Berg Huettenmaenn Monatsh (2021) Vol. 166 (10): 485–495
<https://doi.org/10.1007/s00501-021-01153-8>
 © Der/die Autor(en) 2021

BHM Berg- und
Hüttenmännische
Monatshefte

„ReviRis – Revitalising Post-Mining Regions“

Was tun, wenn sich die Abbautätigkeiten dem Ende neigen?

Gloria Ammerer¹ und Peter Schimek²

¹Resources Innovation Center, Montanuniversität Leoben, Leoben, Österreich

²VA Erzberg GmbH, Eisenerz, Österreich

Eingegangen 6. August 2021; angenommen 18. August 2021; online publiziert 28. September 2021

Zusammenfassung: Im Zuge des EIT RawMaterials-Projektes „ReviRis – Revitalising Post-Mining Regions“ werden Bergbaugelände weltweit mit ihren Auswirkungen auf die jeweiligen Bergbaufolgelandschaften betrachtet. Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines partizipativen, evaluativen Leitfadens (toolbox), der bei der Gestaltung und Umsetzung von Strategien zur Revitalisierung von Bergbaufolgelandschaften und Übergangslandschaften eingesetzt werden kann. Zielgruppen sind regionale und lokale Entscheidungsträger (Industrie, Gemeinden, Raumplaner und Behörden). Starkes Augenmerk wird auch auf die Beteiligung und das Engagement der verschiedensten Interessengruppen, allen voran der lokalen Bevölkerung, gelegt.

Am 22. Juni 2021 fand im Zuge des Projektes der erste online Workshop zum Thema „Revitalisierung von Bergbaufolgelandschaften – Untersuchung von Erfolgsfaktoren oder Gründen für Misserfolge“ statt. Das Ziel dieser Veranstaltung war es, ausgewählte Beispiele von revitalisierten Bergbaufolgelandschaften vorzustellen und die Erfolgs- oder Misserfolgsschritte des Revitalisierungs- und Managementprozesses darzustellen.

Folgende Revitalisierungsprojekte wurden präsentiert: Zinnbergwerk Geevor (Großbritannien), Lavrion Technological Cultural Park (Griechenland), Goldmine Złoty Stok (Polen), Kupfer- und Anhydritbergwerk Lubichów (Polen), Ölschieferbergwerk Ojamaa (Estland), Abenteuerzentrum Kiviöli (Estland), St. Barbara Mine (Kroatien), Steirischer Erzberg (Österreich).

Im Zuge dieses Artikels werden die vorgestellten erfolgreichen Projekte näher erläutert, wobei der Schwerpunkt auf der rechtlichen sowie auf der aktuellen Situation in Österreich – am Fallbeispiel des Steirischen Erzberges – liegt. Der Steirische Erzberg stellt insofern ein spannendes Praxisbei-

spiel dar, dass im Gegensatz zu anderen österreichischen Vorzeigeprojekten wie z. B. zu den Revitalisierungsarbeiten der „GKB-Bergbau GmbH“ oder auch der „Bleibberger Bergwerks Union“ nach Einstellung der Bergbautätigkeit, in Eisenerz gleichzeitig mit vielen alternativen Nutzungen noch immer und auch noch für Jahrzehnte aktiver Erzabbau betrieben wird.

Schlüsselwörter: Bergbaufolgelandschaften, Schließung von Bergbaugeländen, Revitalisierung, Renaturierung, Rekultivierung, Steirischer Erzberg

“ReviRis – Revitalising Post-Mining Regions” – What to Do when Mining Activities Come to an End?

Abstract: In the course of the EIT RawMaterials project “ReviRis – Revitalising Post-Mining Regions”, mining areas worldwide are considered with their impacts on the respective post-mining landscapes. The aim of the project is to develop a participatory, evaluative guide (toolbox) that can be used in the design and implementation of strategies for the revitalisation of post-mining and transitional landscapes. Target groups are regional and local decision makers (industry, municipalities, spatial planners, and authorities). A strong emphasis is also given to the participation and engagement of a wide range of stakeholders, first and foremost the local population.

On 22 June 2021, the first online workshop on the topic of “Revitalising post-mining landscapes – examining success factors or reasons for failure” was held as part of the project. The aim of this event was to present selected examples of revitalised post-mining landscapes from Europe and to show the success or failure factors of the revitalisation and management process.

