

Fachbuch für Glasfaserkabelung von der dibkom herausgegeben

# Optische Netze – Systeme, Planung, Aufbau

Im Oktober 2010 stellte das Deutsche Institut für Breitbandkommunikation (dibkom) sein viertes Fachbuch innerhalb der dibkom edition vor, das aus einer Gemeinschaftsinitiative mit dem Verband Deutscher Kabelnetzbetreiber (ANGA) und dem ZVEI-Fachverband „Satellit & Kabel“ entstanden ist. Eine Vielzahl von Autoren aus Industrie, Hochschule und dem Kabelnetz-Umfeld haben für dieses Handbuch eine ausgewogene Mischung an Themen aus Theorie und Praxis auf über 250 großformatigen Seiten zusammengestellt. Damit eignet sich dieses Handbuch für die Verwendung in der Aus- und Weiterbildung, für das Selbststudium und für die Vorbereitung zur Zertifizierung von Fachkräften durch die dibkom.

Nach dem Kabelnetz-Handbuch, für das derzeit die 6. Auflage vorbereitet wird, dem Multimedia-Handbuch in 2. Auflage und dem ebenfalls in 2010 erschienenen BK-Handbuch reagiert die dibkom mit dem Fachbuch „Optische Netze“ auf die zunehmende Bedeutung der optischen Übertragungstechnik innerhalb der Breitband-Kommunikationsnetze (BK-Netze) sowie auf die neuen FTTx-Netzstrukturen. Daraus ergibt sich für alle Fachkräfte und Fachbetriebe der Bedarf, sich diesen neuen Aufgaben zu stellen und die Möglichkeiten und Funktionen neuer optischer Netzkonzepte kennenzulernen. Dazu gehören grundlegende Kenntnisse der Funktionsweise der optischen Übertragungstechnik und der verschiedenen passiven und aktiven Komponenten sowie auch der Planung, Installation und Inbetriebnahme optischer Netze, einschließlich der erforderlichen Messtechnik.

Das erste Kapitel des Fachbuchs ist einer sehr ausführlichen Beschreibung der Begriffe der optischen Nachrichtentechnik gewidmet, die für ein gutes

Verständnis der nachfolgenden Kapitel unverzichtbar sind.

Mit dem nächsten Kapitel „Architekturen optischer Zugangsnetze“ wird das Hauptthema des Buches aufgegriffen, nämlich eine umfassende Darstellung der heute verwendeten Konzepte und Strukturen optischer Netze, bevor man anschließend auf die dafür benötigten aktiven und passiven Komponenten zu sprechen kommt. Die Beschreibung der Architekturen optischer Zugangsnetze startet mit den im deutschen BK-Netz im Laufe der Zeit eingeführten optischen Netzabschnitten. Anhand sehr anschaulicher Blockschaltbilder (Bild 1) werden optische BK-Verbindungsleitungen, die Pilottechnik BK 2000 als erste HFC-Struktur, bidirektionale HFC-Verbindun-

gen zwischen übergeordneter und benutzerseitiger BK-Verstärkerstelle sowie E- und L-Systeme beschrieben.

Der zweite Schwerpunkt bei den optischen Zugangsnetzen liegt auf den FT-Tx-Architekturen und generell den passiven optischen Netzen (PON), über die heute die verschiedenen Ethernet-Übertragungsverfahren (Gigabit-Ethernet, 10 Gigabit Ethernet), RF-Overlay- und RF-over-Glass-Techniken abgewickelt werden. Aufgrund der Wichtigkeit von Ethernet, wird dieser Technik ein eigenes Unterkapitel gewidmet, in dem u.a. auch auf die darüber für Geschäfts- und Privatkunden abgewickelten Dienste eingegangen wird.

Nicht zuletzt aufgrund der Verfügbarkeit von LNBs mit optischem Ausgang kommt die optische Übertragungstechnik vermehrt auch im Bereich der Satelliten-ZF-Übertragung zum Einsatz. Damit können z.B. größere Entfernungen zwischen einer abgesetzten Satellitenantenne und einer Kopfstelle ohne wesentlichen Qualitätsverlust überbrückt werden. Mit der sogenannten Frequency-Stacking-Technik können alle Empfangsbereiche von Satelliten (Unter- und Ober-Band sowie Horizontal und Vertikal mit insgesamt 4,1 GHz Nutz-Bandbreite), über eine Faser in einem PON übertragen werden (Bild 2).

