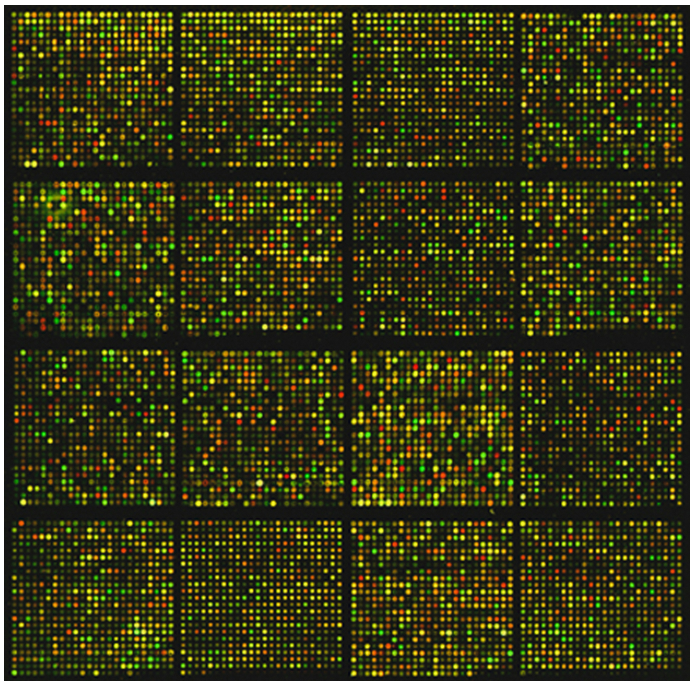
Biochips: Mikrosystemtechnik für die Life Sciences

Nanometerkleine Roboter und intelligente Messsysteme in Arterien, fingernagelgroße DNA-Chips, mit deren Hilfe Tausende von Genen aus kleinsten Proben getestet werden können, intelligente Mikrosensoren aus DNA – der Trend in den Life Sciences geht zur Miniaturisierung, egal ob es um Elektronik, Sensorik oder den Umgang mit Flüssigkeiten geht. An der Schnittstelle zwischen Physik, Ingenieurswissenschaft, Chemie, Biologie und Informatik hat sich in den letzten Jahren ein Forschungsfeld mit steigendem Potenzial entwickelt und geht jetzt sogar nano.

Am 29. Januar 1886 schrieb der bei Karlsruhe geborene Carl Friedrich Benz Industriegeschichte, indem er beim Reichspatentamt unter der Nummer 37435 ein dreirädriges Fahrzeug mit einem Verbrennungsmotor zum Patent anmeldete. Seine große Leistung war es, zwei Dinge zusammenzubringen: die Pferdekutsche und den Otto-Motor. Der Otto-Motor existierte zu dieser Zeit bereits und trieb verschiedene Maschinen an. Er war jedoch meistens so groß wie ein heutiger Kleinwagen oder größer. Der Erfinder musste ihn verkleinern, damit die ersten Vorstufen des heutigen Mercedes Benz in Produktion gehen konnten. Mehr als hundert Jahre später stehen Forscher und Entwickler - auch im Bereich der Life Sciences - vor einem ähnlichen Problem.

Kleiner und besser



Mit Biochips lassen sich Hunderte von Experimenten gleichzeitig durchführen.

© National Cancer Institute I unsplash.com

Mobile Diagnostik, personalisierte Mikromedizin und intelligente Implantate sind die Schlagworte der Zukunft der Life Sciences. Ob es um die Diagnose von Krankheiten oder das Hochdurchsatz-Screening von kleinsten Substanzmengen in der Arzneimittelentwicklung geht – Medizin, Pharmazie und biologische Forschung werden von der Mikrosystemtechnik (MST) profitieren. Schätzungen zufolge könnte zum Beispiel eine einprozentige Erhöhung der Ausgaben für die In-vitro-Diagnostik - ein wichtiges Einsatzgebiet der Mikrosystemtechnik - im Gesundheitssystem zu Einsparungen von fünf Prozent führen. In Deutschland wären das mehr als zehn Milliarden Euro pro Jahr. Der Trend in der technischen Entwicklung geht dabei eindeutig zur Verkleinerung bei gleichzeitiger Leistungssteigerung aller Bauteile.

Ein Beispiel für die technische Optimierung durch den Einsatz der MST ist der Biochip. Biochips sind Träger aus Glas oder anderen Materialien, auf denen Biomoleküle in hoher Anzahl und Dichte in definierter Mikroanordnung ("Microarray") fixiert sind. Auf der Oberfläche befinden sich zwischen hundert und zehntausend Punkte mit synthetisch hergestellten biologischen Sonden, zum Beispiel DNA oder Enzyme (in einigen Fällen sogar ganze Zellen), die auf dem Träger fixiert sind. Jeder Messpunkt ("Spot", Radius: 100-300 µm) kann selektiv ein bestimmtes Molekül, Gen oder Ion binden. Ist die Testprobe zuvor mit zum Beispiel Fluoreszenzfarbstoffen markiert worden, zeigt der Biochip im Fluoreszenzmikroskop die Anwesenheit des gesuchten Stoffs an und kann sogar Aufschluss geben über seine Konzentration.

