



Landesforschungspreis
Baden-Württemberg




Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR WISSENSCHAFT, FORSCHUNG UND KUNST
PRESSESTELLE

PRESSEMITTEILUNG
Nr. 83 c/2009

11. Mai 2009

 Professor Dr. Jürg Leuthold von der Universität Karlsruhe erhält Landesforschungspreis für angewandte Forschung

Neuer Computerchip beschleunigt Datenübertragung um ein Vielfaches und spart Energie

Professor Dr. Jürg Leuthold erhält den Landesforschungspreis für seine Arbeit auf dem Gebiet der Hochgeschwindigkeits-Datenübertragung. Er hat eine Technologie entwickelt, mit der Daten mit einer Geschwindigkeit von bis zu 160 Gigabit pro Sekunde – das entspricht circa fünf DVD-Spielfilmen – übertragen werden. Bisher liegt die Höchstgeschwindigkeit bei 40 Gigabit pro Sekunde. Möglich ist dies durch einen auf Silizium basierten Halbleiterchip an der Pforte des Rechners, der die Daten optisch überträgt. Damit wird in Zukunft sowohl die elektrische als auch die optische Prozessierung auf einen Siliziumchip möglich sein.

Jahr für Jahr wächst die Zahl der Internetnutzer weltweit. Dabei werden insbesondere für interaktive Web-2.0-Anwendungen immer höhere Bandbreiten zur Verfügung gestellt. Schon in wenigen Jahren wird die Datenübertragung in Glasfaser-Hochgeschwindigkeitsnetzen Raten von 100 Gigabit pro Sekunde (Gb/s) erreicht haben. Damit sich die Anbindung des Computers dann nicht als Nadelöhr entpuppt, müssen die auf Silizium basierten Halbleiterchips an der Pforte des Rechners mit diesem Tempo mithalten können. In ersten Rekordversuchen ließen sie immerhin schon beachtliche 40 Gigabit pro Sekunde passieren – dass sich diese Übertragungsraten bald vervierfachen könnte, ist dem Karlsruher Phy-

siker Jürg Leuthold, Leiter des Instituts für Photonik und Quantenelektronik, und seinem Team zu verdanken.

Jürg Leuthold ist sich sicher: Den optischen Netzen gehört die Zukunft. Nur sie können die enormen Datenmengen in Hochgeschwindigkeit ans Ziel bringen. Deswegen wird über kurz oder lang auch das Kupferkabel der sogenannten „letzten Meile“ – also von der Straße bis ins Haus – der Glasfaser weichen. „Beim Datentransfer im Internet wird anstelle elektronischer Signale immer häufiger auf die Lichtkommunikation gesetzt“, sagt Leuthold. „Neben dem Geschwindigkeitsgewinn sprechen auch Kostengründe dafür, denn das Glasfaserkabel ist erheblich preisgünstiger als sein Pendant aus Kupfer.“

Dem Karlsruher Forscher gelang es, sowohl die elektrische als auch die optische Prozessierung auf einen einzigen Siliziumchip zu bringen – er fand also die Lösung für zukünftige kostengünstige Übertragungssysteme mit extrem hohen Datenraten. „Zum einen erreichen wir mit solchen elektrischen und photonischen Chips eine deutlich höhere Bandbreite, zum anderen sind sie als Ersatz für die herkömmliche Netzwerkkarte auch aus ökologischen Gesichtspunkten sinnvoll. Sie sparen Energie – und Silizium gibt es buchstäblich wie Sand am Meer.“

Damit das Licht nicht im Sand verläuft

Der Vorteil photonischer Chips war auch den Marktführern der Chipindustrie nicht verborgen geblieben. Doch die im Massenmarkt eingesetzten kostengünstigen Siliziumchips dazu zu bringen, Licht zu prozessieren, war bislang nicht ohne Weiteres möglich. Leuthold: „Wir haben schnell gemerkt, dass es wenig Sinn macht, die stark absorbierenden Eigenschaften des Siliziums zu bearbeiten“, sagt der gebürtige Schweizer. „Uns schien es erfolgversprechender, den Lichtwellenleiter im Inneren des Chips zu verändern.“

Das klingt zwar einfach, tatsächlich ist aber der Licht führende Lichtwellenleiter nur ein Fünftausendstel eines Millimeters breit. Diesen im Inneren zu bearbeiten, war für das Forscherteam ein kühnes Unterfangen. Noch bis vor wenigen Jahren hätte es der Stand der Technik gar nicht zugelassen, in so winzigen Dimensionen

wie den Nanometer-Bereichen zuverlässig zu arbeiten. Doch mittlerweile gibt es Techniken, die es erlauben, in den winzigen Licht führenden Wellenleiter einen Spalt einzuzäten. „Das Licht konzentriert sich in diesem Spalt – und nicht in dem ihn umgebenden Wellenleiter“, so Leuthold. Die nächste Herausforderung bestand darin, den Spalt mit einem Material zu füllen, welches – anders als Silizium – ein Schalten ohne Datenverlust bei höchsten Geschwindigkeiten ermöglicht.