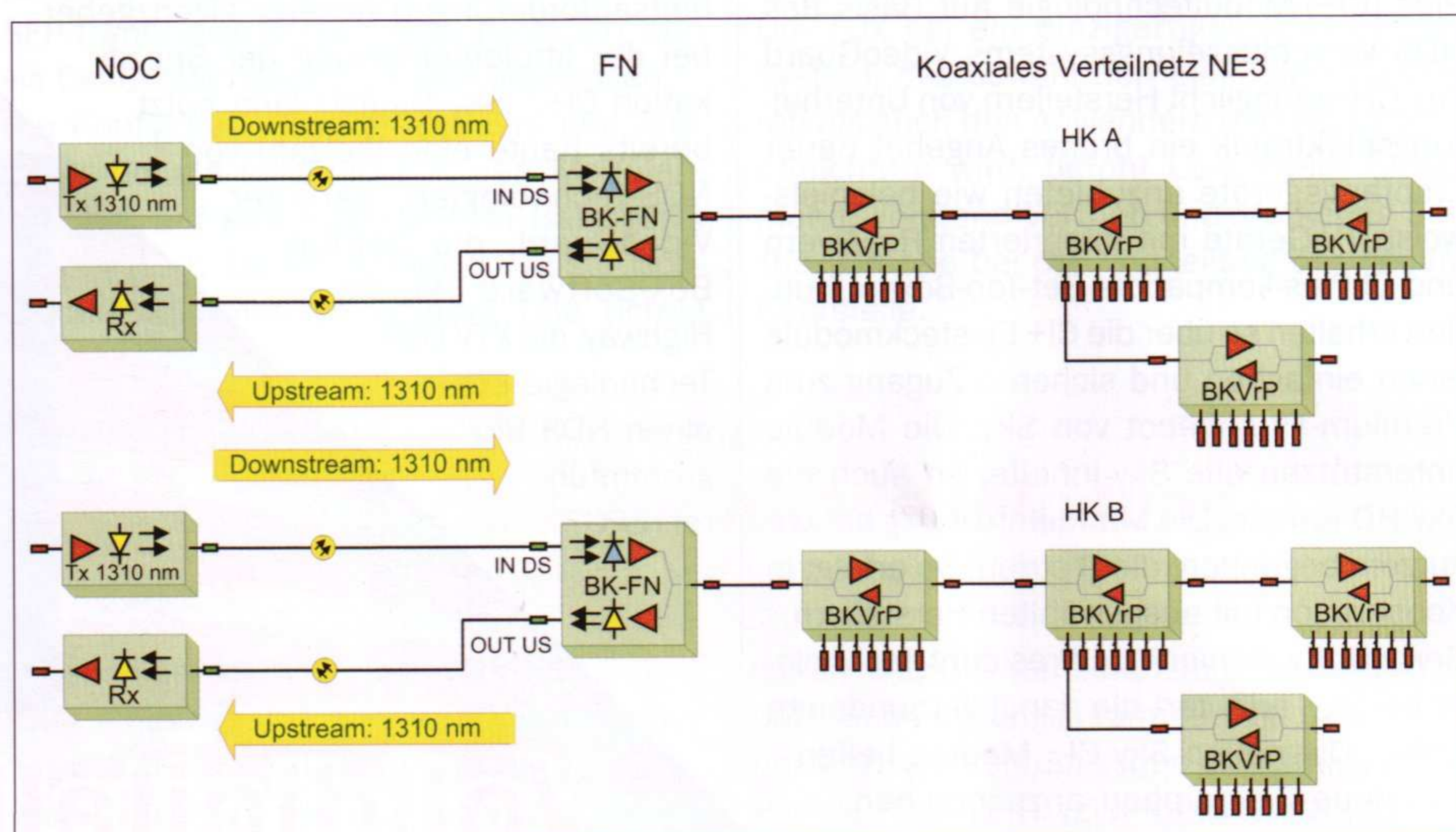


Bild 1: HFC-Struktur mit bidirektionalen optischen Links (1310 nm).

