

Olaf Ziemann, Juri Vinogradov,
Eduard Bluoss,
POF-AC Nürnberg, FH Nürnberg

**Gigabit-pro-Sekunde
Datenübertragung über kurze
Strecken von Hochtemperatur-POF**

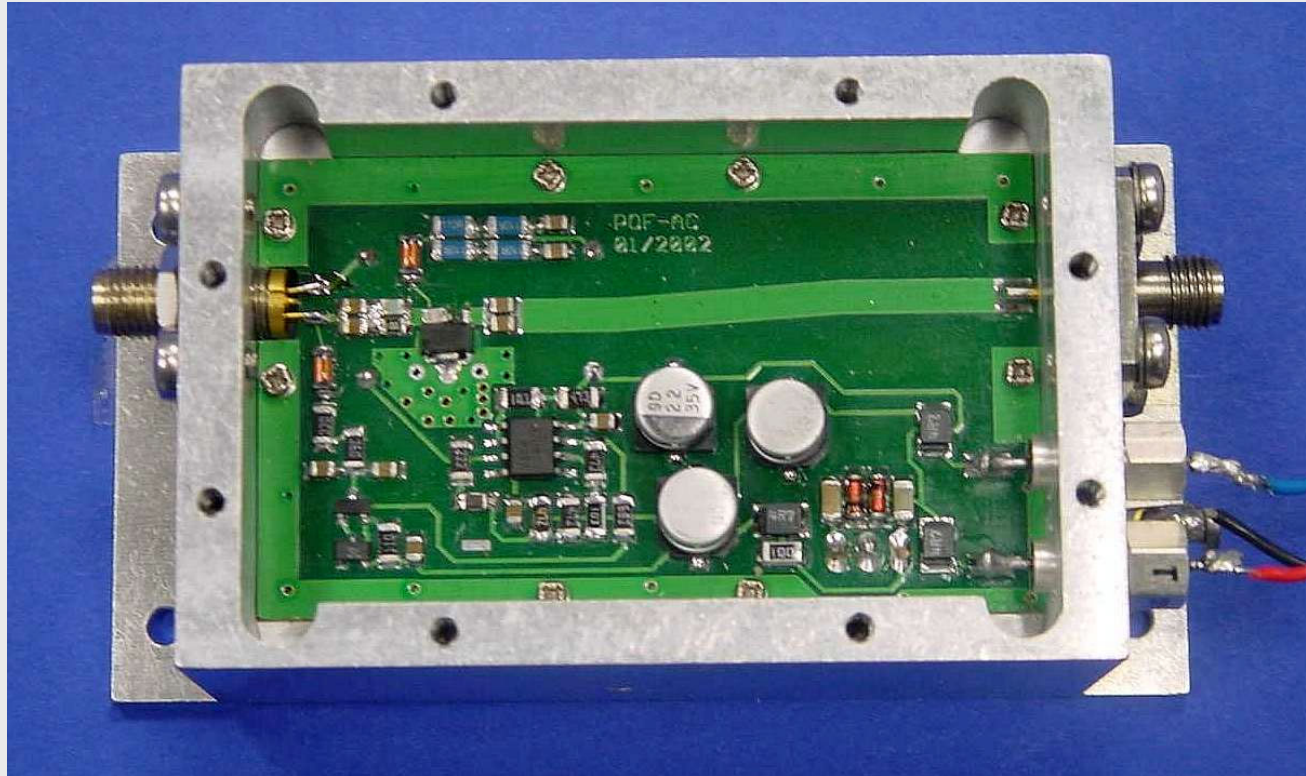
nach:

J. Vinogradov, O. Ziemann, E. Bluoss: "High speed data rate transmission over polycarbonate and PMMA POF", POF-World, 03.-05.11.2002 San Jose

untersuchte Fasern

Fasertyp	PHKS-CD-1001	FH-4001-TM	PFU-CD-1001
∅-Kern	1,0 mm	1,0 mm	1,0 mm
∅-Kabel	2,2 mm	2,2 mm	2,2 mm
Kern	mod. PMMA	PC	PMMA
Mantel	PP	polyolefine elastomer	PE
NA	0,54	0,75	0,46
α (650 nm)	300 dB/km	1,500 dB/km	150 dB/km
α (650 nm)	1.800 dB/km	900 dB/km	1.600 dB/km
T_{\max}	+115°C	+125°C	+70°C
Hersteller	Toray	Mitsubishi	Toray

