

Möglichkeiten und Grenzen des Microtunnelbaues unter Berücksichtigung der Abbauwerkzeuge

Dipl.-Ing. W. Becker, Berlin Vorlage: Sonderdruck aus der Zeitschrift "Tiefbau", Heft 7/ 1996

Vorbemerkungen

Mit dem Siegeszug der Microtunnel-Technik kommt es in Deutschland - wie bei jeder jungen Technik - zu ersten Pannen. Mal muß die unterirdische Bauweise abgebrochen werden.

Mal kann sie nur mit größten Schwierigkeiten zu Ende geführt werden. Die Ursachen konzentrieren sich auf drei Kardinalfehler:

1. Der Baugrund wird gar nicht oder unzureichend erkundet.
2. Der Baugrund ist bekannt. Aber es wird das falsche Vortriebssystem gewählt.
3. Der Baugrund läßt den unbemannten Rohrvortrieb nicht zu.

Zu 1. Hierzu wird an anderer Stelle ausführlich eingegangen. Die wichtigsten Parameter des Baugrundes müssen jedoch genannt werden:

- Bodenart,
- Lagerungsdichte,
- Kornverteilung,
- Steingröße,
- Steinanteil und
- Grundwasserverhältnisse.

Denn der Baugrund diktiert das Vortriebssystem, nicht die Abbauwerkzeuge und nicht die Technik, die zufällig auf dem Betriebshof steht.

Zu 2. Die DIN 18 319 stuft seit 1992 Boden und Fels nach speziellen Eigenschaften für den Rohrvortrieb ein. Sie unterscheidet Locker- und Festgesteine. Dieser Beitrag befaßt sich mit Lockergesteinen. Die Tabellen 1 bis 4 unterscheiden immerhin 60 verschiedene Böden!

Für diese 60 Bodentypen gibt es zwei Vortriebssysteme mit unterschiedlichen Abbauwerkzeugen zur Auswahl:

- Trockenförderung mit ungelagertem Schneidrad,
- Trockenförderung mit direkt angetriebenem Schneidrad,
- Trockenförderung mit Felsbohrkopf,
- Naßförderung mit Normalwerkzeug,
- Naßförderung mit Felsbohrkopf,
- Naßförderung und Druckluftpolster für die flüssigkeitsgestützte Ortsbrust.

Abb.1 zeigt den aktuellen Stand, welche Maschinensysteme zur Zeit welche Bodenarten in Abhängigkeit von der Nennweite abdecken.

Der Text geht auf die Probleme der Randbereiche ein, vor allem auf die stets aktuelle Frage: Wo liegen mit dem jetzigen Stand der Entwicklung die Grenzen der jungen, ungebremst voranstürmenden Technologie des Microtunnelings?

Der Inhalt liefert Auftraggebern, Baufirmen und Gutachtern Anhaltspunkte zum optimalen Einsatz der neuen Technik, Materialien zur Fehler-/Schadenserkennung und -einstufung sowie Perspektiven für die fachgerechte Auftragsvergabe.

Einführung

Mit dem Siegeszug der Microtunnel-Technik kommt es in Deutschland - wie bei jeder jungen Technik - zwangsläufig auch zu ersten Pannen und Prozessen. Mal muß die unterirdische Bauweise abgebrochen werden. Mal kann sie nur mit größten Schwierigkeiten zu Ende geführt werden.

Die Ursachen konzentrieren sich auf drei Kardinalfehler:

1. Der Baugrund wird gar nicht oder unzureichend erkundet.
2. Der Baugrund ist bekannt. Aber es wird das falsche Vortriebssystem gewählt.
3. Der Baugrund läßt den unbemannten Rohrvortrieb nicht zu.

Die Folge ist, dass den Problemen vor Ort schnell die Streitkosten folgen. Doch es muß nicht so enden.

Die junge, voranstürmende Technik hat noch ihre Grenzen. Man muß sie kennen. Die Grafiken am Ende des Beitrags zeigen eindeutig den jüngsten Stand des Fortschritts. Sie sind die Summe der eigenen Erfahrungen. Sie wurden mit dem Erfahrungsschatz von führenden Herstellern verglichen und korrigiert, wo es sinnvoll erschien. Ab jetzt helfen keine Ausreden mehr, wenn falsche Angaben oder Einsätze zu Verzögerungen oder Kostenexplosionen führen. Wenn Mietfristen überzogen werden oder Versicherungen nicht zahlen wollen.

