

# PRÄVENTION VON KATASTROPHENSZENARIEN UNTERTAGE

## Forschung und Entwicklung sowie Ausbildung und Training am Zentrum am Berg (ZaB)

**PREVENTION OF DISASTER SCENARIOS UNDERGROUND - RESEARCH AND DEVELOPMENT AS WELL AS EDUCATION AND TRAINING AT "ZENTRUM AM BERG" (ZAB)**

---

**Robert Galler** (Montanuniversität Leoben), **Peter Hofer** (Theresianische Militärakademie), **Manuel Kühbacher**, **Nina Gegenhuber** & **Bernhard Reinwald** (Montanuniversität Leoben)

---

### KEYWORDS:

Untertägige Anlagen; Zentrum am Berg; Katastrophenmanagement; Tunnelbau; Einsatzorganisationen

### KURZFASSUNG

Das Zentrum am Berg ist ein europaweit einzigartiges Forschungs- und Entwicklungszentrum sowie Trainings- und Ausbildungszentrum. Es bietet mit seinen zwei Straßen- und Eisenbahntunneln und darüber hinaus einem Versuchsstollen die optimale Umgebung für Entwicklung und Durchführung von Projekten im Rahmen des Katastrophenschutzes von untertägigen Ereignissen, wobei die Projekte am ZaB nicht auf dieses Themenfeld beschränkt sind.

### ABSTRACT

The Zentrum am Berg is a research and development facility as well as a training and education center that is unique in Europe. With its two road and rail tunnels and an ex-

perimental tunnel, it offers the ideal environment for the development and implementation of projects in the context of disaster control for underground events, although the projects at the ZaB are not limited to this topic.

### 1. EINLEITUNG

Österreich verfügt über eine große Anzahl an untertägigen Infrastrukturanlagen wie Straßen- oder Eisenbahntunnel, U-Bahn-stationsbauwerke und -streckenröhren, Energieversorgungsanlagen, Wasserver- und -entsorgungsanlagen, Kommunikationsinfrastrukturen, untertägige Bergbauanlagen, Tiefgaragen, Bergbahnen und ähnliche. Alleine bei Straßentunnelanlagen sind derzeit insgesamt ca. 160 Tunnel mit mehr als 380 km Länge in Betrieb, bei Eisenbahntunnelanlagen sind es ca. 250 Anlagen mit einer Gesamtlänge von mehr als 250 km. Die Brandkatastrophen von Kaprun, im



Abbildung 1: Real-Übungsszenarien Untertage (c) Montanuniversität Leoben

Mont Blanc- und im Tauerntunnel aber auch Terroranschläge wie jene in der Londoner und St. Petersburger U-Bahn sowie das Grubenunglück Lassing gaben Anlass zur Intensivierung der Anstrengungen für die Erhöhung der Sicherheit in Untertagebauwerken sowohl in der Bau- als auch der Betriebsphase. Die vergangenen Ereignisse verdeutlichen neben der Notwendigkeit einer akteursübergreifenden Zusammenführung und Weiterentwicklung von Kompetenzen im Bereich der Einsatzorganisationen (Abb.1), auch die Realisierung einer geeigneten Forschungs- und Trainingsumgebung zur Verbesserung bei der Abwicklung von Einsätzen in Untertage-Infrastrukturen.

Durch die Koordination und Mitarbeit an zahlreichen Forschungsprojekten in den Bereichen der Katastrophenbewältigung, Führungsunterstützung und Zusammenarbeit von Einsatzkräften, kann die Montanuniversität Leoben mit dem Lehrstuhl Subsurface Engineering auf ein fundiertes Know-how in diesen Bereichen verweisen. In Verbindung mit dem am steirischen Erzberg errichteten „Zentrum am Berg“, welches eine europaweit einzigartige und unabhängige Forschungs- und Trainingsinfrastruktur rund um den Bau und den Betrieb von Untertageanlagen darstellt, verfügt

die Montanuniversität Leoben über ein weiteres Alleinstellungsmerkmal in der europäischen Universitätslandschaft. Dieses Zentrum ermöglicht Forschung auf höchstem Niveau in Bezug auf alle Problemstellungen den untertägigen Infrastrukturbau betreffend, wie beispielsweise die Weiterentwicklung bestehender und Generierung neuer Sicherheitstechniken. Es ermöglicht den Einsatz und die Erprobung neuer Materialien und Ausstattungsvarianten sowie die Anwendung alternativer Tunnellüftungssysteme. Auch für die gesamte Ausrüstungstechnik inklusive der im Tunnel integrierten Löschsysteme und der Unfallfrüherkennung ergeben sich völlig neue Perspektiven.

