

---

# Spritzbeton in kleinen Tunnelquerschnitten

---

## SPRAYED CONCRETE IN SMALL TUNNEL CROSS SECTIONS

### MARKUS BITSCHNAU, WALTER HERMANN

Infolge der stetigen Weiterentwicklung der Spritzbetontechnologie war und ist es unser Anliegen auch die Verarbeitungsgeräte diesen Fortschritten anzupassen. Bedingt durch die beengten Platzverhältnisse ist besonders in kleinen Tunnelquerschnitten die optimale Abstimmung zwischen verwendetem Material und Verarbeitungsgerät von entscheidender Bedeutung.

Höchstmögliche Qualität, geringe Umweltbelastung und optimale Arbeitsbedingungen bei geringstmöglichen Kosten bleiben die klare Zielsetzung.

Die Problematik der Zuführung von Spritzbetonmaterial in den Luftförderstrom ist seit Beginn der Spritzbetontechnik dieselbe geblieben und wurde mit der Entwicklung der Rotormaschinen mit einigen Kompromissen gelöst.

Um eine Minimierung der Verschleißkosten, der Staubbildung an der Spritzmaschine und eine Kombination von Transport- und Spritzgerät zu erreichen, wurde ein entsprechendes Spritzgerät entwickelt.

Der erste Prototyp dieses Spritzgerätes kam auf einer Kraftwerksbaustelle in Vorarlberg zum Einsatz. Die erzielte Förderleistung, die gleichmäßige Materialförderung und vor allem die geringen Verschleißkosten bestärkten uns, den eingeschlagenen Weg weiterzuverfolgen.

Auch beim Bau eines 5,3 km langen Wasserstollens in Scheibbs, NÖ, überzeugte das System durch Staubbefreiheit an der Maschine und äußerst geringe Verschleißkosten.

*As shotcrete technology is steadily developed and improved, it has been our aim to bring also the equipment into line with the new standards. Perfect finetuning of material and equipment is of decisive importance especially in narrow tunnels because of the lack of space.*

*Top quality, low environmental pollution and optimal work conditions at minimum costs are the objectives to be achieved.*

*The problems related to feeding the sprayed concrete mix into the air stream have not changed much since the introduction of shotcrete technology. They could be solved to some extent by the development of the rotary barrel gun.*

*Having in mind on the one hand the minimization of dust formation and the related wear and tear, and on the other hand a combination of transport and spraying equipment, a new spraying machine was developed.*

*A prototype of this spraying equipment was first used at the construction site of a power plant in the Austrian province of Vorarlberg. The high output, the uniform conveyance of material and - most important - the low wear-and-tear-related costs encouraged us to carry on along these lines.*

*The system gave another convincing performance (i.e. no dust at the machine, low wear and tear) during the construction of a 5.3-km-long water gallery at Scheibbs in Lower Austria.*

Beim Bau von Tunnels mit kleinen Querschnitten und daher beengten Platzverhältnissen kommt der Abstimmung von Betonspritzmaschine und Mischgut auf den Vortrieb und die Nachschublogistik eine große Bedeutung zu. Dabei darf die Zielsetzung auf höchstmögliche Betonqualität, geringe Umweltbelastung und zufriedenstellende Arbeitsbedingungen bei geringstmöglichen Kosten nicht aus den Augen verloren werden. Die alkalifreie Spritzbetontechnologie erlaubt einen großen Schritt zur Erreichung dieser Ziele. Das Trockenspritzverfahren und damit die Einschleusung von Trocken- oder Feucht-Mischgut in den Förderstrom (Schlauch) hat sich jedoch seit Beginn der Spritzbetontechnik nur wenig verändert. In den heute hauptsächlich eingesetzten Rotorspritzmaschinen ist die Materialzuführung leicht gelöst. Nachteilig bleiben Verschleiß, Staubeentwicklung und leicht pulsierende Förderströme.

Daher wurden in den letzten Jahren, auch bedingt durch die Einführung von Spritz-Bindemitteln, neue Wege gesucht um Transport- und Spritzgerät zu kombinieren und gleichzeitig Verschleiß an Maschine und Schlauchmaterial sowie Staubeentwicklung im Übergabebereich zu reduzieren.

Aus den gewonnenen Erfahrungen in der Ausführung von Stollen und Tunnels mit kleinen Querschnitten hat unser Mitarbeiter Hr. Hans Ganahl in Zusammenarbeit mit verschiedenen Baustellen ein alternatives Spritzsystem erdacht.

Die Grundeinheit dieses Spritzgerätes ist eine rotierende Mischtrommel, die auf einem Transportgerät aufgebaut ist. Am Ende der Trommel befindet sich eine Zuteilvorrichtung, die das Spritzbetonmaterial gleichmäßig in den Luftförderstrom dosiert (Bild 1).

