

---

# Auswirkungen österreichischer und internationaler Spritzbetonregelwerke auf den Tunnelbau

---

## THE IMPACT OF AUSTRIAN AND INTERNATIONAL SHOTCRETE RULES AND STANDARDS ON TUNNELLING

### HANS GEORG JODL

Innerhalb der Europäischen Union wurde, nicht zuletzt auf Grund der Zunahme der Tunnelbauten durch den wachsenden Ausbau der Verkehrswege, der Bedarf einer einheitlichen Regelung der Spritzbetontechnologie erkannt und daher eine neue Euronorm in Auftrag gegeben.

Da die internationale (europäische) Normierung auf die allgemeine Regelung eines einheitlichen Produkt(ions)standards auf akkordiertem, und daher zwangsläufig eher niedrigerem, Niveau ausgerichtet ist, bleiben für die Regelung der unterschiedlichen Qualitätsniveaus ergänzende nationale Regelwerke von großer Bedeutung.

Insbesondere die Anforderungen der praktischen Ausführung in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Spritzverfahren bleiben im Bereich nationaler Schwerpunkte. Die europäische Normierung kennt keine Werkvertragsnormen. Vertragsrelevante Fragen, wie zum Beispiel Spritzbetondicke, Mehrbeton bei Überprofil oder Anforderungen spezieller nationaler Produktentwicklungen (SBM) bedürfen weiterhin einer gesonderten Regelung in nachgeordneten nationalen Regelwerken.

*The need for a harmonization of European rules and standards regarding shotcrete (sprayed concrete) has been identified by the European Union, not least because of the increasing number of tunnels being constructed as part of the huge investments in traffic infrastructure, and a new European standard has therefore been commissioned.*

*As international (European) standards are geared to setting up uniform general product and production specifications at a harmonized, and thus inevitably rather low level, national regulations are still very important as far as the specified quality requirements are concerned.*

*Especially the requirements in terms of the execution of sprayed concrete work according to the different shotcreting methods continue to be defined at the national level. European standards do not include specific contract stipulations. Contractual issues such as the shotcrete thickness, extra concrete due to overbreak or requirements related to special national product developments continue to be regulated separately in the form of subordinate national rules and standards.*

## 1. Einleitung

Die bevorstehende Einführung der neuen EuroNorm EN 206 für Beton (Herstellung und Konformität) und zeitversetzt dazu der neuen EuroNorm EN AAA für Spritzbeton ("Definitionen, Festlegungen, Anforderungen und Konformität") werden zu Änderungen im Umgang mit der Materie Beton führen. Es werden zwar wenig substantielle Änderungen sein, jedoch ein radikales Umdenken in den Verantwortlichkeiten für die Nachweisführung nach sich ziehen. Vordergründig läßt sich dies mit dem Umsetzen der Prinzipien des Qualitätsmanagements nach der Normenreihe ISO 9000 beschreiben. Für den Einsatz des Spritzbeton im europäischen und österreichischen Tunnelbau wird eine Industrialisierung des Produktes Spritzbeton verbunden sein, zugleich mit einer verstärkten Zuweisung der Qualität des Endproduktes Beton in die Eigenverantwortung des Herstellers.

Ausgangspunkt einer europaweiten Vereinheitlichung der technischen Regeln für die Herstellung von Beton oder Spritzbeton war das Binnenmarktkonzept der europäischen Gemeinschaften. Das Binnenmarktkonzept der Europäischen Union (ehemals EG) basiert auf den sogenannten vier Grundfreiheiten:

- Freier Warenverkehr
- Niederlassungs- und Dienstleistungsfreiheit
- Freier Kapital- und Zahlungsverkehr
- Freier Personenverkehr

Die Verwirklichung des freien Warenverkehrs als eine der vier Freiheiten war seit Anbeginn eines der wesentlichen Ziele der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaften EWG und EFTA. Behinderungen des freien Warenverkehrs ergeben sich neben Zöllen und mengenmäßigen Beschränkungen, vor allem durch von Staat zu Staat unterschiedlichen technischen Festlegungen in Form von nationalen Regelwerken. Nachdem alle Erzeugnisse und Leistungen bei Import den jeweils nationalen technischen Regelwerken genügen müssen, werden diese nationalen Normen als "technische (oder auch nichttarifische) Handelshemmnisse" bezeichnet, die zu einer Abschottung der nationalen Märkte innerhalb der EU führen.

Ziel der europäischen Normung im Rahmen der sogenannten "Neuen Konzeption" (new approach) ist die europaweite Harmonisierung von bestehenden bzw. die Schaffung von neuen Normen nach primär grundsätzlichen Anforderungen an Produkte, um den freien Warenverkehr zu erleichtern. Unter "Har-

monisierung" nationaler Normen wird die Vermeidung oder Beseitigung von Unterschieden im technischen Inhalt von Normen mit gleichem Anwendungsbereich oder Zweck verstanden, insbesondere von solchen Unterschieden, die zu Handelshemmnissen führen können. Die Harmonisierung gilt als erreicht, wenn die gemäß den nationalen Normen eines Landes hergestellten Erzeugnisse ohne jede Änderung auch als den Normen der übrigen Länder entsprechend angesehen werden können und umgekehrt. Die "Alte Konzeption" sah eine detaillierte Vereinheitlichung der technischen Regeln innerhalb Europas vor. Diese Absicht mußte an der Unterschiedlichkeit der Standpunkte, der Vielfältigkeit der Probleme und des endlosen Zeithorizontes scheitern.

