





## Forschung auf höchstem Niveau

Mit dem „Zentrum am Berg“ 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 Tunnelbau betreffend, wie beispielsweise die Weiterentwicklung bestehender und Generierung neuer Vortriebstechniken. Es ermöglicht den Einsatz und die Erprobung neuer Materialien und Ausstattungsvarianten sowie die Anwendung alternativer Tunnellüftungssysteme. Auch für die gesamte Sicherheitstechnik inklusive der im Tunnel integrierten Löschsysteme ergeben sich völlig neue Perspektiven. Im Zuge eines groß angelegten EU-Projektes sollen im Zentrum am Berg aber auch Möglichkeiten für unterirdische Energiespeicherung ausgelotet werden.

Die Montanuniversität setzt damit auch einen nachhaltigen regionalpolitischen Impuls für den Großraum Obersteiermark und vor allem die Region rund um Eisenerz. Gedankt sei in diesem Zusammenhang vor allem den Fördergebern von Bund (BMBWF und BMK) und Land Steiermark, welche die Errichtung dieser einzigartigen Forschungsinfrastruktur erst ermöglicht haben.

Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Dr.h.c.  
Wilfried Eichlseder  
Rektor der Montanuniversität Leoben

Dr. Martha Mühlburger  
Vizerektorin der Montanuniversität Leoben



## ZaB-Zentrum am Berg

Mit dem Projekt "Research@ZaB - Zentrum am Berg", wird eine Untertageanlage zu Forschungs-, Entwicklungs-, Ausbildungs- und Trainingszwecken errichtet, die einerseits die Anforderungen der öffentlichen Institutionen erfüllen soll, aber gleichzeitig eine Weiterentwicklungsfabrik für die zuständigen Universitäten und privaten Unternehmen darstellt.

Die Untertageanlage besteht aus zwei parallel geführten Straßentunneln und zwei parallel geführten Eisenbahntunneln, sowie einem Versuchsstollen, wodurch Forschung, Entwicklung, Ausbildung und Training unter realen Untertagebedingungen im 1:1 Maßstab ermöglicht werden.

Willkommen im ZaB – Zentrum am Berg

Univ.Prof. Dipl.Ing. Dr.mont.

Robert Galler

Departmentleiter ZaB-Zentrum am Berg

Fördergeber



 Bundesministerium  
Klimaschutz, Umwelt,  
Energie, Mobilität,  
Innovation und Technologie

