

Mikrosystemtechnik

Berichtersteller:

Prof. Dr.-Ing. Dr. E.h. H. Reichl

Prof. Dr. rer. nat. H. Lehr

- Allgemeine Bedeutung der Mikrosystemtechnik
- Ausgangslage in Berlin
- Evaluation/Benchmarking
- Anwendungsfelder
- Vernetzung
- Verknüpfung mit Nachbargebieten
- Herausragende Themen
- Die wichtigsten Akteure
- Geschätzte quantitative Stärke
- Kooperationsbeziehungen
- Aus- und Weiterbildung
- Perspektiven

1. Allgemeine Bedeutung der Mikrosystemtechnik

Weltweit wird die Mikrosystemtechnik (MST) als eine der wichtigsten Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts angesehen. Sie gewinnt nicht nur am Forschungsstandort sondern zunehmend auch am Industriestandort Deutschland und Berlin an Bedeutung. Für Forschung und Industrie sowie zahlreiche Anwendungsbranchen bieten Mikrosysteme und deren Komponenten weitreichende Perspektiven. Die Mikrosystemtechnik wird heute als eine Technologie verstanden, die Mikrotechniken benutzt, um Produkte zu miniaturisieren und unterschiedliche Funktionen zu integrieren. Sie kann damit auch als innovativer Ansatz zur kompletten Integration komplexer Funktionen mit Hilfe von

- mikromechanischen
- mikroelektronischen
- mikrooptischen
- mikrochemischen
- mikroakustischen
- mikrobiologischen und
- mikrofluidischen Wirkprinzipien verstanden werden.

Mit Hilfe der Mikrosystemtechnik ist es möglich, derzeit noch unhandliche, teure und relativ schwierig zu bedienende Geräte in leichte, mobile, zuverlässige, preiswerte und einfacher zu handhabende Produkte umzuwandeln. Im Bereich optoelektronischer Komponenten ist dies heute schon sehr erfolgreich gelungen. Darüber hinaus werden in Systeme integrierte Funktionen der Nano- und Biotechnik das Spektrum technischer Lösungen in naher Zukunft wesentlich erweitern. Hier liegt schwerpunktmäßig die Bedeutung der nationalen und internationalen wissenschaftlichen Aktivitäten.

Betrachtet man internationale Aussagen (insbesondere aus Europa, den USA und Japan) zum Status der Mikrosystemtechnik (MST bzw. MEMS) in Wissenschaft und Wirtschaft, so ist eindeutig zu erkennen, dass die MST schon bei zahlreichen Produkten den Forschungs- und Entwicklungsbereich (FuE) hinter sich gelassen und eigene Geschäftsfelder aufgebaut hat. Es ist ein enormer Anstieg der Einsatzbeispiele und -gebiete in allen Marktberreichen zu beobachten. Teilweise wird von jährlichen Steigerungsraten zwischen 20 % und 60 % gesprochen. Weiter ist zu verzeichnen, dass die Weiterentwicklung von MST-Komponenten nur noch dort vorangetrieben wird, wo sich eindeutige Marktzuordnungen treffen lassen. Grundsätzlich stehen heute die Optimierung und Anwendungen von Systemen mit ihren marktspezifischen Eigenschaften im Mittelpunkt.

Anwendungsbereiche neuartiger MST-Produkte sind heute im wesentlichen die Verkehrstechnik und die Informations- und Kommunikationstechnik. Anwendungsbeispiele gibt es jedoch verstärkt auch im Maschinenbau und der Medizintechnik. Die Einführung der MST als Integrationstechnik schlägt sich daher in der Ausbildungsstruktur der Industrieländer (z. B. auch in Deutschland) nieder. Neben einer akademischen Qualifikation an Universitäten und Fachhochschulen kann auch der Beruf des Mikrotechnologen erlernt werden. Für die Aufrechterhaltung der führenden Funktion Deutschlands in zahlreichen Anwendungsbereichen (z. B. Anwendung der MST im Automobilbau) ist die Weiterentwicklung in Wissenschaft und Forschung unabdingbar, was auch die intensiven Diskussionen zur Weiterführung des Förderprogramms Mikrosystemtechnik des BMBF verdeutlichen.

