

Forschung und Lehre mit Profil

Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik
Universität Paderborn



INSTITUT
FÜR ELEKTROTECHNIK UND
INFORMATIONSTECHNIK

INSTITUT
FÜR INFORMATIK



INSTITUT
FÜR MATHEMATIK



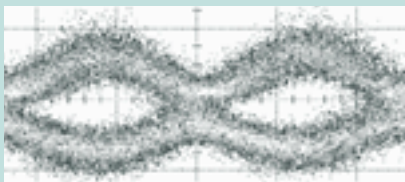
Schwerpunktprojekt Optoelektronik

Die „Optoelektronik“ umfasst mehrere Teilgebiete: Bekanntlich wird der weltweite Internet- und Telefonverkehr optisch übertragen. Um gigantische Datenübertragungskapazitäten zu erzielen, sind geeignete Modulations- und Signalentzerrungsverfahren notwendig. Das Senden und Empfangen von bis zu 40 Gbit/s pro Teilsignal erfordert auch breitbandige integrierte elektronische und integrierte optische Schaltkreise. Letztere werden auch in der Sensortechnik eingesetzt. Doch die optische Datenübertragung dringt jetzt auch in elektronische Baugruppen ein; dies ist ein weiterer Schwerpunkt unserer Arbeiten. Fünf Gruppen aus Informationstechnik und Mikrosystemtechnik, mit ausgezeichneter Ausstattung für

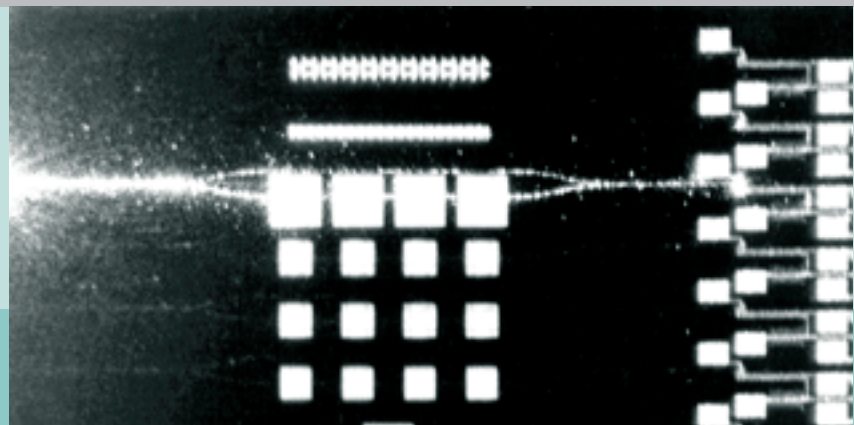
die Herstellung Si-basierter integriert-optischer Schaltkreise, den Entwurf photonischer Komponenten, die breitbandige optische Kommunikation – derzeit bis zu 160 Gbit/s je optische Wellenlänge – und für die Entwicklung höchstfrequenter und höchstintegrierter elektronischer Schaltkreise bilden eine kritische Masse. Zusammen mit weiteren Gruppen aus der Fakultät NW bilden wir das Center for Optoelectronics and Photonics Paderborn (<http://www.ceopp.de/>). Seit kurzem will die Telekommunikationsindustrie die Datenübertragung nicht nur breitbandiger, sondern auch deutlich preisgünstiger gestalten. Wir koordinieren ein EU-Projekt (<http://ont.upb.de/synQPSK>) mit dieser Zielsetzung.

Beteiligte Professoren des Instituts

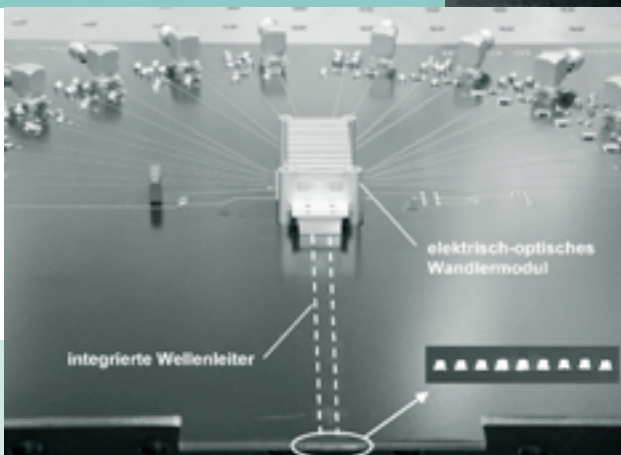
- Prof. Dr.-Ing. Ulrich Hilleringmann
- Prof. Dr.-Ing. Gerd Mrozynski
- Prof. Dr.-Ing. Reinhold Noé
- Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rückert
- Prof. Dr.-Ing. Andreas Thiede



