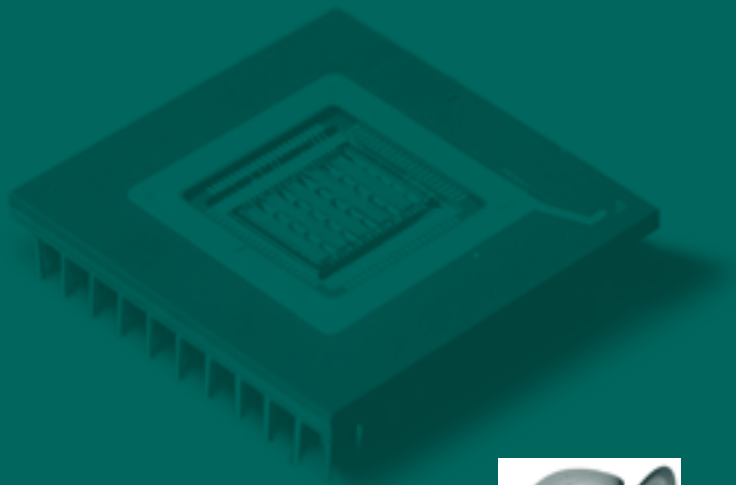


# Jahresbericht 2003

Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik  
Universität Paderborn



INSTITUT  
FÜR ELEKTROTECHNIK UND  
INFORMATIONSTECHNIK

INSTITUT  
FÜR INFORMATIK

INSTITUT  
FÜR MATHEMATIK



**UNIVERSITÄT PADERBORN**  
*Die Universität der Informationsgesellschaft*

# Schwerpunktprojekt Optoelektronik

Die „Optoelektronik“ umfasst mehrere Teilgebiete: Bekanntlich wird der weltweite Internet- und Telefonverkehr optisch übertragen. Um gigantische Datenübertragungskapazitäten zu erzielen – bis zu  $10^{13}$  bit/s wurden auf einem einzelnen Lichtwellenleiter bereits übertragen –, 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.

Vier 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 80 Gbit/s pro optische Wellenlänge – und für die Entwicklung höchstfrequenter elektronischer Schaltkreise bilden eine kritische Masse. Diese Gruppen decken zusammen mit weiteren aus der Fakultät für Naturwissenschaften die wichtigsten Optoelektronik-Teilgebiete synergetisch ab. Laufende Projekte berücksichtigen die Vorgabe der Telekommunikationsindustrie, die Datenübertragung nicht nur breitbandiger und damit schneller, sondern auch kostengünstiger als bisher zu gestalten.

**Beteiligte Professoren des Instituts**  
 Prof. Dr.-Ing. Ulrich Hilleringmann  
 Prof. Dr.-Ing. Gerd Mrozynski  
 Prof. Dr.-Ing. Reinhold Noé  
 Prof. Dr.-Ing. Andreas Thiede

**Achtung: gleicher  
Bildname**

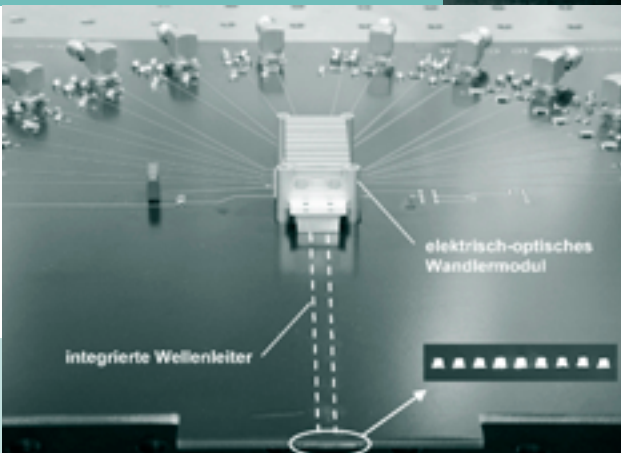


Oben: Augendiagramm bei der optischen Übertragung von 40 Gbit/s mittels differenzieller Phasenumtastung

