

II/12 Erneuerung maroder Grauguss-Netze im statischen Berstlining-Verfahren

Dipl.-Ing. Jörg Sommer

1. Statisches Berstlining

Kennzeichnend für das statische Berstlining ist, dass nicht, wie es beim dynamischen Verfahren der Fall ist, das Altrohr mit dynamischer Schlagenergie geborsten wird, sondern durch eine aufgebrachte statische Krafteinwirkung. Die Art und Weise, wie diese Krafteinwirkung auf das Altrohrmaterial gebracht wird, hat im Laufe der 90-er Jahre zu einer Vielzahl von Entwicklungen auf dem Markt der Erneuerungstechnik im grabenlosen Leitungsbau geführt. Als eine der effektivsten Methoden hat sich hierbei das statische Verfahren herauskristallisiert, welches mit Hilfe eines Gestänges statische Zugkraft auf den Berstkonus überträgt.

2. Verfahrensbeschreibung zum statischen Berstlining

Kennzeichnend für diese Verfahrenstechnik ist, dass über eine hydraulisch gesteuerte Lafette ein Berstgestänge in eine Altleitung eingeschoben wird, an deren Ende man bei Ankunft in der Einziehgrube (oder -Schacht) einen Berstkörper mit zugehöriger Aufweitung und integriertem Neurohr (Kurz- oder Langrohr) anhängt. Beim Einschubvorgang (**Bild 1**) sorgt ein birnenförmiger Führungskaliber für die sichere Führung im Altrohr und schließt ein Verkannten aus. Je nach Verfahrensart der einzelnen Hersteller werden diese Gestänge in der Maschinengrube miteinander verschraubt oder zeitsparend kraftschlüssig eingeklinkt (Quick-Lock-Berstgestänge System Tracto-Technik). Ist der Aufweitungs- und Berstmechanismus mit integriertem Neurohr am Gestänge angeschlossen, wird diese Vorrichtung einfach anhand permanent aufgebrachter Zugenergie über die Lafette zurück in die Maschinengrube gezogen. Das Altrohrmaterial wird dabei geborsten (**Bild 2**) und ins umgebende Erdreich verdrängt, und gleichzeitig wird das neue Rohr eingezogen (**Bild 3**).



