

Grabenlose Auswechslung von Erdkabelleitungen

*Hans-Joachim Bayer*¹

New method of trenchless cable replacement by the new HDD wash over technology

An enormous amount of underground electricity and telecommunication cables have become time-worn technical defects or need a capacity increase. Thus, new lines need to be installed. In urban areas, even in smaller communities and in nature reserves, open trenching is difficult and often not permitted.

New patented methods of trenchless cable replacement by using the HDD equipment have been developed by the TT Group. The new technology is called "Wash-over-cable-replacement" and applies specially designed drill heads, reaming around the old cable string in various configurations (completely closed, U-shaped or sigmoidal embracing), depending on the coating structure of the old cable. The cable replacement drill heads separate the cable from adhesive or contacting soil or sand bedding, create a very small annular space around the cable which enables a pulling or dragging out of the old cable section between a start and an exit pit. After the old cable has been loosened from the surrounding soil by means of the wash over process and pulled out, the new cable is smoothly pulled into the void using the drill rods embedding the new cable into a rich bed of Bentonite.

The replacement drill heads are slim and have inner and outer nozzles for Bentonite and bits in order to handle roots, pebbles, gravel and the like. These drill heads can very fast (up to 3 meters per minute) and effectively wash over existing cables without damaging the cable coating and prepare the ground for a fast new laying of a new cable in the existing line. Network owners also benefit from the fact that new geodetic or topographic surveys and documentations of the new cable are not necessary, only, the documents, remarks, technical codes and existing geodetic data need to be updated.

The paper will outline the technological background and includes many practical job examples.

Key words: Wash over technology, trenchless cable replacement

Einführung

Grabenlose Leitungsaustauschverfahren gibt es seit etlichen Jahren, vorwiegend für Hausanschlüsse und Netzleitungen und hier vorwiegend für den Bereich Wasser, Erdgas und Abwasser. Diese Austauschverfahren beinhalten oft ein Aufspalten, Auftrennen, Bersten, Zerkleinern der Altleitung, wobei segmentartig oder kontinuierlich Altleitungsabschnitte aus dem Erdreich herausgezogen, gezerrt oder herausgepresst werden oder in zerkleinerter oder aufgespaltener Weise im Erdreich verbleiben. Bis auf das Berstverfahren und das Stahlrohraustreiben mit Erdraketen leiden die genannten Verfahren unter einem hohen Zeit- und Kostenaufwand. Energieversorger, zumal Stromversorger, werden heutzutage sehr stark an ihrem Umwelt- und Kostenbewusstsein gemessen, innovative, umweltfreundliche und kostengünstige Verlegeverfahren werden normalerweise bevorzugt.

Entwicklungsrückblick

Im Bereich Erdkabelverlegung besteht seit langem der Wunsch nach grabenlosen Stromkabelaustauschverfahren, zumal aus den 1960er und 1970er Jahren sehr viele Kabel mit defekten Ummantelungen im Erdreich auf den notwendigen Austausch warten. Kabel mit Isolierschäden neigen zu Kurzschlüssen, ihr Austausch ist unvermeidlich.

Entwickelt wurden 6 verschiedene Überbohrverfahren für den grabenlosen Altkabel, aber auch Altleitungsaustausch. FlowTex hatte zusammen mit ABB in Mannheim in den 1990er Jahren ein Überbohrverfahren entwickelt, ebenso die Fa. Leonhard Weiss in Göppingen. Mit dem FlowTex/ABB-Verfahren wurden sehr vereinzelte Kabelstrecken überbohrt und ausgetauscht, aufgrund von engen technischen Grenzen bei vielen Kabelbettungen, aber auch bei bestimmten Böden und aufgrund von Kabelverletzungen, kam es nie zu Routineeinsätzen. Die Firma Tracto-Technik hat in den letzten Jahren insgesamt 4 Überbohrverfahren entwickelt und diese samt Vorrichtungen patentrechtlich schützen lassen. Mit dem jüngst entwickeltem TT-Überbohrverfahren wurden auf Versuchsbaustelle beste Ergebnisse erzielt. Auf weiteren Baustellen kam das TT-Überbohrverfahren dann zu Routineanwendungen. Das Know How sitzt, wie so oft, im Detail der Konstruktion und in einem gekonnten Handling des Überbohrwerkzeuges und des Überbohrvorganges. Die von Tracto-Technik entwickelten Überbohrköpfe unterscheiden sich ganz wesentlich von den Vorläufern der 1990er Jahre und sind weder im Aufbau noch in der Wirkungsweise vergleichbar. Heutige Überbohrköpfe sind extrem schlank gebaut, verfügen über andere Schneid-