**Achtung: gleicher  
Bildname**



Oben: Streulichtaufnahme eines Drucksensors mit integriert-optischem Interferometer



Oben: Mehrlagige Leiterplatte mit optischen Wellenleitern

**Achtung: gleicher  
Bildname**



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

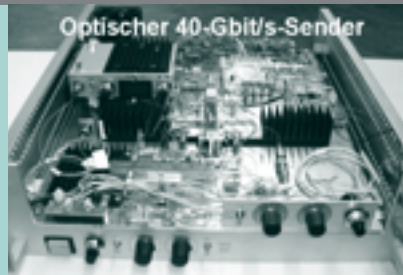
# Informationstechnik

Die Informationstechnik befasst sich mit Entwurf und Weiterentwicklung von Systemen der Informationsübertragung und -verarbeitung. Im Institut erforscht Professor Noé seit 1992 die optische Informationsübertragung. Die Ausstattung ist auch im internationalen Vergleich hervorragend; u. a. gibt es zwei 40-Gbit/s-Datenübertragungsstrecken. Damit wurden in den letzten Jahren eine Reihe von Weltneuheiten (verteilte Kompensation von Polarisationsdispersion, 2x40-Gbit/s-Übertragung im Polarisationsmultiplex) und Rekorde (hoch empfindliche Detektion von

Polarisations- und von chromatischer Dispersion) hervorgebracht. Auch eine von der DFG unterstützte Forschergruppe konnte mit der Fakultät für Naturwissenschaften eingerichtet werden. In der Nachrichtentechnik arbeitet Professor Hüb-Umbach an eher algorithmischen Themen aus den Bereichen Mobilfunk und Satellitenortung sowie Sprachsignalverarbeitung und -erkennung. In der Nachrichtentheorie entwickelt Professor Meerkötter u. a. effiziente Algorithmen für die digitale Signalverarbeitung. Dazu gehören Werkzeuge für Entwurf und Synthese von Digitalfiltern

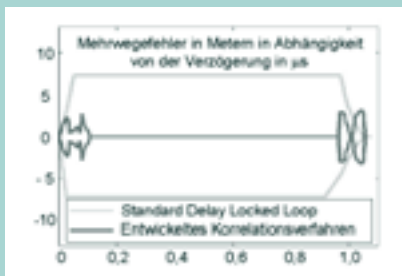
und „passive“ Simulationsverfahren. Das Leitthema des GET Labs von Professorin Mertsching sind „kognitive Systeme“. Es werden (semi-)automatische Bildverarbeitungssysteme (aktive Sehsysteme, telesensorische Systeme), hybride Hardware-/Software-Systeme für die Audio- und Bildsignalverarbeitung und Werkzeuge für die Erstellung multimedialer Lehrmaterialien (Autorensysteme) entwickelt. Arbeitstechniken des Qualitätsmanagements vermittelt Professor Cambeis.

**Mitglieder des Bereichs Informationstechnik**  
(v. l. n. r.)  
Prof. Dr.-Ing. Klaus Meerkötter  
Prof. Dr.-Ing. Reinhold Hüb-Umbach  
Prof. Dr.-Ing. Ludwig Cambeis  
Prof. Dr.-Ing. Bärbel Mertsching  
Prof. Dr.-Ing. Reinhold Noé



## 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 Coderegel-schleife.



## 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. Videokommunikation und Mobile Computing lassen atemberaubende Wachstumsraten auch in der Zukunft erwarten. Wir entwickeln Techniken, mit denen sich Reichweite und Kapazität optischer Datenübertragungsstrecken erhöhen lassen. Einerseits sind dies fortschrittliche Modulationsverfahren, etwa differenzielle Phasenumtastung zur Reichweitenverdopplung. Zuvor schon haben wir durch separate Modulation zweier orthogonaler Polarisationen pro optischer Wellenlänge 2x40 Gbit/s über eine Entfernung von 212 km übertragen.