Bild 1: Grundoburst 400 G beim Einschieben der Gestänge in die Altleitung



Bild 2: Blick in einen Rohrkanal mit radial verdrängter Scherbenbildung

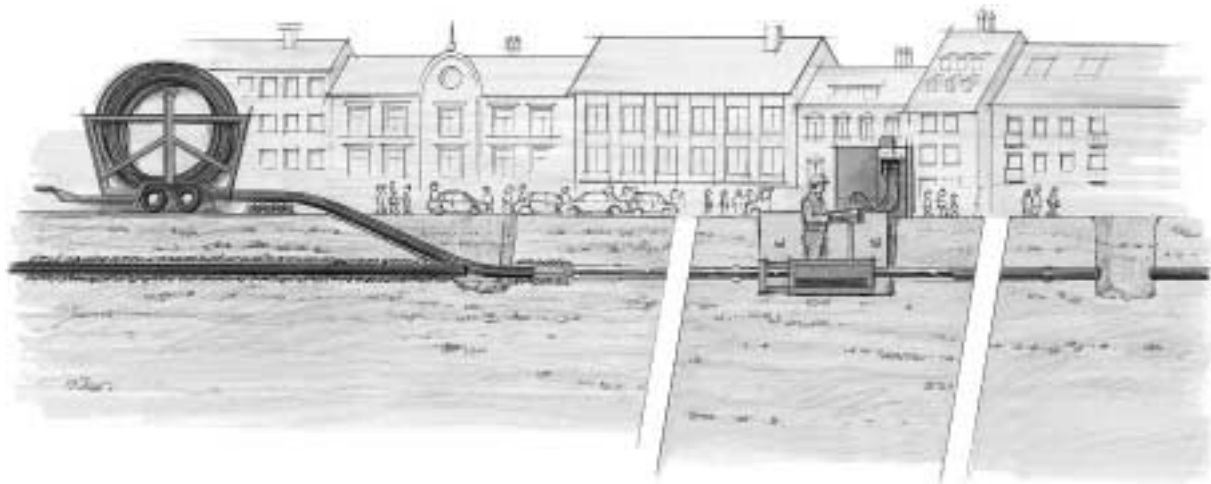


Bild 3: Verfahrensprinzip des statischen Berstlining-Verfahrens

Je nach Maschinengröße stehen hierbei für die verschiedensten Nennweiten zwischen 40 t, 70 t und 100 t Zugkraft zur Verfügung. Der größte Teil dieser Zugkraft wird für das Bersten und Schneiden des Altrohrmaterials (inkl. Muffen und Reparaturschellen) sowie für das Verdrängen des Altrohres in den umgebenden Boden benötigt.

3. Anwendungsgebiete

Anwendung findet dieses Verfahren im Bereich der Freispiegelleitungen, aber vor allem im Druckrohrbereich bei der Erneuerung von Trinkwasser- und Gasversorgungsleitungen sowie bei der Abwasserdruckentwässerung im Nennweitenbereich von DN 65 bis DN 500. Auch die schwierig zu sanierenden Hangleitungen können bis zu einer Steigung von etwa 35° erneuert werden. Durch die weit fortgeschrittene Technik im Schneiden (Stahl / duktile Gussrohre) und Bersten (Stz, FZ, GG, Beton) können mittlerweile fast alle gängigen Materialien erneuert werden (**Tabelle 1**), wobei die zur Verfügung stehende Maschinenteknik nur durch einen Mann Bedienungspersonal gefahren werden kann. Je nach den örtlichen Bedingungen werden mit einem Hub von 2 - 3 m/min bei der Erneuerung im Druckrohrbereich mittlerweile Tagesleistungen von mehr als 150 m/Tag erreicht. Es wurden aber auch schon 400 m erfolgreich an einem Tag geborsten (Stahlleitung DN 100) und durch eine neue PE-HD-Leitung ersetzt.

Altrohr	DN	Neurohr	max. D _a [mm]	Aufwei- tung [mm]	Erforderl. Berstgerät [t]	Einziehleistung [m/Tag]	Bemerkung
GG	65	PE-HD	140	165	40	100 - 200 in Abhängig- keit von den Einzelstrecken	60 mm freier Innen- durchmesser erforderlich
	80		160	185	40		
	100		180	205	40		
	125		225	250	40		
	150		225	250	40		
	200		250	280	40		
	250		280	320	40		
	300		355	380	70		
	400		450	480	100		
500	560	600	100				
GG	80	GGG	80	185	40	50 - 80 in Abhängig- keit von den Einzelstrecken, zugkraft- schlüssige Verbindungs- technik Vor- aussetzung	Bohrkanal muss stehen, d. h. verdräng- barer und standfester Boden Voraussetzung
	100		100	205	70		
	125		160	250	70		
	150		150	250	100		
	200		200	280	100		
	250		250	320	100		
	300		300	380	100		
	400		400	480	100		
500	500	600	100				
Stahl (Schweiß- verbindung)	80	PE-HD	125	165	40	100 - 300 in Abhängig- keit vom Tra- ssenverlauf (geradlinig, Radien)	
	100		160	205	40		
	125		180	240	40		
	150		225	280	70		
	200		250	315	70		
	250		315	380	100		
300	355	420	100				
Stahl (Muffenver- bindung)	80	PE-HD	125	165	40	Ø100	Eventuell Schneid- und Aufweitungs- prozess tren- nen, hohe Zug- kräfte erforder- lich
	100		160	205	40		
	125		180	240	40		
	150		225	280	70		
	200		250	315	70		
	250		315	380	100		
300	355	420	100				
Duktilguss	125	PP-HM- Schutzrohr, PE- Medienrohr	160	240	70	Ø100	Schneid- und Aufweitungs- prozess tren- nen, hohe Zug- kräfte erf.
	150		180	280	70		
	200		225	315	100		
	250		280	380 (345)	100		
PVC	80	PE-HD	160	185	40	100 - 200 in Abhängig- keit von den Einzelstrecken	
	100		180	205	40		
	125		225	250	40		
	150		225	250	40		
	200		250	280	40		
	250		280	320	40		
	300		355	380	70		
	400		450	480	100		
	500		560	600	100		
FZ	80	PE-HD	160	185	40	100 - 200 in Abhängig- keit von den Einzelstrecken	
	100		180	205	40		
	125		225	250	40		
	150		225	250	40		
	200		250	280	40		
	250		280	320	40		
	300		355	380	70		
	400		450	480	100		
	500		560	600	100		