 Bundesministerium  
Bildung, Wissenschaft  
und Forschung

Projekt-  
abwicklung

Ausführende Firmen

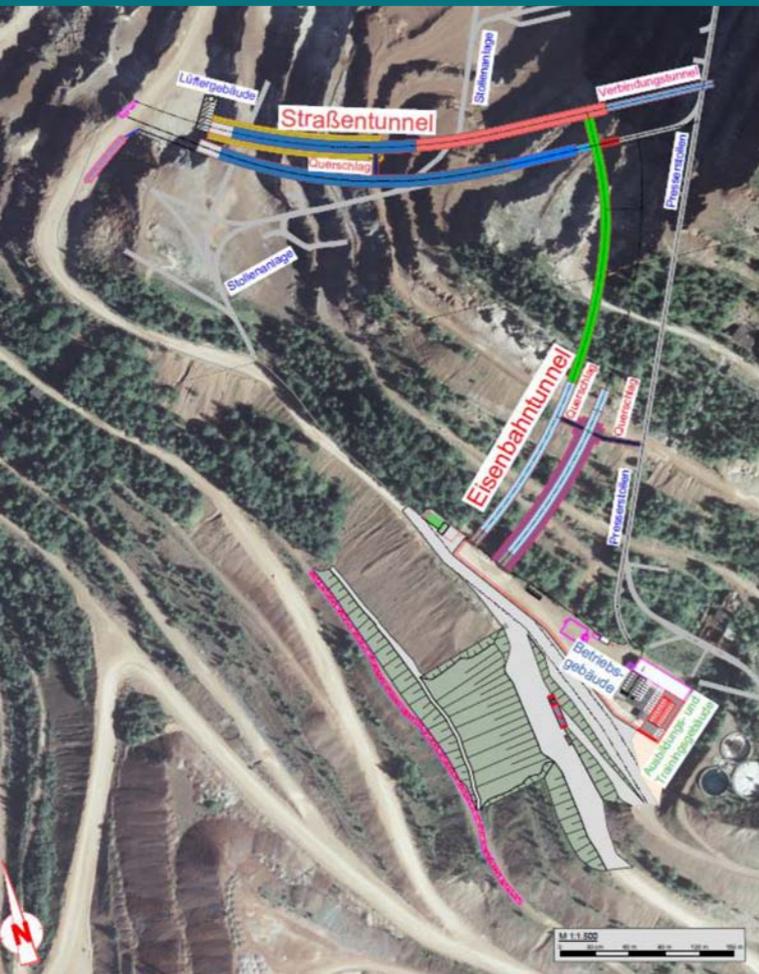


Unterstützt von:



ÖSTERREICHISCHER  
BUNDES FEUERWEHR VERBAND





## EXZELLENZZENTRUM FÜR

- WISSENSCHAFT
- WIRTSCHAFT
- EINSATZORGANISATIONEN

Die Montanuniversität Leoben betreibt mit dem Zentrum am Berg am steirischen Erzberg eine europaweit einzigartige und unabhängige Forschungsinfrastruktur rund um den Bau und Betrieb von Untertageanlagen.

Die Anlage besteht aus einem weitläufigen Stollensystem und ermöglicht Forschung und Entwicklung im 1:1 Maßstab sowie Ausbildung und Training unter realen Bedingungen.

## 1. AUSGEZEICHNETE FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG

von internationalen Forschungseinrichtungen, Studierenden und Unternehmen zu Forschungsthemen rund um die Sicherheit, den Bau und Betrieb von Untertageanlagen wie Tunnelbauwerken, U-Bahn-Anlagen, Bergbauanlagen, Kraftwerksanlagen oder Tiefbohranlagen der Erdölindustrie.

## 2. AUSBILDUNG UND TRAINING

- Einsatzorganisationen unter realen Tunnel- und Einsatzbedingungen
- Einsatzstrategien und Erprobung von Evakuierungsszenarien
- Versuchsdurchführung mit automatisierten Brandbekämpfungssystemen
- Ausbildung von Betriebs- und Instandhaltungspersonal zu Themengebieten wie Sicherheit in Bau und Betrieb von Untertageanlagen, optimierte Abwicklung von Wartungsvorgängen oder Material- und Geräteoptimierung

## 3. SCHULUNG VON NUTZER\*INNEN DER STRASSEN- UND BAHNINFRASTRUKTUR

## 4. SEMINARZENTRUM

zur internationalen Vernetzung von Wissenschaft und Wirtschaft



## DREI EINFAHRTSPORTALE FÜNF TUNNELRÖHREN

Die Untertage-Forschungsanlage besteht aus zwei parallel geführten Eisenbahntunneln sowie einem Versuchsstollen. Die Tunnel sind über drei Einfahrtportale 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 wird für Richtungsverkehr im Tunnel ohne LKW, Überholverbot und einer Projektierungsgeschwindigkeit von 100 km/h festgelegt. Die lichte Höhe des Verkehrsraums über der Fahrbahn beträgt 4,70 m. Das Lichtraumprofil des Gehweges weist eine Höhe von 2,25 m auf. Es werden gängige Lüftungssysteme (Längs- und Querlüftung) eingesetzt, wodurch auch Untersuchungen bei sehr hohen Brandlasten (z.B. LKW-Brand) möglich sind. Die Straßentunnel sind zudem mit einer Löschwasserleitung, Notruf- sowie Feuerlöschnischen und Wandhydranten ausgestattet. Der Fluchtweg wird durch Fluchtweghinweisleuchten, Fluchtwegorientierungsleuchten und Fluchtwegorientierungstafeln gekennzeichnet.

