeß, damit dieser besser läuft.

**MP:** Der Begriff Technologietransfer ist in den letzten Jahren ein wenig zum Modewort avanciert. Vielleicht könnten Sie zu Beginn dieses Gespräches die Kriterien nennen, nach denen Sie Technologietransfer definieren?

**Friebe:** Technologietransfer braucht Personentransfer. Nur aktives Handeln und aus Konfliktlösungen entstandenes Wissen können einen effektiven Transferprozeß einleiten. Technologietransfer spielt sich ja gerade in instabilen, turbulenten Feldern ab, also gehört der Mut zum Risiko und zum Fehlermachen dazu. Die Erfahrung solcher Wissensentstehung kann aber nur in seltenen Fällen indirekt, das heißt zum Beispiel schriftlich, vermittelt werden. Insofern ist jeder Transfer personen- und erfahrungsbezogen; ähnliche Qualifikationen, Einstellungen und Erfahrungen der Partner minimieren dabei die Reibungsverluste.

**MP:** Das hieße, erfolgreicher Technologietransfer setzt gewisse Einsichten und gegenseitige Akzeptanz voraus. Besteht da nicht die Gefahr, daß Technologietransfer zum Austausch zwischen Insidern wird?

**Friebe:** Nein, die Akzeptanz ist die Voraussetzung, daß der Bedarfsträger, in diesem Falle die Industrie, von sich aus auf vorhandene Angebote zugeht. Man kann ja niemanden zu seinem Glück zwingen. Und die über die Wissensvermittlung hinausgehende Handlungskomponente im Transferprozeß schließt ein, daß hier eine lawinenartige Umsetzung erfolgt, die weit über den Austausch im Verhältnis eins zu eins hinausgeht.

**MP:** So betrachtet ist Technologietransfer durchaus keine Erfindung unserer Zeit, da sich sonst Entwicklungen nicht hätten durchsetzen können. Was kenn-

durch die Dampfmaschine und die Elektrizität ausgelöst wurden.

**Friebe:** Richtig. Der Begriff Innovation wird zwar heute auch in inflationistischer Weise gebraucht, aber für die Halbleitertechnologie trifft er zu. Hier passiert etwas grundlegend Neues, und ein komplexer Wandel sowohl für die Industrie als auch die Wissenschaft und die gesamte Gesellschaft zeichnet sich ab.

**MP:** Worauf kommt es an, um bei dieser Erneuerung mithalten zu können?

**Friebe:** Die Zeit von der Entwicklung einer Technologie auf der Herstellerseite bis zu ihrer Nutzung auf der Anwender-

seite ist entscheidend für die internationale Marktsituation. Diese Zeit gilt es möglichst gering zu halten. Allerdings muß man dabei klar unterscheiden, auf welcher Ebene ein Transfer stattfinden soll, weil diese die Zeitkomponente bestimmt.

**MP:** Technologietransfer ist demnach ein Oberbegriff, dem Sie verschiedene Inhalte zuordnen – würden Sie diese bitte erläutern?

**Friebe:** Ja, ich sehe drei Ebenen. Transfer kann sich beziehen auf Innovationen, Technologien oder Techniken, das heißt Produkte und Verfahren. Die drei Bereiche erfordern ganz unterschiedliche Strategien. Betrachtet man heute ein Unternehmen, so nimmt das Innovationsmanagement zeitlich ca. fünf Prozent einer Geschäftsführung in Anspruch, und gearbeitet wird mit einem Zeithorizont von 15 bis 20 Jahren. Das Technologiemanagement beansprucht schon etwa 15 Prozent der Kapazitäten und erstreckt sich auf die nächsten drei bis zehn Jahre. Das Produktmanagement erfordert 80 Prozent des zeitlichen Aufwandes und kann nur mit einem Zeitrahmen von max. fünf Jahren rechnen.

**MP:** Daraus läßt sich schließen, daß dem Produktbereich eine große Bedeutung zukommt. Sie haben sich in den letzten Jahren besonders für die breite

### INHALT

9/86 SEPTEMBER

Starthilfe in die Hybridtechnik	III
Regionales Mikroelektronik-Zentrum	V
Datenbank für Sensoren	VI
Schaltkreise anwendungsspezifisch	VIII
Dünnschicht-Labor für Einsteiger Süd	IX
Dünnschicht-Labor für Einsteiger Nord	XI
Transferbeispiel Seminare	XII

zeichnet den Technologietransfer im Zeitalter der Informationstechnologien?

