

---

# ERFAHRUNGEN MIT DER EFNARC DÜSENFÜHRER ZERTIFIZIERUNG

---

## **EXPERIENCE WITH THE EFNARC NOZZELMAN CERTIFICATION**

Michael **Kompatscher**, VersuchsStollen Hagerbach AG, Flums, Schweiz – EFNARC  
Vorstandsmitglied  
Eric **Odkrans**, Edvirt AG, Göteborg, Schweden – EFNARC Vorstandsmitglied  
Max **Eckstein**, SIKA Schweiz AG, Widen, Schweiz – EFNARC Präsident

Das EFNARC Düsenführer-Zertifikat wurde 2009 eingeführt. Seitdem sind über 500 Maschinisten zertifiziert worden. Wahrscheinlich hat dies auch die Industrie dazu inspiriert und bewegt, die Leistung und Qualifikation der Düsenführer ernst zu nehmen. In den letzten Jahren werden bei immer mehr Tunnelbauprojekten Zertifizierungsanforderungen gestellt. EFNARC präsentierte 2019 die neue Zertifizierung EFNARC C2 unter Verwendung der neuesten Technologie - Virtual Reality (VR) Training und Bewertung, um die Standardisierung zu erhöhen und ein Training auch für unerfahrene Bediener zur Verfügung zu haben und diese schnell zu qualitativ hochwertigen Leistungen zu bringen. Dieser Artikel soll einen Überblick über die Erfahrungen und den aktuellen Stand der EFNARC Zertifizierungsansätze geben.

*The EFNARC Nozzleman Certificate was introduced in 2009. Since then, over 500 operators have been certified. Probably this also inspired and pushed the industry to take Nozzlemen performance and qualifications seriously. In the last years, more and more tunneling projects are putting in requirements for certifications. EFNARC 2019 launched the new certification EFNARC C2 utilizing the latest technology – virtual reality (VR) training and assessment to increase standardization and have a training also for unexperienced operators on hand and to bring them fast to high quality performances. This article shall give a review about experience and current state of the art of the EFNARC certification approaches.*

### **1. Einleitung**

In den letzten 10 Jahren hat sich die Tunnel- und Bergbauindustrie stärker auf die Qualität, die Kosten und vor allem auf die Sicherheit bei Betonspritzarbeiten fokussiert. Gerade die erhöhten Anforderungen beim Umgang mit neuen Technologien (Robotik, Chemie, Mess- und Prüftechnik) und die fortschreitende Globalisierung mit unterschiedlichem Qualitäts- und Wissensstand tragen hierzu bei. Im Jahr 2009 führte der internationale Industrieverband EFNARC das Düsenführer-Zertifizierungssystem ein [1]. Diese Zertifizierung sollte die Qualifizierungs- und Akkreditierungslücke für Spritzbetonverarbeiter, so genannte Düsenführer, schließen. Zunächst konzentrierte sich die Aktivität von EFNARC auf Nassspritzbeton. Der Welt-Tunnelverband (ITA-AITES) anerkennt das Zertifizierungsschema seit Oktober 2011 explizit.

Die Organisation hat seitdem über 500 Düsenführer zertifiziert, viele davon in Großbritannien. Diesem Engagement der EFNARC ist es auch zu verdanken, dass heute ein gesteigertes Bewusstsein für die Bedeutung qualifizierter Düsenführer besteht. So finden sich nun in vielen Ländern Projekte und Organisationen, die begonnen haben, höhere Qualifikationen von eingesetzten Düsenführern einzufordern, z.B. im Projekt Crossrail in London oder die schwedische Verkehrsbehörde oder jüngst auch in zentraleuropäischen Großprojekten.

## 2. Düsenführer Zertifizierungs-Schema

### 2.1 Konzept

Die engagierten Mitglieder von EFNARC präsentierten 2009 erstmals das Düsenführer-Zertifizierungssystem. Grundlage für Schulung und Training von Düsenführern bildet die Idee des "Train the Trainer/Examiner", d.h. erfahrene und ausgewiesene Spritzbeton-Düsenführer werden für die Weitergabe, Schulung und Qualitätsüberprüfung sämtlicher Anforderungen an einen Düsenführer ausgebildet und können dann als zertifizierte Instruktoren (Nozzelman Examiner, Bild 1) die Zertifizierung von Düsenführern bei den Bauunternehmern und auf den Baustellen sicherstellen, gemäß festgelegten Anforderungen von EFNARC. Das erste "Examiner-Training" fand bereits 2009 statt.