## EISENBAHTUNNEL

Für die Eisenbahntunnel des Zentrums am Berg wurde mit Innenausbau das Lichtraumprofil LPR 1 (Tunnel mit fester Fahrbahn und  $R > 3.000$  m) festgelegt. Dies ermöglicht Untersuchungen auch unter Verwendung von Doppelstockwagen. Der Gehweg hat eine lichte Höhe von 2,25 m und eine Breite von 1,20 m. Anstelle einer festen Fahrbahn wurde ein Schotteroberbau gewählt, wobei die Abmessungen gemäß den Planungsunterlagen „Feste Fahrbahn“ unverändert bleiben.



- INTERNATIONALE FORSCHUNGSPROJEKTE
- FORSCHUNG IM 1:1 MASSSTAB
- REALE UNTERTAGEBEDINGUNGEN



Das einzigartige Stollensystem des Zentrums am Berg bietet reale Untertagebedingungen für Forschung, Entwicklung und Tests im 1:1 Maßstab. Die Anlage ermöglicht die Durchführung von nationalen und internationalen Forschungsprojekten zu vielfältigen Fragestellungen entlang des gesamten Lebenszyklus von Untertageanlagen

- Geotechnisches Monitoring
- Numerische Simulation in der Geotechnik
- Sicherheitsforschung, Sicherheitstechnik/Lüftung, Tests von Branderkennungs- und Brandschutzeinrichtungen, Risikomanagement
- Rettungsbedingungen
- Thermo- und aerodynamische Fragestellungen
- Langzeitstabilität und Dauerhaftigkeit von Materialien
- Sanierung von Untertagebauwerken
- Auswirkung des Klimawandels: Muren, Felssturz, Hangrutschungen und Vorhersagetechnologien
- Innovative und erschütterungsarme Vortriebsmethoden
- Ausrüstungstechnik wie Leitsysteme, Türsysteme (Dichtheitsanforderungen vs. Verschmutzung) oder elektrotechnische Einrichtungen im Eisenbahntunnel



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 NutzerInnen von unterirdischen Verkehrsanlagen beigetragen werden. Anhand von Schulungen soll auch die Instruktion von Service- und Instandhaltungspersonal stattfinden und die praktische Ausbildung für facheinschlägige Berufe angesiedelt werden.

- Erprobung von Evakuierungsszenarien unter Einsatz unterschiedlicher Schutz- und Leiteinrichtungen, Signaltechnik,...
- Versuche mit automatisierten Brandbekämpfungssystemen
- Training bei sehr hohen Brandlasten (z.B. LKW Brand)
- Auswirkung unterschiedlicher Betriebsszenarien für Anlagen- und Betriebstechniker\*innen, optimierte Abwicklung von Wartungsvorgängen
- Ausbildung facheinschlägiger Berufe

- **SCHULUNG VON BETRIEBS- UND SERVICEPERSONAL**
- **TRAINING FÜR EINSATZKRÄFTE**
- **SCHULUNG VON NUTZER\*INNEN DER STRASSEN- UND BAHNINFRASTRUKTUR**



## Digitalisierung im Tunnelbau

Digitalisierung als ein Schlüssel, um den konventionellen Tunnelbau „smart“ zu gestalten. Forschungsgruppen am Lehrstuhl arbeiten mit neuesten Technologien an innovativen und nachhaltigen Lösungen von morgen. Dabei wird die digitale Transformation der neuen österreichischen Tunnelbaumethode (NÖT) interdisziplinär vorangetrieben. Das Zentrum am Berg dient dabei als Forschungsstätte zur Evaluierung dieser neuen Methoden und zur Erprobung neuester Technologien. Mittels Laserscanverfahren werden Punktwolke-Daten erzeugt und durch den Einsatz von Algorithmen aus der künstlichen Intelligenz zu einem Bild verarbeitet. Dies ermöglicht eine Objekterkennung ähnlich einem herkömmlichen Foto. So können Objekte nicht nur identifiziert, sondern auch mit Metadaten versehen werden. Die Vision ist es, jede noch so kleine Komponente im Tunnel mit der jeweiligen Historie zu hinterlegen. Die Abfrage dieser Information ist durch einen simplen Mausclick oder mittels Wimpernschlag durch eine Datenbrille jederzeit visualisierbar. Um die Vision umsetzen, arbeiten wir am Lehrstuhl auch mit jungen kreativen Start-up Unternehmen aus ganz Österreich zusammen.