The following revitalisation projects were presented: Geevor Tin Mine (UK), Lavrion Technological Cultural Park (Greece), Złoty Stok Gold Mine (Poland), Lubichów Copper and Anhydrite Mine (Poland), Ojamaa Oil Shale Mine (Es-

G. Ammerer (✉)
Resources Innovation Center,
Montanuniversität Leoben,
Leoben, Österreich
gloria.ammerer@unileoben.ac.at

tonia), Kiviõli Adventure Centre (Estonia), St. Barbara Mine (Croatia), Steirischer Erzberg (Austria).

In the course of this article, the presented successful projects will be explained in more detail, focusing on the legal as well as the current situation in Austria – using the Styrian Erzberg as a case study example. The Styrian Erzberg is an exciting practical example insofar as, in contrast to other Austrian pioneering projects such as the revitalisation work of the “GKB Bergbau GmbH” or the “Bleiberger Bergwerks Union” after the cessation of mining activities, active ore mining is still ongoing in Eisenerz at the same time as many alternative uses and will continue for decades to come.

Keywords: Post-mining landscapes, Mine closure, Revitalisation, Renaturation, Recultivation, Steirischer Erzberg

1. Erfolgreiche Fallstudien aus der RIS-Region

1.1 Das Zinnbergwerk „Geevor“, Großbritannien – aus der Zinnkrise zum UNESCO Weltkulturerbe

Seit dem späten 18. Jahrhundert wird in der Region rund um Geevor Zinn und Kupfer abgebaut. Ursprünglich handelte es sich um einen kleinen Betrieb, der unter dem Namen „Wheal an Giver“ bekannt war, zu Deutsch „ein von Ziegen besetztes Stück Land“.

In den 1880er Jahren waren etwas weniger als 200 Arbeiter in den Minen beschäftigt. Im Jahr 1901 gründete eine Gruppe von Bergleuten die Gesellschaft namens „Levant North“ (Wheal Geevor). Diese wurde 1904 von der West Australian Gold Field Company Ltd. übernommen. Der Abbaubetrieb wurde während der Zinnkrise im Jahr 1930, in deren Folge viele andere Bergwerke in Cornwall dauerhaft geschlossen wurden, kurzfristig eingestellt.

Neue Investitionen, ein vorausschauendes Management und steigende Zinnpreise in den 1960er-Jahren verbesserten die Lage des Betriebes. Zu dieser Zeit waren rund 270 Mitarbeiter in Geevor beschäftigt.

In den 1970er-Jahren erstreckte sich Geevor bereits über eine Fläche von etwa 8 Quadratkilometern mit einem Stollensystem an die 140 km. Im Jahr 1985 fielen die Zinnpreise abermals dramatisch und so wurden die Minen 1990 geschlossen, die Pumpen abgeschaltet und das Bergwerk geflutet.

Dank des Engagements der örtlichen Bevölkerung, ehrenamtlicher Einrichtungen, insbesondere des Cornwall County Council und des Pendeen Community Heritage, ist das Bergwerk heute für die Öffentlichkeit zugänglich. Das Zinnbergwerk Geevor wurde zu einem Museum und einem Zentrum bergbaulichen Erbes umfunktioniert. Im Jahr 2006 wurde es zum zentralen Bestandteil des UNESCO Weltkulturerbes der Bergbaulandschaft von Cornwall und West Devon erklärt.

Das Museum erzählt die Geschichte des Zinnbergbaus in Cornwall, insbesondere in Geevor, und zeigt, was an der

Abb. 1: Zinnbergwerk „Geevor“ (© Anna Ostreğa AGH-UST)

Oberfläche und unter Tage früher geschah und wie das Leben der Menschen aussah, die dort arbeiteten ([1, 2]; Abb. 1).

1.2 LAVRION Technologie- & Kulturpark (LTCP), Griechenland – Aufbau einer vielversprechenden Zukunft auf den Ruinen der Vergangenheit

Der Technologie- und Kulturpark Lavrion fördert Innovation und Kultur in der Wiege der industriellen Entwicklung in Griechenland. Gemeinsam mit der Nationalen Technischen Universität Athen (NTUA) wurde ein einzigartiger Rahmen geschaffen, der die Entwicklung von neuen Ideen sowie den Schutz und die Förderung der Region unter Berücksichtigung ihres historischen und bergbaulichen Erbes fördert.

