

Einleitung

Durch Miniaturisierung und Intelligenz zu mehr Effizienz und Wettbewerbsfähigkeit

Der Trend zur Verkleinerung technischer Lösungen und Konsumgüter hält auch zu Beginn des 21. Jahrhunderts unvermindert an. Würde man all die Elektronik, die sich heute im Automobil befindet, ohne Miniaturisierung einbauen, dann würde jeder PKW einen Anhänger benötigen. Diese Aussage aus der Industrie ist ein Beleg für die Relevanz der Miniaturisierung. In ihren Abmessungen immer kleinere Notebooks, Handys oder CD-Plattenspieler, die bequem in jeder Jackentasche Platz finden, sind weitere bekannte Beispiele für diese Entwicklung. Doch nicht nur diese augenfälligen Produkte sind herauszuheben. In der Chirurgie, bei medizintechnischen Prothesen, in der Sicherheits- und Gebäudetechnik und nicht zuletzt in der industriellen Produktion haben miniaturisierte technische Lösungen dazu beigetragen, alte Probleme besser zu lösen oder bisher ungelöste Aufgaben lösbar zu machen. Höhere Effektivität bei der Durchführung, geringerer Materialverbrauch und Energieeinsparung sind nur einige Effekte, die durch Miniaturisierung erreicht worden sind. Damit aber nicht genug. Eine weitere Dimension ist die Verknüpfung unterschiedlicher Funktionen, die Produkte nicht nur multifunktional, sondern auch intelligent gemacht haben. Ein Beispiel dafür sind moderne Notebooks. Waren diese anfänglich nicht gegen äußere Einwirkungen wie z. B. einen Sturz gesichert und drohte ein Totalschaden durch Zerstörung von Schreib-Lesekopf und Festplatte, haben neue technische Lösungen dafür eine Vorkehrung. Ein miniaturisierter Sensor überwacht das Notebook und meldet Veränderungen an den Schreib-Lesekopf. Bei entsprechenden Signalen wird die Arbeit beendet und der Schreib-Lesekopf fährt in seine gesicherte Ruheposition zurück. Der Sturz führt dann zu unvermeidlichen Schäden am Notebook-Gehäuse, nicht aber an der empfindlichen Elektronik, und die Daten bleiben gesichert.

An all diesen Errungenschaften hat die Mikrosystemtechnik einen wichtigen Anteil. Mikrosystemtechnik ist eine Schlüsseltechnologie, die technische Lösungen und Konsumgüter miniaturisiert und intelligent gemacht hat. Sie hat dazu beige-

tragen, die zur Realisierung dieser Produkte notwendigen elektrischen, mechanischen oder optischen Komponenten in ihren Abmessungen zu verkleinern und durch Integration in Systeme intelligent und vermehrt auch lernfähig zu machen. Entwicklungen in der Mikro- und Optoelektronik, im Softwarebereich und auch der modernen Biotechnologie haben diesen Prozess unterstützt, sie haben aber auch davon profitiert. Unternehmen in diesen Technologiefeldern konnten mit Hilfe der Mikrosystemtechnik ihr Leistungsprofil ausweiten. Stichworte dazu sind neue Hardware- und Netzdesigns, Multischichtsysteme für optische Displays oder miniaturisierte Probenvolumina für die biomedizinische Zellforschung. Die ökonomische Relevanz der Mikrosystemtechnik (MST) ist damit indes nur unzureichend beschrieben. Sie ergibt sich vor allem auf den nachgelagerten Stufen des Wertschöpfungsprozesses durch die Integration einzelner MST-Komponenten in komplexere Produktsysteme wie z. B. Fertigungsanlagen im Maschinenbau, technische Geräte der medizinischen Diagnose und Therapie oder Verkehrsmittel wie Autos und Flugzeuge. Mikrosystemtechnik hat in Deutschland dazu beigetragen, dass diese Branchen auf internationalen Märkten ihre Wettbewerbsfähigkeit erfolgreich unter Beweis gestellt haben. Die gesamtwirtschaftliche Bedeutung der Mikrosystemtechnik steht damit außer Frage.

Auch und gerade in technologischer Hinsicht ist Deutschland im Feld der Mikrosystemtechnik international gut positioniert. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) hat frühzeitig die Potenziale der MST erkannt und kann inzwischen auf über fünfzehn Jahre erfolgreicher Förderung zurückblicken. Anknüpfend an die Förderung der Mikroelektronik und Mikroperipherik hat das BMBF in unterschiedlichen Phasen die MST gefördert: Zu Beginn die technologischen Grundlagen, dann Systemtechnologien und erste Anwendungsprojekte, danach die Einführung der MST in der Industrie, anfänglich ohne Schwerpunktsetzungen und zwischenzeitlich mit Schwerpunktsetzungen in bestimmten Branchen und Handlungsfeldern.

