
Putzmeister Spritzbüffel. Bewährt auf der Neubaustrecke Hannover - Würzburg.

Die führenden deutschen Großbaufirmen setzen Spritzbüffel zur Herstellung von Naßspritzbeton erfolgreich ein. Die Erfahrungen sind bisher gut, zusätzliche Geräte werden gekauft, ein Beweis dafür, daß Putzmeister auf dem richtigen Wege ist.

Auf diesen Seiten sind einige Erfahrungen zusammengefaßt.

Die Baustrecke an sich:

Die Neubaustrecke wird zweigleisig ausgeführt. Der sehr gestreckte Trassierungsverlauf der neuen Schnellbahnlinie bedingt einen hohen Anteil von ca. 36% unterirdischer Streckenabschnitte zwischen Hannover und Würzburg.

Im Südabschnitt zwischen Fulda und Würzburg beträgt der Tunnelanteil sogar 46%.

Der nutzbare Querschnitt der Tunnel bewegt sich zwischen 80 und 100 m². Im Bogenbereich ist er größer als auf den Geraden und weist zusätzlich alle 900 m

Aufweitungsstrecken für die Absperrung der Fahrleitung auf.

Der Ausbruchquerschnitt liegt je nach Gebirgsqualität zwischen 110 und 145 m².

Die Tunnel auf der Neubaustrecke werden zweischalig gebaut. Die Außenschale besteht i. d. R. aus Baustahlgitter, Ausbaubögen und Spritzbeton. Innenschale einschließlich der Sohle wird aus Ort beton erstellt. Der durchschnittliche Sollverbrauch an Spritzbeton beträgt 10 m³ pro laufende Meter Tunnel. Der tatsächliche Ist-Verbrauch kann bei ungünstigen Verhältnissen bis zum Doppelten steigen. Demgegenüber steht eine Ort betonpumpe von ca. 14 m³ pro laufende Meter.

Sämtliche Tunnel der Neubaustrecke werden in der neuen österreichischen Tunnelbaumethode - oder auch Spritzbetonbauweise - ausgebaut. Dies ist eine Bauweise, mit der man sich sehr gut den wechselnde Gebirgsverhältnissen und Querschnittsveränderungen anpassen kann. Die Entwicklung des Spritzbetons ist aus beiliegender Graphik zu ersehen. Hier ist auch ersichtlich, daß im Jahre 1984 der Naßspritzbeton bereits einen Anteil von ca. 14% bzw. 30.000 m³ erreicht hat. Er dürfte auch einen entscheidenden Anteil an der Reduzierung des Mehrverbrauches haben, aufgrund des geringen Rückpralles.

Die Aufgabe des Spritzbetons beim Tunnelbau besteht in einer semi-steifen Sofortverkleidung der freigelegten Gebirgs oberflächen. Die Auftragsstärke kann bis zu 30 cm betragen.

Der Spritzbeton muß eine hohe Anfangsfestigkeit haben, damit er sich nach dem Auftrag nicht von der Gesteinsoberfläche löst. Er soll nach 24 Stunden eine Druckfestigkeit von 10 N/mm² erreichen und der Betongüte von B 25 entsprechen.

Der Wunsch nach schnellerem Vortrieb führte zur Entwicklung zunächst 1-armiger dann 2-armiger Putzmeister-Spritzbüffel. Dazwischen ist eine Generation von großen Spritzbüffeln auf Ketten- und Allradfahrgeräten entwickelt und bewährt. Sie sind alle mit verschleißfesten und robusten Kolbenpumpen ausgestattet, welche nach dem Rohrweiche-Prinzip arbeiten. Inzwischen sind diese Maschinen soweit entwickelt, daß sie unterbrechungsfrei spritzen.

Hier wurden früher Excenter-Schneckenpumpen verwendet, welche Putzmeister neben Kolbenpumpen ebenfalls anbietet. Diese Schneckenpumpen werden heute nur noch vereinfachend für kleinere Arbeiten eingesetzt, wo gut pumpbare Mischungen vorliegen, weil sonst die Verschleißkosten von Schneckenpumpen sehr stark ansteigen. Bei ungünstigen Verhältnissen wurde bis 10-facher Verschleiß gegenüber Kolbenpumpen gemessen (große Entfernung, gebrochener Zuschlag und gleichmäßige Mischungen Verstopfungen usw.).