Der Zuteiler ist ein geschlossenes Gehäuse, das über einen Drehkranz, mit Hilfe einer Schnellkupplung an der Mischtrommel befestigt ist. Durch einen

frequenzgesteuerten Getriebemotor erfolgt der Antrieb des Zuteilrades. Dies ermöglicht eine stufenlose Dosierung des Materials in den Luftförderstrom. Durch die Drehung der Mischtrommel wird das Material von der Trommel an den Zuteiler gefördert. Zwischen Zuteiler und Mischtrommel befindet sich eine Lochblende, die den Materialzufluß nur in den Bereich des Zuteilrades ermöglicht und eine Abtrennung zwischen Zuteiler und Mischtrommel bildet.

Das gesamte System inklusive der Mischtrommel wird gleichmäßig mit Druckluft beaufschlagt. Innerhalb des Systems herrschen keine Druckdifferenzen. Daraus resultieren minimale Verschleißkosten, da keine Regelorgane im Materialstrom erforderlich sind.

Zur Befüllung der Mischtrommel, wird mit einfachem Handgriff der Zuteiler aufgeklappt und das Material über die Austrittsöffnung, bei gleichzeitiger Rückwärtsdrehung, in die Trommel eingefüllt. Durch die spezielle Geometrie der Schnecke kann ein hoher Füllgrad der Trommel erzielt werden.

Mit diesem System kann gleichermaßen Spritzbeton mit feuchten als auch trockenen Zuschlägen, ohne Staubeentwicklung am Gerät, verarbeitet werden.

Der benötigte Betriebs- bzw. Förderdruck in der Anlage beträgt bei einer 30 m langen Schlauchleitung, 2,0 bis maximal 3,0 bar, abhängig vom verarbeiteten Material und der gewünschten Fördermenge.

Der geringe Förderdruck und die kontinuierliche Materialzuteilung bewirken ein regelmäßiges Spritzbild, eine Verringerung des Rückpralls und eine geringere Staubeentwicklung an der Auftragsstelle.

Der erste Prototyp des "Ganahlomaten" (benannt nach dem Patentinhaber) kam auf einer Kraftwerks-

baustelle in Vorarlberg, zum Einsatz. Für die Spritzbetonauskleidung eines 700 m langen, konventionell aufgefahrenen Vortriebes wurde auf einen gleisgebundenen Nachmischer vom Typ Mühlhäuser KBM9/100 eine Zuteilvorrichtung aufgebaut.

Beim zu verarbeitenden Material handelte es sich um werksgemischten Spritzbeton mit feuchten Zuschlägen. Das Zusatzmittel für die Beschleunigung wurde an der Düse in flüssiger Form zugegeben. Insgesamt wurden ca. 2.000 m<sup>3</sup> Spritzbeton verarbeitet. Die erzielte Förderleistung von ca. 5 - 6 m<sup>3</sup>/h, die gleichmäßige Materialförderung und vor allem die geringen Verschleißkosten am Gerät von ca. öS 2,-/m<sup>3</sup> Spritzbeton, bestärkten uns den eingeschlagenen Weg weiterzuverfolgen.

Bei einem weiteren Einsatz auf derselben Baustelle, dem Vortrieb und der Auskleidung eines 360 m langen konventionell aufgefahrenen Rohrstollens, gelangte eine weitere Variante des Spritzgerätes zum Einsatz. Auf einem Allraddumper wurde eine 3 m<sup>3</sup> Mischtrommel mit demselben Zuteiler montiert. Bei gleichbleibend geringem Verschleiß, wurde bei diesem Einsatz Stahlfaserspritzbeton verarbeitet. Die Zugabe der Stahlfasern erfolgte entsprechend der Spritzbetonmenge direkt in die Mischtrommel. Durch die rotierende Trommel konnte eine ausreichende Durchmischung von Spritzbeton und Fasern erreicht werden.

Infolge der gewonnenen Erfahrungen wurde das System weiterentwickelt und patentiert.

Für die Aufbringung des Abdichtungsspritzbetons, beim Bau des Umgehungsstollen Scheibbs, gelangten zwei Spritzeinheiten mit einem Nutzinhalt von jeweils 7 m<sup>3</sup> zum Einsatz.

Hier wurden ca. 2.500 m<sup>3</sup> ofentrockener Fertigspritzbeton verarbeitet. Auch dabei überzeugte das System durch Staubfreiheit an der Maschine und geringe Verschleißkosten von öS 2,50 /m<sup>3</sup> (ohne Schlauch und Düse).

Bei Anwendung von trockenem Spritzmaterial kann die Trommel auch als Lagerbehälter über einen längeren Zeitraum verwendet werden. Dies ist besonders bei kleinen Bedarfsmengen von Vorteil.

Der nächste Einsatz der Spritzgeräte ist beim Bau des Erkundungsstollen Vomp, für die Zulaufstrecke Nord der Eisenbahnachse Brenner, München - Verona, vorgesehen.