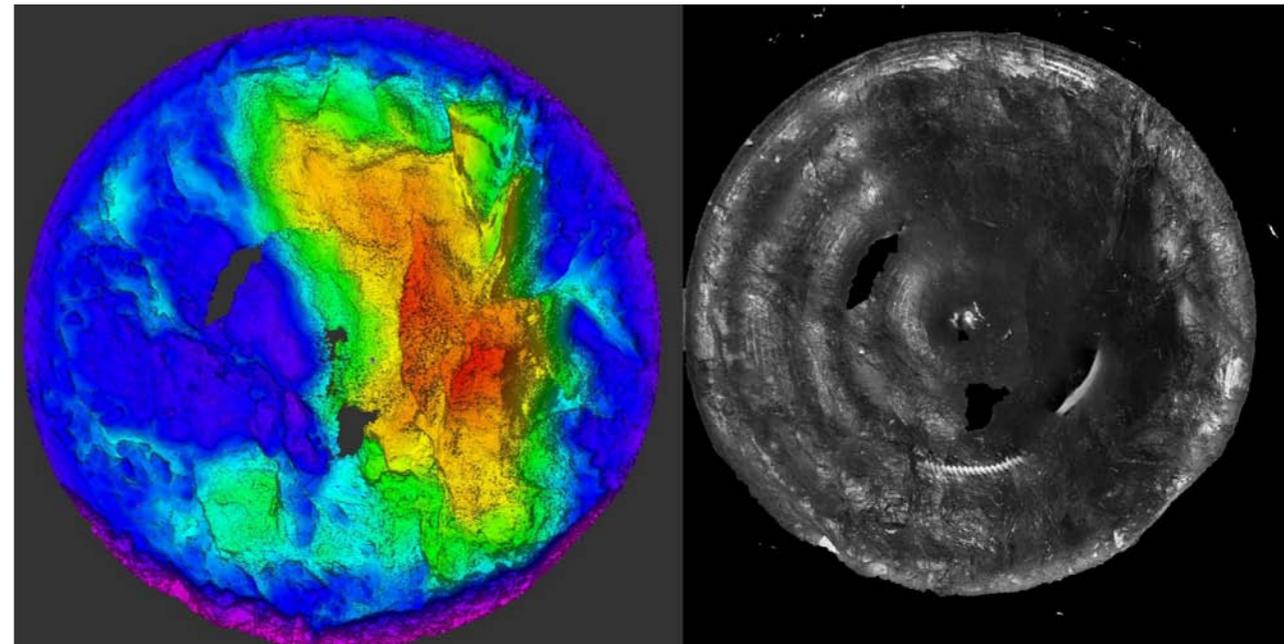


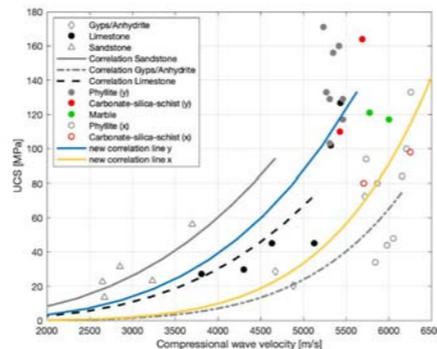
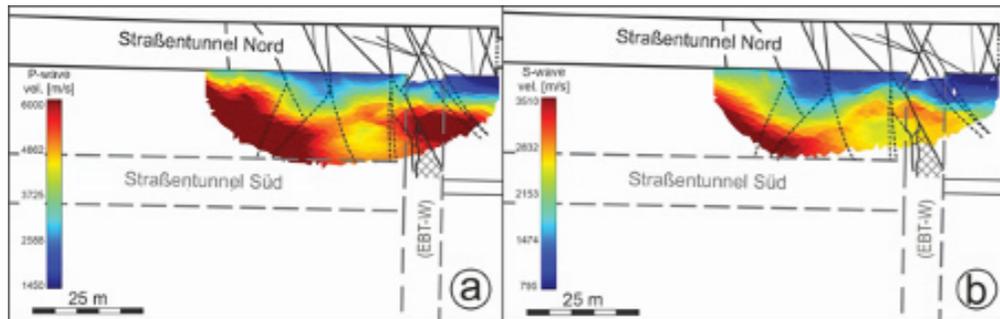
### Tübbingprüfstand

