

*”Entwicklungsstand bei polymeren
optischen Fasern (POF)”*

Olaf Ziemann

Deutsche Telekom AG, Technologiezentrum Darmstadt
Goslarer Ufer 35, 10589 Berlin

Tel./Fax.: (030) 3497-4442/4443

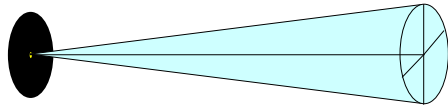
e-mail: ziemann@tzd.telekom.de

Inhalt des Vortrages:

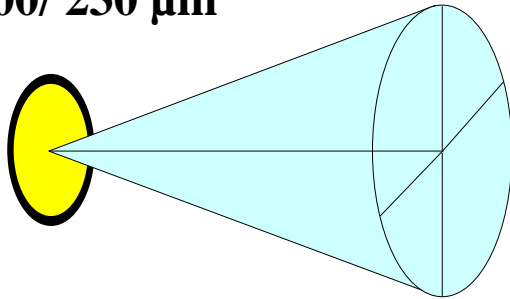
- **Eigenschaften der Optischen Polymerfaser**
- **Neue Entwicklungen**
- **Gründung des deutschen Polymerfaser-Klubs**

Durchmesser und NA typischer optischer Fasern

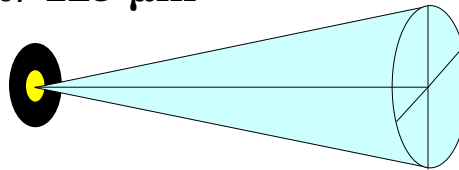
Singlemode Glass Fiber
10/ 125 μm



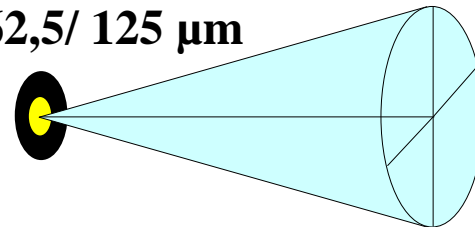
**Multimode Glass Fiber
Plastic Cladded**
200/ 230 μm