FAZIT

- Die Mikrosystemtechnik ist eine Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts. Sie hat sich zu einer wichtigen Querschnittstechnologie entwickelt, deren Beherrschung über die globale und zukünftige Wettbewerbsfähigkeit zahlreicher High-Tech-Branchen entscheidet. Während in der Informations- und Elektrotechnik aufgrund intensiver Nutzung der Mikroelektronik das Potential der Mikrosystemtechnik schon heute zur Herstellung von Produkten eingesetzt wird, muss für weitere Branchen ein Netzwerk von Kompetenzen und Ressourcen geschaffen werden.
- Die globale Informationsgesellschaft des nächsten Jahrhunderts kann nur durch Technologien und Systeme der Mikrosystemtechnik erfolgreich aufgebaut werden. Nur wer das beeindruckende Potential der Mikrosystemtechnik beherrscht, wird erfolgreich neue Produkte und dauerhafte Arbeitsplätze auf neuen Märkten schaffen können.
- Territorial vorhandene Erfahrungen in der Feinmechanik, Material- und Gerätetechnik, der Halbleitertechnologie, der Optik, der Meßtechnik, der Sensorik, der Strukturierungstechnik, der Schaltungsentwicklung, der Aufbau- und Verbindungstechnik und der Systemintegration müssen gestärkt werden.

2. Ausgangslage in Berlin

Die Bundeshauptstadt Berlin besitzt hervorragende Voraussetzungen und Kompetenzen zur Entwicklung und Fertigung von Mikrosystemen. Diese Aussage basiert auf folgenden Fakten:

- ca. 400 Firmen mit ca. 13.000 Mitarbeitern entwickeln und fertigen mikrosystemtechnische Komponenten und Produkte, die Mikrosysteme verwenden.
- 26 Forschungseinrichtungen mit 1.184 Mitarbeitern untersuchen und entwickeln mikrosystemtechnische Komponenten, Verfahren, Werkstoffe und Produkte.

Berlin verfügt über sehr gute kooperative Verbindungen, Erfahrungen und Voraussetzungen für die Entwicklung, Fertigung und Anwendung von MST-Produkten in den Branchen:

- Informations- und Kommunikationstechnik
- Mikroelektronikfertigung
- Mess-, Steuer- und Regelungstechnik
- Verkehrstechnik
- Maschinen- und Anlagenindustrie
- Bio- und Medizintechnik

Darüber hinaus bietet Berlin folgende Wettbewerbsvorteile:

- es sind zahlreiche High-Tech-Firmen angesiedelt
- räumliche Nähe von Unternehmen und Forschungsinstituten
- Berlin hat eine exzellente Aus- und Weiterbildung im Fachgebiet Mikrosystemtechnik an Universitäten und Fachhochschulen (z. B. TU Berlin, FHTW Berlin)
- Forschungseinrichtungen Berlins (z. B. TU Berlin, BESSY II, Fraunhofer Institute, FBH, BAM usw.) beteiligen sich im Rahmen der MST intensiv und erfolgreich an Förderprogrammen des Bundes und der EU

Der Senat unterstützt die Berliner Forschungseinrichtungen und Unternehmen bei der Entwicklung, Fertigung und Anwendung von MST-Produkten durch