Tabelle 1: Einsatzbereiche des Berstlining-Verfahrens (Fortsetzung auf nächster Seite)

Altrohr	DN	Neurohr	max. D _a [mm]	Aufwei- tung [mm]	Erforderl. Berstgerät [t]	Einziehleistung [m/Tag]	Bemerkung
PE-HD	80	PE-HD	160	185	40	100 - 200 in Abhängig- keit von den Einzelstrecken	
	100		180	205	40		
	125		225	250	40		
	150		225	250	40		
	200		250	280	40		
	250		280	320	40		
	300		355	380	70		
	400		450	480	100		
	500		560	600	100		

Tabelle 1: Einsatzbereiche des Berstlining-Verfahrens (Fortsetzung)

Die genannten Werte sind Anhaltswerte. Entscheidend für das Gelingen eines Bauvorhabens sind immer die vor Ort angetroffenen Verhältnisse wie Überdeckung, Bodenart, Abstand zu Fremdleitungen etc.. Planungshilfe bei anstehenden Projekten kostenlos durch den Verfasser.

4. Vorbereitende Maßnahmen und Baustelleneinrichtung

Während der eigentlichen Berstleistung ist der entsprechende Leitungsabschnitt außer Betrieb zu setzen. Über eine aufgebaute Notversorgung sind die Anlieger mit PE-HD-Rohren bzw. über trinkwasserzugelassene Schläuche zu versorgen. Zuvor werden nicht berstbare Leitungsbauten wie Hydranten, Schieber etc. ausgebaut, die Hausanschlüsse freigelegt sowie die entsprechenden Maschinen- und Einziehgruben gemäß DIN 4124 ausgehoben und verbaut. Als Richtwert reicht für die Maschinengrube je nach Maschinentyp ein Maß von 3 m (1 m aus, während die Einziehgruben abhängig von Rohrmaterial, Durchmesser, Temperatur und Tiefenlage ausgebildet werden (im Trinkwasserbereich durchschnittlich ca. 4 m Länge).

Überschlägig gilt für die Baugrubenlänge L für Einziehgruben:

$$L = \sqrt{H \cdot (4R - H)} ; \quad H = \text{Verlegetiefe} \\ R = \text{Biegeradius des Rohres } (\approx 30 \cdot \hat{D}_a)$$

Die Anordnung der Baugruben erfolgt wechselseitig. Das heißt, dass von einer Startgrube aus in beide Richtungen geborsten werden kann und die Maschine nur per Hebegerät gedreht werden muss. So ordnet man nacheinander Einzieh-Maschinen und noch einmal eine Einziehgrube an. Trotzdem entscheiden immer noch die Verhältnisse vor Ort die optimale Anordnung der Baugruben. Der Stand der Technik erlaubt es mittlerweile, bei geradem Trassenverlauf während des Berstvorganges das Gestänge in die nächste Haltung durchzuschieben, so dass ein erneuter Einschub entfällt. Dabei können wie beim Einschubvorgang auch Radian von mehr als 48 m durchfahren werden. Starke Bögen, Abzweige und Knotenpunkte erfordern Zwischengruben.

Setzt man für den gleichen Nennweitenbereich eine Kolonne mit 8 - 10 Arbeitern ein, so kann mit Spitzenleistungen von 400 m/Arbeitswoche gerechnet werden (inkl. Tiefbau- und Wiederherstellungsarbeiten).

Arbeitsablauf:

- ≠ Ausheben der Maschinen- und Einziehgruben (im Abwasserbereich kann bei Kurzrohren direkt vom Schacht aus eingezogen werden).

