OPEN ACCESS
OPUS AUGSBURG

Universität Augsburg
Universitätsbibliothek

Die Versatzentwicklung des Bergwerks Preinsfeld – auch eine Abfallgeschichte

T. Sattler, J. Daul, R. Galler, Daniel Vollprecht

Angaben zur Veröffentlichung / Publication details:

Sattler, T., J. Daul, R. Galler, and Daniel Vollprecht. 2022. "Die Versatzentwicklung des Bergwerks Preinsfeld – auch eine Abfallgeschichte." Recy&DepoTech 16 (1): 705–10.

Nutzungsbedingungen / Terms of use: **licgercopyright**

Dieses Dokument wird unter folgenden Bedingungen zur Verfügung gestellt: / This document is made available under th conditions:
Deutsches Urheberrecht
Weitere Informationen finden Sie unter: / For more information see:
https://www.uni-augsburg.de/de/organisation/bibliothek/publizieren-zitieren-archivieren/publiz/

Die Versatzentwicklung des Bergwerks Preinsfeld – Auch eine Abfallgeschichte

T. Sattler[1], J. Daul[2], R. Galler[3] & D. Vollprecht[4]
[1)] Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft, Leoben, Österreich
[2)] Lafarge Perlmooser / Gipsbergbau Preinsfeld GmbH Nfg KG, Wien, Österreich
[3)] Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Subsurface Engineering, Leoben, Österreich
[4)] Universität Augsburg, Institut für Materials Resource Management, Augsburg, Deutschland

KURZFASSUNG: Aus sicherheitstechnischen Gründen erfolgt im Gipsbergbau Preinsfeld die Verfüllung mit bergfremdem Material, da es nach Stilllegung des Bergwerks aufgrund von Wasserzutritten und der Instabilität des Grubengebäudes zu Verbrüchen bis zur Tagesoberfläche kam. Um das Grubengebäude zu stabilisieren, wurde zunächst Realit, ein Abfall aus der Rauchgasentschwefelung, eingesetzt. Nach Ende der Verfügbarkeit dieses Materials wird derzeit gips-haltiges Tunnelausbruchmaterial des Semmering-Basistunnels im Sturzversatz eingesetzt. Da Mineralwolleabfall zukünftig verwertet statt deponiert werden soll, wird an der Möglichkeit eines einsetzbaren Versatzprodukts mit Mineralwolleabfall geforscht. Hierfür wurden im Labor unterschiedliche Rezepturen hinsichtlich ihrer einaxialen Druckfestigkeit und dem daraus resultierenden gebirgsstabilisierenden Einfluss getestet. Weiters muss das Eluat aus dem Versatzprodukt Grenzwerte, die für eine Bodenaushubdeponie vorgeschrieben sind, einhalten.

1 VERSATZGESCHICHTE DES BERGWERKS PREINSFELD

Der Gipsbergbau Preinsfeld liegt in der Gemeinde Heiligenkreuz im Wienerwald. Seit 1962 wurde die Gipslagerstätte bergmännisch abgebaut, bis im Jahre 2001 die Gewinnung eingestellt wurde. Der Abbau erfolgte zuerst im Tagebau, dann untertage mit Örter-Pfeilerbau auf insgesamt acht Sohlen. Der Gips wurde zunächst im Bohr- und Sprengverfahren gewonnen. Mit dem Auffahren der vierten Sohle wurde zur Gewinnung ein Walzenschrämlader AM 50 eingesetzt. Der Hauptabnehmer des gewonnenen Gipses war das Zementwerk Rodaun, ca. 25 km entfernt am Rande der Stadt Wien im Tal der Dürren Liesing. Nachdem dieses 1996 geschlossen worden war, wurde der Preinsfeld-Gips im Zementwerk Mannersdorf eingesetzt. Als man dort aber den sogenannten Zitro-Gips für die Zementproduktion entdeckte, nahm die Nachfrage nach dem Naturprodukt stetig ab, bis sie 2001 gänzlich zum Erliegen kam. Der Abfall aus der Zitronensäure-Herstellung, der ein Abfallende und damit einen Produktstatus erreichte, war in seiner Gleichmäßigkeit der Qualität, und auch bei anderen technischen Parametern dem natürlichen Gips weit überlegen. Der Preis spielte zudem ebenso eine Rolle. Die jüngere Geschichte des Bergwerks ist in einzigartiger Weise mit der Abfallwirtschaft verbunden.