*Bild 1: Erfolgreiche Teilnehmer eines EFNARC Düsenführer-Kurses nach der praktischen Baustelle-Prüfung zusammen mit ihrem zertifizierten Nozzelman Examiner. (Bild: EFNARC)*

Seitens EFNARC werden die Regeln und Kurs-Inhalte festgelegt und weiterentwickelt und die Administration des Schemas gewährleistet. Die Durchführung und Abwicklung erfolgt in Zusammenarbeit mit den EFNARC Examinern oder beauftragten Partnern, z.B. CUC (International Centre for Geotechnics and Underground Construction).

### 2.2 Erfahrung

Wenn wir nun einen Rückblick auf die letzten 10 Jahre machen, so gilt es einerseits die Erfahrung bezüglich der Examinern zu berücksichtigen und andererseits bezüglich der zertifizierten Düsenführer selbst [2].

#### a) Examiner

Seit Start des Programms wurden 135 Trainer/Examiner ausgebildet, wovon etwa die Hälfte Mitarbeiter einer EFNARC Mitgliedsfirma sind. Je 1/3 der Examiner arbeiten für Gerätehersteller (Spritzmobile), 1/3 für die Bauchemie und das letzte 1/3 für Anwender und selbständige Spezialisten. EFNARC zertifizierte Examiner sind weltweit aktiv: 49.5% in

Europe/Middle East/Africa (EMEA), 26% in Asia-Pacific und 24.5% in (Nord- und Süd-) Amerika. Alle verbindet das Interesse, die höchste Qualität von Spritzbeton im Markt zu sichern und bei der Arbeit mit Kunden entsprechend professionell zu unterstützen.

Erstaunlich ist, dass nur etwa 1/3 auch die Aufgabe weitere Düsenführer zu zertifizieren wahrnahm, was jedoch nicht ausschließt, dass die EFNARC Vorgaben aktiv für Training und Ausbildung genutzt wurden. Oft hört man hier, dass Unternehmen ihre Mitarbeiter zwar schulen, jedoch nicht bereit sind eine Zertifizierung des Arbeiters zu finanzieren.

Aufgrund der Rückmeldung der Examiner hat EFNARC nun auch das Assessment modernisiert bzw. macht sich digitale Hilfsmittel zu nutzen, z.B. bei der Prüfung der theoretischen Inhalte und der Checkliste im praktischen Assessment.

Auskunft zur Gültigkeit und Qualifikation der zertifizierten Examiner kann via Sekretariat von EFNARC eingeholt werden.

#### b) Düsenführer

Bei den zertifizierten Düsenführern lässt sich deren internationaler Einsatz schwer verfolgen. Vom Zeitpunkt der Zertifizierung kann jedoch eine regionale Verteilung abgeleitet werden: 60% EMEA (42% allein aus UK), 14.5% Asia-Pacific und 25.5% America (1/5 Nordamerika, 4/5 Südamerika). Es fällt auf, dass  $\frac{1}{4}$  der Düsenführer im Bergbau arbeitet, während  $\frac{3}{4}$  aus dem Tunnelbau stammen.

Augenfällig ist hierbei der Fall UK beim Bau von CROSSRAIL [3], der sich als wegweisend erwiesen hat und bereits in anderen Regionen angewandt wird.

### 3. Beispiel CROSSRAIL

Crossrail ist eine neue Ergänzung der Londoner U-Bahn, die an 40 Stationen hält, von denen 10 neu gebaut und 30 modernisiert werden. Acht Tunnelbohrmaschinen (TBM) wurden für den Bau von 21 km neuer Tunnel eingesetzt. Mit dem Tunnelbau wurde 2012 begonnen, und nach Fertigstellung im Dezember 2019 heißt diese Strecke nun "The Elizabeth Line". Zur Unterstützung des Projektes wurde ein neues Schulungszentrum in Ost-London errichtet, bekannt als „Tunneling and Underground Construction Academy (TUCA)“.