Verschleißkosten (DM/m³):

	Schneckenpumpe S 8	Kolbenpumpe BSA 1002
Naturkorn 0-8 mm	8,00 - 10,00	0,60 - 0,80
gebrochener Splitt 0-11 mm	15,00	1,50

jeweils Näherungswerte

Die Verschleißteilkosten der Schneckenpumpe können daher im Bereich der Verschleißkosten von Trockenspritzmaschinen liegen. In Betracht stehen hier alle Verschleißteile, die mit Beton in Berührung kommen.

Das Naßspritzverfahren mit Spritzbüffeln ist gegenüber dem Trockenspritzen grundsätzlich dort sinnvoll, wo große Mengen an Spritzbeton gebraucht werden. Dies trifft für alle großen Querschnitte der Neubaustrecke zu.

Bei einem Bedarf von 10 m³ und mehr pro Meter und pro Stunde sind 2-armige Spritzbüffel wirtschaftlich einzusetzen. Durch die zwei Arme mit unabhängigen Pumpen wird in der gleichen Zeit die doppelte Leistung erzielt.

Effektiv wurden pro Düse Spritzleistungen von 10 m³/h gemessen. Dies hat zu Halbierung der Spritzzeiten geführt. Tatsächlich bedeutet dies eine Spritzzeit von weniger als einer Stunde. Die Gesamtbauzeit verringert sich in der Größenordnung von 10-15%. Damit verringert sich auch die Gesamteinsatzzeit aller übrigen Tunnelgeräte, was zu einer Verbesserung der Gesamtmietkosten führen kann. Dieser Mietwerk ist von Baustelle zu Baustelle verschieden, je nach Ausstattung.

Der Reinigungsaufwand ist beim Naßspritzen gegenüber dem Trockenspritz größer und muß an speziell dafür hergerichteten Waschplätzen durchgeführt werden. Die Reinigungszeit des Gesamtbüffels beträgt inklusiv der Pflege 1,5-2 Stunden, wobei das gesamte Gerät von einem Mann gereinigt wird, während die übrige Mannschaft andere Geräte bedient. Beim Trockenspritzen wird lediglich der Schlauch ausgeblasen. Allerdings bieten neuerdings Betonverzögerer die Möglichkeit auf Zwischenreinigung zu verzichten, sofern nach 3-4 Stunden wieder gespritzt werden kann. Betonverzögerung ist möglich auf 8-10 Stunden.

Ein wesentlicher wirtschaftlicher Vorteil des Naßspritzens ist der weitaus geringere Energieverbrauch. Energieintensive Druckluft wird nur zu 1/3 verbraucht. Der durchschnittliche Kubikmeterpreis beträgt beim Spritzbeton ca. 400 DM. Daraus ergibt sich, daß der Auftragnehmer für einen Meter Tunnel auf der Neubaustrecke ca. 4000,- DM pro laufende Meter Tunnelröhre für den Spritzbeton erhält. Dies bedeutet ca. 15% der Gesamtkosten.

Spritzbüffel nach 2.000 Meter bezahlt.

Im Hause Dyckerhoff & Widmann, München, wurden ausgedehnte Untersuchungen und Versuche gemacht, um Trocken- und Naßspritzbeton zu vergleichen. Hintergrund ist die Anwendung im Bundesbahntunnel.

Ohne Berücksichtigung der Investitionen ist demnach Naßspritzbeton durchschnittlich um ca. 50 DM/m³ billiger. Wenn man voraussetzt, daß die Trockenspritzeinrichtung schon vorhanden und abgeschrieben ist, käme für einen Spritzbüffel eine Investition von 850.000 DM in Frage.

Da große Tunnel meistens in zwei Richtungen aufgefahren werden und dies in zwei Stufen, nämlich Kalotte und Strosse, bräuchte man theoretisch vier Büffel, d.h. eine Investition von über 3 Mio. DM. Denkbar ist aber auch, daß man auf beiden Seiten nur einen Büffel verwendet und damit die Kalotte und Strosse abwechseln spritzt. Letztere wird hier etwa 200 m hinter der Kalotte aufgefahren. Diese Entfernung wäre mit Spritzbüffel zu überbrücken. Allerdings ist dann eine zeitliche Abstimmung nötig. Weil die Strosse mit einem zweiten Gerätesatz unabhängig aufgefahren werden sollte, ist doch auch daran zu denken, den Büffel nur für die Kalotte einzusetzen und die Strosse dann von Hand im Naßspritzverfahren zu spritzen. Dies könnte mit einer BSA 1002, Spritzdüse und Traktor zum Versetzen des Schnellbinders usw. gemacht werden.



