

Kurzfassung

Anwendung der Bewehrten Erde in der Bergbausanierung

Dr.-Ing. Dietmar Grießl, Dipl.-Ing. Jörg Friedrich, Dipl.-Ing. Erik Seidel
G.U.B. Ingenieur AG

Einleitung

Ein charakteristisches Merkmal des unter- und oberirdischen Bergbaus ist die geomorphologische Veränderung der Umwelt, insbesondere die massive Veränderung des Landschaftsbildes. Jede Form des Abbaus von Böden oder Bodenschätzen ist verbunden mit der Entstehung neuer Böschungssysteme. Im Tagebau sind dies die Abbauböschungen am Gewinnungsort, wie auch die Böschungen der Abraumhalden. Im Bergbau sind vor allem die Abraumhalden durch große Böschungssysteme gekennzeichnet.

Insbesondere die Böschungen, die durch Altbergbau entstanden sind, sind hinsichtlich ihrer Standsicherheit unter Zugrundelegung der gültigen Normen als kritisch zu betrachten. Einerseits weisen sie geringere Standsicherheitskoeffizienten bzw. höhere Ausnutzungsgrade der Sicherheit auf, als die Normen fordern, andererseits haben Verwitterungen und Erosionen im Laufe der Jahre kritische Veränderungen an den Böschungssystemen verursacht.

Dies sind Gründe dafür, dass eine Vielzahl von Böschungen saniert oder auch konstruktiv gesichert werden muss. Die Sanierungs- und Sicherungsverfahren sind dabei vielfältig. Sie reichen von ingenieurbio-logischem Verbau über Abflachungen, Verfestigungen und Ver-nagelungen bis hin zur Errichtung von Stützkonstruktionen.

Eine Form der Stützkonstruktionen bildet dabei die Bewehrte Erde. Das Prinzip besteht darin, dass ein Erdkörper lagenweise aufgebaut wird, wobei zwischen den einzelnen Lagen Geogitter eingelegt werden, die als Bewehrung dienen und die Zugkräfte aufnehmen, die bei einer Deformation oder gar Rutschungsbewegung im Erdkörper auftreten. Dadurch entsteht, nach einer geringen Anfangsverformung, die allgemein bereits während des Baus eintritt, ein stabiler Erdblock mit einer standsicheren Böschung. Die Böschungswinkel einer Konstruktion aus Bewehrter Erde können dabei sehr groß sein, so dass fast senkrechte Wände entstehen. Dies ist besonders bei beengten Platzverhältnissen von Bedeutung.

Der Einsatz von Konstruktionen aus Bewehrter Erde in der Bergbausanierung soll an zwei Beispielen vorgestellt werden.

Beispiel 1: Restloch Rinnelberg, Sanierung des Gefährdungsbereiches Mammenstraße in der Stadt Plauen / Vogtland

Das in der Stadt Plauen befindliche Restloch Rinnelberg, ein ehemaliger Schiefersteinbruch aus dem 19. Jahrhundert, liegt zwischen der Rinnelbergstraße und der Mammenstraße. Der Steinbruch wird auf der Süd- und Westseite jeweils begrenzt durch ca. 18,0 m hohe und nahezu senkrechte Felsböschungen, die durch den historischen Schieferabbau entstanden sind. Diese Felsböschungen waren mit der über Jahre wirkenden Verwitterung, der Klüftung und der Charakteristik der Schieferung sowie einer vorhandenen Störungszone nicht ausreichend standsicher, so dass es in der Vergangenheit immer wieder zu Steinfällen und Abrissen zum Teil großer Festgesteinspartien kam. Die Gefahr weiterer Steinfälle wurde in einer durch die G.U.B. Ingenieurgesellschaft GmbH Zwickau durchgeführten Standsicherheitsuntersuchung als akut bewertet.

Besonders betroffen waren davon die Mammenstraße, die auf der südlichen Böschungschulter im Bereich der Störungszone unmittelbar an der Böschungsoberkante verläuft, sowie die darunter, unmittelbar am Böschungsfuß befindlichen Garagengebäude. Im Gehwegbereich der Mammenstraße war die Abrisskante der Böschung bereits soweit fortgeschritten, dass der Gehweg auf einer Breite von ca. 4,50 m und einer Tiefe von ca. 1,20 m unterhöhlt war und nur durch ein Provisorium gesichert werden konnte.

