

[Printer friendly version](#)   [Share](#)

13 October 2013   [European Commission, CORDIS](#)

Das Mooresche Gesetz - das besagt, dass sich die Anzahl der Transistoren auf einer Leiterplatte, und damit seine Verarbeitungsleistung, alle 18 Monate verdoppelt - galt nahezu ein halbes Jahrhundert lang als Leitsatz. Aufgrund der physischen Beschränkungen für eine höhere Integrationsdichte von Transistoren könnte das Mooresche Gesetz an seine Grenzen gestoßen sein. Es wird dem Ansatz "More than Moore" weichen, bei dem von der EU finanzierte Forscher eine wichtige Rolle spielen. Seit der Intel-Mitgründer Gordon E. Moore 1965 seine Theorie beschrieb, haben sich Schaltungsentwickler auf die ständige Erhöhung der Transistordichte verlassen, um immer größere Chipleistungen in immer kleineren Paketen zu erzielen. Jetzt kommt es allerdings aufgrund einiger physischer Einschränkungen bei der Transistorskalierung - wie z. B. Überhitzung, Energieverlust und Widerstand - dazu, dass sich mit herkömmlichen Konzepten in der Halbleiterentwicklung nicht mehr die gleichen Fortschrittsraten erzielen lassen werden.

Und das ist nicht die einzige Herausforderung für leistungsstärkere und kleinere elektronische Geräte, die gemeistert werden muss. Das Mooresche Gesetz bezieht sich lediglich auf Leiterplatten, wie z. B. CMOS-Chips (Complementary metal-oxide-semiconductor, CMOS), die in PCs, Mobiltelefonen oder Digitalkameras zum Einsatz kommen. Eine voluminöse Anordnung einzelner passiver Bauteile - u. a. Widerstände, Kondensatoren, Spulen, Antennen, Filter und Schalter - die über eine oder zwei Leiterplatten miteinander verbunden sind, werden immer noch benötigt, damit Sie mit Ihrem Handy telefonieren oder Ihrer Kamera Fotos aufnehmen können.

Für eine echte Miniaturisierung wird ein anderes Konzept benötigt: eines, das auf moderner Nanotechnologie basiert, die unbegrenzte Möglichkeiten und unbegrenzte Anwendungen zu bieten scheint. Indem mit Hilfe winziger Nanostrukturen, wie beispielsweise Nanodrähte und Nanomaterialien, (von denen jede zigtausendfach dünner als ein menschliches Haar ist) neue Funktionen in CMOS-Chips integriert werden, lassen sich mit dem "More-than-Moore"-Konzept weiterhin immer kleinere, leistungsstärkere und effizientere elektronische Geräte herstellen. Und zwar so klein, dass ein Computer in Tablettenform die Gesundheit überwachen und Arzneimittel innerhalb des menschlichen Körpers verabreichen oder ein vollständiges intelligentes Haussteuerungssystem in ein Gehäuse von der Größe einer Kreditkarte verbaut werden könnte.

"Nanostrukturen und Nanodrähte wurden für künftige CMOS in den kommenden Jahren in

Betrachtet man die aktuellen Tätigkeiten, bei denen mit Nanostrukturen, insbesondere Nanodrähten, innovative "More-than-Moore"-Produkte hergestellt werden sollen, sind die vielversprechend", sagt Dr. Francis Balestra, Direktor des Sinano-Instituts am französischen Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) und Forscher beim INP-Minatec in Grenoble.

### Geräte im Nanomaßstab

Im Exzellenznetz "Beyond CMOS nano-devices for adding functionalities to CMOS" (NANOFUNCTION) arbeiteten Dr. Balestra und ein Team von Forschern aus 15 Partnern aus Wissenschaft und Industrie in 10 europäischen Ländern daran, wie Nanostrukturen in CMOS-Chips integriert werden können, um eine Vielzahl neuer Funktionen in einem winzigen Maßstab unterzubringen. Mit Hilfe von Forschungsfördermitteln der Europäischen Kommission in Höhe von 2,8 Mio. EUR konzentrierte sich das Konsortium vorrangig auf besonders sensible Nanosensoren, die Signale in Molekülen erfassen, Nanostrukturen für die Energieernte zur Entwicklung autonomer Nanosysteme, Nanogeräte für die Punktkühlung integrierter Schaltkreise und Nanogeräte für die RF-Kommunikation.

"Diese Nanogeräte werden in der Zukunft für Nanosysteme benötigt, die nur sehr wenig Strom verbrauchen oder autonom sind und in vielfältigen Anwendungen eingesetzt werden können. Hierzu gehört u. a. auch die Überwachung von Gesundheit und Umwelt sowie das "Internet der Dinge", erklärt Dr. Balestra.

Systems-in-Package- oder System-on-Chip-Geräte im Nanomaßstab, die über Verarbeitungsleistung mit Sensoren, RF-Kommunikation und eine Reihe anderer Funktionen verfügen, könnten zur Erkennung aller Arten von Substanzen, ob toxisch oder unkritisch, eingesetzt werden, wie z. B. auch Chemikalien in der Umwelt, in Lebensmitteln und im menschlichen Körper.

Im Projekt NANOFUNCTION gelang es den Forschern den aktuellen Stand der Technik voranzubringen, indem sie ein kostengünstiges und hoch effizientes Nanodraht-Sensor-Array entwickelten, das mehr als 1000 Silizium-Nanodrähte enthält und über verschiedene Sensor-Elemente verfügt, mit denen gleichzeitig mehrere Moleküle erkannt werden können. Um das Array zu testen, entwickelte das Team effiziente Funktionalisierungsverfahren für die DNA-Transplantation - ein modernes und hoch experimentelles Verfahren, in dem ein Segment der DNA entfernt und durch eine andere Form der DNA-Struktur ersetzt wird.