Für die Verifizierung des Trag- und Verformungsverhaltens von baustellenkonformen Tübbing unter genau definierten Belastungsbedingungen wurde, in Kooperation mit der ÖBB-Infrastruktur AG, ein Prüfstand für biaxiale Versuche entwickelt und realisiert. Des Weiteren wurde ein am Lehrstuhl für Subsurface Engineering entwickeltes System zur Erkennung von Rissen auf Kamerabasis vorgestellt. Ein 3D Finite Elemente Modell der untersuchten Tübbing wurde mithilfe des Finite-Elemente Pakets Abaqus erstellt, und anhand der ermittelten Versuchsdaten erfolgte die Validierung der numerischen Simulation.

### Ortsbrust Monitoring

Der Entwicklungsstand der ingenieurgeologischen Dokumentation der Ortsbrust liegt im kontinuierlichen Vortrieb infolge der wenigen Öffnungen im Schneidkopf. Speziell die Sichteinschränkung limitierte bisher die Aussagekraft der ingenieurgeologischen Kartierung durch den Geologen erheblich. Für die Anforderung möglichst großflächiger Ortsbrustaufnahmen liegt nunmehr die Entwicklung eines Mehrkameranystems vor, das durch die Positionierung in den Diskenkästen hinsichtlich der Zahl der möglichen Kameras flexibel, in der Bauweise leicht und zudem montagefreundlich ist.





## Geophysik im Tunnelbau

Die Geophysik spielt für die Vorauserkundung in Form von elektromagnetischen sowie refraktions- und reflexionsseismischen Messungen eine immer wichtigere Rolle. Diese Messungen zielen auf bis zu 150 Meter hinter der Ortsbrust entfernte, geologische Störungen und Strukturen ab, die den Tunnelvortrieb aufgrund schwierig einzuschätzender, geotechnischer Parameter mit damit verbundenen Wasserführungen verzögern oder sogar komplett zum Stillstand bringen können. Die Korrelation dieser seismischen Messsignale mit geotechnischen Parametern wie beispielsweise Elastizitätsmodul, Schubmodul, Steifemodul oder Dichte des Gesteins erfolgt über die Ermittlung der Wellengeschwindigkeiten (P- und S-Wellen). Die Auswertung dieser geophysikalischen Messungen ist zwar durchführbar, aber immer noch von Limitierungen und Unklarheiten hinsichtlich Auflösungsvermögen, Vorhersagegenauigkeit oder mathematischer Auswertung des Pilotsignals betroffen. Eine Vorauserkundung im Nahfeld-Bereich bis 20 Meter ist noch völlig unklar und bedarf effizienter, hochklassiger Grundlagenforschung, auf die laufende Projekte abzielen. Dieser Ansatz der Korrelationen von geomechanischen und geophysikalischen Parametern wird auch im Labor verfolgt.

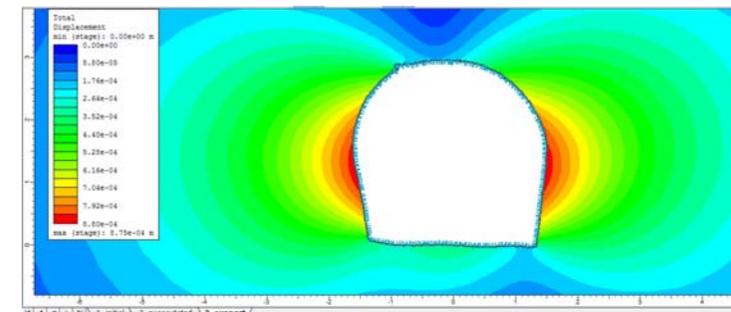


## Geomechanisches Modellieren

Das ZaB bietet eine perfekte Möglichkeit, die Langlebigkeit von Tunneln mit kombinierter Überwachung und geomechanischer numerischer Modellierung der Verformung alter Bergbaugalerien zu untersuchen. Die Tunnel bieten die Möglichkeit, die Auswirkungen neuer Bauwerke auf benachbarte alte Galerien durch Beobachtung der Stützintegrität, Verformungsüberwachung und numerischer Modellierung zu untersuchen. Die Ergebnisse dieser Studien können bewährte Verfahren zur Sicherstellung der Langlebigkeit der unterirdischen Infrastruktur liefern.