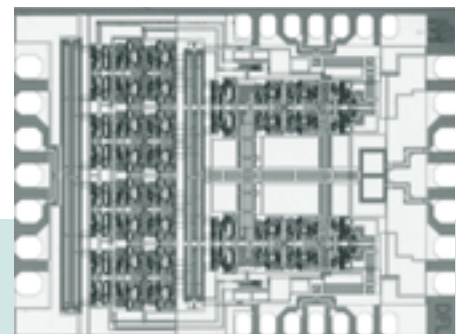
40-Gbit/s-Augendiagramm eines Kanals bei der optischen Übertragung von 5,94 Tbit/s über 324 km



Oben: Streulichtaufnahme eines Drucksensors mit integriert-optischem Interferometer



Oben: Mehrlagige Leiterplatte mit optischen Wellenleitern



Oben: Chipfoto eines 20-Gbit/s-Entscheiderbausteins mit quantisierter Rückkopplung für die elektronische Signalentzerrung

Informationstechnik

Die Informationstechnik befasst sich mit Entwurf und Weiterentwicklung von Systemen der Informationsübertragung und -verarbeitung.

Professor Noé erforscht die optische Informationsübertragung. Wichtige Ergebnisse sind hochpräzise Messung und verteilte Kompensation von Polarisationsmodendispersion, attosekundengenaue Laufzeitbestimmung und bandlimitierte 5,94-Tbit/s-Datenübertragung.

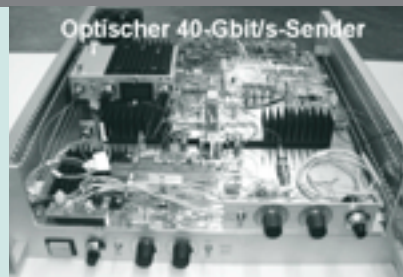
Professorin Hellebrand arbeitet in der Datentechnik an effizienten Test- und Diagnoseverfahren für mikroelektronische Systeme. Insbesondere bei

„Systems-on-a-Chip“, die viele von außen nur schwer zugängliche Komponenten auf einem Chip integrieren, sind kostengünstige Lösungen nur möglich, wenn Testeinrichtungen mit in das System integriert werden. Dazu werden geeignete Hardwarestrukturen und Algorithmen zur Aufbereitung der Testdaten sowie zur Synthese testfreundlicher Strukturen entwickelt. In der Nachrichtentechnik arbeitet Professor Hüb-Umbach an Themen aus dem Bereich Mobilfunk- und Satellitenortung sowie Sprachsignalverarbeitung und Spracherkennung. Ein Beispiel ist die adaptive Strahlausrichtung einer Mikro-

phongruppe auf einen sich bewegenden Sprecher. In der Nachrichtentheorie entwickelt Professor Meerkötter effiziente Algorithmen für die digitale Signalverarbeitung. Dazu gehören Werkzeuge für Entwurf und Synthese von Digitalfiltern und „passive“ Simulationsverfahren. Das Leitthema des GET Labs von Professorin Mertsching sind „kognitive Systeme“. Es werden (semi-)automatische Bildverarbeitungssysteme (aktive Sehsysteme, telesensorische Systeme), Systeme für die Audio- und Bildsignalverarbeitung und Werkzeuge für die Erstellung multimedialer Lehrmaterialien (Autorensysteme) entwickelt.

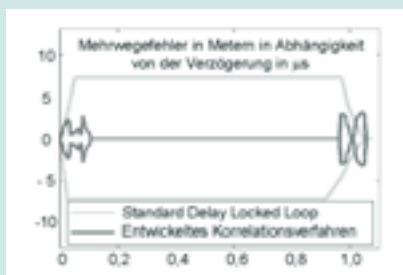
Mitglieder des Bereichs Informationstechnik (v. l. n. r.)