Wir detektieren und kompensieren auch lineare Signalverzerrungen der Lichtwellenleiter, insbesondere Polarisationsmodendispersion, eine durch Polarisationsabhängigkeit der Signallaufzeit bedingte Impulsverbreiterung. Am ehesten stört aber die chromatische Dispersion, eine Impulsverbreiterung durch Wellenlängenabhängigkeit der Signallaufzeit. Für die Steuerung eines entsprechenden Entzerrers haben wir ein rein elektrisches, deshalb äußerst kostengünstiges Messverfahren entwickelt, das selbst Signallaufzeit-schwankungen von nur  $10^{-16}$  s (100 Attosekunden) messen kann. Für die Experimente verfügen wir über zwei unabhängige 40-Gbit/s-Datenübertragungsstrecken, was im universitären Bereich europaweit einmalig sein dürfte.

**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 bis 1984). 1987 promovierte er dort über unterbrechungsfreie optische Polarisationsregelungen. 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. Reinhold Noé hat über 120 internationale wissenschaftliche Beiträge veröffentlicht und über 40 Erfindungen zum Patent angemeldet. Er ist Mitglied der Programmkomitees zweier Tagungen und Mitherausgeber der Zeitschrift „Electrical Engineering“. Er ist Mitglied der DFG-Forschergruppe „Integrierte Optik in LiNbO<sub>3</sub>: neue Bauelemente, Schaltkreise und Anwendungen“. Seine Arbeitsgruppe umfasst derzeit zwölf Mitarbeiter.

<http://ont.upb.de>

INSTITUT FÜR ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK  
INFORMATIONSTECHNIK  
21

2x40-Gbit/s-Datenübertragung über 212 km Lichtwellenleiter durch Polarisationsmultiplex, mit automatischer Entzerrung von Polarisationsmodendispersion



40-Gbit/s-Datenübertragung über Lichtwellenleiter mit differenzieller Phasenumtastung und attosekundengauer Laufzeitmessung für die Bestimmung chromatischer Dispersion

Angewandte Mathematik, Mechatronik und Dynamik): math-kit – A Multimedia Construction Kit for the Mathematical Education of Undergraduate Students

SciFace GmbH & Co. KG (Computeralgebrasystem Mu Pad): math-kit – A Multimedia Construction Kit for the Mathematical Education of Undergraduate Students

Universität Oldenburg (Abteilung Medizinische Physik Oldenburg): PRO-DASP-I and II – Methodology and tools for low power optimized design of algorithms and architectures for audio and speech signal processing in embedded systems/AVSy – Architecture for Automatic Power Minimization of Signalprocessing Systems

Universität Oldenburg (Abteilung Eingebettete Hardware-/Software-Systeme): PRO-DASP-I and II – Methodology and tools for low power optimized design of algorithms and architectures for audio and speech signal processing in embedded systems/AVSy – Architecture for Automatic Power Minimization of Signalprocessing Systems

## Gastwissenschaftler

Qutaiba Albluwi, University of Sharjah, UAE

HusanEddin Dreidi, University of Sharjah, UAE

## Prof. Dr.-Ing. Gerd Mrozynski

108

### Personal

#### Sekretariat

Gabriele Freitag

#### Wissenschaftliche Mitarbeiter

Dipl.-Ing. Thomas Bierhoff

Dr. rer. nat. Otto Erb

Dipl.-Ing. Christian Kolleck

Dipl.-Ing. Harri Pankratz

Dipl.-Ing. Yasin Soenmez

Dipl.-Ing. Oliver Stübbe

Dipl.-Ing. Amir Wallrabenstein

Dr.-Ing. Hongbin Zhang

#### Technische Mitarbeiter

Michael Franke

Dipl.-Ing. Andre Koske

### Publikationen

Gerling, J.; Stuebbe, O.; Schrage, J.; Mrozynski, G.; Teich, J.: Improved Time Domain Simulation of Optical Multimode Intrasystem Interconnect; Design Automation and Test in Europe (DATE03), Poster Session „CAD for Analogue Design, Design Methodologies and Physical Design“, 2003