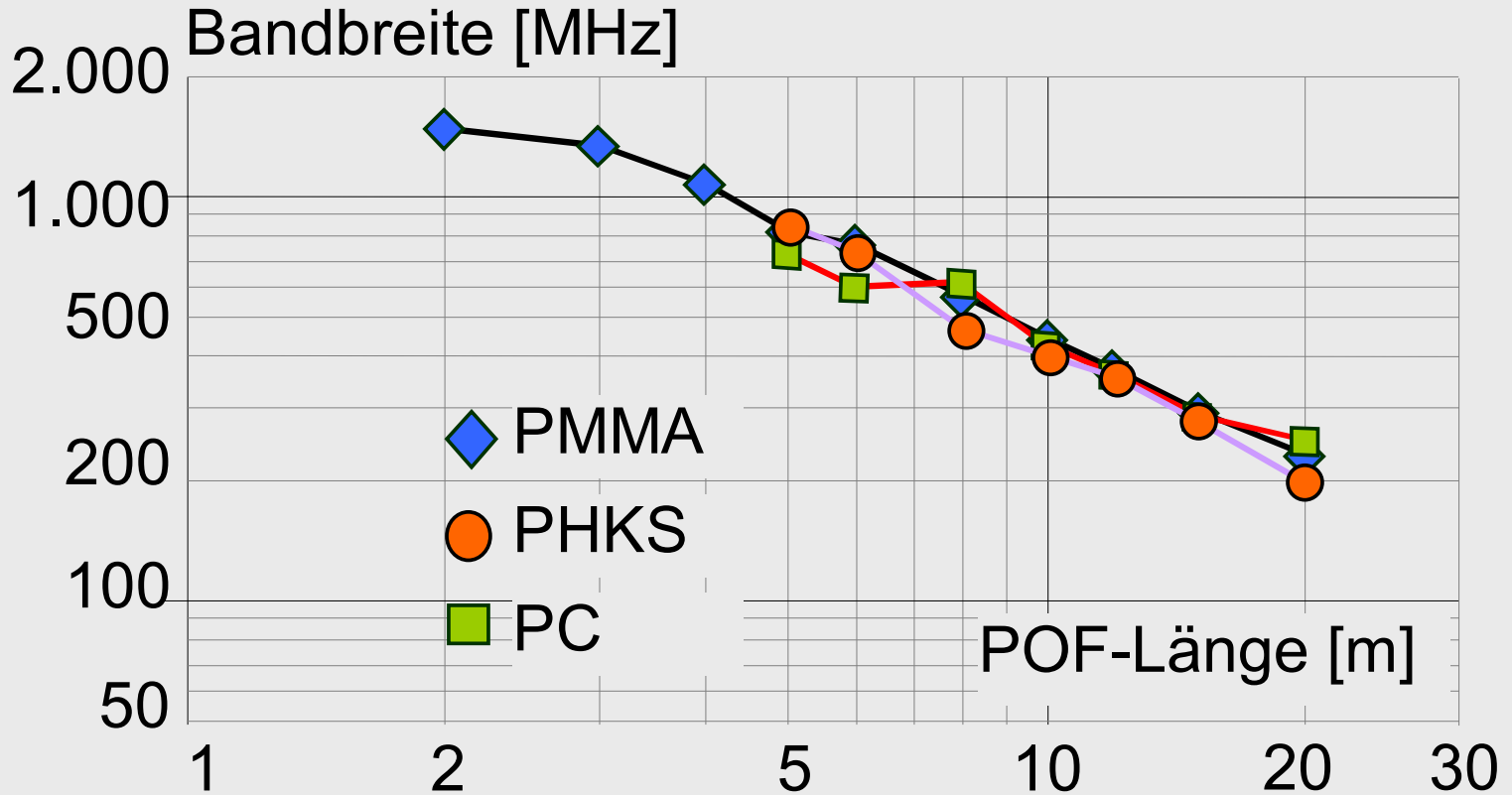
1 GHz Sender



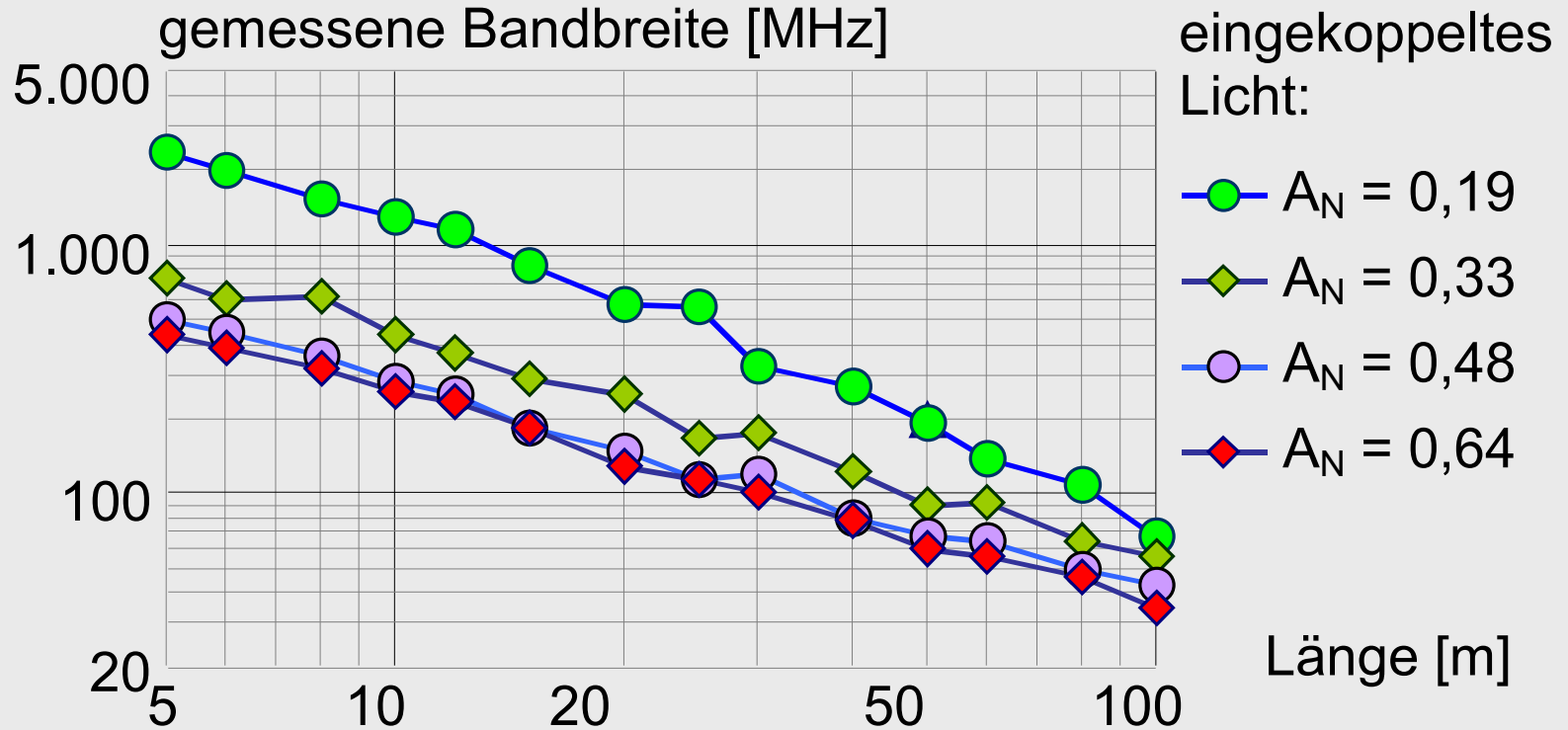
Parameter des Senders

- 650 nm oder 780 nm Low-Cost-Laser (LaserComponents)
- Ansteuerung über Bias-T
- Konstantstromquelle
- angepaßt an 50Ω
- MMIC-Verstärker als Treiber
- $37^\circ \times 11^\circ$ Emissionswinkel (650 nm)
- direkte Kopplung mit FSMA-Stecker
- +3,8 dBm (2,4 mW) POF-gekoppelte Leistung (bei 780 nm)
- +4,7 dBm (3,0 mW) bei 650 nm