Aus dem umfangreichen Portfolio der durch den Lehrstuhl Subsurface Engineering in Verbindung mit dem Zentrum am Berg durchgeführten Projekte können exemplarisch ETU-ZaB, TUCO, NIKE-SubMoveCon und NIKE-Bluetrack besonders hervorgehoben werden. Ebenso wurde das ZaB im Zuge der Ironore2019 Schauplatz von Großschadenslagen, welche äußerst realitätsnah dargestellt wurden (Abb. 2). Das Projekt war eine Großübung (etwa 30 unterschiedliche Szenarien) mit der Beteiligung von Teams aus Slowenien, Ungarn und Deutschland, sowie weiteren Experten aus Schweden, Spanien, Griechenland und Frankreich (European Union Civil Protection Team). Es konnten wichtige Erfahrungen gesammelt werden und es zeigte sich eindrucksvoll, welches Potential und Möglichkeiten das Zentrum am Berg in Zusammenhang mit Realtrainings bietet.

## 2. ZENTRUM AM BERG - ZAB

Mit Fertigstellung der Neubaustrecken der Eisenbahninfrastruktur und nach Lückenschluss des Autobahnstraßennetzes wird der Öffentlichkeit in Österreich eine moderne Infrastruktur mit mehreren 100 km an Tunnelstrecken zur Verfügung stehen. Wenngleich diese nach aktuell modernstem Sicherheitsstandard ausgebaut wird bzw. sind, können Unfälle, weiterhin nicht gänzlich ausgeschlossen werden.



Abbildung 2: Ironore 2019 (c) Montanuniversität Leoben

Aber auch komplexe Szenarien, wie sie sich in Folge von Terroranschlägen ergeben können, müssen Berücksichtigung finden. „Einsätze in Untertagebauwerken stellen an sich schon eine große Herausforderung dar, aber fehlende Beleuchtung und Belüftung, die Umfeldbedingungen in einer weitverzweigten Infrastruktur sowie ein Gegner, der diese Faktoren im Rahmen eines hybriden Ansatzes gezielt ausnützt, werden zu einem komplexen Szenario, das die Einsatzkräfte rasch an ihre Leistungsgrenzen bringt.“ (Hofer 2018, S. 540)

Aus volkswirtschaftlicher Sicht scheint es daher geboten:

- » dem Wissenschafts- und Wirtschaftsbereich der Geotechnik sowie des Berg- und Tunnelbaus für Forschungsleistungen auf höchstem Niveau in einem in-situ Umfeld
- » den Wissenschafts- und Wirtschaftspartnern der Messtechnik von der Geophysik bis zur Geotechnik, sowie der Aero- bis Thermodynamik
- » den Einsatzorganisationen von der Feuerwehr über die Rettungsorganisationen bis hin zur Exekutive und dem Katastrophenschutz sowie dem Österreichischen Bundesheer
- » den zahlreichen Wirtschaftspartnern der Zulieferindustrie für das Berg- und Bauwesen, sowie der Ausrüstungs- und der Sicherheitstechnik
- » dem Wartungs- und Instandhaltungspersonal zum Zwecke ihrer Ausbildung
- » sowie den künftigen Tunnelnutzern wie beispielsweise Führerscheinneulingen
- » ein Forschungs-, Ausbildungs-, Trainings- und Schulungszentrum nach dem jeweiligen state-of-the-art zur Verfügung zu stellen.

Die EU Kommission hat in ihrem Programm zur Erhöhung der Sicherheit in Straßen- und Eisenbahntunnel unter anderem die Errichtung von Versuchszentren zur Erforschung von Brandverhalten, Sensorik und Rauchgasausbreitung, für Bauteiltests aber auch zur Abhaltung von Schulungen und Trainingsprogrammen angeregt. Bis dato konnten in Spanien (Gijon) und Norwegen (Runehamer) Anlagen mit derartigen Funktionen in Betrieb genommen werden. In der Schweiz – außerhalb der EU – wurden vergleichbare Anlagen in Balsthal und Lungern errichtet.