## 2. Konformität und CE-Kennzeichnung

Unter Konformität ist die Übereinstimmung eines Erzeugnisses, eines Verfahrens, einer Dienstleistung mit den europäischen Rechtsvorschriften und Regelwerken zu verstehen. Hauptziel der Verfahren zur Konformitätsbewertung ist es, nationalen Behörden zu versichern, daß die in Verkehr gebrachten Produkte insbesondere in bezug auf Gesundheitsschutz und Sicherheit der Verbraucher den Anforderungen der Richtlinie gerecht werden. In der Folge wird in diesem Aufsatz der Begriff Konformität mit dem Begriff Übereinstimmung gleichgesetzt.

Für das Bauwesen dient hierbei die Konformitätsbewertung eines Bauproduktes, Baudienstleistung oder Bauverfahrens, der Feststellung der Erfüllung der grundlegenden Forderung im Sinne des Gesundheitsschutzes der Verbraucher, auf Übereinstimmung mit den in der europäischen Bauproduktenrichtlinie (89/106/EWG) vom 21.12.1988 festgelegten allgemeinen Sicherheitsanforderungen.

Im Sinne dieser Richtlinie ist unter "Bauprodukt" jedes Produkt zu verstehen, das hergestellt wird, um dauerhaft in Bauwerke eingebaut zu werden. Entspricht ein Produkt diesen Anforderungen, kann es mit dem CE-Zeichen gekennzeichnet werden. Zweck der CE-Kennzeichnung ist eine Entlastung der nationalen Zulassungsbehörden durch die Erteilung eines grundsätzlichen Konformitätsnachweises. Dieses CE-Zeichen bestätigt lediglich die allgemeine Handhabungssicherheit des Produktes, sagt jedoch nichts über die Qualität des Produktes aus. Als Beispiel sei das CE-Zeichen an einer Küchenmaschine genannt, das alle Produkte dieser Art im europäischen Handel führen. Da die allgemeine Sicherheit der Produkte Sache der Europäischen Kommission ist, muß diese den Auftrag nach CE-

Kennzeichnung im Rahmen der Erarbeitung europäischer Normen mit Hilfe eines Vertrages, des sogenannten Mandates an den privaten Normenverein CEN übertragen. Auch für das Produkt Beton bzw. Spritzbeton wird derzeit ein derartiges Mandat diskutiert.

### 3. Europäische Betonnormierung

Im Rahmen der Organisation der europäischen Normierung werden im Europäischen Komitee für Normung CEN (Comité Européen de Normalisation) alle Themengruppen des Bauproduktes Beton im Technischen Komitee (Technical Committee) TC 104 behandelt. Das Technische Komitee TC 104 erarbeitet derzeit die (provisorische) Europäische Norm prEN 206 (Normenentwurf Beton), die nach deren verbindlichen Einführung als ÖNORM EN 206 die bekannte ÖNORM B 4200 Teil 10 ablösen wird.

Innerhalb der Europäischen Gemeinschaft wurde, nicht zuletzt auf Grund der Zunahme der Tunnelbauten durch den wachsenden Ausbau der Verkehrswege in den Ländern der europäischen Union, der Bedarf einer einheitlichen Regelung des "Betonsonderfalles" Spritzbeton erkannt. Da die rasante Entwicklung dieser Technologie in verschiedenen nationalen Richtlinien unterschiedlichen Niederschlag fand, war die Notwendigkeit der Erarbeitung einer neuen europaweit anerkannten Norm erforderlich.

### 4. Europäische Spritzbetonnormierung

Für das Themengebiet Spritzbeton gibt es derzeit in Österreich keine ÖNORM, jedoch die allgemein bekannte und auch international gerne verwendete Richtlinie "Spritzbeton" des Österreichischen Betonvereines. Neben den vorhandenen nationalen Regelwerken wurde die in Fertigstellung befindliche neue europäische Betonnorm EN 206 "Beton - Eigenschaften, Leistung, Herstellung und Konformität" dem neuen Spritzbetonregelwerk als maßgebende Basis zugrunde gelegt. Nach dem Grundsatz, daß Beton als Endprodukt allgemein gültigen Anforderungen genügen muß, werden für die Spritzbetonnorm soweit sinnvoll nur die vom (Normal) Beton abweichenden spritzbetonrelevanten Belange geregelt.