## Diskenkraft-Monitoring

Die zunehmende Optimierung der Schneidprozesse für die erfolgreiche und wirtschaftliche Abwicklung gegenwärtiger großer, maschinell vorgetriebener Tunnelbauprojekte leitet vermehrt eine messtechnische Überwachung der Schneidwerkzeuge ein. Forschungsarbeiten an der Montanuniversität führten zur Entwicklung von Schneidkraftmesssystemen für mit Disken ausgestattete Vollschnittmaschinen. Diese stellen kontinuierlich Messwerte der an den Disken auftretenden Kräfte bereit. Erst mit Bekanntheit der erfahrenen Belastungen können Faktoren für Lebensdauer und Materialermüdung von Schneidwerkzeugen bestimmt. Die gemessenen Diskenkräfte werden zur Charakterisierung des Gebirges verwendet.



Das Zentrum am Berg bietet den Student\*innen die Möglichkeit, direkt im Feld unter 1:1 Bedingungen unterrichtet zu werden. Unter anderem lernen die Auszubildenden, wie man Spritzbeton verwendet und davon Proben nimmt. Sie haben die Möglichkeit, Baufahrzeuge zu bedienen, Sicherheitsschulungen vor Ort zu erleben, sowie in Forschungsprojekten eingebunden zu sein.



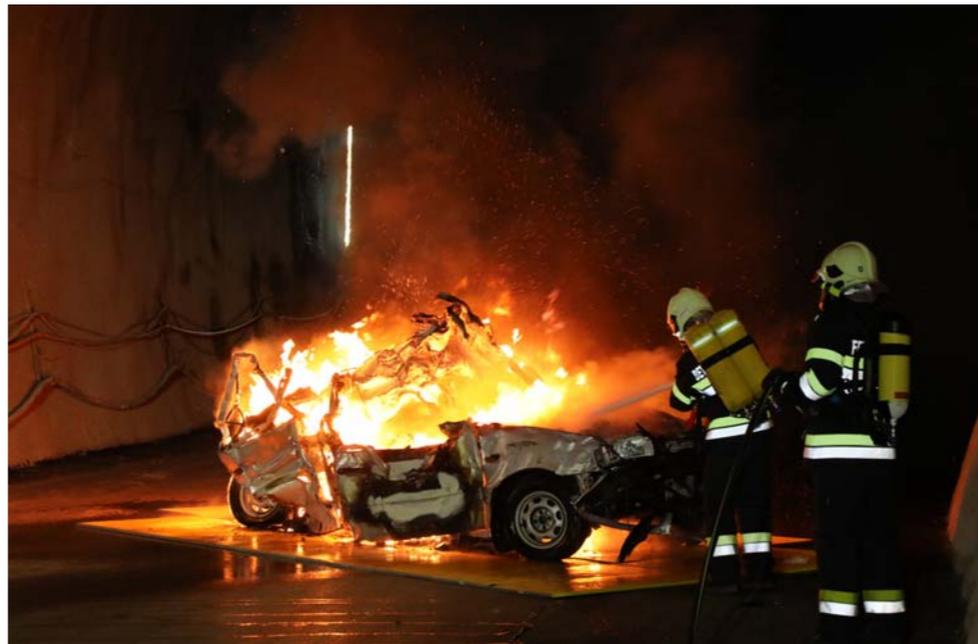
Ferner werden Ausbildungen für Praktiker und die interessierte Bevölkerung durchgeführt. Das Angebot reicht von Schulungen im Fachbereich Spritzbeton über Bohr- und Sprengtechnik bis hin zu Spezialfragen der Geotechnik. Nutzer\*innen der Eisenbahn- und Straßeninfrastruktur können theoretische und praktische Ausbildungen und Trainings zu Fragen der Tunnelsicherheit absolvieren.