Bislang musste man sich ausländischer Einrichtungen zur Durchführung von Forschungsarbeiten in entsprechenden Fachbereichen bedienen, mit dem „Zentrum am Berg“ steht nunmehr in Österreich eine Anlage für Nutzer aus ganz Mitteleuropa zur Verfügung. Internationale Messen, an welchen Konzerne verschiedenster Sparten teilnehmen, werden zur Knüpfung von neuen Kontakten und langfristigen Kooperationen führen und die Positionierung Österreichs am weltweiten Markt sichern. Das ZaB eröffnet breit gefächerte Nutzungsmöglichkeiten und schafft dadurch den Raum, um Forschung und Entwicklung verschiedenster Fachdisziplinen zu vereinen.

## DREI EINFAHRTSPORTALE FÜNF TUNNELRÖHREN

Die Untertage-Forschungsanlage besteht aus zwei parallel geführten Eisenbahntunneln und zwei parallel geführten Straßentunneln, sowie einem Versuchsstollen und einem alten Stollensystem (Abb. 3). Die Tunnel sind über drei Einfahrtssportale erreichbar und unter Tage durch eine Kaverne miteinander verbunden. Insgesamt stehen somit fünf Tunnelröhren für Forschungs- und Testzwecke zur Verfügung.

## STRASSENTUNNEL

Die Tunnel sind voll ausgestattet und gemäß der Richtlinie für Tunnelquerschnitte (RVS 09.01.22) ausgelegt. Die Fahrbahnbreite der Straßentunnel wurde für eine Projektierungsgeschwindigkeit von 100 km/h festgelegt. Die lichte Höhe des Verkehrsraums über der Fahrbahn beträgt 4,70 m. Es wurden gängige Lüftungssysteme (Längs- und Quertlüftung) eingesetzt, wodurch auch Untersuchungen bei sehr hohen Brandlasten (z.B. LKW Brand) möglich sind. Die Straßentunnel sind zudem mit einer Löschwasserleitung, Hochdrucksprühnebelanlage, Notruf- sowie Feuerlöschnischen und Wandhydranten ausgestattet. Der Fluchtweg wird durch Fluchtweghinweis und -orientierungsleuchten sowie Orientierungstafeln gekennzeichnet.

## EISENBAHNTUNNEL

In einem der beiden Eisenbahntunnel des Zentrums am Berg wurde auch ein Innenausbau vorgesehen. Dies ermöglicht Untersuchungen auch unter Verwendung von Doppelstockwagen. Anstelle einer festen Fahrbahn wurde ein Schotteroberbau gewählt, wobei die Abmessungen gemäß den Planungsunterlagen „Feste Fahrbahn“ unverändert blieben.

Die voll ausgestatteten Straßen-, Eisenbahn- und Versuchstunnel erlauben unterschiedlichste Trainingsmöglichkeiten und Versuchsdurchführungen für Einsatzkräfte, sowie für Betriebs- und Instandhaltungspersonal. Damit soll entscheidend zur Erhöhung der Sicherheit von Nutzern von unterirdischen Verkehrsanlagen beigetragen werden. Anhand von Schulungen soll auch die Instruktion von Service- und Instandhaltungspersonal stattfinden und die praktische Ausbildung für facheinschlägige Berufe ermöglicht werden. Für das Schulungsprogramm stehen zur Verfügung:

- » Die Erprobung von Evakuierungsszenarien unter Einsatz unterschiedlicher Schutz- und Leiteinrichtungen sowie Signaltechnik
- » Versuche mit automatisierten Brandbekämpfungssystemen
- » Trainings bei sehr hohen Brandlasten (z.B. LKW Brand)
- » Auswirkung unterschiedlicher Betriebsszenarien für Anlagen- und BetriebstechnikerInnen
- » optimierte Abwicklung von Wartungsvorgängen
- » Ausbildungen für facheinschlägige Berufe

Forschung, Entwicklung und Training zu komplexen unterirdischen Einsatzszenarien werden durch die Ausdehnung des Zentrums am Berg sehr begünstigt, da eine in Betrieb be-



