



**Abb. 1:** Zur Ausrüstung der Grubenwehr gehören Atemschutzgeräte (4-Stunden-Regenerationsgeräte), mobile Branddämme zur passiven Brandbekämpfung sowie Ausrüstung zur speziellen Rettung aus Höhen und Tiefen.



# Medizinisch-taktische Rettung im Gruben- rettungswesen

Die Technische Universität Bergakademie Freiberg betreibt zur Forschung und Ausbildung von Studierenden seit über 100 Jahren das Forschungs- und Lehrbergwerk mit den Schachtanlagen „Reiche Zeche“ und „Alte Elisabeth“. Mit einer flächenmäßigen Ausdehnung von 4,2 m<sup>2</sup> und einer Tiefenerstreckung bis 230 m befindet sich das ehemalige Silber- und Bleibergwerk unter Freiberg in Mittelsachsen. Die Absicherung des Grubenbetriebs erfolgt durch die Grubenwehr Freiberg, die durch drei Partner (Kreiskrankenhaus Freiberg gGmbH, Stadt Freiberg mit den Kameraden der hauptamtlichen Kräfte der Feuerwehr Freiberg, TU Bergakademie Freiberg) unter Leitung der TU Bergakademie Freiberg gestellt wird.

Autoren:

**Dipl.-Ing.**

**Frank Reuter**

Leiter Grubenbetrieb /

Oberführer Grubenwehr

TU Bergakademie

Freiberg

Forschungs- und

Lehrbergwerk

Fuchsmühlenweg 9 a

09599 Freiberg

frank.reuter@lfb.

tu-freiberg.de

**Dr. med.**

**Andreas Fichtner, MME**

Leiter Notfall- und

OP-Management

Kreiskrankenhaus

Freiberg

Zentrale

Notfallaufnahme

Donatsring 20

09599 Freiberg

andreas.fichtner@

kkh-freiberg.de

## Aufgaben der Grubenwehr

Die Grubenwehr wird zur Rettung und Bergung von Menschen und zur untertägigen Brandbekämpfung sowie zur technischen Hilfeleistung eingesetzt. Da sich die Umgebungsbedingungen des untertägigen Einsatzortes stark von den Gegebenheiten über Tage unterscheiden, können in diesen Bereichen – aufgrund abweichender Taktik und Ausrüstung – nur sehr erschwert Feuerwehr oder öffentlicher Rettungsdienst eingesetzt werden.

Auch durch die Schließung großer überregionaler Gewinnungsbetriebe (z. B. Steinkohle- und Uranbergbau) stellt die medizinische Versorgung von verunfallten bzw. erkrankten Personen vor Ort und während des Transports ein ernstzunehmendes Problem dar. Während es in den ehemaligen Großbetrieben personalstarke Grubenwehren mit angegliedertem betriebseigenem ärztlichen Rettungspersonal gab, sind derartige Konstellationen trotz wieder zunehmenden Bergbaus kaum noch verfügbar. Dieser Fakt steht im Widerspruch zu der im Bergbau nachweislich zu erwartenden Verletzungsschwere und den deutlich verlängerten Rettungszeiten im Vergleich zur Situation über Tage.

Zur Schließung dieser Versorgungslücke und Reduzierung der Hilfsfristen hat ein Team der Grubenwehr Freiberg und der zentralen Notfallaufnahme des Kreiskrankenhauses Freiberg ein standardisiertes

**Abb. 2:** Training der Grubenwehr mit einer Verletztenversorgung in der Grube



**Tab. 1: Komprimierter Handlungsalgorithmus**

1	Suffiziente Einschätzung akuter vitaler Gefährdung
2	Blutstillung
3	Kardiorespiratorische Schnelldiagnostik
4	Raumluftunabhängige Atemunterstützung und ggf. Beatmung
5	Sedierende Schmerztherapie
6	Primärversorgung von Verletzungen/ lebensbedrohlichen Erkrankungen
7	Transportlagerung mit Wärmeerhalt, fixiertem Equipment mit Möglichkeit der Schleif- und Senkrechtrettung

Ausbildungscurriculum („Tactical Medical Mining Rescue“) basierend auf den Grundlagen der Taktischen Medizin (Tactical Emergency Medical Support [TEMS] und Tactical Combat Casualty Care [TCCC]) entwickelt. Weitere Informationen zur wissenschaftlichen Begleitforschung zur Entwicklung und Validierung des Kurskonzepts können über den QR-Code am Ende des Artikels nachgelesen werden.