1.1 Verfüllung als Aufgabe

Bei der Stilllegung der Grube erstreckte sich das untertägige Grubengebäude über sechs Sohlen, bis ca. 80 m Teufe mit einer Streckenausdehnung von rd. 25 km. Das gesamte damals zugängliche Hohlraumvolumen des alten Örterpfeilerbaues betrug etwa eine halbe Million Kubikmeter. Teile der Grube, vor allem die oberflächennahen Sohlen, die von einem Tagebau aus aufgefahren worden waren, waren durch Wasserzutritte und als Folge intensiver Sprengarbeit instabil. Um die Lagerstätte möglichst vollständig auszunutzen, war zwischen den Sohlen stellenweise nur eine sehr dünne Schwebe belassen worden. Zudem standen die Pfeiler vielfach nicht übereinander, sodass insgesamt eine latente Verbruchgefahr für das ganze Grubengebäude bestand. Die Tagesoberfläche wurde zu einem Bruchgebiet erklärt und unter Betretungsverbot abgezäunt. Tagbrüche über dem Grubengebäude erzeugten immer wieder im Luftbild erkennbare Pingen, also durch Einsturz alter Grubenbaue entstandene trichterförmige Vertiefungen an der Erdoberfläche.

Aufgrund dieser Situation sowie vor dem Hintergrund des Grubenunglückes von Lassing im Juli 1998 ergab sich die Aufgabe, das Bergwerk zu verfüllen, um eine spätere Nachnutzung der Tagesoberfläche grundsätzlich zu ermöglichen. Da kein Abbau mehr stattfand, musste der Versatzbetrieb sich finanziell selbst tragen. Der Versatzbaustoff musste die Kosten decken und den Kriterien der Umweltverträglichkeit entsprechen, da der Versatzbaustoff in einem grundwassersensiblen Bereich einzusetzen war, was eine zusätzliche Herausforderung darstellte. Keine unwesentliche Rolle spielte in den ersten Jahren auch der Widerstand der lokalen Bevölkerung, die von früheren Versatzversuchen kritisch geworden war und anfangs eine starke Gegnerschaft bildete.

1.1.1 Verfüllung mit Realit

Ein Versatzbaustoff, der diesen Anforderungen entsprach, war das sogenannte Realit, ein Abfall aus der Rauchgasentschwefelung des Kohlekraftwerks Dürnrohr. Zwischen 2001 und 2008 wurden die dafür erforderlichen Versuche vorgenommen, die Abfallendefeststellung erwirkt und die weiteren behördlichen Genehmigungen besorgt. Realit war somit ein Produkt, das mit Zement und Wasser vermischt einen idealen Baustoff für die Anwendung als Spülversatz darstellte. Aufgrund der sehr guten Pumpbarkeit und Fließfähigkeit ließen sich damit Flächen über mehrere Hundert Quadratmeter ohne weiteres anfüllen. Das Material härtete innerhalb von einigen Wochen aus und erreichte eine Festigkeit von über 7 MPa. Die lange Abbindedauer spielte in dieser Anwendung keine Rolle. Innerhalb der ersten Jahre konnte sogar eine Marktfähigkeit für Realit, der Name ReaZem war dafür angedacht worden, als Schlitzwandfüller erzielt werden. Die Vorarbeit für die Verfüllung im Bergbau bestand lediglich aus der Abdichtung der einzelnen Versatzabschnitte. Dazu wurden Schläuche aus Geovlies an den Enden abgebunden, zwischen Pfeilern verlegt und mit Versatzmaterial verfüllt. Der dahinterliegende Bereich konnte dann verfüllt werden. Sobald eine Schicht abgebunden hatte, konnte die nächste Schicht darauf angelegt werden. Zur Herstellung der Firstbündigkeit wurde die letzte Schicht mit Brunnenschaum zusätzlich abgedichtet, wobei ein Luftauslass bestehen blieb (Abb. 1).