Trotz TBM Ausbau wurden für ca. 12 km Bahnsteigtunnel, Passagen, Zugang- und Druckstollen, davon sollen 7.5 km dauerhaft bestehen, etwas 250'000 m<sup>3</sup> Spritzbeton erforderlich. In den Vorgaben für die Spritzbetonarbeiten, bekannt als KT20, ist zu lesen: "Die Düsenführer müssen über fünf Jahre Erfahrung im Tunnelbau mit Spritzbetonrobotern verfügen und entsprechende, vom Auftragnehmer ausgestellte Befähigungs- und Schulungszertifikate bzw. schriftliche Nachweise über frühere zufriedenstellende Arbeiten besitzen, die Übereinstimmung mit den Anforderungen des EFNARC Düsenführer Zertifizierungsschemas, mit ACI 506R-03 oder ähnlichen nationalen Normen belegen und dem Projektleiter zur Abnahme vorzulegen sind." Das EFNARC-Zertifikat wurde als die geeignete Lösung interpretiert, da sich die ACI-Norm auf das Handspritzen bezog und keine anderen nationalen Normen verfügbar waren.

Schnell stellte sich jedoch heraus, dass bei so viel Spritzbeton bei weitem nicht genügend EFNARC zertifizierte Düsenführer oder solche, die der Qualifikation und Erfahrung entsprechen würden, im Markt verfügbar waren. Auch schnelle Ausbildung und Zertifizierung neuer Düsenführer war keine Option, da die EFNARC Zertifizierungsanforderung von min. drei Jahre Erfahrung wenige Arbeiter erfüllten. Potentielle Düsenführer hatten sich oft Karriere mäßig weiterentwickelt und hatten bereits Jobs mit anspruchsvollerer Aufgabe/Verantwortung.

Zusammen mit der Organisation EFNARC fand TUCA eine Lösung, die darin bestand, einen "Provisional EFNARC Nozzleman Course (EFNARC P1)" einzuführen. Der Zweck des Kurses bestand darin, dass die Teilnehmer einen fünftägigen Kurs absolvieren und 240 Stunden Erfahrung im Spritzen vor Ort sammeln konnten, was dann die Anforderung von drei Jahren Erfahrung vor der Durchführung einer EFNARC Überprüfung ersetzen würde. Die festgelegte Grundausbildung dauerte vier bis fünf Tage, aber die Personen, die den Kurs besuchten, benötigten durchschnittlich sechs Monate, um das endgültige EFNARC-Zertifikat zu erhalten. Mehr als fünfzig Düsenführer konnten auf diese Weise das EFNARC Düsenführer-Zertifikat erlangen und wurden den Anforderungen des Crossrail Projektes gerecht.

Diese EFNARC P1 Ausbildung bestand aus drei Teilen: Theorie mit Prüfung, praktische Ausbildung und Erfahrung im Spritzen vor Ort. Die Theorie wurde während eines Tages durchgeführt und folgte den regulären Theorieinhalten von EFNARC einschließlich der Themen:

- Gesundheit, Sicherheit und Umwelt
- Betontechnologie
- Anwendung und Ausrüstung
- Normen und Prüfungen

Die praktische Schulung wurde in den TUCA-eigenen Einrichtungen durchgeführt, die zwei Spritzmaschinen und vier große Versuchsringe, in die man spritzen konnte, umfassten. Die praktische Schulung folgte einem Kursplan, bei dem die Kursteilnehmer die Geräte selbst, das Fahren der Geräte, die Bedienung der Ausleger und der Düse sowie die Reinigung und Wartung praktisch kennen lernen sollten.

Eines der Hauptherausforderungen dieses Weges waren neben beachtlichen Vorinvestitionen zur Realisierung, die während der Trainings anfallenden Kosten für Beton, Geräte und schließlich Entsorgung und Reinigung. Gefragt waren alternative Möglichkeiten, Kosten zu sparen ohne Einbuße der Qualität der Kurse. TUCA setzte hier auf moderne Simulator-Trainings (Bild 2), welche aus anderen Industrien schon bekannt waren. Ziel war es, möglichst realitätsnah Live-Spritzen zu simulieren und dabei Training und Assessment computergestützt für den Kurs einzusetzen. Nach einer Vorselektion fiel die Wahl schließlich auf die Partnerschaft mit der schwedischen Firma EDVIRT, welche hochwertige Software mit realitätsnaher Ausrüstung verknüpfte und Herstellerunabhängig für mehrere Spritzroboter entwickelt hatte.



