

# ”Entwicklungsstand bei polymeren optischen Fasern (POF)”

Olaf Ziemann, Deutsche Telekom AG, Technologiezentrum Darmstadt

Goslarer Ufer 35, R 1076, D-10589 Berlin/Germany

Tel./Fax.: +49 30 3497 4442 / 4443 oder 4968

e-mail: [ziemann@tzd.telekom.de](mailto:ziemann@tzd.telekom.de) oder: [ziemann@07.bln0.telekom400.dbp.de](mailto:ziemann@07.bln0.telekom400.dbp.de)

## **Einführung**

Optische Fasern werden seit vielen Jahren mit wachsendem Erfolg für verschiedene Anwendungen eingesetzt. Als weiteres optisches Medium etabliert sich in jüngster Vergangenheit in zunehmenden Maße auch die Polymerfaser. Der vorliegende Vortrag soll neben einer kurzen Beschreibung der grundlegenden Eigenschaften der optischen Polymerfaser (POF) einige aktuelle Aktivitäten auf diesem Gebiet aufzeigen. Aktuell ist dabei in Deutschland die Gründung der neuen ITG-Fachgruppe 5.4.1 zu nennen, in der sich über 60 Wissenschaftler aus Deutschland, Österreich und der Schweiz zusammengefunden haben. Die Polymerfaser findet zunehmendes Interesse in internationalen und nationalen Standardisierungsgremien wie dem ATM-Forum, der FSAN-Aktion, Eurescom (Projekt P 614), der Cost-Gruppe 246 und in IEEE 1394.

In Anwendung und technischer Ausgereiftheit befindet sich die Polymerfaser heute etwa dort, wo sich die Quarzglasfaser Anfang der 70er Jahre befunden hat. Theoretische Überlegungen zeigen, daß die physikalisch erreichbaren Grenzen durchaus mit der Glasfaser konkurrieren können, oder diese sogar übertreffen. Der eigentliche Grund des wachsenden Interesses an der Polymerfaser ist aber deren großes ökonomisches Potential. Mit Systemkosten noch unterhalb heutiger Preise für Kupfer-Lösungen können wir der Vision eines optischen Breitbandnetzes bis zum Endgerät den vielleicht entscheidenden Schritt näher kommen.

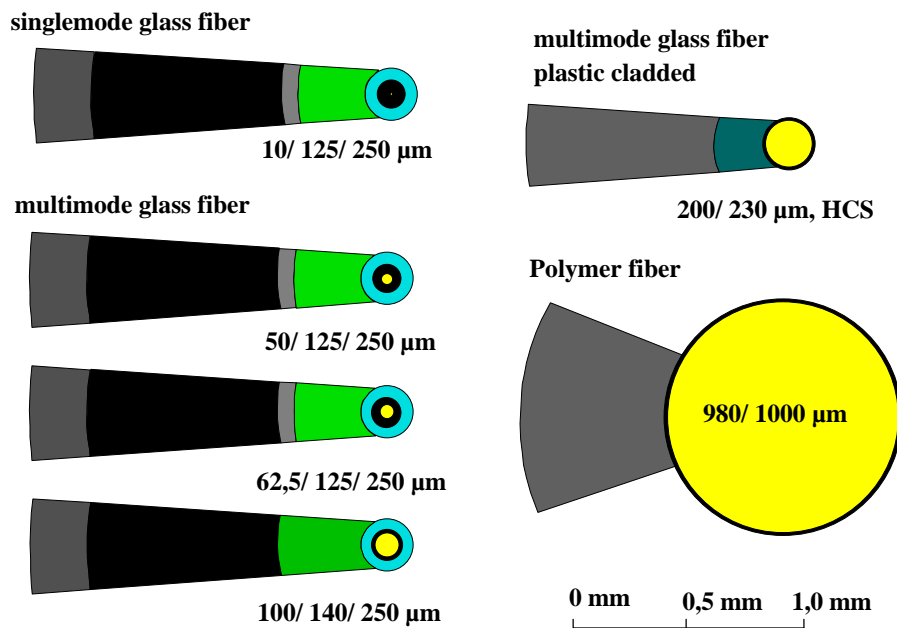
Im vorliegenden Vortrag wird zunächst auf einige grundlegende Eigenschaften der Polymerfaser eingegangen. Danach werden Anwendungen der Optischen Polymerfaser vorgestellt. Abschließend wird über die Gründung der Polymerfaser-Fachgruppe der ITG berichtet.