Dieses einzigartige Zentrum ist auch für Übungen von Feuerwehren und Grubenwehren ausgerichtet. Ein vollständig ausgestattetes Gebäude mit Duschen und Trainingsräumen steht hierfür zusätzlich zur Verfügung.

Durch das verwinkelte Tunnel- und Stollensystem bietet die Anlage eine untertägige Übungsstrecke der Extraklasse. Mobile Rauchgeneratoren, gasbefeuerte Brandattrappen und eine voll funktionsfähige Tunnelausrüstung lassen eine realitätsnahe Ausbildung zu.



Zusätzlich erfüllen der vollausgestattete Schwarz-Weiß Bereich inklusive einer Atemschutzwerkstätte die modernsten Standards und rundet somit das Portfolio der gesamten Anlage ab.

Unter höchsten Sicherheitsstandards bietet das Zentrum am Berg eine einzigartige Ausbildungsmöglichkeit, um die Einsatzkräfte bestens auf den Ernstfall vorzubereiten.



Das Zentrum am Berg dient Forschenden, Studierenden, Einsatzorganisationen, der Industrie, sowie Betreiber\*innen und Nutzer\*innen der Straßen- und Schieneninfrastruktur als Veranstaltungsinfrastruktur und internationaler Knotenpunkt. Dadurch soll die exzellente, internationale und interdisziplinäre Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Untertageforschung initiiert werden.

- **VERNETZUNG VON WISSENSCHAFT UND WIRTSCHAFT**
- **KONGRESSE, MESSEN, TAGUNGEN**
- **WEITERBILDUNG UND SCHULUNGEN**



## INFRASTRUKTUR

- Zwei Autobahn- und zwei Eisenbahntunnel
- Versuchsstollen, Labore, Sprengkammer
- Trainings- und Seminarzentrum
- Reale Untertagebedingungen im 1:1 Maßstab

## FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG

- Initiierung & Durchführung kooperativer Forschungsprojekte
- Schnittstelle zu wissenschaftlichen Mitarbeiter\*innen und Forscher\*innen

## SERVICELEISTUNGEN

- Auf- und Abbau von Versuchsanordnungen
- Begleitung der Versuche und Tests
- Wartungs- und Instandhaltungsleistungen

## WISSENSTRANSFER

- Vernetzung von Wirtschaft und Wissenschaft
- Dissemination mittels Kongressen, Tagungen und Seminaren
- Plattform für kontinuierlichen Wissenstransfer
- Fortbildungen und Schulungen
- Trainings und spezielle Ausbildungen



Der Erzberg mit dem Zentrum am Berg findet auch Verwendung für große internationale Events, wie einem der härtesten Motorradrennen der Welt: dem Erzbergrodeo!



Das Zentrum am Berg bietet mit seiner Tunnel- und Stollenanlage sowie dem angeschlossenen Ausbildungszentrum, welches auch einen Schwarz-Weiß- sowie Kantinenbereich beinhaltet, ein Trainingszentrum für sämtliche Einsatzorganisationen sowie Betreiberorganisationen.



Rohstoffingenieurwesen und Tunnelbau mit der Spezialisierung in Geotechnik und Tunnelbau vermittelt das Wissen im Feld von geotechnischen Erforschungen, analytischen und numerischen Modellierungen für das Design von Untergrundstrukturen sowie einer Auswahl der entsprechenden Ausbaumethode. Dies beinhaltet Themen wie Kostenkalkulation und Baumanagement oder Verträge und Tunnelsicherheit. ZaB - Zentrum am Berg bietet allen Studierenden die Möglichkeit, in einem Labor im 1:1 Maßstab zu arbeiten.