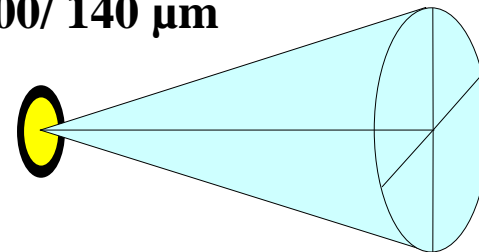
Multimode Glass Fiber
50/ 125 μm



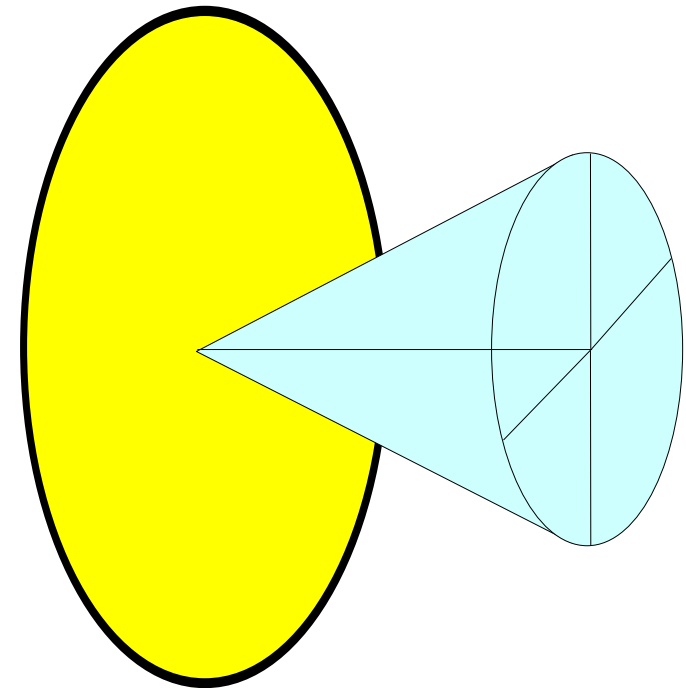
62,5/ 125 μm



100/ 140 μm



Polymer Fiber
980/ 1000 μm

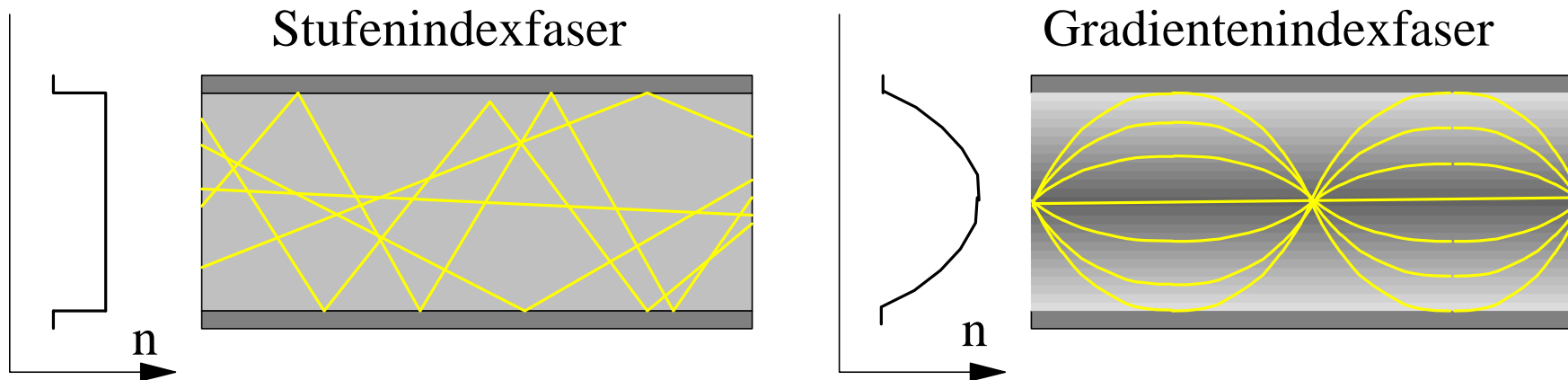


Grundeigenschaften Optischer Polymerfasern

<i>Material:</i>	<i>Polymethylmetachrylat (PMMA)</i>
<i>Durchmesser:</i>	<i>0,125 .. 3 mm (typ. 1 mm)</i>
<i>Dämpfung:</i>	<i>65 dB/km bei 580 nm Wellenlänge (grün) 125 dB/km bei 650 nm Wellenlänge (rot)</i>
<i>Num. Apertur:</i>	<i>0,25 .. 0,90 (typ. 0,48)</i>
<i>Bandbreite:</i>	<i>60 MHz x 100 m (NA = 0,48) 160 MHz x 100 m (NA = 0,30) 1.000 MHz x 100 m (Gradientenindex)</i>
<i>Einsatztemperatur:</i>	<i>-40°C .. +85°C (..+125°C Polycarbonat)</i>
<i>Biegeradius:</i>	<i>typ. 20 mm (15 x um 90°: < 1 dB Verlust)</i>

Typische Polymerfasern

Einmodenfasern: Kerndurchmesser 3..15 μm , Δn : 0,003
 Mehrmodenfasern: Kerndurchmesser typisch 0,5..1 mm



Numerische Apertur SI-POF: typ. 0,47 (Δn : 0,07)
 Low-NA-POF: 0,25..0,30 (Δn : 0,02..0,03)
 GI-POF: typ. 0,17..0,30 (Δn : 0,01..0,03)

Parameter typischer SI-POF

Quelle	[Min94]	[LC95]	[Asa96]	[Esk96]
<i>Kernmaterial</i>	PMMA	PMMA	PMMA	PMMA
<i>Kerndurchmesser</i>	980 μm	250 μm	980 μm	980 μm
<i>Numer. Apertur</i>	0,47	0,50	0,25	0,32
<i>Hersteller</i>	Mitsubishi	Toray	Asahi	Mitsubishi
<i>Beispiel</i>	ESKA EK	PGS-FB 250	NC-1000	ESKAMEGA
<i>Dämpfung dB/km bei / nm</i>	150 650 66 570	250 650 140 570	125 650 66 570	150 650 90 570
<i>Bandbreite (1 km)</i>	6 MHz		17 MHz	16 MHz
<i>Biegeradius (1 dB)</i>	5 mm	9 mm	20 mm	