*Bild 2: Simulator gestütztes Training (VR Brille und Original-Schaltarmatur). (Bild: EFNARC)*

Nachdem die Teilnehmer die Teile des EFNARC P1 Kurses inkl. Simulator-Unterstützung durchgearbeitet hatten, mussten sie vor Ort Erfahrungen sammeln und diese dokumentieren (Bild 3). Dies geschah in Form von Lehrgängen, bei denen die Teilnehmer ein "Spritz-Logbuch" führten. Bei Erreichen von 240 Spritzstunden konnten die Teilnehmer, wenn sie den EFNARC P1 Kurs bestanden hatten, eine traditionelle EFNARC Bewertung durchführen. Wenn sie diese Bewertung bestanden hatten, erhielten sie das vollständige EFNARC Düsenführer-Zertifikat.



*Bild 3: Live Spritzen unter Aufsicht zum Erreichen der geforderten Erfahrung nach erfolgreichem Theorie- und Simulator-Kurs. (Bild: EFNARC)*

#### **4. EFNARC C2**

Die Erfahrungen mit dem EFNARC Düsenführer Zertifizierungsschema und insbesondere im Projekt CROSSRAIL können folgendermassen zusammengefasst werden:

- Ausbildung und Training von zertifizierten Düsenführern hat klar an Bedeutung dazu-gewonnen und wird von der Industrie (Bauherrn, Planer, Zulieferer und Unternehmer) unterstützt.
- Die Zertifizierung muss aber auch für unerfahrene Bauarbeiter nach solider Ausbildung möglich sein.
- Die Qualifizierung sollte mit Ergebnisorientierten Methoden auf objektive Standards angehoben werden.

Angesichts der raschen Entwicklung moderner Beton-Spritzgeräte und neuer, speziell zuge-schnittener Mischungsdesigns ist eine kontinuierliche Schulung bei Spritzbetonarbeiten von entscheidender Bedeutung, unabhängig davon, ob das Spritzen von einem Anfänger oder einem erfahrenen Düsenführer durchgeführt wird.

Die Organisation EFNARC nahm dieses Thema mit Ihrer Arbeitsgruppe "Düsenführer Zertifizierungsschema" auf und lancierte an der Welt Tunnel Konferenz WTC 2019 in Neapel

das Zertifikat "EFNARC C2" [4]. Die erste Ausbildung EFNARC C2 fand im September 2019 im VersuchsStollen Hagerbach in Flums, Schweiz statt (Bild 4).

Ziel des neuen Kurses ist es, die weltweit anerkannte EFNARC Qualifikation weiter zu standardisieren und mit moderner Technik den Trainingseffekt zu steigern, aber auch konkret und objektiv messbar zu machen, bevor die letzte reale Bewehrung auf der Baustelle selbst erfolgt.



Bild 4: Erfolgreiche Teilnehmer des ersten Ausbildungskurses EFNARC C2 im VersuchsStollen Hagerbach, Flums. (Bild: EFNARC)

Da robotergestützter Spritzbeton weltweit in zunehmendem Masse im Tunnel- und Bergbau eingesetzt wird, muss die Branche auch neue Talente anziehen und Mittel für neue Bediener bereitstellen, damit diese geschult und als zukünftige Düsenführer zertifiziert werden können.