### Bachelor Programm – Rohstoffingenieurwesen (Semester 1-7)

- Einführung in die Montanistischen Wissenschaften
- Mathematik I & II
- Statistik
- Chemie I-A, I-B & II
- Physik I-A, I-B & II
- Mechanik I-A
- Einführung in das Rohstoffingenieurwesen
- Einführung in Mineralogie und Petrologie

- Allgemeine Geologie
- Physikalische Chemie I
- Methoden der chemischen Analyse
- Maschinzeichnen
- Elektrotechnik I
- Maschinenelemente I-A & I-B
- Konstruktionsprojekt zu Maschinenelemente
- Computeranwendungen und Programmieren
- Grundlagen der Boden- und Felsmechanik
- Statische Modelle und Bemessung

- Mineralogie
- Allgemeine Wirtschafts- und Betriebswissenschaften I & II
- Bergbau/Rohstoffgewinnung über und unter Tage I & II & III
- Grundzüge der Aufbereitung
- Vermessungskunde
- Aufbereitungsverfahren und -anlagen
- Baustofflehre I
- Bindemittel I
- Einführung in die Keramik
- Tunnelbauverfahren
- Schutzvorschriften und Sicherheitstechnik
- Bergrecht
- Betriebsorganisation im Rohstoffingenieurwesen
- Wärmetechnik
- Seminar Bachelorarbeit
- Verpflichtende Praxis





## Master Programm (Semester 8-11) – Rohstoffgewinnung und Tunnelbau Schwerpunkt: Geotechnik und Tunnelbau

- Ausgewählte Kapitel der Bodenmechanik
- Geophysikalische Vorauserkundung im Tunnelbau
- Rock Mechanics and Rock Engineering
- Geotechnical Laboratory
- Geotechnische Erkundung
- Rechenübungen zu Methode der Finiten Elemente
- Selected Aspects of Engineering Surveying in Mining and Tunneling
- Computerunterstützte Berechnungen zur Lösung praktischer Fallbeispiele in der Geotechnik
- Geotechnische Messverfahren und Gerätekunde



- Grundlagen der Geothermie
- Numerische Verfahren in der Geotechnik
- Bauvertrag
- Konventionelle Vortriebsverfahren
- Spezialverfahren des Fels- und Grundbaues
- Maschinelle Vortriebsverfahren
- Planung und Herstellung von Untertagebauwerken
- Bemessung von Untertagebauwerken
- Praxisorientiertes Arbeiten im Fachgebiet Geotechnik und Tunnelbau
- Tunnelinstandsetzung
- Baubetrieb im Untertagebau
- Kostenermittlung und Baumanagement
- Tunnelsicherheit
- Exkursion
- Seminar Masterarbeit



[www.hochsteiermark.at](http://www.hochsteiermark.at) - [www.eisenerz.at](http://www.eisenerz.at) - [www.leoben.at](http://www.leoben.at)

Hier, im Herzen der Steiermark, in der Region ERZBERG LAND, befindet sich Ihre Welt der ganz persönlichen Abenteuer. Seien Sie Vorbilder für kleine Entdecker bei großen Erlebnissen. Verfolgen Sie die Spuren des Wassermannes bis tief unter die Erde im mystischen Stollensystem des „Abenteuer Erzberg“. Wahre Entdecker wandeln nicht in der Zukunft, sondern finden die reichen Schätze in der Gegenwart - wie die mit Abstand schillerndste Farbenwelt des Wassers am Leopoldsteinersee, dem Platzwahlsieger der Steiermark.



Altstadt und moderner Flair spielen in Leoben perfekt zusammen, so wurden 2005 denkmalgeschützten Teile des Dominikanerklosters sehr stilvoll und modern in das modernste Einkaufszentrum der Hochsteiermark integriert! Das Zusammenspiel zwischen Stadt und Natur funktioniert wie selten wo! Viele der Feste haben eine lange Tradition und sie sind oft Teil des bergmännischen Brauchtums.

100 Jahre bewegter Geschichte haben vielfältige Spuren in der zweitgrößten Stadt der Steiermark hinterlassen, die auch als „Tor zur Steirischen Eisenstraße“ gilt. In keiner anderen Stadt gibt es ein so geniales Zusammenspiel zwischen allgegenwärtiger Geschichte und innovativer Moderne wie in Leoben.





Forschungs- und Entwicklungszentrum  
Ausbildungs- und Trainingszentrum  
Department ZaB – Zentrum am Berg  
Leitung:  
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.mont. Robert Galler



Erzherzog Johann Straße 3  
A - 8700 Leoben  
+43 3842 402 3401  
[subsurface@unileoben.ac.at](mailto:subsurface@unileoben.ac.at)  
[www.zab.at](http://www.zab.at)