Weiterbildung nach Maß: Lehrgang „TUSI – Tunnelsicherheit in Bau und Betrieb“

Jürgen Löschnauer¹, Robert Galler², Robert Wenighofer² und Nicole Wohltran¹

¹Außeninstitut, Montanuniversität Leoben, Leoben, Österreich

²Lehrstuhl für Subsurface Engineering, Montanuniversität Leoben, Leoben, Österreich

Eingegangen 4. November 2019; angenommen 7. November 2019; online publiziert 2. Dezember 2019

Zusammenfassung: Die Sicherheit von Tunnelbauwerken ist ein Querschnittsthema, das verschiedene Interessensgruppen von der Planung über den Bau bis zum Betrieb betrifft. Im Rahmen des Qualifizierungsprojektes „TUSI – Tunnelsicherheit in Bau und Betrieb“ waren alle Projektpartner an der Konzeption der 9 Ausbildungsmodule beteiligt. Das erworbene Wissen wurde von den TeilnehmerInnen in einem Praxisprojekt umgesetzt. Zur sichtbaren Darstellung der Fachkompetenz erfolgte eine Personenzertifizierung nach den Anforderungen der ISO 17024. Mit dem Projekt wurde der Grundstein für die Entwicklung eines internationalen Universitätslehrganges auf dem Gebiet der Tunnelsicherheit gelegt.

Schlüsselwörter: Tunnelbau, Tunnelsicherheit, Interdisziplinär, ZAB, Lehrgang

**Customized Further Education: Advanced Training
“TUSI—Tunnel Safety in Construction and Operation”**

Abstract: The safety of tunnels is a cross-cutting issue that affects various stakeholders from planning to construction and operation. As part of the qualification project “TUSI—Tunnel Safety in Construction and Operation”, all project partners were involved in the design of the 9 training modules. The acquired knowledge was implemented by the participants through a practical project. For the visible representation of the professional competence a personal certification according to the requirements of ISO 17024 was carried out. The project laid the foundation for the development of an international university course in the field of tunnel safety.

Keywords: Tunnelling, Tunnel Safety, Interdisciplinary, ZAB, Advanced training

1. Einleitung

Das Thema Weiterbildung und Höherqualifizierung von MitarbeiterInnen ist ein entscheidender Wettbewerbsfaktor für Unternehmen und stärkt die eigene Innovationskraft. Mit dem Förderungsprogramm „Forschungskompetenzen für die Wirtschaft“ unterstützt das Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort österreichische Unternehmen im systematischen Aufbau und in der Höherqualifizierung von Forschungs- und Innovationspersonal. Gleichzeitig soll für Universitäten und Fachhochschulen die Möglichkeit geschaffen werden, einen verbesserten Einblick in das benötigte Know-how von Unternehmen zu erhalten und so marktnahe Bildungsangebote zu erarbeiten [1].

Das Programm beinhaltet drei Förderinstrumente: Qualifizierungsseminare für den Kompetenzaufbau, Qualifizierungsnetze für die Kompetenzvertiefung und Innovationslehrgänge für die Kompetenzerweiterung. Die jeweilige Qualifizierungsmaßnahme muss in Kooperation zwischen Universitäten/Fachhochschulen und Unternehmen aufgesetzt werden. Die Themensetzung folgt dem Qualifizierungsbedarf des Unternehmensnetzwerkes und fokussiert auf Themenfelder, in denen systematische qualitative und quantitative Defizite im Qualifizierungsangebot vorliegen. Die Qualifizierungsprojekte werden in Form eines Konsortiums eingereicht. Die erforderlichen Partnerstrukturen für die geförderten Vorhaben können dabei neu aufgebaut werden oder auf bereits bestehenden Netzwerkstrukturen basieren. Die Konsortialführung ist von einem wissenschaftlichen Partner mit Standort in Österreich zu übernehmen [2].

Dipl.-Ing. J. Löschnauer (✉)
Außeninstitut,
Montanuniversität Leoben,
Franz-Josef-Straße 18,
8700 Leoben, Österreich
juergen.loeschnauer@unileoben.ac.at

2. Herausforderung Tunnelsicherheit – ein Querschnittsthema über den gesamten Lebenszyklus

Tunnel spielen in der Infrastruktur der modernen Welt eine immer größere Rolle. Mit zunehmender Verstädterung – mehr als die Hälfte der Weltbevölkerung lebt heute bereits in Städten – wird der Druck, städteverbindende Systeme durch Frei- und Landschaftsräume zu führen, immer größer. Zu den Tunnelbauwerken gehören neben den klassischen Straßen- und Eisenbahntunnels auch die U-Bahnen und größere Wasserversorgungs- und -entsorgungstunnels.

