
Überarbeitung der Österreichischen Spritzbetonrichtlinie

REVISION OF THE AUSTRIAN GUIDELINE ON SHOTCRETE

HELMUT HUBER, TAUERNPLAN PRÜF- UND MESSTECHNIK GMBH, STRASS

Seit dem Erscheinen der Erstausgabe der Richtlinie "Spritzbeton" sind genau 7 Jahre vergangen und es wäre schon aus diesem Grund notwendig, alle Anregungen aus der Praxis zu verarbeiten. Darüber hinaus wurde in den letzten 3 Jahren in Österreich ein baustellengerechter Spritzbeton mit alkalifreier Erstarrungsbeschleunigung entwickelt, der wesentliche arbeitshygienische, ökologische, aber auch technische Vorteile gegenüber dem konventionellen Spritzbeton mit Alkalibeschleunigern aufweist. Die Entwicklung von Spritzbindemitteln und neuen Verfahren zur Herstellung von Trockenmischgut mit naturfeuchten Zuschlägen haben zu einer völlig neuen Konzeption der Spritzbetonherstellung im Tunnelbau geführt, weil diese Verfahren die jederzeitige Verfügbarkeit in der gewünschten Menge gewährleisten.

Die Prüfverfahren, sowohl im Labor zur Abschätzung des Erstarrungsverhaltens, wie auch die Prüfverfahren auf der Baustelle, müssen den neuen Gegebenheiten angepaßt werden. Ganz wichtig ist auch die Abgrenzung des zulässigen Eluierverhaltens des neuen Spritzbetons mit alkalifreier Erstarrungsbeschleunigung. Es ist erfreulich, daß sich bei der Wiedereinberufung des Arbeitskreises "Spritzbeton" im Österreichischen Betonverein wieder sehr viele österreichische Fachleute als Vertreter der Bauherren, der Universitäten und Versuchsanstalten, aber auch der Bauausführenden gemeldet haben und zielstrebig an der Neuauflage der Richtlinie arbeiten, die etwa bis Ende 1996, Anfang 1997 fertig werden soll.

The first edition of the guideline "Shotcrete" was published six years ago. In the meantime many useful suggestions have been put forward that deserve to be incorporated in the guideline. Moreover, a shotcrete with alkali-free acceleration suitable for construction-site application was developed in Austria over the past three years; it is superior to conventional shotcrete with alkali accelerators in terms of work hygiene as well as in ecological and technological respects. The development of special cement for shotcreting and new methods for the preparation of a dry mix with natural moist aggregates have resulted in a completely new concept of shotcrete production in tunneling, because with these methods the required quantity of shotcrete is available at any time.

The test methods, both at the laboratory to determine the setting behavior and at the construction site, must be adjusted to the new conditions. It is also important to define the admissible leaching rate of the new shotcrete with alkali-free accelerator. When the Austrian Concrete Society reconvened its working party "Shotcrete", many leading Austrian experts representing owners, universities, research institutes as well as contractors responded and agreed to take part in the revision of the guideline, which is planned to be published by the end of 1996 or the beginning of 1997.

Seit der Erstausgabe der Richtlinie sind 7 Jahre vergangen und schon aus diesem Grund wäre eine Überarbeitung des Regelwerkes sinnvoll, um Verbesserungsvorschläge aus der Praxis zu verarbeiten. In den letzten 3 Jahren wurde in Österreich eine neue Spritzbetontechnologie entwickelt, die wesentliche Verbesserungen in der Arbeitshygiene, Umweltbelastung, aber auch in der Qualität des Spritzbetons gebracht hat. Kernpunkt der neuen Technologie ist die

"alkalifreie Erstarrungsbeschleunigung", die in Verbindung mit der Bereitstellung von Spritzbindemitteln und neuen Herstellverfahren des Trockenmischgutes und verbesserten Erstarrungsbeschleunigern zu einer neuen Konzeption der Spritzbetonherstellung im Tunnelbau geführt hat. Diese neuen Möglichkeiten müssen in die Richtlinie "Spritzbeton" eingearbeitet werden, um die notwendige Ordnung für die baupraktische Anwendung sicherzustellen.

