

Inhalt

Informationen des Autors zur dritten Auflage des Fachbuches	24
Vorwort des Autors	27
Geleitwort	32
Dipl.-Ing. Michael Lintgen	32
Geleitwort	34
Andreas Prestin & Widar Wendt	34
1 Einführung	38
2 Netzebenen in der Telekommunikation	44
3 Glasfaserkabelinstallation im Wandel der Zeit	49
3.1 Die Anfänge der Glasfaserinstallation	49
3.2 Die technischen Möglichkeiten der Glasfaserinstallation	50
3.2.1 Einziehverfahren mit Seilwinde	51
3.2.2 Einziehverfahren mit Zugkolben	53
3.2.3 Kabel EinJetten	54
4 Die Praxis des Ein- und Ausblasens, Havarie-Szenario als Element der Qualitätssicherung für Netzbetreiber	57
4.1 Die Praxis des Ein- und Ausblasens	57
4.2 Havarie-Szenario – ein Element der Qualitätssicherung für Netzbetreiber	60
5 Glasfaserkabelinstallation in der Netzebene 2	62
5.1 Die Beschreibung der Netzebene 2 (NE 2)	62
5.2 Kabelschutzrohre in der NE 2	64
5.2.1 Rohre für das Jetting-Verfahren in der NE 2	64
5.2.2 Druckprüfung und Kalibrierung in der NE 2	68
5.2.2.1 Die Notwendigkeit von Prüfmethode in der NE 2	68

5.2.2.2	Hoch- und Niederdruckprüfung in der NE 2	70
5.2.2.3	Kalibrierung in der NE 2	82
5.2.3	Ortung in der NE 2	90
5.2.3.1	Die Bedeutung der Ortung in der NE 2	90
5.2.3.2	Die Ortung von Stromkabeln in der NE 2	90
5.2.3.3	Die Ortung von Kabelschutzrohren in der NE 2	92
5.2.3.4	Die Ortung von Molchsendern in der NE 2	99
5.2.3.5	Die Ortung von Kugel- oder Stiftmarkern in der NE 2	101
5.2.4	Einfache Handwerkzeuge für Kabelschutzrohre der NE 2 ...	103
5.2.4.1	Einziehen von Schutzrohren in der NE 2	103
5.2.4.2	Handwerkzeuge zum Schneiden, Entgraten und Anfasen von Schutzrohren in der NE 2	108
5.2.4.3	Reparatur und Montage von Schutzrohren in der NE 2	111
5.3	Kabel in der NE 2	116
5.3.1	Wichtige Kabeldaten für den Kabeleinbläser in der NE 2	116
5.3.2	Bedeutung des Glasfaser-Zugentlastungselements	124
5.3.3	Schubkraft auf Glasfaserkabel im Kabeldatenblatt	127
5.4	Besonderheiten des EinJettens von Standardglasfaser- kabeln in der NE 2	128
5.4.1	Besonderheiten des Jetting-Verfahrens in der NE 2	128
5.4.2	Installation von 6000 m Standardkabel ungeschnitten in der NE 2	133
5.4.3	Beiblasen eines zweiten oder dritten Kabels in der NE 2	139
5.4.4	EinJetten von kleinen Kabeldurchmessern in der NE 2	143
5.4.5	EinJetten durch wechselnde Rohrdurchmesser in der NE 2	145
5.4.6	Ausblasen von Glasfaserkabeln in der NE 2	147
5.4.6.1	Grundlagen des Ausblasens von Glasfaserkabeln in der NE 2	147
5.4.6.2	Die Funktion des Lösekolbens in der NE 2	148
5.4.6.3	Die Funktion eines Kabelverbindungsstrumpfes in der NE 2	151
5.4.7	Witterungseinflüsse in der NE 2	152
5.5	Maschinen, Geräte und Sonderausrüstung in der NE 2	154
5.5.1	Crash-Test in der NE 2	154
5.5.2	Maschinen zum EinJetten in der NE 2	157
5.5.2.1	Aufbau von Einblasmaschinen in der NE 2	157