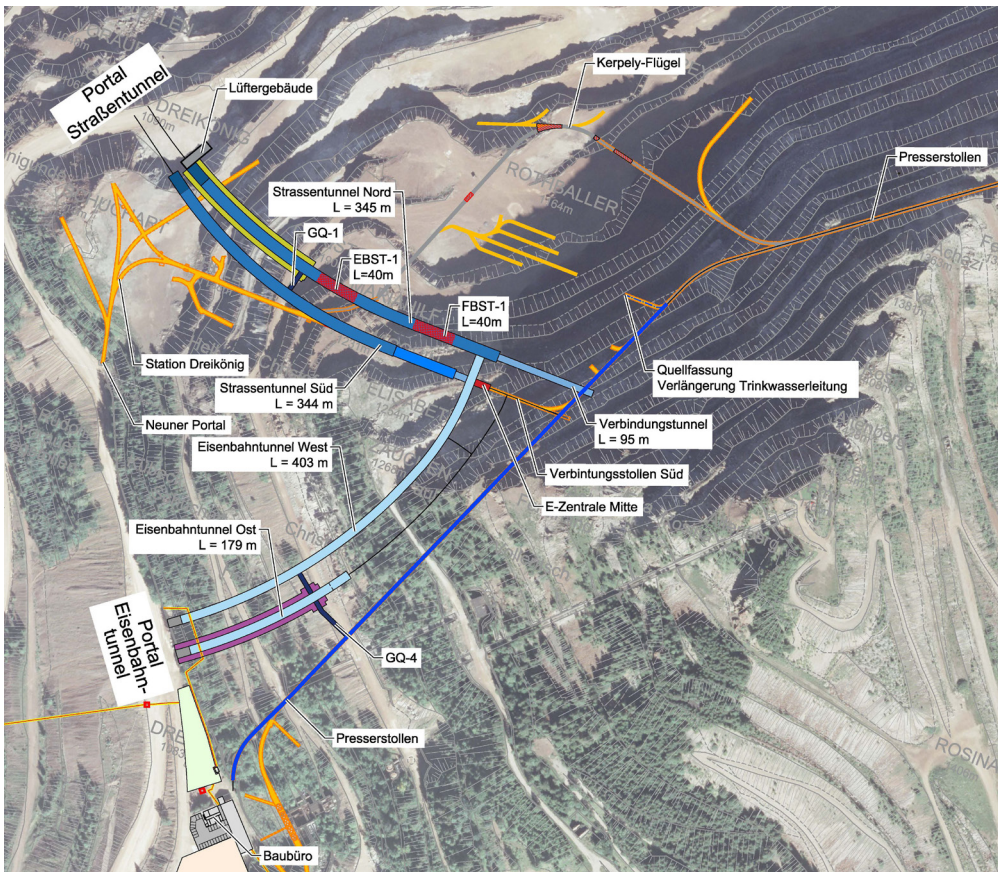


Abbildung 3: Übersicht Zentrum am Berg, (Grafik: ZaB, Orthofoto: data.gv.at)

findliche Anlage in diesem Ausmaß durch einen Betreiber nicht dauerhaft zur Verfügung gestellt werden kann. Die folgenden gewählten Projekte sollen einen Überblick über die breite Forschungsarbeit zum Thema Katastrophenschutz am ZaB geben.

### 3. TUSI - TUNNELSICHERHEIT IN BAU UND BETRIEB

Da es nach dem Vorliegen der Ergebnisse der Umfrage zum Thema Sicherheit Untertage nur Einzelveranstaltungen oder Ausbildungen nur zu Randthemen gab, war es naheliegend ein Pilotprojekt, konkret einen Innovationslehrgang für die Qualifizierung im Bereich der Tunnelsicherheit durchzuführen, da es sich dabei um ein Querschnittsthema über den gesamten Lebenszyklus handelt und eine umfangreiche, längerfristige Qualifizierungsmaßnahme erfordert.

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 zum

Thema Sicherheit von der Planungs-, über die Bau- bis zur Betriebsphase von Tunnelbauwerken vermittelt hat.

Die Koordination und wissenschaftliche Leitung des aus 19 Partnern bestehenden Konsortiums erfolgte durch den Lehrstuhl für Subsurface Engineering, der sich in Forschung und Lehre schwerpunktmäßig mit praxisnahen Themen des Tunnelbaus, des Tiefbaus und der Geotechnik auseinandersetzt. 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. Es wurde besonders auf innovative Ausbildungsinhalte sowie auf die Ausgewogenheit von theoretischen und praktischen Inhalten über die gesamte Prozesskette des Tunnelbaus hinweg geachtet. Alle Vortragenden waren 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.



Die Ausbildungsprogramm umfasste unter anderem die Wahl der optimalen Tunnelvortriebsmethode mit Fokus auf Tunnelsicherheit, Grundlagen der Tunnelsicherheit in der Betriebsphase, technische Sicherheitsanforderungen an Tunnelbauwerken, Brandschutz, die Tunnelausrüstung und auch die Messtechnik im Tunnel.

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 Tunnelbaustellen, Betriebsstandorten der beteiligten Unternehmen, Standorten von Berufs- und Landesfeuerwehren etc.