Zwecks Ausarbeitung der Spritzbetonnorm wurde im TC 104 die Arbeitsgruppe WG 10 "Sprayed Concrete" gegründet. Die Detailausarbeitungen werden in drei sachlich aufgeteilten Unterarbeitsgruppen, sogenannten "Task Groups" erbracht. Für

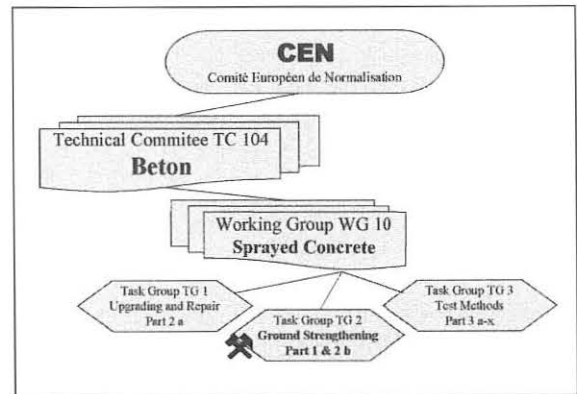


Bild 1: Organisation der europäischen Spritzbetonnormierung

die allgemeine Produktnorm und den Spritzbeton im Tunnelbau ist die Task Group TG 2 zuständig (Bild 1). Der Stand der europäischen Normierung für Spritzbeton ist zur Zeit als Entwurf in drei Teile, zuzüglich der Prüfnormenreihe gegliedert:

- Teil 1 - Produktnorm - Stand Draft 4/August 1998  
"Definitionen, Beschreibungen, Anforderungen und Übereinstimmung" (Definitions, specifications, requirements and conformity)
- Teil 2 a - Ausführungsnorm - Stand Draft 11/März 1998  
"Spritzbeton für Reparatur und Erneuerung von tragenden Bauteilen und Neukonstruktionen" (Sprayed Concrete for repair and upgrading of structural members and for new structures)
- Teil 2 b - Ausführungsnorm - Stand Draft 9/September 1998  
"Ausführung von Spritzbeton für die Baugrunderhöhung (Gebirgsstützung) (Execution of sprayed concrete for strengthening of ground)
- Teil 3 - Normenreihe Prüfmethode EN TTT-x - ca. 14 Stück in Ausarbeitung

Unklar ist, ob die Entwürfe 2 a und 2 b mit 1 zu einer gemeinsamen Norm zusammengeführt werden sollen. Auch ist die Art und der Umfang der Anmerkungen zur Ausführung der Spritzverfahren (Execution of spraying) nach wie vor umstritten. Der Großteil der in der österreichischen Richtlinie beschriebenen Ausführungshinweise steht derzeit im informativen Anhang und wird voraussichtlich radikal gekürzt.

### 5. Festlegung der Anforderungen an das Produkt Beton

Für den Tunnelbau von Bedeutung ist, daß die Euronorm eine andere, von der gewohnten Richtlinie abweichende Philosophie der Qualitätssicherung verfolgt. Die Stellung des Produzenten des

Mischgutes (Hersteller) und des Spritzbetons (Anwender) wird im Sinne der vier Freiheiten sowenig wie möglich, bzw. so viel wie notwendig eingengt. Der Produktionsvorgang selbst bleibt weitgehend dem Hersteller bzw. Anwender überlassen. Jeder ist für die Dokumentation und das Nachweisverfahren seines Produktes und seiner Produktion selbst verantwortlich.

Die Euronorm Beton EN 206 und die Spritzbetonnorm sind hinsichtlich dieser Regelungen weitgehend ähnlich bis ident. Die für den Tunnelbau bzw. die Spritzbetontechnologie neuen Begriffe und Zielrichtungen gelten meist gemeinsam für Beton und Spritzbeton, bzw. sind in vielen Fällen identisch.

Ausgehend von der unmittelbaren Einflußnahme auf das Produkt Beton werden in der Euro-Betonnorm 206 drei Verantwortlichkeitsbereiche definiert:

- Beschreiber, Festlegender, Planer, Designer - (specifier):  
Person oder Körperschaft, die für die Festlegung (Beschreibung) (specification) der Anforderungen an den Frischbeton oder das Mischgut, bzw. den Beton oder den Spritzbeton verantwortlich ist.
- Hersteller, Produzent, Erzeuger - (producer):  
Person oder Körperschaft, die für die Herstellung (Produktion) von Frischbeton oder Mischgut verantwortlich ist.
- Anwender, Ausführender, Besteller (im Regelfall) - (user):  
Person oder Körperschaft, die den Frischbeton oder das Mischgut anwendet (weiterverarbeitet), um ein Bauwerk oder einen Bauwerksteil aus Beton oder Spritzbeton auszuführen (execution).

Die Zuordnung der traditionellen Verantwortlichkeiten Bauherr, Planer und Ausführender kann zu jeder dieser Normengruppen nach Bedarf getroffen werden.