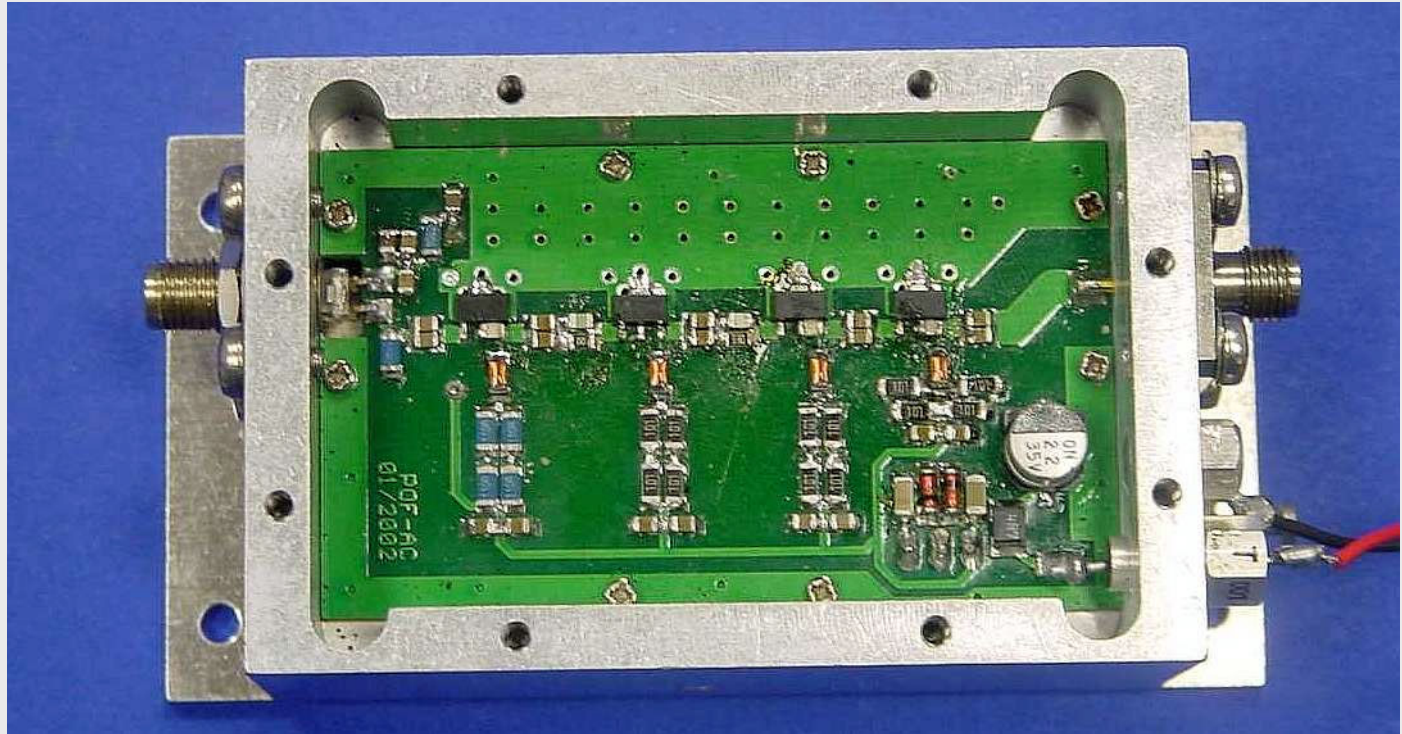
Bandbreite verschiedener POF (Koppel-NA: 0,33)



Bandbreite bei unterschiedlicher Anregung (PMMA-POF)