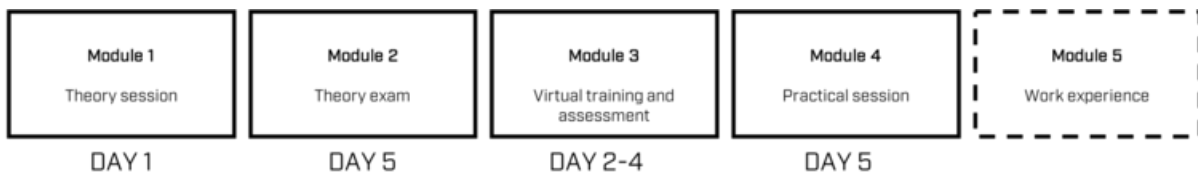


Bild 5: Ausbildungsschema EFNARC C2. (Bild: EFNARC)

Die Zertifizierung kann von Personen nach dem Besuch eines fünftägigen Kurses (Bild 5) einschließlich Theorie, standardisierter VR-Schulung mit ausgewählten Szenarien und Bewertung derselben sowie einer praktischen Sitzung erworben werden. Die Teilnehmer müssen außerdem einen Online-Theorietest mit Multiple-Choice-Fragen absolvieren, die aus der EFNARC Datenbank generiert werden. Vor Erhalt der endgültigen Zertifizierung müssen die Teilnehmer außerdem Unterlagen einreichen, die belegen, dass sie mindestens 40 Tage

Erfahrung im Maschinellen (Roboter)-Spritzen haben. Der Kurs und das Zertifikat richten sich somit sowohl an Anfänger als auch an erfahrene Bediener. Das Zertifikat ist fünf Jahre gültig. [5]

Weitere und aktualisierte Informationen sind via EFNARC Homepage erhältlich und Kurs-Anmeldungen sind jederzeit möglich.

## 5. Zusammenfassender Ausblick

Über 10 Jahre Engagement mit dem EFNARC Düsenführer Zertifizierungsschema haben wesentlich dazu beigetragen, dass die Qualität von Ausbildung und Training kontinuierlich angehoben werden konnte und dass sich neue Methoden zur objektiven Überprüfung der Trainingserfolge etablieren konnten. Qualifizierte Düsenführer sind für hochwertige und dauerhafte Bauwerke aus Spritzbeton elementar, insbesondere da die Automatisierung und Roboterisierung der Applikationsgeräte aber auch die Rezepturen der verwendeten Spritzbetone weiterentwickelt wurden und ein vertieftes Verständnis erfordern. Umgekehrt lernt auch die Industrie im Austausch mit den Düsenführern, wie Geräte und Betone optimiert werden können, um den Baustellen der Zukunft und den erhöhten Anforderungen an langlebige, nachhaltige Bauwerke gerecht zu werden. EFNARC und seine Mitglieder führen diese Entwicklungen weltweit an und setzen sich intensiv für die höchsten Industriestandards ein.

## 6. Literatur

- [1] EFNARC: [www.efnarc.org](http://www.efnarc.org)
- [2] EFNARC: interne Statistik, April 2019.
- [3] Odkrans, E.; Stubberfield, K.; Eckstein, M.; Dalmalm, Th.:  
Nozzleman qualifications - an increased focus on concrete spraying performance in ITA-AITES World Tunnel Congress, WTC2020 and 46<sup>th</sup> General Assembly, Malaysia, September 2020.
- [4] EFNARC:  
EFNARC C2. viewed August 2020, <https://efnarc.org/information-efnarcc2>
- [5] EFNARC:  
ENC C2 V1.1 2020-01-28, EFNARC Nozzleman Certification Scheme - EFNARC C2 - Training and Certification Plan. (<https://efnarc.org/publications>)

## Zu den Autoren

Dr. Michael Kompatscher

Studium der Physik an der UNI Wien, Dissertation in Physik/Werkstoffwissenschaften an der ETH Zürich, Marketing bei Fa. PROCEQ SA, BASF Construction Chemicals, MISAPOR SA, seit 2017 Geschäftsführer der VersuchsStollen Hagerbach AG.

*mkompatscher@hagerbach.ch*

Eric Odkrans

MSc. Chalmers School of Entrepreneurship, seit 2011 Gründer und Geschäftsleitung der Fa. EDVIRT (Software Entwicklung, Simulation, Training für Bergbau und Tunnelbau).

*eric.odkrans@evirt.com*

Max Eckstein

Internationaler Verkauf von Spritzmaschinen bei Putzmeister Ibérica SA, seit 2018 bei SIKA Aliva. Präsident des Industrieverbands EFNARC (Authoritative Voice of Contractors, Manufacturers, Raw Material Suppliers and Consultants in the Specialized Construction and Concrete Systems Industry).

*eckstein.max@ch.sika.com*