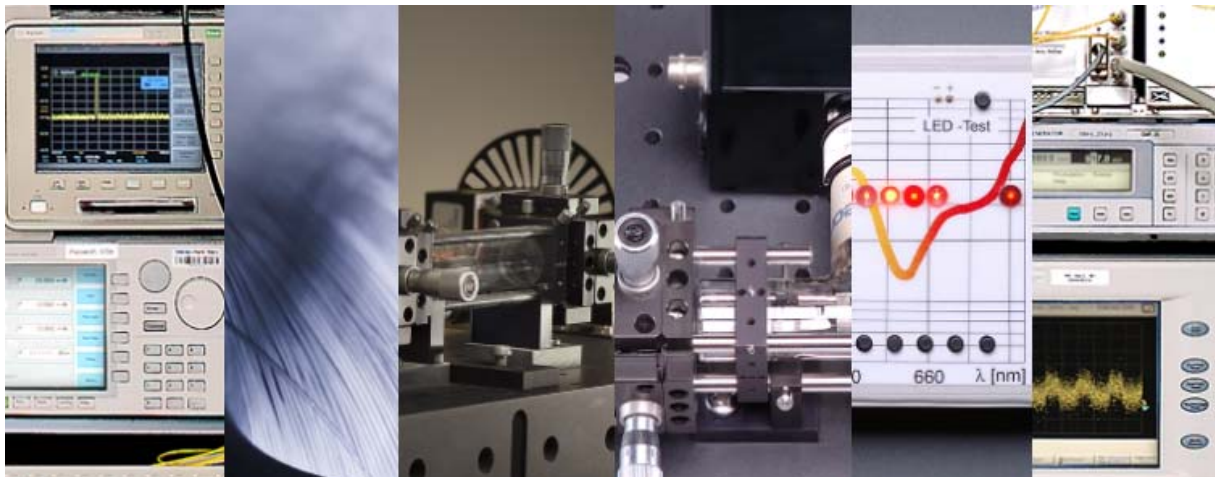




# FIT im Harz

Kostengünstiges Triple Play  
(Fernsehen, Internet und Telefonie) in der  
Inhauskommunikation über optische Polymerfasern  
für die Harzregion



HOCHSCHULE  
**harz**

Prof. Dr. rer. nat. et Ing. habil. Ulrich Fischer-Hirchert  
Lehrstuhl für Kommunikationstechnik,  
Hochschule Harz  
Friedrichstraße 57-59, D-38855 Wernigerode  
<http://ufischerhirchert.hs-harz.de>

# I. Allgemeines

Akronym – **FIT im Harz**- Fernsehen, Internet und Telefon über optische Polymerfasern für die Harzregion

## a) Arbeitsbereiche und Arbeitsrichtung

Das Projekt „FIT im Harz“ beschäftigt sich mit den Grundlagen und Erweiterungsmöglichkeiten von Kurzstreckenübertragungssystemen im Inhausbereich über optische Polymerfasern und ist daher der Informations- und Kommunikationstechnik (IuK) bzw. den Hardware- und Kommunikationstechnologien innerhalb des Kompetenzzentrums zuzuordnen.

## b) Voraussichtliche Gesamtdauer

Das konkrete Forschungsprojekt hat noch nicht begonnen und es ist eine Förderung bis zum 31.12.2013 notwendig. Es werden eine Vollzeitstelle E13 mit 50.000€ Personalkosten und ca. 15.000€ an Sachmitteln pro Jahr benötigt.

## c) Zusammenfassung

Durch die Breitbandinitiative des Bundes und die zunehmende Verbreitung von FTTH (Glasfaseranbindung bis zum Haus) stehen in naher Zukunft einer großen Anzahl von Häusern Datenraten von bis zu 100Mbit/s zu Verfügung. Diese Datenraten sollen natürlich auch sinnvoll im Haus nutzbar sein und das möglichst in allen Räumen. *Die vorhandenen lokalen Netzwerk (LAN) -Lösungen sind zumeist entweder in der Datenrate, im Formfaktor, in den Kosten oder in der Datensicherheit stark eingeschränkt:*

**Eine vielversprechende Lösung stellen lokale Netzwerke mit optischen Polymerfasern (POF) dar.**<sup>1,2</sup>

Diese sind kostengünstig, leicht und extrem platzsparend (nur 1mm Durchmesser) verlegbar und dabei sehr einfach in ihrer Handhabung. Das in der Glasfasertechnik etablierte Wellenlängenmultiplexverfahren (WDM-Verfahren) hat das Potenzial, die Übertragungskapazität der POF auf über 10Gbit/s zu erhöhen. Dafür sollen die im Vorgängerprojekt BRIGHT, in der Dissertation von Dr. Haupt und in den Patenten erarbeiteten Funktionsbauelemente, sog. Multiplexer (MUX) und Demultiplexer (DEMUX), praktisch realisiert und im Regionalverbund des NEMO-Netzwerks POF-LAB zur Marktreife gebracht werden. Damit wird die neue POF-Technologie als Basis für einen Wachstumskern aufgestellt.

**Im Projekt „FIT im Harz“ wird das aussichtsreiche Wellenlängenmultiplexverfahren für die POF im Kurzstreckenbereich als zukunftsweisendes Übertragungsmedium in Zusammenarbeit mit regionalen Partnern erforscht, um sowohl die Wirtschaftskraft der regionalen Betriebe durch innovative neue Technologien zu stärken, als auch die Forschungskapazität der Hochschule national und international weiter auszubauen.**

---

<sup>1</sup> M. Bloos, O. Ziemann, H. Poisel: „Moderne breitbandige Heimverkabelung mit Polymerfasern“, Workshop "Smart House - eine unendliche Geschichte oder gibt es einen Nutzen?", BFE Oldenburg, 27.04.2005

<sup>2</sup> Werner Daum, Jürgen Krauser, Peter E. Zamzow, Olaf Ziemann, „POF Optische Polymerfasern für die Datenkommunikation“ ISBN: 3-540-41501- Springer Verlag 2008

## II. Stand der Forschung, eigene Vorarbeiten

### a) Stand der Forschung

Im Folgenden sollen die augenblicklichen Möglichkeiten der Inhauskommunikation weiter dargestellt werden. Ein typisches Szenario ist in Abbildung 1 zu sehen. Durch den Ausbau der Breitbandanbindung<sup>3</sup> in Deutschland entsteht eine erhöhte Nachfrage nach leistungsfähigen Lösungen der Inhausvernetzung (Abbildung 2).

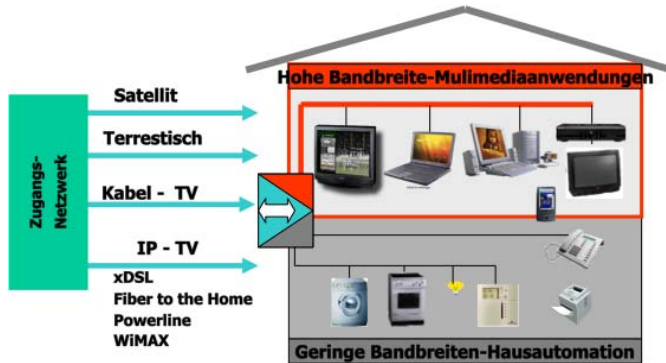


Abbildung 1: Inhausvernetzung (Quelle: Firma Rutenbeck)

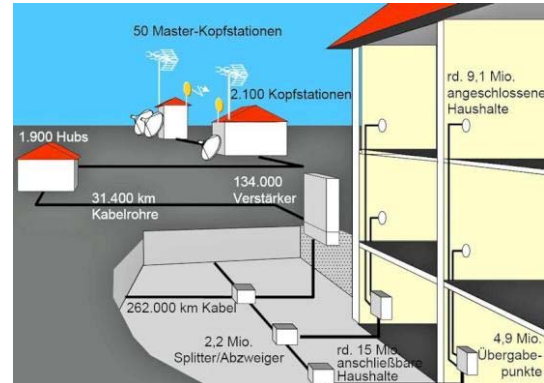


Abbildung 2: Breitbandzugangnetz (Quelle: Kabel Deutschland)

Dazu stehen mehrere Substitute zur Verfügung. Diese wurden im Projekt BRIGHT eingehend betrachtet und bewertet (Tabelle 1).

Technik	Zugesicherte Datenrate	Reichweite	Sicherheit	Kosten	Handhabung	Verlegbarkeit	Summe
Twisted-Pair-Kabel	+	0	0	++	-	0	2+
Koaxialkabel	0	0	0	+	0	0	1+
Glasfaser	++	++	++	--	--	-	1+
Polymerfaser	-	0	++	+	+	+	4+
WLAN	--	-	--	++	++	++	1+
Powerline	-	-	--	+	+	++	0

Tabelle 1: Vergleich von Übertragungsmedien in der Inhauskommunikation

Daher war und ist es notwendig die Polymerfaser für die Hausverkabelung gerade in Verbindung mit FTTH (Glasfaserverbindung zum Haus) weiter zu untersuchen und die noch offenen Probleme anzugehen.

Es fehlte bisher an strukturierter Verkabelung und Interoperabilität zwischen den einzelnen Bauteilen zur Datenübermittlung via POF. Die Interoperabilität bei 100Mbit/s wurde in enger Kooperation mit den entsprechenden auf dem Markt vertretenden Firmen (Rutenbeck, Ratioplast, Diemount, Firecomms) im Technikum untersucht und dieses Problem gelöst.