**Der modifizierte <C>AVPU-ABCDE-Behandlungsalgorithmus fokussiert eine logische Therapiekette anhand einfacher diagnostischer Ergebnisse, ohne dass umfassende medizinische Vorkenntnisse notwendig sind.**

## Die Ausbildung

Die Ausbildung basiert auf einem strukturierten standardisierten Ausbildungscurriculum, das aufeinander aufbauende praktische Fertigkeiten eines speziell entwickelten Handlungsalgorithmus vermittelt. Didaktisches Kernelement zur Vermittlung der einzelnen praktischen Fertigkeiten ist die modifizierte Peyton-Methode. Die Angehörigen der Grubenwehr durchlaufen dieses Training mit einem Umfang von 16 UE in einer realistischen Einsatzumgebung direkt im Bergwerk. Der weitgehend reduzierte und stressoptimiert modifizierte <C>AVPU-ABCDE-Behandlungsalgorithmus fokussiert eine logische Therapiekette anhand einfacher diagnostischer Ergebnisse, ohne dass umfassende medizinische Vorkenntnisse notwendig sind (Tab. 1).

Zum Nachweis und zur Dokumentation der Anwendersicherheit erfolgt am Ende des Kurses eine standardisierte „Objective Structured Practical Examination (OSPE)“. Für die Prüfungsszenarien werden Schau-

spielpatienten zur realistischen Unfalldarstellung eingesetzt. Im Anschluss an das Training der Grubenwehr erfolgt ein Transport mittels RTW in die Notaufnahme des Kreiskrankenhauses Freiberg, wo ein Schockraumtraining durchgeführt wird.

Die ausgebildeten Grubenwehr-Kameraden absolvieren alle zwei Jahre einen Wiederholungslehrgang für die speziellen Kenntnisse der taktischen Medizin im Grubenrettungswesen. Zur Aus- und Weiterbildung von Einzelmaßnahmen und komplexeren Gesamtszenarien fließen diese kontinuierlich in die regelmäßigen Übungen ein.

**Für den Einsatz der Grubenwehr wurde ein Ausrüstungs-, Versorgungs- und Transportkonzept entwickelt, wobei die besonderen Bedingungen der untertägigen Einsatzumgebung berücksichtigt wurden.**

## Die Ausrüstung

Für den Einsatz der Grubenwehr wurde ein spezielles Versorgungs- und Transportkonzept entwickelt, wobei die besonderen Bedingungen der untertägigen Einsatzumgebung berücksichtigt wurden. Die gesamte medizinische Ausrüstung wurde bezüglich



**Abb. 3:** Transport mittels Lok und offenem Personenwagen

Größe und Gewicht minimiert sowie hinsichtlich Schmutz- und Wasserresistenz optimiert. Mit  $47 \times 36 \times 26$  cm ist der Einsatzrucksack bei breiterem Maßnahmenspektrum wesentlich kompakter als ein vergleichbarer Rucksack des Regelrettungsdienstes. Alle Ausrüstungsgegenstände zur Diagnostik und Akuttherapie befinden sich in funktionalen, dem Algorithmus folgenden, herausnehmbaren Taschen. Der Behandlungsablauf und das dabei eingesetzte Material sind in der Tabelle 2 zusammengestellt.