Bei allem Fortschritt verlaufen Übergänge von einem Vortriebssystem zum anderen nicht automatisch nahtlos! Oft treten Sprünge auf. Man muß sie kennen, um das Glücksspiel eines falschen Maschineneinsatzes zu umgehen. Nicht nur Planer müssen diese Probleme kennen, wenn ihre Ausschreibungen voller Präzision - also praxisnah - sein sollen. Sie müssen wissen, wann es zum Beispiel sinnvoller ist, ein größeres Rohr einzuplanen, als zweischalig zu fahren. Dieses Know How spart Kosten und Terminverzögerungen.

Schildfahrer - die Piloten und Künstler der Branche - benötigen diese besseren Daten für ihren risikoreichen Alltag. Sie können nicht ins Erdreich sehen. Sie müssen vorab mitgeteilt bekommen, worauf ihr Bohrkopf stoßen wird.

Auch Firmenchefs können mit diesen neuen Übersichtstabellen klarer disponieren. Sie wissen jetzt, mit welchen Systemen sie ihren Maschinenpark nachrüsten müssen, damit sie für alle Fälle gewappnet sind. Ober ob sie lieber die Finger von manchen Aufträgen lassen. Wenn eine Baustelle stillsteht, kommen immer die gleichen Ausreden. Der Boden wird falsch angegeben. Der Rohrhersteller hat bei der Produktion geschlampt etc. Die Gegenseite kontert: Bedienungsfehler. Das Material wurde überbeansprucht etc. Gutachter können dies oft bescheinigen.

Der Beitrag zeigt Lösungen, um in Zukunft von Überraschungen verschont zu bleiben.

Grundsätzlich wird zu oft vergessen, dass der Baugrund den Einsatz der Technik diktiert und nicht die Maschine, die zufällig auf dem Betriebshof steht. Die Besonderheiten jeder neuen Baustelle zwingen dazu maßgeschneidert mit Verfahren und Maschinenkombinationen zu reagieren. Das setzt voraus, dass man die mechanischen Eigenschaften des Baugrundes vorab und bis ins Detail kennt.

Baugrund

Man muß durch die Ausschreibung wissen, was den Bohrkopf erwartet. Man muß die Vortriebsstrecke vorab unter die Lupe nehmen: exakt, in geringen Abständen und ausreichend tief.

Das heißt im Detail: 2 m unter der Rohrsohle oberhalb des Grundwassers. Und liegt die aufzufahrende Leitung im Grundwasser, sollte die Erkundung so tief sein, dass sie dem Abstand Rohrsohle (Vortriebssohle) zum Grundwasserspiegel entspricht, mindestens jedoch 3 m. Der Abstand der Aufschlüsse sollte zwischen 20 und 50 m liegen.

In Sonderfällen müssen diese Abstände bis auf 10 m schrumpfen^[1]. Für den Vortrieb sind folgende mechanischen Eigenschaften des Bodens wichtig^[2]:

- Für den Abbau: Gesteinsfestigkeit, Trennflächen, Kornaufbau, Lagerungsdichte bzw. Konsistenz, Neigung zur Klebrigkeit, Steine.
- Für die Ortsbruststützung: Trennflächen, Wasseranfall, Kornverteilung, Lagerungsdichte bzw. Konsistenz, Durchlässigkeit, Scherfestigkeit, Bodenschichtung.
- Für die Förderung und Separierung: Wassergehalt, Kohäsion, Plastizität, Kornverteilung, Klebrigkeit.

Weitere Risiken wie Torf, wassergesättigter Sand, quellender Ton, Fließsand, Störzonen und Hindernisse gehören mit in die Bodenbilanz.

Die Bodenklassen für den Microtunnelbau legen in Deutschland die "Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen" (ATV) DIN 18319 "Rohrvortriebsarbeiten" der VOB/C fest. Sie teilt Boden und Fels wie folgt ein:

1. LN = Nichtbindige Lockergesteine (Hauptbestandteil Sand und Kies) entsprechend ihrer Verteilung von Korngrößen und ihrer Lagerungsdichte.
2. LB = Bindige Lockergesteine (Hauptbestandteil Schluff, Ton bzw. Sand und Kies mit hohem Massenanteil von Schluff, Ton) entsprechend ihrer Konsistenz.
3. LO = Organische Böden (Torfe und Schlamme).
4. Lockergesteine mit Korngrößen > 63 mm.
5. F = Festgesteine (entspr. ihrer einaxialen Druckfestigkeit).