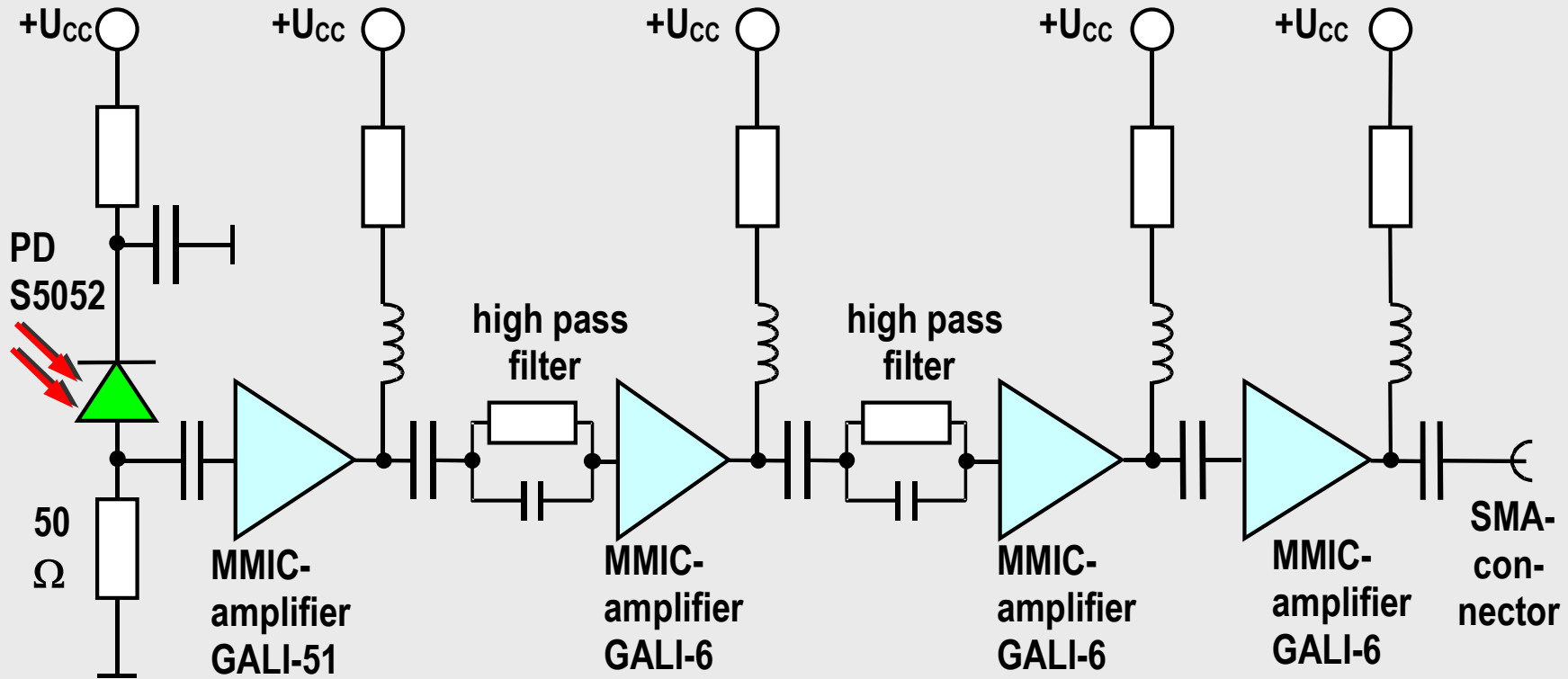
Breitband-Test-Empfänger



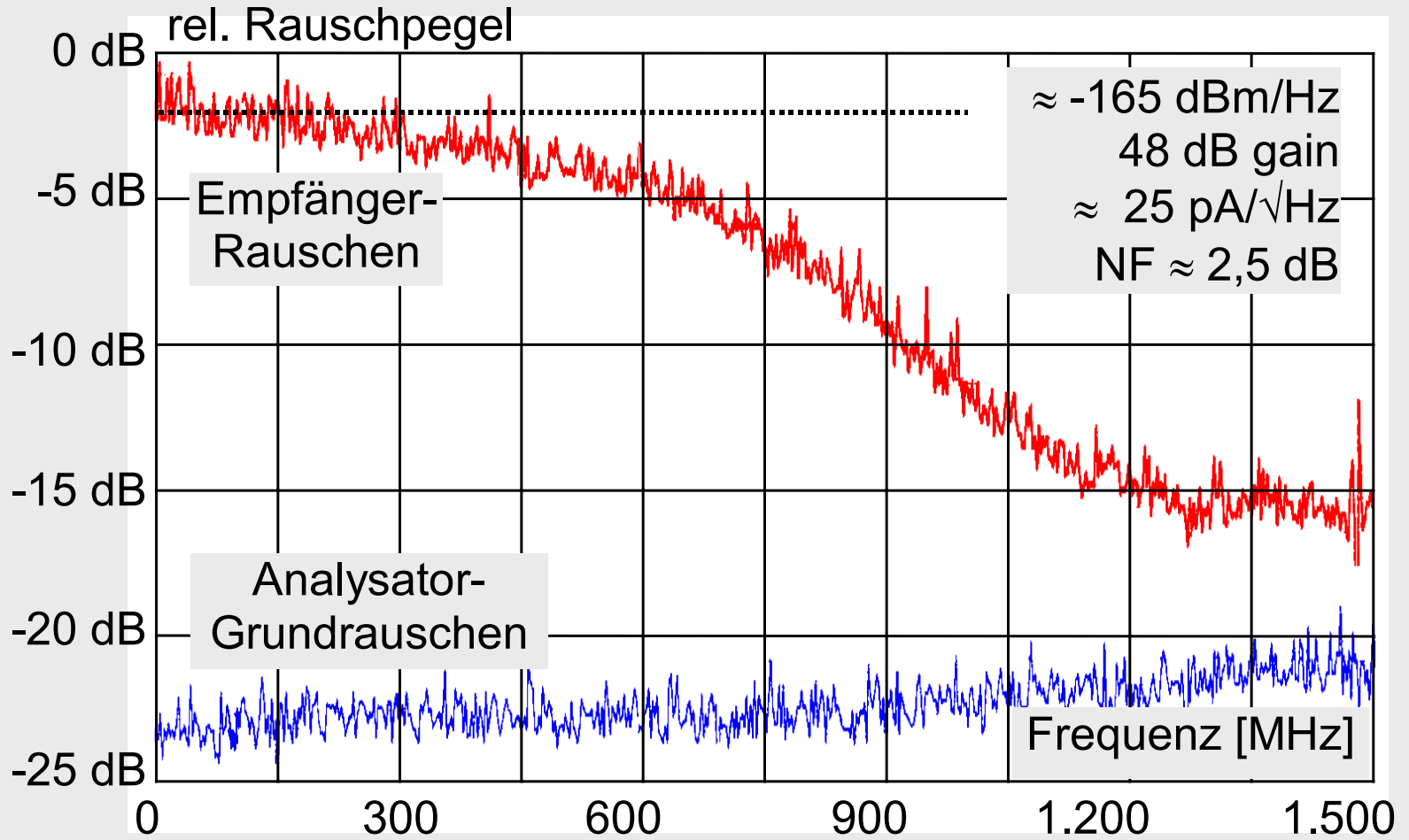
Empfänger-Parameter

- Hamamatsu-pin-PD S5052
- 800 μm Diodendurchmesser
- Impedanz 50 Ω
- 4-stufige Verstärkung mit Standard MMIC (Mini Circuits)
- Ankopplung mit FSMA-Stecker
- min. Empfindlichkeit: -17 dBm (780 nm; BER < 10^{-10})