Abb. 1 Verfüllung mit Realit im Bergbau Preinsfeld

Die Verfüllung des Grubengebäudes ging aus statischen Gründen grundsätzlich von unten nach oben. Bedingt durch die Wasserlöslichkeit des Gipses bestand aber die Verbruchgefahr eher im oberen Bereich des Bergbaus und im Süden des sich Süd-Nord erstreckenden Grubengebäudes. Damit ergab sich für einige Jahre durchaus eine Art Wettlauf-Situation, nämlich, ob es gelingen würde, die Verfüllung so rasch als möglich abzuwickeln, bevor es in den oberen Sohlen zu massiven Verbrüchen mit möglichen Dominoeffekten kommen würde. Das ist zum guten Glück gelungen. Zur selben Zeit richtete sich jedoch die Entwicklung der Klimapolitik mehr und mehr darauf aus, den Einsatz von Kohlekraftwerken zu reduzieren. Entsprechend ging auch die Verfügbarkeit des Versatzbaustoffes immer weiter zurück. Das geplante Lebensende des Kraftwerkes Dürnrohr vom Jahr 2025 wurde letztlich überraschend auf das Jahr 2019 vorverlegt. Bis dahin waren rd. 60 % des Hohlraumes verfüllt.

Seit 2018, mit der Ankündigung der Stilllegung des Kraftwerkes, war klar, dass für den verbleibenden offenen Hohlraum ein neuer Versatzbaustoff gefunden werden musste. Verschiedenste Materialien wurden untersucht, wie etwa Schlacken, Aschen und andere Stäube. Letztlich scheiterte es immer entweder an den Umwelteinwirkungen, d. h. die Eluatwerte waren zu weit entfernt von den Grenzwerten für Bodenaushub-Deponien, oder die Wirtschaftlichkeit war nicht gegeben.

1.1.2 Gips aus der Auffahrung des Semmering-Basistunnels

Sehr naheliegend ist es, das Gips-haltige Material, das bei der Herstellung des Semmering-Basistunnels als Bodenaushubmaterial anfällt, als Versatzbaustoff zu verwenden. Das Verfahren um das Abfallende dieses Materials dauerte zweieinhalb Jahre. Seit März 2021 wird Semmering-Gipsausbruch im Gipsbergbau Preinsfeld als Versatzbaustoff im Sturzversatz eingebracht. Die Stückgröße liegt bei ca. bis 250 mm, einzelne Brocken erreichen jedoch Stückigkeiten von bis zu 500 mm. Das Material wird am Vorplatz abgekippt, darauf folgt eine Probenahme mit nachfolgender Analyse zur Qualitätskontrolle. Wenn das Material den Vorgaben entspricht, wird es mit Hydraulikbagger auf einen Muldenanhänger geladen und ein Traktor fährt mit dem Anhänger untertage. Der Muldenanhänger wird über eine Schiebewand entladen, weil das Aufkippen bei ca. 4 m Firsthöhe nicht möglich ist. Vor-Ort untertage schiebt ein Radlader den Versatz soweit als möglich an die Firste an. Für die nachfolgende Verfüllung des Firstspaltes werden Leitungen für den Pumpversatz eingebaut. Mittlerweile sind auf diese Weise über 140.000 t verfüllt worden.
Die Firstspaltverfüllung soll zukünftig wiederum mit einem pumpfähigen Versatzmaterial geschehen.