Das zuständige Sächsische Oberbergamt Freiberg – Dezernat Altbergbau – beauftragte die G.U.B. Ingenieurgesellschaft mbH, Büro Zwickau, mit der Erarbeitung einer Sanierungsplanung für den Gefährdungsbereich Mammenstraße.

Zunächst wurde der Abriss der Garagen am Böschungsfuß erforderlich. Danach mussten der Baum- und Strauchbestand auf der Böschung beseitigt und diese loser Gesteinspartien beraubt werden.

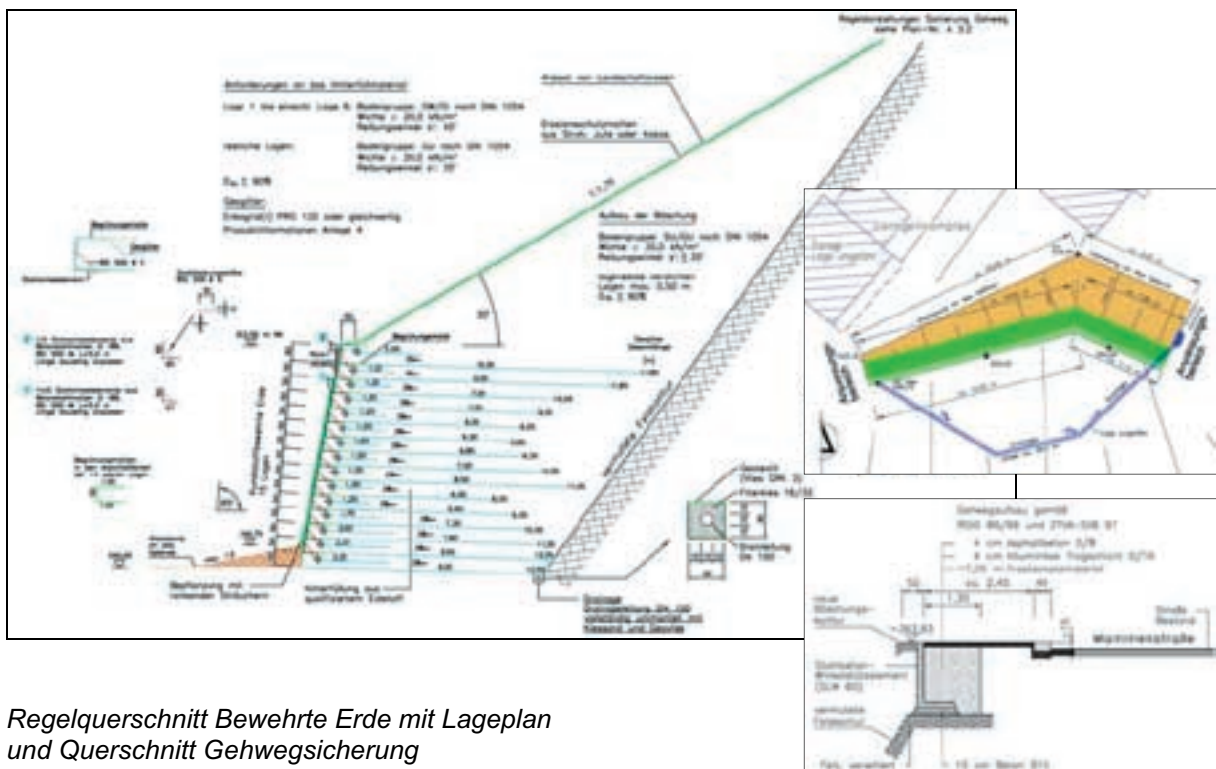
Anschließend konnte die dauerhafte Sicherung der Felsböschung erfolgen. Aufgrund der beschriebenen geologischen Verhältnisse wurden Felsverankerungen als zu kompliziert und aufwändig verworfen, da nicht gewährleistet werden konnte, dass alle kritischen Klüftkörper durch die Verankerungen gesichert würden. Als Alternative wurde dazu eine Sicherung durch ein Erdwiderlager geplant. Kriterien für die Sicherung waren:

- die Erzielung der erforderlichen Dauerstandsicherheit,
- die Minimierung des Material- und Kostenaufwandes,
- die Minimierung des Platzbedarfes, so dass ein möglichst großer Teil des Garagenkomplexes erhalten bleiben konnte,
- die Minimierung des Eingriffs in die Natur sowie
- eine gute Anpassung an das natürliche Bild der Umgebung.