Die Blei- und Silberminen von Lavrion waren bereits in der Antike (5. bis 4. Jahrhundert v. Chr.) die Basis des Reichtums der Stadt Athen. Während der Römerzeit wurden die Abbautätigkeiten eingestellt und erst 1865 wieder aufgenommen. Der LTCP befindet sich auf dem Gelände der ehemaligen französischen Bergbaugesellschaft von Lavrion, welche 1875 gegründet wurde und zu den wichtigsten Bergbau- und Hüttenindustriebetrieben Griechenlands zählte.

Durch die Bergbau- und Hüttentätigkeit erlebte Lavrion einen wirtschaftlichen und kulturellen Aufschwung. Städtische Infrastrukturen, wie Schulen, Kirchen, ein kleines Krankenhaus und sogar Hafenanlagen, wurden errichtet. Im Jahr 1900 beschäftigte das Unternehmen mehr als 3000 Arbeiter. Nach Schließung der Minen in den 1980er-Jahren wurde seitens der Nationalen Technischen Universität von Athen in Zusammenarbeit mit der Gemeinde Lavreotiki und dem Kulturministerium der große historische, architektonische und technologische Wert des Geländes erkannt und ein Sanierungsplan für das Gelände entworfen. Im gesamten Gebiet wurden zahlreiche Umweltprojekte durchgeführt, um das mit Schwermetallen belastete Gelände zu dekontaminieren. So wurde etwa ein Bereich, in dem sulfidischer Abraum abgelagert worden war, saniert, mit Kalkstein aufgefüllt und eine abschließende Bodensanierung zur Unterstützung der Vegetation geschaffen.

Abb. 2: Die ehemalige Schreinerei des Bergbauunternehmens beherbergt jetzt Büroräumlichkeiten (© LTCP)

Abb. 3: Goldbergwerk Złoty Stok (© Kopalnia Złota Złoty Stok)

Heute beherbergt der LTCP mehrere Einrichtungen, darunter innovative Technologieunternehmen, die Laboratorien der NTUA, Bildungseinrichtungen wie das „Zentrum für Umweltschutz“ (*Environmental Education Centre*) von Lavreotiki sowie das Museum für Kunsthandwerk und Industriekultur (*Handcraft and Industrial Education Museum*).

Auch wissenschaftliche Forschungs- und Bildungsaktivitäten wie Konferenzen, Seminare, Workshops und Ausstellungen werden häufig auf dem Gelände veranstaltet und es dient als kulturelles Veranstaltungszentrum für Konzerte, Kunstausstellungen sowie für Theater- und Tanzaufführungen. Der LTCP zählt somit zu den bedeutendsten Industridenkmälern Südosteuropas ([3, 4]; Abb. 2).

1.3 Goldbergwerk Złoty Stok, Polen – durch Leidenschaft für das bergmännische Brauchtum zum durchschlagenden Erfolg

Der Bergbau in der Umgebung des Złoty Stok hat eine mehr als 1000 Jahre alte Tradition. Seit dem Mittelalter wurde Gold aus den reichen Adern und den Ablagerungen der Bergbäche gewonnen.

Zu Beginn des 16. Jahrhunderts erreichte der Goldbergbau seinen Höhepunkt und damit auch die Stadt Złoty Stok, wovon rund 190 Stollen zeugen. Damals wurden etwa 150 kg Gold pro Jahr gewonnen, was etwa 8% der europäischen Produktion ausmachte. Die Blütezeit der Stadt wurde zweifellos durch die Ansiedelung der für die Region zuständigen staatlichen Bergbaubehörde eingeläutet.

Im 18. Jahrhundert begann man aufgrund des Rückgangs der Goldabbautätigkeiten mit der Herstellung des heute als giftig eingestuften Arsens aus den abgebauten Erzen. Über hundert Jahre lang war Złoty Stok diesbezüglich der einzige Produzent weltweit. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurde das Bergwerk modernisiert. Die Grubenbahn wurde reaktiviert und elektrifiziert. Das Bergwerk war daraufhin bis 1961 in Betrieb.