Die vorhandenen Mischtrommeln inkl. Zuteilvorrichtung werden bei diesem Einsatz auf 3-Achs-LKWs montiert.

Die vielseitigen Einsatzmöglichkeiten, die Verarbeitung von trockenem als auch feuchten Zuschlägen und die Möglichkeit der Zugabe von unterschiedlichsten Fasern beweisen die hohe Flexibilität dieses Systems.

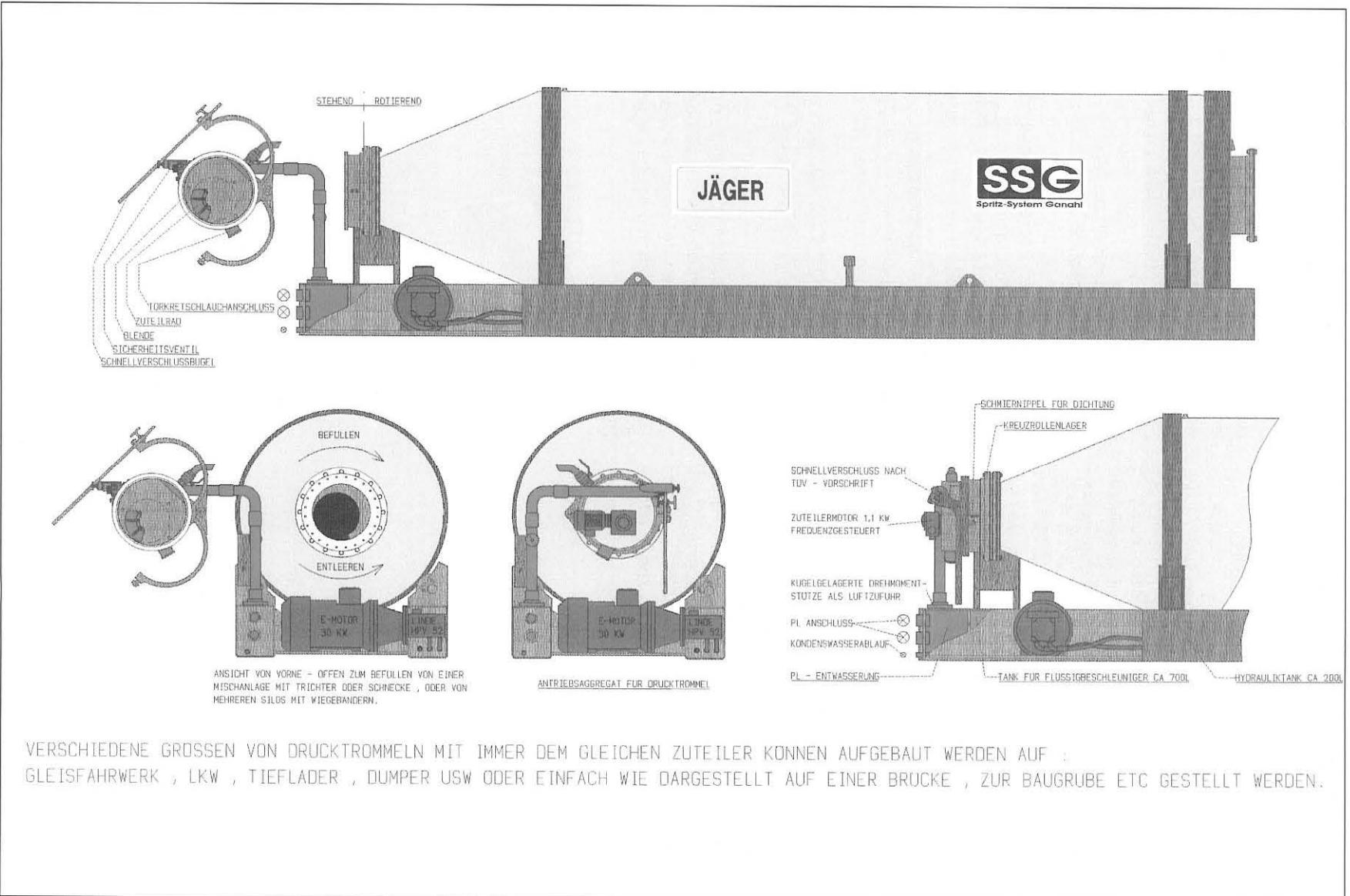


Bild 1: Rotierende Mischtrommel mit Zuteiler auf einer Brücke aufgebaut

VERSCHIEDENE GROSSEN VON DRUCKTROMMELN MIT IMMER DEM GLEICHEN ZUTEILER KÖNNEN AUFGEBAUT WERDEN AUF :  
GLEISFAHRWERK , LKW , TIEFLADER , DUMPER USW ODER EINFACH WIE DARGESTELLT AUF EINER BRÜCKE , ZUR BAUGRUBE ETC GESTELLT WERDEN.