Die strukturierte Verkabelung und damit einhergehend die Standardisierung des Übertragungsmediums und seiner Bauteile wurde mit Fachkollegen in der extra dafür gegründeten VDE DKE Gruppe POF<sup>4</sup> erörtert und ein Fahrplan aufgestellt. In dieser Fachgruppe sind alle europäischen Hochschulen, Forschungseinrichtung und Firmen, die auf dem Gebiet der POF-Übertragung forschen und Entwickeln, vertreten.

Aus den eigenen Forschungsaktivitäten in BRIGHT und durch intensiven Austausch mit Fachkollegen wurde ersichtlich, wo die Polymerfaser noch Schwachpunkte hat, um den endgültigen Marktdurchbruch zu erreichen.

Neben den aufgezeigten Punkten sind vor allem die Defizite in der geringen Datenrate und der unzureichenden Reichweite der Faser zu suchen. Daher wurden diese Punkte intensiv im BRIGHT Projekt untersucht.

Um die Datenrate zu erhöhen, wurde das in der Glasfasertechnik etablierte Verfahren des Wellenlängenmultiplex (WDM) auf die POF übertragen. Auch wenn diese Faser komplett unterschiedliche physikalische Eigenschaften aufweist, konnten doch die Grundkonzepte als Startpunkt für die eigenen Forschungsarbeiten dienen.

Mittlerweile ist die Forschergruppe um Prof. Fischer-Hirschert weltweit wohl führend auf dem Gebiet des WDM-

<sup>3</sup> Vgl. <http://www.zukunft-breitband.de/>

<sup>4</sup> AK 412.7.1 „Optische Datenübertragung über Polymerfasern (POF), WG 412.7.1 „Optical Data Transmission Over Plastic Optical Fibre

Verfahrens für POF. Dies manifestiert sich auch durch vier veröffentlichte Patente und einem eingerichteten Patent. Diese beschreiben verschiedene Ansätze zur Realisierung des WDM-Verfahrens. Darüber hinaus sind **über 30 nationale und internationale Veröffentlichungen**<sup>5,6</sup> in BRIGHT und im Vorgängerprojekt OPTOREF zum dem Themenkomplex entstanden. Diese sind aus Platzgründen im Anhang bzw. auf den unten stehenden Internetseiten zu finden. Folgende fünf Veröffentlichungen sehen wir als die wichtigsten in dem Bereich an:

- Fischer-Hirchert, Ulrich H. P.; Haupt, Matthias, „Prism-Spectrometer as Demultiplexer for WDM over POF“, Proceedings of the 17th International Conference on Plastic Optical Fibers, Santa Clara 2009
- Fischer-Hirchert, Ulrich H. P.; Haupt, M., „Simulation of a Rowland spectrometer for optical communication over POF“, SPIE Proceedings Vol. 7100, SPIE Europe Optical Design and Engineering, Glasgow GB 2008
- Fischer-Hirchert, Ulrich H. P.; Windel, T.; Haupt, M.; Lutz, D., WDM-Übertragung für "Triple Play" über Standard-POF, In: ITG-Tagung Kommunikationskabelnetze, Köln, pp 109-113, 2008
- Fischer-Hirchert, Ulrich H. P.; Haupt, M., „Multi-colored WDM over POF system for Triple-Play“, SPIE Proceedings Vol. 6992, SPIE Photonics Europe 2008, Strasbourg France
- Fischer-Hirchert, Ulrich H. P.; Haupt, M., „Design and development of a MUX/DEMUX element for WDM communication over SI-POF“, In: IEEE 2nd Electronics System-Integration Technology Conference, London GB 2007

### Stand der Wissenschaft

Die Glasfasertechnik hatte mithilfe der sprunghaften Entwicklung der Übertragungsbandbreiten in den letzten 15 Jahren für eine bahnbrechende Einführung des Internets bzw. WWW in den Alltag der Bürger und Firmen gesorgt. Die dazu notwendigen Techniken für die Entwicklung der optischen Übertragungsstrecken können anhand der zugehörigen Schlüsselbauteile leicht dargelegt werden: **Sender** (Laser, LED), **Multiplexer** (MUX) für die Wellenlängenmultiplextechnik (WDM-Technik), **Fasern**, **optische Verstärker**, **Koppler**, **Demultiplexer** (DEMUX) und **Empfänger**.

Großen Anteil hatten die technologische Entwicklung schneller Sender und Empfänger, als auch die Verfügbarkeit exzellenter Fasern mit extrem geringer Dämpfung. Allerdings hatte die Einführung der WDM-Technik mit der einfachen Zuschaltung vieler Sender mit verschiedenen „Farben“ durch MUXer und DEMUXer in Kombination mit den optischen Verstärkern den wesentlichen Anteil an der Bandbreitenerhöhung. Im Bereich des POF wird eine dazu analoge Technologieentwicklung erwartet. WDM-Verfahren

Das WDM-Verfahren ist eine optische Multiplextechnik (Abbildung 3), die zu einer besseren Ausnutzung der Lichtwellenleiter-Kapazität führt und damit

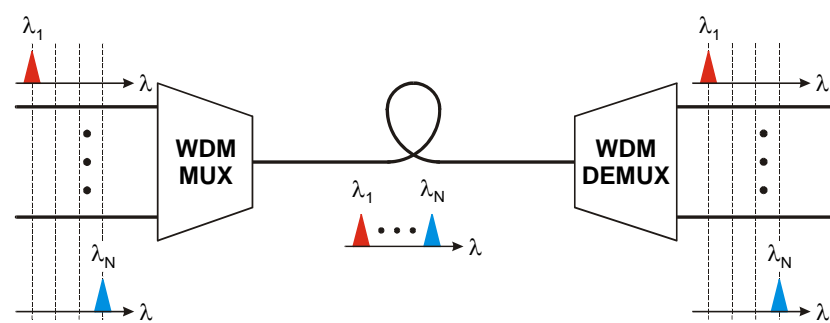


Abbildung 3: WDM-System

die Datenrate um ein Vielfaches erhöht. Bei der WDM-Technik werden unterschiedliche Farben (Kanäle) mit Lichtwellenlängen von 400 bis 700 nm zur parallelen Übertragung von mehreren Signalen genutzt. Allerdings ist es notwendig, die Übertragungskanäle international zu normieren, analog der Normung über die ITU-Empfehlungen für die Glasfaser (G652), an der Prof. Fischer-Hirchert zu Beginn der 90er Jahre mit seinen Forschungen zur Wellenlängenreferenz<sup>7</sup> am Berliner Heinrich-Hertz-Institut elementaren Anteil hatte.

Zum WDM-Verfahren über POF wurden 1988 die ersten tiefer gehenden Arbeiten von Uehara und Mizusawa<sup>8</sup> mit einem bidirektionalen Demultiplexer als Labormuster veröffentlicht.

Eine über den Laboraufbau hinaus realisierte Lösung für einen bidirektionalen Demultiplexer zeigten erstmals Junger et al.<sup>9</sup> 2002. Als Übertragungsmedium wurde eine Stufenindex-POF (SI-POF) verwendet, die Anzahl der Kanäle war auf drei festgelegt. Die Trennung bzw. Zusammenführung der verschiedenen Kanäle wurde mithilfe von Interferenzfiltern realisiert. Die Lösung erfüllt zwar die Anforderungen an einen Demultiplexer bzw. Multiplexer für eine Übertragung über Standard-POF, jedoch ist der Aufbau mit sehr hohen Kosten verbunden - insgesamt über 10.000 € fallen lt. Angebot vom Fraunhofer IIS für die Realisierung einer WDM-Übertragungsstrecke an.

Auch das POFAC in Nürnberg stellt zwei mögliche Realisierungsansätze vor.<sup>10,11</sup> Die erste Idee stammt aus dem Jahr 2003 und benutzt zwei senkrecht zueinander angeordnete wellenlängenselektive Filter zur Übertragung von

<sup>5</sup> <http://ufischerhirchert.hs-harz.de/Veroffentlichungen>

<sup>6</sup> [http://www.forschung-sachsen-anhalt.de/index.php3?option=projektleiter\\_detail&pid=37998](http://www.forschung-sachsen-anhalt.de/index.php3?option=projektleiter_detail&pid=37998)

<sup>7</sup> Vgl. U. Fischer, C. v. Helmolt: „Absorption Spectra of excited Kr 84 States between 1.5μm and 1.58μm and their Use for Absolute Frequency Locking“, Journal of Lightwave Technology, Vol 14, No 2, pp 139-143 (1996); U. H. P. Fischer, C. v. Helmolt: „Saturation and Isotopic Shift of the Kr 84 Excited-state Transition at 1547.825nm“, Photonics Technology Letters, Vol. 7, No. 1, pp 65-67 (1995).

<sup>8</sup> Vgl. Uehara, Mizusawa, „POF WDM video transmission system for the long wavelength band region“, 7th International POF Conference 1998 in Berlin.

<sup>9</sup> Vgl. Junger, „Wellenlängenmultiplex zur Multimediaübertragung in Gebäudenetzen“, 9. ITG Fachtagung in Köln 2005.

<sup>10</sup> Vgl. L. Bartkiv, O. Ziemann and H. Poisel, „A 3-Channel POF-WDM System for Transmission of VGA-Signals“, ICPOF 2003.