Stübbe, O.; Bierhoff, Th.; Schrage, J.; Mrozynski, G.: The Influence of Surface Roughness on the Bandwidth of Optical Multimode Waveguides analysed by Modal Noise Theory; Proceedings of SPIE's International Symposium on Optical Science and Technology (SPIE Vol. 5181), San Diego, USA, August 2003

Sönmez, Y.; Himmler, A.; Griese, E.; Mrozynski, G.: A Ray Tracing Approach to Model Wave

Propagation in Highly Multimode Graded Index Optical Waveguides; International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics, 2003, Vol. 17, T. 1/3, pp 157–168

Zhang, H.; Mrozynski, G.; Wallrabenstein, A.; Schrage, J.; Griese, E.: Self-consistent Model and Numerical Analysis of VCSEL's Laser Diodes; International Journal of Infrared Millimeter Wave, March 2003, Vol 24, Number 3

Zhang, H.; Mrozynski, G.; Wallrabenstein, A.; Schrage, J.: Numerically Investigation of the Effects of the Injection Current on the SHB-Effects of VCSEL's; International Journal of Infrared Millimeter Wave, August 2003, Vol. 24, Number 8

Schrage, J.; Bierhoff, Th.: Embedded Optical Waveguides for On-board Interconnections; Frontiers in Optics, 87<sup>th</sup> OSA Annual Meeting, Tucson, Arizona, USA, October 2003

Lukowitz, P.; Jahns, J.; Barbieri, R.; Benabes, P.; Bierhoff, Th.; Gauthier, A.; Jarczyński, M.; Russel, G. A.; Schrage, J.; Süllau, W.; Snowdon, J. F.; Mirz, M.; Tröster, G.: Optoelectronic Interconnection Technology in the HOLMS System; IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics, March/April 2003, Vol. 9, Number 2

Mrozynski, G.; Pankratz, H.; Erb, O.; Baum, E.: Shielding of Time Harmonic Magnetic Fields by Permeable and Conducting Plane Screens, PIERS 2003 (Progress in Electromagnetic Research Symposium), Singapore 2003

Pankratz, H.; Mrozynski, G.: Shielding and Energy Transfer of Transient Electromagnetic Fields; Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Asia Pacific Conference on Environmental Electromagnetics, Hangzhou, China, 2003

Zhang, H.; Mrozynski, G.; Wallrabenstein, A.; Schrage, J.: Analysis of Transverse Mode Competition of VCSEL's Based in a Spatial Independent Model, IEEE Journal of Quantum Electronics, Jan. 2004

### Preise und Auszeichnungen

Best Poster Award, DATE (Design, Automation and Test in Europe 2003)  
Gerling, J.; Stübbe, O.; Schrage, J.; Mrozynski, G.; Teich, J.: „Improved Time Domain Simulation of Optical Multimode Intrasystem Interconnects“

### Tagungen, Seminare, Messen

SMT/HYBRID/PACKAGING 2003, Messestand des Industriearbeitskreises „Mikrotechnische Produktion“, Präsentation eines funktionsfähigen Demonstrationsboards zur optischen Signalübertragung in einer Leiterplatte am Beispiel einer Gigabit-Ethernet-Verbindung sowie von Simulationssoftware, Nürnberg, Deutschland, 6.–8. Mai, 2003

### Aktuelle Forschungsprojekte

OptiCon; Industrielle Produktionstechnik für Baugruppen mit integrierten optischen Kurzstreckenverbindungen; 01/2001–06/2004  
Siemens AG ICN, Siemens AG CT, Alcatel SEL AG, Harting KGaA, W.L. Gore & Associates GmbH, ILFA Feinleitertechnik GmbH, Universität Paderborn, Universität Dortmund, C-LAB (Förderer: BMBF)

Forschungsprojekt „Vernetzte Mobile Systeme, Teilprojekt Optische Verbindungstechnik“, Milasys Technologies GmbH, Ilfa GmbH, C-LAB (Förderer: Heinz-Nixdorf-Stiftung)