**Abb. 4 und 5:** Patiententransport mit bedienbarer Medizintechnik

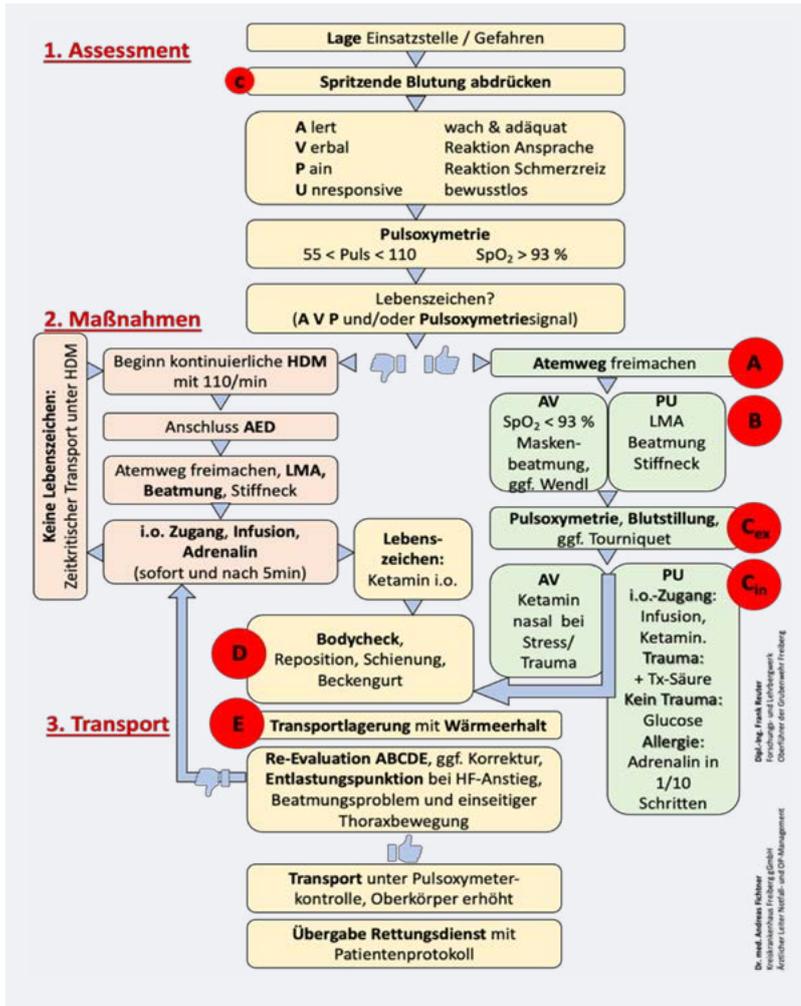


Abb. 6: Reduktionistisch optimierter Handlungsalgorithmus nach dem modifizierten <C>AVPU-ABCDE-Schema



Abb. 7: Der Einsatzrucksack der Grubenwehr ist nach dem <C>AVPU-ABCDE-Schema gepackt.

Abb. 8: Patientenkarte

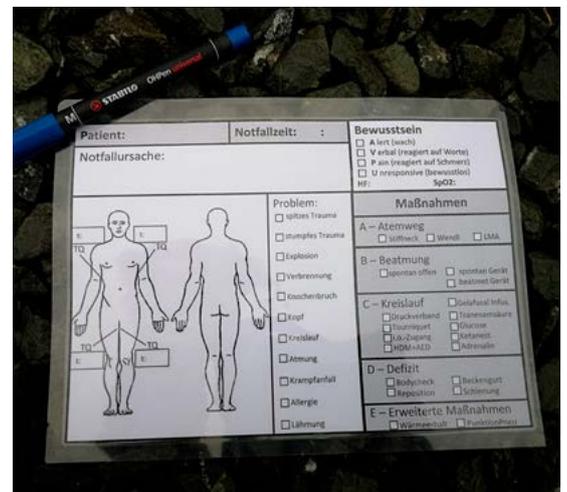
**Der Rechtsrahmen der Notkompetenz wurde klar abgesteckt und soll eine relevante Versorgungslücke schließen.**

Bei der Entwicklung der Ausrüstung wurde über die genannten Aspekte hinaus insbesondere auch auf Handhabungs- und Patientensicherheit geachtet, da zumeist medizinische Laien der Grubenwehr sie unter schwierigen Einsatzbedingungen (Enge, Nässe, Dunkelheit) potenziell sicher anwenden müssen. Somit wurde z. B. auf einen übungsintensiven intravenösen Zugang verzichtet und stattdessen ein sternaler Intraossärzugang (EZ-IO T.A.L.O.N.) verwendet sowie die Wirkstoffeinheiten so gewählt, dass stets eine ganze Ampulle aufgezogen und verabreicht wird. Auch die für die Atemwegssicherung verwendete Larynxmaske (LMA) Supreme ist aufgrund ihres im Vergleich zu anderen supraglottischen Atemwegshilfen stabileren Cuffs für den Anwenderkreis am besten geeignet, da sie zudem bessere Abdichteigenschaften zeigt.

Für die Beatmung wird ein bei den Grubenwehren vorhandenes umluftunabhängiges druckgesteuertes Beatmungsgerät (Oxylator® FR 300B, Panomed) eingesetzt. Zur Dokumentation und Übergabe an den Rettungsdienst dient eine speziell entwickelte Patientenkarte (Abb. 8).