## **Eigenschaften der Polymerfaser**

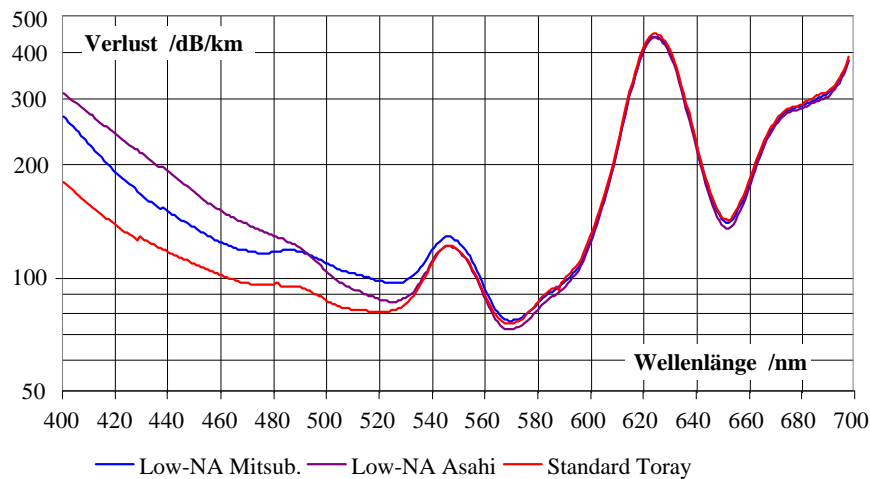
Die zum heutigen Zeitpunkt verfügbaren Polymerfasern verwenden als Kernmaterial PMMA (Polymethylmethacrylat) mit einem Brechungsindex von ca. 1,47. Der größte Vorteil der Polymerfaser liegt in der Möglichkeit begründet große Kerndurchmesser (typisch 1 mm) zu erreichen, ohne daß dadurch Flexibilität und Preis verschlechtert werden.

In Bild 1 werden die Faserquerschnitte gebräuchlicher optischer Fasern gegenübergestellt. Durch den großen Kerndurchmesser der POF vereinfacht sich die Ankopplung an aktive optische Elemente ebenso wie die Verbindung von Fasern untereinander. Damit verringern sich die Kosten für die notwendigen Komponenten und vor allem die Installationskosten.

In Bild 2 werden die wellenlängenabhängigen Verluste für kommerziell erhältliche Polymerfasern gezeigt (eigene Messung). Die kleinste Dämpfung der Polymerfaser wird bei ca. 580 nm mit typisch 70 dB/km erreicht. Da in diesem Bereich aber keine schnell modulierbaren und leistungsfähigen Halbleiterdioden verfügbar sind, wird bis jetzt ausschließlich das Minimum bei 650 nm mit typischen Werten von 130 dB/km verwendet. In [1] und [2] wird auch auf die Möglichkeit der Nutzung von grün strahlenden GaN-LED bei 500 nm hingewiesen. Damit könnte die Reichweite von POF-Systemen gegenüber der Verwendung von 650 nm-Komponenten deutlich gesteigert werden.



