

Inhalt

Informationen des Autors zur vierten Auflagedes Fachbuches	22
Vorwort des Autors	25
Geleitwort	
Dipl.-Ing. Michael Lintgen	30
Geleitwort	
Andreas Prestin & Widar Wendt	32
1 Einführung	36
2 Netzebenen in der Telekommunikation	42
3 Glasfaserkabelinstallation im Wandel der Zeit	47
3.1 Die Anfänge der Glasfaserinstallation	47
3.2 Die technischen Möglichkeiten der Glasfaserinstallation	48
3.2.1 Einziehverfahren mit Seilwinde	49
3.2.2 Einziehverfahren mit Zugkolben	51
3.2.3 Kabel EinJetten	52
4 Die Praxis des Ein- und Ausblasens, Havarie-Szenario als Element der Qualitätssicherung für Netzbetreiber	55
4.1 Die Praxis des Ein- und Ausblasens	55
4.2 Havarie-Szenario – ein Element der Qualitätssicherung für Netzbetreiber	58
5 Glasfaserkabelinstallation in der Netzebene 2	60
5.1 Die Beschreibung der Netzebene 2 (NE 2)	60
5.2 Kabelschutzrohre in der NE 2	62
5.2.1 Rohre für das Jetting-Verfahren in der NE 2	62
5.2.2 Druckprüfung und Kalibrierung in der NE 2	66
5.2.2.1 Die Notwendigkeit von Prüfmethode in der NE 2	66

5.2.2.2	Hoch- und Niederdruckprüfung in der NE 2	68
5.2.2.3	Kalibrierung in der NE 2	80
5.2.3	Ortung in der NE 2	88
5.2.3.1	Die Bedeutung der Ortung in der NE 2	88
5.2.3.2	Die Ortung von Stromkabeln in der NE 2	88
5.2.3.3	Die Ortung von Kabelschutzrohren in der NE 2	90
5.2.3.4	Die Ortung von Molchsendern in der NE 2	97
5.2.3.5	Die Ortung von Kugel- oder Stiftmarkern in der NE 2	99
5.2.3.6	Neues Ortungssystem der Elitex GmbH	101
5.2.4	Einfache Handwerkzeuge für Kabelschutzrohre der NE 2 ...	104
5.2.4.1	Einziehen von Schutzrohren in der NE 2	104
5.2.4.2	Handwerkzeuge zum Schneiden, Entgraten und Anfasen von Schutzrohren in der NE 2	109
5.2.4.3	Reparatur und Montage von Schutzrohren in der NE 2	112
5.3	Kabel in der NE 2	117
5.3.1	Wichtige Kabeldaten für den Kabeleinbläser in der NE 2	117
5.3.2	Bedeutung des Glasfiber-Zugentlastungselements	125
5.3.3	Schubkraft auf Glasfaserkabel im Kabeldatenblatt	129
5.4	Besonderheiten des EinJettens von Standardglasfaser- kabeln in der NE 2	130
5.4.1	Besonderheiten des Jetting-Verfahrens in der NE 2	130
5.4.2	Installation von 6000 m Standardkabel ungeschnitten in der NE 2	135
5.4.3	Beiblasen eines zweiten oder dritten Kabels in der NE 2	141
5.4.4	EinJetten von kleinen Kabeldurchmessern in der NE 2	145
5.4.5	EinJetten durch wechselnde Rohrdurchmesser in der NE 2	147
5.4.6	Ausblasen von Glasfaserkabeln in der NE 2	149
5.4.6.1	Grundlagen des Ausblasens von Glasfaserkabeln in der NE 2	149
5.4.6.2	Die Funktion des Lösekolbens in der NE 2	150
5.4.6.3	Die Funktion eines Kabelverbindungsstrumpfes in der NE 2	154
5.4.7	Witterungseinflüsse in der NE 2	155
5.5	Maschinen, Geräte und Sonderausrüstung in der NE 2	157
5.5.1	Crash-Test in der NE 2	157
5.5.2	Maschinen zum EinJetten in der NE 2	160