Eine Neuerung stellt die normgemäße Forderung dar, daß der "Beschreiber" (Besteller, Planer; specifier) des Betons sicherstellen muß, daß alle relevanten Anforderungen an die Betoneigenschaften in der Festlegung (specification) an den Hersteller enthalten sind. Ebenso müssen alle nach der Anlieferung des Frischbetons oder Mischgutes erforderlichen Anforderungen an die Betoneigenschaften (Weitertransport, Verarbeitung, Verdichtung, Nachbehandlung etc.) festgelegt werden. In den Ausschreibungen wird daher der sachkundigen und vollständigen Beschreibung der gewünschten Anforderungen große Bedeutung zukommen. Was nicht festgelegt ist, entzieht sich vorerst der Verantwortung des Herstellers.

Der Beton oder das Mischgut ist vom Beschreiber (specifier) entweder als "Entwurfsbeton" (designed concrete) bzw. "Entwurfsmischgut" (designed mix) festzulegen, das in der österreichischen Richtlinie dem Spritzbeton mit Eignungsprüfung entspricht, oder als "vorgeschriebener Beton" (prescribed concrete) bzw. "vorgeschriebenes Mischgut" (prescribed mix) zu bezeichnen (Tabelle 1). Beim vorgeschriebenen Mischgut wird vom Besteller (Beschreiber) die Zusammensetzung und die Komponenten im Detail vorgeschrieben bzw. vorgegeben. Der in der österreichischen Richtlinie genannte Standardspritzbeton ist in der Euronorm Spritzbeton nicht vorgesehen, jedoch in der Euronorm Beton enthalten.

Ein Vergleich der technischen Bezeichnungen zwischen der österreichischen Richtlinie und der Spritz-

ÖNORM B 4200-10	EuroNorm 206 Beton	Ö Richtlinie Spritzbeton	EuroNorm NN Spritzbeton
Beton bzw. <i>Mischgut</i> , dessen geforderte <b>Eigenschaften</b> und zusätzlichen <b>Anforderungen</b> (vom Besteller) für den Hersteller festgelegt werden, der für die Bereitstellung eines Betons, der den geforderten Eigenschaften und zusätzlichen Anforderungen entspricht, verantwortlich ist.			
Herstellungsklasse E Eignungsprüfungsbeton	Entwurfsbeton Betonkategorie 2 <i>designed concrete</i>	Spritzbeton Klassen SpB I, II, III	<b>Entwurfsmischgut</b> <i>designed mix</i>
Beton bzw. <i>Mischgut</i> , dessen <b>Zusammensetzung</b> und die zu verwendenden <b>Ausgangsstoffe</b> (vom Besteller) für den Hersteller festgelegt werden, der für die Bereitstellung eines Betons mit der festgelegten (vorgegebenen) Zusammensetzung verantwortlich ist.			
Entspricht der Sondermischung gemäß ÖN B 3307	Vorgeschriebener Beton (Betonkategorie 2) <i>prescribed concrete</i>		<b>Vorgeschriebenes Mischgut</b> <i>prescribed mix</i>
Vorgeschriebener Beton, dessen Zusammensetzung einer gültigen Norm entspricht.			
Herstellungsklasse R Rezeptbeton Festigkeitsklasse ≤ B 20//225	<b>Standardbeton</b> (Kategorie 1) <i>standard concrete</i> Festigkeitsklasse ≤ C 16/20	Standardspritzbeton (Rezeptspritzbeton) Festigkeitsklasse ≤ SpB 15	

Tab. 1: Festlegung des Spritzbetons im Vergleich mit anderen Regelwerken

REGELWERK	Ö RICHTLINIE	CEN EURONORM
Einteilung des Spritzbetons	Trockenspritzbeton Naßspritzbeton	Sprayed concrete dry method Sprayed concrete wet method
Unterscheidung nach Mischgut	Trocken-Mischgut Feucht-Mischgut lagerfähig Feucht-Mischgut sof. Anw. Naß-Mischgut	Dry mix Wet mix
Verwendungszweck	Spritzbetonklasse	Sprayed concrete category
Festigkeitsentwicklung	Junger Spritzbeton Spritzbeton	Young sprayed concrete Hardened sprayed concrete
Güteeigenschaften	Spritzbetonsorte	--
Prüfung	Prüfhäufigkeit Häufigkeitsklasse	Sampling frequency Inspection class
Umgebungsbedingungen		Exposure class

Tab. 2: Bezeichnungen in der österreichischen Richtlinie 1998 und in der Euronorm Spritzbeton

Klasse	Umgebungsbedingungen
X0	Kein Korrosions- oder Angriffsrisiko
XC 1-4	Korrosion, ausgelöst durch Karbonatisierung
XD 1-3	Korrosion, verursacht durch Chloride
XS 1-3	Korrosion, verursacht durch Chloride aus Meerwasser
XF 1-4	Frostangriff mit und ohne Taumittel
XA 1-3	Chemischer Angriff

Tab. 3: Expositionsklassen für Spritzbeton analog der Euronorm prEN 206 für Beton

betoneuronorm zeigt weitgehende Übereinstimmung (Tabelle 2). In der Euronorm sind jedoch keine Spritzbetonsorten vorgesehen. Ebenso ist die österreichische Neuheit des Spritzbindemittels SBM vorerst noch nicht eingearbeitet. Die diesbezügliche Erfordernis ist noch zu prüfen.