HOLMS; High Speed Opto-Electronic Memory Systems; 04/2002-03/2005 Heriot Watt University (UK), Swiss Federal Institute of Technology (CH), Thales Communications S.A. (F), Siemens Business Services (D), Fernuniversität GH Hagen (D), Ecole Supérieure d'Electricité Supelec (F), Universität Paderborn (D), ILFA GmbH (D), C-LAB (D)

## Prof. Dr.-Ing. Reinhold Noé

### Personal

#### Wissenschaftliche Mitarbeiter/innen

Dr. Olaf Adamczyk

M. Sc. Suhas Bhandare

M. Sc. Abas Ahmad Fauzi

M. Sc. Ariya Hidayat

Dipl.-Ing. Sebastian Hoffmann

M. Sc. Selvan K. Ibrahim

M. Sc. Biljana Milivojevic

Dipl.-Ing. Vitali Mirvoda

Dr.-Ing. David Sandel

Dipl.-Ing. Philipp Sasse

Dr.-Ing. Frank Wüst

#### Technische Mitarbeiter

Bernd Bartsch

Dipl.-Ing. Bernhard Stute

Gerhard Wieseler

### Publikationen

S. Bhandare, D. Sandel, R. Noé, R. Ricken, H. Suche, W. Sohler, LiNbO<sub>3</sub>-based Integrated Optical Network Analyzer for Vectorial Structure Characterization of Fiber Bragg Gratings, IEE Proceedings, doi:10.1049/ip-cds:20030762, 2003

B. Milivojevic, D. Sandel, S. Bhandare, R. Noé, F. Wüst, 40Gbit/s CSRZ-DPSK Transmission System with Signed Online Chromatic Dispersion Detection, Electronics Letters, vol. 39, no. 20, 2<sup>nd</sup> October, 2003, p. 1455–1456

D. Sandel, R. Noé, Truly Endless Polarization Control with I&Q Mode Converters in X-Cut, Y-Propagation Lithium Niobate. Proc. ECOC-IOOC 2003, Rimini, Italy, Mo4.5.4

B. Milivojevic, D. Sandel, S. Bhandare, R. Noé, F. Wüst, Practical 40Gbit/s CSRZ-DPSK Transmission System with Signed Online Chromatic Dispersion Detection. Proc. ECOC-IOOC 2003, Rimini, Italy, Tu3.6.4

R. Noé, Z. Gao, Design of a tunable optical chromatic dispersion compensator with simplified control of a Mach-Zehnder lattice, and dispersion slope mitigation, Electrical Engineering, 2003, DOI: 10.1007/s00202-003-0186-2

R. Noé, Phase-noise tolerant feedforward carrier recovery concept for baseband-type synchronous QPSK/BPSK receiver, Proc. 3<sup>rd</sup> IASTED Int. Conf. on Wireless and Optical Communications, Banff, Canada, July 14–16, 2003, ISBN: 0-89886-374-1, pp. 197–201

D. Sandel, R. Noé, Truly endless polarization control with in-phase and quadrature mode

converters in X-cut, Y-propagation Lithium Niobate, Proc. 3<sup>rd</sup> IASTED Int. Conf. on Wireless and Optical Communications, Banff, Canada, July 14–16, 2003, ISBN: 0-88986-374-1, pp. 202–205

D. Sandel, V. Mirvoda, S. Bhandare, F. Wüst, R. Noé: Some enabling techniques for polarization mode dispersion compensation. J. Lightwave Techn., 21(2003)5, pp. 1198–1210

R. Noé, D. Sandel, Reduced number of control variables for fast control and zero-mean voltages for DC drift suppression in distributed LiNbO<sub>3</sub>-based PMD compensators, European Conference on Integrated Optics (ECIO 2003), Prague, CZ, 2–4 April 2003, WeA3.4, vol. 1, pp. 87–90