Im Jahr 1991 wurden auf Initiative des damaligen Bürgermeisters Revitalisierungsmaßnahmen eingeleitet, um Teile des Bergwerks für die Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Nach fünf Jahren Arbeit und großem Engagement auch

seitens der lokalen Bevölkerung und der ehemaligen Mitarbeiter wurde 1996 die untertägige Touristenroute „Złota Mine“ eröffnet. Die Route führt durch die ursprünglichen Gänge des alten Goldbergwerks, weiter durch den „Gang des Todes“, in welchem an Bergleuten, die des Golddiebstahls überführt wurden, das Todesurteil vollstreckt wurde, bietet eine Begegnung mit den „Berggnomen“, welche der Legende nach das Gold bewachten, beinhaltet einen Besuch des „Oberen Schwarzen Stollens“, in dem sich der einzige untertägige, heute effektiv voll beleuchtete Wasserfall Polens befindet, sowie des „Unteren Schwarzen Stollens“, der erst 2006 eröffnet wurde, und wird abgerundet durch eine untertägige Bootsfahrt in den gefluteten Stollen und endet schließlich mit der Ausfahrt zu Tage mit der Grubenbahn ([5–7]; (Abb. 3).

1.4 Kiviõli Adventure Centre, Estland – Abenteuerpark auf über 6 Mio. Tonnen Industrieabfällen

„Wahrzeichen“ der ca. 5600 Seelengemeinde Kiviõli sind die beiden kegelförmigen Ascheberge im Nordwesten der Stadt. Sie sind Überbleibsel des jahrzehntelangen Ölschieferabbaus, dem Kiviõli seine Existenz verdankt [8].

Im Jahr 2013 wurde das „Abenteuerzentrum Kiviõli“, das sich auf einer der alten Abraumhalden im Norden der Stadt Kiviõli befindet, eröffnet. Der Berg ist in zwei Bereiche gegliedert. Einerseits in ein Skigebiet mit den längsten Abfahrtspisten und mit dem größten Snowboardpark des Baltikums, welcher sich im Sommer in einen Fitnessparcours mit Downhillstrecken, Zip-Line und einem Golf-Gelände verwandelt, andererseits in ein Motocross-Zentrum. Größtes Ereignis im Sommer ist das zweitägige Moto-Festival von Kiviõli ([9–12]; Abb. 4).

Abb. 4: Kiviõli Adventure Centre (© Marko Koks – Kiviõli Seikluskeskus)

Abb. 5: Bergwerk St. Barbara (© Romeo Ibrišević – Rudnik sveta Barbara)

1.5 Bergwerk St. Barbara, Rude, Kroatien – Wiederbelebung bergmännischen Erbes

Das Bergwerk St. Barbara ist eine der ältesten europäischen Kupfer- und Eisenerzminen. Es befindet sich im Dorf Rude, fünf Kilometer südwestlich von Samobor in Kroatien.

Früher verlief ein weit verzweigtes Netz von Grubenbauen unter dem Dorf. Heute sind etwa 350 m der Strecken saniert und für Besucher zugänglich.

Erste Abbautätigkeiten in Rude sind ab dem Jahr 1481 nachgewiesen. Das goldene Zeitalter war mit Sicherheit das 16. Jahrhundert, als die Kupferproduktion in Rude doppelt so hoch war wie die gesamte Kupferproduktion Englands, viermal so hoch wie die Gesamtproduktion Norwegens und sogar ein Drittel der Gesamtproduktion des berühmten schwedischen Bergwerks in Falun erreichte. Die ersten Bergleute, die in den Minen arbeiteten, waren größtenteils Einwanderer aus Deutschland, genauer gesagt aus Sachsen und aus dem gesamten Gebiet des ehemaligen Österreichs.

Nach der Einstellung des Eisen- und Kupfererzabbaues wurde zu Beginn des 19. Jahrhunderts die Produktion auf Gips umgestellt und ca. 50 weitere Jahre betrieben. Im Laufe des 20. Jahrhunderts wurde viel geforscht, um den Bergbau in Rude wiederzubeleben, aber die Ergebnisse zeigten, dass die Kupfer- und Eisenerzvorkommen nicht mehr wirtschaftlich abbaubar waren.

Im Jahr 2002 wurde mit der Renovierung und touristischen Wiederbelebung der ehemaligen Stollenanlagen begonnen. Das internationale Projekt „St. Barbara“, das 2005 auf Initiative einzelner bergbauverbundener örtlicher Kultur- und Folkloreverbände sowie der Einwohner von Rude ins Leben gerufen wurde, ermöglichte die Verwandlung von Teilen des stillgelegten Bergwerks in ein Bergbaumuseum und bewahrt so den Einblick in die Schönheit von Rudes Untertage-Welt und die Erinnerungen an die wertvollen Bergbautraditionen ([13, 14]; Abb. 5).

