

# Stand und Entwicklung der Spritzbetontechnik in Schweden

## State And Development Of The Shotcrete Technology In Sweden

Dipl.-Ing. Tommy Ellison, AB BESAB, Göteborg

In Schweden hat man die Entwicklung des Stahlfaserspritzbetons genau verfolgt. Durch Forschung über seine Wirkungsweise hat man sich mehr und mehr davon überzeugt, daß lange, schlanke, hochwertige Stahlfasern mit mechanischer Verankerung vorzuziehen sind. Das Problem dabei ist aber die Beimischung dieser langen, schlanken Fasern zum Beton.

Hier wird kurz eine Methode beschrieben, die es erlaubt, den Beton und die Stahlfasern erst in der Spritzdüse zu mischen. Diese Methode kann beim Trockenspritzverfahren und beim Naßspritzverfahren angewendet werden. Die wichtigsten Teile dieser Methode sind ein Faserfördergerät, das die Faserballen verteilt und Spezialspritzdüsen, die es in Trocken- und Naßspritzausführung gibt.

Der Stahlfaserspritzbeton diente bei verschiedenen Tunneln und Kavernen als Bergsicherung, z. B. für Gruben, Ölspeicher und Kraftwerke. Der interessanteste Anwendungsbereich liegt aber vielleicht in der Konstruktion von schlanken Bauelementen als Balkongeländer und Fassadenscheiben.

---

In Sweden special attention has been paid to the development of the steel fibre shotcrete. Studies and investigations on its effectiveness have clearly shown that long and thin steel fibres of high quality with mechanical anchoring should preferably be used. The problem, however, consists in the admixture of these long and thin fibres to the concrete.

The present paper describes a method allowing to mix the concrete and the steel fibres only in the spray jet. This approach is possible with both the dry and the wet shotcreting method. The essential components required are a fibre conveyor distributing the fibre balls and special spray jets adapted to both the dry and the wet method.

Steel fibre shotcrete has been used as a means of support during the construction of various tunnels and caverns (e.g. mines, oil storage facilities and power plants). The most interesting field of application, however, may be the realization of slim building elements such as balcony balustrades and facade linings.

---

### 1. Einführung

In Schweden wurde die Spritzbetontechnik seit etwa 30 Jahren hauptsächlich im Bergbau und Grubenbetrieb eingesetzt. Heute sind die Wasserkraft und kommunalen Rohrnetze fast ausgebaut. Trotzdem gibt es für die Zukunft nicht nur negative Aussichten. Unsere Atomkraftwerke werden in den nächsten 25 Jahren außer Betrieb

gestellt und vorher muß für den Kernabfall ein sicherer Aufbewahrungsort gefunden werden. Neue Energiequellen können vielleicht unter Tage Platz finden. Die Sanierung von Betonkonstruktionen ist ein weiterer zukünftiger Anwendungsbereich.

Weil Milieu- und Arbeitsverhältnisfragen heutzutage sehr wichtig sind, ist die Entwicklung zur häufigen Anwendung des Naßspritzverfahrens zu bemerken. Auch Spritzmanipulatoren spielen eine immer größere Rolle.

## 2. Stahlfaserspritzbeton

In Schweden hat man die Entwicklung des Stahlfaserspritzbetons genau verfolgt.

Zwei Eigenschaften des Stahlfaserspritzbetons sind im Bergbau sehr interessant, nämlich:

- Haftung am Fels (= Adhäsion des frischen Betons)
- Biegezugfestigkeit

An der technischen Hochschule in Lulea haben zwei Studenten (1): 1985 eine Diplomarbeit über Stahlfaserspritzbeton verfaßt, in der die Eigenschaften verschiedener Stahlfasern untersucht werden.

Man hat Balken mit verschiedenen Fasertypen mit dem Naßspritzverfahren hergestellt. Für diese Balken hat man einige wünschenswerte Kriterien aufgestellt:

1. Die maximale Spannung im Querschnitt soll mindestens 8 MPa sein.
2. Bei 8 mm Durchbiegung soll die Spannung mindestens 3,5 MPa sein.

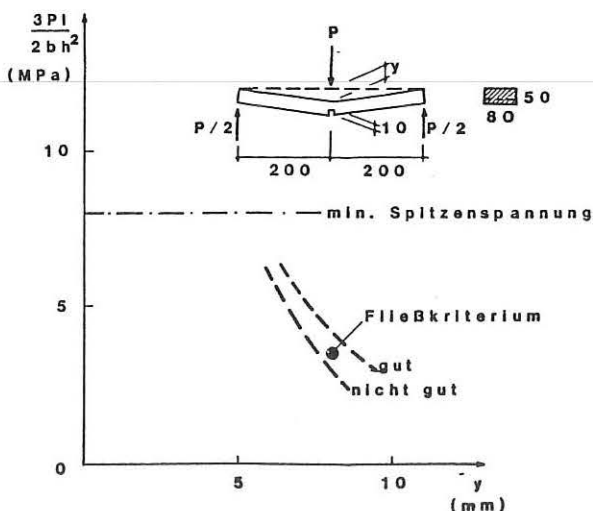


Abb. 1: Der geprüfte Balken und die wünschenswerten Kriterien (Holmgren 2.)