5.5.2.2	CableJet™ – die Kultmaschine in der NE 2	158
5.5.2.3	SuperJet™ – die Powermaschine in der NE 2	159
5.5.3	Automatisierung der Maschinen zum EinJetten in der NE 2	163
5.5.4	Kompressoren in der NE 2	163
5.5.5	Abtrommelgeräte, Gleit- und Hilfsmittel in der NE 2	168
5.5.5.1	Abtrommelgeräte in der NE 2	168
5.5.5.2	Gleit- und Hilfsmittel in der NE 2	171
5.6	Einziehen von Standardkabeln mit Kabelziehwinde in der NE 2	175
5.6.1	Heutige Bedeutung des „klassischen Einziehens“ für Standardkabel in der NE 2	175
5.6.2	Röhrenschlange zum Einziehen kurzer Glasfaserkabel in der NE 2	175
5.6.3	Röhrenschlangen-Schubeinheit für Glasfaserkabel in der NE 2	178
5.6.4	Hilfsseilwinde mit Zubehör für Glasfaserkabel in der NE 2	181
5.7	Einschwemmen von Standardkabeln in der NE 2	185
6	Die Glasfaserkabelinstallation in der Netzebene 3	188
6.1	Die Beschreibung der Netzebene 3 (NE 3)	188
6.1.1	Basisinformationen zur NE 3	188
6.1.2	Ausführungsformen der NE 3	190
6.1.3	Grundversionen des Netzkonzepts in der NE 3	195
6.2	Kabelschutzrohre in der NE 3	197
6.2.1	Überblick über Rohrversionen in der NE 3	197
6.2.2	Rohr-in-Rohr-System in der NE 3	201
6.2.2.1	Rohr-in-Rohr-System – Einblasen der Subducts in der NE 3 – notwendige Qualitäten der Subducts	201
6.2.2.2	Rohr-in-Rohr-System – Beiblasen von Subducts zu vor- handenem Standardkabel – Kooperation von NE 2 und 3 ..	210
6.2.2.3	Rohr-in-Rohr-System – Einziehen von Subducts und Rohrverbänden in der NE 3	213
6.2.2.4	Notwendige Werkzeuge und Hilfsmittel bei der Installation von Subducts und erdverlegbaren Rohrverbänden in der NE 3	215

6.2.2.5	Maschinen für das Einziehen von Subducts und Rohrverbänden in der NE 3	229
6.2.2.6	Kabel-X Verfahren – Ausziehen von Kabeelseelen in der NE 3	234
6.2.3	Erdverlegbare Rohrverbände in der NE 3	236
6.2.3.1	Die Bedeutung der erdverlegbaren Rohrverbände für Qualität und Wirtschaftlichkeit in der NE 3	237
6.2.3.2	Umspulen von erdverlegbaren Rohrverbänden in der NE 3	242
6.2.3.3	Erdverlegbarer Rohrverband – Verlegung im offenen Graben in der NE 3	244
6.2.3.4	Erdverlegbarer Rohrverband – Verlegung „Pflügen“ in der NE 3	247
6.2.3.5	Erdverlegbarer Rohrverband – Verlegung „Horizontalbohren“ in der NE 3	252
6.2.3.6	Erdverlegbarer Rohrverband – Verlegung „Trenching“ in der NE 3	260
6.2.3.7	Erdverlegbarer Rohrverband – Verlegung „LAYJET“ in der NE 3	267
6.2.4	Druckprüfung und Kalibrierung in der NE 3	272
6.2.4.1	Die Notwendigkeit von Prüfmethode in der NE 3	272
6.2.4.2	Die Hochdruckprüfung in der NE 3	275
6.2.4.3	Kalibrierung in der NE 3	284
6.2.4.4	Grenzen von Druckprüfung und Kalibrierung in der NE 3 ...	294
6.2.5	Ortung in der NE 3	296
6.2.5.1	Die Bedeutung der Ortung in der NE 3	296
6.2.5.2	Die Ortung von Molch- und Mikrosendern in der NE 3	297
6.2.5.3	Die Ortung von Kugel- oder Stiftmarkern in der NE 3	300
6.3	Kabel in der NE 3	304
6.3.1	Wichtige Kabeldaten für den Kabeleinbläser der NE 3	305
6.3.2	Unterschiedliche Kabel in der NE 3	308
6.3.2.1	Minikabel in der NE 3	309
6.3.2.2	Mikrokabel der NE 3	320
6.3.2.3	Bündelfaser – Blown Fiber Unit in der NE 3	324
6.4	Besonderheiten des EinJettens von Mini- und Mikrokabeln in der NE 3	332
6.4.1	Besonderheiten des Jetting-Verfahrens in der NE 3	332
6.4.2	EinJetten von kleinen Kabeldurchmessern in der NE 3	340

