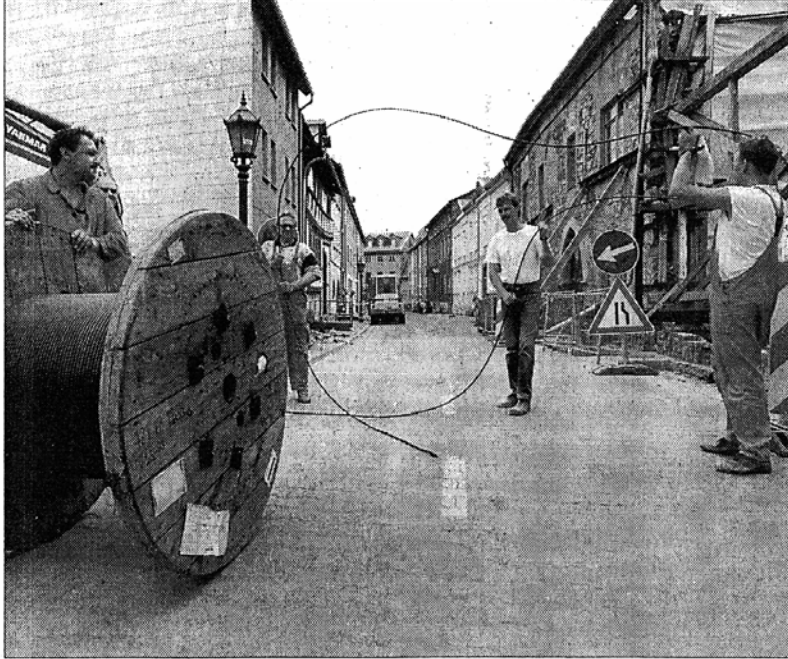


Europa bekommt Super-Autobahn für Daten

Sandoz-Stiftung legt neues Glasfaser-Netz / „Praktisch keine Kapazitätsgrenzen mehr“

Isb. London (Eigener Bericht) – Für die Großnutzer von Internet, Datenübertragung und internationalen Telefonverbindungen brechen im nächsten Jahr goldene Zeiten an. Davon werden auch die Privatkunden profitieren. Das verspricht zumindest ein bislang völlig unbekanntes Unternehmen. Hinter ihm steht freilich ein großer Name: die Sandoz-Familienstiftung, einer der größten Privatvermögen der Welt. Deren neue Halbtöchter zieht gerade für 2,9 Milliarden DM Europas größtes Glasfaser-Netz auf.



NEUE GLASFASERKABEL sollen vom nächsten Frühjahr an Metropolen wie London, München, Frankfurt, Zürich, Madrid oder Paris verbinden. In der ersten Stufe kostet das Mega-Projekt rund drei Milliarden DM. Photo: Baumgarten

Bereits von Mai nächsten Jahres an soll es auf den Rennstrecken der europäischen Telekommunikation keine Engpässe mehr geben und Übertragungskapazität in Hülle und Fülle vorhanden sein. Das stellte Ohad Finkelstein, der Vorstandsvorsitzende der *Interoute Ltd, London*, bei der Vorstellung eines der ehrgeizigsten Projekte dieser Branche in Aussicht: Sein Unternehmen baut nach seinen Angaben über die Tochtergesellschaft

i-21 Europas breiteste und schnellste Datenautobahn auf. Die erste Ausbaustufe soll im nächsten Frühjahr in Betrieb gehen und kostet 2,9 Milliarden DM. Sie verknüpft London, München, Frankfurt, Zürich, Mailand, Madrid, Paris und weitere Wirtschaftsmetropolen mit einem superschnellen Glasfasernetz.

Es werde eine Übertragungs-Kapazität oder Bandbreite, wie es in der Fachsprache heißt, von 300 Terabit pro Sekunde

haben. Das entspricht 4,7 Milliarden ISDN-Verbindungen zur gleichen Zeit. Bei Bedarf könne die Kapazität nochmals verdreifacht werden.

Im Endausbau wird das Netz, so Finkelstein, 70 Städte in 17 Ländern verbinden und eine Länge von 20 900 Kilometern haben. Insgesamt werden acht Millionen Kilometer Glasfaser-Leitungen verbuddelt sein, weil die Kabelbäume 192 Leitungspaare enthielten. Selbst entferntere Metropolen wie Oslo, Warschau oder Moskau seien dann mit ausreichender Kapazität an den europäischen Kernraum angebunden.

Das europäische ATM-Pilotprojekt

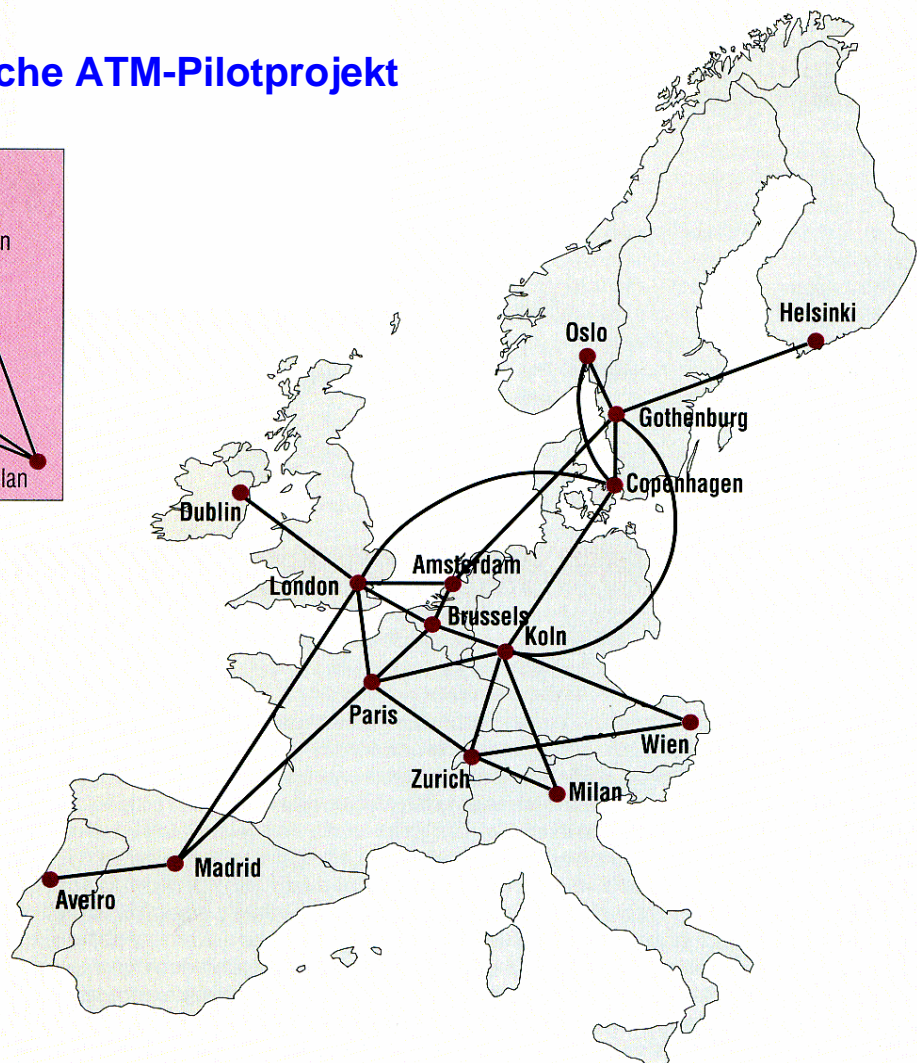
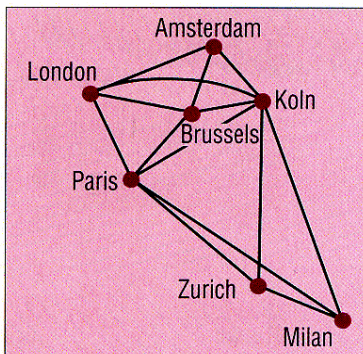
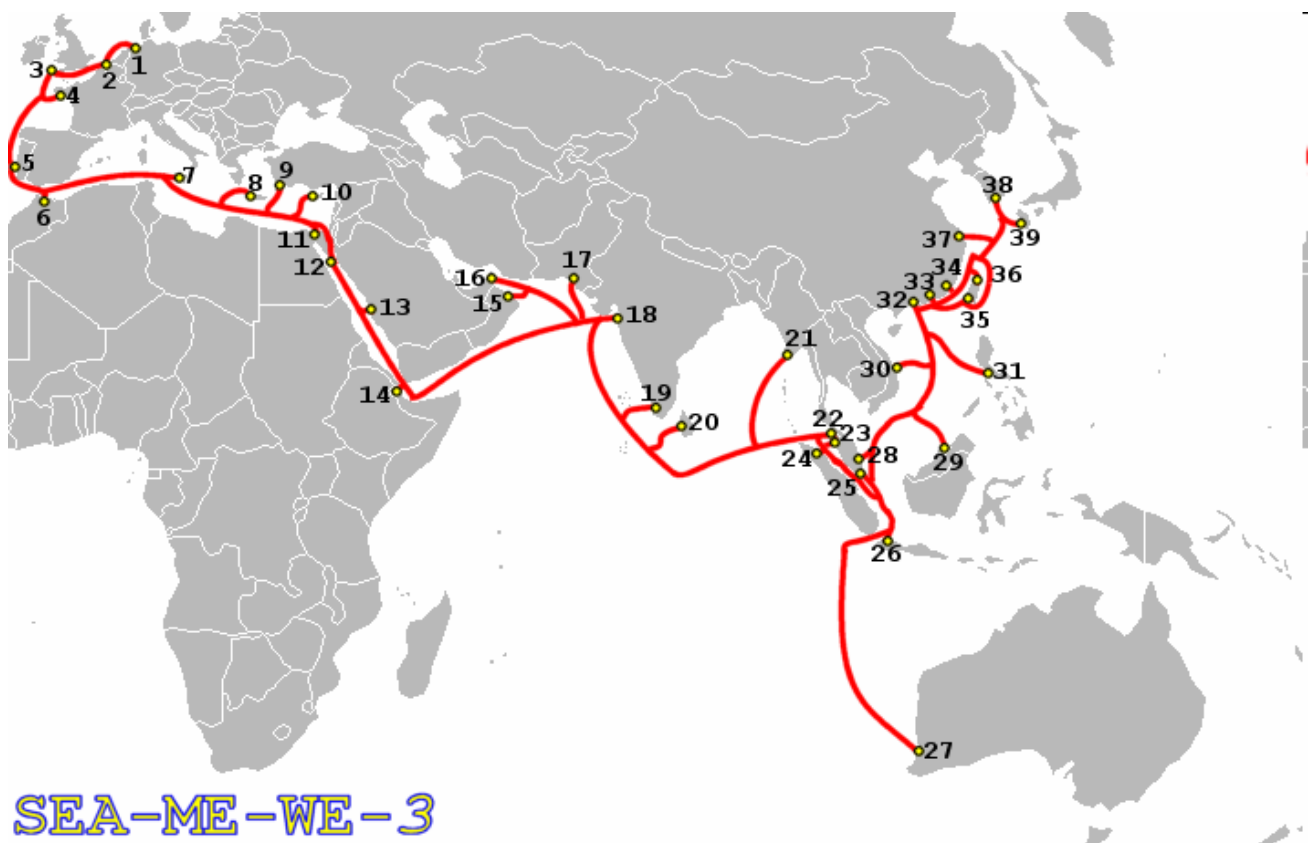


Tabelle 6.7: Daten einiger Seekabelsysteme. TAT: Transatlantic Telephone cable system; FLAG: Fiber optical Link Around the Globe; CANTAT: CANadian Transatlantic Telephone cable system