¹ Dr. Hans-Joachim Bayer, TRACTO-TECHNIK GmbH, Außenbüro Kohlberg, Lkrs. Esslingen Im Grund 24, 72664 Kohlberg, Tel.: 07025 – 843704, hj-bayer@tracto-technik.de
(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 24. 1. 2007)

und Düsenvorrichtungen, haben einen erheblich anderen geometrischen Innen- und Außenaufbau, zeigen offene oder geschlossene Führungsstruktur, sind aus hochflexiblen Speziallegierungen gefertigt und haben innen Abweisevorrichtungen, die eine Kabelmantelberührung am Altkabel grundsätzlich verhindern. Zudem werden in sehr hoher Arbeitsgeschwindigkeit auch Wurzeln vom Altkabel bzw. von Altleitungen anderer Art getrennt.

Je nach Art der Altkabelbettung und der Altkabeldimension stehen mittlerweile verschiedene Arten von Überbohrköpfen zur Verfügung. Derzeit geschieht das Altkabelüberbohren vorwiegend mit leichten Pendelbewegungen des Überbohrkopfes.

Deshalb bedarf das Bohrgestänge eines besonders festen Verbundes. Die derzeit realisierten Überbohrlängen liegen bei ca. 180 m, zum Austausch kamen bislang 10 kV, 20 kV und 60 kV Kabel.

Jüngster Entwicklungstand

Die Verfahrenstechnik zum grabenlosen Erdkabelaustausch ist praxisreif entwickelt. Durch das Überbohrverfahren können in langen, wirtschaftlichen Bauabschnitten Altkabel freigebohrt, gezogen und im Bohrungshohlraum des ehemaligen Altkabels ein Neukabel eingezogen werden.

Die Technik des Überbohrens im Verbund mit dem Freilösen des anhaftenden Erdreiches und dem Abweisen von möglichen Näherungselementen (z. B. Kabelabdecksteine) ist durch die spezielle Geometrie des Bohrkopfes, seine Material- und Bewegungstechnik und die dezidierte Düsenanordnung technisch gelöst, ebenso die Kabelbettung des Neukabels im Überbohrloch. Das Bentonit der Bohrspülung wird als Bettungsmedium des Neukabels in der Alttrasse genutzt.

Bentonit, ein quellfähiger Ton, hat viele Vorteile für die Kabeleinbettung:

- gutes Wärmeableitverhalten
- sehr weiche und sanfte Einbettung durch feinste und plane Partikelstruktur des Tons
- sehr deutliche Reibungsreduktion (Sand ist regelrecht raukörnig und kantig gegenüber Bentonit)
- kraftschlüssige Bettung durch Nachquellen des Bentonits und damit Aufbau einer sanften Verbundwirkung zur gesamten Einbettungsumgebung.

Wie Messungen gezeigt haben, ist die Zugbeanspruchung beim Einzug des Neukabels im Abrollmoment von der Kabelrolle am höchsten, während beim kontinuierlichen Einzug im Bohrloch dagegen wesentlich geringere Zugkräfte vorliegen und nur einen recht geringen Bruchteil des Grenzwertes einnehmen.

Anwendungsfelder

Der Einsatz des Überbohrverfahrens dient nicht nur dem Austausch von Erdkabeln. In gleicher Verfahrensweise und Ausführungstechnik können auch überalterte Stahlleitungen (z. B. für Gas und Wasser), weitgehend geradlinige Leitungen aus Blei, alte Telefonleitungen in Strangform, lineare Metallelemente (Seilanker), aber auch feststehende Bohrgestänge für Bergungszwecke überbohrt und damit vom Erdreichverbund gelöst werden.