**Bild 1:** Querschnitte gebräuchlicher optischer Fasern im Größenvergleich



**Bild 2:** Dämpfungen von PMMA-Polymerfasern

## Neue Entwicklungen

Die aktuellen Bemühungen verschiedener Institute, wie der "Keio Universität" "oder Boston Optical Fiber" sind derzeit auf verschiedene Schwerpunkte ausgerichtet. Dazu zählen:

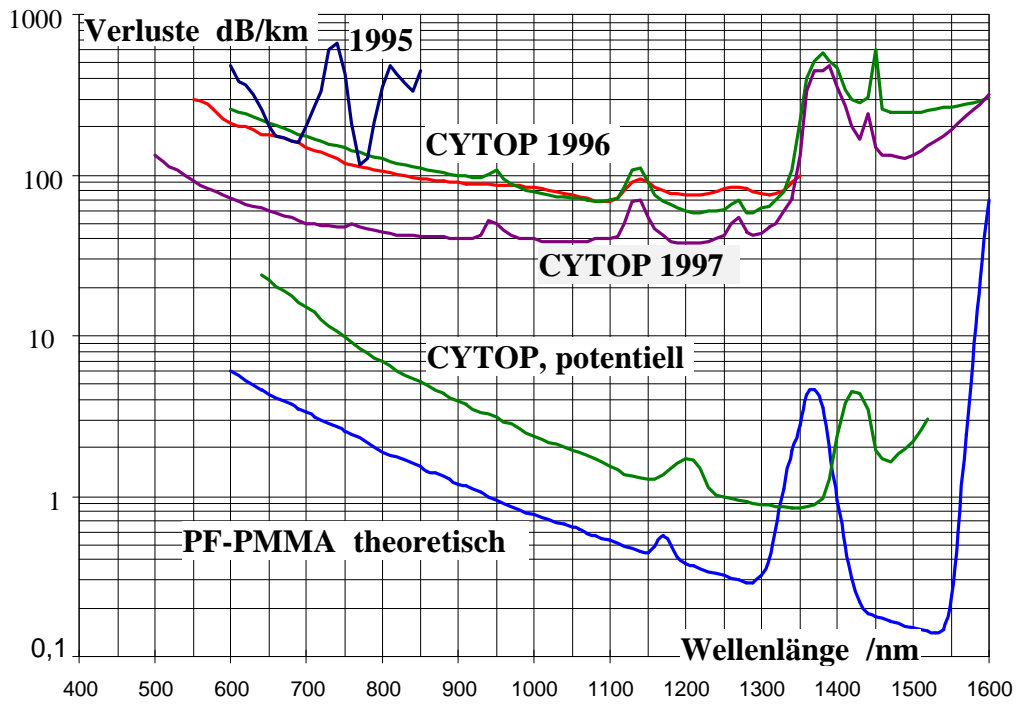
- *Erhöhung der Bandbreite von Polymerfasern.*

Ein erster Entwicklungsschritt war die Markteinführung der sog. Low-NA-POF Mitte diesen Jahres. Durch Verringerung der Numerischen Apertur von ca. 0,50 auf Werte um 0,30 konnte die Bandbreite von typisch 50 MHz auf 170 MHz für eine 100 m-Verbindung erhöht werden.

Eine weitere deutliche Vergrößerung wird durch den Einsatz von Gradientenprofilen erreicht. Im Labormaßstab wurden Werte von einigen 100 MHz bis zu 2 GHz für eine 1 km-Verbindung erzielt. Mit der Markteinführung ist nicht vor Ende 1998 zu rechnen.