Das Roboterlabor und der Wirtschaftsmotor Mikrosystemtechnik

Noch vor zehn Jahren mussten molekularbiologische Untersuchungen per Hand ausgeführt werden. Heute können Roboter im Hochdurchsatzverfahren Hunderte von Proben auf ein fingernagelgroßes Plättchen auftragen und mit Zellen, Enzymen oder DNA-Material zur Reaktion bringen. Solche Experimente dienen Wissenschaftlern dazu, ganze Genome von Organismen zu durchforsten und miteinander zu vergleichen. In der Pharmaindustrie helfen sie, die Wirkung von großen Mengen an unbekannten Substanzen auf biologisches Material im Schnelldurchlauf zu überprüfen. In der Lebensmittelindustrie können Biochips zur Identifizierung gentechnisch veränderter Lebensmittel eingesetzt werden. Durch die Kombination von mikrofluidischen und mikroelektronischen Anwendungen können auch unterschiedliche Abfolgen von selbstständig ablaufenden Reaktionen auf einem einzigen Chip hintereinander geschaltet werden. Es entstehen mobile Mikrolabore, die Patientenproben direkt am Krankenhausbett oder Bodenproben auf dem Weizenfeld in Afrika per Knopfdruck auswerten können.

Die Mikrosystemtechnik ist schon heute ein Motor für den technischen Fortschritt. Und das hat auch wirtschaftliche Implikationen. Laut dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) lag das Umsatzvolumen der MST 2009 bei mehr als 82 Milliarden Euro. Die Tendenz ist steigend, die Wachstumsraten erreichten zwischen 2009 und 2011 laut dem BMBF jeweils rund fünfzehn Prozent jährlich. Die Bundesregierung fördert die Schlüsseltechnologie im Rahmen ihrer „Hightech-Strategie". Etwa 80 Millionen Euro stellte das BMBF für die Mikrosystemtechnik allein im Jahr 2010 im Förderprogramm "Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT 2020)" bereit. Derzeit werden rund 490 anwendungsorientierte Forschungsprojekte mit einem Gesamtfördervolumen von 184 Millionen Euro unterstützt. Auch eine Clusterinitiative aus Baden-Württemberg wird im Rahmen der zweiten Runde des Spitzencluster-Wettbewerbs des Bundes gefördert. Das in Freiburg koordinierte Mikrosystemtechnik-Cluster „MicroTEC Südwest" konzentriert sich unter anderem auf die Life Sciences.

In Zukunft noch kleiner?

In den nächsten Jahren wird es vermutlich zu einer Verschmelzung von Mikrosystemtechnik und Nanobiotechnologie kommen. Schon heute arbeiten Forscher daran, die Welt der biologischen Moleküle mit Hilfe der Synthetischen Biologie für Ingenieure zugänglich zu machen. Bausätze aus DNA oder Signalproteinen können in Verbindung mit Mikroelektromechanischen Systemen (MEMS, auch Mikromaschinen genannt), in Zukunft noch effizientere Mikro-Sensorsysteme für chemische Testverfahren liefern. Leitung von Licht in definierten Pulsen durch sogenannte DNA-Blocks auf Biochips könnte außerdem in Zukunft die Informationsleitung mit Elektronen in heutigen Computerchips ablösen und wesentlich schneller machen.

Eine Pipettierstation für kleinste Flüssigkeitsvolumina.
© BioFluidix GmbH

Welche Probleme stellen sich bei der Entwicklung von mikroskopisch kleinen Systemen wie zum Beispiel Biochips? In welchen Bereichen der Biowissenschaften und der Biotech- oder Pharmaindustrie gibt es Potenzial? Wie profitieren die Life Sciences schon heute? Und wie werden sie morgen profitieren? Dieses Dossier gibt einen Einblick.

Literatur:
Wintermantel, E., & Ha, S.-W. (2008). *Medizintechnik: Life Science Engineering*. Springer-Verlag Berlin/Heidelberg

---

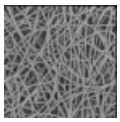
Dossier

24.05.2012
mn
© BIOPRO Baden-Württemberg GmbH

Weitere Artikel in diesem Dossier



07.10.2026
Das Freiburger Start-up Glassomer denkt Materialien neu



23.10.2024
Wundmonitoring mithilfe sensorischer Nanofasern



28.02.2024
Mesh-Mikroelektrodenarrays: Forschung mit Hirnorganoiden auf neuem Niveau



15.02.2024
Vom Schuppentier abgeschaut: Neuartiger flexibler Miniroboter für minimalinvasive Anwendungen