**Friebe:** Im antiken Ägypten und Rom kaufte man sich Know-how-Träger als Sklaven, und deren Wissen wurde über Generationen weitergegeben. Beides geht heute nicht mehr. Die technologische Entwicklung läuft in immer kürzeren Zeiträumen ab und wird gleichzeitig immer umfassender. Angesagt ist eine Renaissance, denn allein die Mikroelektronik fordert Ganzheitsbetrachtungen heraus – nimmt sie doch einen immensen Einfluß auch auf unsere Sozialstrukturen. Die Kommunikationstechnologie, etwa die Satellitentechnik, reißt Barrieren über die Länder und Kontinente hinweg nieder.

**MP:** Das klingt nach Basisinnovation, nach langfristigen strukturellen Veränderungen, wie sie im vorigen Jahrhundert

Anwendung der Mikroelektronik in der Bundesrepublik Deutschland eingesetzt. Läßt sich da heute eine Bilanz ziehen, gab es einen erfolgreichen Transfer?

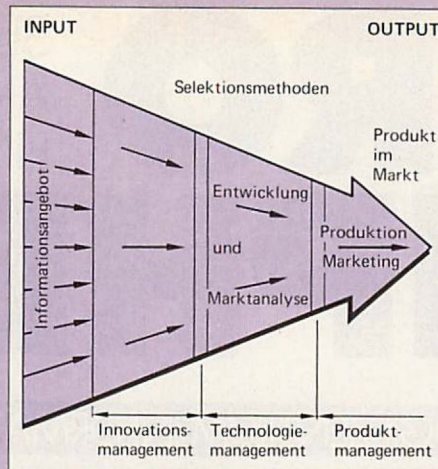
**Friebe:** Ja, ich meine, daß die Einführung der Mikroelektronik bei uns über die letzten zehn Jahre positiv gelaufen ist und die Bundesrepublik auch international eine Spitzenposition einnimmt. Eine Studie des VDI-Technologiezentrums zeigt, daß schon Ende 1983 über 50 Prozent der Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes in der Bundesrepublik Deutschland Mikroelektronik einsetzen, und eine Befragung geförderter Unternehmen des Sonderprogramms „Anwendung der Mikroelektronik“ des Bundesministeriums für Forschung und Technologie ergab, daß fast die Hälfte dieser Firmen die Entwicklung eines völlig neuen Produktes zum Ziel hatte.

**MP:** Kann man daraus ableiten, daß der Technologietransfer bei uns im Produktbereich generell funktioniert?

**Friebe:** Durchaus. Einerseits ist das auf dieser Ebene zu transferierende Wissen mengenmäßig überschaubar – die Aufgabe liegt darin, Spezialwissen in die Breite zu tragen. Und dafür können wir andererseits auf eine gewachsene Infrastruktur zurückgreifen, deren Basis bis zur Industrialisierung im 19. Jahrhundert zurückreicht. Hier sind durchaus Instrumente des Technologietransfers vorhanden und werden auch effektiv genutzt, beispielsweise durch Multiplikatoren wie die Industrie- und Handelskammern, Unternehmensberater, Universitäten, Fachhochschulen und nicht zuletzt die Transfereinrichtungen. Und der Dialog zwischen Groß- und Kleinunternehmen funktioniert.

**MP:** Das hört sich sehr positiv an. Kann man ähnliches vom Transfer im eigentlichen Technologiebereich sagen?

**Friebe:** Leider nein. Hier tun wir uns in der Bundesrepublik vergleichsweise schwer, da sind uns die USA voraus. Wir haben wenig empirische Erfahrung, wie neue Technologien kombiniert und zu neuen Symbiosen zusammengefügt wer-



**Geeignete Selektionsmethoden zur Filterung der Informations-Angebote für die verschiedenen Entscheidungsphasen im Unternehmen müssen ausgearbeitet werden.**

den können, und es fehlen uns auch die theoretischen Modelle dafür, wie sie etwa an amerikanischen Universitäten entwickelt wurden.