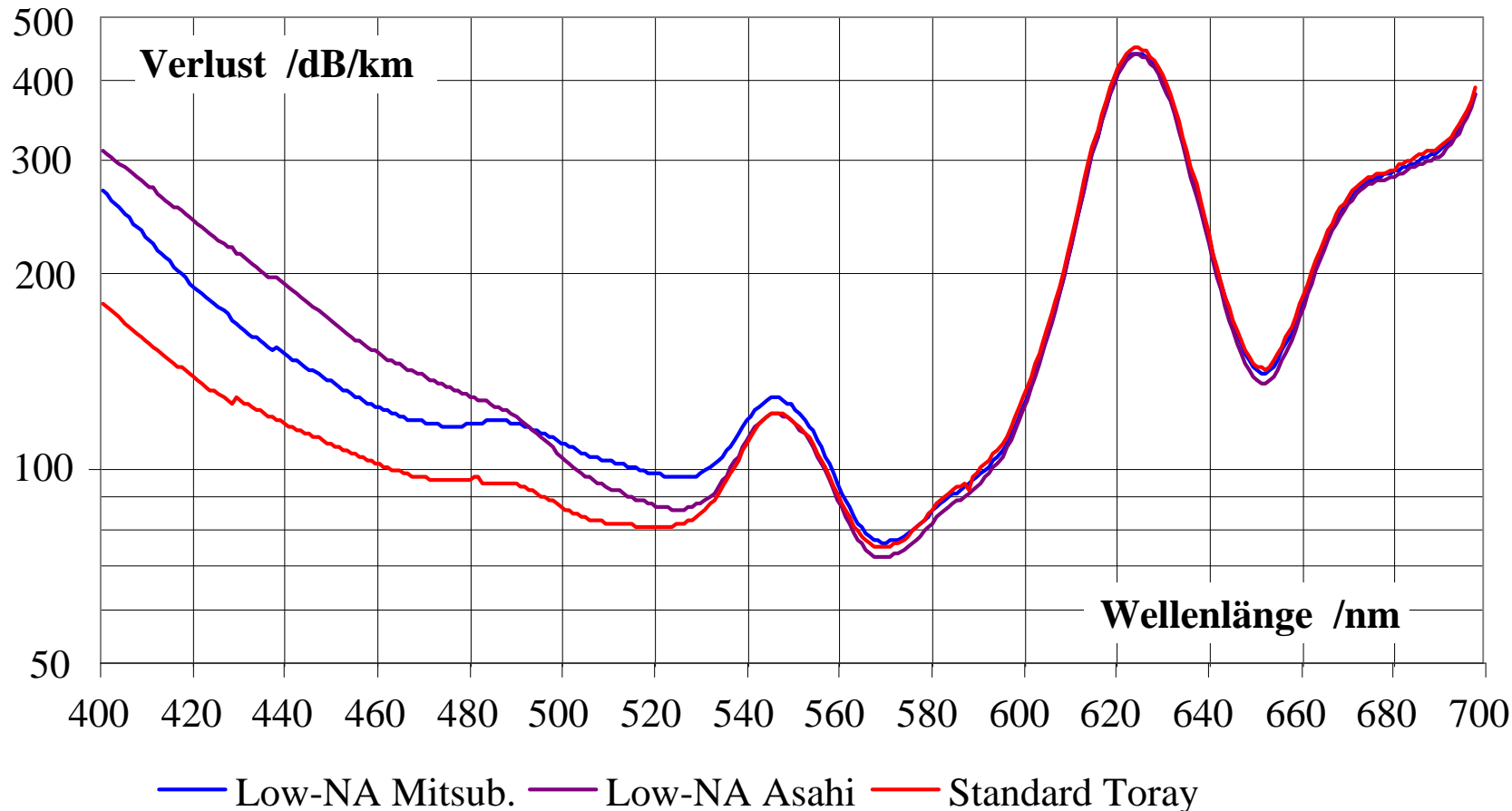
Parameter typischer GI-POF

Quelle	[Ish92]	[Koi92] [Koi95]	[Ish95b] [Yam94]	[Ish94]	[Koi92] [Ish92]	[Ish95a] [Koi96a]
<i>Kernmaterial</i>	PMMA	PMMA	PMMA	PMMA-DPS	PMMA-d ⁸	HFIP 2-FA
<i>Kerndurchmesser</i>	600 μm	500 μm	420 μm	500 μm	500/600 μm	500 μm
<i>Numer. Apertur</i>	0,21	0,2	0,21	0,28	0,21	
<i>Dämpfung dB/km bei / nm</i>	113 650 90 572	113 650 90 570	200 647	150 650	56 688 94 780	287 650 135 780
<i>Bandbreite (1 km)</i>	2.000 MHz	2.000 MHz	300 MHz	586 MHz	2.000 MHz	600 MHz
<i>Biegeradius (1 dB)</i>	35 mm			5 mm	35 mm	

POF im Vergleich zur Quarzglasfaser

Parameter	Quarzglasfaser	Optische Polymerfaser
Material	<i>Silizium-Glas</i>	<i>PMMA, PF-PMMA, PC, PS ..</i>
min. Dämpfung	<i>0,17 dB/km bei 1550 nm</i>	<i>125 dB/km bei 650 nm < 50 dB/km (fluoriert)</i>
Dispersion	<i>0,17 ns/km.nm für Standard singlemode Faser</i>	<i>begrenzt durch Moden- Dispersion bei SI-POF</i>
Durchmesser	<i>10 µm Kern</i>	<i>980 µm Kern</i>
Num. Apertur	<i>0,09</i>	<i>0,30..0,50 typisch</i>
Anwendungen	<i>Langstrecken- Kommunikation, LAN</i>	<i>In-Haus-Netze, Zugangs-Netze für GI-POF</i>
Vorteile	<i>höchste Bandbreite und Reichweite</i>	<i>einfachste Installation, preiswerte Komponenten</i>