2. Rechtliche Rahmenbedingungen in Österreich bei der Schließung von Bergbaubetrieben, Löschung von Bergwerksberechtigungen und in weiterer Folge der ordnungsgemäßen Auflassung von Bergbaugebieten

Global betrachtet gibt es in Österreich eine sehr gute und auch exekutierte Rechtsgrundlage was die Rohstoffgewinnung betrifft: Das österreichische Mineralrohstoffgesetz (MinroG). So muss der Bergwerksberechtigte bereits vor Genehmigung und Beginn der Abbautätigkeit im sogenannten Gewinnungsbetriebsplan Angaben, Maßnahmen sowie geschätzte erforderliche Kosten über die vorgesehene Nachnutzung des Bergbaugebietes bei Einstellung der Bergbautätigkeit bekannt geben.

Das MinroG regelt auch sehr genau, wie sodann im Falle der bevorstehenden Schließung eines Abbaubetriebes vorgegangen werden muss:

Der Bergwerksberechtigte hat gemäß § 114 (1) der zuständigen Behörde einen Abschlussbetriebsplan (inkl. Bergbauchronik) vorzulegen, der Auskunft über die technische Durchführung der Schließungs- und Sicherungsarbeiten liefert, Unterlagen darüber beinhaltet, wie für den Schutz der Oberfläche im Interesse der Sicherheit für Personen und Sachen Sorge getragen wird bzw. wie die erforderliche Vorsorge zur Wiedernutzbarmachung der Oberfläche getroffen wird und Angaben über die Auflassung von Bergbauanlagen und Betriebseinrichtungen sowie über deren anderweitige Verwendung enthält. Zusätzlich sind noch die geologisch-lagerstättenkundlichen und bergtechnischen Unterlagen sowie ein Verzeichnis des Bergbauartenwerkes dem Abschlussbetriebsplan beizulegen. Der Abschlussbetriebsplan bedarf einer Genehmigung durch die zuständige Behörde und auch die Umsetzung sämtlicher aufgezeigter bzw. vorgeschriebener Arbeiten ist nach deren Vollendung von der Behörde abzunehmen. Erst dann kann es zu einer ordnungsgemäßen Schließung des Betriebes kommen [15].

Die der Bergbautätigkeit zu Grunde liegenden Berechtigungen (u. a. Bergwerksberechtigungen) kann der Bergbauberechtigte jederzeit auflassen (Auflassungserklärung).

Diese Erklärung kann gemeinsam mit der Vorlage des Abschlussbetriebsplanes erfolgen, kann aber auch zu einem späteren Zeitpunkt der Behörde angezeigt werden. Im Auflassungsverfahren hat die Behörde die im § 58 Abs. 1 angeführten Kriterien zu prüfen (Möglichkeit des Auftretens von Bergschäden, Kontrolle des Bergbaugeländes nach Löschung der Bergwerksberechtigung und mehr).

Nach Beendigung der Schließungsmaßnahmen und Abnahme durch die Behörde ist die Bergwerksberechtigung für erloschen zu erklären (§ 60) [15]. Die Löschung der Bergwerksberechtigung bedingt nicht automatisch die Auflassung des Bergbaugeländes. Dieses ist seitens der Behörde erst dann aufzulassen, wenn gemäß § 158 (1) mit dem Auftreten von Bergschäden (§160) nicht mehr zu rechnen ist. Erst nach rechtskräftigem Bescheid ist das Bergbaugelände aufgelassen und es erfolgt die Löschung im Grundbuch sowie im Flächenwidmungsplan [15].

Finanziell hat jeder Betrieb selbst für die Schließungsarbeiten aufzukommen. Im Falle einer nicht planmäßigen Einstellung eines Abbaus (z.B. Konkurs) kann seitens der Behörde, wenn erforderlich, bereits bei Genehmigung eines Gewinnungsbetriebsplanes eine „Sicherheitsleistung“ vorgeschrieben werden, mit der bei Inangriffnahme des Abbaues die zu erwartenden Kosten der Maßnahmen zum Schutz der Oberfläche und zur Sicherung der Oberflächennutzung nach Beendigung des Abbaues sichergestellt sind. Diese Sicherheitsleistung kann in jeglicher Art (Garantie, Versicherung, grundbücherliche Sicherstellung u. dgl.) erfolgen, sofern diese geeignet und ausreichend ist [15].