Bezeichnung	Inbetriebnahme	Länge	Bitrate	Kosten
Europa – Nordamerika: elektrische Regeneratoren				
TAT 8 USA – Großbritannien USA – Frankreich	1988	6.400 km 6.200 km	2 x 280 Mbit/s	ca. 390 Mio. US \$
TAT 9 Kanada, USA, Großbritannien, Frankreich, Spanien	1991	9.300 km	2 x 560 Mbit/s	ca. 400 Mio. US \$
TAT 10 USA – Deutschland	1992	7.200 km	2 x 560 Mbit/s	ca. 500 Mio. US \$
TAT 11 USA – Großbritannien USA – Frankreich	1993	6.360 km 6.190 km	3 x 560 Mbit/s	ca. 300 Mio. US \$
CANTAT 3 Kanada – Deutschland	1994	7.500 km	2 x 2,5 Gbit/s	ca. 400 Mio. US \$
im Bau: Europa – Nordamerika; optischer Verstärker				
TAT 12 USA – Großbritannien	1995	5.980 km	2 x 5 Gbit/s	zusammen ca. 740 Mio. US \$
TAT 13 USA – Frankreich	1996	6.320 km	2 x 5 Gbit/s	
in der Planung: England – Japan (teilweise Landverbindung) mit optischen Verstärkern/Regeneratoren				
FLAG Großbritannien – Thailand – Japan	1997	27.300 km	2 x 5 Gbit/s	ca. 1,2 Mrd. US \$

SEA-ME-WE 3 or South-East Asia - Middle East - Western Europe 3

two fibre pairs, each carrying (as of May 2007) 48 wavelengths of 10 Gbit/s



Signalverzerrung durch Bandbreitebegrenzung

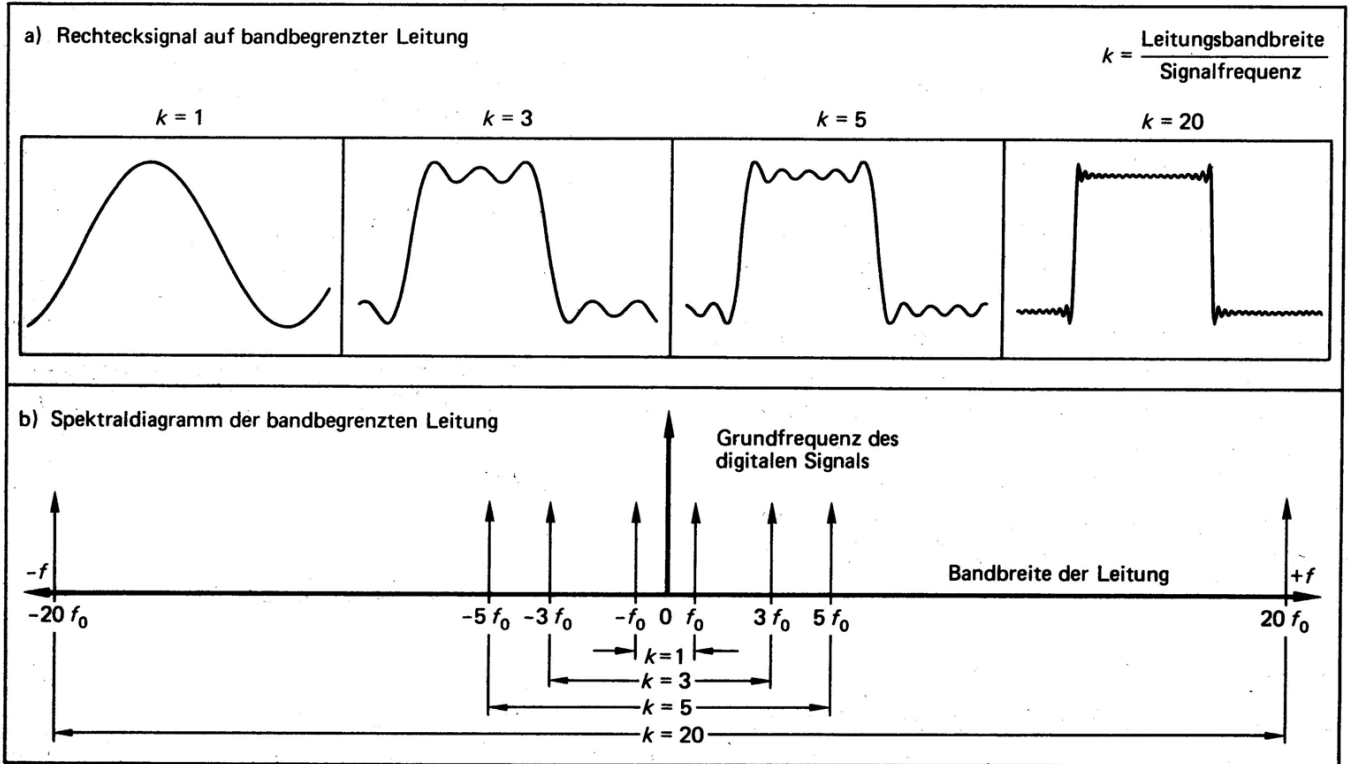


Bild 13-10. Überschwinger durch Bandbegrenzung.

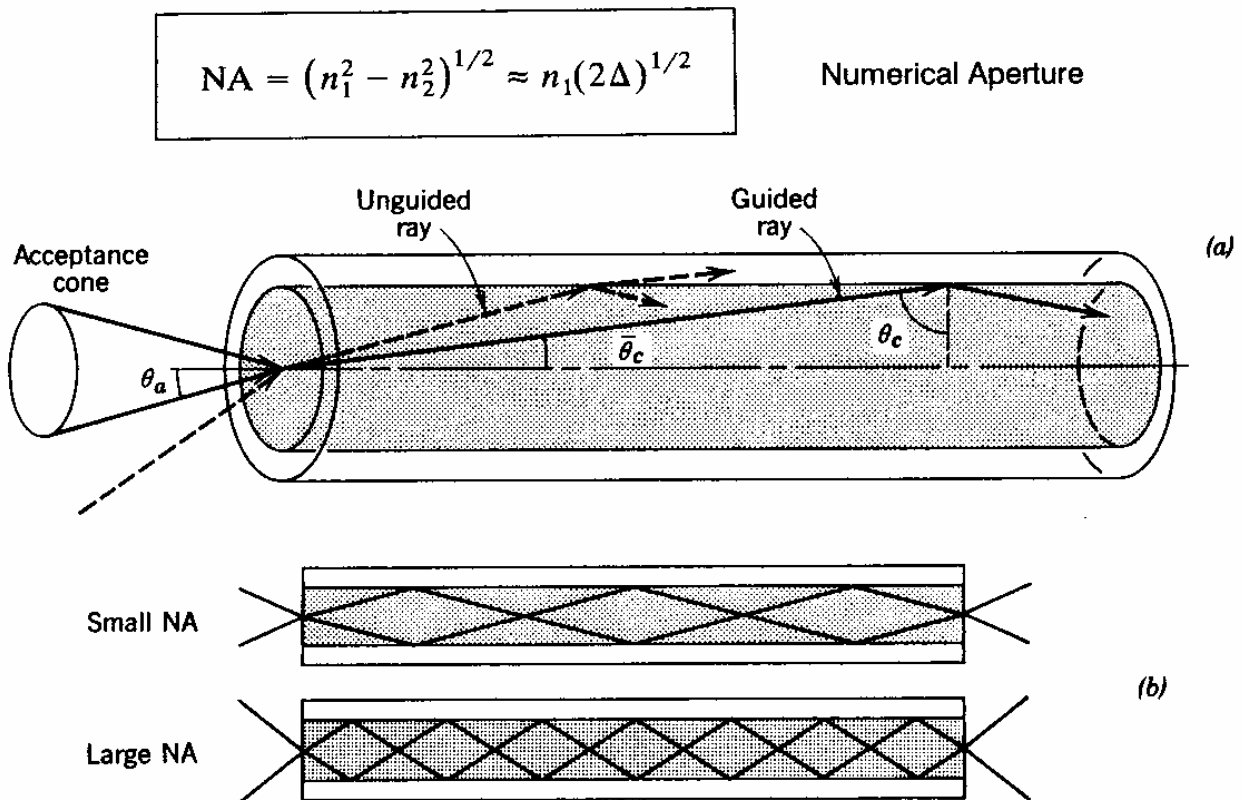


Figure 8.1-3 (a) The acceptance angle θ_a of a fiber. Rays within the acceptance cone are guided by total internal reflection. The numerical aperture $NA = \sin \theta_a$. (b) The light-gathering capacity of a large NA fiber is greater than that of a small NA fiber. The angles θ_a and $\bar{\theta}_c$ are typically quite small; they are exaggerated here for clarity.