#### **4. TUKO – TUNNEL-KOMPETENZ-ORGANISATION**

Durch den Aufbau einer Gruppe von Spezialisten sollen die Kompetenzen der in Österreich vorhandenen Einsatzorganisationen für Ereignisse in Untertage Infrastrukturbauwerken, die aufgrund ihrer außergewöhnlichen Randbedingungen sowohl während der Bau- als auch während der Betriebsphase zweifelsohne ganz besondere Herausforderungen an die Einsatzkräfte unterschiedlicher Organisationen darstellen, optimiert werden. Herausforderungen sind neben der außergewöhnlichen körperlichen Anstrengung und den besonderen Anforderungen an die Ausrüstung und der erforderlichen Gerätschaft auch durch Themen der Logistik und einsatzorganisationsübergreifenden Taktik gegeben.

Diese Gruppe soll aus Vertretern verschiedener Einsatzorganisationen bestehen und erfüllt eine Anregung der EU-Kommission, Schulungs- und Trainingsmaßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit in Straßen- und Eisenbahntunneln voranzutreiben. Ziel ist es, durch eine in Eisenerz stationierte Spezialistengruppe für Gefahrensituationen in Untertagebauwerken professionelle Hilfestellung für Anlassfälle in ganz Österreich zur Verfügung zu stellen. Die Forschungsgruppe NIKE an der Theresianischen Militärakademie hat mit der Zusammenfassung von Experten im Rahmen einer SubSurface Operations Cell (SSOC) als Kern der Forschungsgruppe die Unterstützung von Kommandanten und Stäben angestoßen (Hofer 2020b).

Im Zuge der Projektbearbeitung wurden zahlreiche Gespräche mit allen Landesfeuerwehrverbänden Österreichs, dem Österreichischen Bundesheer, der Rettung, der Polizei sowie der Grubenwehr geführt. Neben den Gesprächen mit Sicherheitsorganisationen wurden Betreiber wie ÖBB und Asfinag, aber auch externe Organisationen wie zum Beispiel das DCNA involviert.

Die Gespräche haben zum Teil den Eindruck vermittelt, dass:

- » aufgrund der gewachsenen Strukturen eine österreichweit einheitliche Vorgangsweise zur Lösung komplexer Aufgaben Untertage aktuell nicht vorhanden ist,
- » bei ein und demselben Untertagebauwerk unterschiedliche Herangehensweisen für den Ernstfall existieren, insbesondere wenn die Portale in unterschiedlichen Bundesländern oder Staatsgebieten zu liegen kommen,
- » die Organisationen davon ausgehen, dass die Herausforderungen Untertage von Ihren Einheiten, die großteils aus Freiwilligen bestehen, gelöst werden können,
- » sie das Wissen und Können der jeweils anderen Einsatzorganisation für die Lösung von Spezialaufgaben Untertage nicht benötigen, weil sie selbst imstande sind, sämtliche Aufgaben zu lösen,
- » die Angst besteht, dass die Mittel für sonstige Aufgaben, die nicht den Untertagebereich betreffen automatisch gekürzt werden, wenn eine Spezialeinheit für den Untertagebereich aufgebaut wird,
- » Kompetenzabgrenzungsfragen im Vordergrund stehen, die vor allem rechtlich argumentiert werden und nicht wie kann eine Einsatzorganisation im Optimalfall die andere unterstützen.

#### **5. ETU-ZAB - ENTWICKLUNG VON AUSBILDUNGS- UND TRAININGSSTANDARDS FÜR EINSÄTZE IN TUNNEL- UND UNTERTAGE-INFRASTRUKTUREN**

Das Konsortium vereint die wichtigsten bei Ereignissen in Untertage-Infrastrukturen involvierten Organisationen und Infrastrukturbetreiber, um vorhandene Notfallkompetenzen zu Themen der Prävention, der Folgenbewältigung nach Ereignissen und der sicherheitstechnischen Optimierung von derartigen Infrastrukturen zu bündeln. Gemeinsam werden rechtliche Rahmenbedingungen, Anforderungen und Interdependenzen bei Untertageeinsätzen in der Bau- und Betriebsphase analysiert und darauf aufbauend erstmals ein Curriculum für ein realitätsnahes, gemeinsam von Behörden, Einsatzorganisationen und Betreiber von Untertage-Infrastrukturen organisiertes Ausbildungs- und Trainingsprogramm entwickelt. Die Ausbildung soll von einer interdisziplinären ExpertInnengruppe durchgeführt werden und wird neben theoretischen Ausbildungselementen auch praktische Trainingseinheiten in der von der Montanuniversität Leoben betriebenen Untertageforschungseinrichtung Zentrum am Berg beinhalten. Weitere Trainingssequenzen sollen auch vor Ort in den in Betrieb befindlichen Untertagebauwerken und –baustellen erfolgen. Die ExpertInnengruppe wird Einsatzorganisationen und Infrastrukturbetreiber auch bei Ereignisfällen in ganz Österreich beratend unterstützen können.