Die Tabellen 1 bis 4 nennen die verschiedenen Bodenklassen. Mit den in der ATV DIN 18 319 im Absatz 0 zusätzlich geforderten Klassen erhält man Angaben wie sie im Hinblick auf Abbau, Ortsbruststützung, Förderung und Separierung benötigt werden. Wichtig sind außerdem Angaben darüber, wie sich die Eigenschaften und der Zustand von Boden und Fels ändert, wenn er mit Wasser oder Stützflüssigkeiten gelöst wurde^[3].

Erst mit diesem Detailwissen über den Baugrund kann der Bauunternehmer das jeweilige Rohrvortriebsverfahren auswählen und Werkzeuge seines Vortriebsschildes festlegen. Alles andere wäre reine Lotterie.

Tabelle 1	Lockergestein nicht bindig	
	eng gestuft $U = d_{60} : d_{10} < 6$	Weit oder intermittierend gestuft
Lagerung	Klasse	Klasse
Locker	LNE 1	LNW 1
Mitteldicht	LNE 2	LNW 2
Dicht	LNE 3	LNW 3

Tabelle 1: Klassen der Lockergesteine nichtbindig (LB) Korngröße kleiner gleich 63 mm gemäß ATV DIN 18319

Tabelle 2	Lockergestein bindig	
	mineralisch	organogen
Konsistenz	Klasse	Klasse
Breilig - weich	LBM 1	LBO 1
Steif - halbfest	LBM 2	LBO 2
Fest	LBM 3	LBO 3

Tabelle 2: Klassen der Lockergesteine bindig (LB) Korngröße kleiner gleich 63 mm gemäß ATV DIN 18319

Tabelle 3	Steingröße	
	bis 300 mm	bis 600 mm
Massenanteil der Steine	Klasse	Klasse
bis 30 %	S 1	S 3
über 30 %	S 2	S 4
<p>Kommen in den Lockergesteinen Steine (Korngrößen über 63 mm) vor, so wird in Abhängigkeit von Größe und Anteil zusätzlich zu den Klassen gemäß Abschnitt 2.3.1.1 bis 2.3.1.3 klassifiziert. Steine größer als 600 mm werden hinsichtlich Größe und Anteil gesondert angegeben^[3]</p>		

Tabelle 3: Zusatzklassen gemäß ATV DIN 18319

Tabelle 4	Festgestein Trennflächenabstand im	
	Dezimeterbereich	Zentimeterbereich
Einaxiale Druckfestigkeit MN/m ²	Klasse	Klasse
bis 5	FD 1	FZ 1
über 5 bis 50	FD 2	FZ 2
über 50 bis 100	FD 3	FZ 3
über 100	FD 4	FZ 4

Microtunnel-Maschinen

Es besteht die Auswahl zwischen Maschinen mit mechanischer und hydraulischer Bodenförderung und zwischen unterschiedlichen Abbauwerkzeugen.

System 1: Trockenförderung mit ungelagertem Schneidrad

System 2: Trockenförderung mit direkt angetriebenem Schneidrad

System 3: Trockenförderung mit Felsbohrkopf

System 4: Naßförderung mit Normalwerkzeug

System 5: Naßförderung mit Felsbohrkopf

System 6: Naßförderung und Druckluftpolster für die flüssigkeitsgestützte Ortsbrust.

Die Abbildungen schildern die Einsatzbereiche des jeweiligen Vertriebssystems, die Abhängigkeit vom Rohrdurchmesser und von der Bodenart gemäß Tabelle 14. Die Abbildungen zeigen die Innendurchmesser der Rohre, also die Nennweiten. Das hat seinen Sinn. Denn die Diagramme sollen Planern und Auftraggebern helfen, das geeignete Vortriebsverfahren zu bestimmen. Hersteller von Maschinen arbeiten dagegen mit Außendurchmessern von Rohren und Schilden.

Die Wanddicken sind berücksichtigt und dem Innendurchmesser des Rohres zugeschlagen. Bis zum Innendurchmesser von 800 mm sind die Wanddicken von Steinzeug und Polymerbeton angesetzt. Ab DN 1000 gelten die Wanddicken von Rohren aus Stahlbeton.