5.5.2.1	Aufbau von Einblasmaschinen in der NE 2	160
5.5.2.2	CableJet™ – die Kultmaschine in der NE 2	161
5.5.2.3	SuperJet™ – die Powermaschine in der NE 2	162
5.5.3	Automatisierung der Maschinen zum EinJetten in der NE 2	166
5.5.4	Kompressoren in der NE 2	166
5.5.5	Abtrommelgeräte, Gleit- und Hilfsmittel in der NE 2	171
5.5.5.1	Abtrommelgeräte in der NE 2	171
5.5.5.2	Gleit- und Hilfsmittel in der NE 2	174
5.6	Einziehen von Standardkabeln mit Kabelziehwinde in der NE 2	178
5.6.1	Heutige Bedeutung des „klassischen Einziehens“ für Standardkabel in der NE 2	178
5.6.2	Röhrenschlange zum Einziehen kurzer Glasfaserkabel in der NE 2	178
5.6.3	Röhrenschlangen-Schubeinheit für Glasfaserkabel in der NE 2	181
5.6.4	Hilfsseilwinde mit Zubehör für Glasfaserkabel in der NE 2 ..	183
5.6.5	Hilfsseilwinde des Jahres 2026 – Baureihe UTW	187
5.7	Einschwemmen von Standardkabeln in der NE 2	189
6	Die Glasfaserkabelinstallation in der Netzebene 3	192
6.1	Die Beschreibung der Netzebene 3 (NE 3)	192
6.1.1	Basisinformationen zur NE 3	192
6.1.2	Ausführungsformen der NE 3	194
6.1.3	Grundversionen des Netzkonzepts in der NE 3	199
6.2	Kabelschutzrohre in der NE 3	201
6.2.1	Überblick über Rohrversionen in der NE 3	201
6.2.2	Rohr-in-Rohr-System in der NE 3	205
6.2.2.1	Rohr-in-Rohr-System – Einblasen der Subducts in der NE 3 – notwendige Qualitäten der Subducts	205
6.2.2.2	Rohr-in-Rohr-System – Beiblasen von Subducts zu vorhandenem Standardkabel – Kooperation von NE 2 und 3 ..	214
6.2.2.3	Rohr-in-Rohr-System – Einziehen von Subducts und Rohrverbänden in der NE 3	217
6.2.2.4	Notwendige Werkzeuge und Hilfsmittel bei der Installation von Subducts und erdverlegbaren Rohrverbänden in der NE 3	219

6.2.2.5	Maschinen für das Einziehen von Subducts und Rohrverbänden in der NE 3	233
6.2.2.6	Kabel-X Verfahren – Ausziehen von Kabeelseelen in der NE 3	241
6.2.3	Erdverlegbare Rohrverbände in der NE 3	243
6.2.3.1	Die Bedeutung der erdverlegbaren Rohrverbände für Qualität und Wirtschaftlichkeit in der NE 3	244
6.2.3.2	Umspulen von erdverlegbaren Rohrverbänden in der NE 3	249
6.2.3.3	Erdverlegbarer Rohrverband – Verlegung im offenen Graben in der NE 3	251
6.2.3.4	Erdverlegbarer Rohrverband – Verlegung „Pflügen“ in der NE 3	254
6.2.3.5	Erdverlegbarer Rohrverband – Verlegung „Horizontalbohren“ in der NE 3	259
6.2.3.6	Erdverlegbarer Rohrverband – Verlegung „Trenching“ in der NE 3	267
6.2.3.7	Erdverlegbarer Rohrverband – Verlegung „LAYJET“ in der NE 3	274
6.2.4	Druckprüfung und Kalibrierung in der NE 3	279
6.2.4.1	Die Notwendigkeit von Prüfmethode in der NE 3	279
6.2.4.2	Die Hochdruckprüfung in der NE 3	282
6.2.4.3	Kalibrierung in der NE 3	290
6.2.4.4	Grenzen von Druckprüfung und Kalibrierung in der NE 3 ...	302
6.2.5	Ortung in der NE 3	304
6.2.5.1	Die Bedeutung der Ortung in der NE 3	304
6.2.5.2	Die Ortung von Molch- und Mikrosendern in der NE 3	305
6.2.5.3	Die Ortung von Kugel- oder Stiftmarkern in der NE 3	308
6.2.5.4	Neues Ortungssystem der Elitex GmbH	312
6.3	Kabel in der NE 3	315
6.3.1	Wichtige Kabeldaten für den Kabeleinbläser der NE 3	316
6.3.2	Unterschiedliche Kabel in der NE 3	319
6.3.2.1	Minikabel in der NE 3	320
6.3.2.2	Mikrokabel der NE 3	331
6.3.2.3	Bündelfaser – Blown Fiber Unit in der NE 3	335
6.4	Besonderheiten des EinJettens von Mini- und Mikrokabeln in der NE 3	342
6.4.1	Besonderheiten des Jetting-Verfahrens in der NE 3	342
6.4.2	EinJetten von kleinen Kabeldurchmessern in der NE 3	350