<sup>11</sup> Vgl. L. Bartkiv, Y. Bobitski and H. Poisel, „Wavelength Demultiplexer with Concave Grating for GI-POF Systems“, ICPOF 2004.

drei Farben. Aufgrund der Komplexität des Aufbaus wurde dieser nicht über einen Laboraufbau hinaus verfolgt. Der zweite Ansatz aus dem Jahr 2004 benutzt den infraroten Wellenlängenbereich und ist damit nicht mit den anderen Ansätzen vergleichbar.

**Es ist also festzuhalten, dass es bisher keine massenmarktauglichen Realisierungen für ein WDM-System über SI-POF gibt. Daher wird sich das Projekt „FIT im Harz“ der Realisierung des DEMUX-Systems widmen. Dabei wird die Datenrate durch kostengünstige Schlüsselbauteile um ein Vielfaches erhöht.**

## b) Eigene Vorarbeiten / Arbeitsbericht

Eigene Vorarbeiten im optischen Polymerfaserbereich werden an der HS Harz seit Jahren aufbauend auf den langjährigen Erfahrungen im WDM-Glasfaserbereich intensiv verfolgt.

Das WDM-Prinzip für POF zur Datenratenerhöhung ist im Rahmen der Projekte (OPTOREF und BRIGHT) intensiv untersucht worden (Abbildung 4 und Abbildung 5). Das Licht des Senders mit den überlagerten Wellenlängen wird über eine POF in den DEMUX eingekoppelt. Im Bauteil wird das divergente Strahlenbündel fokussiert (2) und in seine monochromatischen Anteile getrennt (3). Das nun spektral zerlegte Licht wird entweder in Ausgangs-POFs weiter geführt oder auf dort fixierte Empfangsdioden geleitet (4):

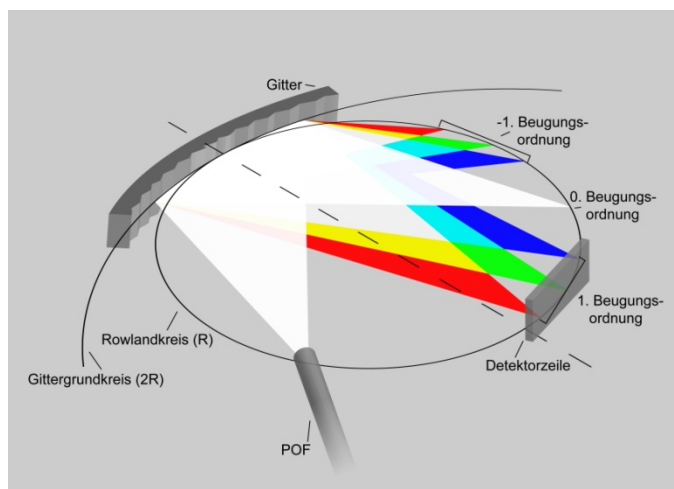


Abbildung 4: Schematischer Aufbau des Demultiplexers in Rowland-Spektrometerform

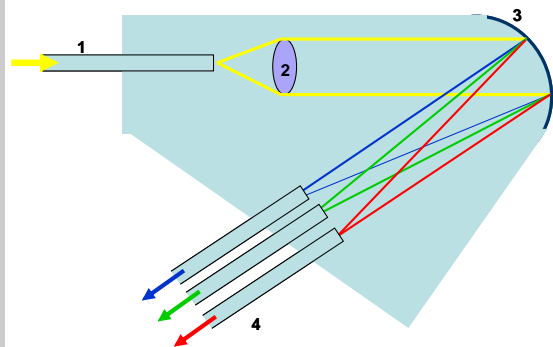


Abbildung 5: Vereinfachtes Prinzip des integriert-optischen POF-Demultiplexers

**Die Datenrate erhöht sich mit der Anzahl der übertragenen Wellenlängen (Farben) somit multiplikativ.**

In den Vorgängerprojekten wurden einige Schlüsselemente wie der MUX/DEMUXer neu überdacht und in Simulationen sowie im Systemtestbett an die Anforderungen der Polymerfasertechnik angepasst:

- Mögliche Herstellung in massentauglicher Mikrospritzgusstechnik
- Sehr kleiner Formfaktor, um Einbau in integrierte Sende-/Empfangsmodule zu ermöglichen
- Kein Bruch im Materialsystem: optische Transmissionsparameter dadurch optimal
- Bauteilpreise im 10 €Bereich

Als Kooperationspartner für die kostengünstige Fertigung in Spritzgusstechnik steht die Fa. FWB-Kunststofftechnik GmbH in Pirmasens zur Seite (LOI im Anhang), mit der die Hochschule bereits erfolgreich Projekte angegangen ist (z.B. ZIM Projekt POFSPPLIT). Die Expertise auf dem Gebiet der WDM-Technik wird durch fünf gehaltene Patente<sup>12,13,14,15</sup> und zahlreiche Kernveröffentlichungen zum Thema WDM over POF unterstrichen.

### Arbeiten im Technikum

Im Rahmen des KAT-Projektes BRIGHT wurden im Weiteren zwei technische Arbeitsfelder abgedeckt. Dies ist zum **Ersten** der

- Aufbau eines POF-Demonetzwerkes zum Test kommerziell erhältlicher POF-Systeme, sowie der
- Demonstration der Interoperabilität von Systemen unterschiedlicher Hersteller.

Zum **Zweiten** ist ein

- Lehrgang entwickelt worden, um die POF-Technologie in der beruflichen Ausbildung zu etablieren.

<sup>12</sup> WO/02007045214 A1: Multiplex-Transmitter für Polymer fiber transmission

<sup>13</sup> WO/02007045213 A1: Demultiplex-Receiver für Polymer fiber transmission

<sup>14</sup> WO/02007098731 A1: Multiplex-Transceiver für Polymer fiber transmission

<sup>15</sup> DE102007020138A1: Optische Frequenzweiche

<sup>16</sup> DE 10 2009 028 559.8. optischer Demultiplexer

Dieser KMU-Lehrgang und das Technikum ist erfolgreich durch die dibkom<sup>17</sup> zertifiziert worden.

### **Technische Ausstattung/ technischer Aufbau des POF-Technikums**

Das POF-Technikum wurde mit einem voll funktionsfähigem Netzwerk ausgerüstet, welches komplett mit POF-Komponenten verkabelt ist. Einzig als Verbindung der Netzwerkdoesen mit den Endgeräten kommen elektrische Netzkabel zum Einsatz. Dieses Netzwerk simuliert eine typische strukturierte Hausinstallation mit 4 Wohneinheiten und bildet alle dafür notwendigen Komponenten und Funktionen ab.

In Abbildung 6 ist der derzeitige Ausbaustand zu sehen. Der Aufbau wurde teilweise von studentischen Hilfskräften, allesamt Studierende der Hochschule Harz, im Rahmen eines Teamprojektes durchgeführt und kann somit als praxisnahe Ergänzung zur Vorlesungen im Rahmen der Hochschulausbildung betrachtet werden.

Die rechte Seite von Abbildung 6 zeigt die im Rahmen des Technikums aufgebaute Demowand mit gesponsorten Bauteilen der verschiedenen Hersteller von POF-Transceivern (diese Abbildung zeigt aber nicht den kompletten Aufbau der POF-Verkabelung).

#### **Beschreibung des Aufbaus:**

Als zentrales Element agiert der in der Mitte von Abbildung 6 angebrachte zentrale Switch, der mit SFP-Modulen ausgestattet ist. Bei diesem Switch bestände die Möglichkeit die zur Zeit verwendeten POF-SFP-Module gegen Glasfasermodule bzw. elektrische (RJ45-) Module auszutauschen. Geplant ist allerdings diesen durch einen inzwischen gelieferten POF-Switch von Fa. Homefibre<sup>18</sup> auszutauschen bzw. zu ergänzen, der rein optische Ein- und Ausgänge besitzt. Für das Management des Netzwerkes dient eine handelsübliche Fritzbox, welche die Rolle des DHCP-Servers und DSL-Routers übernimmt. Im unteren Bereich der Abbildung 6 sind Verkabelungsbeispiele aufgezeigt. So ist es möglich verschiedene Netzwerkstrukturen aufzubauen, wie eine Stern- bzw. Ringstruktur, was hiermit auch praktisch demonstriert wurde. Ein „Highlight“ ist im oberen Bereich der Abbildung 6 zu erkennen. Zukünftig ist es unabdingbar, Netzwerke aufzubauen, die für das in aller Munde befindliche Triple-Play geeignet sind, das heißt die Netzwerkinfrastruktur muss neben der Übertragung der klassischen Netzwerkkommunikation, auch zusätzlich für die Übertragung von TV-Signalen (IP-TV) und Telefonie (VoIP) ausgelegt sein. Um die Übertragung eines Fernsehsignals via IP-TV-Stream aufzuzeigen wurde ein handelsüblicher DVB-T-Tuner (Dreambox) so umprogrammiert, dass das aktuelle Fernsehprogramm via Stream bereit gestellt und über das POF-Netzwerk übertragen und auf einem PC (Laptop) abgespielt wird. Im zukünftigen Projekt soll hier eine Übertragung zu einem IP-Fernseher realisiert werden.