S. Bhandare, R. Noé, Pushing distributed PMD compensator performance toward highest bit rates by Lithium Niobate-Tantalate or Lithium Tantalate crystals, European Conference on Integrated Optics (ECIO 2003), Prague, CZ, 2–4 April 2003, WeA3.5, vol. 1, pp. 91–94

R. Noé, Z. Gao, Mach-Zehnder lattice based tunable chromatic dispersion compensator design with simplified control and dispersion slope mitigation, European Conference on Integrated Optics (ECIO 2003), Prague, CZ, 2–4 April 2003, WeA3.1, vol. 1, pp. 75–78

F. Wüst, D. Sandel, V. Mirvoda, R. Noé, Electrical slope steepness difference indicates higher-order PMD at 40Gbit/s, Optical Fiber Communication Conference (OFC 2003), Atlanta, GA, USA, March 2003, TuO3, pp. 261–262

## Promotionen

Dr.-Ing. Philipp Sasse

Dr.-Ing. Suhas Bhandare

## Tagungen, Seminare, Messen

„TransferDirekt, Optische Technologien – Zukunftstechnologie für Nordrhein-Westfalen“, 17. November 2003, Landtag Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf: Teilnahme mit einem Exponat „40 Gbit/s DPSK transmission with online chromatic dispersion detection“

## Weitere Funktionen

Mitherausgeber der Zeitschrift „Electrical Engineering“ (Springer)

Mitglied des IASTED Technical Committee on Telecommunications (2003–2006)

Programmkomiteemitglied der 29<sup>th</sup> Int. Conf. on Infrared and Millimeter Waves (IRMMW2004), Univ. Karlsruhe, 2004

## Aktuelle Forschungsprojekte

„40Gbit/s-Demonstrator mit PMD-Kompensation und Polarisationsmultiplex“ (DFG, Forschergruppe „Integrierte Optik in Lithiumniobat: neue Bauelemente, Schaltkreise und Anwendungen“)

„Kompensation von Polarisationsmodendispersion bei der optischen Übertragung mit Polarisationsmultiplex“ (DFG)

„Endlos-Polarisationsregelung mit ferroelektrischen Flüssigkristallen zur Kompensation von Polarisationsmodendispersion“ (DFG)

„Schlüsselkomponenten für  $\geq 40$  Gb/s Transceiver mit innovativen Realisierungskonzepten“ (Infineon Technologies AG, BMBF)

## Aktuelle Kooperationen

Infineon Technologies AG

Teraxion

## Patente

EP 0816818 B1, 23. April 2003  
Christopher Hierold, Reinhold Noé, Thomas Scheiter, Max Steger, „Ausleseschaltung für kapazitiv messende Sensoren“, Priorität 26. Juni 1996, DE 19625666

EP 1097531 B1, 27. August 2003, Patentblatt 2003/35  
Reinhold Noe, „Verfahren zur Polarisationsmodendispersion-Kompensation und Polarisationsmodendispersion-Kompensator“, Priorität 10. Juli 1998 DE 19830990

US 6665106, 2003  
Reinhold Noe, „Verfahren für eine optische Polarisationsregelung“

EP 1097532, 10.12.2003  
Reinhold Noe, „Einrichtung zur Detektion von Polarisationsmodendispersion“  
Priorität 1. Juli 1999 DE 99945876.3

## Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rückert

### Personal

**Sekretariat**  
Maria Ebeling

### Wissenschaftliche Mitarbeiter/innen

Dipl.-Ing. André Brinkmann  
Dipl.-Ing. Jia Lei Du  
Dipl.-Ing. Ralf Eickhoff  
Dipl.-Ing. Marc Franzmeier  
Dr. phil. Andrea Grote  
Dipl.-Ing. Matthias Grünewald  
Dipl.-Inform. Michael Heidebuer  
Dipl.-Ing. Burkhard Iske  
Dipl.-Inform. Björn Jäger  
Dipl.-Ing. Heiko Kalte  
Dipl.-Ing. Boris Kettelhoit  
Dipl.-Ing. Jürgen Klahold  
M. Sc. Markus Köster  
Dipl.-Ing. Dominik Langen  
Dipl.-Sportlehrer Dieter Lenz  
Dipl.-Ing. Jörg-Christian Niemann  
M. Sc. Orhan Orhan  
Dr.-Ing. Mario Porrmann  
Dipl.-Ing. Erik Vonnahme  
Dr.-Ing. Ulf Witkowski