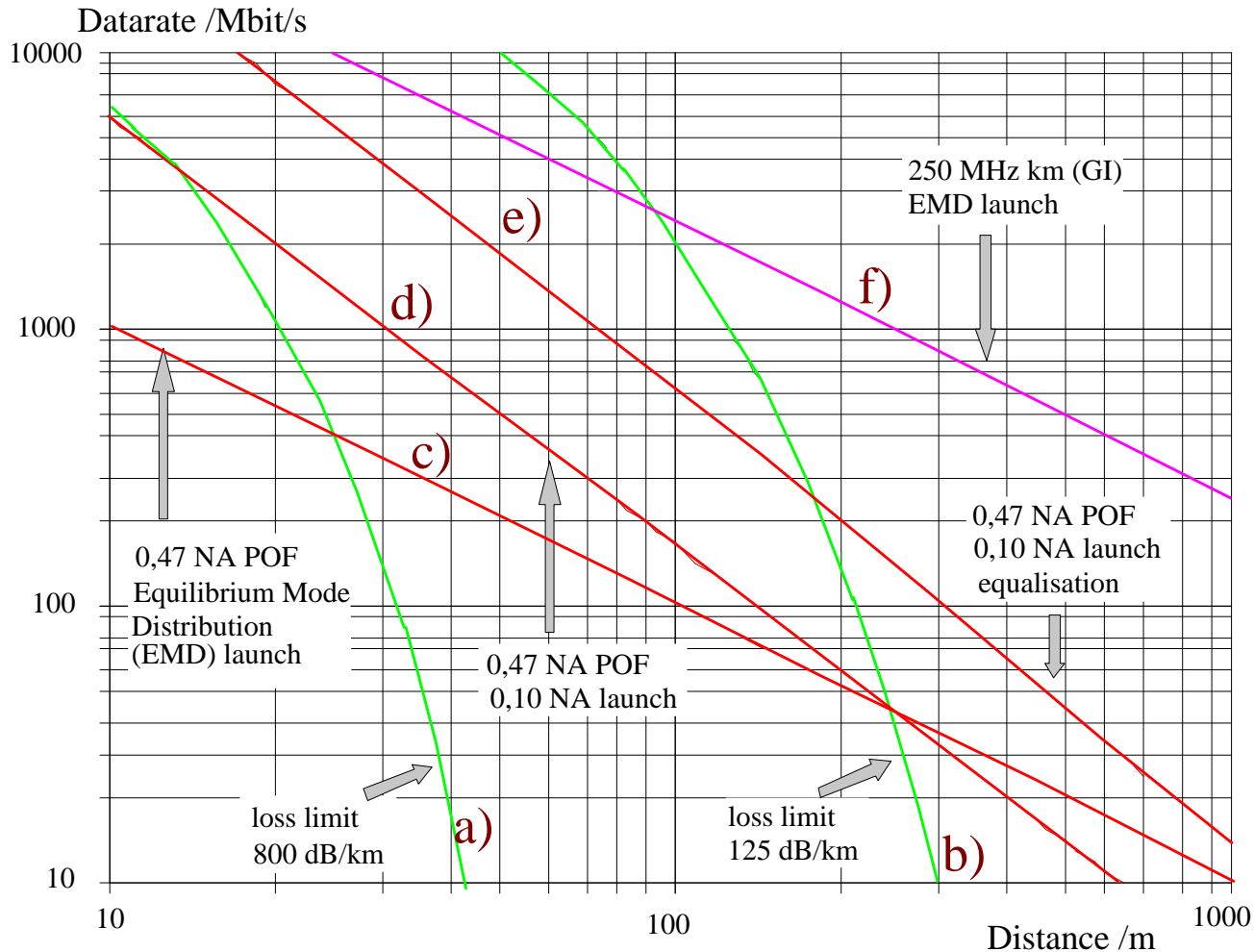
Dämpfungsspektren von Polymerfasern



eigene Messung an 50 m-Proben, Weißlicht, EMD-Anregung

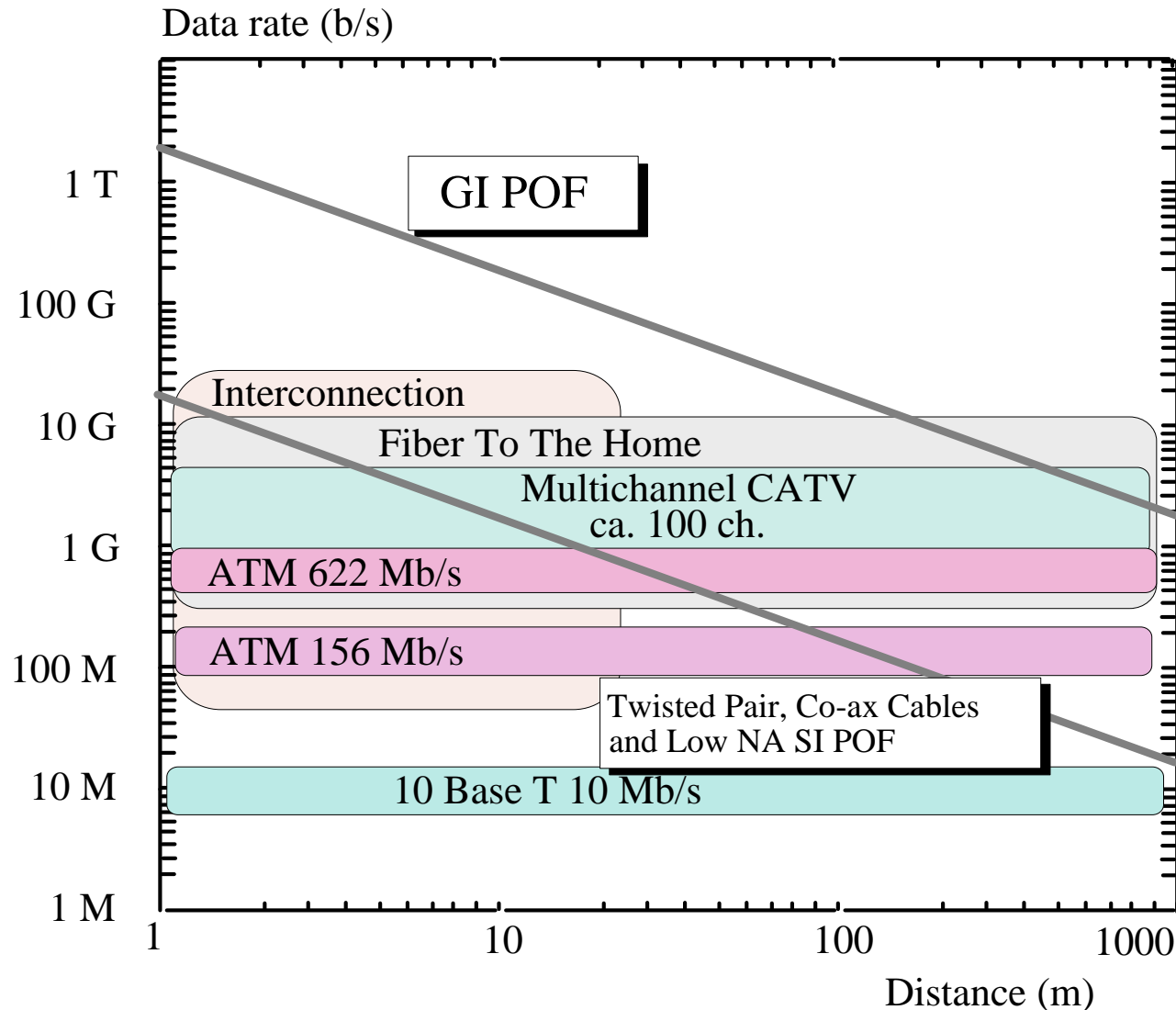
Reichweite-Begrenzungen für POF

Limits for POF Transmission



- a) Dämpfungsbegrenzung bei 800 dB/km
- b) Dämpfungsbegrenzung bei 125 dB/km
- c) Dispersionslimit für SI-POF mit $NA = 0,47$ und Equilibrium Mode Distribution (EMD)
- d) Dispersionslimit für SI-POF mit $NA = 0,47$ und $NA = 0,1$ Einkopplung
- e) Dispersionslimit für SI-POF mit $NA = 0,47$ und $NA = 0,1$ Einkopplung und Dispersions-Kompensation durch Hochpaß
- f) Dispersionslimit für GI-POF ($250 \text{ MHz} \cdot \text{km}$) und Equilibrium Mode Distribution