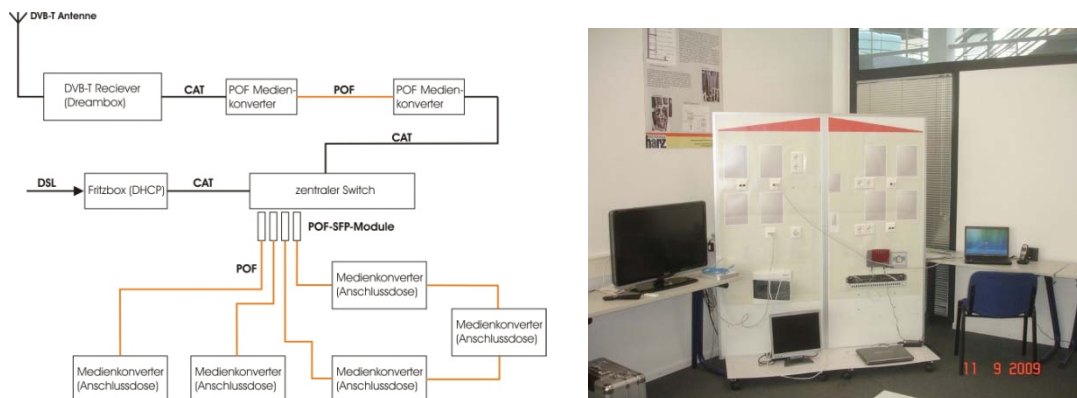


Abbildung 6: Schemaskizze (links) und Foto (rechts) des Netzwerkaufbaus für POF im Technikum

Dieser Teil des Projektes wurde durch viele Projektpartner unterstützt, zum Ersten sei an dieser Stelle das NEMO POF-Lab<sup>19</sup> genannt, welches die Räumlichkeiten im IGZ stellt, sowie einige Anschaffungen in diesem Zusammenhang getätigt hat. Des weiteren wurden von den Projektpartnern Ratioplast Optoelectronics und Rutenbeck Bauteile in erheblichem Umfang zur Verfügung gestellt (ca. 7000€), wie zum Beispiel Medienkonverter, POF-Netzwerkadapter usw.. Als weiterer Projektpartner trat die HarzOptics GmbH auf, die ihrerseits Kabel, Medienkonverter, sowie ihr POF-WDM-Lehrsystem zur Verfügung stellte.

Im neuen Projekt „FIT im Harz“ soll der Ausbau des Technikums zum Industrieapplikationslabor oder auch „Usability-Lab“ erfolgen, das heißt zu einer Zertifizierungsstelle für POF-Bauteile und –komponenten.

Weiterhin ist geplant, in enger Zusammenarbeit mit der Hochschule Harz/Labor von Prof. Strack eine direkte Videoübertragung via IP zu realisieren. Dazu soll an der Hochschule ein Videostream zur Verfügung gestellt werden, der dann im Technikum angezeigt werden kann. Um diese fortschrittliche Technik in Kombination mit den von Prof. Strack entwickelten Sicherheitsstandards zu untersuchen.

<sup>17</sup> [http:// www.dibkom.org](http://www.dibkom.org)

<sup>18</sup> [http://homefibre24.at/epages/hom259.sf/de\\_DE/?ObjectPath=/Shops/hom259/Products/OMS126S-220/SubProducts/OMS126S-220](http://homefibre24.at/epages/hom259.sf/de_DE/?ObjectPath=/Shops/hom259/Products/OMS126S-220/SubProducts/OMS126S-220)

<sup>19</sup> [http:// www.pof-lab.de](http://www.pof-lab.de)

## Industrielle Aus- und Weiterbildung zur Nutzen regionaler KMU

Im Laufe des Projektes BRIGHT sind die Lehrinhalte für einen Lehrgang zum „Zertifizierten POF-Techniker“<sup>20</sup> ausgearbeitet worden, welcher schon erfolgreich angeboten wurde und weiterhin angeboten wird. Die Zertifizierung der KMU Partner erfolgt durch die dibkom, dem Deutschen Institut für Breitbandkommunikation GmbH.

Der Erarbeitung der Lehrinhalte erfolgte in Kooperation mit verschiedenen Projektpartnern, u.a. der bfe Oldenburg (Bundestechnologiezentrum für Elektro- und Informationstechnik), einem Dienstleister im Bereich Weiterbildung für die Elektrotechnik, dem OptechNet der Uni Duisburg und dem POF-AC der FH-Nürnberg. In einem Lehrbuch „Multimediahandbuch“<sup>21</sup> sind Inhalte der POF-Technologie und deren Verarbeitung im Inhausbereich vom Lehrstuhl eingeflossen und ergänzt worden.

Die Lehrgänge werden bundesweit durch die unterschiedlichen Partner durchgeführt, der nördliche Teil Deutschlands wird durch die bfe Oldenburg, der westliche Teil durch die Uni Duisburg/Essen und der südliche Teil durch das Glasfaserschulungszentrum der Firma Diamond abgedeckt. Der Bereich Mitteldeutschland wird durch die Hochschule Harz/HarzOptics GmbH bedient.

Als größte Zielgruppe für den zertifizierten POF-Lehrgang gelten IT-Installationsunternehmen, wobei dies alle Mitarbeiter, angefangen vom Handwerksgehilfen, Meister, bis zum Ingenieur erfasst. Eine weitere wichtige Zielgruppe stellen Architekten und Netzwerkplaner dar, um Ihnen die Grundlagen dieser relativ neuen Technologie zu vermitteln und zu befähigen diese Technologie zu nutzen und Netzaufbauten zu planen. Auch für Ingenieure, bzw. auch Vertriebsingenieure ist dieser Lehrgang zum tieferen Verständnis der POF-Anwendung notwendig und bietet somit unseren Projektpartnern die Möglichkeit ihr Personal auf einfache Weise schulen zu lassen.

Der Lehrgang gliedert sich in drei verschiedenen Teile, die in einem zeitlich gesetzten Rahmen von 24 Unterrichtsstunden mit theoretischen Grundlagen und praktischen Laborübungen integriert sind.

### c) Erfolgte Kooperationen mit internen und externen Partnern

Aus dem Projekt BRIGHT konnten erfolgreich mehrere Kooperationen mit industriellen Partnern eingeworben werden. Auch konnten ausgehend von diesem beantragten Projekt ist zu erwarten, dass weitere Drittmittelprojekte werden. Während der Projektlaufzeit von BRIGHT konnten so über **240.000€** an **Drittmittel** eingeworben werden. Dies entspricht einer **Drittmittelquote von 145%** und liegt somit weit über den geforderten 10% Eigenanteil und zeigt, dass auf Seiten von Industrie und Wirtschaft ein hoher Bedarf bezüglich dieser Thematik besteht. Für das neue Projekt FIT im Harz ist ein weiterer deutlicher Ausbau dieser Wertschöpfung zu erwarten.

Weiterhin konnten direkte Industriemittel von über 6500€ dem Projektkonto gutgeschrieben werden.

Aus dem aktuellen Projekt BRIGHT heraus konnten folgende zusätzliche Forschungsanträge gestellt werden:

So war es schon am Anfang der Projektlaufzeit aufgrund der guten Vorarbeiten in OPTOREF möglich ein NEMO Netzwerk des BMWi zum Thema Kunststofffasern zu gründen. Dieses NEMO POF-LAB hat bis heute regionale und überregionale Partner zusammengeführt, um diese vielversprechende Technologie der POF voranzutreiben.

In 2009 konnte dann aufbauend auf den Forschungsergebnissen und der engen Zusammenarbeit mit den Projektpartnern ein ForMaT (Forschung für den Markt im Team) Antrag mit dem Titel „Schlüsselemente für optische Polymerfasern“ beim BMBF beantragt werden. Dieser wurde positiv beschieden und so konnten zwei Vollzeitstellen geschaffen und insgesamt 100.000€ an Drittmittel eingeworben werden.

Anfang 2010 konnten dann in Zusammenarbeit mit der FWB Kunststofftechnik ein ZIM (Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand) Antrag beim BMWi beantragt werden. Die positive Bescheidung dieses Projektes beruht maßgeblich auf der vorher im BRIGHT Projekt schon engen Zusammenarbeit der beiden Partner. Dieses ZIM Projekt trägt den Titel „POFSPLIT“ und beschäftigt sich mit der kostengünstigen Entwicklung und Herstellung eines Kopplers für POF Netzwerke. Einem anderen essenziellen Funktionsbauteil für optische Kommunikationsnetze mit Kunststofflichtwellenleiter. In diesem Projekt wurden über 100.000€ an Drittmittel eingeworben.