Das Curriculum adressiert sowohl die Führungsebene der Einsatzorganisationen, die Einsatztruppe selbst, deren TrainerInnen und Bau- und Betriebspersonal von Untertage-Infrastrukturen. Alle diese Zielgruppen benötigen Erfahrungen

unter realen Untertagebedingungen, um auf Basis dieser Eindrücke im Einsatzfall kompetent und effizient entscheiden bzw. handeln zu können.

Dabei hat sich für das Österreichische Bundesheer die Ausbildung in sieben Modulen als geeignet herausgestellt (Hofer 2019, S. 502) und wurde als Grundlage für die Erstellung des Curriculums herangezogen. Eine gezielte Personalauswahl – Voraussetzung ist eine abgeschlossene Ausbildung im jeweiligen Fachbereich – und begleitende Selektion für die Weiterqualifikation bilden neben der wesentlichen Grundlagen für das Herstellen der Einsatzbereitschaft.

## 6. DAS NIKE FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSPROGRAMM

Die Forschungsgruppe NIKE an der Theresianischen Militärakademie beschäftigt sich seit 2018 intensiv mit Fragen der Einsatzführung bei komplexen untertägigen Einsätzen. Die Entwicklung erfolgt dabei in Anlehnung an die sieben militärischen Fähigkeitsbereiche Vorbereitung, Projektion, Wirkung im Einsatz, Unterstützung und Durchhalten, Führung, Truppenschutz, Nachrichtengewinnung und Aufklärung (Bundesministerium für Landesverteidigung 2020, Begriff „Fähigkeitsbereich“). Dabei war die Einbettung in ein umfassendes Forschungs- und Entwicklungsprogramm von entscheidender Bedeutung, weil so eine optimale Bündelung unterschiedlicher Akteure auf ein gemeinsames Ziel möglich war. Im Rahmen des NIKE-Gesamtprogramms (Abb.4) werden verschiedene Einzelvorhaben in einem eng aufeinander abgestimmten Gesamtsystem von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten zielgerichtet zur Entwicklung der erforder-

lichen Fähigkeiten zum Zusammenwirken gebracht und so Duplizierungen vermieden.

Die laufenden und geplanten / eingereichten Projekte haben folgende Inhalte:

- » NIKE BLUETRACK entwickelt ein Blue Force Tracking für GNSS – denied environments .
- » NIKE DHQ – RADIV will die rasche Integration und Visualisierung verfügbarer Datenbestände (Rapid Data Integration and Visualization) in einem digitalisierten Hauptquartier vorantreiben.
- » EVUB will das für einen Einsatz erforderliche, digitale Kartenmaterial bereitstellen, NIKE SUBNATDEF die Voraussetzungen für die Erstellung eines Untertagekataksters schaffen.
- » Der NIKE L[ecture] R[oom] 21 entwickelt ein interdisziplinäres Ausbildungsumfeld für Einsatzstäbe unter Nutzung von virtueller und augmentierter Realität.
- » Die Entwicklung eines spezialisierten Command and Control Systems (NIKE VR, NIKE SOMT ) erleichtert Planung und Führung von Untertageeinsätzen, das Schnellerstellungs-Tool ermöglicht die rasche Erstellung VR-fähiger Modelle für Untertagebauwerke bei fehlenden 3D-Daten (NIKE FTMT ).
- » NIKE TARGET verfolgt die Bereitstellung spezialisierter Kräfte nach einer entsprechenden Assistenzanforderung. Dabei müssen die militärischen Kräfte im Zusammenwirken mit anderen Einsatzkräften und Betreibern einen zusammenhängenden obertägigen und unter-