Untertägige Infrastrukturanlagen ermöglichen zwar die Entwicklung effizienterer Straßen-, Bahn- und Nahverkehrsnetze, bringen aber vor allem in puncto Sicherheit eigene Herausforderungen mit sich. Aus diesem Grund sind Maßnahmen erforderlich, die den Verlust von Menschenleben verhindern, Sachschäden bei einem Störfall auf ein Minimum reduzieren und diese für die moderne Wirtschaft so wichtigen Verkehrsadern offen halten. Nach einem Brand 2008 im Eurotunnel, der Frankreich und England verbindet, mussten der Tunnel geschlossen und 60 Mio. € teure Reparaturarbeiten durchgeführt werden. Erst im Februar 2009 konnte er wieder in Betrieb genommen werden. Die dreijährige Schließung des Mont-Blanc-Tunnels nach dem Brand von 1999 kostete die italienische Wirtschaft fast 2 Mrd. €; die eigentlichen Reparatur- und Modernisierungskosten lagen bei 230 Mio. €. [3].

Sicherheit von Tunnelbauwerken ist ein Querschnittsthema, das viele Aspekte berücksichtigen muss. Nicht nur Bauwerk und Ausrüstung, sondern auch die Benutzer, deren Fahrzeuge, ebenso das Betriebs- und Notfallmanagement und die damit befassten Personen, d.h. technische und menschliche Faktoren sind dabei eng miteinander verflochten. Sicherheitsfragen begleiten einen Verkehrstunnel über seinen gesamten Lebenszyklus – vom Beginn der Planung über die Bauherstellung bis zur Inbetriebnahme und in der gesamten Betriebsphase. Wesentlich ist dabei, diesen Aspekt möglichst frühzeitig in den Planungsprozess zu integrieren. Die eingesetzten Planungswerkzeuge müssen diesen Anforderungen hinsichtlich Komplexität und Flexibilität gerecht werden und erfordern daher innovative Lösungen.

3. Stand des Wissens in den Unternehmen – Umfrage in der Branche

Von Mitte September bis Mitte Oktober 2015 wurde vom Lehrstuhl für Subsurface Engineering der Montanuniversität Leoben eine Umfrage unter führenden Unternehmen der Branche durchgeführt, bei der einerseits das bestehende Know-how und andererseits die Potenziale für eine Wissensvertiefung und -erweiterung bzgl. Sicherheit Untertage erhoben wurde.

Es zeigte sich, dass die Unternehmen der Branche eine hohe Spezialisierung im Bereich der Produkt- und Dienstleistungspalette haben, jedoch das Wissen über die gesamte Prozesskette bei den einzelnen Unternehmen der

Branche nur punktuell vorhanden ist. Des Weiteren ist der Zugang zu am Markt befindlichen Technologien und vorhandenem Know-how sowie zu Forschungseinrichtungen wichtig, um so die eigenen Produkte und Dienstleistungen optimieren zu können [4].

4. Förderantrag und Konzeptionierung sowie Durchführung des Lehrgangs „TUSI – Tunnelsicherheit in Bau und Betrieb“

Da es nach dem Vorliegen der Ergebnisse der Umfrage zum Thema Sicherheit Untertage nur Einzelveranstaltungen oder Ausbildungen zu Randthemen, aber keine umfassende Qualifizierung gab, war es naheliegend, im eingangs beschriebenen FFG-Förderprogramm ein Pilotprojekt für eine Qualifizierung im Bereich der Tunnelsicherheit einzureichen. Die Thematik ist ein Querschnittsthema über den gesamten Lebenszyklus und erfordert somit eine umfangreiche längerfristige Qualifizierungsmaßnahme. Daher wurde das Förderinstrument „Innovationslehrgang“ gewählt.

Ziel des bei der FFG eingereichten Projekts „Erhöhung der Sicherheit Untertage durch innovative Technologien und Prozesse in Planung, Ausführung und Betrieb“ war es, die Innovationskompetenz in technologisch versierten Unternehmen der gesamten Branche zu stärken und den Erfahrungsaustausch zwischen den innovativen Unternehmen in Österreich nachhaltig zu steigern. Damit sollen neue Technologien und Prozesse für die Tunnelsicherheit gefördert werden. Zur Erreichung dieses Ziels wurde in einem zeitlich befristeten Konsortium für die Unternehmen ein maßgeschneidertes Ausbildungsprogramm entwickelt, das sowohl theoretisches als auch praktisch verwertbares Wissen rund um die Planungs-, Bau- und Betriebsphase von Tunnelbauwerken vermittelt.