Seit 1.4.2010 wird in Kooperation mit Prof. Beck vom Fachbereich Verwaltungswissenschaften und Prof. Strack vom Fachbereich Automatisierung und Informatik ein Projekt zur Einführung von innovativen Breitbanddiensten auch über Inhaus-POF-Netzwerkverkabelung für ältere Mitbürger im Bereich AAL (Ambient Assisted Living) bearbeitet. Dieses Verbundprojekt hat auch seine Wurzeln im KAT der Hochschule Harz, wo es erstmals möglich war, interdisziplinär zu arbeiten und so ganz neue Forschungsfelder anzugehen. Dieses Projekt trägt den Titel „Technikgestützte Pflege-Assistenzsysteme und rehabilitativ-soziale Integration unter dem starken demografischen Wandel in Sachsen-Anhalt“ und wird vom Land Sachsen-Anhalt in der Exzellenzinitiative gefördert.<sup>22</sup>

Seit Beginn des Jahres 2009 ist in Kooperation mit dem Aninstitut HarzOptics GmbH das gemeinsame Breit-

<sup>20</sup> [http://www.pof-lab.de/front\\_content.php?idcat=905](http://www.pof-lab.de/front_content.php?idcat=905)

<sup>21</sup> <http://www.buchhandel.de/detailansicht.aspx?isbn=978-3-9811630-1-8>

<sup>22</sup> WZW Website Demografischer Wandel: <http://www.burg-halle.de/5249.0.html>

bandzentrum Harz<sup>23</sup> (BBZ) mit Regionalfördermitteln des Landes Sachsen-Anhalt und des Landkreises Harz eingerichtet worden. Das Breitbandzentrum hat die strategische Aufgabe übernommen, den Landkreis bis Ende 2011 mit einer Breitbandinfrastruktur für Jedermann und ins letzte Dorf mit mindestens 2Mbit/s zu versehen. Dabei wird eng mit der Staatskanzlei des Landes Sachsen-Anhalt und den Fördermittelgebern für die Breitbandeinführung von Landwirtschaftsministerium zusammengearbeitet. Inzwischen ist das Projekt als offizieller Breitbandgutachter des Landes zertifiziert<sup>24</sup> und so erfolgreich, dass die Modellregion als Vorbild für das Vorgehen im gesamten Land gilt. Mehrere eingeladene Vorträge auf nationalen Workshops zu Breitband unterstützen die Vorbildfunktion des Projekts.<sup>25,26</sup>

Weiterhin besteht eine jahrelange hervorragende enge Zusammenarbeit mit der Stadt Wernigerode (Oberbürgermeister Gaffert, Wirtschaftsförderung Herr Quednau) durch gemeinsame F&E-Projekte wie z.B. den T-City-Wettbewerb und die Aufrüstung der Stadtbreitbandnetzes mit einem hochratigen Glasfaserkabelring zusammen mit der BCC GmbH Wolfsburg, deren Mitarbeiter Herr Briest ebenfalls im Breitbandbeirat vertreten ist. Weitere intensive wiss. Zusammenarbeit im Bereich POF-Zertifizierung besteht mit dem im Bereich POF-Applikationen sehr angesehenen Institut POF-AC der FH Nürnberg (Prof. Poisel, Prof. Ziemann). Gemeinsam erarbeiten wir in der Deutschen Kommission Elektrotechnik im DIN und VDE (DKE) den Bereich „Optische Datenübertragung über POF,“ und „Optical Data Transmission over Plastic Optical Fibre“ (AK und DKE-WG 412.7.1). Hier werden die zukünftigen DIN- und IEC-Normen für aktive und passive Bauteile einer POF-Übertragungstrecke nationalen und internationalen Normungsgremien zur Verabschiedung vorgeschlagen.

### III. Ziele und Arbeitsprogramm

#### a) Ziele

Die Ziele der Projektes FIT im Harz sind in drei Arbeitspakete (AP) aufgeteilt. Wie schon in Kapitel I und II dargestellt, liegt das Hauptaugenmerk des Projektes auf der Datenratenerhöhung der Inhauskommunikation via POF mit Hilfe des Wellenlängenmultiplexverfahrens. Die Arbeitspakete gliedern sich wie folgt:

- I. Technische Realisierung eines MUX/DEMUX Bauteils in Spritzgusstechnik
- II. Einbettung des MUX/DEMUX in ein Triple-Play- POF- System mit drei Wellenlängen
- III. Weiterentwicklung des Technikums im POF-LAB zu einem Usability-Lab als nationale Zertifizierungsstelle für POF –Komponenten

#### **AP 1: Technische Realisierung eines MUX/DEMUX Bauteils in Spritzgusstechnik**

##### **AP 1.1 Design und Materialwahl (Monate 1-3)**

Da die Multiplex- und Demultiplexfunktion optisch reziprok mit identischen Bauteilen realisiert werden können, ist eine getrennte Realisierung von unterschiedlichen Bauteilen nicht notwendig und es kann sich im Projekt auf ein Schlüsselement konzentriert werden. Es stehen dafür mehrere Varianten aus den eigenen Patenten zur Realisierung zur Verfügung (s. eigene Vorarbeiten). Diese sollen zunächst besonders unter dem Kontext der wirtschaftlichen und produktionstechnischen Aspekte untersucht werden. Dabei wird besonderes Augenmerk auf die Materialwahl gelegt. Diese ist ganz entscheidend für die optische Funktion und den Herstellungsprozess.

##### **AP 1.2 Optimierung (M4-8)**

Der Aufbau soll in diesem Arbeitspaket mithilfe von optischen Simulationsprogrammen virtuell aufgebaut, untersucht und optimiert werden. Die Simulation ermöglicht eine besonders effektive Herangehensweise mit vergleichbar geringem Aufwand zur Abschätzung der Übertragungseigenschaften.

##### **AP 1.3 Formteilkonstruktion (M9-12)**

Wenn das grundlegende Design erarbeitet wurde, können weitere Produktionsparameter berücksichtigt werden, die bei der Herstellung eine Rolle spielen und durch die Simulation nicht erfasst werden können. Dabei werden die Besonderheiten des Spritzguss genauso beachtet, wie die Toleranz- und Verzugsanalyse.

##### **AP 1.4 Test, Vermessung des Prototypen (M12-20)**

Auf den Resultaten der verschiedenen Arbeitspakete aufbauend, werden in mehreren Iterationsschritten mit der OvG und der FWB Kunststofftechnik Prototypen hergestellt und auf ihre mechanischen und optischen Eigenschaften untersucht. Ein 1000 h Temperaturzyklustest nach CIE-Norm in der vorhandenen Klimakammer der HS Harz ergänzt die Langzeitstabilitätsanalyse.

<sup>23</sup> <http://breitbandmodellregion.hs-harz.de>

<sup>24</sup> <http://idw-online.de/pages/de/news345300>, <http://www.sachsen-anhalt.de/LPSA/index.php?id=34533>

<sup>25</sup> U. Fischer-Hirchert „ Breitbandmodellregion Harz – ein Landkreis geht ans Netz“ 4. ITG-Fachkonferenz "Breitbandversorgung in Deutschland" 17.-18. März 2010 Berlin

<sup>26</sup> U. Fischer-Hirchert H-M Schulze „Der Harz als Breitbandmodellregion -eine Bestandsaufnahme, Strategie zur Sicherung der Zukunftsfähigkeit des Landes Sachsen-Anhalt“ 16. ITG Fachtagung „Kommunikationskabelnetze“ am 15./16. Dezember 2009 in Köln



## AP 2: Einbettung des MUX/DEMUX in ein Triple-Play- POF- System mit drei Wellenlängen

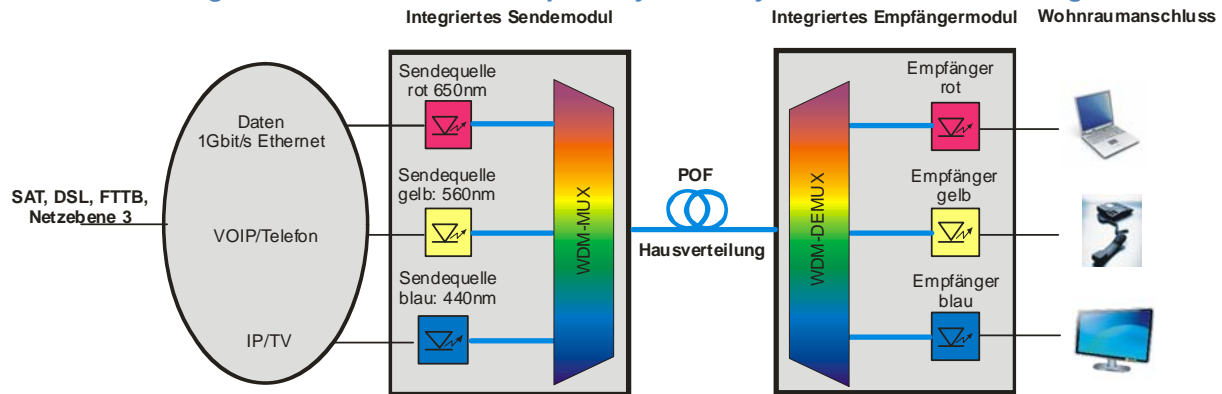


Abbildung 7: avisiertes Triple-Play-WDM-System

### AP 2.1 Design WDM mit 2 Wellenlängen (M15-16)

In diesem Arbeitspaket sind die Besonderheiten der Konzepte für Multiplextechnologien in Kombination mit der Datenübertragung im sichtbaren Wellenlängenbereich für optische Polymerfasern zu untersuchen.

### AP 2.2 Simulation Triple-Play bis 7,5 Gbit/s Ethernet (M17-18)

Ausgehend vom Grundkonzept einer Übertragungsstrecke für WDM wird mit Hilfe eines optischen Simulationsprogrammes für die Übertragungstechnik die Strecke aufgebaut und untersucht. Zuerst wird für die Anwendung des Triple-Play mit drei Farben zur Übertragung optimiert. Danach wird kontinuierlich die Übertragungsstrecke zu höheren Gesamt-Datenraten hin bis zu 3 Wellenlängen à 2,5 Gbit/s (Gesamtdatenrate 7,5 Gbit/s) optimiert (Abbildung 7).

### AP 2.3 Versuchsaufbau mit Testkomponenten (M19-20)

Um eine Verifizierung der simulierten Daten zu erhalten, wird als erster Ansatz für den realen Aufbau einer entsprechenden Übertragungsstrecke auf kommerziell erhältliche Labor-Bauteile zurückgegriffen. Der damit realisierte Aufbau wird messtechnisch erfasst.