MCVD - modified chemical vapor deposition

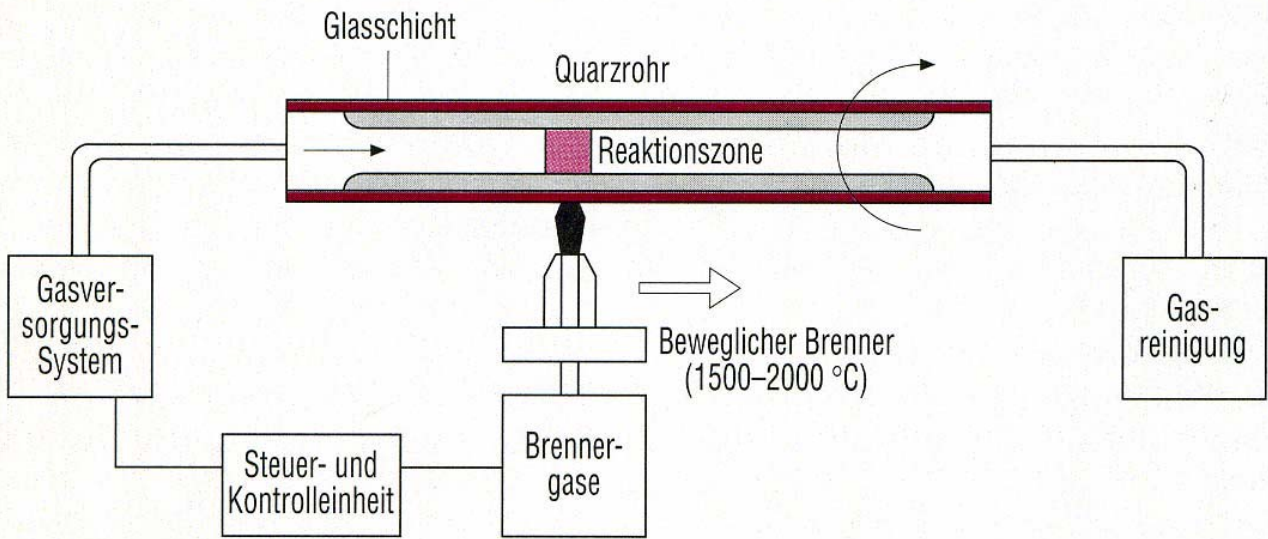


Bild 4.5: Aufbau einer MCVD-Anlage

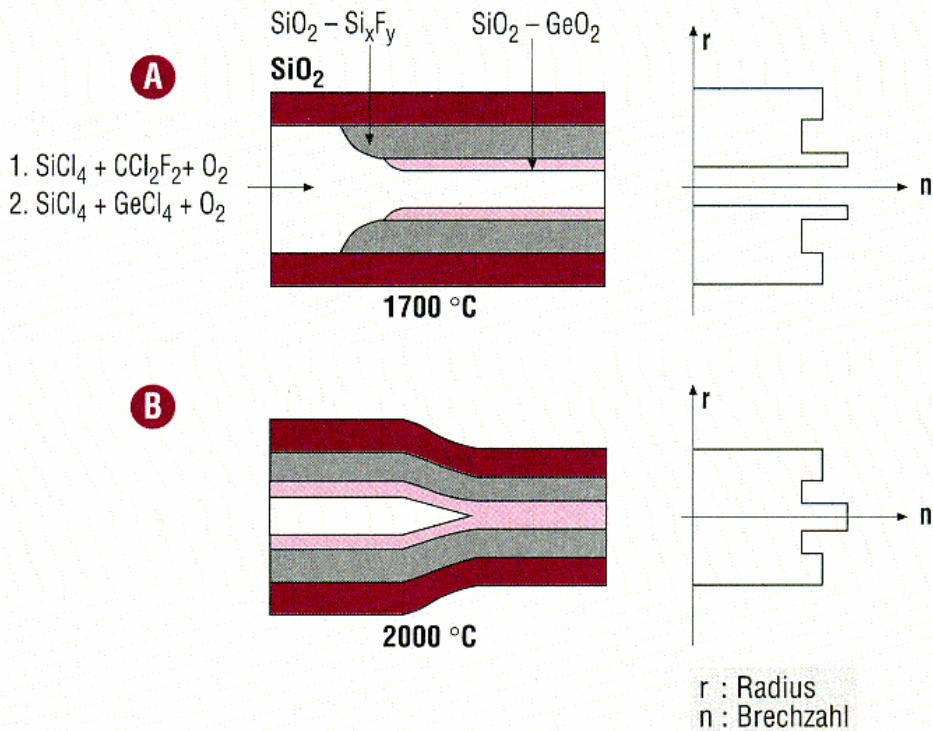
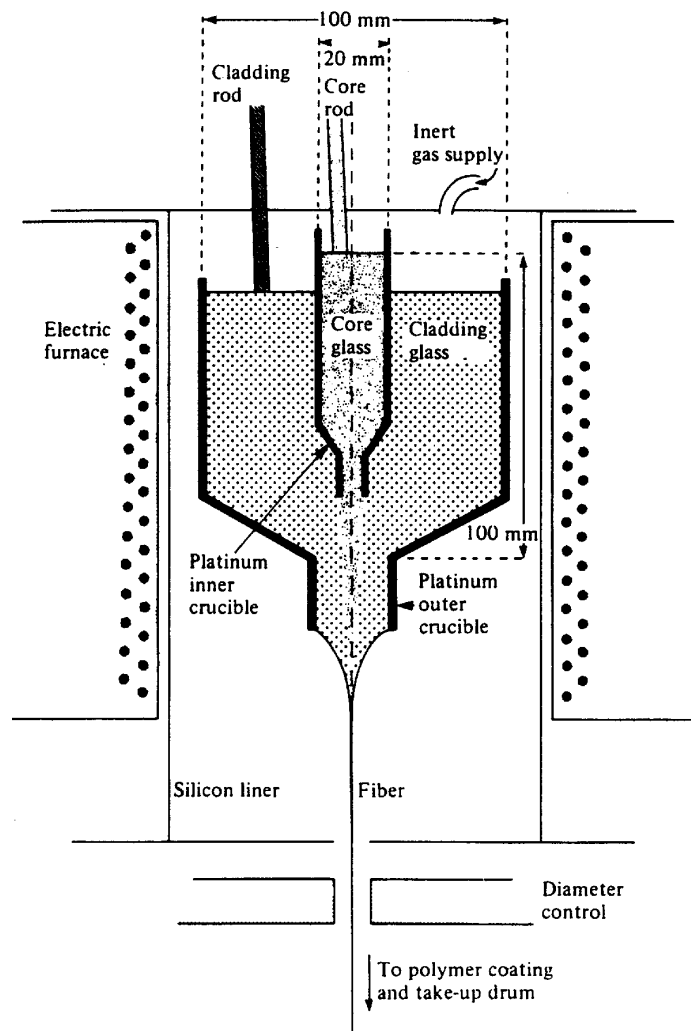
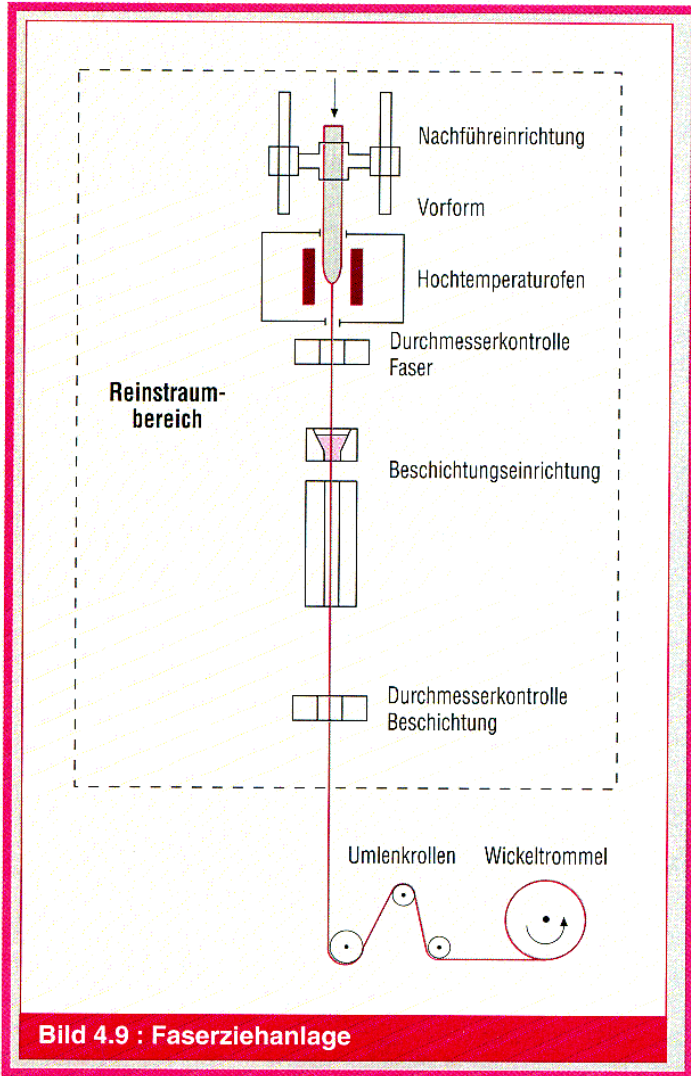


Bild 4.6: Produktionsschritte beim MCVD-Verfahren
 A: Abscheidung von $\text{SiO}_2 - \text{Si}_x\text{F}_y$ und $\text{SiO}_2 - \text{GeO}_2$ im Quarzrohr,
 B: Kollabieren des Rohres zur Vorform



Zugentlastung und Kompensation der thermischen Ausdehnung



Figure 11.13 The normal helical lay of fibers about a central strength member.

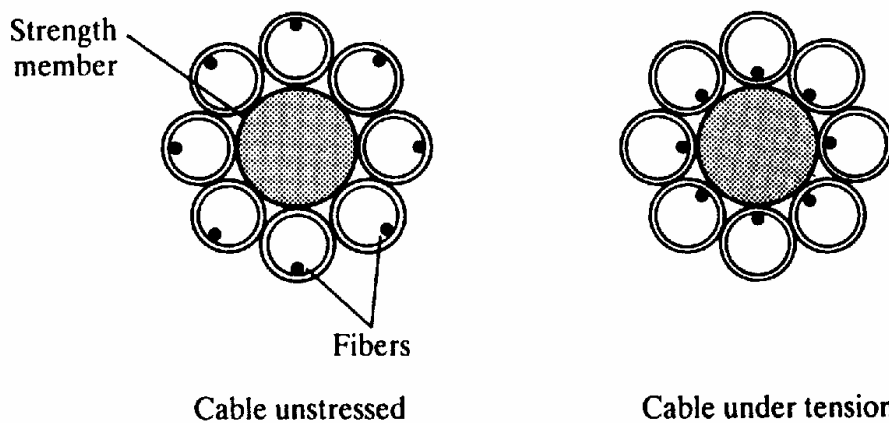


Figure 11.14 An illustration of the strain relief provided by the loose-tube helical structure.

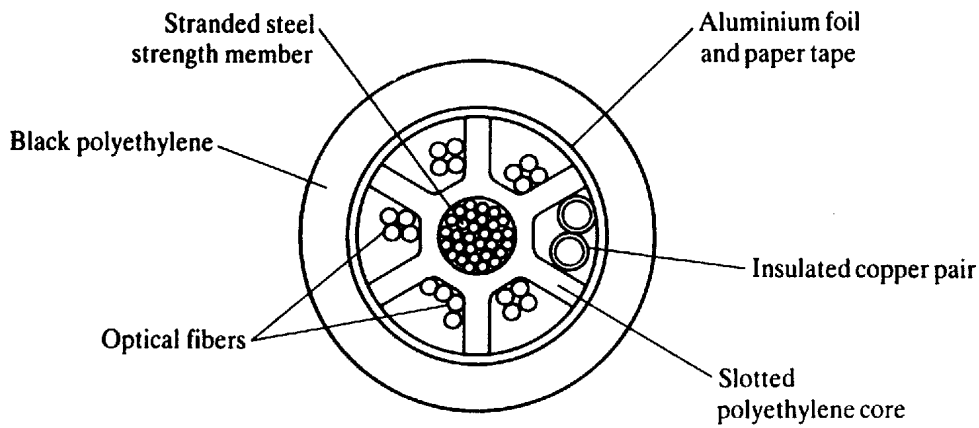


Figure 11.16 A slotted-core cable.

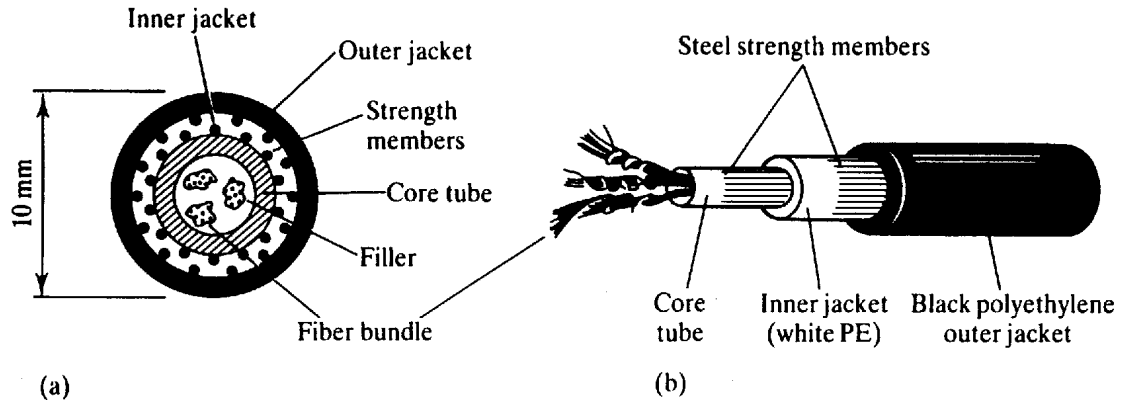


Figure 11.17 A loose fiber bundle cable design: (a) section; (b) perspective view.