Kabelaustausch

Defekte, freigeschaltete Altkabel werden an zwei Stellen in Baugruben getrennt und jeweils ein Stück herausgeschnitten. Auf der HDD-Maschinenseite wird der am Bohrgestänge angeschraubte Überbohrkopf sehr flach und auf Überfahrhöhe zum Altkabel lageparallel über das Altkabel gefahren. Danach wird das ca. 30 cm überfahrene Altkabel mittels Kabelschuh oder Ziehstrumpf und Seilverbinding zugfest mit der Halterung verbunden. Der Überbohrkopf wird danach unter links-rechts schwenkenden Bewegungen über das Altkabel gefahren. Aufgrund dieser Schwenkbewegungen wird das besonders fest verbundene Bohrgestänge in einer Geschwindigkeit von ein bis zwei Meter pro Minute über das Altkabel gefahren. Der TT-Überbohrkopf ist so konstruiert, dass er einen schlängelnden Lageverlauf des Altkabels nachfahren kann. Das Altkabel bildet die Zwangsführung für den Überbohrkopf, der in gleichmäßigem Abstand um das Altkabel die anhaftende Sandbettung bzw. das anhaftende Erdreich in einem sehr schmalen Ringkranz freischneidet. Nach Überfahung der abgetrennten Altkabelstrecke wird der Überbohrkopf vom Bohrgestänge abgeschraubt und ein Ziehstrumpf oder Kabelschuh für den Einzug des Neukabels vorbereitet. In der Zwischenzeit kann das freigebohrte Altkabel von der Startseite her mit einer Seilwinde oder einer Baumaschine (z. B. Bagger) gezogen werden. Exakt in den freigewordenen Altkabelverlauf kann mit dem im Bohrloch befindlichen Bohrgestänge nun das neue Kabel lagegleich eingezogen werden. Keinerlei Bestandspläne müssen neu eingemessen werden, lediglich das neue Kabel wird im Kartenwerk vermerkt. Sowohl die hohe Austauschgeschwindigkeit (ca. 120 m Kabelüberbohrung in 1 bis 2 Stunden) als auch die Einsparung von Vermessungskosten machen das Verfahren besonders wirtschaftlich.

Abbn. 1 und 2: Verfahrensablauf und Prinzipskizze der Überbohrtechnik

Stahleitungsaustausch

Ähnlich wie beim Kabelaustausch können verschweißte Stahlleitungen auch über Verbindungswülste hinweg, überbohrt und damit vom Bettungsverbund freigelöst werden. Sollten diese Leitungen durch Korrosion so geschwächt sein, so kann ein dünnes Bohrgestänge innen in die Altleitungen eingefahren werden und über dieses Innengestänge kann die Altleitung abrissfrei und komplett gezogen werden.

Freibohren festsitzender Bohrgestänge

Abseits vom Kabel- und Rohrleitungsaustausch durch HDD-Überbohren können für grabenlose Neuerlegungen HDD-Bohrmaßnahmen selbst bei Boden- oder Fremdschwierigkeiten Bohrgestänge im Untergrund festklemmen. Diese können durch das TT-Überbohrverfahren in einfachster Weise unter Nutzung des Klemmgestänges als Führung freigebohrt werden, so dass die Bohrmaßnahmen wieder fortgesetzt werden können.

Sollte sich beim Rohreinzug die Leitung z.B. durch Holzeinlagerungen oder durch Trümmerschutt einklemmen, so ist sie mit der Überbohrtechnik „befreibar“. Ein Herausfahren, Überprüfen und ggf. Austauschen dieser Leitungen gebietet sich danach von selbst.

Nachbettung von Leitungen

Viele Leitungen weisen nach Jahren Bettungsschäden auf, die vor allem durch Einsandung und ungleiche Verdichtung verursacht werden. Sandkörner des Leitungsbettes und Bodenfeinteile aus den Flanken des ehemaligen Leitungsgrabens können migrieren, d. h. sich unterirdisch verlagern und auf diese Weise zu Defiziträumen in der unmittelbaren Leitungsbettung führen.

Leitungen können sich absenken, andere Spannungen aufnehmen und hierdurch ungleiche Lastpunkte erfahren. Des weiteren können sich Hohlräume im Außenbereich der Leitung einstellen, die für Druckleitungen Problemzonen schaffen. Da das TT-Überbohrverfahren für vorhandene Leitungen völlig beschädigungsfrei eingesetzt werden kann, können solche Leitungen überbohrt und im Rückwärtsgang durch gezielten Austritt von nachfestigender Bentonit-Bindemittel-Bohrspülung schlüssig und effizient nachgebettet werden.