Die Definition "alkalifreie Erstarrungsbeschleunigung" wurde gewählt, weil die erforderliche Erstarrungsbeschleunigung und Frühfestigkeitsentwicklung gemäß J_2 oder J_3 ohne zusätzliche Beigabe von Alkalien erreicht wird. Bei alkalifreien Erstarrungsbeschleunigern (AF-EB) wird der Alkaligehalt mit 1,0 M.-%, bei Spritzbindemitteln mit 1,5 M.-% begrenzt. Spritzbindemittel sind werkshergestellte Bindemittel, die den gewünschten Frühfestigkeitsverlauf ohne Beigabe von Erstarrungsbeschleunigern gewährleisten. Bei schwierigen Gebirgsverhältnissen, z. B. bei Wasserandrang, dürfen Spritzbindemittel auch mit alkalifreien Erstarrungsbeschleunigern kombiniert werden. Der große Vorteil der "alkalifreien Erstarrungsbeschleunigung" liegt darin, daß beide Varianten keine ungünstige Gefügebeeinflussung des Spritzbetons bewirken und damit ein dichteres Gefüge ohne Festigkeitsabfall erreicht wird. Für Konstruktionsspritzbetone der Anwendung II und III wird die alkalifreie Erstarrungsbeschleunigung deshalb zwingend vorgeschrieben. Der geringere Alkaligehalt und das wesentlich dichtere Gefüge bewirken eine deutliche Verringerung des Eluierverhaltens, damit eine geringere Umweltbelastung und auch eine geringere Versinterung der Dränagen, ein bedeutender Vorteil im Tunnelbetrieb.

Im Kapitel "Betonausgangsstoffe" werden die erforderlichen Kennwerte für die Spritzbindemittel auch mit der erforderlichen Qualitätssicherung durch Eigen- und Fremdüberwachung aufgenommen. Für die Tunnelzemente werden die Vorschriften übersichtlicher geordnet (**Bild 1**).

| Typ | Druckfestigk. | | Anforderungen | Beispiel für Zementsorten |
|------|---------------|------|---|---------------------------------|
| | 7 d | 28 d | | |
| TZ 1 | ≥ 7 | ≥ 38 | geringe Anforderungen an den jungen Spritzbeton (J_1) | PZ 275 (H)/TZ 1 FAZ 275/TZ 1 |
| TZ 2 | ≥ 9 | ≥ 40 | hohe Anforderungen an den jungen Spritzbeton (J_2) | PZ 375 (F)/TZ 2 |

Bild 1: Tunnelzemente

Bei der Herstellung, dem Transport und Auftragen des Spritzbetons werden die wesentlichen Anforderungen der Verfahrenstechniken aufgenommen. Beim konventionellen Spritzbeton (**Bild 2**) mit Erstarrungsbeschleunigern ist die begrenzte Verarbeitungszeit und eingeschränkte Verfügbarkeit zu berücksichtigen, die eventuell durch Langzeitverzögerer verbessert werden kann.

Bei Verwendung von Spritzbindemitteln wird das Verfahren zur Herstellung des Trockenmischgutes vom Wassergehalt des Zuschlags bestimmt (**Bild 3**). Bei trockenen Zuschlägen wird das Trockenmischgut in Silos gelagert. Die Nachteile wie Entmischungsneigung und Staubentwicklung müssen

eingeschränkt werden. Bei naturfeuchten Zuschlägen muß die exakte Zuteilung und Vermischung der Ausgangsstoffe (Spritzbindemittel und Zuschläge) möglichst kurz vor dem Spritzbetonauftrag, also nahe der Einbaustelle im Tunnel erfolgen. Das erfordert eine neue Verfahrenstechnik mit volumetrischer oder besser Wiegebanddosierung, die die übliche Zuteilgenauigkeit aufweisen muß.

| | |
|--|--------------------|
| Zuschläge naturfeucht | |
| Mischgut aus Betonmischanlage | |
| Trockenmischgut | Pumpbeton |
| Trockenspritzverfahren | Naßspritzverfahren |
| begrenzte Verarbeitungszeit, begrenzte Verfügbarkeit (oder Langzeitverzögerer) | |
| Beigabe von AH - EB oder AF - EB | |

Bild 2: Konventionelles Trocken- und Naßspritzverfahren

| Zuschläge | |
|--------------------------------|--|
| trocken | naturfeucht (2 - 4 %) |
| Werks- oder Baustellenmischung | eigenes Mischverfahren vor Ort |
| Silo | getrennte Lagerung der Komponenten vor Ort |
| freie Verfügbarkeit | freie Verfügbarkeit |
| keine EB-Beigabe | |

Bild 3: Trockenspritzbeton mit Spritzbindemittel

Auch die Verfahren zur Prüfung der Ausgangsstoffe und des Spritzbetons werden zum Teil verbessert, zum Teil neu bearbeitet und übersichtlicher geordnet.

- Prüfung des Spritzbindemittels: Für die labormäßige Überwachung der Festigkeitsentwicklung des Spritzbindemittels nach 1, 6 und 24 Stunden ist ein Verfahren in Ausarbeitung.
- Für die Prüfung des "jungen Spritzbetons" bleiben die bewährten Bereiche J_1 , J_2 und J_3 unverändert. Der Meßbeginn wird nur auf 2 Minuten vorverlegt, um eine bessere Beurteilung für Rückprall und Staubentwicklung zu erhalten (**Bild 4**).
- Für das Eluierverhalten müssen Versuchsmethoden und Grenzwerte festgehalten werden
- Überarbeitung der Festigkeitsklassen

Daß hohe Festigkeiten und Gefügedichten für den neuen Spritzbeton mit alkalifreier Erstarrungsbeschleunigung kein Problem sind, zeigt eine Zusammenstellung der Güte-

prüfungen des Spritzbetons von Baustellen mit den verschiedenen Herstellverfahren. (Bild 5)

dem Kreis der öffentlichen Bauherren, der Universitäten und Versuchsanstalten, aber auch der Bauausführenden gemeldet haben und mit großem Einsatz an der Neuaufgabe arbeiten, so daß der Gründruck wahrscheinlich Anfang 97 erscheinen wird.