Ferner zeigte das Team auf, wie Nanostrukturen neben ihrer Funktion als Sensoren auch zu wichtigen Verbesserungen bei existierenden Sensortechnologien und anderen elektronischen Anwendungen beitragen können. Durch ihre Arbeit auf dem Gebiet der "Kühltronik" konnte das Team belegen, dass enorme Leistungsverbesserungen oder neue Betriebsregime ermöglicht werden, wenn wichtige Komponenten in einem elektronischen Schaltkreis mit extrem niedrigen Temperaturen gekühlt werden. Ihr Ansatz basiert auf einer neuen Art von "Elektronenkühlung", bei der verspanntes Silizium in Verbindung mit einem Supraleiter zum Einsatz kommt, und die bisher bei Strahlungssensoren im Terahertzbereich getestet wurden. Bei diesen Strahlungssensoren handelt es sich um eine neue Technologie, die im Frequenzbereich zwischen Mikrowellen und Infrarotlichtwellen arbeitet und viele potenzielle Einsatzgebiete hat, wie z. B. in Anwendungen der medizinischen Bildgebung, Sicherheit und Raumfahrt.

In ähnlicher Weise verfolgte das Konsortium einen modernen Ansatz bei der Verwendung von Nanostrukturen für die RF-Kommunikation, wo es das Potenzial von Nanodrähten als effiziente RF-Verbindungen und -Antennen untersuchte - eine Technologie, mit der die Entwicklung viel kleinerer Kommunikationsgeräte möglich sein könnte.

### Nano-Strom

Wo aber bekommt ein derart kleines Gerät den notwendige Strom her? Herkömmliche Batterien haben noch lange nicht Nanogröße erreicht. Die Forscher von NANOFUNCTION untersuchen daher Möglichkeiten, die Energie für Nanogeräte aus ihrer unmittelbaren Umgebung zu gewinnen und setzen hierbei auf Energie aus Vibrationen, Bewegungen, Wärme oder Solarenergie, die dann in aktiven, als Nanobatterien agierenden Materialien gespeichert werden. Die Entwicklung ebnet den Weg für vollständig autonome Nanogeräte, die sich selbst mit Energie versorgen können.

"Diese Nanotechnologien werden in Kombination in künftige autonome Nanosysteme integriert, die für vielfältige Anwendungen benötigt werden. Die größten Herausforderungen sind die Entwicklung CMOS-kompatibler Technologien und die Senkung des Energieverbrauchs durch Sensoren, Rechenleistung und RF-Kommunikation sowie die Steigerung der Energieausbeute aus der Umgebung", sagt Dr. Balestra.

Außerdem merkt er an, dass im NANOFUNCTION-Projekt viele Probleme gelöst werden konnten und dass die Arbeit des Teams dazu beiträgt, die weitere Miniaturisierung von Geräten voranzutreiben.

"Die Miniaturisierung bleibt ein wichtiges Mittel für Preissenkungen, mehr Funktionalität und die Integration in andere elektronische Geräte. Darüber hinaus können Nanostrukturen die eigentliche Leistung von Geräten verbessern oder neue Funktionen ermöglichen, wie z. B. die Erkennung mit ultrahoher Empfindlichkeit", erklärt er.

Indem es den aktuellen Stand der Technik voranbringt und umfassende Informationsverbreitungsaktivitäten in der europäischen und internationalen Nanotechnologiegemeinschaft durchführt, stellt die Arbeit von NANOFUNCTION einen wichtigen Meilenstein auf diesem Gebiet dar.

"Davon werden sowohl die europäische Industrie als auch die europäische Gesellschaft profitieren, da die langfristige Integration vorbereitet wird, auf die sich Europa stützen kann, um die Erforschung moderner technischer Entwicklungen auf diesem strategischen "More-than-Moore"-Gebiet zu untermauern, auf dem Europa bereits eine führende Position einnimmt", sagt Dr. Balestra.

Er bemerkt jedoch, dass es wahrscheinlich 10 bis 20 Jahre dauern wird, bevor derartige moderne Nanogeräte in kommerzielle Anwendungen Einzug halten.

"Für den kommerziellen Einsatz sind noch weitere Forschungsarbeiten notwendig, um diese Nanokomponenten für sehr wichtige Anwendungen in der europäischen Wirtschaft und Gesellschaft zu optimieren", sagt er.

NANOFUNCTION erhielt Forschungsfördermittel unter dem Siebten Rahmenprogramm (RP7) der Europäischen Union.

Link zum Projekt auf CORDIS:

- RP7 auf CORDIS - [http://cordis.europa.eu/fp7/home\\_de.html](http://cordis.europa.eu/fp7/home_de.html)- Datenblatt des Projekts  
NANOFUNCTION auf CORDIS - [http://cordis.europa.eu/projects/rcn/95145\\_de.html](http://cordis.europa.eu/projects/rcn/95145_de.html)

Link zur Projektwebsite:

- Website des Projekts "Beyond CMOS nano-devices for adding functionalities to CMOS" - <http://www.nanofunction.eu/nanofunction/>

Links zu weiterführendem Video:

- Video des Projekts NANOFUNCTION - <http://www.youtube.com/watch?v=PXwniDbiQZM>

Weitere Links:

- Website der Europäischen Kommission zur Digitalen Agenda - <http://ec.europa.eu/digital-agenda/>

[http://cordis.europa.eu/result/brief/rcn/11809\\_de.html](http://cordis.europa.eu/result/brief/rcn/11809_de.html)

**Read more** <http://www.alphagalileo.org/ViewItem.aspx?ItemId=135086&CultureCode=de>