900 MHz-Empfänger (E. Bluoss, FH Nürnberg)



Empfängerrauschen



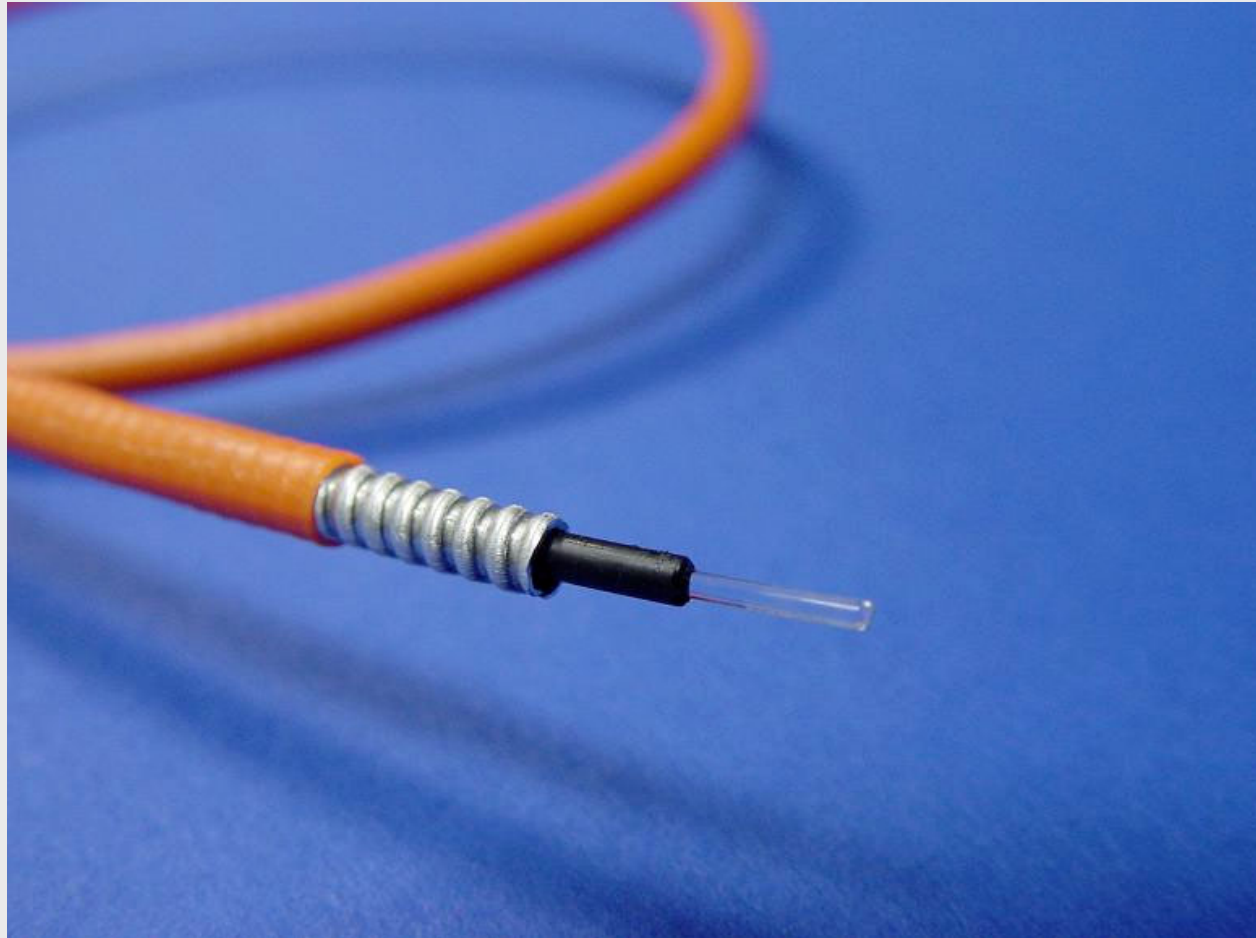
Systemexperimente bei 780 nm (PRBS 2⁵-1; BER < 10⁻¹⁰)

POF	POF-Länge	Bitrate [Mbit/s]	α_{eff} [dB/m]	Empangungs-Leistung
back-to-back	0 m	2.100	-	+4,7 dBm
PC-SI	10 m	1.800	0,90	-4,3 dBm
PC-SI	20 m	1,000	0,98	-14,8 dBm
PMMA	10 m	1,800	1,67	-12,0 dBm
PHKS	10 m	1,600	1,95	-14,8 dBm

weitere Experimente mit 650 nm Laserdiode

- 10 m PMMA-POF mit 1.220 Mbit/s
- 20 m PMMA-POF mit 820 Mbit/s
- 20 m PHKS-POF mit 830 Mbit/s
- 44 m MC-POF mit 630 Mbit/s
- 10 m PC-POF (Nexans) mit 1.600 Mbit/s
(780 nm LD)
- t.b.c.