### AP 2.4 Aufbau mit integriertem MUX/DEMUX Element (M21-24)

Die ersten fertigen Prototypen werden nun unter Laborbedingungen in eine Übertragungsstrecke integriert. Es werden dabei die wichtigen messtechnischen Größen erfasst und besonderes Augenmerk auf das Powerbudget gelegt. Dazu werden gemeinsam mit der Fa. Rutenbeck die Tests durchgeführt, mit denen ermittelt wird, ob die entwickelten Prototypen einer kommerziellen Nutzung genügen.

### AP 2.5 Werkzeugkonzept und Fertigung (M25-27)

In diesem Arbeitspaket wird aufbauend aus den bis dato gesammelten Daten das geeignete Werkzeugkonzept für die wirtschaftlich beste Herstellung des MUX/DEMUX-Elementes gewählt und immer weiter optimiert. Des Weiteren wird die Fertigung des Werkzeuges in Zusammenarbeit mit der FWB Kunststofftechnik realisiert.

### AP 2.6 Herstellung eines marktnahen Prototyps (M28-36)

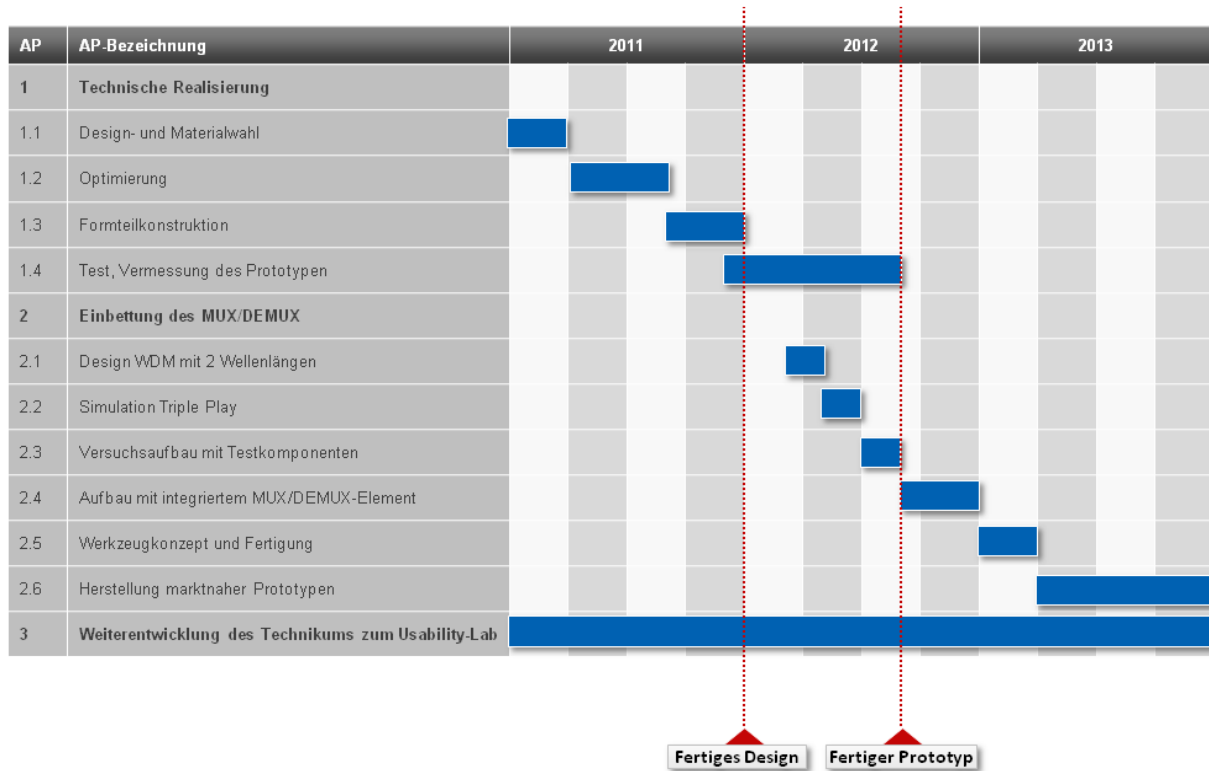
Der letzte Schritt zur Realisierung des Bauteiles ist die marktnahe Herstellung des Prototypenbauteils für mindestens 4 Farben, die im DEMUX getrennt und im MUX zusammengeführt werden können.

## AP 3: Weiterentwicklung des Technikums im POF-LAB zu einem Usability-Lab als nationale Zertifizierungsstelle für POF-Komponenten

Parallel zum AP1 wird im AP 2 das bestehende Technikum kontinuierlich zu einem Usability Lab ausgebaut. In diesem können dann neben Standardisierungs- und Interoperabilitätsprüfungen auch Schulungen für heimische Architekten und Handwerker sehr realitätsnah umgesetzt werden. Dabei wird die benötigte Hardware wie schon im Vorgängerprojekt BRIGHT von den beteiligten Firmen in das Projekt eingebracht und allen kostenlos zur Verfügung gestellt. Auch die Räumlichkeit im IGZ, die sich gleichzeitig auch als Schulungs- und Tagungsraum eignen, werden kostenlos zur Nutzung überlassen.

## b) Arbeitsplan

FIT im Harz



## c) Geplante bzw. fortgesetzte Kooperationen mit internen und externen Partnern

Wie aus dem Arbeitsplan und unter Punkt bisherige Kooperationen schon berichtet, werden die in der Tabelle 2 genannten Projektpartner sich im hier beantragten Projekt intensiv engagieren.

Das Schlüsselbauteil DEMUX soll in Mikrospritzgusstechnik und Faserziehtechnik für den Massenmarkt realisiert werden. Es ist notwendig, an der Hochschule Harz im Verbund mit den Projektpartnern Kompetenzen in der Mikrospritzgusstechnologie aufzubauen, um Prototypen vorentwickeln zu können. Die beteiligten Spritzgusshersteller sind derzeit nicht in der Lage, optische Präzisionsbauteile mit Mikrometerstrukturen und diamantbearbeiteten Oberflächen auf eigenen Produktionsmaschinen herzustellen.

Dazu steht der HS Harz die OvG / Prof. Schmidt als technologischer Partner mit der Erfahrung im Mikrospritzgussbereich eng zur Seite und es wird das vorhandene Know-how des Lehrstuhls von Prof. Schmidt zur HS Harz übertragen. Die Hauptarbeiten werden an der Hochschule Harz durchgeführt und zu den entsprechenden Experimenten wird der Projektmitarbeiter beim universitären Partner temporär vor Ort arbeiten. FWB Kunststofftechnik wird dann die Prototypenergebnisse in seine Produktion übernehmen. Die Bauteile werden dann von den weiteren Projektpartnern in ihr Produkt-Portfolio aufgenommen.

Kooperierende Universitäten und Forschungseinrichtungen	Ansprechpartner
Otto-von Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Mikrosystemtechnik IMOS, Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg	Prof. Schmidt, Institutsleiter, Einbringung der Erfahrung im Bereich Mikrospritzguss und Hot Embossing
POF-AC Nürnberg (FH Nürnberg), Wassertorstraße 10, 90489 Nürnberg	Prof. Ziemann, Institutsleiter, Zusammenarbeit in DKE AK 412.7.1, Gemeinsame Entwicklung von Funktionsbauteilen
Kooperierende Firmen	Ansprechpartner
Ratioplast Optoelectronics GmbH Jockweg 64, 32312 Lübbecke	Hr. Arndt, Geschäftsführer, Potenzieller Abnehmer der POF WDM-Bauteile, Sponsor im Technikum

Wilhelm Rutenbeck GmbH & Co. KG Niederworth 1-10, 58579 Schalksmühle	Hr. Pint, Bereichsleitung Datentechnik, Potenzieller Abnehmer der POF WDM-Bauteile, Sponsor im Technikum
NEMO POF-LAB im Innovations- und Gründerzentrum (IGZ) Dornbergsweg 2, 38855 Wernigerode	Hr. Lösler, Projektmanager POF-LAB, Partner für Feldtests im POF-Technikum
HarzOptics GmbH Donbergsweg 2, 38855 Wernigerode	Hr. Reinboth, Geschäftsführer, BRIGHT Koop-Partner, Potenzieller Abnehmer der WDM- Bauteile
FWB Kunststofftechnik GmbH, Blocksbergstraße 175, 66955 Pirmasens	Dr. Hauch, Entwicklungsleiter, Expertise für Mikrospritzguss sowie Master- und Werkzeuganfertigung, Zusammenarbeit im POFSPPLIT Projekt
Homefiber GmbH, Fratresstrasse 20,9800 Spittal a.d. Drau, Österreich	Herr Faller, Geschäftsführer, Potenzieller Abnehmer der POF WDM-Bauteile
Stadt Wernigerode, Marktplatz 1 38855 Wernigerode	Herr Gaffert, Oberbürgermeister, Zusammenarbeit im Bereich Breitbandversorgung, Beirat im BBZ
BCC Business Communication Company GmbH Heinrich-Nordhoff-Str. 69, 38440 Wolfsburg	Herr Glöckl-Frohnholzer, Geschäftsführer, Carrier von Breitbandanbindungen, Beirat im BBZ
Landkreis Harz, Friedrich-Ebert-Str. 42 38820 Halberstadt	Frau Müller, Wirtschaftsförderung, Beirat im BBZ
OpTech-Net e.V., Lotharstraße 55 47057 Duisburg	Herr Kalinowski, Geschäftsführer, Zusammenarbeit in Lehre und beim Usability Lab

Tabelle 2: Kooperationspartner des beantragten Projektes, LOIs sind im Anhang zu finden

#### d) Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses

In Zusammenarbeit mit Prof. Kowalsky vom Institut für Hochfrequenztechnik der technischen Universität Braunschweig konnte der ehemalige OPTOREF und BRIGHT Projektmitarbeiter Dipl.-Ing. Matthias Haupt im Januar diesen Jahres seine Promotion mit der Note „magna cum laude“ erfolgreich abschließen. Er wird dem Projekt „FIT im Harz“ mit seinem Wissen weiterhin kompetent zur Seite stehen.