Der FFG-Antrag wurde am 30. November 2015 eingereicht und nach einem 2-stufigen Auswahlverfahren am 7. März 2016 genehmigt. Als Projektdauer wurde 1. April 2016 bis 31. März 2019 festgelegt. Die Koordination und wissenschaftliche Leitung des aus 19 Partnern bestehenden Konsortiums erfolgte durch den Lehrstuhl für Subsurface Engineering der Montanuniversität Leoben (MUL), der sich in Forschung und Lehre schwerpunktmäßig mit praxisnahen Themen des Tunnelbaus, des Tiefbaus und der Geotechnik auseinandersetzt. Als MUL-interner Partner stand das Außeninstitut bei der FFG-Antragstellung und Projektdurchführung zur Seite. Weitere Mitglieder des Konsortiums waren die Partnerunternehmen FOGTEC, NET-Automation, Hottinger Baldwin Messtechnik, Sandvik, JES Elektrotechnik, Wimmer Felstechnik, Geoconsult, ILF, TU Graz, FVT, Dräger, Geodata, PORR, AQUASYS, Dürr Austria, IBS, Berufsfeuerwehr Linz und AUVA (Reihenfolge lt. FFG-Vertrag).

Das Projekt gliederte sich in die Arbeitspakete Konzeption des Ausbildungsteils, Konzeption des Kompetenznachweises und Erstellung des Zertifizierungsprogramms, Durchführung der Ausbildung, Durchführung der Transferprojekte und Kompetenznachweis. In einem ersten Schritt erfolgte in mehreren Workshops die interdisziplinäre Abstimmung zwischen allen Partnern zum Inhalt und Ablauf

Abb. 1: Theoretische und praktische Ausbildungseinheiten

der Qualifizierungsmaßnahme. Dabei wurde besonders auf innovative Ausbildungsinhalte sowie auf die Ausgewogenheit von theoretischen und praktischen Inhalten über die gesamte Prozesskette des Tunnelbaus hinweg geachtet. Aufgrund des innovativen Charakters der Qualifizierung wurde auch den fachlichen Diskussionen und dem Erfahrungsaustausch zwischen den TeilnehmerInnen ein breiter Rahmen gegeben. Alle Vortragenden sind Experten ihres Fachgebiets mit starkem Praxisbezug im Bereich der Tunnelsicherheit bzw. der angrenzenden Themengebiete und Querschnittsthemen. Das Ergebnis dieser Phase war ein Curriculum mit 9 Modulen zu je drei Tagen für die Planungs-, Bau- und Betriebsphase von Tunnelbauwerken. Der allgemeine Qualifikationsstatus der TeilnehmerInnen wurde bei der Gestaltung der Ausbildungseinheiten berücksichtigt.

Das Ausbildungsprogramm umfasste folgende Module für die Planungs-, Bau- und Betriebsphase von Tunnelbauwerken:

- Einführung in den Tunnelbau
- Fokus auf Tunnelsicherheit
- Wahl der optimalen Tunnelvortriebsmethode und Sicherheit
- Tunnelbagger und deren spezifische Arbeitswerkzeuge sowie flexible Einsatzgeräte im Tunnelbau
- Sicherheit rund um die Baumaschinen Untertage

- ZAB – Zentrum am Berg und BIM
- Grundlagen der Tunnelsicherheit in der Betriebsphase
- Technische Sicherheitsanforderungen an Tunnelbauwerke
- Tunnelsicherheit am Beispiel des Brenner Basistunnels
- Tunnelsicherheit durch Brandschutz
- Tunnelausrüstung
- Messtechnik im Tunnelbau
- Brand im Tunnelbau

Die Einheiten fanden teilweise direkt bei den Know-how-Trägern statt und ermöglichten dadurch einen breiten Erfahrungsaustausch zwischen den TeilnehmerInnen und den innovativen Partnerunternehmen sowie den in Österreich relevanten Organisationen zur Förderung neuer Technologien und Prozesse für die Tunnelsicherheit. Abgerundet wurde das Ausbildungsprogramm durch Exkursionen zu realen Tunnelbaustellen, Betriebsstandorten der beteiligten Unternehmen, Standorten von Berufs- und Landesfeuerwehren etc. (Abb. 1).