Aufbau kompletter Tiefsee-Kabel

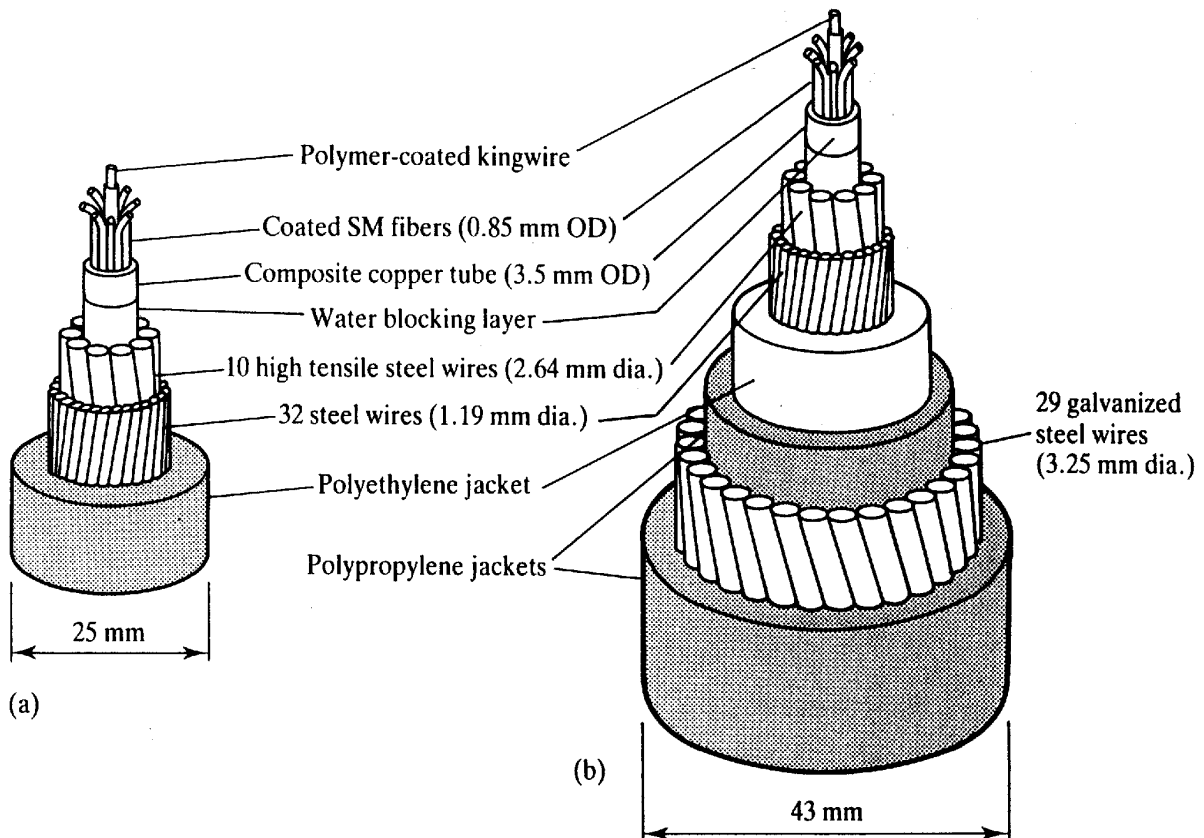


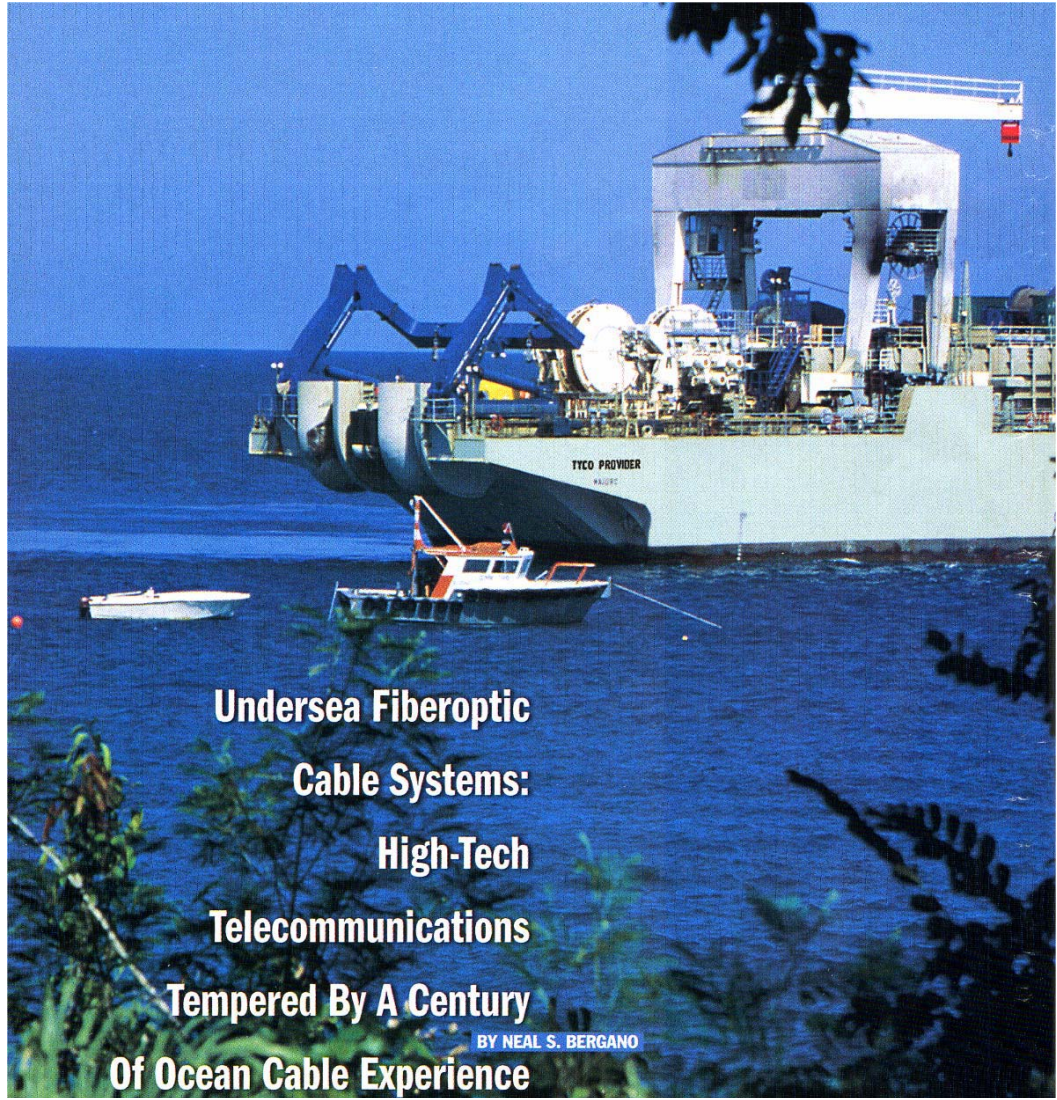
Figure 11.21 A tightly buffered cable designed for underwater application: (a) the cable used for deep water sections (b) the more heavily armoured cable used in-shore.



OPN

Optics & Photonics News

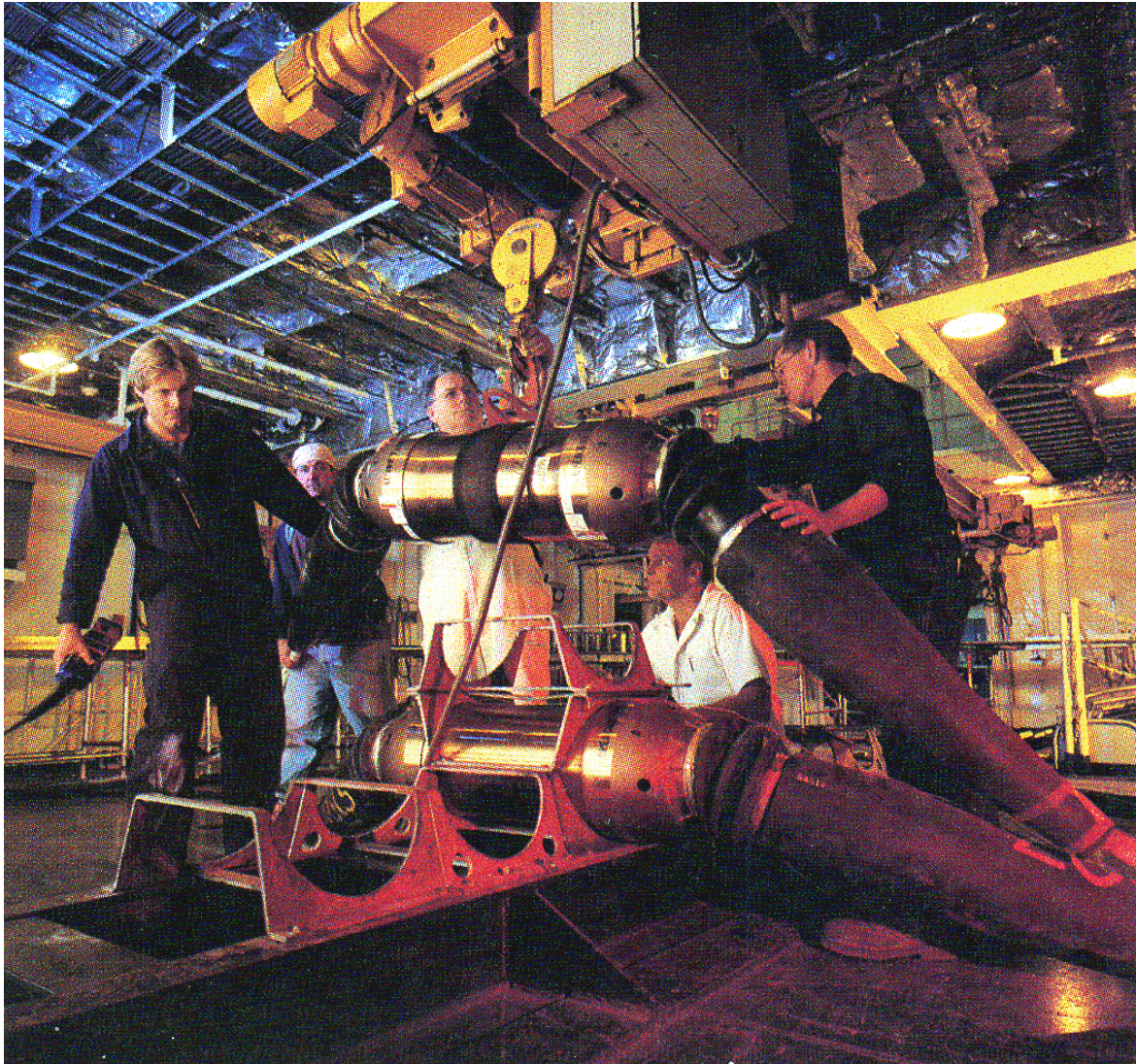
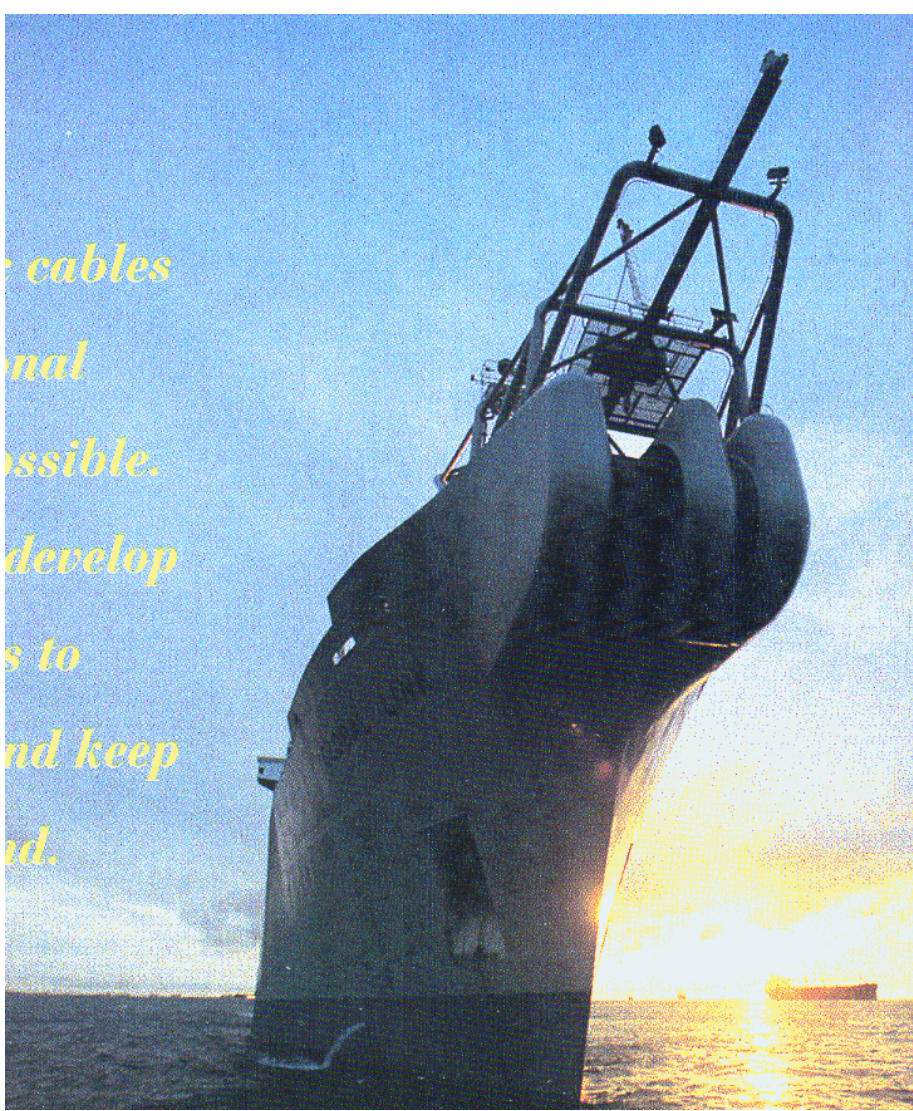
UNDERSEA FIBEROPTIC CABLE SYSTEMS
INTEGRATED OPTICAL COMPONENTS FOR WDM SYSTEMS
A 1021 CHANNEL WDM SYSTEM



Undersea Fiberoptic
Cable Systems:
High-Tech
Telecommunications
Tempered By A Century
Of Ocean Cable Experience

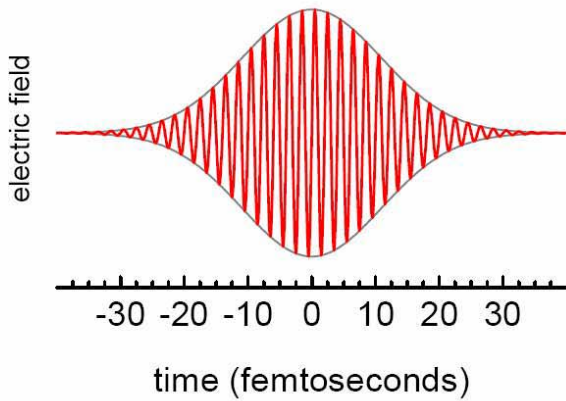
BY NEAL S. BERGANO

e cables
nal
ossible.
develop
s to
nd keep
nd.