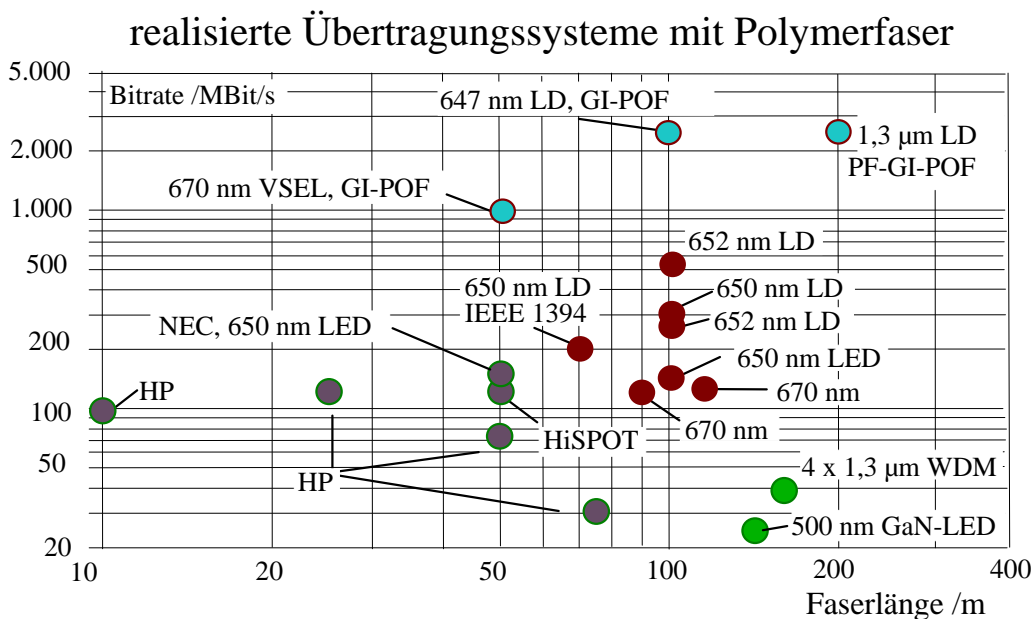
- *Verringerung der Dämpfung.*

Den größten Beitrag zur Dämpfung in POF haben die Kohlenstoff-Wasserstoff-Bindungen. Durch Austausch des Wasserstoffs gegen Fluor können die Verluste deutlich verringert werden. Werte um 20 dB/km sind bereits berichtet worden. In Bild 3 werden theoretische und experimentelle Ergebnisse der letzten Jahre zusammengestellt (siehe auch [3] bis [5]).



**Bild 3:** Dämpfungsspektren verschiedener fluorierter POF

Weitere Informationen über Eigenschaften von Polymerfasern können in [6] nachgelesen werden. In Bild 4 werden für einige bisher realisierte Übertragungssysteme (experimentell und kommerziell) die erreichten Bitraten zusammengestellt.



**Bild 4:** Bitraten und Reichweiten bisheriger POF-Systeme

## Gründung des deutschen Polymerfaser-Klubs

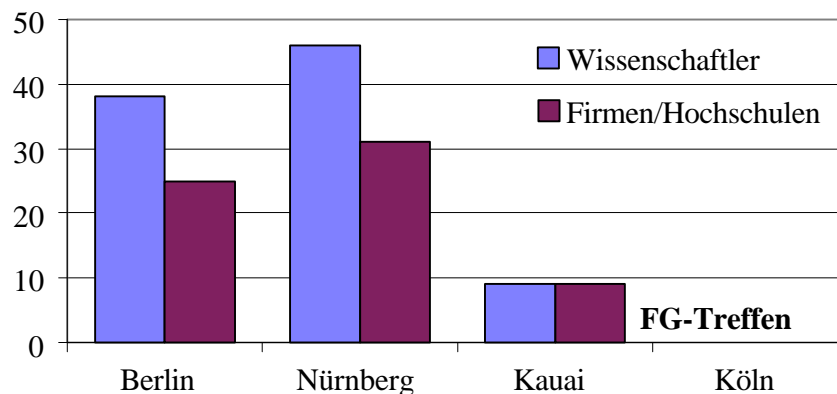
Im Dezember 1996 beschloß der Fachausschuß 5.4 "Kommunikationskabelnetze" der Informationstechnischen Gesellschaft (ITG) im Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE) der Gründung einer neuen Fachgruppe 5.4.1 "Optische Polymerfasern" zuzustimmen.