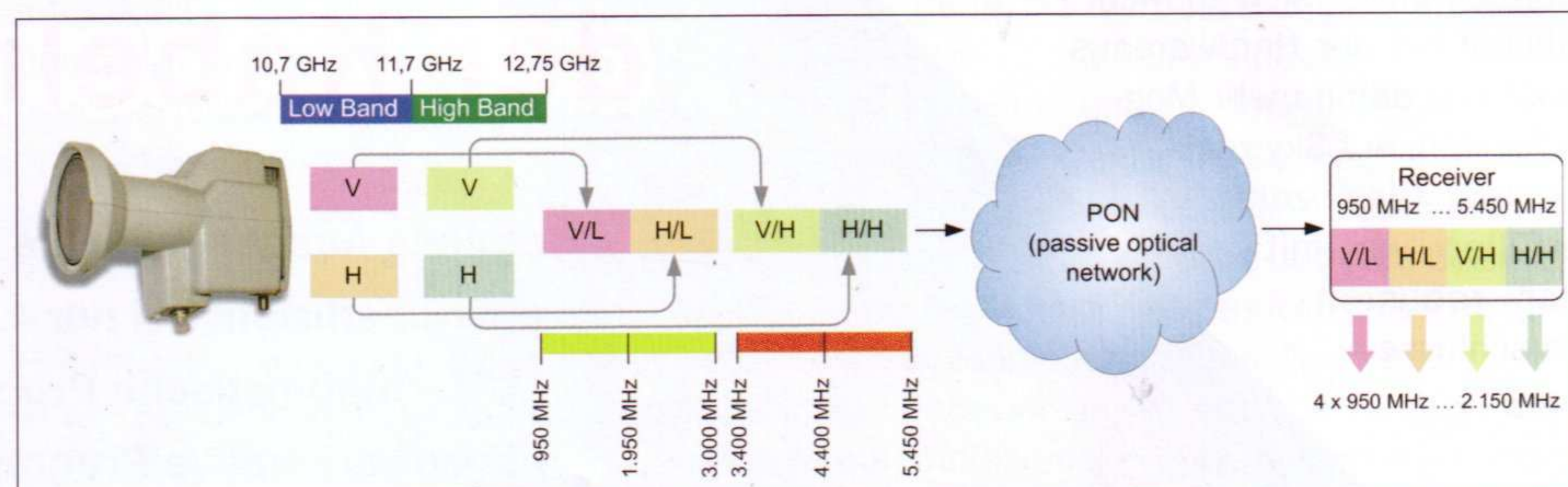


Bild 2: Schematischer Aufbau einer optischen SAT-ZF-Übertragung.

Weiterhin werden, ausgehend von der Grundstruktur des BK-Netzes, Übergangsszenarien von coaxialen zu optischen Netzen beschrieben. Vorgestellt werden dazu HFC-Netze mit optischer Ring- oder optischer Punkt-zu-Punkt-Struktur, Clusterhalbierung und Frequency-Stacking für die Rückwegübertragung, digitale Rückwegübertragung, Verlegung der Fibre Nodes näher zum Teilnehmer, PON-Strukturen und schließlich sogar aktive optische Netze. Bei diesen wird jeder Teilnehmer mit einer eigenen Faser versorgt und die aktiven Kom-

ponenten und die wesentlichen Parameter für optische Koppler und optische Filter behandelt. Eine übersichtliche Tabelle zu Kennwerten für Koppler und Wellenlängenmultiplexern mit den verschiedenen Dämpfungsbegriffen, dem Koppelverhältnis, der Leistungsteilung und der Isolation, den zugehörigen verbalen und mathematischen Definitionen sowie eine bildliche Erläuterung schließen das gesamte Kapitel der passiven optischen Komponenten ab.