6.4.3	Einblasverhalten von Mikrokabeln bei unterschiedlichen SpeedNet-Rohrdurchmessern im Netz der Deutschen Telekom – Besonderheiten durch das Materialkonzept des Bundes	354
6.4.3.1	Einführung durch den Autor	354
6.4.3.2	Ausgangssituation EinJetten Mikrokabel bei der Deutschen Telekom	355
6.4.3.3	Beschreibung der Einblastests	356
6.4.3.4	Ergebnisse und Ausblick	358
6.4.4	Installation von 6000 m Minikabel ungeschnitten in der NE 3	359
6.4.5	Ausblasen von Glasfasern in der NE 3	365
6.4.6	Einblasen in Luftröhrchen von Hauptkabeln der Deutschen Telekom	366
6.4.7	Witterungseinflüsse in der NE 3	367
6.4.8	Aufgeplatzte Kabelmäntel in der NE 3	369
6.5	Maschinen, Geräte und Sonderausrüstungen zum EinJetten in der Netzebene 3	371
6.5.1	Crash-Test in der NE 3	371
6.5.2	Maschinen zum EinJetten in der NE 3	375
6.5.2.1	Aufbau von Einblasmaschinen in der NE 3	375
6.5.2.2	MiniJet™ P 02 – die Powermaschine in der NE 3	376
6.5.2.3	MicroJet™ PRM 196 – die handliche Maschine in der NE 3	379
6.5.3	Automatisierung der Maschinen zum EinJetten in der NE 3	381
6.5.3.1	Die Notwendigkeit zur Automatisierung in der NE 3	381
6.5.3.2	Derzeitige Versionen der Automatisierung in der NE 3	384
6.5.3.3	IntelliJet™ PI 02 – Weltweit erste halbautomatische Einblasmaschine in der NE 3	386
6.5.3.4	Intelli-MicroJet™ PRMI 196 – Halbautomat für Mikrokabel in der NE 3	389
6.5.3.5	OptiJet™ – Die neue Intelligenz des Jahres 2022	390
6.5.3.6	Die Interpretation von Einblasdatenprotokollen in der NE 3	394
6.5.3.7	Weitere Trends der Automatisierungstechnik in der NE 3 ...	402
6.5.3.8	Die Bewertung der Bezeichnung Einblasvollautomat mit den Erfahrungen des Jahres 2025	404

6.5.3.9	Das vollautomatische Einblasgerät des Jahres 2024	405
6.5.3.10	Digitalisierung in der NE 3	407
6.5.4	Kompressoren in der NE 3	411
6.5.5	Abtrommelgeräte, Gleit- und Hilfsmittel in der NE 3	416
6.5.5.1	Abtrommelgeräte in der NE 3	416
6.5.5.2	Gleit- und Hilfsmittel in der NE 3	423
6.6	Einziehen und Einschieben von Glasfaserkabeln in der NE 3	431
6.7	Einschwemmen von Minikabeln in der NE 3	431
7	Die Glasfaserkabelinstallation der Netzebene 4	436
7.1	Beschreibung der Netzebene 4 (NE 4) – Abgrenzung zur NE 5 und NE 6	436
7.2	Kabelschutzrohre in der NE 4	439
7.2.1	Vorschriften und Brandschutz für Kabelschutzrohre in der NE 4	441
7.2.2	Kabelschutzrohre, Schächte und sonstige Hohlräume in Bestandsgebäuden der NE 4	444
7.2.3	Kabelschutzrohre für Einblasverfahren in der NE 4	445
7.2.4	Kabelschutzrohre vorkonfektioniert in der NE 4	448
7.3	Kabel in der NE 4	451
7.3.1	Brandschutz für Kabel in der NE 4	453
7.3.2	Kabel für Einziehverfahren in der NE 4	455
7.3.3	Kabel für Einschiebeverfahren in der NE 4	457
7.3.4	Kabel für Einblasverfahren in der NE 4	459
7.3.4.1	Kabel zum Einblasen in der NE 4	459
7.3.4.2	Kabel zum Einblasen – vorkonfektioniert in der NE 4	464
7.4	Gehäuse in der NE 4	469
7.5	Installationsverfahren in der NE 4	473
7.5.1	Einziehverfahren in der NE 4	474
7.5.2	Einschiebeverfahren in der NE 4	476
7.5.3	Einblasverfahren in der NE 4	477
7.5.3.1	Einblasverfahren für konventionelle Kabel in der NE 4	477
7.5.3.2	Einblasverfahren für vorkonfektionierte Mikrokabel in der NE 4	480