Microtunnel-Maschinen mit Trockenförderung und ungelagertem Schneidrad



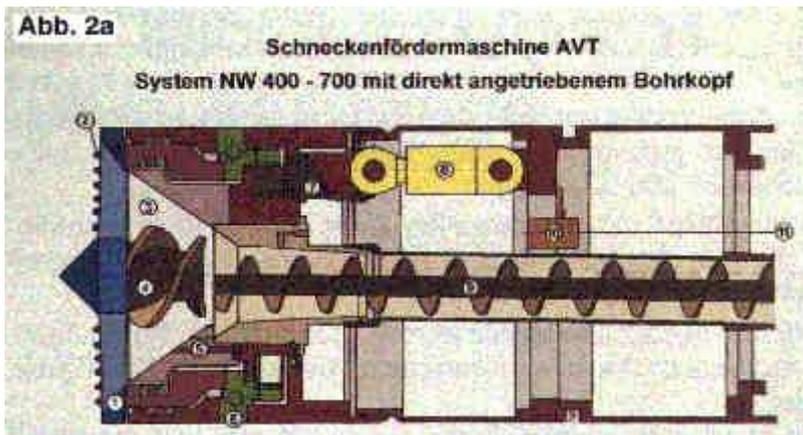
(Abb. 1a + 1b, Abb. 1c)

Diese Anlagen sind Kilometer-Weltmeister, auch wenn ihr Einsatzbereich beschränkt ist auf steinfreie, nichtbindige und bindige Böden in den Nennwerten DN 250 bis DN 500. Allein in Berlin wurden hiermit über 100 km aufgeföhren.

Für feste, bindige Böden sind diese Maschinen leider weniger geeignet. In lockeren und weichen Böden verdrängen sie Steine in der Korngröße < 63 mm. Kiesnester - eine Anhäufung von Steinen - stoppen den Vortrieb.

In wasserführenden Böden muß man - wie bei allen Microtunnelmaschinen mit Trockenförderung - zusätzlich Maßnahmen ergreifen, z.B. Druckluftaufschlag an der Ortsbrust

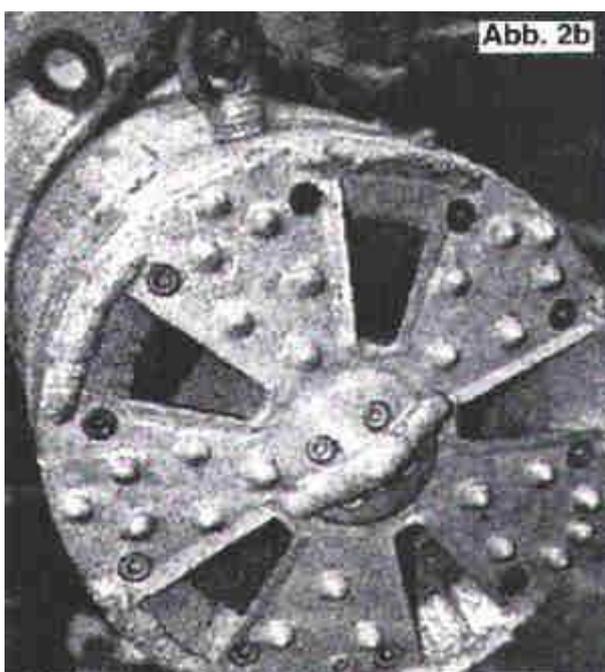
Microtunnel-Maschinen mit Trockenförderung und direkt angetriebenem Schneidrad



(Abb. 2a + 2b, Abb. 2c)

Sind Steine zu erwarten, wählt man für Microtunnel-Maschinen mit Trockenförderung das direkt angetriebene Schneidrad. Der Motor braucht mehr Platz, mehr Power, deshalb der Einsatz erst ab DN 400.

Ein Nachteil der Microtunnel-Maschinen mit Trockenförderung entfällt. Es gibt einen Motor für das Schneidrad und einen Motor für den Bodentransport. Mit dem Drehmoment, das über die Vortriebslänge konstant bleibt, sind Vortriebe in nichtbindigen und bindigen Böden bis DN 800 möglich. Darüber kann die Ortsbrust nicht mehr sicher gestützt werden. Sie würde einstürzen.



Der Einsatz in der Zusatzklasse S 1- also Steine vom Tennisball bis zur Melone - mit einem Anteil von weniger als 30% ist möglich. Man stelle sich eine alte Kaffeemühle vor. Die Steine müssen wie die Bohnen in den Mahlkopf passen, in den Brecherraum gelangen. Daher ist in den nichtbindigen Böden und weichen, bindigen Böden der Einsatz erst ab 600 mm Rohrdurchmesser möglich.