Der bisherige Projektmitarbeiter Dipl.-Ing. (FH) Jens Uwe Just sucht gerade nach einem geeigneten Promotions-thema. Eine Universität steht für ein kooperatives Promotionsverfahren zur Verfügung.

Weitere begleitende Master- und Bachelorarbeiten sind zur Klärung von Detailfragen geplant. Zudem werden durch einen internationalen Studierendenaustausch IAESTE jedes Jahr 2-3 Masterstudierende an dem Projekt arbeiten.

## IV. Beantragte Mittel / Finanzierungsplan (Schätzung)

- a) Personalkosten pro Jahr: eine Vollzeitstelle E13, ca. 50.000€ Hiwikosten: 4.000€
- b) Sachkosten pro Jahr: 11.000€
- c) Investitionen: insg. 12.000€(2x Vorformen für Spritzgussbauteile)

## V. Unterschrift

**„Forschung ist die Umwandlung von Geld in Wissen,  
Innovation ist die Umwandlung von Wissen in Geld.“**

Dr. Alfred Oberholz, (\*1952), Vorsitzender der Dechema - Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V.

Prof. Dr. habil Fischer-Hirchert

## Anhang

- Literaturliste
- LOIs:

Aus dem beantragten Projekt ForMaT II sind folgende Letters of Intent vorhanden. In diesem haben sich die Projektpartner bereit erklärt mit Prof. Fischer-Hirchert gemeinsam zu kooperieren:

- Ratioplast GmbH
- NEMO Pof-Lab
- POFNETZ GmbH
- HarzOptics GmbH
- Otto von Guericke Universität Magdeburg
- Rutenbeck GmbH
- FWB Kunststofftechnik GmbH
- I<sup>2</sup>KT GmbH

- *Zum Zeitpunkt der Antragstellung bereits zugesicherter Drittmittelanteil im neuen Projekt:*

- 2000€ von HarzOptics GmbH
- 2000€ von I<sup>2</sup>KT GmbH
- 2000€ von Ratioplast GmbH in Bauelementen für das Technikum
- 2000€ von Rutenbeck GmbH in Bauelementen für das Technikum

## Publikationsliste

Artikel in Zeitschriften
Fischer-Hirschert, Ulrich H. P.; Kurz; Weber; Ziemann Datenübertragung mit polymeroptischen Fasern In: Fachartikel erschienen im Maschinenmarkt Ausgabe 50, pp 22-24, 2008
Fischer-Hirschert, Ulrich H. P.; Windel, T.; Hemrungrote, S.; Giannoglou, V. Fabrication of Integrated Optical Mode Field Adapters at the End of Single/Multimode Fibers Using Fiber Splicing Machine In: Bentham Open The Open Optics Journal, 2008, 2, Page 94-99
Fischer-Hirschert, Ulrich H.P.; Reinboth, Christian Innovationstreiber der automotiven Elektronik im Multimediabereich mit polymeroptischer Übertragung In: Mitteldeutsche Mitteilungen IV/ 2005, 14. Jahrgang, S. 11, Magdeburg, 2005
Fischer-Hirschert, Ulrich H. P. Prof. Dr.Fischer-Hirschert, Ulrich H. P. Prof. Dr.; Meißner; Wermser; Dettmann Interactive Distance Teaching - Erfahrungsbericht der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel und der Hochschule Harz In: Zeitschrift i-com, Oldenburg-Verlag (2004)
Fischer-Hirschert, Ulrich H. P. Prof. Dr. Multimode Glasfasern mit integrierten optischen Modenfeld-Adapttern zur Optimierung der Faser-Chip-Kopplung in hochratigen Modulen der optischen Nachrichtentechnik In: MST 2005, 10.-12. Oktober 2005; Freiburg, Germany (2005)
Fischer-Hirschert, Ulrich; David, Tim; Reinboth, Christian Neues Licht für Städte und Kommunen - Wie LED-Technologie die Straßenbeleuchtung reformieren könnte In: Optik & Photonik, Ausgabe 1/2009, S. 36-39, Wiley-Verlag, Berlin, 2009
Fischer-Hirschert, Ulrich H. P.; Reinboth, Christian; David, Tim Neues Licht für Städte und Kommunen - Wie LED-Technologie die Straßenbeleuchtung reformieren könnte In: Journal Optik & Photonik, Nummer 01/2009, Seiten 36-39
Lutz, D.; ; Fischer-Hirschert, Ulrich H. P.; Haupt, M. Prism-Spectrometer as Demultiplexer for WDM over POF In: IPSI Journal, 12-2008, Link unter URL
Fischer-Hirschert, Ulrich H. P. Statusbericht Workshop Photonische AVT In: VDE-Dialog, ITG-News, November, pp 15-16 (2005)
Bücher / Buchbeiträge
Fischer-Hirschert, Ulrich H. P.; Reinboth, C, Just, J.-U. Applying the Principles of Augmented Learning to Photonics Laboratory Work ETOP Conf on Education and Training in Optics and Physics 2007, Ottawa, Canada
Fischer-Hirschert, Ulrich H. P. Prof. Dr. Automatisierung eines Prüfmeßplatzes zur Qualitätskontrolle Taschenbuch, 84 Seiten , Cuvillier-Verlag, Göttingen, (ISBN: 3-86537-985-0) (2006)
Fischer-Hirschert, Ulrich H. P.; Haupt, M. Computer-aided Simulation of a Demux/Mux-Element for POF in the visible Spectrum POF Conference Turin
Fischer-Hirschert, Ulrich H. P.; Haupt, M. Conceptual Design of an Inexpensive POF Demultiplexer SPIE Microtechnologies 2007, Gran Canaria, Spain, Vol 6593-74
Fischer-Hirschert, Ulrich H. P.; Haupt, M. Design and Development of a Demultiplexer for WDM over POF SPIE Optifab 2007, Rochester, ISBN: 9780819467362, USA
Fischer-Hirschert, Ulrich H. P.; Haupt M.; Windel, T.; Just, J.-U. Eine Reise in die Welt des Lichts

KinderHochschule, Wernigerode
Fischer-Hirchert, Ulrich H. P. Prof. Dr. Entwicklung einer planaren Messmethode zur Bestimmung von optischen Modenfeldern Taschenbuch, 74 Seiten, Cuvillier-Verlag, Göttingen, (ISBN: 3-86537-987-7) (2006)
Fischer-Hirchert, Ulrich H. P. Prof. Dr. Entwicklung eines optischen Senders für die Videoübertragung über optische Polymerfasern als Teil eines Lehrmittelkonzeptes für ein Wellenlängenmultiplexsystem Taschenbuch, 152 Seiten, Cuvillier-Verlag, Göttingen, (ISBN: 3-86537-986-9) (2006)
Fischer-Hirchert, Ulrich H. P. Prof. Dr. Interactive Distance Teaching -Application Study of a combined Semester Course of two Universities In: IPSI BgD Transactions on Advanced Research, Vol. 2, Number 1, (ISSN 1820-4511) pp 22-26 (2006)
Fischer-Hirchert, Ulrich H. P.; Reinboth, Christian; Just, J. Konzeption eines optischen Übertragungssystems mit Wellenlängenmultiplex-Technologie und polymeren Lichtwellenleitern als Lehr- und Laborsystem In: Cuvillier-Verlag, Göttingen; Arbeiten aus dem Kommunikationstechnik-Labor der HS Harz; Seiten 3-13;
Fischer-Hirchert, Ulrich H. P. Prof. Dr. Lab System for Higher Education in Wavelength Division Multiplex Techniques for Photonic Systems IPSI BgD Transactions on Advanced Research, Vol. 2, Number 1, (ISSN 1820-4511), pp 70-75, (2006)
Fischer-Hirchert, Ulrich H. P. Prof. Dr. Medianfield-methode - a planar method to obtain the spot-size of single mode optical components Laser Assisted Net Shape Eng., Meisenbach-Verlag Bamberg, ISBN 3-87525-202-0, pp1249-1256, (2004)
Fischer-Hirchert, Ulrich H. P. Prof. Dr. Optische Modenfeldadaption in photonischen Modulen der optischen Aufbau- und Verbindungstechnik Cuvillier-Verlag, (ISBN 3-86537-853-6) (2006)
Fischer-Hirchert, Ulrich H. P. Optische Polymerfasertechnologie: Entwicklung, Herstellung und Einsatzmöglichkeiten im Automotive-Bereich -Chancen für den High-Tech-Technologiestandort Mitteldeutschland - AUTOMOTIVE - Impulse für Maschinenbau 8. Magdeburger Maschinenbau-Tage & 7. MAHREG Innovationsforum, 10. - 11. Oktober 2007, Tagungsband. Magdeburg
Fischer-Hirchert, Ulrich H. P. Prof. Dr. Optoelectronic Packaging VDE-Verlag, ISBN 380072572X
Fischer-Hirchert, Ulrich H. P.; Schröder, M. Untersuchung der Absorptionslinien eines Kr - Ne - Gemischs als Wellenlängenstandards für optische Kommunikationssysteme im Bereich 1270 nm 1640 nm In: G. Beibst (Hrsg.): Tagungsband zur 8. Konferenz für Nachwuchswissenschaftler mitteldeutscher Fachhochschulen, S. 59-62, Jena, 2007, ISBN: 3-932886-15-1
Fischer-Hirchert, Ulrich H. P.; Haupt, M. WDM over POF: the inexpensive way to breakthrough the limitation of bandwidth of standard POF communication SPIE Symposium on Int. Optoelect. Devices 2007, Photonics West, CA. Vol. 6478-17
Fischer-Hirchert, Ulrich H. P.; Haupt, M. WDM über POF der sichere Weg zum Verbraucher In: ITG Fachkonferenz "Breitbandversorgung in Deutschland - Vielfalt für alle?", ISBN 9783800730100, pp 219-222, Berlin
Fischer-Hirchert, Ulrich H. P.; Just, J.; ; Reinboth, Christian; Haupt, M.; Windel, T. Zukunftsorientierte Forschung im Bereich der optischen Nachrichtentechnik am Fachbereich AI In: KOCH-Verlag, Halberstadt; Festschrift: 15 Jahre Hochschule Harz; Seiten 52-59
<b>Herausgeberschaften</b>
Fischer-Hirchert, Ulrich H. P. Kap. 1: Kompetenzzentrum der Hochschule Harz, Chance für eine Keimzelle des Wissens- und Technologietransfers in der Region Harz im Kompetenznetz für angewandte und transferorientierte Forschung - KAT -