7.6	Maschinen, Geräte und Sonderausrüstungen zum EinJetten in der NE 4	484
7.6.1	Crash-Test in der NE 4 – Havarie-Szenario in der NE 4	484
7.6.2	Aufbau von Einblasmaschinen in der NE 4	485
7.6.3	Maschinen zum EinJetten in der NE 4	486
7.6.4	Automatisierung beim EinJetten in der NE 4	492
7.6.5	Kompressoren und Druckgeräte in der NE 4	493
7.6.6	Abtrommelgeräte, Gleit- und Hilfsmittel in der NE 4	497
7.6.6.1	Abtrommelgeräte in der NE 4	497
7.6.6.2	Gleit- und Hilfsmittel in der NE 4	502
7.6.7	Zukunftschancen für Unternehmen in der NE 4	504
8	Service-Leistungen rund um die Installation von Glasfaserkabeln für alle Netzebenen	506
8.1	Bedeutung des Service bei der Glasfaserkabel-Installation .	506
8.2	Trainingsprozesse für alle Beteiligten des Ausbaus von Glasfasernetzen aller Netzebenen	507
8.2.1	Seminare/Lehrgänge	507
8.2.2	Einweisungen/Schulungen	513
8.2.3	Messen, Ausstellungen, Symposien und Fachkongresse ...	515
8.3	Baustellenbetreuung	517
8.4	Service für Maschinentechik, Wartungen, Reparaturen und UVV-Prüfungen	518
8.5	Service für sicheren Umgang mit eingesetzter Maschinentechik	519
8.6	Hinweise für Neueinsteiger bei Auftraggebern und Auftragnehmern	520
8.6.1	Auftraggeber	520
8.6.2	Auftragnehmer	521
8.6.2.1	Unternehmen, die in den Bereich Glasfaserinstallation einsteigen	521
8.6.2.2	Mitarbeiter, die in den Bereich Glasfaserinstallation einsteigen	523
8.7	Kabel- und Subducttests für Kabelhersteller und Carrier in den NE 2, 3 und 4, Service und Besonderheiten von Testanlagen	524

8.7.1	Kabeltests für Glasfaserkabel der NE 2 und 3	524
8.7.2	Kabeltests für Glasfaserkabel der NE 4	533
9	Havarie-Management	536
9.1	Einführung	536
9.2	Havarie-Szenario	537
9.3	Havarie-Management – Nachhaltiges Reparatursystem für beschädigte Subducts	538
9.3.1	Prioritäten der Schadensbeseitigung	538
9.3.2	Mögliches Beschädigungs-Szenario	539
9.3.3	Derzeitiger Stand der Reparaturmöglichkeiten	541
9.3.4	Lösungsansatz der Elitex GmbH	541
9.3.5	Spezialwerkzeuge auch für andere Anwendungen	543
9.3.6	Kaskadierung der Reparaturstelle	543
9.4	Weiterentwicklung Havarie-Management	544
10	Zusammenfassung	546
11	Success Stories – Besondere Glasfaserkabelinstallationen	555
11.1	„Homes Passed Plus“ – nur einen Schritt weiter gedacht Lena Biehl	557
11.2	Einschwemmen eines Standardkabels in Teillängen auf über 24 km in eine 400 kV-Anlage in der Innenstadt von Wien Dipl.-Ing. Thomas Weigel	567
11.3	Realisierung von FTTH-Anschlüssen in oberirdischer Bau- weise bei der Deutschen Telekom AG Mario Zerson	575
11.4	Campusnetze für Eberswalde: Glasfaserprojekte für die Zukunft Burkhard Schweigert	587
11.5	Innovative Verlegeverfahren beim Glasfaserausbau: Leistungskennzahlen und strategischer Einsatz Sebastian Fornefeld	593

11.6	Garantiert effizient und zuverlässig – professionelle und automatisierte Abnahme der gesamten Faser Infrastruktur von FTTH-Netzwerken im Fiber-Rollout-Prozess Thomas Friedrich	609
11.7	Vollständig dielektrische selbsttragende (ADSS) Kabelsysteme für Freileitungsanwendungen John Jones	641
11.8	Glasfaser-Minikabel mit hoher Faserdichte zur Optimierung der Leerrohrinfrastruktur und Reduzierung der Gesamtbetriebskosten Andreas Krieger	667
11.9	Effiziente Glasfaserverkabelung für WAN, MAN/FTTx und Rechenzentrum David Stoller	679
11.10	Zuverlässige Hauseinführung für alle Wandtypen Sebastian Knecht	689
11.11	Faber UTL – Die platzoptimierte Lösung für ihre Mikrorohrsysteme Kai Theile	697
11.12	Kabelrückgewinnung Copperfield Dipl.-Ing. (FH) Helmut Welz	703
11.13	Gütegemeinschaft Fernmeldebau Ralf Gorontzi	708
12	Literaturverzeichnis	712
13	Abkürzungen	718
14	Fachbegriffe	723
15	Stichwortverzeichnis	735
	Danksagung des Autors	745