**MP:** Worauf führen Sie diese Wissenslücke der deutschen Forschung zurück; mangelt es den Wissenschaftlern an Kreativität?

**Friebe:** Das Problem ist nicht fehlendes Wissen oder Einfallsreichtum in den Forschungszentren selbst, sondern die starre Forschungslandschaft in der BRD. Die Zentrierung von Wissen und mangelnde Flexibilität erschweren den Dialog außerordentlich. Es fehlt einfach die Mobilität zwischen Wissenschaft und Industrie. Der notwendige Personaltransfer findet nicht statt aufgrund von Sozialstrukturen, die im Prestige- und Sicherheitsdenken verankert sind.

**MP:** Sie haben in anderen Veröffentlichungen schon mehrmals den Beamtenstatus von Professoren in Frage gestellt und sich für eine stärkere Markteinbindung dieser Gruppe ausgesprochen. Was würde dadurch gewonnen?

**Friebe:** Zum Beispiel ließen sich dann viel eher zu bestimmten Technologie-Problemen Institute auf Zeit gründen,

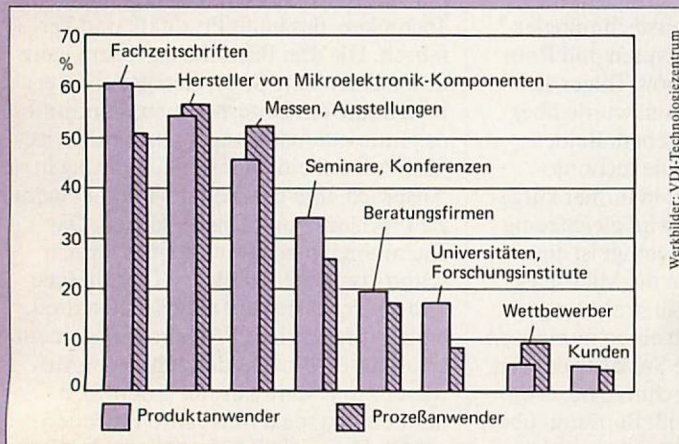
weil die an eine Institution gebundenen persönlichen Rechte nicht mehr der Überlegung im Wege stünden, in die industrielle Welt zu gehen. Bei größerer (Personal-)Durchlässigkeit könnte der Dialog zwischen Universitäten und der Industrie neu belebt werden, die Bedürfnisse der Industrie fänden eine stärkere Berücksichtigung bei der Definition von Forschungszielen. Unsere heutigen Universitäten sind nicht flexibel genug, und die von der Wissenschaft definierten Ziele gehen oft an der Praxis vorbei. Das gilt weniger für den Technologiebereich selbst als für die Mechanismen zur Umsetzung, auch die Organisationsentwickler arbeiten mehr mit Zahlen als an dem fehlenden Instrumentarium ...

**MP:** Das ist eine harte Kritik. Gibt es keine positiven Gegenbeispiele?

**Friebe:** Die chemische Industrie ist ein Beispiel. Ihr Erfolg ist auf einen gelungenen Transfer zwischen Wissenserzeugern und -anwendern zurückzuführen. In diesem Industriezweig orientieren sich die Forschungsziele an den industriellen Erfordernissen, und Personaltransfer ist kein Problem. Im Elektronikbereich finden wir auch einige beispielhafte Kooperationen zwischen Wissenserzeugern und industrieller Anwendung, etwa am Institut für Netzwerk- und Systemtheorie der Universität Stuttgart, das an Projekten zur Dünnschicht- und Displaytechnik arbeitet.

Außer der geringen Personenmobilität möchte ich aber noch ein weiteres Handicap ansprechen, das meiner Meinung nach den Transfer von Technologien verzögert. Viele Forschungsinstitute beispielsweise betreiben ihre Entwicklungen mit eigenen Abteilungen im Haus, es werden kaum Unteraufträge zum Beispiel an kleine und mittlere Unternehmen erteilt, mit denen gleichzeitig neues Know-how weitergegeben würde. Hier fehlt einfach der frühzeitige Dialog, um eine entsprechende industrielle Infrastruktur mitwachsen zu lassen.