- € Absperrern des entsprechenden Leitungsabschnittes und Erstellen der Notversorgung.
- € Abtrennen der Hausanschlüsse und Anbindung an die erstellte Notversorgung.
- € Installieren der Berstmaschine in die Baugrube und Einschieben der Gestänge.
- € Nach Ankunft der Gestänge Anbinden des Berstkörpers mit Aufweitung und integriertem Langrohrstrang, anschließend starten des Einzugvorganges bzw. Berstvorganges.
- € Nach dem Bergen des Berstkörpers in der Maschinengrube erfolgt die Druckprobe und Entkeimung sowie das Anschließen der Hausanschlüsse und die Anbindung des eingezogenen Neurohrstranges.
- € Wiederverfüllung der Baugruben und Wiederherstellung in den ursprünglichen Zustand.

5. Rohreinzug

Die beim Berstlining-Verfahren eingezogenen Neurohre aus PE-HD sind mit einem aufextrudierten Schutzmantel aus faserverstärktem Polypropylen versehen, der das Kernrohr vor möglichen Beschädigungen durch Steine und Scherbenbildung schützen soll. Seit neuester Zeit werden allerdings auch PE-X-Rohre als Stangenware oder vom Rohrbund für die Gas- und Trinkwasserversorgung verwendet, die durch ihre netzartige Molekularstruktur ebenfalls einen guten Schutz vor Beschädigungen durch Riefenbildung und Punktbelastungen bilden.

Mittlerweile finden neben dem genannten Rohrmaterial auch Stahl- oder duktile Gussrohre Anwendung bzw. auch Schutzrohre aus PP-HM, wobei das eigentliche Medienrohr in dieses relined wird. Letztgenannte Möglichkeit bietet in besonderen Fällen auch den Einsatz des Berstverfahrens ohne Erstellung einer Notversorgung.



Bild 4: Durchfahung eines Kopfloches im Hausanschlussbereich

Die Gefahr einer Beschädigung des Neurohres besteht nur beim Durchfahren der Kopflöcher im Hausanschlussbereich (**Bild 4**), da sich hier die entstandenen Scherben beim Wiedereinfahren ins Erdreich „unglücklich“ verankern können. Dieses umgeht man einfach, indem die Scherben während des Einzugvorganges hier entfernt werden. Dieser Vorgang ist ein wesentlicher Bestandteil der Berstleistung und sollte in jedem LV vorgeschrieben sein. Begutachtungen der Neurohre ergaben eine sehr geringe Riefenbildung weit unterhalb der festgelegten Toleranzmaße von 10 % der Rohrwandung (**Bild 5**).



Bild 5: Blick auf ein mittels Berstlining neu eingezogenes Schutzmantelrohr

Ein entscheidender Vorteil in Bezug auf das Bersten und Einziehen von Trinkwasserleitungen ist, dass beim statischen Verfahren das Innenrohr sauber bleibt und nicht mehr, wie es beim dynamischen Verfahren der Fall ist, durch die innen liegenden Luftdruckschläuche für den Bodenverdrängungshammer verunreinigt werden kann.

6. Herstellen von Abzweigen und Anschlüssen

Vor der eigentlichen Berstleistung werden im Bereich der Hausanschlüsse Kopflöcher erstellt, die Notversorgung angeschlossen und die entsprechenden Schellen vor Ort demontiert. Ebenfalls sind Schieber, Hydranten und sonstige Armaturen zu entfernen und nach der Erneuerung wieder anzuschließen.

Mit entsprechenden Ventilanbohrschellen (**Bild 6**) werden die Hausanschlüsse wieder montiert und mittels Heizwendelschweißung fest mit der Versorgungsleitung verbunden. Vor dem eigentlichen Schweißvorgang ist der Schutzmantel aus Polypropylen mit einem speziellen Mantelschälgerät zu entfernen und die entsprechende Schweißfläche für den Schweißvorgang vorzubereiten.