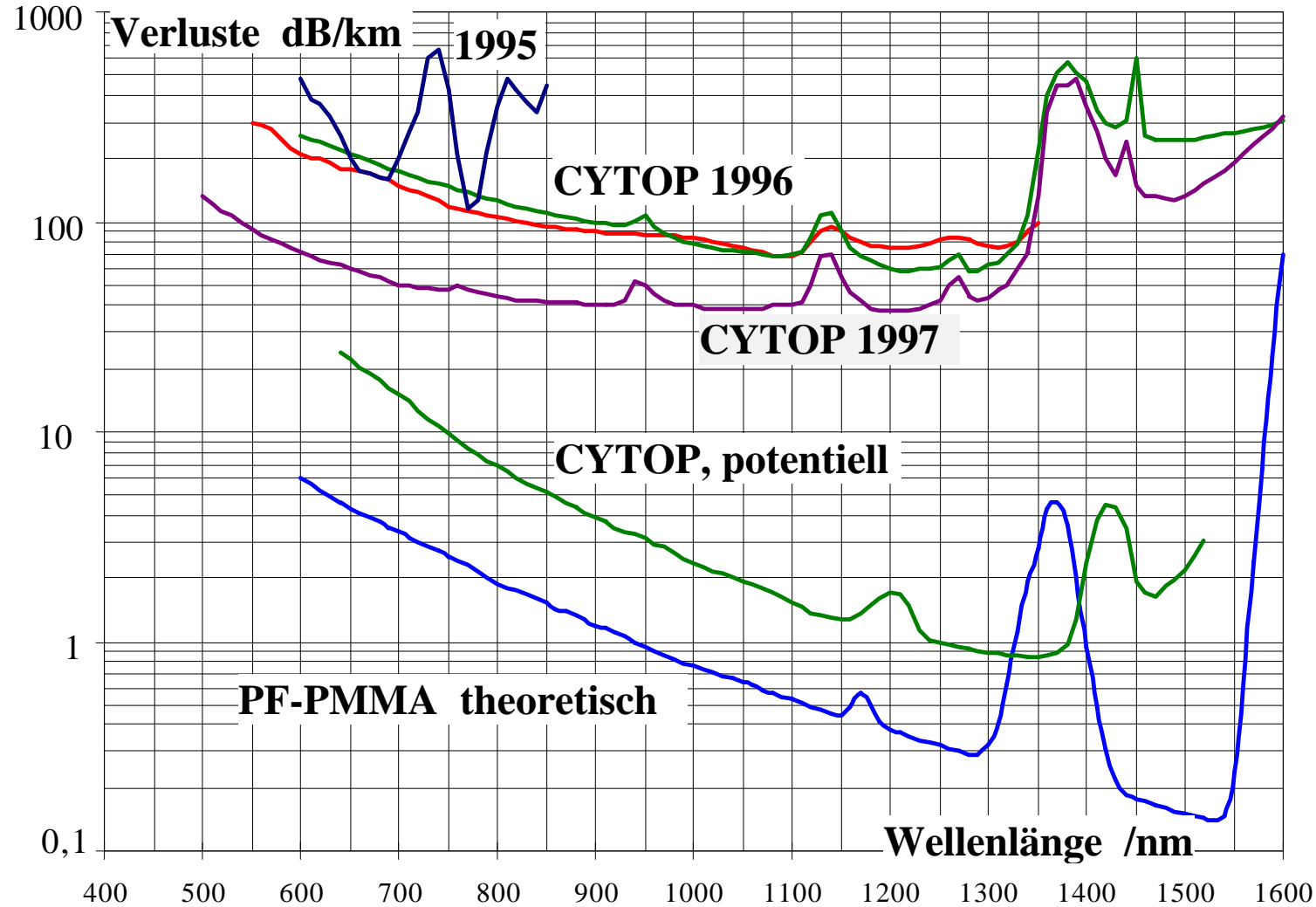
Anwendungsbereiche Optischer Polymerfasern



Quelle:

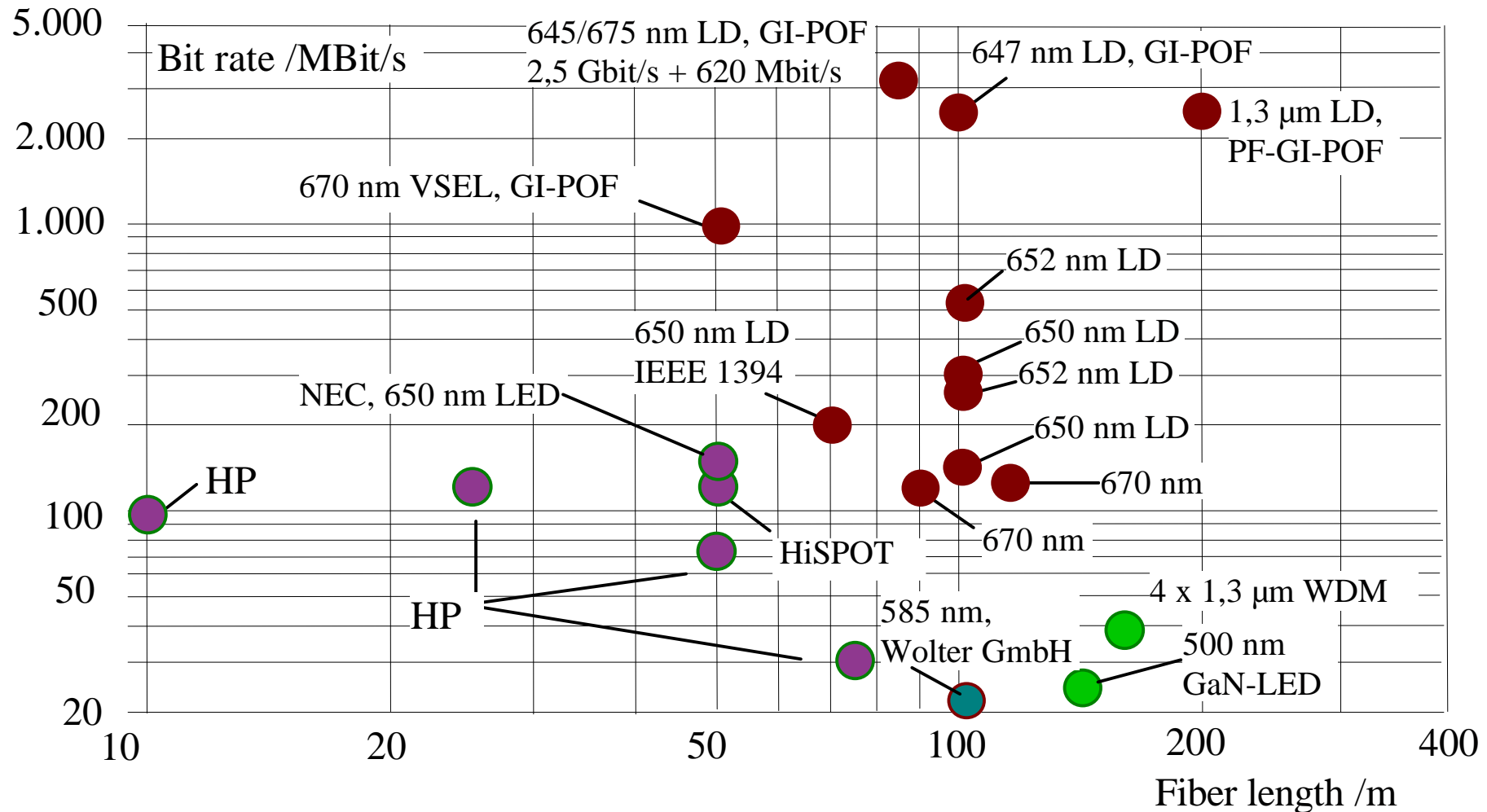
Koike, POF'96, Paris:
 "Status of POF in
 Japan", S. 1-4

Entwicklung der fluorierten POF



bisher realisierte POF-Übertragungssysteme

Transmission systems using POF (1997)



Derzeitige Entwicklungsrichtungen

*Die Gradientenindexfaser wird in naher Zukunft verfügbar sein
z.B. ESKAMEGA (Mitsubishi); LUNICA (Asahi); OPTIGIGA (BOF)*

*155 Mbit/s Transceiver werden noch 1997 in den Markt eingeführt
z.B. HFBR 0532 Hewlett Packard; NEC*