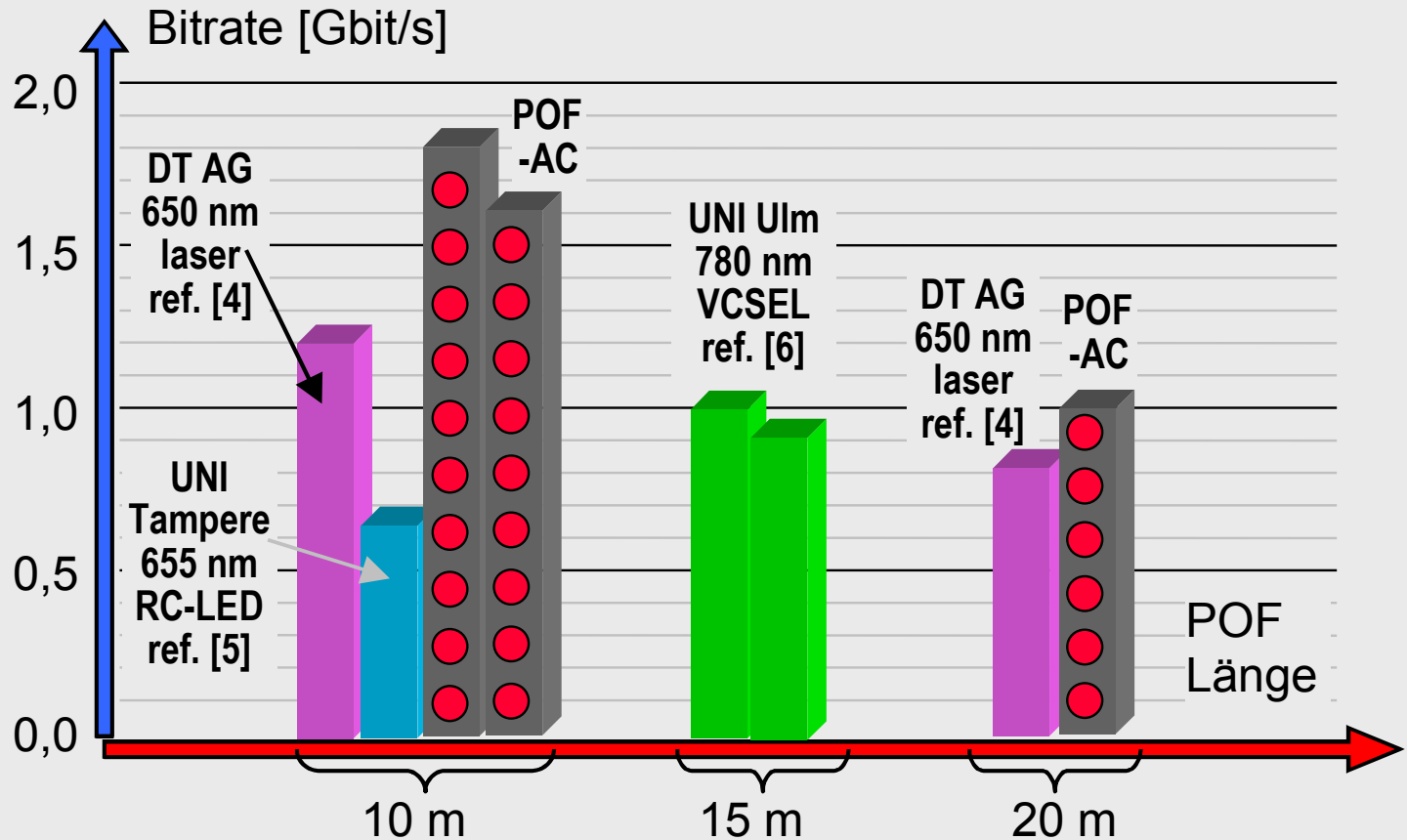
CMT-POF Nexans



Systemexperimente (Literatur)