6.4.3	Einblasverhalten von Mikrokabeln bei unterschiedlichen SpeedNet-Rohrdurchmessern im Netz der Deutschen Telekom – Besonderheiten durch das Materialkonzept des Bundes	344
6.4.3.1	Einführung durch den Autor	344
6.4.3.2	Ausgangssituation EinJetten Mikrokabel bei der Deutschen Telekom	345
6.4.3.3	Beschreibung der Einblastests	346
6.4.3.4	Ergebnisse und Ausblick	348
6.4.4	Installation von 6000 m Minikabel ungeschnitten in der NE 3	349
6.4.5	Ausblasen von Glasfasern in der NE 3	355
6.4.6	Einblasen in Luftröhrchen von Hauptkabeln der Deutschen Telekom	356
6.4.7	Witterungseinflüsse in der NE 3	360
6.4.8	Aufgeplatzte Kabelmäntel in der NE 3	362
6.5	Maschinen, Geräte und Sonderausrüstungen zum EinJetten in der Netzebene 3	364
6.5.1	Crash-Test in der NE 3	364
6.5.2	Maschinen zum EinJetten in der NE 3	368
6.5.2.1	Aufbau von Einblasmaschinen in der NE 3	368
6.5.2.2	MiniJet™ P 02 – die Powermaschine in der NE 3	369
6.5.2.3	MicroJet™ PRM 196 – die handliche Maschine in der NE 3	372
6.5.3	Automatisierung der Maschinen zum EinJetten in der NE 3	374
6.5.3.1	Die Notwendigkeit zur Automatisierung in der NE 3	374
6.5.3.2	Derzeitige Versionen der Automatisierung in der NE 3	377
6.5.3.3	IntelliJet™ PI 02 – Weltweit erste halbautomatische Einblasmaschine in der NE 3	380
6.5.3.4	Intelli-MicroJet™ PRMI 196 – Halbautomat für Mikrokabel in der NE 3	383
6.5.3.5	OptiJet™ – Die neue Intelligenz des Jahres 2022	384
6.5.3.6	Die Interpretation von Einblasdatenprotokollen in der NE 3	388
6.5.3.7	Weitere Trends der Automatisierungstechnik in der NE 3 ...	396
6.5.3.8	Das vollautomatische Einblasgerät des Jahres 2024	398

6.5.3.9	Digitalisierung in der NE 3	401
6.5.4	Kompressoren in der NE 3	404
6.5.5	Abtrommelgeräte, Gleit- und Hilfsmittel in der NE 3	409
6.5.5.1	Abtrommelgeräte in der NE 3	409
6.5.5.2	Gleit- und Hilfsmittel in der NE 3	416
6.6	Einziehen und Einschieben von Glasfaserkabeln in der NE 3	424
6.7	Einschwemmen von Minikabeln in der NE 3	424
7	Die Glasfaserkabelinstallation der Netzebene 4	428
7.1	Beschreibung der Netzebene 4 (NE 4) – Abgrenzung zur NE 5 und NE 6	428
7.2	Kabelschutzrohre in der NE 4	431
7.2.1	Vorschriften und Brandschutz für Kabelschutzrohre in der NE 4	433
7.2.2	Kabelschutzrohre, Schächte und sonstige Hohlräume in Bestandsgebäuden der NE 4	436
7.2.3	Kabelschutzrohre für Einblasverfahren in der NE 4	437
7.2.4	Kabelschutzrohre vorkonfektioniert in der NE 4	440
7.3	Kabel in der NE 4	443
7.3.1	Brandschutz für Kabel in der NE 4	445
7.3.2	Kabel für Einziehverfahren in der NE 4	447
7.3.3	Kabel für Einschiebeverfahren in der NE 4	449
7.3.4	Kabel für Einblasverfahren in der NE 4	451
7.3.4.1	Kabel zum Einblasen in der NE 4	451
7.3.4.2	Kabel zum Einblasen – vorkonfektioniert in der NE 4	456
7.4	Gehäuse in der NE 4	461
7.5	Installationsverfahren in der NE 4	465
7.5.1	Einziehverfahren in der NE 4	466
7.5.2	Einschiebeverfahren in der NE 4	468
7.5.3	Einblasverfahren in der NE 4	469
7.5.3.1	Einblasverfahren für konventionelle Kabel in der NE 4	469
7.5.3.2	Einblasverfahren für vorkonfektionierte Mikrokabel in der NE 4	472