Beschreibung von Anwendungsbeispielen

Die nebenstehenden Baustellenfotos zeigen Kabelaustauschanwendungen in einem bewaldeten Landschaftsschutzgebiet bei Baltmannsweiler, Landkreis Esslingen, und unter einem Fußgänger Verbindungsweg in der Wohnsiedlung Buchhalde in Dettingen/Erms, Landkreis Reutlingen. In beiden Fällen mussten 10 kV-Erdkabel aus den 1970er Jahren wegen Defektes ausgetauscht werden. Als Bohranlagen wurden in beiden Austauschfällen Grundodrill 13 X-Bohranlagen eingesetzt, auf denen TT-Überbohrköpfe mit kurzen, gegenläufig gestellten, kantigen TCI-Schneidbits an der austauschbaren Frontscheibe und mit Innenabweisring zum Einsatz kamen. Die Austauschstrecke bei Baltmannsweiler betrug ca. 550 m, die Treppenwegstrecke bei Dettingen/Erms umfasste 125 m. Die 550 m Strecke wurde in 3 Bohrabschnitte untergliedert, die längste Situation umfasste 180 m Überbohrstrecke.



Abb. 1. Startpunkt der Kabelaustauschtrasse in Dettingen/Erms
Gebohrt wurde mit einem Grundodrill 13 X.
Fig. 1. Start place of the cable exchange trace in Dettingen/Erms
SW-Germany.

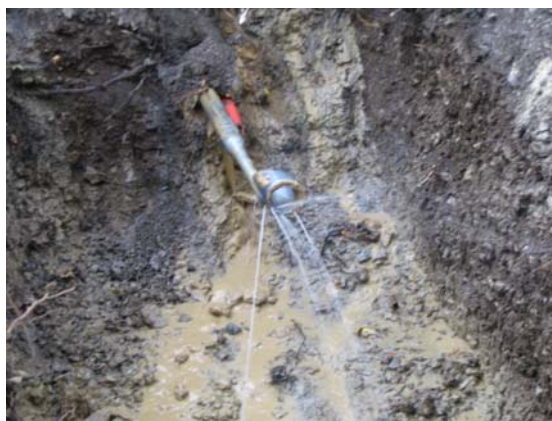


Abb. 2. Ankunft des Überbohrkopfes nach Überbohrung der ersten
Altkabelstrecke.
Fig. 2. Arrival of the wash over drill head after leaving the first
old cable section.

Weitere Baustellenbilder zeigen einen Einsatzfall in Uelzen / Lüneburger Heide. Hier musste ein altes ölgekühltes 60kV-Kabel aus dem Boden entfernt werden, ein Leerrohr zur Aufnahme eines 1kV-Kabels und mehrerer Kommunikationsleitungen wurde statt dessen in exakt der alten Kabeltrasse eingezogen. Die alte Leitung befand in 1,20 m Tiefe unter einer Baumallee zwischen Strasse und Gehweg, so dass aufgrund des Baumschutzes schon ein offener Austausch nicht in Frage kam. Die gesamte Ausbaustrecke des Altkabels betrug über 1250 m, der nebenstehend gezeigte Teilabschnitt umfasste 275 m Länge. Die jeweilige Überbohrlänge betrug 100 bis 120 m, wobei alle 30 m eine Zwischengrube ausschließlich zum Entfernen des Altkabels angelegt wurde. Aufgrund des hohen Kabelgewichtes (34 kg/m) und wegen des dünnen Kabelmantels (Ölaustrittsgefahr durch Mantelüberstreckung) wurden die kurzen Entfernungsabschnitte gewählt. Auf der gesamten Strecke wurde das Altkabel völlig verletzungsfrei entfernt, in großen Containern gesammelt und zur Wiederaufbereitung geführt. Nicht nur die Auftraggeber und Auftragnehmerseite waren vom Verfahren sehr angetan, auch die Umweltbehörde war sehr zufrieden.