**MP:** Kann hier staatliche Förderpolitik gegensteuern?



**Während der Informations- und Beratungsphase zur Einführung der Mikroelektronik genutzte Informationsquellen (repräsentative Befragung im verarbeitenden Gewerbe, Mehrfachnennungen).**



**Technologietransfer muß international sein: Klaus P. Friebe (ganz rechts) referiert vor einer chinesischen Prognose-Delegation im VDI-Technologiezentrum Informationstechnik.**

**Friebe:** Die andere Art der Beschaffungspolitik in den USA wäre ein Beispiel. Die Technologiepolitik der Bundesregierung muß verschiedene strategische Gesichtspunkte verfolgen. Einmal konzentriert sie sich auf den vorwettbewerblichen Bereich, das heißt den Wissensaufbau bei Unternehmen, Forschungsinstituten und staatlichen Einrichtungen, wobei sich diese möglichst ergänzen sollen. Zum anderen unterstützt sie die Umsetzung dieses Wissens, also den Transferaspekt. Dabei sind übergreifende Strukturen zu prüfen hinsichtlich ihrer Technologie fördernden oder hemmenden Funktion und Instrumente zu entwickeln für die jeweiligen Einsatzfelder.

**MP:** Können Sie aus Ihren Erfahrungen als Projektträger des BMFT etwas über dieses Instrumentarium sagen?

**Friebe:** Je nach Zielrichtung eines Förderprogrammes haben wir schon mit ver-

schiedenen Methoden gearbeitet. Bei dem schon erwähnten Sonderprogramm „Anwendung der Mikroelektronik“ ging es um eine Beschleunigung im Produktbereich. Dafür wurde eine indirekt-spezifische Maßnahme entwickelt, die sich unter anderem durch eine sehr geringe Bürokratisierung auszeichnete. Unser derzeitiger Förderungsschwerpunkt Mikroperipherik zielt stärker auf eine Beschleunigung im Technologiebereich. Hier haben wir es mit relativ wenigen Technologieerzeugern und einer Vielfalt von Technologien zu tun. Als Lösung bieten sich hier zum Beispiel Verbundvorhaben an, das heißt gemeinsame Projekte von Industrieunternehmen und Forschungsinstitutionen.

**MP:** Die Formen des Technologietransfers müssen sich also jeweils den Inhalten anpassen; kann man dennoch einen allgemeinen Trend ausmachen?

**Friebe:** Selbstverständlich sind die Methoden des Technologietransfers genauso Veränderungen unterworfen wie die Technologien und Produkte. Hochkomplexe Systeme erfordern hochkomplexe Strukturen. Vorhandenes Wissen muß stets neu überdacht und die Methoden müssen adäquat aktuellen Erfordernissen angepaßt werden. Einsatz und Nutzen der Kommunikationstechniken im Transferprozeß werden steigen, aber die Effizienz wird letztendlich weiterhin von Personen abhängen, denn Technologietransfer heißt Handeln.

**MP:** Herr Friebe, eine letzte Frage: Glauben Sie, daß Technologietransfer irgendwann überflüssig sein wird?

**Friebe:** Nein. Technologietransfer wird immer eine entscheidende Rolle spielen, denn ohne ihn gibt es keine Weiterentwicklung, das aber hieße Stillstand und Tod.

## STARTHILFE IN DIE HYBRID- TECHNIK

Das Hybridlabor am Fraunhofer-Institut für Festkörpertechnologie (IFT) wurde mit finanzieller Unterstützung des Bundesministeriums für Forschung und Technologie vor vier Jahren eingerichtet und mit Mitteln des Landes Bayern im vergangenen Jahr weiter ausgebaut. Die beiden großen Aufgabebereiche des Hybridlabors sind Untersuchung und Entwicklung neuer Prozessschritte für die Hybridtechnik und die Unterstützung der Industrie, hier vor allem kleiner und mittlerer Unternehmen.