- Förderprogramme zur Erhöhung der Attraktivität des Standortes Berlin im Bereich moderner, zukunftssträchtiger Informations- und Kommunikationstechnologien und zum Aufbau der Informationsgesellschaft Berlin (Berliner Weg in die Informationsgesellschaft)
- Durchführung forschungspolitischer Dialoge zur Darstellung der Leistungsfähigkeit und Attraktivität des Standortes Berlin für innovative Zukunftstechnologien
- Einrichtung von Interdisziplinären Forschungsverbänden zur Intensivierung der Zusammenarbeit von Forschungseinrichtungen untereinander und Forschungseinrichtungen mit KMU's für die Entwicklung marktrelevanter Technologien und Techniken, z. B. IFV Mikrosystemtechnik mit wesentlichen Aufgaben wie Schaffung eines Netzwerkes der MST in Berlin, Publikation der Leistungsangebote von Instituten, Unterstützung beim Aufbau von Kooperationen und strategischen Allianzen (Synergieeffekte), Akquisition von Forschungsthemen zwischen KMU's und KMU mit Instituten
- Beteiligung von Kreditinstituten an der Finanzierung durch Bereitstellung von Risikokapital. Der Sitz der zentralen Vergabestellen von Banken zu Mikrosystemtechnikaktivitäten befindet sich in Berlin (Deutsche Bank AG)

Über den IFV Mikrosystemtechnik sind die Betriebe und Forschungseinrichtungen vernetzt. Es erfolgt eine Abstimmung zu Forschungsaufgaben, und es werden Forschungsverbände zwischen KMU und Forschungseinrichtungen organisiert.

FAZIT

- Berlin hat die einmalige Chance, ein Zentrum der Systemintegration für mikrosystemtechnische Produkte zu werden
- Ziel muss es sein, Berlin als führenden Standort für zukunftssträchtige Technologien zu festigen und auszubauen und damit nicht zuletzt Arbeitsplätze zu sichern und zu schaffen
- Im Raum Berlin sind im nationalen und internationalen Vergleich herausragende Kapazitäten (wissenschaftlich, industriell) in der Mikrosystemtechnik vorhanden.

3. Evaluierung

Verschiedene Forschungseinrichtungen des IFV Mikrosystemtechnik, z. B. BESSY II, FBH, FhG in den letzten Jahren sehr erfolgreich evaluiert worden. Die Leistungsfähigkeit dieser Forschungseinrichtungen wird für die Weiterentwicklung der Mikrosystemtechnik in Berlin genutzt.

4. Anwendungsfelder

Ziel für die zukünftige MST muss es generell sein, neue Produkte in neue Märkte einzuführen und vorhandene oder neu zu entwickelnde Produkte kleiner, billiger, leistungsfähiger und zuverlässiger zu gestalten. Für eine breitere Durchsetzung der Mikrosystemtechnik in die Praxis muss darüber hinaus der Weg zum Mikrosystem umfangreicher beachtet werden. Ein Systemdenken ist von Anfang an notwendig. Unterschiedliche Fachrichtungen (synergistic engineering) und Fertigungsinfrastrukturen (z. B. smart engineering) sind zu berücksichtigen. Jedoch sollte sich jeder Wissenschafts- und Wirtschaftsstandort auf seine Stärken und seine spezifischen Potenziale konzentrieren.

Für Berlin bietet es sich an, als Zentrum der Systemintegration für mikrosystemtechnische Produkte ausgewählter Branchen zu fungieren. Dies gilt insbesondere hinsichtlich

- Technologieentwicklung und Materialauswahl für Mikrotechniken
- Energieerzeugung, Energiespeicherung und Energieeinsparung im Mikrobereich
- Miniaturisierung und Systemintegration für die Informations- und Kommunikationstechnik und die drahtlose Datenübertragung
- mikromechanische Fertigungstechniken
- optoelektronische Komponenten
- Zuverlässigkeitsuntersuchungen

Im Detail müssen aus Berliner Sicht in erster Linie folgende Anwendungsbereiche bedient werden:

- Entwickeln und Fertigen von MST-Produkten zur Verwirklichung der Anforderungen der Informationsgesellschaft in Berlin. Dabei kann die gute Infrastruktur Berlins und ein breiter Anwendungsbereich in den Fachgebieten