Ref.	Bitrate [Mbit/s]	Länge [m]	POF Typ	Quelle
[1]	1,200	10	PMMA-SI	657 nm LD
[1]	800	20	PMMA-SI	657 nm LD
[2]	400	10	PMMA-SI	655 nm RC-LED
[3]	622	10	PMMA-DSI	655 nm RC-LED
[4]	900	15	PMMA-SI	780 nm VCSEL
[4]	1,000	15	PMMA-DSI	780 nm VCSEL
[5] ^{*)}	600	30	PMMA-SI	650 nm LD
[6] ^{*)}	500	30	PMMA-SI	650 nm LD
[7]	500	50	PMMA-DSI	650 nm RC-LED
[8]	250	58	PC-AF-SI	780 nm LD
[9]	500	50	MC-POF	650 nm LD
[10]	800	50	MC-POF	650 nm LD

Systemvergleich (Auswahl)



Optionen für weitere Verbesserungen

- Transimpedanzempfänger (in Kooperation mit DieMount GmbH geplant)
- FET-Frontend (mit FH Nürnberg)
- Ankopplung mit Konzentrador und kleinerer Diodenfläche

Anwendungsbereiche

- IEEE1394b für kurze Verbindungen (in der Wohnung)
- POF-Interconnection
- mobile Anwendungen (?), Tauglichkeit der Laser fraglich wg. Temperaturverhalten

Literatur I

- [1] O. Ziemann, L. Giehmann, P. E. Zamzow, H. Steinberg, D. Tu: "Potential of PMMA based SI-POF for GBPS Transmission in Automotive Applications", POF'2000, Boston, 05.-08.09.2000, pp. 44-48
- [2] M. Guinea, T. Jouhti, M. Saarinen, P. Sipilä, A. Isomäki, P. Uusimaa, O. Okhotnikov, M. Pessa: "622 Mbit/s Data Transmission Using 650 nm Resonant-Cavity Light-Emitting Diodes and Plastic Optical Fiber", POF'2000, Boston, September 5-8, 2000, pp. 49-53
- [3] M. Guina, S. Orsila, M. Dumitrescu, M. Saarinen, P. Sipilä, V. Vilokkinen, B. Roycroft, P. Uusimaa, M. Toivonen, M. Pessa: "Light-Emitting Diode Emitting at 650 nm with 200-MHz Small-Signal Modulation Bandwidth", IEEE Phot. Techn. Lett. 12(2000)7, pp. 786-788
- [4] M. Kicherer: "Dynamisches Verhalten und Rauschen von Vertikallaserdioden zur Datenübertragung in Glas- und polymeroptischen Fasern", Diplomarbeit Uni Ulm, Dept. of Organization and Management of Information Systems, May 1999
- [5] T. Schaal, S. Seiffert, S. Poferl, E. Zeeb: "Mode excitation in standard large core PMMA fibers", 9th POF Conference, Boston, 05.-08.09.2000, pp. 203-208
- [6] T. Schaal, E. Zeeb: "High-speed optical data transmission using Standard PMMA fibers", POF'2001, Amsterdam, Sep. 27-30, pp. 181-186

Literatur 2

- [7] N. Schunk, K. Panzer, E. Baur, W. Kuhlmann, K. Streubel, R. Wirth, Ch. Karnutsch: "IEEE1394b POF Transmission system 500 Mbit/s versus 50 m 0.3 NA POF", POF'2001, Amsterdam, Sep. 27-30, pp. 65-72
- [8] M. Hattori, M. Nishiguchi, S. Takagi: "Plastic Optical Fiber and Optical Link Module for Short Haul High-Speed Transmission", IWCS Philadelphia, November 1998, pp. 257-263
- [9] S. Teshima, H. Munekuni: "Multi-core POF for high-speed data transmission", POF'1998, Berlin. October 5-8, 1998, pp. 135-142
- [10] W. Daum, J. Krauser, P. E. Zamzow, O. Ziemann: "POF - Polymer Optical Fibers for Data Communication", Springer April 2002
- [11] R. Windisch, C. Rومان, M. Kuijk, B. Dutta, G. H. Döhler, G. Borghs, P. Heremans: "Micro-lensed gigabit-per-second high-efficiency quantum-well light-emitting diodes", Electr. Lett. 36(2000) 4, pp. 351-352
- [12] C.-A. Bunge, O. Ziemann, M. Bloos, A. Bachmann: "Theoretical and Experimental Investigation of FF and Bandwidth for Different POF", 11th POF conference, 18.-20. Sept. 2002 Tokyo, pp. 217-220

Danksagung

Wir bedanken uns bei der Fa. Advantest/Rode & Schwarz für die Bereitstellung des Bitfehlertesters für diese Versuche.



Das POF-AC Nürnberg wird durch die “High-Tech-Initiative Bayern” gefördert.