*Realisierung von 100 m POF-Übertragung für IEEE1394
z.B. Sony*

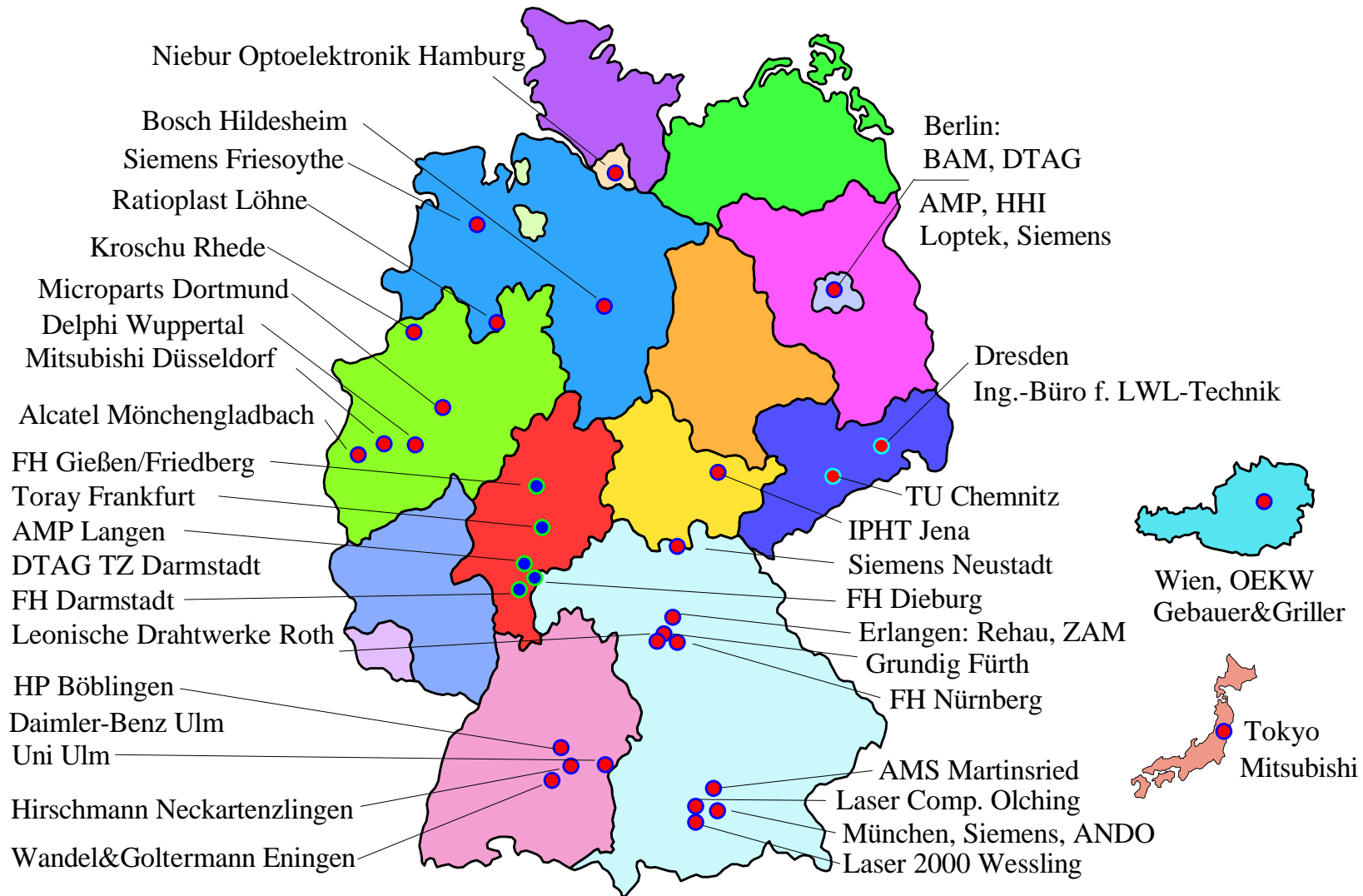
*POF-Systeme werden in intern. Standards aufgenommen
ATM Forum (25 Mbit/s, 155 Mbit/s), IEEE1394*

*Weitere Entwicklung bei fluorierten POF ?
z.B. basierend auf CYTOP (Asahi Glass Co.)
Dämpfungen unter 10 dB/km erscheinen möglich*

Gründung der neuen ITG-FG 5.4.1

- 23.10.1996: POF'96 in Paris
u.a. W. Daum, H. Poisel, A. Weinert und O. Ziemann meinen:
“man müßte doch auch mal in Deutschland was zusammen machen..”
- 03.12.1996: Vorschlag an den FA 5.4 zu Gründung einer neuen FG im FA 5.4
- 06.12.1996: ITG-FA beschließt die Gründung einer neuen FG 5.4.1
“Optische Polymerfasern”
- 16.01.1997: BAM, Berlin, Erstes Treffen der Fachgruppe mit 38 Teilnehmern
Ziele und Arbeitsweise werden beschlossen
- 12.05.1997: FH Nürnberg, Zweites Treffen der FG mit ca. 50 Teilnehmern
Fachvorträge von Siemens, Mitsubishi, DT AG...
Bildung von Arbeitsgruppen
- 05.12.1997: Köln, Drittes Treffen der FG zusammen mit FA-Jahrestreffen
Fachvorträge ACA, FH Nürnberg, Rothero-Lip, FH Gießen
Ausstellung von POF-Komponenten und Experimenten
- 04.10.1998: POF'98 bei der BAM in Berlin

Teilnehmer an den ersten beiden FG-Treffen



erstes FG-Treffen in Berlin