Dazu wurden verschiedene Systeme untersucht, wie z. B. eine Gabionenwand, eine rückverankerte Stahlbetonwand, eine Winkelstützwand, eine Raumbgitterwand (Krainerwand) und eine Konstruktion aus Bewehrter Erde.

Im Rahmen der Variantenuntersuchungen konnten die Bewehrte Erde und die Gabionenwand als kostengünstigste Lösungen ermittelt werden. Die Gesamtbaukosten für die alternativen Betonkonstruktionen lagen um ca. 15 % (Raumbgitterwand) bis 25% (Winkelstützwand) höher. Gleichzeitig ermöglichten die beiden kostengünstigeren Varianten ein natürlicheres Aussehen und eine bessere Einpassung in die natürliche Umgebung.

Ausschlaggebend für die Wahl der Bewehrten Erde als Vorzugsvariante waren der geringere Platzbedarf, die kürzere Bauzeit sowie die relativ unkomplizierte Ausführung mit einfacher Gerätetechnik. Die Bauzeit betrug insgesamt nur 2 Monate.



Regelquerschnitt Bewehrte Erde mit Lageplan und Querschnitt Gehwegsicherung



Böschung während Beräumung



Böschung nach der Sicherung

Beispiel 2: Sanierung und Endgestaltung der Hammerberghalde in Schlema

Das Gebiet Schlema-Alberoda besitzt einen der ausgedehntesten Haldenbestände der WISMUT GmbH, die heute die Sanierung des ehemaligen sächsischen Uranerzbergbaues betreibt. Dabei stellt die Hammerberghalde den flächenmäßig größten geschlossenen Haldenkomplex der Region dar. Die Sanierung der Hammerberghalde erfolgte in 6 Bauabschnitten und wurde Ende 2006 abgeschlossen.

Der Bauabschnitt 1a der Hammerberghalde beinhaltete dabei die Sicherung besonders steiler Böschungsabschnitte am Haldenfuß. Dieser Bauabschnitt erstreckt sich vom südwestlichen bis zum nordöstlichen Teil des Haldenkomplexes und umfasst eine Fläche von ca. 3,15 ha.