Sind in halbfesten und festen Böden die Steine eingebunden, können sie mit einem Hartmetall-Schneidrad zerstört werden. Es spant - wie ein Hobel im Holz - ab DN 500 Schicht für Schicht ab.

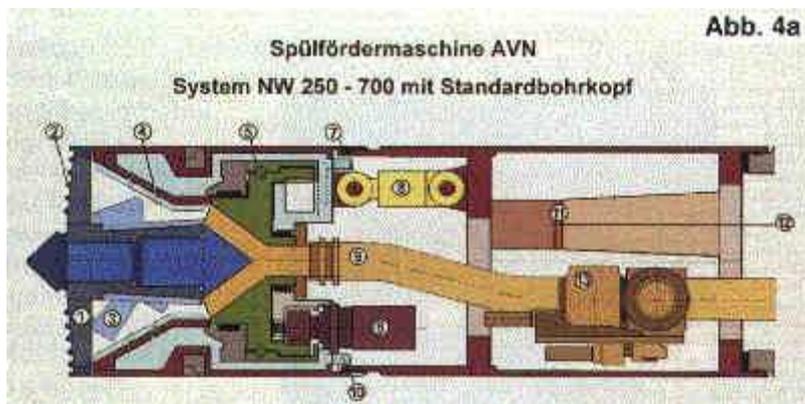
Aber die Brocken müssen fest im Boden verankert sein. Ohne Halterung hat das Werkzeug keine Chance.

Microtunnel-Maschinen mit Trockenförderung und Felsbohrkopf (Abb. 3)

Diese Maschine deckt einen größeren Bereich ab. Ihr Rollenmeißel zerstört Steine wie ein großer Bohrer.

Die Bereiche sind:

1. in der Zusatzklasse S 1 in nichtbindigen und bindigen Lockergesteinen von DN 400 bis DN 800. Voraussetzung ist, dass Steine fest im Boden eingespannt sein. Lockere und weiche Böden sind folglich ungeeignet. In rolligen Böden würden die Steine unkontrolliert taumeln und der zerstörenden Kraft des Rollenmeißels entgleiten.
2. In der Zusatzklasse S 2 (Steingrößen vom Tennisball bis zur Melone). Der Anteil beträgt mehr als 30%. Hier darf der Einsatz erst ab DN 600 erfolgen. Die Ortsbrust läßt sich bis DN 800 erfolgreich abstützen. Hier endet der Einsatzbereich der Schnecken.



Microtunnel-Maschinen mit Naßförderung und Normalwerkzeug (Abb. 4a + 4b, Abb. 4c)

Die Maschine ist in nichtbindigen und bindigen Lockergesteinen ab Nennweite 250 einsetzbar. Zusatzmaßnahmen in wasserführenden Böden sind nicht erforderlich.

Die flüssigkeitsgestützte Ortsbrust gestattet in mitteldichten bis dichten nichtbindigen Böden den Einbau von Rohren bis DN 1200. In lockeren Böden endet der größte Rohrquerschnitt bei DN 800, denn eine Stabilisierung ist über diesen Nennwert hinaus nicht möglich. Die Ortsbrust fällt dann ein.

In bindigen Böden bestimmt die Konsistenz den größtmöglichen Querschnitt:

- breiig-weich: Rohre bis DN 1000
- steif-halbfest: Rohre bis DN 1400
- fest: Rohre bis DN 1500



Steine der Zusatzklasse S 1 werden nur beherrscht, wenn sie in den Brecherraum gelangen, also bei nichtbindigen Böden ab DN 600. Das gilt auch für weiche und bindige Böden. Der Einsatz ab DN 400 ist möglich, wenn die Steine fest im Boden eingespannt sind, also bei Bodenklassen LBM 2/3 und LBO 2/3.

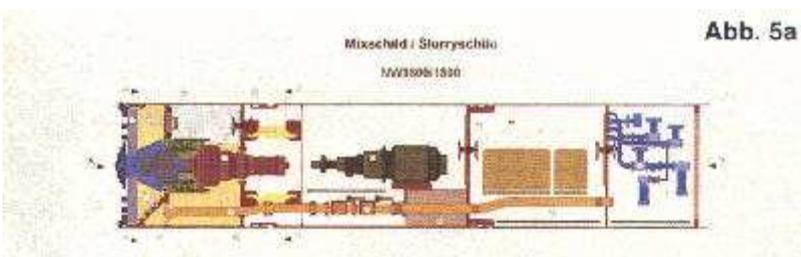
Wächst der Steinanteil, ist besonderes Augenmerk auf die Absicherung der Ortsbrust zu richten. Gelangen die Steine nicht sicher in den Brecherraum, werden sie unkontrolliert durch das Erdreich geschoben.