2 MINERALWOLLEABFALL ALS VERSATZMATERIAL

Mineralwolleabfall bereitet aufgrund ungünstiger deponietechnischer Eigenschaften, wie der niedrigen Rohdichte, des geringen Elastizitätsmoduls und des großen Volumens, Probleme bei der Ablagerung im Kompartiment beispielsweise einer Baurestmassendeponie (Sattler et al. 2019, 2020). Als eine Verwertungsmöglichkeit wird daher im Projekt RecyMin an der stofflichen Verwertung von Mineralwolleabfall im Bergversatz geforscht, da in Österreich bisher noch keine Verfüllung von einsturzgefährdeten untertägigen Grubengebäuden mit mineralwollehaltigen Versatzprodukten erfolgt (Vollprecht et al. 2019, Sattler et al. 2021). Eine Versatzrezeptur mit Mineralwolleabfällen stellt eine sinnvolle Alternative zur Deponierung dar, da die Mineralwolleabfälle somit einer „Verwertung"/„sonstigen Verwertung" zugeführt werden. Abfallwirtschaftlich betrachtet ist die „Sonstige Verwertung" im Sinne der fünfstufigen Abfallhierarchie einer Deponierung vorzuziehen (BAWP 2017). Zudem wird voraussichtlich ab dem Jahr 2027 ein Deponierungsverbot für gefährliche Mineralfaserabfälle eingeführt, wie in der Novelle der Deponieverordnung (DepVO 2021) angekündigt wurde.
In Deutschland besteht ein patentiertes Verfahren zur Verwertung von Dämmmaterialabfällen aus Mineralwolle in Spezialbaustoffen, hierbei können Dämmmaterialabfälle in eine anorganisch-mineralische Matrix eingebunden und im Stapelversatz oder mittels Pumpversatz als Dickstoff in ein Bergwerk eingebracht werden (Gröper & Lack 2016).
Im Projekt RecyMin wird jedoch an einer geeigneten Versatzrezeptur geforscht, die einerseits an die speziellen Vorgaben des Versatzbergwerks Preinsfeld angepasst ist, andererseits sollen Se-

kundärrohstoffe und Rohstoffe eingesetzt werden, die in Prozessen von Projektpartnern entstehen. Somit kann durch die Verwertung im Versatzprodukt eine optimale Kreislaufführung entstehen.
Es ist davon auszugehen, dass der Einsatz des Mineralwolleabfalls zu einer Verbesserung der Eigenschaften des Versatzmaterials führt und somit ein Nutzen bei der Verwendung im einsturzgefährdeten Grubengebäude besteht. Cheng et al. (2011) stellten fest, dass bei zementbasierten Verbundwerkstoffen, bei denen bis zu 10 Gew.-% der natürlichen Gesteinskörnung durch Steinwolleabfälle ersetzt wurden, die Druckfestigkeit, Spaltzugfestigkeit, Zugfestigkeit, Abriebfestigkeit, Absorption, Widerstand und die potenzielle Alkalireaktivität von zementbasierten Verbundwerkstoffen erhöht werden konnten.

3 MATERIAL & METHODEN

Um eine geeignete Rezeptur für das Bergwerk in Preinsfeld zu entwickeln, wurden unterschiedliche Reststoffe auf ihre Eignung untersucht. Hierfür wurde in den Rezepturen Mineralwolleabfall, Feinanteil, Rücklaufsuspension, Papierreststoff-Verbrennungsasche, Bypassstaub und Wasser zu unterschiedlichen Anteilen vermengt (Tab. 1).

Tab. 1: Untersuchte Reststoffe sowie deren Herkunft

Reststoff	**Herkunft**
Mineralwolleabfall	Gebäuderückbau
Feinanteil	Baurestmassen Recycling
Rücklaufsuspension	Tiefbau
Papierreststoff-Verbrennungsasche	Papierindustrie
Bypassstaub	Zementindustrie

3.1 Laborversuche Druckfestigkeit

Um die gebirgsstabilisierenden Eigenschaften des Versatzprodukts nachzuweisen, wurden aus den einzelnen Reststoffen unter der Zugabe von Wasser variierende Rezepturen erzeugt und auf ihre einaxiale Druckfestigkeit (UCS) getestet. Die Gemische wurden, nachdem sie zum Erhärten in Polokalrohre mit einem Durchmesser von 50 mm gefüllt wurden, beidseitig an den Ober- und Unterkanten des entstandenen Zylinders planparallel angeschliffen. Danach wurden die Probekörper in einer servo-hydraulischen Gesteinsprüfpresse vom Typ MTS 815 bis zum Versagen des Materials belastet (Abb. 2). Die maximal gemessene Kraft wurde auf die Querschnittsfläche des Probenkörpers bezogen und als Spannung bzw. einaxiale Druckfestigkeit (MPa) ermittelt.