Das Hauptkapitel „Aktive optische Komponenten“ ist unterglie-

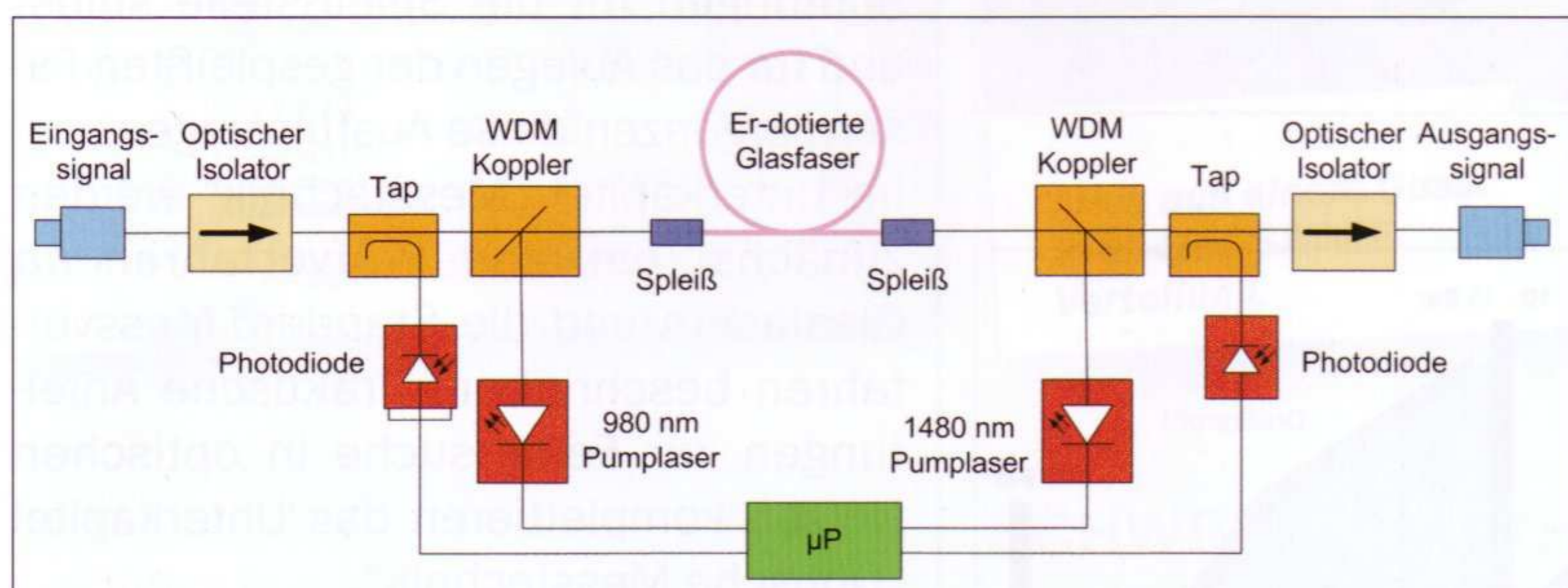


Bild 3: Blockschaltbild eines optischen EDFA-Verstärkers.

ponenten (Transmitter) sitzen im Verteilzentrum (z.B. bBKVrSt) und bei den Endteilnehmern selbst.

Im Kapitel „Passive optische Komponenten“ werden die Grundlagen für Lichtwellenleiter, optische Steckverbinder, Koppler und Filter gelegt. Bevor bei den Lichtwellenleitern auf die verschiedenen Bauformen eingegangen wird, werden die folgenden physikalischen Effekte anhand von Bildern und Formeln erklärt.

Bei den optischen Steckverbindern werden zunächst die prinzipiellen Konstruktionen und Materialien sowie die Bestimmung des wichtigen Parameters „Einfügedämpfung“ beschrieben. Am Beispiel der Fusionstechnologie des Herstellers DIAMOND wird u.a. ein kompletter Montageablauf in Wort und Bild dargestellt. Von den heute im praktischen Einsatz hauptsächlich verwendeten optischen Steckverbindern werden die Serien SC, E-2000 (auch in Duplexversion) sowie LC (mit der kompatiblen Variante F-3000) vorgestellt.

Abschließend werden die Funktionsprinzipien, die Ausführungs-

formen in optische Sender, optische Empfänger, optische Verstärker und optische Transceiver für Basisband- und Breitbandübertragung (Bild 3).