Wahlweise ist denkbar, daß hier ein kleiner Büffel, die sogenannte Spritzmaus, eingesetzt wird, welche im ganzen nicht wesentlich teurer kommt als eine BSA mit allem Drum und Dran. jedoch wesentlich

beweglicher und unabhängiger ist.

Bei den genannten Fällen wäre eine Investition von max. 1 Mio. DM nötig.

Dieser Betrag amortisiert sich nach 20.000 m³ Beton, wenn 50 DM/m³ gespart wird.

Bei einem Verbrauch von durchschnittlich 10 m³ Spritzbeton pro lfdm. Tunnel ist dies nach 2 km Tunnel der Fall - anschließend wird Geld verdient.

Nachdem täglich durchschnittlich 10 lfdm. Tunnel aufgeföhren werden können, wäre dies in 200 Arbeitstagen der Fall, d.h. in weniger als einem Jahr. In der Tat eine außerordentlich rentable Investition!

Wasserglas als Erstarrungsbeschleuniger:

Die Bundesbahn hat dieses Zusatzmittel akzeptiert. Es wirkt auch sehr gut in Verbindung mit Super-Verflüssigern und normalen Betonverzögerern.

Wie bei allen Erstarrungsbeschleunigern vermindert sich auch hier die 28-Tage-Normdruckfestigkeit.

Wichtige neue Erfahrungen wurden bei bestimmten Bedingungen (Zement, Zuschlagstoffe, Schnellbindemittel) 1985 gewonnen. Neu und wichtig ist, daß bei Überdosierung von Wasserglas keine zusätzliche Minderung der Festigkeit eintritt. Labor- und Felduntersuchungen von Hochtief, Holzmann, Dyckerhoff & Widmann zeigen, daß bei Steigerung der Dosierung über 5% hinaus bis zu 15% praktisch dieselben Normdruckfestigkeiten erreicht werden.

Erstaunlich ist auch, daß im Hydratationsverlauf über 28 Tage hinaus kein Festigkeitsverlust, sondern eine weitere Steigerung der Festigkeit eintritt. Untersuchungen von Dyckerhoff & Widmann haben ergeben, daß wasserglashaltiger Spritzbeton nach 56 Tagen praktisch dieselbe Festigkeit erreicht wie der Null-Beton ohne Zusatz.

Diese Erfahrung ist deshalb besonders wichtig, weil bei Schnellbinderzusätzen auf Aluminatbasis erfahrungsgemäß nach 28 Tagen ein Festigkeitsabfall auftreten kann.

Nachdem Wasserglas im Vergleich zu Aluminatzusätzen eine schnellere Erstarrung bringt bei nur vorübergehendem, kurzfristigem Festigkeitsabfall, ist Wasserglas als BE-Mittel deshalb auf jeden Fall günstiger als andere Zusätze. Dies ist eine erfreuliche Entwicklung auf der Basis des heutigen Erfahrungsstandes, entwickelt an zahlreichen Großbaustellen und in Zusammenarbeit mit Labors der Baufirmen und des Otto-Graf-Institutes.

Entwicklungsmöglichkeiten bietet Putzmeister hier noch mit präziseren Kolben-Dosierpumpen, elektronischen Meßgeräten für den effektiven Wasserglas- und Betondurchsatz und mit den neuen Dynajet-Spritzdüsen, welche 1986 zum Einsatz gelangen - als Ergänzung und als Wahlausrüstung zu den Standard-Kunststoff-Beton-Jet-Düsen (VM 85067).

Zusammenfassend dürfen wir feststellen, daß bei den großen Spritzbetonkubaturen der Bahn-Neubaustrecken das Naßspritzen mit Spritzbüffeln zu einer bewährten, wirtschaftlichen Methode entwickelt wurde, welche auf einer sicheren Erfahrungsbasis beruht. Die geforderten Festigkeiten werden bei sorgfältiger Einhaltung der Vorschriften und Bedienung der Geräte ohne weiteres erreicht.