Abb. 2: Das Personenzertifikat

ZERTIFIKAT | CERTIFICATE

ISO/IEC 17024

Akademischer Tunnelsicherheitstechniker

Herr

Max Mustermann

geboren am 01.01.19XX

hat am 01.01.20XX in Musterort die Prüfung "Akademische(r) des Konsortiums der Lehrenden der Qualifizierungsmaßnahme "TUSI in Bau und Betrieb" entsprechend dem Zertifizierungsprogramm von SystemCERT erfolgreich abgelegt und somit die Voraussetzungen für den Einsatz als "Akademische Tunnelsicherheitstechnikerin" nachgewiesen.

Dem Zertifikatsinhaber wird durch diesen Kompetenznachweis bescheinigt, sich die erforderlichen Kenntnisse und Fertigkeiten wie folgt angeeignet zu haben:

Kenntnisse	Fertigkeiten
Grundkenntnisse der Planung und Herstellung von Tunnelbauwerken	Auswahl eines sicheren Vortriebsverfahrens
Tunnelsicherheit im Bau und Betrieb	Auslegung von Tunnelsicherheitseinrichtungen für den Bau und Betrieb
Maschinenauswahl für den Tunnelbau	Erkennen der Gefahrenpotentiale und festlegen sicherheitstechnischer Aspekte in Bezug auf Maschinen im Tunnelbau
Lüftungskonzepte für Tunnelbauwerke in Bau und Betrieb	Umsetzung der Grundlagen zur lüftungstechnischen Auslegung von Tunnelbauwerken im Bau und Betrieb
Tunnelsicherheit aus dem Blickwinkel der Einsatzorganisationen	Festlegen von Selbst- und Fremdrettungsmaßnahmen in der Bau- und Betriebsphase
Grundlagen des Brandschutzes im Tunnelbau	Mitarbeit bei der Auslegung des Brandschutzes im Tunnelbau
Grundlagen der Tunnelausrüstung	Mitarbeit bei der Auslegung der Ausrüstung von Tunnelbauwerken
Grundlagen der Messtechnik im Tunnelbau	Mitarbeit bei der Auslegung der Messtechnik im Tunnelbau

Die Anwendung dieser Kenntnisse und Fertigkeiten wurden im Rahmen der Praxisarbeit und im Verlauf der Prüfung dargelegt, wodurch die Kompetenz nachgewiesen wurde.

Die aus diesem Zertifizierungsprogramm resultierende Qualifikation ist nach einer Selbsteinschätzung der Steuerungsgruppe des Zertifizierungsprogrammes dem Niveau 5 des europäischen Qualifikationsrahmens zuzuordnen.

Das angewendete Zertifizierungsverfahren entspricht sämtlichen internationalen Richtlinien der ISO 17024.

Zertifikat Nr.: 99.9999.999.10

gültig bis: 01.01.20XX

PrüferIn: Paul Prüfer

Leoben, den 01.01.20XX

SYSTEMCERT
Zertifizierungsges.m.b.H.

Akkreditiert durch das Bundesministerium
Parkstraße 11 | A-8700 Leoben | tel. +43 (3842) 48476 | fax +43 (3842) 48476-4 | office@systemcert.at | www.systemcert.at

Dipl.-Ing. Franz Gruber
Geschäftsführer

5. Transferprojekte zur Verankerung des Erlernten sowie Vernetzung von Wissenschaft und Unternehmen

Wesentlicher Bestandteil der Qualifizierungsmaßnahme waren neben den Lehrmodulen die Transferprojekte. Wenn Weiterbildung nachhaltig wirksam sein soll, muss das Gelernte in betriebliche Organisationsentwicklungsprozesse integriert werden. Transferprojekte sollen dabei unterstützen, das in den Modulen theoretisch und praktisch erlernte Wissen laufend und unmittelbar in die beteiligten Unter-

nehmen zu transferieren, es in der Praxis auszuprobieren und somit zu verstetigen.

Im Zuge des Ausbildungsprogramms wurden 5 verschiedene Transferprojekte mit in Summe 19 Detail-Fragestellungen in Teams bearbeitet:

- Sicherheitstechnische Ausrüstung von modernen Straßen- und Eisenbahntunnelanlagen
- Alternative Überlegungen zur Arbeitssicherheit in der Planungs-, Bau- und Betriebsphase anhand der Randbedingungen der Tunnel Stadlau/Hirschstetten
- Brandversuche im Maßstab 1:1

- Sicherheit von Maschinen im Tunnelbau
- Sicherheitstechnische Beurteilung von unterschiedlichen Tunneltrassen-Varianten beim ÖBB-Projekt „Schleife Selzthal“

Für jedes Transferprojekt gab es Unterstützung seitens der wissenschaftlichen Partner. Rahmenbedingungen, Strukturen und Abläufe waren in einem Projektplan festgelegt. Eine regelmäßige Status-Besprechung im Rahmen der Ausbildungsmodule gewährleistete die rechtzeitige Erkennung von Zielabweichungen. Am Ende des Transferprojektes legten die TeilnehmerInnen einen Projektendbericht vor. Durch die Vernetzung von Wissenschaft und Unternehmen konnten wichtige Impulse für weitere gemeinsame F&E-Aktivitäten der Partner im Konsortium gesetzt werden [5].