Ein neuer Begriff ist die sogenannte "Expositionsklasse bezogen auf Umgebungsbedingungen" (exposure class). Für den Spritzbeton wurde diese Klassifikation aus der prEN 206 Beton uneingeschränkt übernommen. Die Expositionsklassen beschreiben mit dem Begriff Umgebung jene chemischen und physikalischen Einwirkungen, denen der Beton am Einbauort ausgesetzt ist (Tabelle 3). Diese Einwirkungen auf Beton oder Bewehrung werden nicht als Lasten in der Tragwerksplanung berücksichtigt. In der Bedeutung kann diese Klassifizierung mit den in der B 4200-10 definierten "Angriffen" auf den Beton verglichen werden.

Die in der Euronorm EN 206 Beton tabellarisch angegebenen Grenzwerte gelten für den maximalen w/z-Wert und den Mindestzementgehalt in jedem Fall, während die Anforderungen an die Betonfestigkeitsklasse zusätzlich festgelegt werden können. Die Bestimmungen der Betonnorm gelten auch für den

Spritzbeton vollinhaltlich. Die in der österreichischen Richtlinie angegebenen Richtwerte für den Wasser-Bindemittelwert  $\leq 0,50$ , bzw. Zementgehalt  $\geq 310 \text{ kg/m}^3$  kollidieren nicht mit den Grenzwerten der EN 206. Aus diesen Anforderungen sind daher keine Auswirkungen für die Spritzbetonanwendung in Österreich zu erwarten.

## 6. Klassifikation

In der österreichischen Richtlinie berücksichtigt die Einteilung in Spritzbetonklassen (SpB I, II und III) den Verwendungszweck des Spritzbetons und die jeweiligen konstruktiven Aufgaben. Die unterschiedlichen Anforderungen an die Güteeigenschaften werden durch die Spritzbetonsorte definiert.

Die den Güteeigenschaften entsprechende Häufigkeit der Güteprüfungen ist in der Richtlinie durch die Häufigkeitsklasse definiert und ist in der Ausschreibung festzulegen. Die Häufigkeitsklassen sind in der Regel mit den Spritzbetonklassen konform.

In der Euronorm wird nur für den Sanierungsspritzbeton (upgrading and repair) in zwei (2) Spritzbetonklassen (categories of sprayed concrete) nach

REGELWERK	Ö RICHTLINIE	GEN EURONORM
Spritzbeton	Klassifikation	Classification
Verwendungszweck	Spritzbetonklasse SpB I, II, III	Sprayed concrete category -sprayed concrete (nur) structural -sc for upgrading and repair .non structural/structural
Festigkeit junger Spritzbeton	Frühfestigkeitsklasse J1, J2, J3	Young sprayed concrete class J1, J2, J3
Festigkeit Spritzbeton	Endfestigkeitsklasse [Mpa] SpB 10, 15, 20, 25, 30, 40	Compressive strength class [Mpa] C 8/10, 12/15, 16/20, 25/30, 35/45, 40/50, 45/55, 50/60, 55/67, 60/75, 70/85, 80/95, 90/105, 100/115
Prüfhäufigkeit	Häufigkeitsklasse HK I, II, III	Inspection class 1, 2, 3
Widerstand gegen Umwelteinflüsse	--	Exposure class (gemäß prEN 206)
Konsistenz des Pumpbetons	Konsistenzklasse (ÖN B 4200-10) K 1, 2, 3, 4, 5	Consistence class (prEN 206) F 1, 2, 3, 4, 5, 6
Arbeitsvermögen des Stahlfaserspritzbetons	Biege Zähigkeitsbereich T 1, 2, 3, 4 Beanspruchungsklasse des Energieaufnahmeäquivalents E 1, E 2, E 3	-Residual strength class 1, 2, 3, 4 -Deformation class D 1, 2, 3 -Energy absorption capacity class E 5, E 7, E 10

Tab. 4: Gegenüberstellung der Klassifikationen für Spritzbeton in Richtlinie und Euronorm

konstruktiven (structural) und nicht konstruktiven (non structural) Aufgaben unterschieden. Für den normalen Spritzbeton gelten nur konstruktive Aufgaben als prüfungsrelevant. Die Euronorm sieht die Zuordnung der Prüfhäufigkeit nach drei (3) Prüfklassen (*inspection classes*) vor, die dem Begriff der Häufigkeitsklassen der österreichischen Richtlinie entsprechen (Tabelle 4).

Die Auswahl einer Prüfklasse basiert auf der Art des Projektes. Berücksichtigt werden auch eine Risikoeinschätzung (*degree of risk*) und die geforderte Lebensdauer des Objektes (*required design life*). Eine nähere Definition dieser Begriffe erfolgt nicht. Die Wahl der Häufigkeitsklasse soll durch eine beispielhafte Aufzählung von Objekttypen, denen je nach Größenordnung, Art und Verwendungszweck eine Häufigkeitsklasse zugeordnet wird, erleichtert werden.