Die Motivation für die Bildung einer deutschen Interessenvertretung auf dem Gebiet der Polymerfasern liegt einerseits in der Existenz von zahlreichen nationalen Gremien in anderen Ländern (französischer POF-Club, japanisches POF-Konsortium, amerikanische High Speed

Plastic Network-Initiative), als auch in dem insgesamt zunehmenden Interesse an der Anwendung von Polymerfasern. In Deutschland befassen sich eine große Zahl von Firmen und Hochschulen mit der Anwendung und Charakterisierung von optischen Polymerfasern und den dazugehörigen Komponenten. Die bisherigen deutschen Aktivitäten spiegeln sich in einer Reihe von Veröffentlichungen ebenso wider, wie in der Tatsache, daß im Advisory Committee der internationalen POF-Konferenz mit Dr. Werner Daum (Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung) und Prof. Hans Poisel (Fachhochschule Nürnberg) zwei deutsche Wissenschaftler vertreten sind.

An den ersten beiden Treffen der neuen ITG-Fachgruppe nahmen 38 bzw. 46 Vertreter von 25 bzw. 31 Firmen und Hochschulen teil (siehe Bild 5).

### Teilnehmer an den ITG-FG 5.4.1-Treffen



**Bild 5:** Teilnehmer an den bisherigen Treffen der ITG-FG 5.4.1

Einige der Ziele dieser Fachgruppe sind:

- Austausch und Auswertung von Erfahrungen und Informationen
- Veranstaltung von Diskussionssitzungen, Workshops, Seminaren und Kongressen
- Erarbeitung von Richtlinien und Empfehlungen
- Zusammenarbeit mit in- und ausländischen Vereinigungen
- Initiierung von und Mitarbeit bei nationalen und internationalen Forschungs- und Entwicklungsprojekten im Bereich Herstellung und Einsatz von Polymer-LWL,
- Herausgabe technisch-wissenschaftlicher Publikationen, - Informationsaustausch.

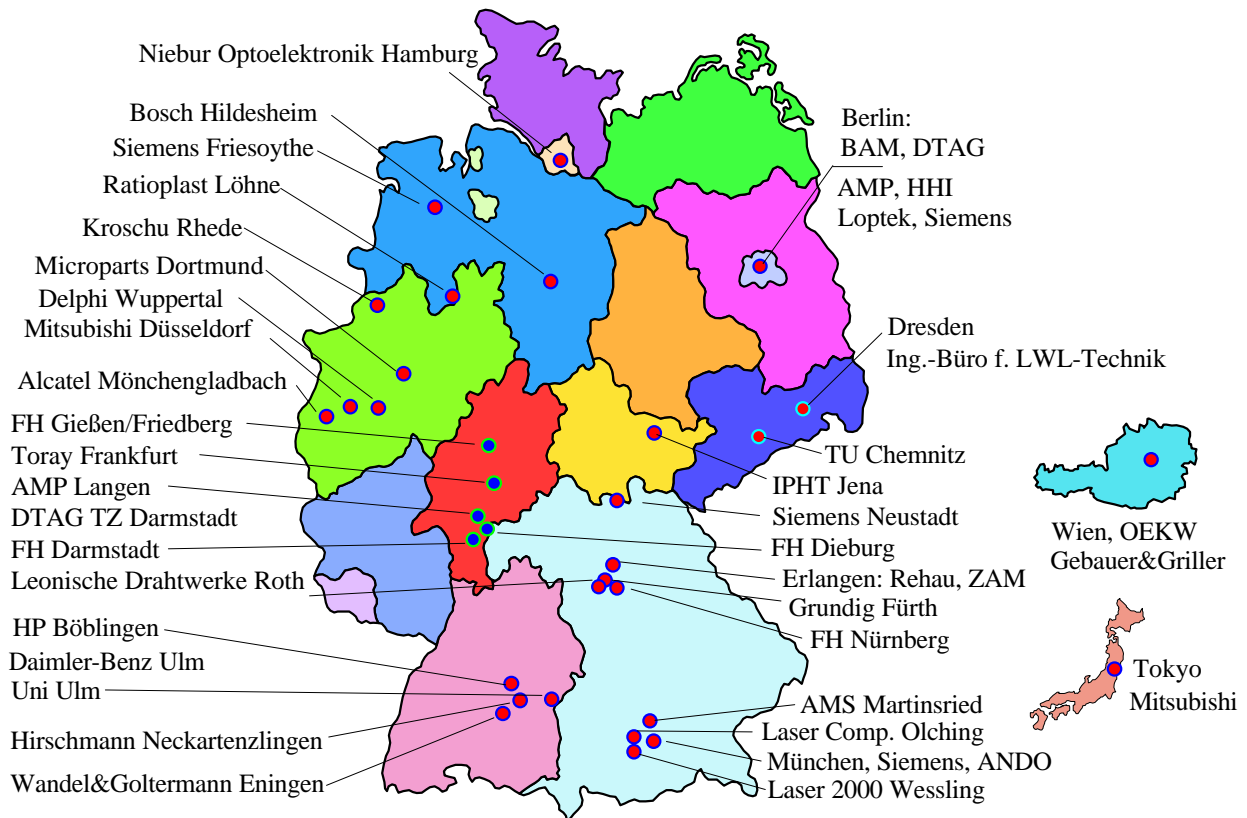
Zur besseren Koordination der Arbeit wurden Gruppen mit den Schwerpunkten