<b>Schriften zur angewandten Verwaltungsforschung</b>
Fischer-Hirchert, Ulrich H. P. Reihe des Lehrstuhls für Kommunikationstechnik der Hochschule Harz 2. V. ITG Workshop: Photonische Aufbau- und Verbindungstechnik
Fischer-Hirchert, Ulrich H. P. Tagungsband des I. TECLA- Workshop Cuvillier-Verlag, Göttingen, ISBN 978-3869-55147-0
Fischer-Hirchert, Ulrich H. P. Tagungsband des VII. ITG Workshop für Photonische Aufbau- und Verbindungstechnik Cuvillier-Verlag, Göttingen, ISBN 978-3-86955-008-4
<b>Artikel in Konferenzbänden</b>
Just, Jens-Uwe; Müller, Andreas; Fischer-Hirchert, Ulrich; Reinboth, Christian Ausgewählte technische Aspekte bei der Entwicklung von LED-Außenbeleuchtung In: Tagungsband der 11. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz der Fachhochschulen Sachsens, Sachsen-Anhalts und Thüringens, S. 339-342, Schmalkalden, 2010, ISBN: 978-3-00-030849-9
Fischer-Hirchert, Ulrich H. P.; Just, Jens-Uwe; Reinboth, Christian Automated selection of LEDs by luminance and chromaticity coordinate In: Proceedings of the 2009 International Students and Young Scientists Workshop Photonics and Microsystems, Wernigerode
Lutz, D.; ; Fischer-Hirchert, Ulrich H. P.; Haupt, M. Demultiplexer for WDM over POF in Prism-Spectrometer Configuration In: IEEE 2008 International Students and Young Scientists Workshop, Wroclaw Poland
Lutz, D.; ; Fischer-Hirchert, Ulrich H. P.; Windel, T.; Haupt, M. Demultiplexsystem für optische Datenübertragung mittels polymeroptischer Fasern In: 9. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz Hochschule Anhalt, Köthen Germany
Fischer-Hirchert, Ulrich H. P.; Haupt, M. Design and development of a MUX/DEMUX element for WDM communication over SI-POF In: IEEE 2nd Electronics System-IntegrationTechnology Conference, London GB
Fischer-Hirchert, Ulrich H. P.; Haupt, M. Multi-colored WDM over POF system for Triple-Play In: SPIE Proceedings Vol. 6992, SPIE Photonics Europe 2008, Strasbourg France
Fischer-Hirchert, Ulrich H. P.; Haupt, Matthias Optische Schlüsselemente für die Polymerfaserübertragung mit Mikrospritzguss In: Forschung in Bewegung - Kongressband der 9. Magdeburger Maschinenbau-Tage, Magdeburg, Seiten 93-101, ISBN 978-3-940961-36-5
Fischer-Hirchert, Ulrich H. P.; Haupt, Matthias Prism-Spectrometer as Demultiplexer for WDM over POF In: Proceedings of the 17th International Conference on Plastic Optical Fibers, Santa Clara
Fischer-Hirchert, Ulrich H. P.; Haupt, M. Simulation of a Rowland spectrometer for optical communication over POF In: SPIE Proceedings Vol. 7100, SPIE Europe Optical Design and Engineering, Glasgow GB
Fischer-Hirchert, Ulrich H. P.; Reinboth, Christian; Winge, André; Ellermann, Matthias Virtuelle 3D-Trainingsumgebung zur Ergänzung eines Lehrsystems für optische Übertragungstechnik In: Tagungsband der 12. IFF-Wissenschaftstage, Magdeburg, Seiten 279-289
<b>Andere Materialien</b>
Fischer-Hirchert, Ulrich H. P.; Haupt, M. Design and Development of a Mux/Demux Element for WDM over POF In: Proceedings of 2007 International Students and Young Scientists Workshop "Photonics and Microsystems", Dresden
Fischer-Hirchert, Ulrich H. P. Prof. Dr. Innovationstreiber der automotiven Elektronik im Multimediabereich mit polymeroptischer Übertragung In: Fachartikel erschienen in den Mitteldeutschen Mitteilungen Ausgabe 04/05, S.10. (2005)

<p>Fischer-Hirchert, Ulrich H. P. Prof. Dr.  Innovationstreiber der automotiven Elektronik im Multimediabereich mit polymeroptischer Übertragung  In: VDE-Mitteldeutsche Mitteilungen, No 4, pp 11, (2005)</p>
<p>Fischer-Hirchert, Ulrich H. P.; Haupt, M.  Integrated injection molded devices for polymeric fiber systems  In: ITG Workshop für Photonsiche Aufbau- und Verbindungstechnik, ISBN: 9783867271974, pp 47-50 Berlin</p>
<p>Fischer-Hirchert, Ulrich H. P.; Reinboth, Christian  Lichtökologie und Lichtwahrnehmung  In: Lehrbrief für den Management-Lehrgang "Straßenbeleuchtung - Planung, Bau und Betrieb unter wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten", erschienen beim EUROFORUM-Verlag, Düsseldorf, Lehrbrief</p>
<p>Fischer-Hirchert, Ulrich; Reinboth, Christian  Lichtökologie und Lichtwahrnehmung  In: Lehrbrief für den Management-Lehrgang "Straßenbeleuchtung - Planung, Bau und Betrieb unter wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten", erschienen beim EUROFORUM-Verlag, Düsseldorf, 2009</p>
<p>Fischer-Hirchert, Ulrich H. P. Prof. Dr.  OPTICAL COMMUNICATION SYSTEMS AND NETWORKS ~ OCSN 2005 ~, July 19 21, 2005, Banff, Alberta, Canada (2005)  In: SPIE International Congress on Optics and Optoelectronics, Warsaw, 28 August -2 September (2005)</p>
<p>Fischer-Hirchert, Ulrich H. P. Prof. Dr.  Optical mode field adapters integrated at the end of single mode fibers  In: SPIE Optics &amp; Photonics 2005, 31 July-4 August 2005, San Diego, California USA (2005)</p>
<p>Fischer-Hirchert, Ulrich H. P. Prof. Dr.  Optical Mode Field Measurement of Single Mode Components by new Medianfield-methode  In: OPTICAL COMMUNICATION SYSTEMS AND NETWORKS ~ OCSN 2005 ~, July 19 - 21, 2005, Banff, Alberta, Canada (2005)</p>
<p>Fischer-Hirchert, Ulrich H. P. Prof. Dr.  Optomux - innovative Ansätze für optische Datenbusse und deren Verbindungstechnik  In: 5. Innovationsforum der Automobilindustrie Sachsen-Anhalt, Magdeburg 13./14. Oktober (2005)</p>
<p>Fischer-Hirchert, Ulrich H. P.; Haupt, M.  Realization of an Economical Polymer Optical Fiber Demultiplexer  In: Proceedings of 2006 International Students and Young Scientists Workshop "Photonics and Microsystems", Wroclaw</p>
<p>Fischer-Hirchert, Ulrich H. P.; Zakharov, I. L.; Windel, T.; Dovnar, D. V.  Super-resolution for infrared beam profile measurement  In: SPIE Europe "Optics and Optoelectronics", Prag, Tchech Rep., Paper 6585-51, 2007</p>
<p>Fischer-Hirchert, Ulrich H. P.; Schmidt, M.; Volmer, T.; Weigl, B.; Just, J.-U.  Visible Wavelength Division Multiplex System for use as a Instructional Lab System for Higher Education,  In: ETOP 2005: Conference on Education and Training in Optics and Photonics</p>
<p>Fischer-Hirchert, Ulrich H. P.; Windel, T.; Haupt, M.; Lutz, D.  WDM-Übertragung für "Triple Play" über Standard-POF  In: ITG-Tagung Kommunikationskabelnetze, Köln, pp 109-113, 2008</p>