Bild 6: Nach erfolgtem Berstvorgang installierter Hausanschluss

€ **Besondere Vorteile des statischen Berstlining-Verfahrens:**

- € Einsetzbar bei Altleitungen aus Grauguss, Stahl, Duktulguss, FZ (AZ), PVC, PE-HD, Beton und Steinzeug.
- € Vergrößerung um ein bis zwei Nennweiten ist möglich. Keine Querschnittsverengung!
- € Maßnahmen an der Altleitung, wie z. B. Beseitigung von Ablagerungen, sind in der Regel nicht notwendig. Bei starker Inkrustation ist ein Restquerschnitt von mind. 40 mm erforderlich.
- € Berstlining ist Neuverlegung mit neuem Rohr – industriell gefertigt nach DIN – für ein neues Leben $\varnothing 50 - 80$ Jahre.
- € Sicher anwendbar nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik (ATV M143, DIN 18319, ATV A125 und A149 sowie DVGW GW312, [GW 323 in Arbeit]).
- € Einsetzbar bei allen Schadensbildern (Risse, Versatz, fehlende Rohrstücke, einragende Stutzen, Einsturz [bedingt], Inkrustation, Undichtigkeiten, eingefallene Inliner etc.)
- € Keine Altlastenrisiken und die Gefahr neuer Bodensetzungen im Vergleich zur offenen Bauweise.
- € Hohe Tagesleistungen von mehr als 150 m/Tag garantieren eine kostengünstige Erneuerung und Einsparungen gegenüber der offenen Bauweise von mehr als 20 %.
- € Verringerung der Tiefbau- und Straßenbauarbeiten um 80 - 90 %.
- € Einsetzbar bei Hangleitungen bis 30° (und mehr) sowie überpflanzten Trassen, keine Beschädigungen der Wurzeln.
- € Kaum Behinderung des Verkehrs und des Geschäftsbetriebes beim Einsatz in belebten Fußgängerzonen und Hauptverkehrsstraßen.
- € Wesentlich: Der Berstprozess läuft fast überall nach dem gleichen Arbeitsschema ab, Verlegefehler sind so gut wie ausgeschlossen!

8. Rolle des statischen Berstlining-Verfahrens im laufenden GG-Programm

Jeder Versorgungsträger im Gas- oder Wasserbereich kennt die Problematik der alten Versorgungsleitungen aus Gusseisen. Noch viele hundert Kilometer dieser Leitungsart sind vor allem in innerstädtischen Bereichen verlegt. Die hohe Bruchgefahr bei hoher dynamischer Belastung durch den fließenden Schwerverkehr sowie eine fehlende Sandbettung haben in letzter Zeit immer häufiger zu Havariefällen geführt. Zudem führen Duktulgussrohre der 1. Generation, welche in den 60-er Jahren nicht mit ausreichendem Korrosionsschutz versehen wurden, häufig zu teuren Leckagen, die die laufenden Kosten für Reparatur und Instandhaltung unnötig in die Höhe schnellen lassen. Der Rohrbruch einer Hauptversorgungsleitung unter einer vielbefahrenen Hauptverkehrsstraße kann ohne weiteres mehrere zehntausend Mark Schaden verursachen.

Eine Erneuerung dieser maroden Netze ist also unabdingbar. In diesem Zusammenhang lohnt sich der technische und wirtschaftliche Vergleich der grabenlosen Rohrerneuerung zu den konventionellen Verfahren der offenen Bauweise und den üblichen Sanierungsverfahren. Allerdings sollte beim Vergleich von Sanierungs- und Erneuerungsverfahren nicht der Effekt der Lebenserwartung / Abschreibung und Verzinsung außer Acht gelassen werden. Auch die Anfälligkeit hinsichtlich der Ausführungsqualität des Verfahrens selbst spielt eine entscheidende Rolle.

Die wirtschaftlich schwierige Situation hat nicht nur beim Tiefbau selbst, sondern auch bei den Rohrsanierern tiefe Spuren hinterlassen. Geringes Auftragsvolumen bei vielen Anbietern führten zu erheblichen Preiseinbrüchen in der Branche. Glücklicherweise für die Auftraggeberseite

kämpfen jedoch viele Unternehmungen ums Überleben. Unglücklicherweise wirkt sich dies u. a. auch auf die Qualität ausgeführter Leistungen aus. So wird hier oftmals an Leistung gespart, die ansonsten selbstverständlich ist.

Was zählt, sind bei schwacher Preisstruktur in erster Linie Leistung gemessen in Form von verlegten Meterzahlen. Je mehr desto besser, Zeit ist Geld! Dass dies häufig auf die Qualität der durchgeführten Leistung schlägt und auch schnell zu Fehlern in der Verlegung führt, werden einige schon mitbekommen haben. Man sollte daher verschiedene grabenloses Sanierungsverfahren, wie Inliner-, U-Liner-, Roll-down-, Swage-Lining-, Relining-, Berstlining-Verfahren sowie die Sanierung mittels Gewebeschlauchlining technisch und wirtschaftlich genauer untersuchen.