Wichtige Spülflüssigkeit kann verlorengehen. Es wächst die Gefahr von Ausspülung an der Ortsbrust.

In der Zusatzklasse S 2 sind die lockeren und weichen Böden auszuschließen. Bei nichtbindigem Lockergestein soll der Rohrippendurchmesser 800 mm nicht unterschreiten. Für die bindigen Lockergesteine sind 600 mm richtig.

In der Zusatzklasse S 3 werden nur bindige Lockergesteine beherrscht. In steifen bis halbfesten Böden die Rohrippendurchmesser 1000 mm und 1200 mm, bei den festen Böden zusätzlich DN 1400 und DN 1500.

Microtunnel-Maschinen mit Naßförderung und Druckluftpolster für die flüssigkeitsgestützte Ortsbrust (Mixschild)



(Abb. 5a + 5b, Abb. 5c)

Die Ortsbrust ist bei Vortrieben mit Naßförderung in nichtbindigen und weichen bindigen Böden nur dann sicher, wenn Fördersuspension gegen die Ortsbrust gedrückt wird. Den richtigen Druck für die Stützflüssigkeit steuert ein Druckluftpolster. Abb. 5 zeigt die Grenzen.

Ab DN 1400 stehen diese Anlagen zur Verfügung. Bei halbfesten und festen bindigen Böden braucht der Mixschild erst ab DN 1500 bzw. DN 1600 zu arbeiten. Denn bei den standfesten Böden reicht das Normalschneidrad bis zu diesen Nennweiten für eine ordnungsgemäße Absicherung der Ortsbrust aus.

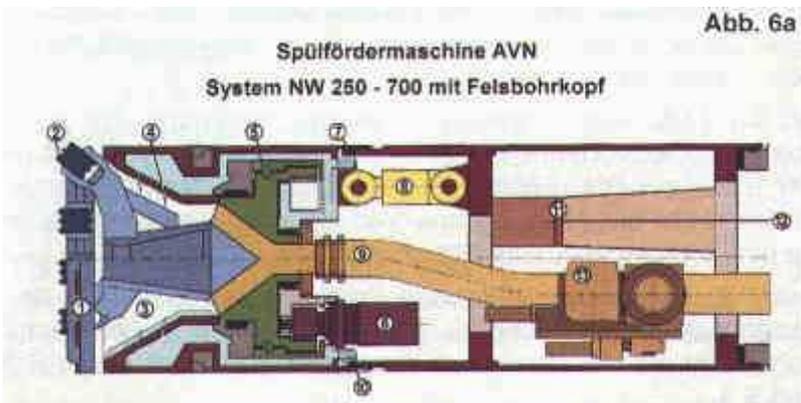
Seine Brecherleistung läßt ohne Probleme den Einsatz in den Zusatzklassen S 1 und S 2 zu. Mit einem Felsbohrkopf beherrscht die Maschine auch die nächsten Zusatzklassen S 3 und S 4.

Vorsicht ist beim Einsatz in lockeren und weichen Böden wegen Flüssigkeit geboten!



Abb. 5b

Microtunnel-Maschinen mit Naßförderung und Felsbohrkopf



(Abb. 6a + 6b, Abb. 6c)

Felsbohrköpfe sind ein Fall für Böden mit den Zusatzklassen S 1 bis S 4. Dieser Rollenmeißel steht ab DN 500 zur Verfügung. Wenn Steine fest in den Boden eingespannt sind, kann er mühelos Hindernisse aufzehren oder zerstören. Deshalb müssen Planer im nichtbindigen Bereich grundsätzlich die locker gelagerten Böden ausschließen und im bindigen Bereich die breiigen weichen Böden.

Die Grenzen nach unten regelt der Steinquerschnitt, den Einsatz nach oben die Ortsbrustabstützung.



Abb. 6b

In der Zusatzklasse S 1 liegt die Oberkante für nichtbindige Böden bei DN 1200. Danach tauchen Probleme mit der Ortsbrust auf. Ein Mixschild kann die Aufgaben lösen.