6. Personenzertifizierung nach den Anforderungen der ISO 17024

Zur sichtbaren Außendarstellung der Qualität des Ausbildungsprogrammes wurde bereits bei Projektbeginn eine Personenzertifizierung der TeilnehmerInnen angestrebt (Abb. 2). Qualifizierungen mit Zertifizierung nach den Anforderungen der ISO 17024 erfordern die Erstellung eines Zertifizierungsprogrammes. Dazu wurde ein Zertifizierungsausschuss einberufen, in dem alle relevanten Interessensgruppen abgebildet waren.

Im Programm-Dokument sind der Bedarf an der Qualifizierung nachgewiesen, der Einsatzbereich der Kompetenz beschrieben, die Verantwortungen festgelegt, die Zielgruppe definiert, die Ausbildungsinhalte und der Ausbildungsumfang dargestellt, die Voraussetzungen zur Zertifizierung ausgeführt sowie die Abwicklung, die Evaluierung und die Gültigkeit der Prüfung beschrieben. Als zusätzliche Punkte sind die Zulassung, Auswahl und Überwachung der Vortragenden und der PrüferInnen (Kompetenznachweis), das Ausbildungsniveau nach EQF (European Qualifications Framework)-Deskriptoren sowie die Rechte und Pflichten der ZertifikatsinhaberInnen angeführt. Die Abwicklung der Zertifizierung wird von einer akkreditierten Zertifizierungsstelle begleitet und überwacht [6].

Für die Personenzertifizierung ist lt. Zertifizierungsprogramm in Übereinstimmung mit den genormten Vorgaben die Fachkompetenz durch eine schriftliche Prüfung, eine Praxisarbeit und eine Befragung durch eine Fachkommission (PrüferInnen) nachzuweisen. Mit der Durchführung von Transferprojekten als Praxisarbeit und dem Kompetenznachweis soll gesichert werden, dass das erlernte Wissen auch praktisch umgesetzt werden kann. Die längerfris-

tige Vernetzung mit der Universität ist durch die erforderliche Rezertifizierung vor Ablauf des Zertifikates gegeben. Für diese ist die Absolvierung einer weiterführenden Ausbildung und die berufliche Anwendung nachzuweisen.

7. Ausblick

Mit dem durch das Förderprogramm „Forschungskompetenzen für die Wirtschaft“ geförderten Projekt „Erhöhung der Sicherheit Untertage durch innovative Technologien und Prozesse in Planung, Ausführung und Betrieb“ wurde der Grundstein für die Entwicklung eines internationalen Universitätslehrganges auf dem Gebiet der Tunnelsicherheit gelegt, der von den teilnehmenden Partnerunternehmen gemeinsam mit der Montanuniversität Leoben aufgebaut wird.

Funding. Open access funding provided by Montanuniversität Leoben.

Open Access Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Literatur

1. Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort: <https://www.bmdw.gv.at/Themen/Wirtschaftsstandort-Oesterreich/KMU/Forschungskompetenzen-für-die-Wirtschaft-.html> (Zugriff: 22.10.2019)
2. Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH: <https://www.ffg.at/ausschreibung/innovationslehrgaenge-4-ausschreibung> (Zugriff: 22.10.2019)
3. Christof Maas: Tunnelsicherheit: ein immer wichtigeres Thema in einer zunehmend urbanisierten Welt, Siemens Solutions 2013, <https://siemens.ch/solutions/> (Zugriff: 22.11.2015)
4. Galler, R.; Löschnauer, J.: FFG-Projektantrag „Erhöhung der Sicherheit Untertage durch innovative Technologien und Prozesse in Planung, Ausführung und Betrieb“, eingereicht am 30.11.2015, S. 14-15
5. Löschnauer, J.; Galler, R.; Wenighofer, R.: FFG-Projektendbericht „Erhöhung der Sicherheit Untertage durch innovative Technologien und Prozesse in Planung, Ausführung und Betrieb“, eingereicht am 23.07.2019, S. 45-59
6. SystemCERT Zertifizierungsges.m.b.H.: Zertifizierungsprogramm „Akademische/r Tunnelsicherheitstechniker/in“, Rev.02 / Stand: Oktober 2018

Hinweis des Verlags. Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.