7.6	Maschinen, Geräte und Sonderausrüstungen zum EinJetten in der NE 4	476
7.6.1	Crash-Test in der NE 4 – Havarie-Szenario in der NE 4	476
7.6.2	Aufbau von Einblasmaschinen in der NE 4	477
7.6.3	Maschinen zum EinJetten in der NE 4	478
7.6.4	Automatisierung beim EinJetten in der NE 4	483
7.6.5	Kompressoren und Druckgeräte in der NE 4	484
7.6.6	Abtrommelgeräte, Gleit- und Hilfsmittel in der NE 4	488
7.6.6.1	Abtrommelgeräte in der NE 4	488
7.6.6.2	Gleit- und Hilfsmittel in der NE 4	493
7.6.7	Zukunftschancen für Unternehmen in der NE 4	495
8	Service-Leistungen rund um die Installation von Glasfaserkabeln für alle Netzebenen	497
8.1	Bedeutung des Service bei der Glasfaserkabel-Installation	497
8.2	Trainingsprozesse für alle Beteiligten des Ausbaus von Glasfasernetzen aller Netzebenen	498
8.2.1	Seminare/Lehrgänge	498
8.2.2	Einweisungen/Schulungen	504
8.2.3	Messen, Ausstellungen, Symposien und Fachkongresse ...	505
8.3	Baustellenbetreuung	507
8.4	Service für Maschinentechik, Wartungen, Reparaturen und UVV-Prüfungen	508
8.5	Service für sicheren Umgang mit eingesetzter Maschinentechik	509
8.6	Hinweise für Neueinsteiger bei Auftraggebern und Auftragnehmern	510
8.6.1	Auftraggeber	510
8.6.2	Auftragnehmer	511
8.6.2.1	Unternehmen, die in den Bereich Glasfaserinstallation einsteigen	511
8.6.2.2	Mitarbeiter, die in den Bereich Glasfaserinstallation einsteigen	513

8.7	Kabel- und Subducttests für Kabelhersteller und Carrier in den NE 2, 3 und 4, Service und Besonderheiten von Testanlagen	514
8.7.1	Kabeltests für Glasfaserkabel der NE 2 und 3	514
8.7.2	Kabeltests für Glasfaserkabel der NE 4	523
9	Havarie-Management	526
9.1	Einführung	526
9.2	Havarie-Szenario	527
9.3	Havarie-Management – Nachhaltiges Reparatursystem für beschädigte Subducts	528
9.3.1	Prioritäten der Schadensbeseitigung	528
9.3.2	Mögliches Beschädigungs-Szenario	529
9.3.3	Derzeitiger Stand der Reparaturmöglichkeiten	531
9.3.4	Lösungsansatz der Elitex GmbH	531
9.3.5	Spezialwerkzeuge auch für andere Anwendungen	533
9.3.6	Kaskadierung der Reparaturstelle	533
9.4	Weiterentwicklung Havarie-Management	535
10	Zusammenfassung	536
11	Success Stories – Besondere Glasfaserkabelinstallationen	545
11.1	Einschwemmen eines Standardkabels in Teillängen auf über 24 km in eine 400 kV-Anlage in der Innenstadt von Wien Dipl.-Ing. Thomas Weigel	547
11.2	Installation eines Standardkabels in einem Trinkwasser- stollen in der Nordeifel Hans-Peter Abt	555
11.3	Ein Ausbau der Glasfasernetze bedarf einer höheren Qualitätssicherung und eines Monitorings der Funktionalität Holger Apitz	563
11.4	Glasfaserverlegung in einem Schritt dank FibreFlow FIT Stefanie Sill	575

11.5	Ein Kabel für alle (Rohr-)Fälle? Stefan Schreiber	585
11.6	Realisierung von FTTH-Anschlüssen in oberirdischer Bauweise bei der Deutschen Telekom AG Mario Zerson	593
11.7	Weltneuheit: „Flüster POP“ der Firma Hauff-Technik GRIDCOM GmbH Sebastian Knecht	605
11.8	Kabel zieh'n an jedem Ort – Firma Geppert kommt sofort Geppert Fernmeldebau GmbH	608
11.9	Das neue 5G-Fronthaul-Netz – Installation und Wartung von 5G-Basisstationen – Einführung in die Testanforderungen für Glasfaser und HF Genis Sanchez	613
11.10	Glasfaser-Minikabel mit hoher Faserdichte zur Optimierung der Leerrohrinfrastruktur und Reduzierung der Gesamt- betriebskosten Andreas Krieger	633
11.11	Inhausnetze nachhaltig und zukunftssicher planen Andreas Bätz-Hammer	645
11.12	Faber UTL – Die platzoptimierte Lösung für ihre Mikrorohr- systeme Kai Theile	661
11.13	CCM Analytics löst die Wärmeprobleme in Multifunktions- gehäusen Falco Lehmann	667
11.14	Kollege PatchRobot: Automatisierte Prozesse gegen Fachkräftemangel im Glasfaserausbau Jürgen Albrecht	677
11.15	Nachhaltig verbinden – mit Glasfaser zu weniger CO ₂ -Emissionen Tobias Schubert	683
11.16	Kabelrückgewinnung Copperfield Dipl.-Ing. (FH) Helmut Welz	697

12	Literaturverzeichnis	702
13	Abkürzungen	708
14	Fachbegriffe	713
15	Stichwortverzeichnis	725
	Danksagung des Autors	735