Unter der Überschrift „Module für optische Basisband- und Breitbandübertragung“ werden als letzte Gruppe aktiver optischer Komponenten kombinierte Send-/Empfangsgeräte, sogenannte Transceiver, vorgestellt, die vor allem für die standardisierten Verfahren 1-Gbit/s-Ethernet (1GigE) und 10-Gbit/s-Ethernet (10GigE) zur Verfügung stehen. In diesem Zusammenhang wird auch auf die wesentlichen Funktionen der 10GigE- und der 1GigE-Schnittstelle eingegangen. Da es sich dabei um einen Massenmarkt handelt, konnten innerhalb kurzer Zeit unter Nutzung des technologischen Fortschritts große Fortschritte beim Formfaktor (Modulgröße) und bei der Energieeffizienz solcher Module erzielt werden (Bild 4).

Mit dem Kapitel „Planung und Dokumentation optischer Netze“ wendet sich das Buch wieder praktischen Themen der Reali-

sierung optischer Netze zu. Es beginnt mit einer Darstellung der wichtigsten Symbole für optische Komponenten, die zum größten Teil in der internationalen Norm IEC 60617 festgelegt sind und bei der Darstellung von Blockschaltbildern verwendet werden sollen. Allgemeine Hinweise zur Planung von Glasfasernetzen und zur farblichen Kennzeichnung von Glasfasern innerhalb eines Kabels

Gesamtbudget zu berücksichtigen sind. Sollen zusätzlich Wellenlängenmultiplex-Systeme betrachtet werden, wird die Berechnung entsprechend aufwändiger. Im Kapitel „Installation und Inbetriebnahme optischer Netze“ sind alle Themen zusammengefasst, die den Installateur bei der Errichtung und Wartung optischer Netze betreffen. Darin werden neben allgemeinen Ins-

Die heute häufig praktizierte Einblastechnik (Bild 5) und die konventionelle Kabelzugtechnik werden jeweils in größeren Abschnitten mit vielen Illustrationen und Bildern beschrieben. Beispiele eines Verlegeprotokolls und eines Zugdiagramms runden diese Beschreibungen ab.

Das Unterkapitel „Thermisches Spleißen“ befasst sich mit der Vorbereitung von Lichtwellenleitern zum Spleißen, der Theorie des Spleißprozesses mit der Faser- und Kernpositionierung und beschreibt das sogenannte LID-Verfahren (Light Injection and Detection) und das PAS-System (Profile Alignment System). Verschiedene mechanische Schutzeinrichtungen für die Spleißstelle selbst und für das Ablegen der gespleißten Fasern ergänzen diese Ausführungen.

Im Unterkapitel „Messtechnik“ werden zunächst einzelne Prüfverfahren an Glasfasern und die Standard-Messverfahren beschrieben. Praktische Anleitungen zur Fehlersuche in optischen Netzen komplettieren das Unterkapitel „Optische Messtechnik“.

Wie in jedem Fachbuch der dibkom edition werden auch hier die vorangegangenen Themenbereiche durch umfangreiche Verzeichnisse zu den Themen Abkürzungen, Normen, begleitende Literatur, wertvolle Web-Adressen und durch ein sehr detailliertes Stichwortverzeichnis ergänzt.

Das Handbuch „Optische Netze“ kann zum Preis von 36,80 € (incl. MWSt. zzgl. Versandkosten) direkt bei der dibkom-Geschäftsstelle (info@dibkom.org) oder über den Buchhandel (ISBN 978-3-9811630-6-3) bezogen werden.



Bild 4: Größenentwicklung für 10GigE-Sender-Empfänger (Transceiver).

runden den Eingangsteil dieses Kapitels ab. Hier wird besonders darauf hingewiesen, dass es eine Vielzahl firmen- und anwenderspezifischer Farbcodes für Glasfasern gibt, obwohl es mit der DIN IEC 60304 bereits seit langem eine internationale Norm dafür gibt.

Die Berechnung des optischen Budgets sowohl für Punkt-zu-Punkt- als auch für Punkt-zu-Multipunkt-Verbindungen stellt ein zentrales Thema der Planung dar. Sie wird hier anhand vieler Beispiele transparent und nachvollziehbar für Vorwärts- und Rückweg sowie verschiedene Wellenlängen dargestellt. Dazu sind lediglich die Dämpfungsparameter der einzelnen aktiven und passiven Komponenten erforderlich, wobei auch Beiträge in der Größenordnung von 0,1 dB, wie etwa von Steckverbindern, im

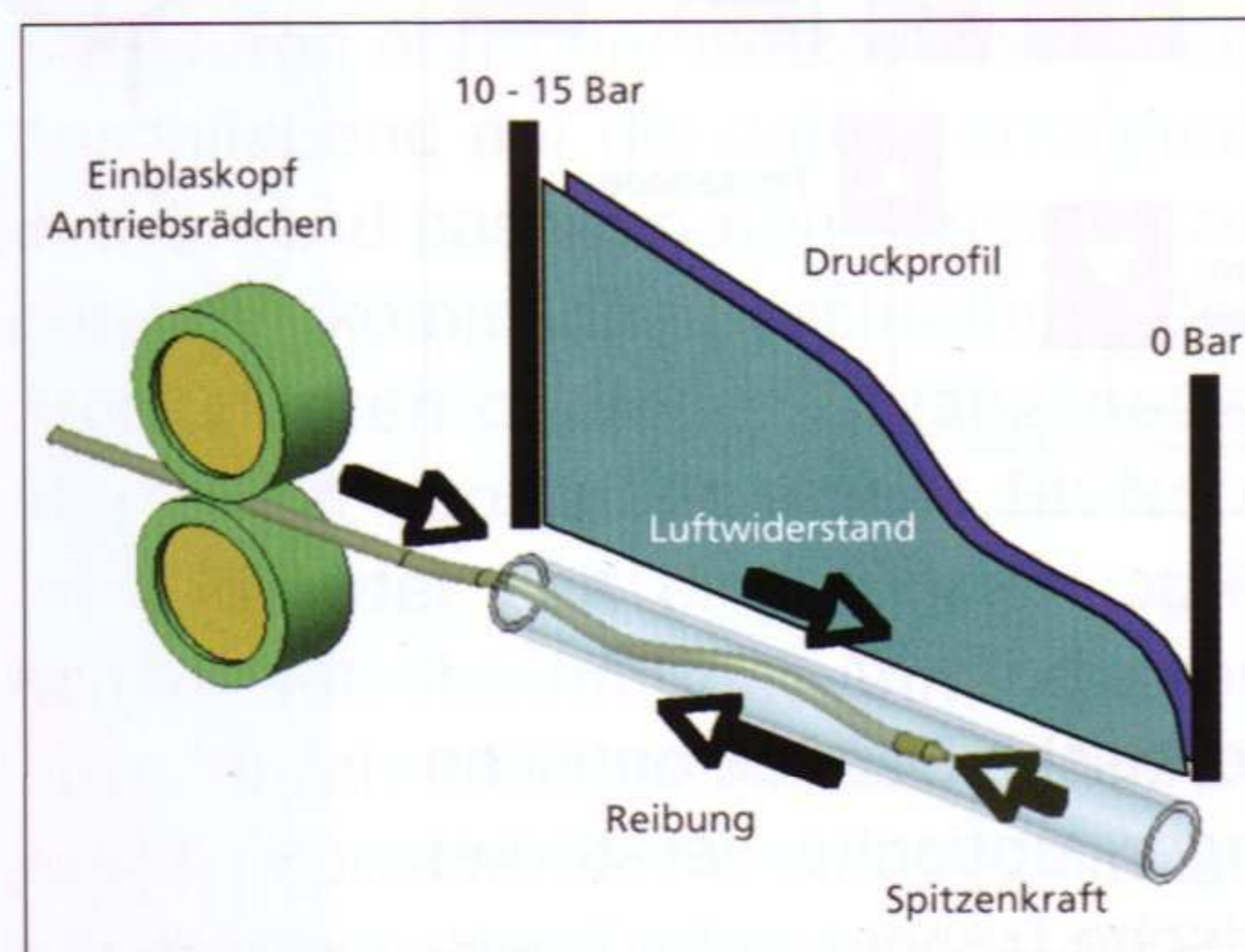


Bild 5: Prinzipskizze zur Einblastechnik.

tallationshinweisen die wesentlichen Geräte und Einrichtungen wie Hausübergabepunkt, GF-Standortverteiler, -Gebäudeverteiler, -Sammelpunkt und -Teilnehmeranschluss in ihren Funktionen beschrieben und über beispielhafte Produktfotos dokumentiert.