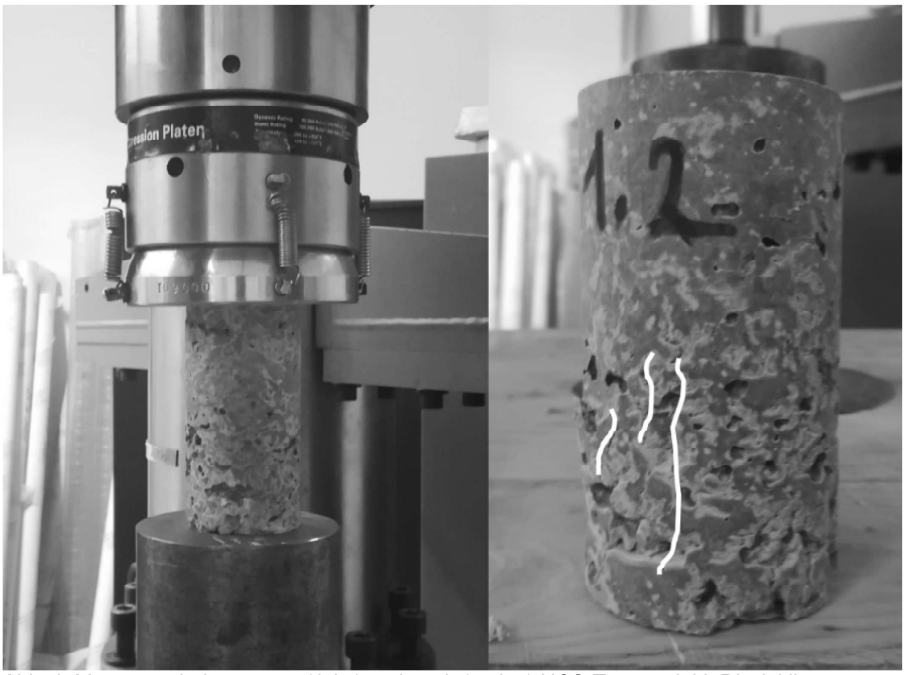

Abb. 2: Versatzprobekörper vor (links) und nach (rechts) UCS-Testung inkl. Rissinitiierung

3.2 Laborversuche Eluatanalysen

Da beim Versatz mit bergfremdem Material keinesfalls der Eintrag von Schadstoffen erfolgen darf, ist es vorgesehen, die Eluate der im Projekt erzeugten Versatzprodukte zu analysieren. Bei der Eluatanalyse werden die löslichen Stoffe des Feststoffs mit Reinstwasser ausgewaschen, das erzeugte Eluat wird darauffolgend analysiert. Die Ergebnisse der Eluatanalytik zu den erzeugten Versatzprodukten liegen aktuell noch nicht vor, diese werden jedoch bei der Tagung im November präsentiert.

4 ERGEBNISSE & DISKUSSION

Die Ergebnisse der UCS-Analysen zeigen deutlich, dass je nach Versatzrezeptur nach 28 Tagen einaxiale Druckfestigkeiten von bis zu 3,2 MPa erreicht werden können. Während Rezepturen unter Zugabe von Feinanteil aus dem Baurestmassenrecycling keine feststellbare Erhöhung der UCS aufweisen, kann gezeigt werden, dass Rezepturen, bestehend aus Mineralwolleabfall, Rücklaufsuspension, Papierreststoff-Verbrennungsasche, Bypassstaub und Wasser die geforderte einaxiale Druckfestigkeit von 2 MPa übersteigen.
Die Eluate des Versatzprodukts müssen, um alle umweltrelevanten Faktoren den Bergbau in Preinsfeld betreffend einzuhalten, innerhalb der Grenzwerte einer Bodenaushubdeponie liegen, wobei jedoch die geogenen Verhältnisse der Gipslagerstätte berücksichtigt werden. Sofern dies gegeben ist, ist aus abfalltechnischer Sicht der Versatz mit einer getesteten Rezeptur möglich. Aus bergbau- und aus bautechnischer Sicht erfüllt Mineralwolleabfall die Anforderungen an ein Versatzbaustoffprodukt.