- Prof. Dr.-Ing. Reinhold Noé
- Prof. Dr.-Ing. Klaus Meerkötter
- Prof. Dr. rer. nat. Sybille Hellebrand
- Prof. Dr.-Ing. Bärbel Mertsching
- Prof. Dr.-Ing. Reinhold Hüb-Umbach



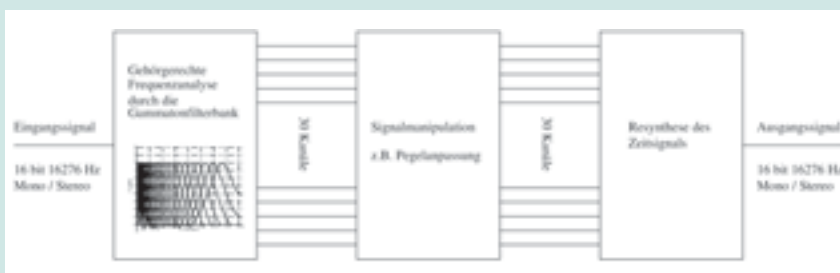
Attosekundengenaue Laufzeitbestimmung bei 40 Gbit/s

Edelgard Bulmahn, Bundesministerin für Bildung und Forschung, informiert sich über Dispersionsbestimmung in Glasfasern durch eine extrem kostengünstige Datensignal-Laufzeitmessung. Deren Genauigkeit beträgt 100 Attosekunden (0,000.000.000.000.000.1 s).



Satellitenbasierte Ortung unter Mehrwegeempfangsbedingungen

Mehrwegeausbreitung führt zu systematischen Fehlern bei satellitenbasierter Ortung. Am Fachgebiet Nachrichtentechnik wurde ein Verfahren entwickelt, welches den systematischen Schätzfehler weitestgehend eliminiert. Das Verfahren basiert auf einer Analyse der Kreuzkorrelationsfunktion um den Arbeitspunkt der Coderegelschleife.



Verlustleistungsarme Informationsverarbeitung

Wir verringern den Leistungsbedarf komplexer Daten- und Signalverarbeitungssysteme in mobilen Geräten. Eine typische Applikation ist die gehörgerechte Sprachvorverarbeitung, welche als Frontend für Spracherkennung, digitale Hörgeräte und Sprachgütekennung eingesetzt wird.

Optische Nachrichtentechnik und Hochfrequenztechnik

Prof. Dr.-Ing. Reinhold Noé

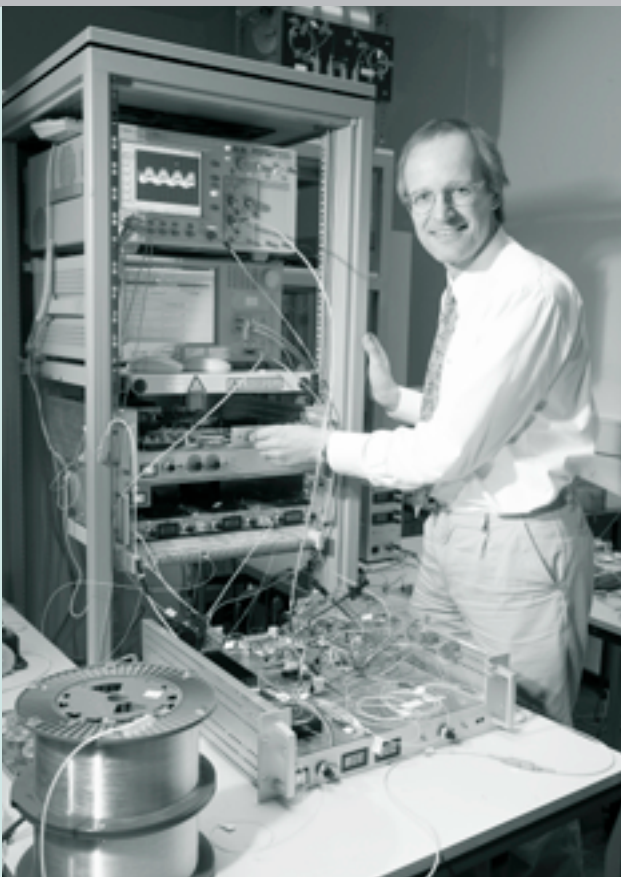
„Modulation und Entzerrung hochbitratiger optischer Signale“

Internet- und Telefonverkehr werden zum Großteil über Lichtwellenleiter abgewickelt. Die installierte Übertragungskapazität verdoppelt sich etwa jedes Jahr, und atemberaubende Wachstumsraten werden auch für die Zukunft erwartet. Wir entwickeln Techniken, mit denen sich Reichweite und Kapazität optischer Datenübertragungstrecken erhöhen lassen. Einerseits sind dies fortschrittliche Modulationsverfahren, etwa Quadratur-Phasenumtastung kombiniert mit Polarisationsumtastung. Bei differentieller Kodierung haben wir mit diesem Verfahren eine Rekorddatenrate von 5,94 Tbit/s im optischen C-Band über eine Entfernung von 324 km übertragen – üblicherweise werden derlei Rekorde nur von Industrielabors aufgestellt.