Festgehalten werden kann: Mikrosystemtechnik in Deutschland hat bis heute ein technologisches Niveau erreicht, das industriellen Anwendern vielfältige Optionen eröffnet. Das bisher Erreichte stellt eine Grundlage dar für eine Vielzahl von möglichen Applikationen in der industriellen Fertigung und in konsumnahen Produkten. Welche Möglichkeiten das sind, dazu will diese Broschüre im Folgenden berichten. Ausgewählt wurden sechs Fallbeispiele auf Grundlage einer Analyse vorhandener Trendstudien und Gesprächen mit Experten zur Mikrosystemtechnik. Die Beispiele liegen bewusst in der Zukunft. Die für alle Fallbeispiele standardisierten Abbildungen zu den einzelnen Themengebieten der Mikrosystemtechnik wie z. B. Sensorik oder Systemintegration zeigen dabei den industriellen Reifegrad an. Deutlich wird, dass das Potenzial der Mikrosystemtechnik bei weitem noch nicht ausgeschöpft ist. Es gibt noch eine Reihe von Wirtschaftszweigen, die Bedarf an miniaturisierten und intelligenten Produkten haben. Exempel in der Broschüre dazu sind die chemische Industrie, die Lebensmittelindustrie oder die Betreiber großer Infrastrukturanlagen wie Flughäfen und Bahnhöfe. In diesen Branchen stehen große Veränderungen an. Sei es, weil Maschinen und Anlagen modernisiert werden müssen, sei es, weil umwelt- und sicherheitspolitische Regulierungen umzusetzen sind oder sei es, weil Kunden und Verbraucher mehr Informationen über ihre Produkte verlangen. Die ausgewählten Beispiele sollen aufzeigen, wie Mikrosystemtechnik dazu beitragen kann, diese Anforderungen zu lösen.

Auch die anderen Fallstudien zeigen künftige Lösungspotenziale auf Basis der Mikrosystemtechnik auf. Im Automobilsektor ist MST heute bereits unverzichtbar bei elektronischen Komponenten. Doch sind diese Potenziale weiter ausbaubar. Sie können dann dazu beitragen, große Verkehrsströme besser zu steuern und Sicherheitsrisiken abzubauen. Positive Nebeneffekte sind dabei ein geringerer Energie- und Materialverbrauch. Energiefragen sind Gegenstand eines weiteren, auf Basis der MST bereits seit einigen Jahren bearbeiteten Themas. Mikro-Brennstoffzellen sind

mit Blick auf die großen Energiefragen der Zukunft eine immer intensiver diskutierte Option. Die damit einhergehenden Effekte für die Umwelt, die durch miniaturisierte und überall einsetzbare Brennstoffzellen entstehen, liegen auf der Hand. Und auch das Beispiel aus der Medizintechnik zeigt, dass Volkskrankheiten wie Diabetes durch Mikrosystemtechnik wirksamer und mit geringerer Belastung für die Patienten behandelt werden können.

Allumfassende Lösungsvorschläge für die gesellschaftlichen Herausforderungen dieser Zeit kann Mikrosystemtechnik allein nicht bieten. Technik ist nicht autonom, sondern wird im Kontext von Wirtschaft, Gesellschaft und Politik entwickelt. Märkte, Verbraucherverhalten und staatliche Förderung sind dabei wichtige Größen. Gleichwohl bedeutet der durch die Mikrosystemtechnik induzierte Innovationsschub einen technologischen Fortschritt in vielerlei Hinsicht. Im Vordergrund stehen positive Effekte auf wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit, Energieeinsparung und Umweltschutz sowie mehr Sicherheit für die Gesellschaft. Durch die Mikrosystemtechnik hat sich der Wissenschafts- und Wirtschaftsstandort Deutschland im internationalen Vergleich Chancen eröffnet. Damit das in Zukunft so bleibt, muss es weiterhin Möglichkeiten geben, technologisch anspruchsvolle Vorhaben im Technologiefeld Mikrosystemtechnik zu entwickeln.

Die Autoren danken den zahlreichen Gesprächspartnern, die bei der Erarbeitung der Fallbeispiele zur Verfügung standen. Spezieller Dank gilt unserer Kollegin Frau Almut Kirchner, die sich des Themas Mikro-Brennstoffzellen angenommen hat, sowie Herrn Patric Salomon von 4m2c, der für die Abfassung des ersten Beispiels zum Beschleunigungssensor mit verantwortlich ist. Weiterhin gilt unser Dank Frau Katharina Hochfeld, Frau Simone Kaiser und Herrn Thomas Klötzer, die sich mit besonderem Engagement den projektassistierenden Arbeiten gewidmet haben, sowie dem Projektträger VDI/VDE Innovation + Technik GmbH.

Berlin im Dezember 2006