Bei bindigen Böden können diese Schilde bei fester Konsistenz bis DN 1500 helfen. In der Zusatzklasse S 2 beginnt der sinnvolle Einsatz ab DN 600, also bei kleinen Findlingen. Die obere Begrenzung liegt bei nichtbindigen Böden DN 1200, bei festen bindigen Böden ab DN 1500.

In der Zusatzklasse S 3 liegt die obere Begrenzung wie zuvor. Die untere Grenze für einen Einsatz ist erst ab DN 800 erreicht.

Bei der Zusatzklasse S 4 ist die untere Grenze DN 1000, die obere wie in den Klassen S 1 bis S 3.

Übersicht der Einsatzbereiche unterschiedlicher Microtunnel-Maschinen mit Trocken- und Naßförderung (Normalwerkzeug, Felsbohrkopf, Mixschild) (Abb. 7)

Bringt man die Ergebnisse/Einsatz-Möglichkeiten der einzelnen Vortriebssysteme in eine einziges Diagramm, so erhält man folgende Problemzonen:

1. Der Einsatzbereich in den einzelnen Nennweiten hängt von der Größe und dem Anteil der Steine ab. Vergrößern sich Steinanteil und Größe, muß auch der Rohrquerschnitt mitwachsen. In Böden mit Steinen der Größe 64-300 mm und einem Anteil von weniger als 30 % können Rohre ab DN 400 eingebaut werden. Wächst der Steinanteil auf über 30 %, ist der kleinste aufzufahrende Querschnitt 600 mm. Bei den Böden mit Steingrößen 301 bis 600 mm und einem Anteil von unter 30 % sind Vortriebe erst ab DN 800 sinnvoll. Bei einem Anteil von über 30 % ist der Vortrieb erst ab DN 1000 möglich. Größere Steine zwingen zum Einsatz von größeren Kopf- und Rohrdurchmessern.
Sind in den einzelnen Zusatzklassen S 1 und S 4 kleinere Querschnitte einzubauen, ist die zweischalige Bauweise eine gute Lösung. Das heißt, der Vortrieb läuft mit einem großen Mantelrohr, durch das anschließend das kleinere Betriebsrohr eingezogen wird.
2. Lockere nichtbindige Böden und breiig-weiche Böden sind im Hinblick auf die Standsicherheit der Ortsbrust kritisch zu betrachten.
Hier ergeben sich noch Probleme an der Ortsbrust, da die Luftpolsterstützung erst ab DN 1400 zur Verfügung steht. Die Maschinenhersteller müssen auch unterhalb DN 1400 sicherstellen, dass die Stützflüssigkeit mit gehörigem Überdruck gegen die Ortsbrust gedrückt wird. Dies kann entweder mit einem Luftpolster oder über ein aufwendiges Regelsystem für die Flüssigkeitsstützung erfolgen.
3. In weichen und lockeren Böden bringen Steine die Probleme. Sie sind nicht einfach abzufräsen, weil die Steine nicht eingespannt sind. Daher kann die Beseitigung nicht mit den entsprechenden Werkzeugen erfolgen. Die Steine müssen konventionell aus dem Boden geholt werden.

Abb. 7: Tabelle

Einsatzbereich unterschiedlicher Microtunnelmaschinen mit Trocken- und Naßförderung (Normalwerkzeug, Felsbohrkopf, Mixschild) in Böden gemäß ATV DIN 18 319

Hindernisse

Die Maschinen haben in den vergangenen 12 Jahren vom Punkt Null bis heute einen gewaltigen Sprung in die High-Tech-Welt geschafft. Dennoch ist die Welt des Microtunneling nicht von Risiken befreit.

Bauherren möchten gern ein Pauschalpreis-Angebot. Damit landet das Risiko unvorhergesehener Hindernisbergungen bei der Baufirma. Die Böden sind voller Risiken!

Das gilt besonders, wenn viele Einzelhindernisse auf einmal auftreten, wenn sie angefahren oder nicht richtig im Erdreich eingespannt sind. Deshalb verlangt die Praxis, dass trotz der oben gezeigten Leistungsfähigkeit der Microtunnel-Maschinen die Hindernisbeseitigung nicht über Bord geworfen werden darf. In der DIN 18319 Punkt 2.3 ist vorgeschrieben, dass dieser Punkt geregelt sein muß.