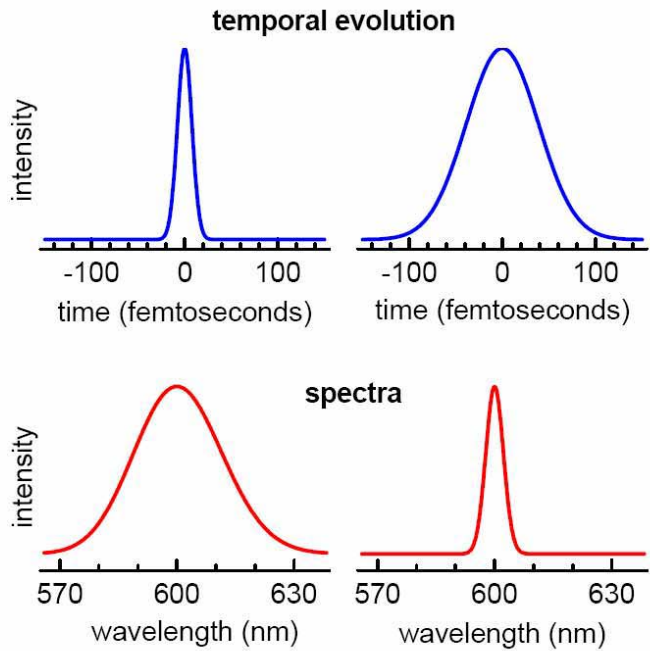


What are ultrashort light pulses ?

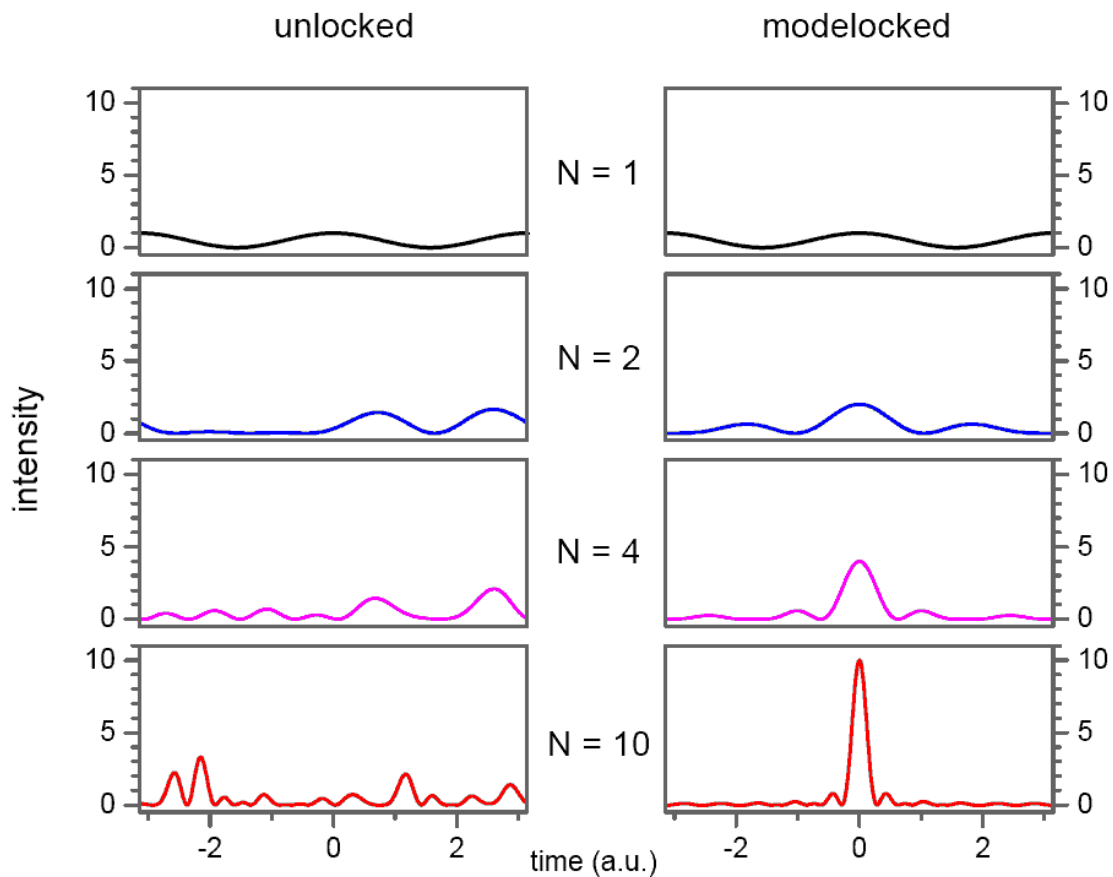
20 femtosecond light pulse
at 600 nm wavelength



comparison of 20 and 100 fs light pulses



Modenkopplung



group velocity – dispersion in material

$$v_G = \frac{d\omega}{dk}$$

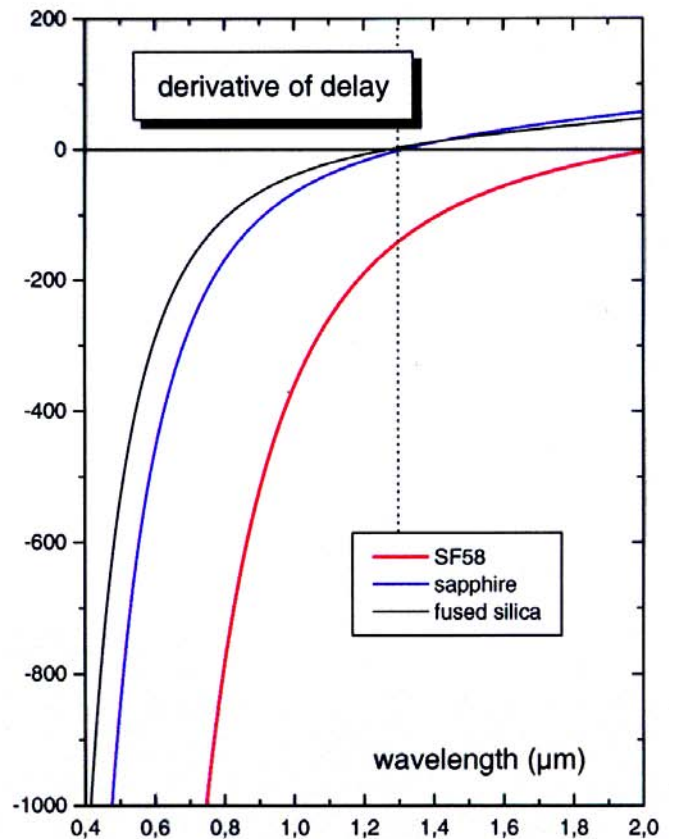
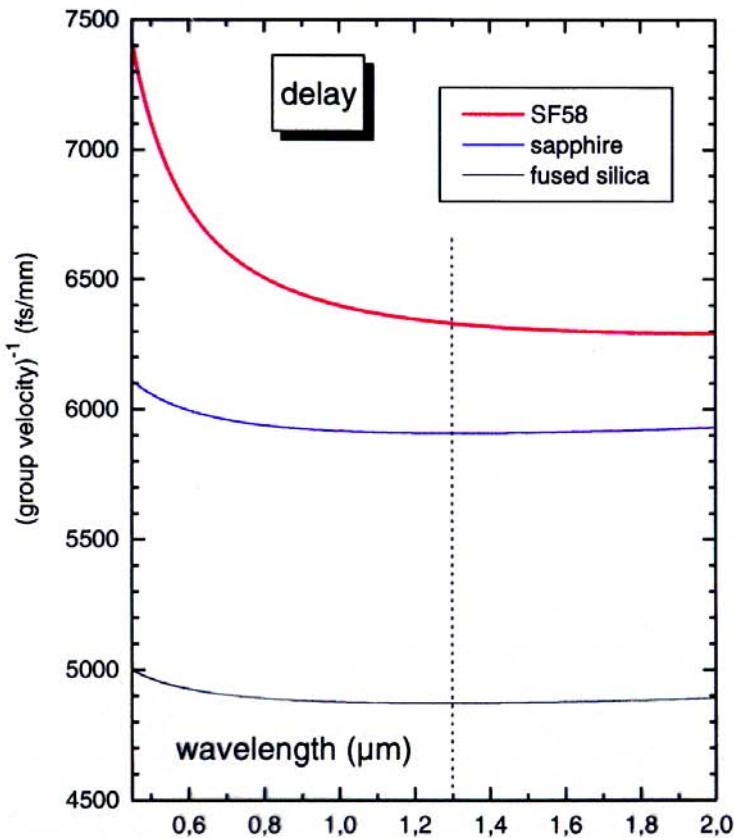
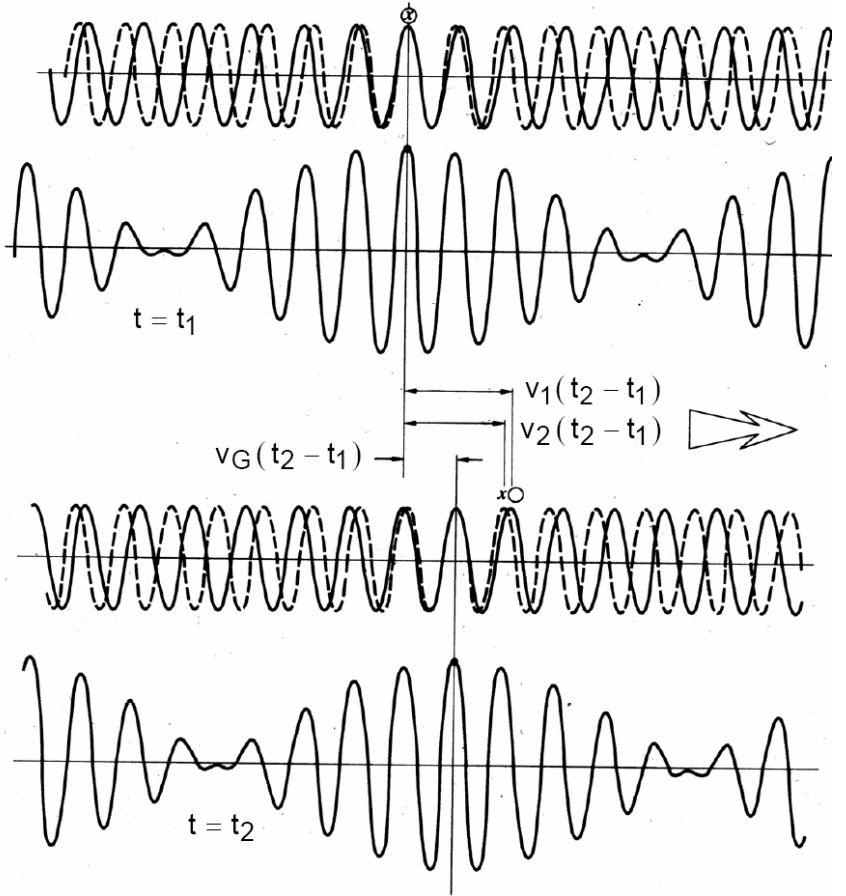
$$\frac{1}{v_G} = \frac{dk}{d\omega} = \frac{d}{d\omega} \left(\frac{\omega n}{c} \right) = \frac{n}{c} + \frac{\omega}{c} \frac{dn}{d\omega}$$