### Entwicklung neuer Prozessschritte

Hybridschaltungen gewinnen in der Elektronik zunehmend an Bedeutung. Durch ihren Einsatz kann ein großer Teil des ständig wachsenden Bedarfs kleinerer und somit kompakterer Schaltkreise gedeckt werden. Als Hybridschaltkreise werden elektronische Schaltungen bezeichnet, deren Aufbau aus Leiterbahnen und passiven Bauteilen in Schichttechnik besteht und die mit Halbleiterbauelementen kombiniert sind. Das Trägermaterial für diese Schaltungen sind dielektrische Werkstoffe (zum Beispiel Keramiken, Kunststoffe) oder Metalle mit isolierenden Schichten (zum Beispiel emaillierter Stahl). Die diskreten Bauelemente werden entweder aufgelötet oder aufgeklebt und gebondet. Als Beschich-

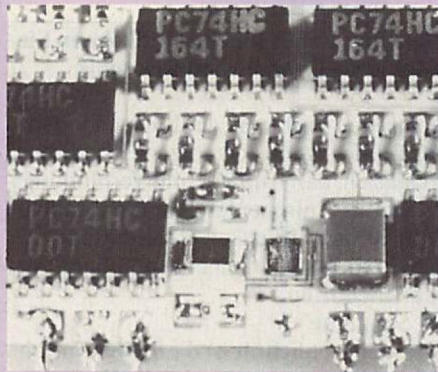


Bild 1: Schaltkreis in CMS-Technik

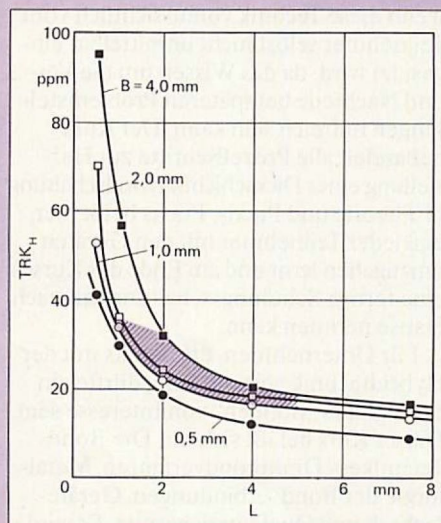


Bild 2: Geometrieabhängigkeit des Temperaturkoeffizienten von Widerständen

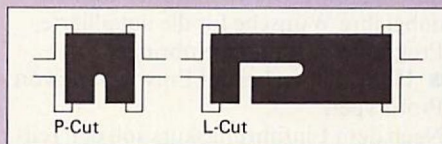


Bild 3: Dickschichtwiderstand getrimmt

tungsverfahren stehen neben der Dickschicht- und Dünnschichttechnik neuere Verfahren wie das Direct Bonded Copper (DBC) oder das Chemische Metallisations System (CMS) zur Verfügung.

### CMS-Technologie

An der Entwicklung und Untersuchung vom CMS-Verfahren ist das IFT beteiligt, und Bild 1 zeigt das Beispiel einer Schaltungsausführung in dieser Technik. Das Leiterbahnmaterial ist chemisch abgeschiedenes Kupfer mit einer galvanischen Nickel/Gold-Vergütung. Die minimalen Leiterbahnbreiten und -abstände bei dieser Schaltung (in Bildmitte zu sehen) betragen 40 bzw. 80  $\mu\text{m}$ . Beide Seiten der Keramik sind metallisiert und über Durchkontaktierungen miteinander verbunden.

### Neue Substratmaterialien

Ein weiteres Arbeitsthema ist der Einsatz von emailliertem Stahl als Substratmaterial für Hybridschaltkreise. Probleme gibt es dabei hauptsächlich mit dem Laserabgleich von Widerständen, da das Laserlicht vom Email gut absorbiert und somit die dünne Emailsicht sehr leicht durchtrennt wird. An der Schnittstelle kann es dann leicht zu einem Kurzschluß zwischen Widerstand und Metallkern kommen.

### Eigenschaften von Dickschichtwiderständen

Die Pastenhersteller geben für ihre Widerstandssysteme eine Temperaturempfindlichkeit an, die an einer Normfläche (meist 2,5 mm  $\times$  2,5 mm) gemessen wurde. Bei der Auslegung von Schaltungen mit hochgenauen Widerständen sind eventuell Geometrieinflüsse zu berücksichtigen. Die Untersuchung der Geometrieabhängigkeit des Temperaturkoeff-