5 SCHLUSSFOLGERUNG & ZUSAMMENFASSUNG

Der stillgelegte Gipsbergbau Preinsfeld wird aufgrund einer latenten Verbruchgefahr für das gesamte Grubengebäude durch den Einsatz von Versatzprodukten stabilisiert. Von einem ursprünglichen Hohlraumvolumen von etwa einer halben Million Kubikmeter wurden bereits ca. 80 % verfüllt. Neben dem bereits erfolgten Einsatz von Realit und dem aktuell verwendeten gipshaltigen Tunnelausbruchmaterial des Semmering-Basistunnels, stellt der Einsatz eines Versatzproduktes mit Mineralwolleabfall eine Möglichkeit dar.

Untersuchungen hinsichtlich der einaxialen Druckfestigkeit haben ergeben, dass im Labor getestete Rezepturen eine ausreichende stabilisierende Funktion für das verbruchgefährdete Gebirge aufweisen. Neben der UCS sind jedoch die Ergebnisse der Eluatanalytik von Bedeutung.

Das Versatzprodukt besteht verfahrenstechnisch betrachtet aus den Sekundärrohstoffen Mineralwolleabfall, Papierreststoff-Verbrennungsasche und Rücklaufsuspension, wobei durch den Einsatz des Versatzmaterials technisch betrachtet ein sinnvoller Zweck durch die Stabilisierung der einsturzgefährdeten Hohlräume gegeben ist. Voraussetzung ist das Erreichen eines Abfallendes des Mineralwolleabfalls, dann kann nach bescheidlicher Feststellung auch abfallrechtlich von einem Produkt gesprochen werden (Sattler et al. 2021).

LITERATUR

BAWP (Bundesabfallwirtschaftsplan) (2017) *Bundes-Abfallwirtschaftsplan 2017, Teil 1*, Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, Wien Dezember 2017, 2017.

DepVO (Deponieverordnung) (2021) *Deponieverordnung 2008 – DVO 2008, Änderung der Deponieverordnung 2008,* Verordnung der Bundesministerin für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie.

Cheng, A., Lin, W.-T., Huang, R. (2011) *Application of rock wool waste in cement-based composites*. Materials & Design 32, 636–642.

Gröper, J., Lack, D. (2016) *Verfahren zur Verwertung von Dämmmaterialabfällen aus Mineralwolle in Spezialbaustoffen*, Recy & DepoTech 2016, Leoben.

Sattler, T., Galler, R., Vollprecht, D. (2019) *Entwicklung innovativer Recyclingverfahren für Mineralwolleabfälle – Projekt RecyMin*, Berg- und Hüttenmännische Monatshefte 164 , 552–556.

Sattler, T., Pomberger, R., Schimek, J., Vollprecht, D. (2020) *Mineral wool waste in Austria, asscociated health aspects and recycling options*, Detritus, Multidisciplinary Journal for Waste Resources & residues, 9 (2020), 174–180.

Sattler, T., Galler, R., Vollprecht, D. (2021) *Sekundärrohstoffbasierte Versatzprodukte im Bergbau – Mineralwolleabfälle für den ressourcenschonenden Versatz*. Berg- und Huettenmaennische Monatshefte 166, 618–622. https://doi.org/10.1007/s00501-021-01177-0.

Vollprecht, D., Sattler, T., Doschek-Held, K., Galler, R., Schimek, J., Kasper, T., Daul, J., Pomberger, R. (2019) *Innovative Deponierung sowie Recycling von Mineralwolleabfällen im Bergversatz, in der Zement und in der Mineralwolleindustrie*. Berliner Konferenz, Mineralische Nebenprodukte und Abfälle, 6, Aschen, Schlacken, Stäube und Baurestmassen, Neuruppin: Thomé Kozmiensky, 481–492.