Aufgrund der hohen Leistungsdaten der mittlerweile ausgereiften Maschinenteknik sowie der Vorteile des Verfahrens konnte das statische Berstlining mittlerweile eine führende Rolle im laufenden GG-Programm übernehmen. Dafür sprechen die zahlreichen Referenzen, die diese Technik mittlerweile aufzeigt und die auch stetig steigt. In der Regel wird natürlich nicht das komplette GG-Netz mittels Berstlining erneuert. In der Regel werden die Verfahrenstechniken auch untereinander kombiniert wie beispielsweise in Dortmund, wo der Anteil Berstlining bei ca. 60 bis 70 % der jährlichen Erneuerungsrate liegt. Dabei erneuert die DEW ihr Netz einerseits auch per herkömmlichen Relining und auch mittels Rohrausziehverfahren.

9. Wirtschaftliche Betrachtung

Da jährlich mehrere hunderttausend Meter Rohrleitungen aus Grauguss mittels Berstlining ertüchtigt werden, konnten anhand der Nachkalkulationen einige Kostenvergleiche erarbeitet werden. Setzt man die offene Bauweise mit 100 % an, so bewegen sich die Kosten für das herkömmliche Relining bei ca. 69 % und für das statische Berstlining-Verfahren nur sehr geringfügig mehr bei ca. 70,5 %. Natürlich lässt sich dieser Wert nicht pauschalisieren. Bei allen Relining-Verfahren müssen Hausanschlüsse und Armaturen in der offenen Bauweise (Kopflöcher) ausgebaut und angeschlossen werden. Die Wirtschaftlichkeit für den Einsatz des Berstlining-Verfahrens, bzw. von Relining-Verfahren allgemein, hängt immer von der Dichte der anzuschließenden Hausanschlüsse ab. Vergleichsrechnungen einiger Unternehmer haben jedoch gezeigt, dass selbst bei einer Dichte von unter 10 m pro Hausanschluss die statische Berstlining-Variante noch wirtschaftlich arbeitet.

Dies liegt sicherlich auch an der Schnelligkeit, mit der auch lange Streckenabschnitte abgearbeitet werden. Durch die enorm kurze Rüstzeit von nur 30 min, bei der die Berstmaschine einsatzbereit ist, sowie durch die hohe Einziehleistung kann oftmals im Gasbereich auf eine Notversorgung verzichtet werden. Die Erneuerungsstrecken von durchschnittlich 130 bis 160 m Länge werden in einem Stück eingezogen und die Anschlüsse anschließend wieder hergestellt [1].

Wie gering der tatsächliche Aufwand für die grabenlose Erneuerung im Berstlining-Verfahren ist, zeigt **Bild 7**. Mit dieser minimalen Baustelleneinrichtung für die statische Bersteinheit (System Tracto-Technik) wurde im vergangenen Jahr eine GG-Leitung DN 200 auf 200 m Länge durch ein SLM-Rohr ($D_a = 225$ mm) im Ortsteil Dortmund-Mengede ersetzt. Der Einzug erfolgte in einem Durchgang und war nach bereits weniger als 2 Stunden abgeschlossen. Da bei langen Einzugstrecken immer wieder Befürchtungen wegen einer möglichen Überdehnung des Neurohres in den Raum gestellt werden, kann mittlerweile der komplette Einzugvorgang mittels Zugkraftmessgerät überwacht und protokolliert werden.



Bild 7: Geringe Baustelleneinrichtung (Gestängeboxen, Berstlafette, Hydraulikstation)

Literatur

- [1] Hügging, A.: Das statische Berstlining-Verfahren. 3R International, 2000, Heft 9/10, S. 602-607

Verfasser: Dipl.-Ing. Jörg Sommer
TRACTO-TECHNIK GmbH
Spezialmaschinen
Reiherstraße 2
57368 Lennestadt
Telefon: (0 27 23) 80 82 37
Telefax: (0 27 23) 80 82 11
e-mail: joerg.sommer@tracto-technik.de