Die Fasern, die in dieser Diplomarbeit untersucht wurden, sind:

EE	18 x .6 x .3 mm	(Breitendstahlfaser)
EE	25 x .6 x .3 mm	
SSAB	30 x .4 mm	(geprägt)
Bekaert	35 x .35 mm	(Endhaken)

Es wurden Fasergehalte von 1.0 und 1.5 Vol-% geprüft.

Die Resultate, Abb. 2, deuten darauf hin, daß lange, schlanke, hochwertige Stahlfasern vorzuziehen sind.

Proben Nr.	Verwendete Fasern	$f_{cbt-max}$ (MPa)	$f_{cbt-8 mm}$ (MPa)
1	Nullbeton niedriger W/Z-Wert	7,61	0,00
2	1 % 18 EE	7,45	0,14
3	1 % 25 EE	5,79	0,79
4	Nullbeton hoher W/Z-Wert	4,51	0,00
5	1 % SSAB	8,13	2,92
6	1 % Bekaert	6,80	4,69
7	1,5 % Bekaert	9,18	6,47
8	1,5 % 18 EE	7,03	1,61
9	1,5 % 25 EE	9,77	2,59
10	1,5 % SSAB	9,51	4,25

Abb. 2: Resultat der Untersuchung (1):

## 3. Stahlfaserbeton, System BESAB:

Beim Spritzen des Stahlfaserbetons können besonders bei langen Fasern Probleme mit der Beimischung zum Beton entstehen. BESAB hat seit 1975 mit einer Methode gearbeitet, die es erlaubt, den Beton und die Stahlfasern erst an der Spritzdüse beizumischen. Das System besteht primär aus einem Faserfördergerät, das die Stahlfasern zuteilt und fördert. Die Fasermenge wird so auf die Leistung des Betonspritzgerätes abgestimmt, daß der Stahlfaserbeton den vorgeschriebenen Fasergehalt aufweist.

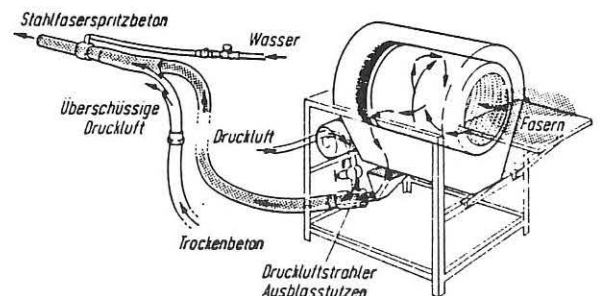


Abb. 3: Faserfördergerät, System BESAB.

Der Faserförderer wird sowohl zum Naß- und Trockenspritzen benutzt. Beim Trockenspritzen wird eine Spritzdüse gemäß Abb. 4 verwendet. Die Fasern und der Beton fließen in einer Mischkammer zusammen, kurz bevor das Wasser beigemischt wird.

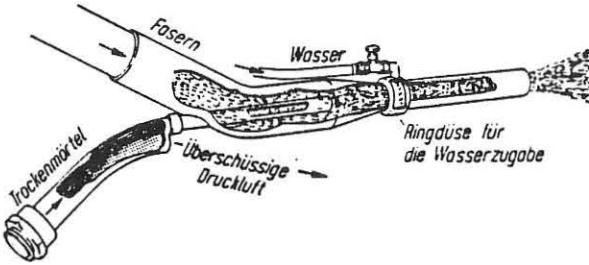


Abb. 4: Spritzdüse des Trockenspritzverfahrens

Beim Naßspritzen wird eine Spritzdüse gemäß Abb. 5 verwendet. Das Mundstück ist so geformt, daß die Fasern zentral beigemischt werden.

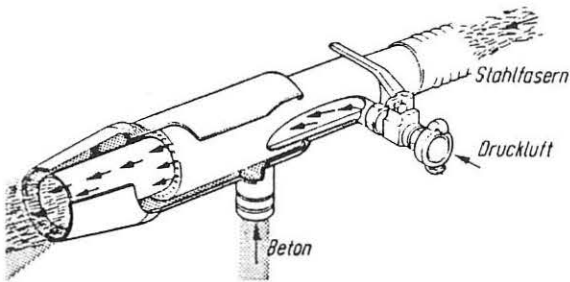


Abb. 5: Spritzdüse des Naßspritzverfahrens

Der Stahlfaserspritzbeton diente bei verschiedenen Tunneln und Kavernen als Bergsicherung, z. B. für Gruben, Ölspeicher und Kraftwerke. Ein anderer interessanter Anwendungsbereich liegt aber in der Konstruktion von schlanken Bauelementen und Fassadenscheiben.

Literatur:

1. Dahlström, L-O, Mattsson, H-Å.: Stålfiber-  
armerad Sprutbetong. Högskolan Luleå 1985:  
088 E.
2. Alemo, J., Holmgren, I., Skarendahl, Å.:  
Stålfiberbetong, provning och värdering.  
Byggförlaget ISBN 91-85194-69-7.