- \* Organisation der POF'98 in Deutschland,
- \* Marktanalysen/Anwendungen/Vergleich mit anderen Medien,
- \* Meßtechnik, Faserherstellung/Kabel,
- \* Standards, aktive und passive Komponenten (Stecker, Dioden ...),
- \* Sensorik sowie
- \* Beleuchtungstechnik/Anzeigesysteme gebildet.

Zukünftig sind jährlich 2 Treffen der Fachgruppe geplant. Dabei soll ein wichtiger Termin die Vorbereitung und Durchführung der 7. Internationalen Konferenz zu "Plastic Optical Fibers & Applications" in Berlin im Oktober 1998 sein.

Im letzten Bild wird eine Zusammenstellung aller Teilnehmer der ersten beiden Fachgruppentreffen gezeigt. Interessenten an der Fachgruppe oder einer ihrer Arbeitsgruppen können gerne mit dem Verfasser oder der ITG-Geschäftsstelle Kontakt aufnehmen. Informationen sollen zukünftig auch im Internet zu finden sein:

<http://www.uni-ulm.de/lomi/pof/>



**Bild 6:** Teilnehmer der ersten beiden FG-Treffen der ITG-FG 5.4.1

Einen Bericht über verschiedene deutsche Aktivitäten sowie die Arbeit der ITG-Fachgruppe ist auch in [7] zu finden.

## Literatur:

- [1] ""Grünes Licht" für die Hausverkabelung - eine Alternative zur bisherigen Polymerfasernutzung?", Telekom praxis, 7/1997. pp. 36-41
- [2] O. Ziemann: "Bi-Directional Transmission over Plastic Optical Fibers", POF'97, Kauai, 22.-25.Sept.97 pp. 48-49
- [3] Y. Koike: "High Bandwidth, Low Loss Polymer Fibers", ECOC'92, Inv. Pap. pp. 679-686
- [4] M. Murofushi (Asahi Glass Co., Yokohama): "Low loss perfluorinated POF", POF'96, Paris Oct. 1996, pp. 17-23
- [5] CYTOP Optical Fiber For Gigabit Communication, Lucina, Technical Reference Data, Asahi Glass Company, Sep. 1997
- [6] O. Ziemann: "Grundlagen und Anwendungen der optischen Polymerfaser", Der Fernmeldeingenieur, 11,12/1996
- [7] O. Ziemann, W. Daum, K.-F. Klein, H. Poisel: "Status of Polymer Optical Fibers in Germany", POF'97, Kauai, 22.-25.Sept.97 pp. 62-63