Abb. 3. Der Überbohrkopf überfährt den Beginn des zweiten Altkabelabschnittes.
Fig. 3. The wash over drill head starts the second exchange section



Abb. 4. Das überbohrte und vom Erdreich gelöste Altkabel wird gezogen.
Fig. 4. The old loosened cable gets tracked out and rolled for the recycling transport



Abb. 5. Einzug des Neukabels von der Endgrube der Überbohrtrasse.
Fig. 5. The new cable disappears in the borehole trace of the former old cable.



Abb. 6. Altkabelaustauschprojekt in Uelzen. Die Kabeltrasse befindet sich unter der Baumallee.
Fig. 6. Project of replacement of old cables in Velzene. The Path of the cable is under the alley of trees.



Abb. 7. Grundodrill 13 X beim Überbohren eines 60 kV-Kabels.
Fig. 7. Drilling equipment 13 X in boring for 60 kV electric cables.



Abb. 8. Umfädeln des Bohrkopfes auf einen neuen Überbohrabschnitt.

Fig. 8. Positioning of drill at the beginning drilling.



Abb. 9. Das geborgene 60 kV-Alt-kabel im Transportcontainer.

Fig. 9. Used electric cables 60 kV prepared for a transport.

Vorteile der neuen Verfahrenstechnik

Im Überbohrverfahren steckt ein Anwendungspotential. Bislang konnten Bohrgeschwindigkeiten von bis zu 3 Metern pro Minute erreicht werden. Noch größere Längen, noch größere Durchmesser werden angestrebt werden, ebenso die Überbohrung von Tonrohr-, Guss- und Keramikleitungen und deren Austausch. Überbohrverfahren nutzen die Linienführung der alten Leitung, sie verbrauchen keinen neuen unterirdischen Raum, sie sind kostengünstig, sie bergen die Altleitung vollständig und sorgen dank Bentonit und anderen weichen Füllstoffen für eine optimale Leitungsbettung im alten und gleichzeitig neuen Leitungsverlauf.

Der grabenlose Kabelaustausch benötigt nur eine minimale Baustelleneinrichtung, da nur punktuelle Eingriffe in die Altleitung erforderlich sind. Die Vorhaltung von Maschinen und Gräten ist ebenfalls minimal.

Die Überbohrtechnik ermöglicht einen äußerst umweltfreundlichen kompletten Kabelaustausch, Bäume (Straßenbäume, Alleen, geschützter Wald, Parks), Grünanlagen, Straßen- und Gehwegoberflächen bleiben erhalten bzw. nahezu unberührt. Die Arbeit verläuft unauffällig, geräuscharm und schnell.

Durch die Zwangsführung des Altkabels wird keine neue Trasse beansprucht.

Das Altkabel kann komplett geborgen und einem Wiederverwertungsbetrieb zugeführt werden.

Das Neukabel und eventuelle zusätzliche Datenleitungen benötigen keine neue Vermessungsdokumentation, sondern lediglich eine Eintragung der neuen Leitungsbezeichnung(en) ins vorhandene Planwerk. Die Neukabel können direkt in die Alttrasse und damit ins Erdreich, aber auch in Schutzrohre oder perforierte Schutzrohre eingezogen werden.

Die Überbohrtechniken von Tracto-Technik sind mehrfach patentrechtlich geschützt.

Wer das Tracto-Technik-Kabelaustauschverfahren in der Praxis erlebt, wird besonders von der hohen Austauschgeschwindigkeit und von der Unauffälligkeit des Verfahrens beeindruckt sein.

Literatur - References

Bayer, H. J. : Überbohrverfahren zum Austausch von Alt-Kabeln und Alt-Leitungen. *Iro-Schriftenreihe Bd. 25, S. 616-618, Vulkan-Verlag, Essen 2002.*

Bayer, H. J.: HDD-Praxis-Handbuch, 196 S., *Vulkan-Verlag, Essen 2005.*

Bayer, H. J.: Grabenloser Kabelaustausch durch Überbohren. *ew 4/2004, S. 44-47, VDEW-Energieverlag, Frankfurt/Main 2006.*

Naujoks, G.: Breite Leistungspalette in der gesteuerten Horizontalbohrtechnik, *3R Int. Heft 1, S. 32-34, Essen 2002.*

Tracto-Technik GmbH: Horizontalspülbohrungen intelligent gelöst. *Informationsschrift Fa. Tracto-Technik, 71 S., Lennestadt (Hrsg., 2004).*