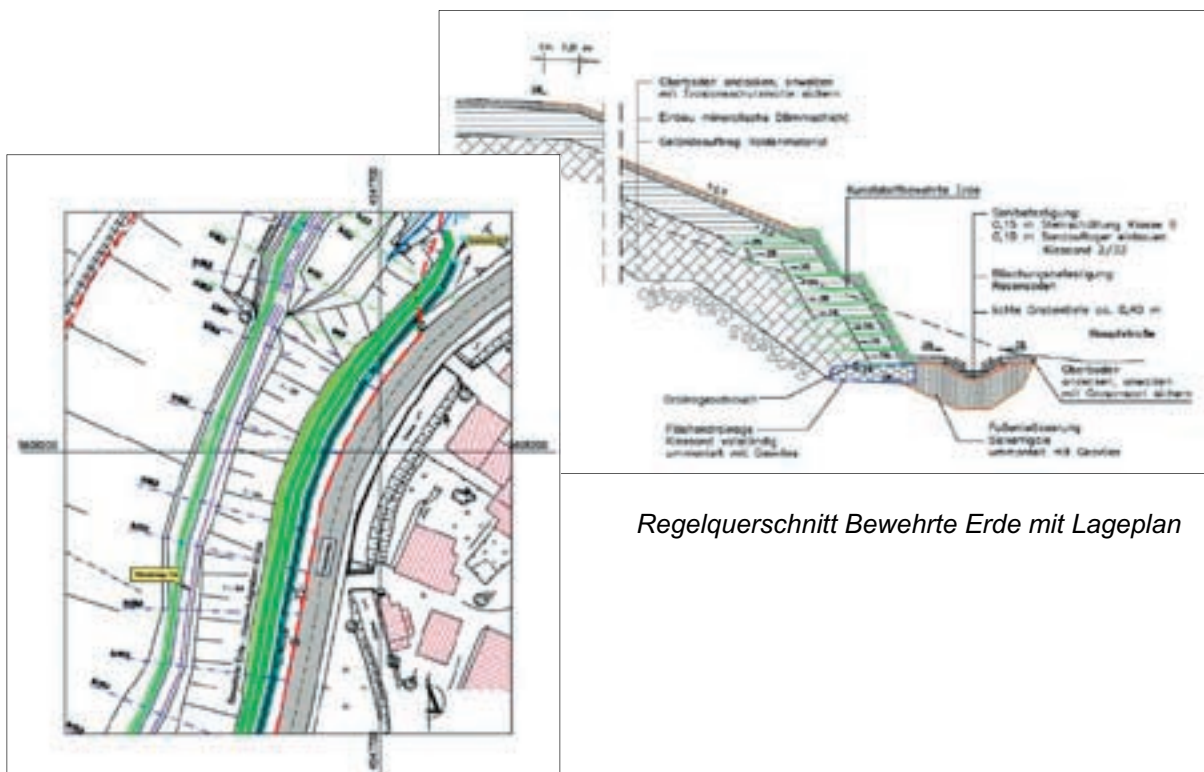
Die innerhalb des Bauabschnitts liegenden Böschungsbereiche besaßen eine Neigung von 1:1,3 bis 1:2. Im Sommer 1996 wurden kurzfristig Maßnahmen zur schnellen Gefahrenabwehr ergriffen, da Starkniederschläge im Juni desselben Jahres lokale Schäden im Abdecksystem verursachten. Diese Maßnahmen beinhalteten den Schutz der angrenzenden Wohnbebauung, des öffentlichen Verkehrsraumes (die parallel zum Haldenfuß verlaufende Kreisstraße) und die Sicherung exponierter Böschungsabschnitte. Dazu wurden die Steilböschungen teilweise ingenieurbologisch gesichert oder durch einen technischen Linienerbau befestigt. Diese Maßnahmen besaßen jedoch nur temporären Charakter. Zur langzeitstabilen Sicherung der Steilböschungsbereiche wurde ein Sicherungskonzept erarbeitet, das sich in das Landschaftsbild des Hammerbergs einfügt und zusätzliche Freiflächen für forstwirtschaftliche Ausgleichsmaßnahmen schafft.

Kernstück der Sicherungsmaßnahme war ein etwa 300 m langer Böschungsabschnitt mit Böschungslängen zwischen 20 m und 35 m. Um die für die Langzeitstabilität erforderliche Böschungsneigung von mindestens 1 : 2,5 zu erreichen war der Böschungsfuß mit einem geeigneten Linienerbau zu befestigen. Im Rahmen der Planung wurden dazu mehrere Bauweisen untersucht und bewertet:

- Winkelstütz- und Schwergewichtsmauer,
- Raum- bzw. Krainerwand,
- Gabionenwand,
- Bewehrte Erde-Wand,
- Bewehrte Erde mit Gabionenfuß.

Alle Varianten mussten gewährleisten, dass das Abdecksystem auch im Stützkörper durchgängig bis zum Haldenfuß geführt wird. Aus strahlenschutzrechtlicher Sicht waren der Stützkörper wie das gesamte Böschungssystem Hammerberghalde im Hinblick auf eine Kaminwirkung am Böschungsfuß und zur Vermeidung einer Radonexhalation qualifiziert zu sichern.

Nach Abwägung aller Vor- und Nachteile wurde in Abstimmung mit den zuständigen Behörden eine bewehrte Erde-Wand errichtet. Hierzu wird ein Erdstützkörper lagenweise aufgebaut und mit Geokunststoffen bewehrt. Vorteile dieser Variante am betreffenden Standort lagen im größtmöglichen Einbau von bauzeitlich ausgebautem Haldenmaterial in den Stützkörper (damit geringste Massenverdrängung und Umlagerung an einen anderen Standort), im zügigen Baufortschritt (Haldenmaterial liegt nur kurze Zeit frei), in der Dauerhaftigkeit der Konstruktion (150 bis 200 Jahre), in der ökologischen Bauweise und letztendlich im Kostenvorteil gegenüber den anderen Varianten. Weiterhin passt sich die Böschungskontur synchron dem Gelände an.



Regelquerschnitt Bewehrte Erde mit Lageplan



Haldenfuß während der Bauphase



Haldenfuß nach der Sanierung