$$\frac{1}{v_G} = \frac{n}{c} \left(1 - \frac{\lambda_0}{n} \frac{dn}{d\lambda_0} \right)$$

$$v_G \approx v_{Ph} \left(1 + \frac{\lambda_0}{n} \frac{dn}{d\lambda_0} \right)$$

$$v_G < v_{Ph}$$

for normal dispersion



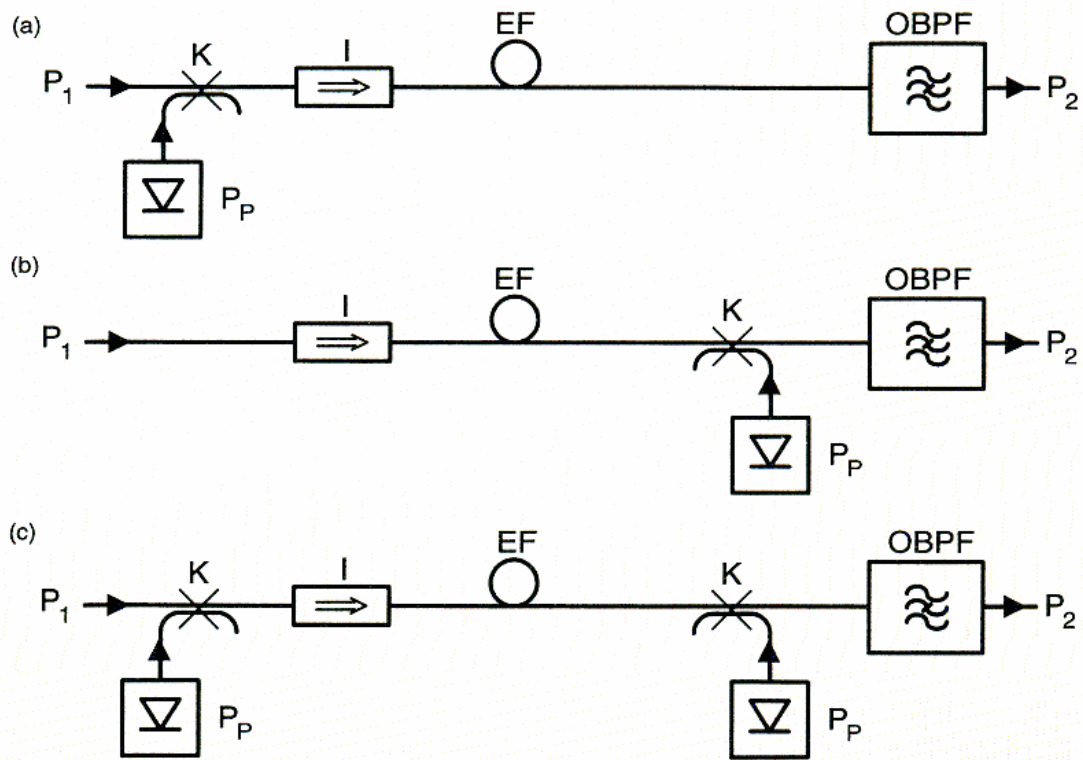


Bild 4.41: Erbiumfaser - Verstärker Konfigurationen

(a) vorwärts gepumpt; (b) rückwärts gepumpt; (c) bidirektional gepumpt.

K: optischer Koppler; I: optischer Isolator; P_p: Pumpquelle; EF: erbiumdotierte Faser; OBPF: optisches Bandpaßfilter

Verstärkung eines Erbiumfaser - Verstärkers

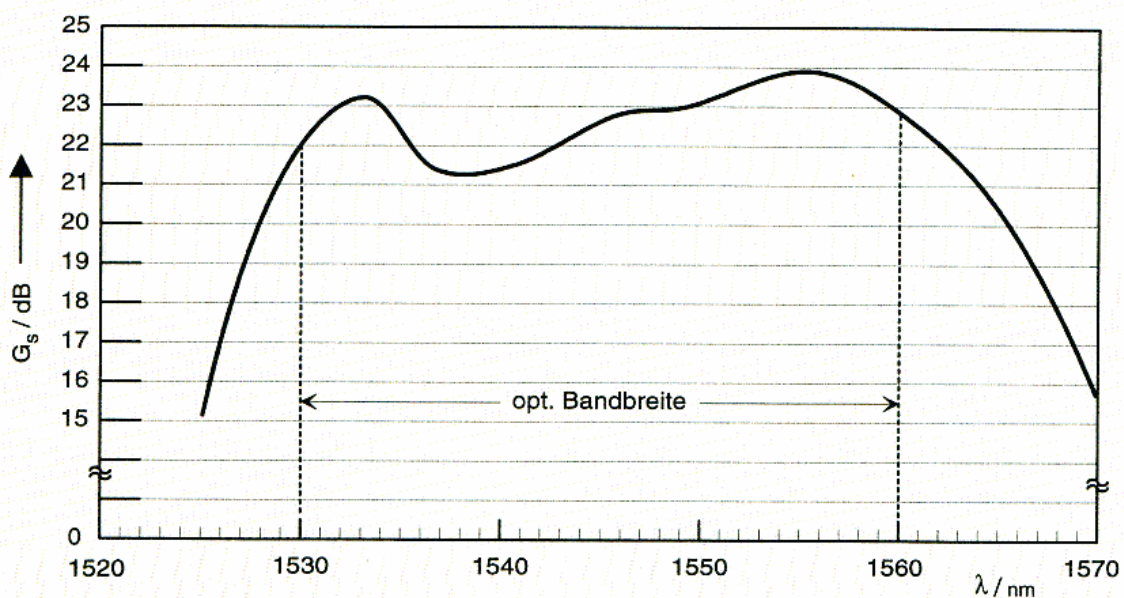


Bild 4.42: Spektraler Verstärkungsverlauf eines Erbiumfaser - Verstärkers mit durchschnittlichen Verstärkungswerten. G_s : Verstärkungsmaß; λ : optische Wellenlänge

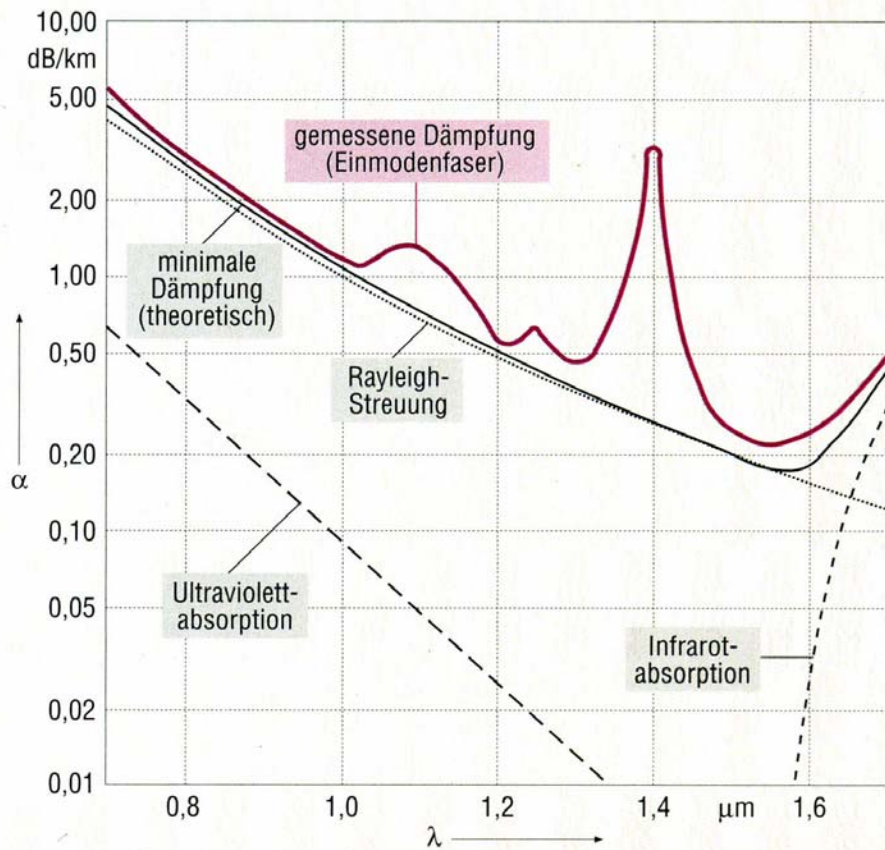


Bild 2.13: Dämpfungskoeffizient α und Verlustmechanismen bei Quarzglasfasern

Dämpfung in Glasfaser:

- Verluste durch Streuung und Absorption im Quarzglas
- Verluste durch Absorption von Verunreinigungen (OH etc.)

Anpassung des Null-Dispersionpunktes durch Dotierung

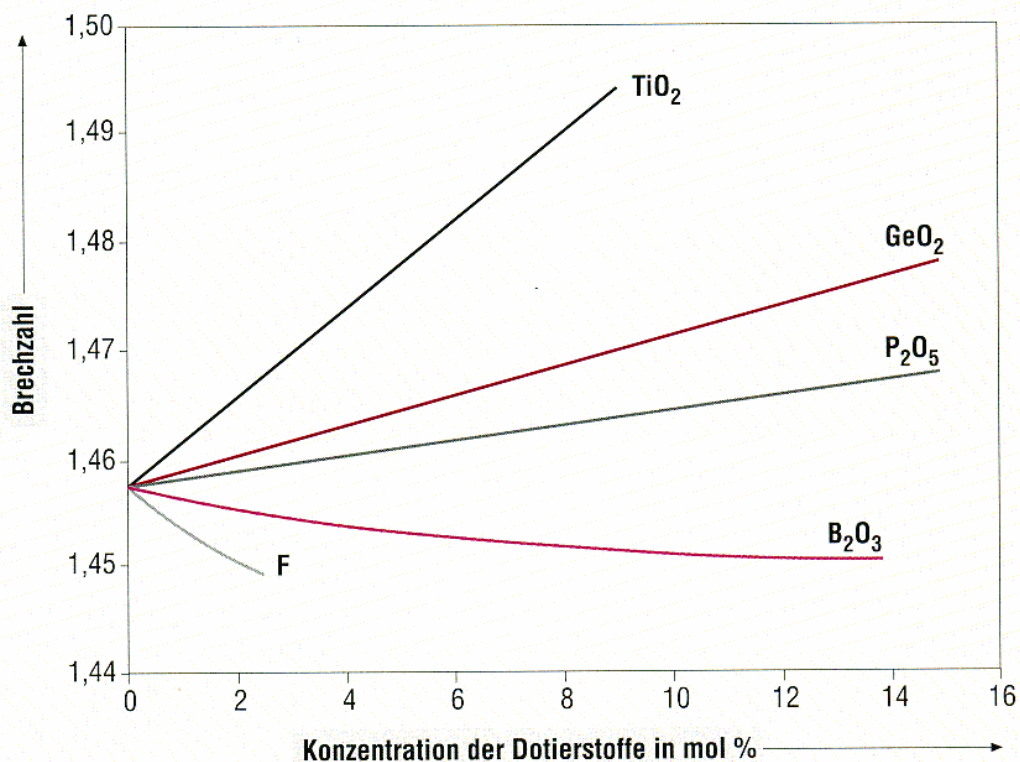


Bild 4.1: Brechzahl von Quarzglas als Funktion der Dotierstoffkonzentration

Dimensionierung von optischen Fasern

Multimode Fibers

Model	Operating Wavelength (nm)	—	Cladding/ Coating Diameter (μm)	—
F-MSD	850/1300	—	125/250	—
F-MLD	850/1300	—	140/250	—
F-MSC	500–1100	—	630 \pm 10/1040 \pm 10	—
F-MMC	500–1100	—	1035 \pm 15/1400 \pm 50	—
F-MTC	500–2100	—	400 \pm 10/730 \pm 50	—
F-MFC	500–2100	—	600 \pm 10/750 \pm 50	—

Single-mode Specialty Fibers

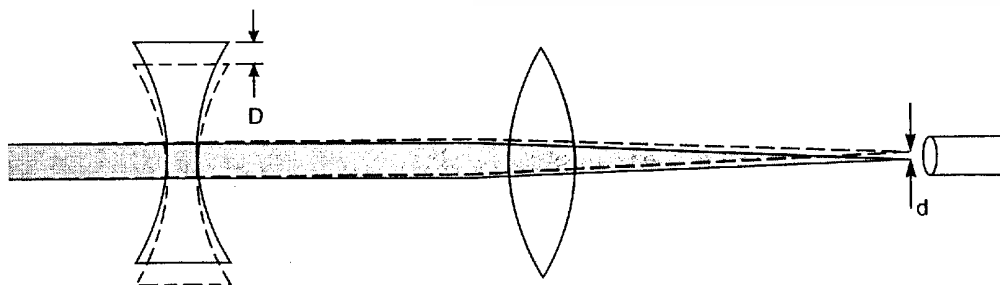
Model	Operating Wavelength (nm)	Mode Field Diameter (μm)	Cladding/ Coating Diameter (μm)	Cutoff Wavelength (nm)
F-SA	488/514	3.7	125/250	380 \pm 60
F-SV	630	4.6	125/250	580 \pm 30
F-SE	780	5.6	125/250	730 \pm 40
F-SF	820	6	125/250	750 \pm 50
F-SC	980	7	125/250	930 \pm 40
F-SY	1060	7.7	125/250	970 \pm 60
F-SS	1300/1550	9.3/10.5	125/250	1180 \pm 70

Precision Single-Mode Fiber Couplers

Principles of Operation

The steering lens in these couplers is a long-focal-length (254 mm) negative lens and is positioned near the back focal plane of the objective lens, so an input laser beam focuses at the fiber end-face. A transverse translation of the steering lens, D , effectively tilts the input beam entering the objective lens, causing a much smaller translation of the focused spot, d .

The translation reduction is equal to the ratio of the focal lengths of the two lenses; for the M-20X objective the ratio is approximately 32:1. Hence when the steering lens moves 3.2 microns, the focused spot moves only 0.1 micron. This translation occurs with minimal change of the incident angle of the beam on the fiber endface.



Kopplung von Einmodenfasern

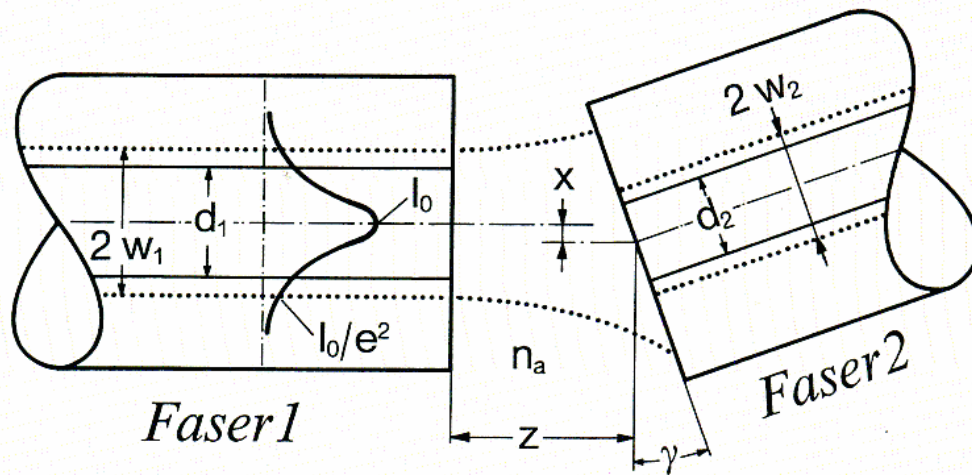
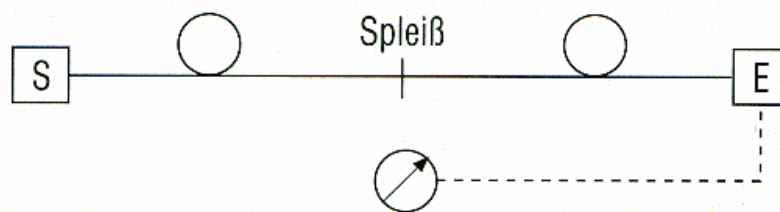


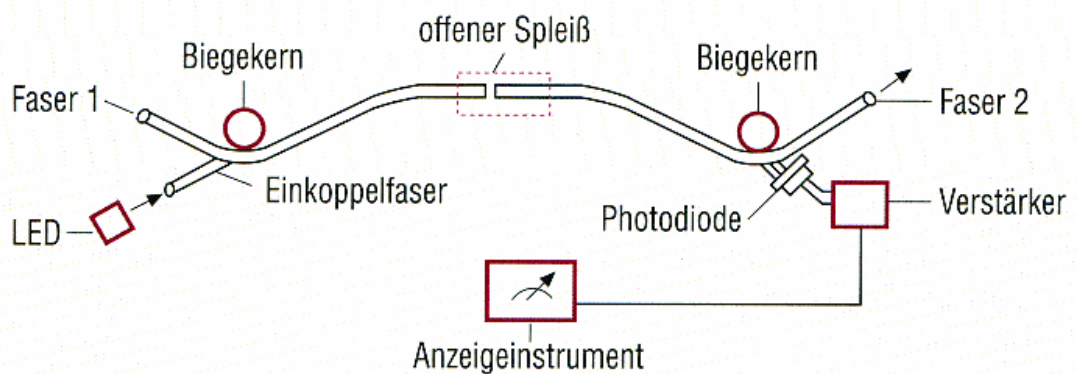
Bild 4.13: Illustration charakteristischer Größen an der Koppelstelle von zwei Einmodenfasern
 w : Fleckweite; d : Kerndurchmesser; I_0 : Intensität; n_a : Brechzahl; x, z, γ : vertikaler, longitudinaler, Winkelversatz der Fasern

Ausrichtung der Faserkern beim Spleißen von Einmodenfasern

a Durchlichtverfahren

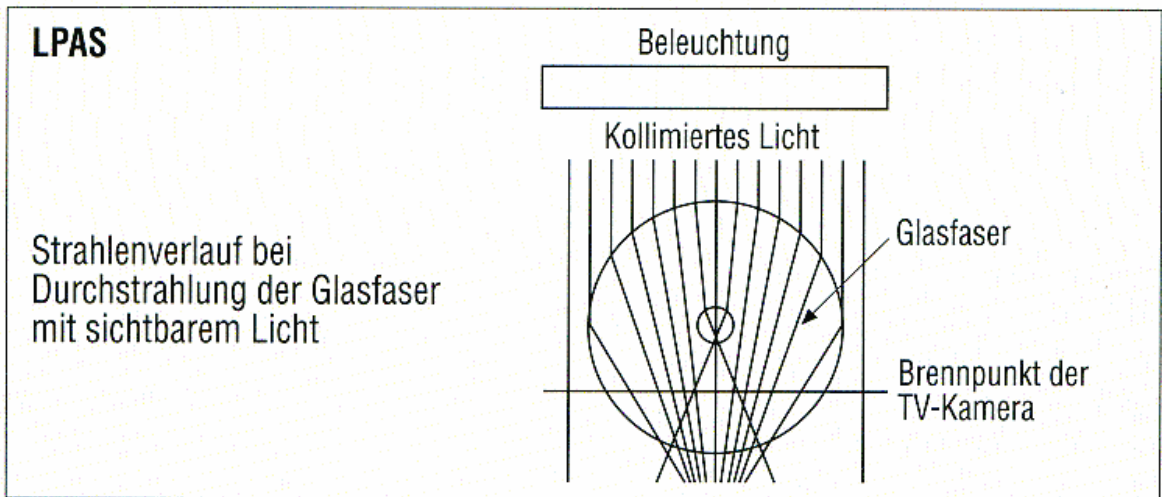


b Biegekopplerverfahren



Ausrichtung der Faserkern beim Spleißen von Einmodenfasern

c



d

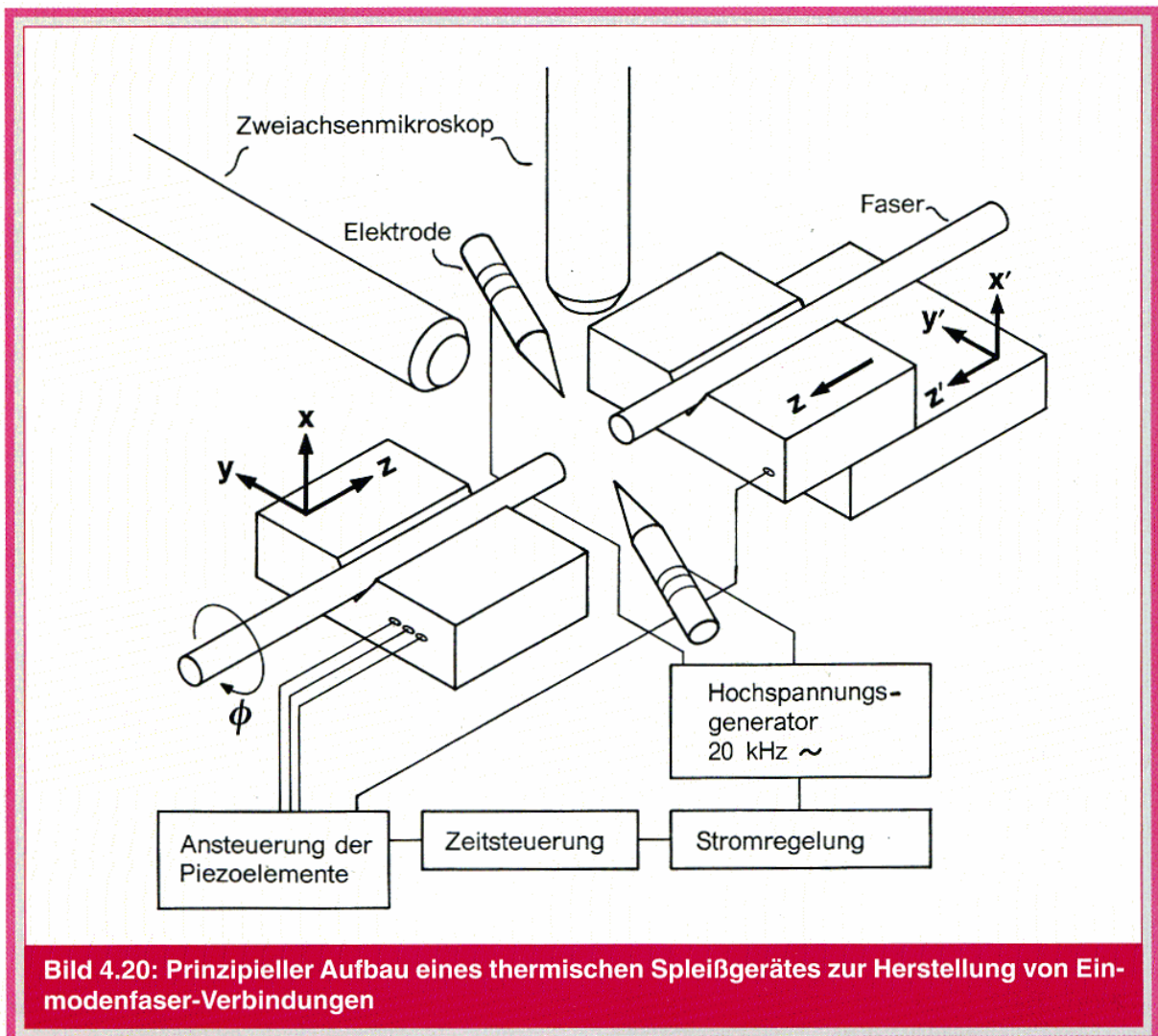
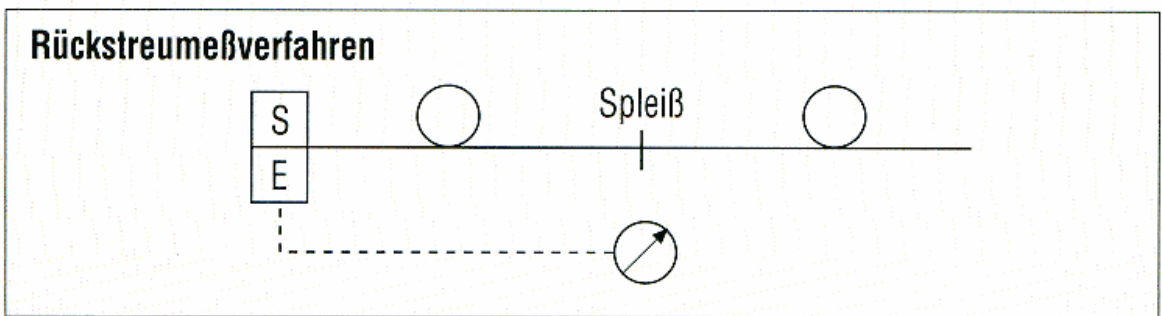
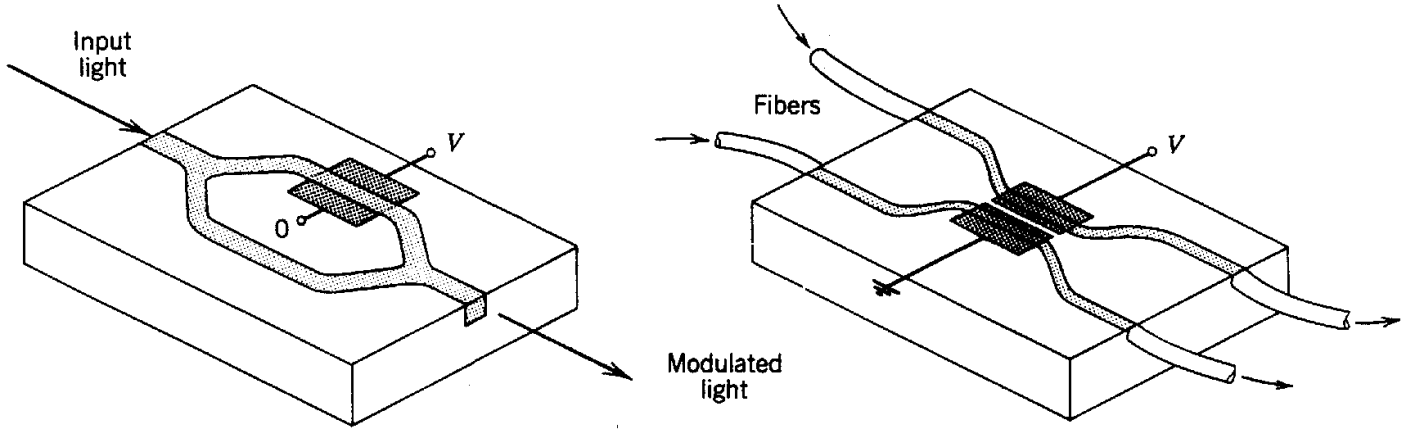
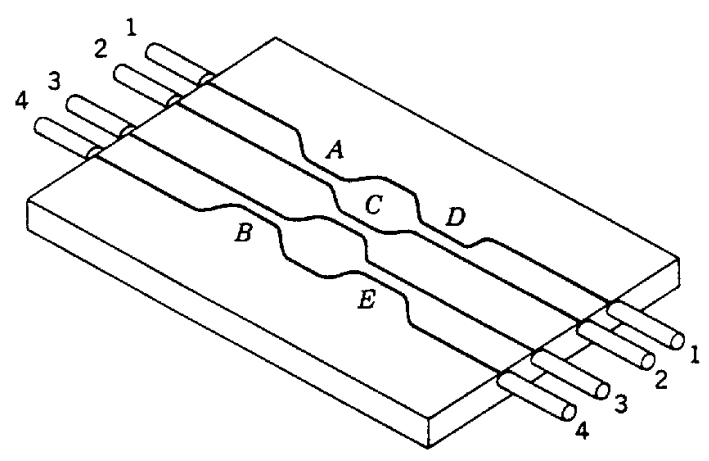


Bild 4.20: Prinzipieller Aufbau eines thermischen Spleißgerätes zur Herstellung von Einmodenfaserverbindungen



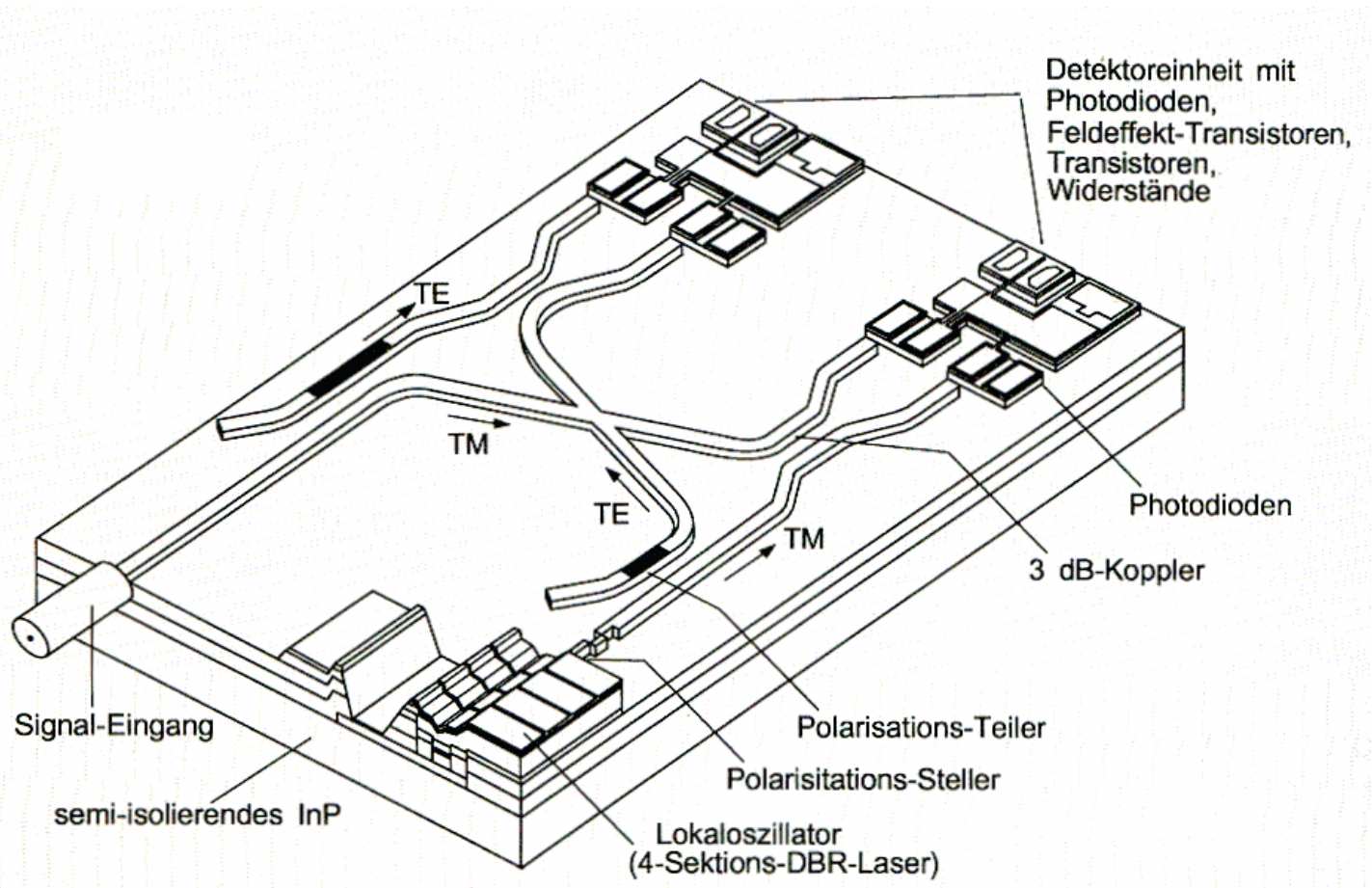
A 1×1 switch using an integrated-optic Mach-Zehnder interferometer.

A 2×2 switch using an integrated electro-optic directional coupler.



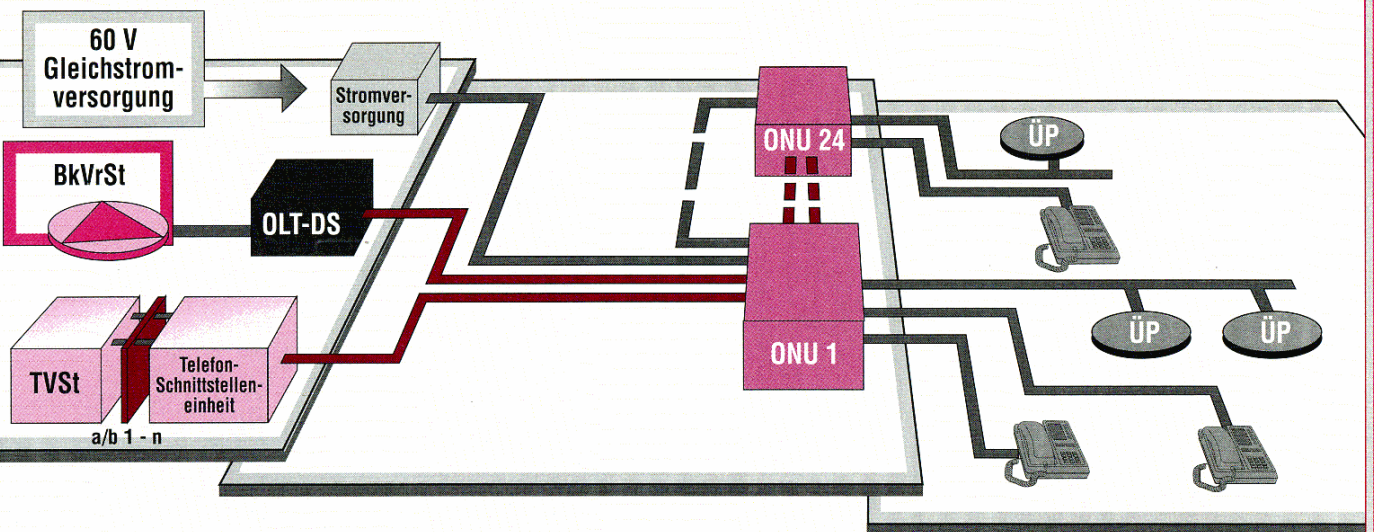
An integrated-optical 4×4 switch using five directional couplers *A*, *B*, *C*, *D*, and *E* on a single substrate.

Integrierter optischer Überlagerungsempfänger



Signalübergabe zum Endverbraucher

Bild 9.3: Systemübersicht Pilotprojekt OPAL 1 in Köln



Glasfaser
 Kupfer

TVSt Teilnehmervermittlungsstelle

BkVrSt Breitbandkommunikations-Verstärkerstelle

OLT-DS Optischer Leitungsabschluß
Verteildienste

ONU Optischer Netzabschluß

ÜP Übergabepunkt