## 7. Bewertung der Konformität und Lenkung der Produktion

Eine echte Neuerung stellt die Einführung einer Form des Qualitätsmanagement nach den Grundsätzen der weltweit angewendeten Normenreihe ISO 9000 dar. Durch verpflichtende Überbindung der Verantwortung für die Nachweisführung im Rahmen eines Konformitätsbewertungssystems auf den Hersteller bzw. Anwender, wird eine neue Dimension und Struktur der Dokumentation der Qualität eingeführt.

Die Sicherung der Qualität basiert auf der Übereinstimmung (Konformität) eines einzelnen Produktes

mit der Euronorm, was mit Prüfverfahren erforderlichenfalls nachgewiesen werden kann. Die Philosophie der ISO 9000 beruht auf der Konformität der Herstellungsschritte. Es wird nicht von vornherein das Produkt geprüft, sondern die Produktionsschritte, die zur Sicherung der Qualität des Produktes erforderlich sind. Der Nachweis wie die Sicherung erfolgt, ist im Rahmen der Lenkung der Konformität vom Hersteller in Eigenverantwortung zu erbringen.

Die Konformitätslenkung (*conformity control*) als Oberbegriff umfaßt die Kombination von Handlungen und Entscheidungen, die entsprechend zuvor angenommener Übereinstimmungskriterien (*conformity criteria*) durchgeführt werden müssen, um die Übereinstimmung (*conformity*) des Betons mit der Festlegung (*specification*) nachzuprüfen. Sie liegt in der Verantwortung des Herstellers. Ein entsprechender Probenahmen- und Prüfplan (*sampling and testing plan*) ist zu erstellen. Die Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung wird gegenüber vorgegebenen Konformitätskriterien beurteilt. Es sind zwei (2) Übereinstimmungskriterien normgemäß festgelegt, die beide zu erfüllen sind. Nach Kriterium 1 wird der Mittelwert einer Gruppe von "n" Prüfergebnissen, nach Kriterium 2 wird jedes einzelne Prüfergebnis beurteilt.

In der Verantwortung des Herstellers liegt die Bewertung der Übereinstimmung (*evaluation of conformity*). Definitionsgemäß ist dies die systematische Überprüfung ob und in welchem Umfang ein Produkt oder ein Produktionsprozeß den festgelegten Anforderungen genügt. Übereinstimmung führt zur

Annahme des Produktes, Nichtübereinstimmung zu weiteren Maßnahmen am Ort der Herstellung. Gegebenenfalls gibt der Hersteller eine schriftliche Übereinstimmungserklärung ab. Die Bewertung der Übereinstimmung für einen Beton durch den Hersteller setzt jedoch voraus, daß der Hersteller ein System der Produktionslenkung (*production control*) installiert hat.

Die Produktionslenkung ist ein der Normenreihe ISO 9000 entsprechendes Verfahren der systematischen Eigenüberwachung der einzelnen Produktionsschritte in der Verantwortung des Herstellers bzw. Anwenders. Es umfaßt alle angemessenen und notwendigen Maßnahmen, um die Qualität des Betons in Übereinstimmung mit den festgelegten Anforderungen zu sichern und zu steuern. Grundgedanke ist, daß alle für die Produktqualität wichtigen Prozesse geplant, genehmigt, in angemessener Häufigkeit überwacht und gelenkt werden sollen. Die Produktionslenkung muß so angelegt sein, daß wesentliche Änderungen, die die bedungenen Eigenschaften beeinflussen, aufgedeckt und angemessene Gegenmaßnahmen eingeleitet werden.

Das System der Produktionslenkung (*production control system*) mit der Summe aller Tätigkeiten und Verantwortlichkeiten muß der Hersteller in einem Handbuch der Produktionslenkung (*producer's production control manual*) angemessen dokumentieren. Die beabsichtigten Häufigkeiten und Ergebnisse der Prüfungen und Überwachungen müssen aufgezeichnet werden. Bei Entsprechen der Produktionslenkung bestätigt der Hersteller in einer schriftlichen Erklärung der Übereinstimmung (*declaration of conformity*), daß der (Spritz)Beton mit den Anforderungen der Festlegung übereinstimmt. Diese Er-

klärung muß auf den Lieferscheinen vermerkt sein. Eine externe Beurteilung und Überwachung der herstellereigenen Produktionslenkung (*assessment and surveillance of production control*) durch Dritte (*third party*) ist von einer akkreditierten Zertifizierungsstelle durchzuführen. Gegebenenfalls ist bei positiver Überprüfung die Übereinstimmung mit den festgelegten Anforderungen durch Ausstellung eines Übereinstimmungszertifikates (*attestation of conformity*) für den Herstellort auszuweisen.

