



# Optotechnologie in der IT

Laut der im Auftrag der amerikanischen Regierung durchgeführten Studie *Harnessing Light – Optical Sciences and Engineering for the 21st Century* wird – etwas überspitzt formuliert – das 21. Jahrhundert zum Jahrhundert der Photonik werden, wie das 20. Jahrhundert das Jahrhundert der Elektronik war. In jedem Falle werden sich optische Technologien in der Informationstechnik in den kommenden Jahren weiter verbreiten. Der Einsatz von *Optotechnologie in der IT* wird dazu führen, dass in Zukunft das „Innenleben“ der Rechner zunehmend aus Glasfasern und anderen lichtleitenden Bauteilen bestehen wird. Ferner ist zu erwarten, dass durch den Bedarf nach immer mehr Bandbreite auch das Vernetzen der Rechner weitgehend optisch durchgeführt wird, da die geforderten Übertragungsraten von Hunderten von Gbit/s bis 1 Tbit/s am ehesten optisch bzw. optoelektronisch zuverlässig zur Verfügung gestellt werden können. Die Ursprünge der *Optotechnologie in der IT* lagen jedoch einmal bei reinoptischen Konzepten, dem Traum in einem optischen Computer Information nicht nur optisch zu übertragen, sondern auch optisch verarbeiten zu können. Dieser Anspruch erwies sich jedoch gegenüber den Erfolgen der Hochintegration der Mikroelektronik als nicht konkurrenzfähig. Vielmehr zeigte sich, dass die Optik dort helfen kann, wo die Elektronik Schwächen aufweist, nämlich bei den Verbindungen. Die synergetische Verbindung von Optik für die Datenübertragung und Elektronik für die Datenverarbeitung offenbart ein Potenzial, das

gegenüber heutiger Rechentechnik ein Vielfaches mehr an Rechenleistung bietet.

Notwendig dafür ist u.a. die Förderung des interdisziplinären Austauschs und der Zusammenarbeit zwischen Physik, Technischer Informatik und Informationstechnik. Ein Beispiel hierfür ist die von der gemeinsamen Fachgruppe Physik, Informatik, Informationstechnik (PII) der Gesellschaften DPG/ITG/GI initiierte Workshop-Reihe *Optik in der Rechentechnik*. Auch mit dem hier vorliegenden Themenheft *Optotechnologie in der IT* wird versucht, einen diesbezüglichen Beitrag zu leisten. Die darin enthaltenen Artikel geben einen Überblick, welche Arbeiten aktuell in universitären und industriellen Forschungs-Einrichtungen durchgeführt werden, um das „Eindringen“ der Optik ins Innenleben der Rechner voranzubringen.

Der erste Beitrag mit dem Titel *Systeme für eine hocheffiziente elektrische und optische Kurzstreckenübertragung im SAN-Bereich* von U. Brüning und U. Krackhardt von der Universität Mannheim behandelt den Einsatz optischer Verbindungen über die im Systembereich (SAN) typischerweise auftretenden Distanzen von einigen Metern. Vorgestellt wird ein optisches System, das auf Basis eines Winkelmultiplex verschiedene Datenkanäle entlang unterschiedlicher Winkel in einer einzigen Faser gleichzeitig nutzen kann. Damit lassen sich optische Netzwerke geringer Latenz – z. B. für Cluster-Rechner und Multiprozessorsysteme – realisieren. Das System erlaubt die Übertragung von typischerweise 12 bis 16 logischen

Kanälen durch eine einzige Faser und über Entfernungen von einigen Zentimetern bis zu einigen Metern mit akkumulierten Bandbreiten im Bereich von 1 THz  $\times$  m.

Den nächsten Schritt beim Vordringen der Optik stellen optische Verbindungen nicht nur zwischen Rechnern, sondern auch innerhalb eines Rechners dar. Ein Beispiel hierfür ist die optische Backplane. Der Artikel *Optische Backplane für Avionik und Telekommunikation* von J. Moisel beschreibt die bei DaimlerChrysler Research durchgeführte Entwicklung einer auf Polymer-Multimode-Wellenleitern aufbauenden optischen Backplane, speziell für Anwendungen in der Luft- und Raumfahrttechnik. Damit ließen sich über eine Distanz von einem Meter Datenraten bis zu 10 Gbit/s zwischen in Realzeit operierenden elektrischen Leiterkarten EMV-verträglich übertragen. Neben der Luft- und Raumfahrt zeigt sich ferner auch in Telekommunikations-Systemen ein erhebliches Interesse an einem Einsatz der optischen Backplane. Das entwickelte Herstellungs-Konzept wird mittlerweile in Lizenz gefertigt.