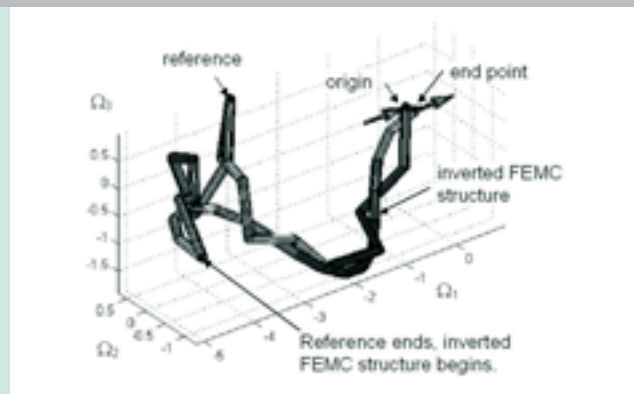
Wir detektieren und kompensieren auch lineare Signalverzerrungen der Lichtwellenleiter, etwa Polarisations-transformationen im Fall polarisations-sensitiver Modulationsverfahren sowie die Polarisationsmodendispersion, eine durch Polarisationsabhängigkeit der Signallaufzeit bedingte Impulsverbreiterung. Am ehesten stört aber die chromatische Dispersion, eine Impulsverbreiterung durch Wellenlängenabhängigkeit der Signallaufzeit. Mit Hilfe eines kostengünstigen Messverfahrens, das selbst Signallaufzeitschwankungen von nur 10^{-16} s (100 Attosekunden) messen kann, kompensieren wir vollautomatisch die chromatische Dispersion von bis zu 94 km Standard-Lichtwellenleiter für vierzig 40-Gbit/s-Signale (1,6 Tbit/s insgesamt).

Prof. Dr.-Ing. Reinhold Noé

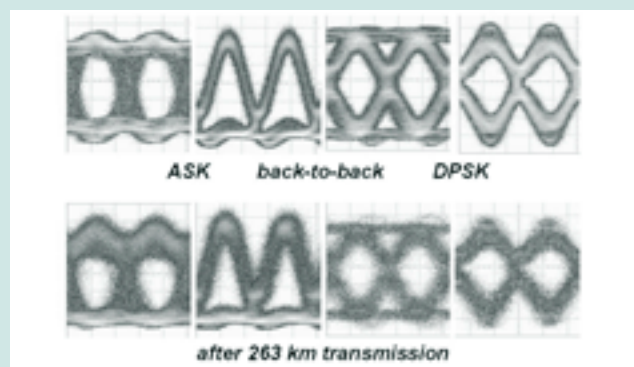
ist Professor (C4) im Institut für Elektrotechnik und Informationstechnik. Unterstützt von der Studienstiftung des deutschen Volkes studierte er Elektrotechnik an der TU München (1979-1984). 1987 promovierte er dort. Nach einem Postdoc-Jahr bei Bellcore in New Jersey forschte er ab 1988 bei Siemens in München über kohärente optische Datenübertragung. 1992 wurde er nach Paderborn berufen, 1995 lehnte er einen Ruf der Univ. Linz ab, und 2001 verbrachte er ein Praxissemester bei Infineon in Berlin. Prof. Noé hat rund 150 internationale wissenschaftliche Beiträge veröffentlicht und über 40 Erfindungen zum Patent angemeldet. Er ist Mitherausgeber der Zeitschrift „Electrical Engineering“, Mitglied der Programmkomitees zweier Tagungen und der DFG-Forschergruppe „Integrierte Optik in LiNbO₃: neue Bauelemente, Schaltkreise und Anwendungen“ und Koordinator des EU-Projekts „Key Components for Synchronous Optical Quadrature Phase Shift Keying Transmission“.



40-Gbit/s-Datenübertragungssystem, wird mittels Multiplexverfahren bis 5,94 Tbit/s verwendet



Neuartige Beschreibungsweise von Polarisationsmodendispersion höherer Ordnung durch Fourierkoeffizienten der Modenkopplung, weitaus genauer als bisherige, die physikalische Struktur nicht berücksichtigende Ansätze



40-Gbit/s-Augendiagramme für verschiedene Modulationsverfahren, vor und nach einer Lichtwellenleiterstrecke mit automatischer Dispersionskompensation