1. Verkehrstechnik (Verkehrsleitsysteme, BVG-Kontrollsysteme)
 2. Dienstleistungen (Bank- und Geldgeschäfte, Hotelführer)
 3. Handel (Informationen und Verbesserungen beim Einkauf)
 4. Wohnungswesen (erhöhte Vernetzung und Sicherheit im Wohnbereich)
 5. Städtische Infrastruktur (z. B. verbesserte Verwaltung und Tourismusmöglichkeiten) genutzt werden.
- Schaffung verbesserter Voraussetzungen für die Systemintegration mobiler Produkte mit
 1. Entwicklung der Foliendisplaytechnologie für Smart Cards und Smart Card-Weiterentwicklung
 2. einer energieoptimierten Systemintegration hinsichtlich Energiespeicherung, -übertragung und -einsparung für Smart Cards,
 3. Verbesserung der personengebundenen Produktintegration (Body Network).
 - Entwicklung von Mikrosystemen für den Einsatz in der Medizin und der Gesundheitsvorsorge, z. B.
 1. Entwicklung miniaturisierter Diagnosesysteme für Endoskopanwendungen (Ultraschall, optische Sensorik)
 2. Entwicklung leistungsstarker und energieoptimierter Aktuatorssysteme wie z. B. Implantate für Medikamentendosierung, Unterstützung der Herzfähigkeit usw.,
 3. Entwicklung miniaturisierter Drucksensoren zur Messung von z. B. Augeninnendruck, Blaseninnendruck, Belastung künstlicher Gelenke mit telemetrischer Signalübermittlung u. a.
 4. Untersuchungen von Oberflächenbeschichtungen zur Verbesserung der Bioverträglichkeit für Implantate
 5. Entwicklung geeigneter Mikrostrukturen für Zellen und Zellsysteme, um den Einfluss von Chemikalien und Pharmaka ohne Tierversuche nachweisen zu können.
 - Entwicklung und Verbesserung mikro- und feinerwerktechnischer Massenfertigungsverfahren für verschiedenste Branchen wie z. B.
 1. Formenherstellung für Mikrospritzguss, Heißprägen und Feinschneiden
 2. Bereitstellung mikrotechnischer Komponenten und Subsysteme
 3. Entwicklung von Verfahren und Geräten zur automatischen Mikromontage mit Greif- und Handhabungsvorrichtungen, schnelle Bildverarbeitung und Verbindungstechniken
 4. Entwicklung von Manipulationstechniken für Nano-Antriebe zur intrazellulären Strukturveränderung
 5. Aufbau- und Verbindungstechnologien für Mikro- und Nano-Strukturen

5. Vernetzung

Durch die Arbeit des [IFV Mikrosystemtechnik Berlin](#) ist es gelungen, ein Netzwerk der Mikrosystemtechnik in Berlin anzuarbeiten. Erste praktische Nachweise dafür sind in den Ausgaben des *Berliner Kataloges für Mikrosystemtechnik* 1998 und des *Berliner Kataloges für Mikrosystemtechnik und Optoelektronik* 1999 zusammengefaßt. Die Kataloge sind seit September 1999 im Inter-

net über die [MST-Homepage](#) im Internetv. verfügbar. Dort kann man sich direkt über ein gesuchtes Objekt in ein entsprechendes Institut oder eine Firma einzuloggen, soweit Internet-Adressen vorhanden sind. Sämtliche Forschungseinrichtungen in Berlin, die Mitglied des IFV Mikrosystemtechnik sind, sind miteinander vernetzt.

Eine effiziente Kooperation wird über gemeinsame Forschungsprojekte mit der Berliner Industrie, über gemeinsame Workshops, Beratungsgespräche, Kolloquien usw. erzielt.

Aufbauend auf den bisherigen gemeinsamen Arbeiten, wird von 7 Forschungseinrichtungen z. Z. die Gründung einer Arbeitsgemeinschaft *Zentrum für Mikrosystemtechnik (ZEMI)* in Berlin-Adlershof vorbereitet. Das ZEMI dient den mittelständischen und kleinen Unternehmen (KMU) als Dienstleistungseinrichtung zur Entwicklung, Prototypenherstellung und Kleinserienfertigung von mikrosystemtechnischen Produkten. Die Einrichtung des ZEMI ist eine Konsequenz der Ergebnisse des *Forschungspolitischen Dialogs Mikrosystemtechnik - Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts* 1998.

FAZIT

- Im Raum Berlin ist in den letzten Jahren ein Netzwerk zwischen der Industrie und den Forschungseinrichtungen für Applikationen der Mikrosystemtechnik entstanden. Forschungsk Kooperationen sowie gemeinsam durchgeführte Projekte, Workshops, Strategiegespräche usw. sind praktische Anwendungen des Netzwerkes.
- In Berlin ist die Mikrosystemtechnik über die Homepage www.MST-Berlin.de im Internet zu erreichen.

6. Verknüpfung mit Nachbargebieten

Die Mikrosystemtechnik hat sich zu einer Querschnittstechnologie entwickelt und bildet als Integrationstechnik schon heute in zahlreichen Branchen die notwendige Basis für die Fertigung von Produkten. Es sind vor allem Faktoren wie Sicherheit, Wirtschaftlichkeit, Mobilität, Präzision und Wartungsfreundlichkeit die dazu führen, dass Mikrostrukturen neuen Produkten die Markteinführung erleichtern. Dabei entstehen auch „intelligente“ Produkte, die viele Aufgaben ohne externer Bedienung selbst erledigen. Durch diesen Weg zu autonomen Anwendungen erschließen sich weite Einsatzbereiche in vielen Branchen. Maßgebliche Anwendungsgebiete sind u. a. folgende Gebiete:

- Telekommunikation
- Automobiltechnik
- Biotechnologien und Medizintechnik
- Maschinen- und Anlagenbau
- Pharmazie und Chemie
- Messtechnik
- Informatik
- Gebäudetechnik
- Umwelttechnologien
- Dienstleistungsindustrie

Eine immer wiederkehrende Forderung für alle Branchen in der Zukunft wird auch die Mobilität von Produkten bzw. die Verfügbarkeit der für den Betrieb erforderlichen Informationen sein. Hier ist die Mikrosystemtechnik bereit, die in Integration mit der Informationstechnik im gleichen Sys-

tem geforderten Lösungen zur Verfügung zu stellen.

Umgekehrt baut die Mikrosystemtechnik auf das in anderen Forschungsschwerpunkten entwickelte Grundlagenwissen auf. Besonders enge Wechselbeziehungen gibt es zu folgenden Schwerpunkten der Berliner Forschung. Eine besonders enge Wechselbeziehung besteht zu den Schwerpunkten

2. Informations- und Kommunikationstechnik
4. Neue Materialien und Verfahren
5. Strukturforschung
6. Optik und Optische Technologie sowie
8. Produktionstechnik und Maschinenbau

FAZIT

- Als Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts wird die Mikrosystemtechnik als Basistechnologie für zahlreiche Branchen dienen und technische Produkte zu neuen Qualitäten führen.
- Mit Hilfe von mikrosystemtechnischen Produkten wird es möglich, vielfältige Vorteile, wie kleine Abmessungen, geringes Gewicht, niedriger Energieverbrauch, hohe Zuverlässigkeit, Multifunktionalität, niedrige Kosten usw., zu erreichen.

7. Herausragende Themen

Von den Berliner Forschungseinrichtungen werden folgende Schwerpunkte bearbeitet

- Integrationstechniken der Mikrosystemtechnik
- Mikrotechnische Komponenten und deren Fertigung
- Aufbau- und Verbindungstechnik
- Höchstfrequenztechnik
- Sensor- und Aktuatorenentwicklung
- Materialentwicklung

8. Die wichtigsten Akteure des Schwerpunktes

Es wird darauf hingewiesen, dass die Namensliste keinen Anspruch auf Vollständigkeit hat und nur die Namen der Mitglieder des IFV „Mikrosystemtechnik“ widerspiegelt.

Baack, Prof. Dr., C. (HHI)	eMail
Boenick, Prof. Dr.-Ing., U. (TUB)	eMail
Beuthan, Prof. Dr., J. (LMTB)	eMail
Dörhage, Dr. (BESSY)	eMail
Elsässer, Prof. Dr., T. (MBI)	eMail
Engel, Prof., G. (TFH)	
Fuhr, Prof. Dr.-Ing., G. (HU)	eMail
Gudat, Prof., W. (BESSY)	eMail
Hilbig, Prof., (FHTW)	eMail

Lehr, Prof. Dr., H. (TUB)	eMail
Lux-Steiner, Prof. Dr., M.-Ch. (HMI)	eMail
Müller, Prof. Dr.-Ing., G. (LMTB)	eMail
Müller, Dr., J. (Virchow)	eMail
Obermeier, Prof. Dr., E. (TUB)	eMail
Petermann, Prof. Dr., K. (TUB)	eMail
Ploog, Prof. Dr., K. H. (PDI)	eMail
Reichl, Prof. Dr.-Ing., H. (TUB)	eMail
Reiners, Prof. Dr., G. (BAM)	eMail
Schubert, Prof. Dr., H. (TUB)	eMail
Seliger, Prof. Dr.-Ing., G. (TUB)	eMail
Tränkle, Dr.-Ing., G. (FBH)	eMail
Uhlmann, Prof. Dr., E. (TUB)	eMail
Weber, Prof. Dr.-Ing., H. (TUB)	eMail

9. Geschätzte quantitative Stärke

9.1 Wissenschaftler

24 Forschungseinrichtungen in Berlin mit 1184 Mitarbeitern arbeiten an der Entwicklung von mikrosystemtechnischen Komponenten, Verfahren, Werkstoffen und Produkten.

9.2 Besondere Ausstattung

Alle wesentlichen, für die Entwicklung von mikrosystemtechnischen Produkten und Technologien notwendigen High-tech Ausrüstungen einschließlich Reinräumen stehen in den Forschungseinrichtungen zur Verfügung. Ergänzende, der sich ständig weiter entwickelnden Technologie angepasste Geräte müssen bereit gestellt werden.

Besonders interessante Anwendungsfelder eröffnen sich dabei durch die Nutzung der Synchrotronstrahlung am Speichering BESSY II in Adlershof.

9.3 Publikationen, Kongresse, Patente

Zu Themen der Mikrosystemtechnik:

- Veröffentlichungen : ca. 1200 Publikationen in den letzten 5 Jahren (s. a. Jahresforschungsberichte der Forschungseinrichtungen)
- Patente: 781
- Kongresse/Workshops: u. a.
 1. 27. Internationale Tagung Microsystem Technology, findet im 2 Jahresrhythmus statt (FhG IZM: Prof. Dr.-Ing. H. Reichl)
 2. Internationale Tagung Micro Materials (FhG IZM: Prof. Dr. B. Michel, TU Berlin, VDI/VDE-Technologie-Zentrum Informationstechnik GmbH Teltow)

3. Internationale Tagung EUPAC DVS/FhG IZM
4. Internationale Tagung SMT ES & S/Hybrid MESAGO/FhG IZM

10. Kooperationsbeziehungen

Die regionalen, überregionalen und internationalen Kooperationsbeziehungen sind außerordentlich vielfältig, so dass in diesem Bericht nur ausgewählte Angaben möglich sind.

Regional

Ausführliche Dokumentation s. Anlage 1

Überregional

Robert Bosch GmbH; Siemens AG; Daimler Chrysler AG; Temic; Infineon Technologies AG; Lust Antriebstechnik; Radeberger Hybridtechnik GmbH; MPD Dresden; AST Dresden; Hella Lippstadt

International

Motorola; Lucent Technologies; SGS Thomson; North Telecom; Sorep; ITRI Taiwan; ICI Interconnects; Nokia; Ericsson.

Darüber hinaus bestehen weitere internationale Kooperationen mit einer Vielzahl von Forschungseinrichtungen in Europa, in Asien sowie den USA.

FAZIT

- Die zahlreichen Kooperationsbeziehungen belegen, dass die Forschungsleistungen in Berlin auf dem Gebiet der Mikrosystemtechnik national und international große Anerkennung genießen. Typisch dabei ist, dass die Initiative für Kooperationsbeziehungen von beiden Seiten ausgeht.

11. Aus- und Weiterbildung

In Berlin bestehen vielfältige Möglichkeiten zur Aus- und Weiterbildung im Fachgebiet Mikrosystemtechnik. So kann man in Berlin eine Facharbeiterausbildung, eine Ausbildung zum Dipl.-Ing. (FH) und Dipl.-Ing. (TU) sowie eine Graduierung zum Dr.-Ing. zu erhalten. Dies ist in folgenden Einrichtungen möglich:

- Diplom-Ingenieur Mikro- und Feinwerktechnik - TU Berlin
- Diplom-Ingenieur Studiengang Maschinenbau, Studienrichtung Mikrosystem-Technologie - TU Berlin
- Diplom-Ingenieur Studiengang Elektrotechnik, Fachrichtung Mikroelektronik - TU Berlin
- Diplom-Ingenieur (FH) Mikrosystemtechnik - FHTW Berlin
- Diplom-Ingenieur (FH) Mikrosystemtechnik - TFH Berlin
- Facharbeiter Mikrotechnologie/in mit den Schwerpunkten - Halbleitertechnik, Mikrosystemtechnik - TU Berlin
- Graduiertenkollegs - Mikrosystemtechnik - TU Berlin

12. Perspektiven, Handlungsempfehlungen

Ausgehend von verschiedenen Themenfeldern zeigt sich, dass inzwischen nicht nur ein „Technologie-Push“ die Entwicklung von MST-Produkten vorantreibt, sondern in zunehmendem Maße der „Application-Pull“ an Bedeutung gewinnt. Im Wechselspiel beider ermöglicht die Mikrosystemtechnik den Zugang zu neuen Anwendungen.

Die Bedeutung der einzelnen Branchen wird in den verschiedenen Teilen der Welt unterschiedlich bewertet, was natürlich aus Sicht der jeweiligen Industrieausrichtung des Landes (Standortbesonderheiten) zu verstehen ist. In den USA liegt z. B. der Schwerpunkt in der Telekommunikation und miniaturisierten optisch-elektronischen Systemen. Auch der Automobilbau und die Steuerungs- und Regelungstechnik in Industrieanwendungen sind Hauptnutzer, stellen aber nach USA-Meinung keine aggressiven Markttreiber dar. Man denkt an die Bereitstellung von Systemen, die branchenübergreifend und universell einsetzbar sind (z. B. drahtlose Übertragungssysteme, medizinische Überwachungssysteme, Systeme für portable Produkte).

Einig ist man sich, dass zur weiteren Umsetzung der MST eine Fertigungsinfrastruktur dringend notwendig ist. Der Vorgang von der Bauteilentwicklung bis zur Systemanwendung muss wesentlich beschleunigt werden. In den USA wurde dafür ein Umsetzungsprogramm ins Leben gerufen (MUMPs- multi user fabrication program), was standardisiertes Design und standardisierte Fertigung von mikrotechnischen Systemen mit weltweiter Ausstrahlung zum Ziel hat. Wichtig sind hier insbesondere auch Technologie- und Packaging-Entwicklungen, da diese in der Vergangenheit sehr oft wenig beachtet wurden. Die Vereinigung IEEE-CPMT hat deshalb ein Technisches Komitee für das MST (MEMS) - Packaging gegründet.

In Berlin sollten diejenigen Branchen eine besondere Aufmerksamkeit erfahren, die neben guten Produktentwicklungsperspektiven auch weltweit hervorragende Vermarktungschancen gewährleisten, d.h. für Berlin und Deutschland führende Industriebereiche müssen vorangetrieben werden. Mit der Auswahl von Informations- und Kommunikationstechnik, Automobilbau, Maschinen- und Anlagenbau, Gesundheit und Wohnen, Vernetzung und mobile Kommunikation sind Kerngebiete vorhanden, die dafür sehr gute Chancen besitzen.

Trotz aller Bemühungen einschließlich der Technologieförderprogramme der Bundesregierung und des Landes bleiben die Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationsanstrengungen der Unternehmen auf dem Gebiet der Mikrosystemtechnik in weiten Teilen hinter dem gesamtwirtschaftlich gewünschten Ausmaß zurück. Wesentliche Gründe für Innovationsbarrieren in Unternehmen sind die schwierige Abschätzung des Marktpotentials von mikrosystemtechnischen Produkten, die hohe Komplexität und damit auch der hohe Investitionsaufwand der Produktlinien und die fehlenden Systemkonzeptionen. Die Mikrosystemtechnik ist ein Paradebeispiel für die Notwendigkeit und Sinnfälligkeit interdisziplinären Handelns und Arbeitens. Eine Disziplin alleine kann dieses Technologiefeld nicht besetzen, nur in der Zusammenarbeit entsteht Nutzen, Erfolg und Gewinn.

Von den Forschungseinrichtungen müssen daher in den nächsten Jahren folgende allgemein übergreifende Themen bearbeitet werden:

- Entwicklung von Methoden der Systemanalyse zur optimalen Gestaltung von Funktion und Bedienung
- Entwicklung von Methoden zur Technologieauswahl
- Entwicklung von Entwurfswerkzeugen, die unterschiedliche Technologien integriert behandeln

- Entwicklung neuer Materialsysteme zur Verbesserung von Funktion, Zuverlässigkeit und Wiederverwendbarkeit
- Softwarekompetenz in den Bereichen Betriebssysteme, Anwendungssoftware und Netzwerke.

Um den Trend „entwickeln in Deutschland, fertigen im Billiglohnland“ entgegenzuwirken, muss das Netzwerk „Mikrosystemtechnik - Berlin“ so aufgebaut werden, dass es multidisziplinär und multitechnologisch die Industrie unterstützt. Eine bedarfsgerechte und anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung muss auf die Bedürfnisse und Möglichkeiten der Industriekunden eingehen und angepasste Fertigungstechnologien zur Verfügung stellen. Ein entscheidender Schritt dazu ist die Einrichtung des Zentrums für Mikrosystemtechnik (ZEMI) in Berlin-Adlershof im Jahr 2000. Hier sollen die Disziplinen Mikroelektronik, Mikrostrukturerzeugung, Mikrooptik, Materialsysteme, Entwurfsmethoden, Softwareentwicklung, Hochfrequenztechnik, Aufbau- und Verbindungstechnik, Biotechnik usw. für das Gebiet der Mikrosystemtechnik übergreifende Kompetenzen aufbauen und strategische Allianzen generieren

Prof. Dr.-Ing. Dr. E.h. H. Reichl TU Berlin, FSP Technologien der Mikroperipherik;
Skr. TIB 4/2-1
Gustav-Meyer-Allee 25
13355 Berlin
[eMail](#)

Prof. Dr. rer. nat. H. Lehr
TU Berlin, Institut für Medizintechnik und Mikrotechnik, Feinwerk- und Mikrotechnik;
Skr. KEP1
Keplerstraße 4
10589 Berlin
[eMail](#)