Es ist erfreulich, daß sich für die Überarbeitung der Richtlinie "Spritzbeton" wieder viele österreichische Fachleute aus

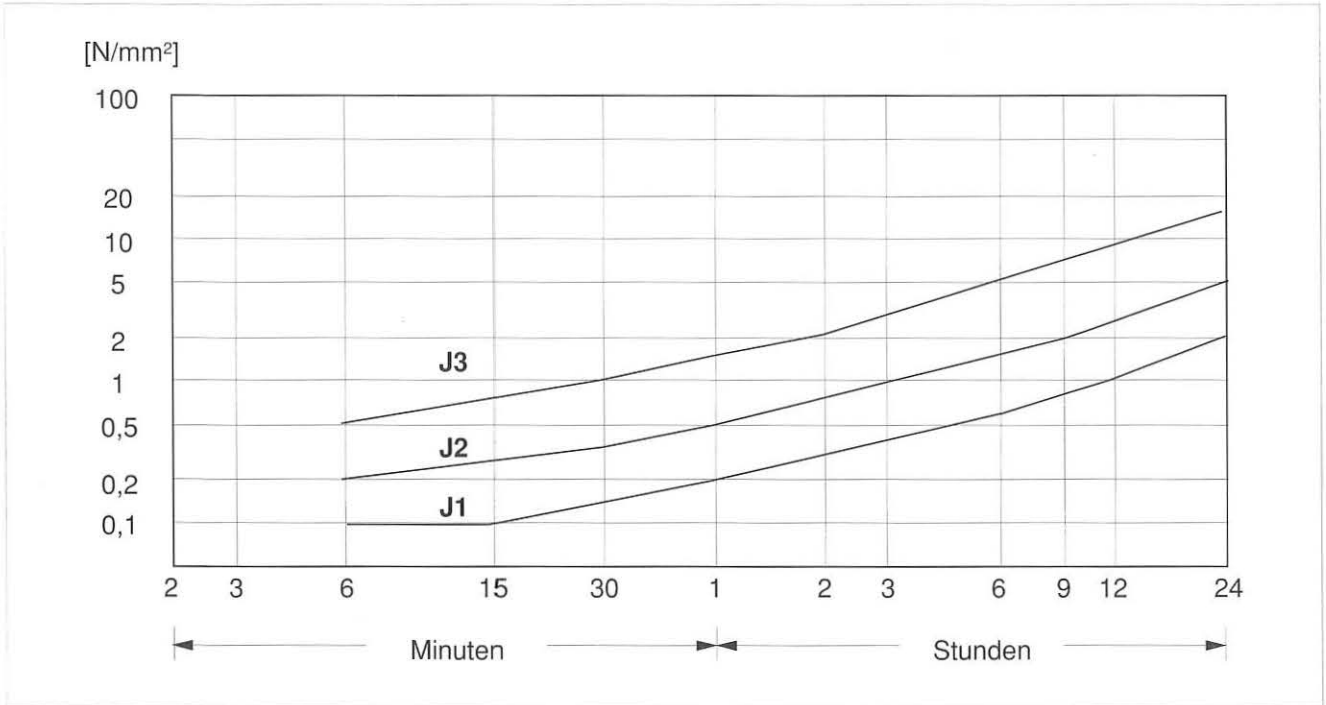


Bild 4: Spritzbeton - Frühfestigkeitsklassen J1, J2, J3; ergänzend dazu Festigkeitsanforderungen zu bestimmten Zeitpunkten, z. B.: Festigkeit nach 2 Tagen

| | Konventionelle Verfahren | | | SBM-Verfahren | |
|------------------------------------|---------------------------|-----------------|---------|-------------------|-------------|
| | Alkali EB | Alkalifreier EB | | Spritzbindemittel | |
| | Trockenspritzb.-Verfahren | Trockenspb. | Naßspb. | ofentrocken | naturfeucht |
| Zement TZ 2 bzw. Bindemittel kg/m³ | 340 | 300 | 350 | 340 | 370 |
| Flugasche kg/m³ | 40 | 50 | 60 | 40 | - |
| Frühfestigkeit | J2 | J2 | J2 | J3 | J2 |
| Druckfestigkeit (N/mm²) 1 d | 9 | 17 | 21 | 15 | 17 |
| 56 d | 26 | 39 | 47 | 41 | 45 |
| WU-t in mm | 42 | 19 | 13 | 25 | 19 |

Bild 5: Güteprüfung von Spritzbeton