Noch einen Schritt weiter hinsichtlich der Distanz bei der optischen Datenübertragung will man mit elektro-optischen Leiterplatten gehen, um z. B. mit optischen globalen Taktverteilungen Übertragungen im Bereich über 1 Gbit/s auf einer Leiterkarte mit hoher Störsicherheit und Signalintegrität zu realisieren. Der Artikel *Optische Verbindungstechnik auf elektrischen Leiterplatten: Technologie – Entwurf – Modellierung* von E. Griese von der Universität Siegen beschreibt bei Siemens



im F&E-Institut C-LAB untersuchte unterschiedliche Technologien zur Herstellung optischer Lagen mit integrierten optischen Wellenleitern. Wichtig ist dabei, Kompatibilität zu Fertigungsprozessen herzustellen, die bei der Produktion von konventionellen elektrischen Leiterplatten angewandt werden. Ferner wird ein Schwerpunkt auf die den Entwurf unterstützende Modellierung und Simulation optischer Wellenleiter gelegt. Die Technologie ist mittlerweile so weit entwickelt, dass z.B. für einfache Punkt-zu-Punkt-Verbindungen in den nächsten Jahren mit einem industriellen Einsatz gerechnet werden kann.

Optischen Verbindungen auf dem Chip werden derzeit aufgrund des im Vergleich zu elektronischen Chip-Verbindungen höheren Bedarfs an Fläche, des höheren Verbrauchs an elektrischer Leistung sowie den auftretenden Schwierigkeiten bei der Aufbau- und Verbindungstechnik momentan keine Chancen eingeräumt. Daher bilden derzeit Arbeiten an parallelen optischen Verbindungen über Strecken von einigen Zentimetern zwischen integrierten Schaltkreisen das vorläufige Ende im Bestreben, die Distanz der optischen Datenübertragung in Rechensystemen zu verringern. In dem Artikel *Integrierte optoelektronische Crossbar-*

*Architekturen in planar-integrierter Freiraumoptik* von den Autoren S. Sinzinger, Q. Cao, M. Gruber und J. Jahns von der FernUniversität Hagen und der TU Ilmenau wird eine planar-optische Aufbau- und Verbindungstechnik zur Realisierung von optischen Multi-Chip-Modulen vorgestellt. Hierbei werden freiraumoptische 3D-Verbindungen in ein Glasplättchen gefaltet, welches sowohl als Träger für optoelektronische Chips als auch zur Integration strahlführender Mikrooptiken dient. Damit können sehr kompakte Module realisiert werden, die zudem sehr hohe Kanaldichten bereitstellen. Der Artikel beschreibt die Technologie beispielhaft für die optische Umsetzung von 1- und 2-dimensionalen Kreuzschienenverteiltern.

Neben dem optoelektronischen Datentransport ist die optoelektronische Datenverarbeitung für den Einsatz von Optotechnologie in der IT ebenso wichtig. In dem Artikel *OptoRAP – eine rekonfigurierbare optoelektronische Parallelprozessor-Architektur für die Bildvorverarbeitung* von D. Fey und A. Loos von der Universität Jena werden die durch optische Technologien gegebenen Vorteile für ein optoelektronisches VLSI aufgezeigt. In dem Beitrag wird betont, dass die effiziente Nutzung einer direkten par-

allelen optischen Übertragung von Daten in die Chipfläche hinein eine speziell darauf abgestimmte Chip-Architektur erfordert. Beispielhaft wird dies für zukünftige intelligente Sensor-Chips aufgezeigt, die parallele optische Signalerfassung und parallele digitale Signalverarbeitung durch geeignete Feldrechner-Architekturen in einem Chip vereinen. Zudem erlaubt die parallele optische Übertragung den zusätzlichen Freiheitsgrad einer effizient durchführbaren dynamischen Rekonfigurierbarkeit.

Dietmar Fey



**Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey**

Adresse: Friedrich-Schiller-Universität Jena, Institut für Informatik, Ernst-Abbe-Platz 2, D-07743 Jena, Tel.: 03641/946390, Fax: 03641/946372. E-Mail: dietmar.fey@uni-jena.de