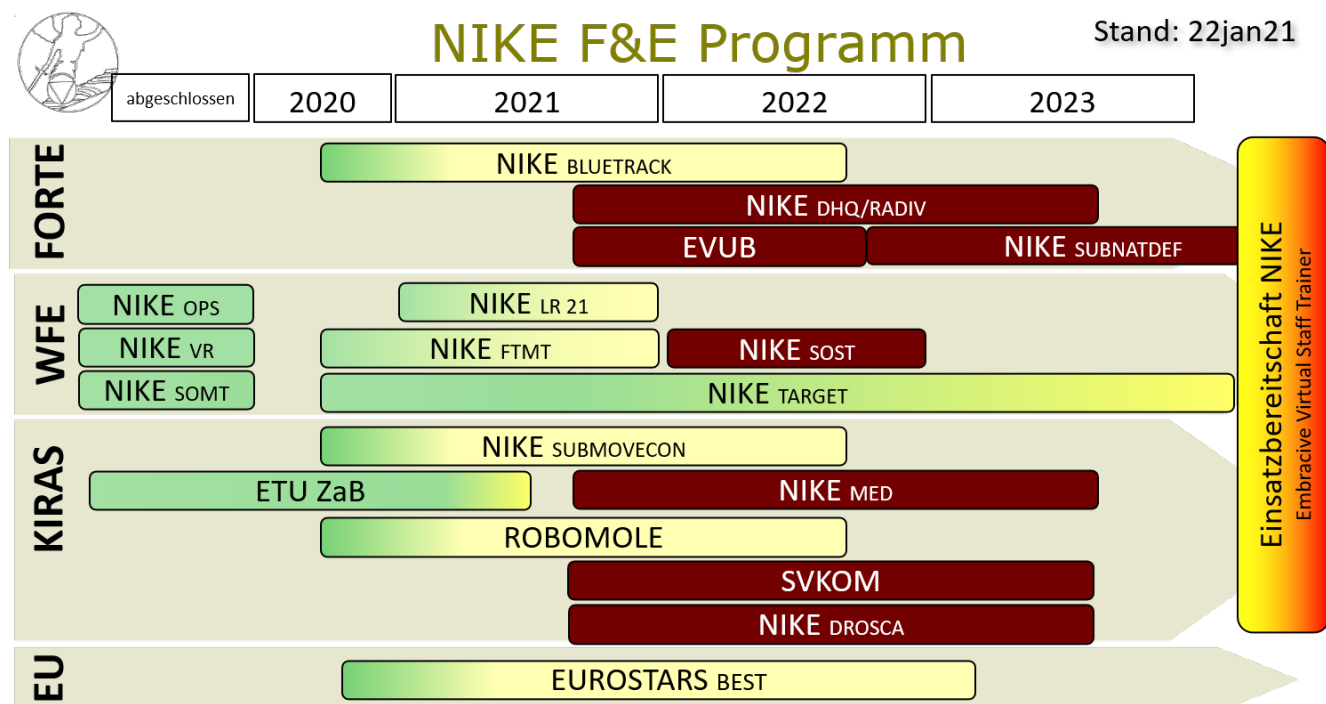


Abbildung 4: Das NIKE Forschungs- und Entwicklungsprogramm. Die Farbcodes haben folgende Bedeutung: grün – abgeschlossen, grün/gelb – laufendes Projekt, rot – eingereicht / in Vorbereitung.



tägigen Einsatzabschnitt mit großer Ausdehnung und mehreren Zutrittspunkten sichern können. Dabei muss das Vorgehen gegen einen gewaltbereiten Gegner unter Atemschutz möglich sein und Einsatzzonen (Kontaktzone, Konsolidierungszone und Sättigungszone) unter Berücksichtigung der relevanten Faktoren (Eigene Kräfte, Zivilisten, Umfeld, Bedrohungen) errichtet und betrieben werden (Hofer 2020a, S. 5). Die Versorgung muss auch über große Distanzen und in unterschiedlichen Querschnitten aufrechterhalten werden.

- » NIKE SUBMOVECON entwickelt technische Assistenzsysteme für die Evakuierung aus Untertageinfrastrukturen unter Berücksichtigung der besonderen Dynamiken großer Menschenmengen.
- » NIKE MED will sich den Aspekten der notfallmedizinischen Versorgung von Massenanfällen mit spezifischen Verletzungsmustern bei Untertageeinsätzen widmen.
- » ROBOMOLE forscht an spezialisierter Sensorik auf einer Roboterplattform zur vorgestaffelten Erkundung des untertägigen Einsatzraumes.
- » SVKOM will das Errichten und Betreiben von infrastrukturunabhängiger Kommunikationsinfrastruktur erforschen, NIKE DROSCA den Einsatz von Drohenschwärmen auf Roboterplattformen zur Aufklärung und Erkundung von schwer zugänglichen untertägigen Bereichen.
- » EUROSTARS BEST beschäftigt sich mit der Simulation der Ausbreitung von Schadstoffen, den damit verbundenen Verletzungen und Evakuierungsmaßnahmen unter anderem aus einem Untertageumfeld.