Klar definiert werden muß, ab welcher Größe ein Stein ein Hindernis darstellt. Nicht jeder Stein kann automatisch durchfahren werden. Unterschieden werden muß, ob das Hindernis unterirdisch oder oberirdisch zu bergen ist. Bei einem Bahndamm mit Schnellzugverkehr oder einem Fluß kommt man von oben nie an das Hindernis heran. Es ist vor allem an die Kosten zu denken.

Festgestein

Die Einteilung der Festgesteine regelt die ATV DIN 18 319, Tab. 4. Sie wird folgendermaßen beschrieben: Festgesteine bis 100 MN/m² Druckfestigkeit (Klasse FD 1 - FD 3, FZ 1 - FZ 3) werden von Microtunnel-Maschinen mit Felsbohrkopf ab DN 600 beherrscht. In den Klassen FD 1 und FZ 1 ist das bereits ab DN 400 möglich. Ab 100 MN/m² einaxialer Druckfestigkeit (Klasse FD 4/FZ 4) können die Anlagen nur bedingt eingesetzt werden.

Hier entscheiden die Standzeiten der Werkzeuge. Genaue Angaben sind zu machen über:

- die Haltungslängen,
- Mineralbestand und -qualität,
- Zug- und Scherfestigkeit.

Ab DN 600 können die Rollenmeißel unter Tage gewechselt werden.

Schlußbetrachtung

In Abbildung 1 sieht man die Einsatzbereiche der 6 Systeme auf einen Blick, aber auch die Grenzen! Die Grafik zeigt auch, für welche Rohrrinnendurchmesser und für welche Böden derzeit noch keine Microtunnel-Maschinen zur Verfügung stehen. Hersteller sind hiermit aufgefordert, mit den ausführenden Spezialfirmen neue Lösungen zu entwickeln. Die High-Tech-Welt des Microtunnelings ist erst 12 Jahre alt.

Mit einem ungeahnten Tempo hat sie mit einer Serie von Innovationen neue Problemlösungen geschaffen, die damals beim Start unter Science Fiction gelaufen wären. Dennoch sind noch nicht alle Sorgen des Tiefbaus aus der Welt.

Auch in Zukunft müssen die Konstrukteure am Reißbrett und die Praktiker viele alte Probleme lösen. Aber wo Ziele sind, folgen auch Innovationen. Besonders in der Welt des Microtunnelings. Fortschritt und technische Entwicklungssprünge sind hier Alltag.

Abb. 1c:Tabelle

Einsatzbereich von Microtunnelmaschinen mit Trockenförderung und ungelagertem Schneidrad in Böden gemäß ATV DIN 18 319

Abb. 2c:Tabelle

Einsatzbereich von Microtunnelmaschinen mit Trockenförderung
und ungelagertem Schneidrad in Böden gemäß
ATV DIN 18 319

Abb. 3:Tabelle

Einsatzbereich von Microtunnelmaschinen mit Trockenförderung
und Felsbohrkopf in Böden gemäß ATV DIN 18 319

Abb. 4c:Tabelle

Einsatzbereich von Microtunnelmaschinen mit Naßförderung
und Normalwekzeug in Böden gemäß ATV DIN 18 319

Abb. 5c:Tabelle

Einsatzbereich von Microtunnelmaschinen mit Naßförderung
und Druckluftpolster für die flüssigkeitsgestützte Ortsbrust
in Böden gemäß ATV DIN 18 319

Abb. 6c:Tabelle

Einsatzbereich von Microtunnelmaschinen mit Naßförderung
und Felsbohrkopf in Böden gemäß ATV DIN 18 319

Literaturverzeichnis

[\[1\] Dr. Leonhardt - Baugrunduntersuchungen zur Vorbereitung des Rohrvortriebs, ATV-Seminar in Potsdam am 7./8. 6. 1994](#)

[" Umweltgerechter Kanalbau durch Microtunneling "](#)

[\[2\] J.Vogel, V.Rizkallah, M. Hasan - " Begehbare und nichtbegehbare Rohrvortriebe", Institut für Bauschadensforschung e.V., Hannover, Heft 9](#)

[\[3\] A.C. Toepfer - Einführung in die ATV DIN 18 319 " Rohrvortriebsarbeiten "der VOB Teil C, " Tiefbau" Oktober 1994](#)

(c) 2011 Gütesicherung Kanalbau RAL-GZ 961

Alle Rechte vorbehalten

Vervielfältigung nur mit Genehmigung der Güteschutz Kanalbau e.V.