In der weiteren Folge kann die Übereinstimmungserklärung des Herstellers mit dem Übereinstimmungszertifikat der Prüfstelle, wie schon früher erwähnt jedoch nur im Falle einer Mandatierung seitens der EU-Kommission, zur Kennzeichnung des Produktes Beton/Spritzbeton mit dem CE-Zeichen führen.

## 8. Überwachung und Prüfung des Spritzbeton

Ein Vergleich der österreichischen Richtlinie mit der Spritzbetonnorm zeigt große Unterschiede hinsichtlich der Art und der Häufigkeit von Prüfungen. Der wesentliche Unterschied ist, anstelle häufiger Prüfungen bei den Ausgangsstoffen und dem Mischgut, die weitgehende Beschränkung auf die Überwachung (*control*) der Baustofflieferung, ob die Angaben des Herstellers zum Produkt und zur Produktion mit den festgelegten Anforderungen übereinstimmen.

Die Produktionslenkung (*production control*) für den Spritzbeton beinhaltet die Kontrolle des Herstellungsprozesses (*process control*), mit den Ausgangsstoffen (*constituent materials*), des Mischgutes

Prüfung	HK I / IC 1	HK II / IC 2	HK III / IC 3
<b>Beispiel TUNNELZEMENT TZ 1, TZ 2</b>			
Erstarrungsbeginn	--	1⊗2 MO	1⊗1 MO
Spezifische Oberfläche			
Druckfestigkeit 1 DA, 28 DA			
Liefertemperatur			
Wasserabsonderung			
<b>CEMENT</b>			
Inspection of delivery ticket	Each delivery		
<b>Beispiel ZUSATZMITTEL (Erstarrungsbeschleuniger)</b>			
Erstarrungsverhalten	1⊗2 MO	1⊗1 MO	
Festigkeitsabfall			
Alkaligehalt (Na <sub>2</sub> O-Äquivalent)			
<b>ADMIXTURES</b>			
Inspection of delivery ticket and label on container	Each delivery		
Inspection of the admixture	Each delivery		
Test for density	In case of doubt		

Tab. 5: Prüfung (Richtlinie) und Überwachung (Euronorm) der Ausgangsstoffe

REGELWERK	Ö RICHTLINIE				CEN EURONORM			
	Typ	Häufigkeitsklasse			Typ	Inspection Class		
		I	II	III		1	2	3
Prüfung								
Temperatur	TM, FM, NM	1 ⊗ täglich						
Gleichmäßigkeit	TM, FM	1 ⊗ wöchentlich						
Kornzusammensetzung								
Schüttdichte	TM	1⊗2 MO	1⊗1 MO	2⊗1 MO				
Bindemittelgehalt		5.000 m <sup>2</sup>	2.500 m <sup>2</sup>	1.250 m <sup>2</sup>				
Verarbeitungszeit	FM-L							
Nullbeton								
Protokollierung								
Luftporen (bei Bedarf)								
Konsistenz	NM	1 ⊗ täglich						NM
Zusatzmittelgehalt (o.EB)					optional	jede Lieferung		
Zusatzstoffgehalt					jede Lieferung			
Stahlfasergehalt								

Tab. 6: Prüfung und Überwachung des Mischgutes

(basic mix) und der Spritzbetoneigenschaften (sprayed concrete properties). Die Norm unterscheidet zwischen einer "vorlaufenden Prüfung" (preliminary test) zur Feststellung der geeigneten Rezeptur, der "Eignungsprüfung" (preconstruction test) und der "Güteprüfung" (production test).

Am Beispiel der Überwachung der Ausgangsstoffe Zement (cement) und Zusatzmittel (admixture) ist der Unterschied ersichtlich (Tabelle 5). Zweck der Prüfung ist die Feststellung der Übereinstimmung zwischen Lieferschein und gelieferter Ware. Auf jedem Lieferschein muß eine normengemäße Übereinstimmungserklärung oder Konformitätsbescheinigung des Herstellers stehen. Generell wird jedoch bei der Baustoffüberwachung die Aufbewahrung von Rückstellproben für Zweifelsfälle empfohlen.

Auch beim Mischgut beschränkt sich die Prüftätigkeit im wesentlichen auf die Überwachung des Gehaltes an Zusatzmittel (admixture) und Zusatzstoffen (additi-

ons) durch Kontrolle der Aufzeichnung der zugegebenen Menge (record of the quantity added) und Kontrolle der Lieferscheine (Tabelle 6).

Die Überwachung des Endproduktes entspricht eher der gewohnten Prüftätigkeit wie in der Richtlinie (Tabelle 7). Unterschiede bestehen in der Prüfhäufigkeit, jedoch befindet sich der derzeitige Stand der Erarbeitung noch in Diskussion. Jede Prüfung muß in einer eigenen Euro-Prüfnorm geregelt sein. Zusätzliche optionale Prüfungen die in die Überwachung einbezogen werden sollen, müssen vom Beschreiber (specifier) in den Anforderungen der Festlegung (specification) angeführt werden.