Ein neues Molekül macht Tempo

Um die Datenübertragung in diesem sogenannten Spalt-Wellenleiter auf höchste Bitraten zu treiben, haben die Forscher den Spalt mit einem organischen Molekül namens DDMEBT ausgekleidet. Dieses Molekül ist transparent gegenüber dem in der Kommunikationstechnik verwendeten Infrarotlicht, ist temperaturbeständig, und lässt sich unter Lichteinwirkung sehr effizient zum Schalten verwenden. Je stärker das Licht ist, das auf das Molekül einwirkt, desto deutlicher verändern sich auch dessen Eigenschaften. Jürg Leuthold erklärt dies so: „Stellen Sie sich einen Lichtstrahl vor, welcher Sie durch eine Glasscheibe hindurch anleuchtet. Stellen Sie sich nun weiter vor, dass der Strahl an Leuchtstärke zunimmt. Erfahrungsgemäß würden Sie erwarten, dass Sie stärker geblendet würden. In einer Scheibe aus unserem Material könnte es passieren, dass der Strahl sich mit zunehmender Leuchtkraft abbeugt und Sie nicht weiter blendet.“ Eben diese Eigenschaft nutzt Leuthold, um das Licht zu schalten. Darüber hinaus setzt der Effekt auch noch unverzüglich ein. Damit gibt es für seine Schalter keine prinzipiellen Geschwindigkeitsbegrenzungen.

Serienreife für eine umweltfreundliche Idee

Rund fünf Jahre haben die Karlsruher für diesen Erfolg geforscht – jetzt arbeiten sie fieberhaft daran, die Technologie in einen serienreifen Chip zu integrieren. Zwei deutsche und eine italienische Firma haben bereits ihr Interesse an der Produktion des Chips bekundet. Denn neben der Übertragungsgeschwindigkeit ist auch das energetische Einsparpotenzial des photonischen Siliziumchips attraktiv: Leuthold vermutet, dass sich mit der neuen Technologie der Energieverbrauch von Kommunikationsschnittstellen zu Computern um das Hundertfa-

che senken lässt. „Im Moment verdoppelt sich etwa alle anderthalb Jahre die Bandbreite“, fasst Leuthold zusammen. „Das bedeutet, wir brauchen im selben Zeittakt die doppelte Menge an Energie für Kommunikation.“ Mit dem neuen optischen Ersatz für die Netzwerkkarte ließe sich diese Abhängigkeit durchbrechen. Insofern ist das Preisgeld nicht nur für den Forscher ein Glücksfall, sondern auch für die Umwelt. Denn um den Energieerfordernissen auch in Zukunft gerecht zu werden, arbeitet Leuthold schon heute an einer noch vielfach schnelleren Technologie, mit der Geschwindigkeiten im Terabit-Bereich möglich werden könnten. Das Preisgeld gibt ihm hier die Möglichkeit flexibel und schnell in Technik und Personal investieren zu können.

Vita Prof. Dr. Jürg Leuthold

Jürg Leuthold wurde 1966 im schweizerischen Sankt Gallen geboren. Nach dem Physikstudium an der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) in Zürich war er wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Quantenelektronik der ETH Zürich. Hier verfasste er auch seine Doktorarbeit. Nach Stationen in Japan und denn USA leitet er seit 2004 das Institut für Photonik und Quantenelektronik an der Universität Karlsruhe.

Jürg Leuthold erhielt bereits 1999 den Lucent President's Award for Team Excellence für die Entwicklung von integrierten Hochgeschwindigkeitsschaltkreisen. Im Jahr 2002 wurde ihm der Central Bell Labs Teamwork Award für die Entwicklung des Modulationsformats return-to-zero differential phase shift keying (RZ-DPSK) verliehen. 2007 wurden er und sein Team unter die ersten fünf Innovatoren Deutschlands auf dem Gebiet der Optik des Jahres 2007 für die Entwicklung einer optisch versorgten Kamera gewählt.

Rückfragen für die Redaktion:

Organisationsbüro Landesforschungspreis
c/o Sympra GmbH (GPRA)
Veronika Höber, Caroline Leibfritz
Stafflenbergstraße 32
70184 Stuttgart
Tel. 0711 / 9 47 67 – 0
Fax 0711 / 9 47 67 – 87
E-Mail veronika.hoeber@sympra.de;
caroline.leibfritz@sympra.de

Prof. Dr. Jürg Leuthold
Universität Karlsruhe
Fakultät für Elektrotechnik und Informatik
onstechnik
Institut für Photonik und Quantenelektronik
Engesserstr. 5
76131 Karlsruhe
Tel. 0721 / 608 – 2480
Fax 0721 / 608 – 2786
E-Mail Leuthold@IPQ.uni-karlsruhe.de