### Technische Mitarbeiter

Dipl.-Ing. Uwe von der Ahe  
Dipl.-Ing. Hans-Joachim Kraus

## Publikationen

Bonorden, O.; Brüls, N.; Le, D.K.; Kastens, U.; Meyer auf der Heide, F.; Niemann, J.-C.; Porrmann, M.; Rückert, U.; Slowik, A.; Thies, M.: A holistic methodology for network processor design. In Proceedings of the Workshop on High-Speed Local Networks held in conjunction with the 28<sup>th</sup> Annual IEEE Conference on Local Computer Networks (LCN2003), pages 583–592, 20–24 October 2003

Manolov, O.; Iske, B.; Noykov S.; Klahold, J.; Georgiev, G.; Witkowski, U.; Rückert, U.: Gard – An Intelligent System for Distributed Exploration of Landmine Fields Simulated by a Team of Khepera Robots. In Proceedings of the International Conference Automatics and Informatics’03, volume 1, pages 199–202, Sofia, Bulgaria, 6–8 October 2003

Grünewald, M.; Iske, B.; Klahold, J.; Manolov, O.; Orhan, O.; Rückert, U.; Witkowski, U.: Communication Between Khepera Mini Robots For Cooperative Positioning. In Proceedings of the International Conference Automatics and Informatics’03, volume 1, pages 95–98, Sofia, Bulgaria, 6–8 October 2003

Rückert, U.: Mediatronics – Things That Communicate And Cooperate. In Proceedings of the International Conference Automatics and Informatics’03, volume 1, pages 9–12, Invited paper, Sofia, Bulgaria, 6–8 October 2003

Witkowski, U.; Rückert, U.: Development and Incorporation of Elementary Soccer Strategies for the Khepera Mini Robot. In Proc. of the FIRA Robot World Congress 2003, Vienna, Austria, October 2003

Porrmann, M.; Witkowski, U.; Rückert, U.: A Massively Parallel Architecture for Self-Organizing Feature Maps. IEEE Transactions on Neural Networks, Special Issue on Hardware Implementations, Vol. 14, pages 1110–1121, September 2003

Danne, K.; Bobda, C.; Kalte, H.: Run-time Exchange of Mechatronic Controllers Using Partial Hardware Reconfiguration. In Proc. of the International Conference on Field Programmable Logic and Applications (FPL2003), Lisbon, Portugal, September 2003

Witkowski, U.; Rückert, U.: Positioning System for the Minirobot Khepera based on Self-organizing Feature Maps, pages 45–56. Intelligent Robots: Vision, Learning and Interaction. KAIST Press, 2003

Heitmann, A.: Ressourceneffiziente Architekturen neuronaler Assoziativspeicher. Dissertation, Universität Paderborn, Heinz Nixdorf Institut, Schaltungstechnik, volume 126 of HNI-Verlagsschriftenreihe, 2003

Witkowski, U.: Einbettung selbstorganisierender Karten in autonome Miniroboter. Dissertation, Universität Paderborn, Heinz Nixdorf Institut, Schaltungstechnik, volume 127 of HNI-Verlagsschriftenreihe, 2003

Awerbuch, B.; Brinkmann, A.; Scheideler, C.: Anycasting in Adversarial Systems: Routing and Admission Control. In Proceedings of the Thirtieth International Colloquium on Automata, Languages and Programming (ICALP 2003), pages 1153–1168, Eindhoven, The Netherlands, 30 June – 4 July 2003

Grünewald, M.; Niemann, J.-C.; Rückert, U.: A performance evaluation method for optimizing embedded applications. In Proceedings of the 3<sup>rd</sup> IEEE International Workshop on System-On-