Grundsätzlich sind europäische Normen "Produktnormen", die die Mindesteigenschaften für die Produktqualität definieren und mit der Angabe von Referenzprüfmethoden für Grenzwerte zu ergänzen sind. Adressaten sind Hersteller und Käufer. Diese Referenzprüfmethoden müssen allgemein zugänglich sein.

REGELWERK	Ö RICHTLINIE				CEN EURONORM		
	Prüfung	Häufigkeitsklasse			Inspection Class		
		I	II	III	1	2	3
Frühfestigkeit	1⊗2 MO	1⊗1 MO	2⊗1 MO	1⊗2 MO	1⊗1 MO	2⊗1 MO	
Druckfestigkeit	5.000 m <sup>2</sup>	2.500 m <sup>2</sup>	1.250 m <sup>2</sup>	5.000 m <sup>2</sup>	2.500 m <sup>2</sup>	1.250 m <sup>2</sup>	
Dichte				1⊗1 MO	1⊗1 WO	1⊗2 TG	
Spritzbetondicke	500 m <sup>2</sup>			5.000 m <sup>2</sup>	1.000 m <sup>2</sup>	500 m <sup>2</sup>	
Wasserundurchlässigkeit				1.000 m <sup>3</sup>	200 m <sup>3</sup>	100 m <sup>3</sup>	
Frostbeständigkeit	Bei Bedarf	1 ⊗		wie Druckfestigkeit			
Sulfatbeständigkeit		6 Monate		nach Anforderung			
E-Modul 28 d		12 Monate					
Eluierverhalten	—						
Haftzugfestigkeit gegenüber der Auftragsfläche				2⊗1 WO		1⊗1 TG	
				1.000 m <sup>2</sup>		500 m <sup>2</sup>	
				200 m <sup>3</sup>		100 m <sup>3</sup>	

Tab. 7: Güteprüfung des Spritzbetons



## 9. Zusammenfassung

Die Grundauffassung der europäischen Normierung geht von der Mündigkeit des Produzenten aus, dem vom Besteller ein angemessenes Vertrauen entgegengebracht wird. Als Neuerung kann die Forderung nach Aufstellung eines Konformitätsbewertungssystems und Qualitätssicherungskonzeptes (*quality assurance plan*) mit zugehöriger Dokumentation der Produktionsprozesse durch den Hersteller bzw. Anwender angesehen werden.

Wesentlich stärker als bisher wird der Beschreiber (Planer) in die Verantwortung eingebunden. Alle relevanten Anforderungen an das Mischgut und den Spritzbeton müssen eindeutig und vorher festgelegt werden, um dem Hersteller bzw. Anwender die Erstellung durchgängiger Konzepte zur Lenkung der Konformität und der Produktion zu ermöglichen. Ist der Anwender auch gleichzeitig der Hersteller, wie häufig im Tunnelbau üblich, hat dieser alle Maßnahmen zu setzen.

Bauvertrag, Arbeitssicherheit und Umwelteinflüsse werden in der Euronorm Spritzbeton nicht thematisiert. Es gibt keine Werkvertragsnormen auf europäischer Ebene, daher ist der Bauvertrag nach den nationalen Normen, unter Einbeziehung der Euronorm Spritzbeton zu erstellen. Am Beginn der Arbeit war auch der Wunsch nach Festschreibung einer Düsenführerschulung und die Einführung eines

"Düsenführerscheins" in Diskussion. Der Bedarf nach einem Eignungsnachweis des Schlüsselpersonals ist zweifellos gegeben und sollte in einem Qualitätssicherungssystem eigentlich selbstverständlicher Standard in der Verantwortung des Herstellers sein. Regelungen dieser Art sind allerdings nicht Gegenstand einer europäischen Produktnorm und wurden daher nicht berücksichtigt.

Gegenüber der kompakten und anwenderfreundlichen österreichischen Richtlinie Spritzbeton 98, mit der nahezu autark gearbeitet werden kann, ist eine Euronorm ein vergleichsweise komplexes Dokument mit unzähligen Querverweisen zu anderen Regelwerken. Grundsätzlich muß im Rahmen der europäischen Normierung akzeptiert werden, daß sich, wie bei allen anderen Euronormen auch, bei der zukünftigen Spritzbetonnorm schlußendlich ein mitunter schwer überschaubarer Dokumentenmix aus Produkt-, Anwendungs- und Prüfnormen für das Thema Beton und Spritzbeton ergibt.

Auch nach Herausgabe einer europäischen Norm für Spritzbeton wird die österreichische Richtlinie Spritzbeton ihre Bedeutung keinesfalls verlieren, sondern, vielleicht um einige genormte Kapitel erleichtert, weiterhin ein unverzichtbares Grundlagenwerk der praktischen Umsetzung bleiben und Beibehaltung des hohen Qualitätsniveaus von Spritzbeton "Made in Austria" für Bauherrn, Planer, Hersteller, Ausführende und Prüfende dienen.