Die mit den Projekten verbundene Entwicklung von Kräften zum Einsatz unter Tage sowie eines interdisziplinären Ausbildungszentrums können einen essenziellen Mehrwert für das staatliche Krisen- und Katastrophenmanagement bedeuten. Das Zentrum am Berg spielt bei allen Projekten eine wesentliche Rolle gerade hinsichtlich der praktischen Durchführung, da Verfahren und technische Neuentwicklungen hier ungestört getestet werden können.

## 7. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Das Zentrum am Berg bietet mit seiner einzigartigen Infrastruktur eine Vielzahl an Möglichkeiten für Forschungsarbeiten vom Katastrophenmanagement bis zur Weiterentwicklung von Safety und Security in Untertageanlagen. Es ist ein Ort für Forschung und Training aber auch für Entwicklung und Ausbildung und ermöglicht das gezielte Zusammenarbeiten von allen beteiligten Organisationen. So dient das Zentrum am Berg Forschenden, Studierenden, Einsatzorganisationen, der Industrie, sowie Betreiber und Nutzer der Straßen- und Schieneninfrastruktur als Veranstaltungsinfrastruktur und internationaler Knotenpunkt für entsprechenden Wissensaustausch und-transfer.

## LITERATURVERZEICHNIS

Bundesministerium für Landesverteidigung (2020): Militärlexikon. Begriffsliste. Intranet, zuletzt geprüft am 19.01.2018.

Hofer, Peter (2018): Security unter Tage – eine Fähigkeitslücke im Wirkungsverbund der Anspruchsgruppen. In: Berg Huettenmaenn Monatsh 163 (12/2018), S. 540–544. DOI: 10.1007/s00501-018-0795-8.

Hofer, Peter (2019): Coping with Complexity. The Development of Comprehensive SubSurface Training Standards from a Military Perspective. In: Berg Huettenmaenn Monatsh 163 (12), S. 497–504. DOI: 10.1007/s00501-019-00915-9.

Hofer, Peter (2020a): Safety and Security Strategies for Subsurface Structures. Preparing Security Forces for Subsurface Operations. In: Peter Sturm (Hg.): Tunnel Safety and Ventilation 2020. Virtual Conference: December 01 - 03, 2020. Tunnel Safety and Ventilation 2020. Online, 01.12.2020 - 03.12.2020. Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik. Online verfügbar unter [https://www.tunnel-graz.at/assets/files/tagungsbaende/2020/07\\_Peter\\_Hofer\\_Tunnel2020\\_V\\_neu.pdf](https://www.tunnel-graz.at/assets/files/tagungsbaende/2020/07_Peter_Hofer_Tunnel2020_V_neu.pdf).

Hofer, Peter (2020b): The SubSurface Operations Cell: High-value Asset for Decision-Making in Complex SubTerranean/SubSurface Operations. In: Berg Huettenmaenn Monatsh. DOI: 10.1007/s00501-020-01060-4.

## AUTOREN:

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont. **Robert Galler**  
Erzherzog-Johann-Straße 3, 8700 Leoben  
[Robert.galler@unileoben.ac.at](mailto:Robert.galler@unileoben.ac.at)

Oberst des Generalstabsdienstes Mag. Dr. **Peter Hofer**  
Theresianische Militärakademie / Institut für Offiziersweiterbildung  
Burgplatz 1, 2700 Wiener Neustadt  
[peter.hofer@bmlv.gv.at](mailto:peter.hofer@bmlv.gv.at)

Dipl.-Ing. **Manuel Kühbacher**  
Erzherzog-Johann-Straße 3, 8700 Leoben  
[Manuel.Kuehbacher@unileoben.ac.at](mailto:Manuel.Kuehbacher@unileoben.ac.at)

Priv.Do. Ass.Prof. Dr. mont. **Nina Gegenhuber**  
Erzherzog-Johann-Straße 3, 8700 Leoben  
[Nina.gegenhuber@unileoben.ac.at](mailto:Nina.gegenhuber@unileoben.ac.at)

**Bernhard Reinwald**  
Erzherzog-Johann-Straße 3, 8700 Leoben  
[Bernhard.Reinwald@unileoben.ac.at](mailto:Bernhard.Reinwald@unileoben.ac.at)