### Einsatz und Ausblick

Unter Einbezug des sächsischen Oberbergamts und zusätzlich entsprechender juristischer Stellungnahme konnte das vorgestellte Ausbildungscurriculum in der Grubenwehr Freiberg fest implementiert werden. Die Ausbildung für weitere Bergbetriebe hat bereits begonnen. Der Rechtsrahmen der Notkompetenz wurde klar abgesteckt und soll eine rele-



**Tab. 2: Maßnahmen und Ausrüstung**

<C>, initiales Assessment	<C>AVPU-ABCDE-Prozesskette, Pulsoxymetrie, Blutung komprimieren	Pulsoxymeter mit Kabel und Gummifingersensor
BLS mit AED	Herzdruckmassage mit AED-Anwendung und -verfahren nach Algorithmus	AED (Fred Easyport, Schiller, Baar, Schweiz), Adrenalin
A	Öffnung und Sicherung der Atemwege	nicht-invasive Beatmung mit Maske und Silikongurt, invasive Beatmung mit LMA Supreme Gr. 4 + 5 inkl. Zubehör (Teleflex, Westmeath, Ireland), Atemwegssicherung mit Wendel-Tubus Gr. 24
B	nicht-invasive / invasive Beatmung	Beatmungsgerät (Oxylator® FR 300 B, Panomed, Weßling, Deutschland), Sauerstoffflasche 2 l, manuelle Absaugung, Stiffneck, Beatmungsbeutel (Pocket BVM, MicroBVM, USA)
C <sub>ex</sub>	Bodycheck, Blutstillung	Tactical Wrap, Tourniquet, Celox-Chitosan-Pulver, Z-Gauze, Saugkompressen
C <sub>in</sub>	sternaler i. o. Zugang	i. o. Zugang (EZ-IO T.A.L.O.N., Teleflex, Morrisville, USA), Infusionssystem, Volumenersatz mittels 4%-iger Gelatinelösung, Tranexamsäure, Esketamin, Glukose, Adrenalin
D	Reposition, Schienung, Beckengurt	Beckenschlinge, Sam®-Splint
E	ABCDE-Reevaluation, Transportverpackung mit Wärmeerhalt, Thoraxentlastungspunkt	Transportlagerung mit fixiertem Equipment und Möglichkeit der Schleif- und Senkrechrtrettung mittels Kendler-Schleiftrage, Wärmeerhalt mittels modifizierter Hibler-Packung (in Trage eingeklebte Silber-Gold-Folie, Aktivwärmepad mit Phasenwechseltechnik), Dekompressionsnadel 14 G

vante – teils stundenlange – Versorgungslücke schließen. Sobald medizinisches Fachpersonal verfügbar oder konsultierbar ist, endet die Notkompetenz der Grubenwehr.

In eigenen Untersuchungen konnte nach Absolvierung des Ausbildungscurriculums ein hinsichtlich der vermittelten Kompetenzen gegenüber dem Regelrettungsdienst gleichwertiges und im Vergleich zu Rettungssanitätern sogar höheres Kompetenzniveau gemessen werden. Dieses blieb auch nach einem übungsfreien Intervall von sechs Monaten konstant.

**Versorgungslücken können geschlossen und das Patienten-Outcome kann potenziell deutlich verbessert werden.**

Im Rahmen des Ausbildungscurriculums wurde auch grundlegendes notfallmedizinisches Prozessverständnis erworben. Dies erwies sich als sehr nützlich in der dritten Covid-19-Welle, als die Grubenwehr Freiberg aufgrund von pandemiebedingtem Personalangel auf ehrenamtlicher Basis in der Notaufnahme des Kreiskrankenhauses Freiberg eingesetzt wurde. Nach anfänglicher Skepsis seitens des Notaufnahmepersonals erwiesen sich

die eingesetzten Bergleute nicht nur für die Basisnotfallversorgung als hilfreiche Unterstützung, sondern assistierten vereinzelt auch bei Behandlungen. Die im Rahmen des Kurses erworbenen invasiven Tätigkeiten wurden selbstverständlich nicht am Patienten angewandt.

Zur weiteren Verbesserung der Patientensicherheit werden derzeit Möglichkeiten der Telemedizin durch drahtgebundene Kommunikationsmittel erprobt. Drahtgebundene Kommunikation wird überall dort angewendet, wo Funknetze nicht funktionieren und lange Wegstrecken überbrückt werden müssen. Eingesetzt wird das System CableCom LR der Firma Imtradex, das ebenfalls an der TU Bergakademie Freiberg entwickelt wurde.

## Fazit

Die Einsatzsanitäter der Grubenwehr verstehen sich nicht als „Ersatz-Notärzte“, sondern werden nur dort eingesetzt, wo der Regelrettungsdienst nicht zum Einsatz kommen kann. Invasive Maßnahmen werden nur in einem Fall des rechtfertigenden Notstands angewendet. Dennoch können mit diesem Konzept relevante prähospitalen Versorgungslücken geschlossen und das Patienten-Outcome potenziell deutlich verbessert werden, denn nichts ist schlimmer als Nichtstun! ⊕

Weitere Informationen zum Kurskonzept:

