# Inhalt

**Vorwort** . . . . . 14

**Geleitwort**
Tim Brauckmüller . . . . . 16

**Konstruktion von LWL-Kabeln und -fasern – ihre Einsatzgebiete und Installationsbedingungen**
Thomas Gehrke . . . . . 21
Einfürung . . . . . 22
Anforderungen an das Brandverhalten . . . . . 36
Welche Faser darf es denn sein? . . . . . 43

**Die Achillesferse kritische Infrastruktur – Glasfaser- und Infrastrukturüberwachung, Netzwerk-Leistungsmanagement**
Dr. Andreas Hornsteiner . . . . . 57
Einleitung . . . . . 58
Störungsfälle . . . . . 60
Schutz tut Not: Zunehmende Vernetzung bedeutet Abhängigkeit und Risikoerhöhung . . . . . 61
Glasfaserüberwachung . . . . . 63
Infrastrukturüberwachung . . . . . 66
BOTDR – das patentierte Brillouin Reflektometer als Bestandteil der Überwachung . . . . . 68
Kontrolle des Datenverkehrs . . . . . 69
Zusammenfassung . . . . . 70

**Inhouse-Kabelverlegung nach Vorgaben des Brandschutzes**
Jonas Bals (gesponserter Artikel) . . . . . 73

**Faber-UTL – Die platzoptimierte Lösung für ihre Mikrorohrsysteme**
Kai Theile (gesponserter Artikel) . . . . . 77

**Glasfasernetze – Kabelverlegung für Praktiker – Tipps und Tricks**
Dipl.-Ing. Thomas Weigel . . . . . 83
1 Vorwort des Autors . . . . . 84
2 Netzebenen der Telekommunikation . . . . . 85
3 Glasfaserkabelinstallation . . . . . 87
4 Die Praxis des Ein- und Ausblasens . . . . . 90
5 Glasfaserkabelinstallation in der Netzebene 2 (NE 2) . . . . . 92
5.1 Die Beschreibung der NE 2 . . . . . 92

5.2 Kabelschutzrohre in der NE 2 . . . . . 93
5.3 Kabel in der NE 2 . . . . . 95
5.4 Besonderheiten des EinJettens in der NE 2 . . . . . 97
5.5 Einblastechnik in der NE 2 . . . . . 99
6 Glasfaserkabelinstallation in der Netzebene 3 (NE 3) . . . . . 101
6.1 Beschreibung der NE 3 . . . . . 101
6.2 Kabelschutzrohre in der NE 3 . . . . . 103
6.3 Kabel in der NE 3 . . . . . 107
6.4 Besonderheiten des EinJettens in der NE 3 . . . . . 109
6.5 Einblastechnik in der NE 3 . . . . . 115
7 Glasfaserkabelinstallation in der Netzebene 4 (NE 4) . . . . . 120
7.1 Beschreibung der NE 4 . . . . . 120
7.2 Kabelschutzrohre in der NE 4 . . . . . 121
7.3 Kabel in der NE 4 . . . . . 123
7.4 Installationsverfahren in der NE 4 . . . . . 127
7.5 Einblastechnik in der NE 4 . . . . . 132
8 Havarie-Management . . . . . 136
8.1 Einführung . . . . . 136
8.2 Lösungsansätze der Elitex GmbH . . . . . 139
8.3 Weiterentwicklung Havarie-Management . . . . . 141
9 Ausblicke . . . . . 142
Literaturverzeichnis . . . . . 142

**Verlegung und Montage von Micro- und Macroduct Rohren**
Jörg Gößling . . . . . 145
Microduct Mono . . . . . 146
Zuverlässiges Mikrorohrsystem für den Schutz von Glasfasernetzen . . . . . 146
Microduct Multi . . . . . 149
Die Rohr-in-Rohr-Lösung für den Neubau oder die Erweiterung von Glasfasertrassen einsetzbar . . . . . 149
Microduct Multi protec . . . . . 151
System für die sandbettfreie und grabenlose Verlegung . . . . . 151
Macroduct Mono . . . . . 153
egeFit® Systemzubehör . . . . . 154
Verbinden, Reduzieren, Abdichten – für jedes System die passende Lösung . . . . . 154
Einblasmuffe (EBM) . . . . . 155
Einzelzugabdichtung – teilbar (EZA-t) . . . . . 156
Multi-fit-Abdichtung – teilbar (MfA-t) . . . . . 156
Schutzmuffen . . . . . 157
Werkzeuge . . . . . 158

Anleitungen für die Verlegung, den Transport und die Lagerung von Rohren und Trommeln . . . . . 159
Verlegevorschriften . . . . . 159
Trommelbremse . . . . . 159
Transport . . . . . 160
Lagerung . . . . . 161
Temperaturen, Biegeradien und Zugkräfte . . . . . 162
Schneiden, Verbinden und Lösen . . . . . 165
Verlegeverfahren . . . . . 167
Hausanschluss einrichten: Abmanteln von Microduct Multi Rohren . . . . . 177

**Einblastechniken und Geräte für die moderne Inhouse-Installation**
Andre Koop (gesponserter Artikel) . . . . . 181

**Die Glasfaser im Teilnehmeranschlußbereich (FTTx) – Der Stecker, die lösbare Verbindungstechnik**
Dipl.-Ing. (FH) Andreas Mayrhofer . . . . . 187

1 Grundlagen . . . . . 188
1.1 Physikalische Basis . . . . . 188
1.2 Technische Basis . . . . . 191
2 Steckerbauformen und Fasertypen . . . . . 199
2.1 Fasertypen: Material und Dimensionen . . . . . 199
2.2 BFF-, SFF- und VSFF-Stecker . . . . . 199
2.3 Mehrfaserstecker . . . . . 200
2.4 Steckernormen . . . . . 200
2.5 Stecker für verschiedene Fasern . . . . . 201
2.6 Endflächengeometrie . . . . . 201
2.7 Steckerkonfektion . . . . . 202
2.8 Spezialstecker im WAN & FTTx Bereich . . . . . 204
2.9 Optimierungsverfahren für Glasfaserstecker . . . . . 204
3. Handhabung von Steckersystemen . . . . . 206
3.1 Stecker/Pigtails/Patchkabel in der Verteil- und Abschlusstechnik . . 206
3.2 Spleißen und Einbau . . . . . 206
4. Was ist, wenn… . . . . . 207
4.1 Erhöhte Dämpfung . . . . . 207
4.2 Geringe Rückflussdämpfung . . . . . 209
4.3 Schwankende Dämpfungswerte (IL, RL) . . . . . 209

**Es tut sich etwas im Rechenzentrum**
Hans Joachim (Hanno) Erichsen (gesponserter Artikel) . . . . . 211

Neue Stecker im Rechenzentrum und (k)ein Ende in Sicht? . . . . . 212
Beispiele aktueller Transceiver . . . . . 215
Neue Stecker erfordern neue Prüf- & Reinigungs-Tools . . . . . 215

Ein kurzer Ausblick auf geeignete Messtechnik . . . . . 216
Über die Opternus GmbH . . . . . 217

**Fusionsspleissen – die unlösbare Verbindung von Glasfasern**
Dr.-Ing. Christina Manzke . . . . . 221
1 Einführung . . . . . 222
1.1 Einflußfaktoren beim Spleissen . . . . . 222
2 Spleißgerätetypen . . . . . 224
2.1 V-Nut Spleißgeräte . . . . . 224
2.2 3-Achsengerät (manteljustierend) . . . . . 225
2.3 3-Achsengerät (kernzentrierend) . . . . . 226
3 Faserarten im FTTx . . . . . 226
4 Der ideale Spleiß-Arbeitsplatz . . . . . 227
5 Arbeitsschritte beim Spleißen . . . . . 228
5.1 Vorbereitung der Faser . . . . . 228
5.2 Brechen der Faser . . . . . 229
5.3 Der Spleißvorgang . . . . . 230
5.4 Zugtest und Herausnehmen der Faser . . . . . 230
5.5 Schutz des Spleißes . . . . . 231
6 Stecker anspleißen (SOC) . . . . . 233
7 Was tun, wenn … . . . . . 233
7.1 … das Brechgerät nicht funktioniert? . . . . . 233
7.2 … die Fasertypen nicht bekannt sind? . . . . . 234
7.3 … die Spleißdämpfung zu hoch ist? . . . . . 235
7.4 … ein schwarzer Strich im Spleißbereich auftritt? . . . . . 236
7.5 … die Faser im Spleißbereich zu dünn oder zu dick ist? . . . . . 236
7.6 … die Faser beim Zugtest reißt? . . . . . 237

**Die Glasfaser im Teilnehmer-Anschlußbereich (FTTH) – Technologie und Messaufgaben**
Peter Winterling . . . . . 239
1 Einführung in die Glasfasertechnologie im Zugangsbereich . . . . . 240
1.1 Das GPON Verteilnetz . . . . . 240
2 Grundlegendes zur Messtechnik an Glasfasernetzen . . . . . 244
2.1 Fiber Inspektion . . . . . 244
2.2 Der Standard IEC 61300-3-35 zur objektiven und automatisierten Beurteilung von Steckerstirnflächen . . . . . 246
2.3 Messung der Einfügedämpfung nach IEC 874-1, Methode 6 . . . . . 250
3 Messungen mit dem OTDR in FTTH-Netzen . . . . . 252
3.1 Grundlegendes zum OTDR . . . . . 252
3.2 Punkt-zu-Punkt-(P2P-)Verbindungen . . . . . 255

3.3 Messung in Punkt-zu-Multipunkt-(P2MP-)Verbindungen (PON-Verteilnetze) . . . . . 258
3.4 In-Haus Verkabelung bei FTTH-Netzen . . . . . 260
4 Inbetriebnahme von GPON-Systemen . . . . . 262
5 Fehlersuche und Messungen in Betrieb . . . . . 263
5.1 Messung mit OTDR mit einem gefilterten Messeingang . . . . . 263
6 Glasfaser-Überwachungssysteme . . . . . 264
7 Ausblick . . . . . 266
Literatur . . . . . 267

**Das neue 5G-Fronthaul-Netz – Installation und Wartung von 5G-Basisstationen – Einführung in die Testanforderungen für Glasfaser und HF**
Genis Sanchez (gesponserter Artikel) . . . . . 269
Die Rolle der Glasfaser in 5G-Netzen . . . . . 271
Entwicklung des 5G-Fronthaul-Netzes . . . . . 273
Feldtests am 5G- und 4G-Fronthaul . . . . . 274
Schlussfolgerungen und Workflow-Automatisierung für Feldtests . . . . . 283

**LOOP Messung**
Stefan Schreiber, Mark Schmitz (gesponserter Artikel) . . . . . 287
LOOP Messung . . . . . 289
Einstellung am OTDR und Interpretation der Messergebnisse . . . . . 291
Fazit und Grenzen der Methode . . . . . 291

**Abschlussmessung der Dämpfung in Netzebene 4**
Martina Uschanow, Julian Sassmann (gesponserter Artikel) . . . . . 295
1 Messgeräte und Prüfmittel . . . . . 299
2 Beispielmessungen in der NE4 . . . . . 300

**Glasfasermontage – Praxistipps**
Olaf Hunneshagen . . . . . 307
1 Arbeitsvorbereitung . . . . . 308
2 Montage der Garnituren . . . . . 309
3 Spleißen . . . . . 312

**Einzug der Microduct-Systeme im Inhouse-Bereich**
Christian Born . . . . . 314

**Technisch-praktische Hinweise für die Verlegung von Microducts im Inhouse-Bereich**
Christian Marotz . . . . . 315

**Glasfasermontage und -installation für Praktiker – Fachbereich Mehrfamilienhäuser (MFH), Einfamilienhäuser (EFH), Doppelhäuser (DHH) im Neubau und Bestand**
Andreas Bätz-Hammer (gesponserter Artikel) . . . . . 317
Glasfaser = weltumspannendes Netz . . . . . 318
Lichtwellenleiter-Übertragungssysteme haben wesentliche Vorteile gegenüber anderen Breitbandanschlüssen . . . . . 318
Einschränkungen von LWL-Übertragungssystemen . . . . . 319
Das Glasfasernetz in Deutschland . . . . . 319
Der Glasfaserausbau . . . . . 320
Bauteile für Glasfasergebäudenetze . . . . . 321
Abnahmemessung: Tier-1- und Tier-2-Zertifizierung von Glasfasern . . . . . 324
Verlegung von Glasfaserleitungen in die Wohnungen eines Neubaus . . . . . 326
Verlegung von Glasfaserleitungen in die Wohnung eines Bestandsbaus . . 326
Glasfasermontage . . . . . 327
Kennzeichnung von LWL-Kabeln . . . . . 329
Fazit . . . . . 334

**Abkürzungen** . . . . . 336

**Stichwortverzeichnis** . . . . . 339

3 EDGE

# Weit mehr als bloß grundlegende Messungen

OX1 Optical Explorer
Fiber Multimeter

MaxTester 730C
Last-Mile OTDR

EVG-3 Rotlichtquelle

**Mehr Effizienz und Qualität in den Arbeitsprozessen Ihrer Servicetechniker.**

Der Optical Explorer OX1 ermittelt die Gesamtqualität der optischen Übertragungsstrecke und prüft potenzielle Fehlerstellen. Mit dem MaxTester 730C werden Last-Mile FTTH OTDR-Tests zum Kinderspiel. Dank iOLM erledigen Ihre Techniker alle Messungen und Auswertungen vollautomatisch.

**www.3-edge.de**