In den meisten Bergbauunternehmen in Österreich werden Rückbauarbeiten (z.B. von nicht mehr benötigten Bergbauanlagen und mehr), Sicherungs- und Renaturierungsmaßnahmen sowie anderwärtige Nutzungsmöglichkeiten von abgeschlossenen Abbaugebieten respektive Tagebauendböschungen so gut wie immer kontinuierlich schon während des laufenden Abbaubetriebes vorgenommen. Somit kann nicht nur die Dauer der Umsetzung des Abschlussbetriebsplanes verkürzt werden, sondern es können auch umfassendere und nachhaltigere Maßnahmen zum Schutz und zur Nachnutzung der Bergbaufäche vorgenommen werden.

Neben dem Mineralrohstoffgesetz spielen für Bergbauberechtigte allerdings auch noch einige andere Gesetze, vor allem im Bereich des Naturschutzes, eine nicht außer Acht zu lassende Rolle und das oft schon vor Beginn der Abbautätigkeiten (z.B. Umweltinformationsgesetz, Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz, das Forstgesetz, das Wasserrechtsgesetz, bundeslandspezifische Landschaftsschutzgesetze, wie etwa das Steiermärkisches Naturschutzgesetz, Altlastensanierungsgesetz, Abfallwirtschaftsgesetz, Bergbau-Abfall-Verordnung, Deponieverordnung, Immissionsschutzgesetz-Luft, Denkmalschutzgesetz und mehr).

3. Fallstudie: Der „Steirische Erzberg“ – „Eisen für immerdar“?

Erzabbau seit über 1300 Jahren – eine inspirierende Symbiose zwischen Abbau, Tourismus, Forschung & Bildung, Renaturierung und bergmännischer Tradition

3.1 Geschichtliche Entwicklung der Abbautätigkeiten am Steirischen Erzberg

Die ersten geschichtlich datierten Abbautätigkeiten am Steirischen Erzberg reichen bis in die Römerzeit (712 n. Chr.) zurück. Somit wird am „Steirischen Erzberg“ seit über 1300 Jahren durchgehend Erzabbau betrieben. Der Erzberg war in Kombination mit der Gemeinde Vordernberg damals bedeutendster Ort des alpenländischen Eisenwesens und bildete so die Grundlage der Industrialisierung in Österreich, was 1840 auch in der Gründung der „Steiermärkisch-Ständischen Montanlehranstalt“ (der heutigen Montanuniversität Leoben) zum Ausdruck kam ([16, 17]; Abb. 6).

Der Steirische Erzberg ist mit seiner heutigen Höhe von 1465 m der größte Erztagebau Mitteleuropas und die größte Spateisensteinlagerstätte der Welt. Das Wertmineral ist ein karbonatisches Eisenerz, eine Siderit-Varietät, der so genannte Sideroplesit, $(\text{Fe,Mg})\text{CO}_3$, das in stark wechselnder Intensität mit Eisen-Magnesium-Karbonat, dem sogenannten Ankerit verwachsen ist. Die Erzkörper sind lagerförmig und wolkig in der gesamten Lagerstätte verteilt und erreichen im Streichen Längen bis zu 600 m bei einem Einfallen von 60 Grad Nord-Nord-Ost [18].

Besonders die letzten 50 Jahre sind von geschichtlichem Interesse, da die Erzgewinnung nicht nur von den internationalen Rahmenbedingungen, sondern auch von den wechselnden Eigentumsverhältnissen stark beeinflusst wurde. Waren die Jahre bis 1988 als Betriebsstätte der VÖEST-ALPINE AG geprägt vom langfristigen Ziel der Lagerstättenauswertung folgten unter dem Schirmmantel der ÖBAG (Österreichische Beteiligungs AG) beinahe zwei Jahrzehnte des wirtschaftlichen Raubbaus mit dem klaren

Abb. 6: Der Steirische Erzberg 1875 (© Kurka, Museum-Radwerk-IV, Vordernberg)

Abb. 7: Der Steirische Erzberg heute (©VA Erzberg GmbH, Bild © August Zöbl)

Ziel der raschen geordneten Schließung des Bergbaubetriebes. Das Bergbauausbringen wurde in dieser Zeit von 23% auf 43% erhöht, was sich in einer Minimierung der Abraummassen bei in etwa gleichbleibender Erzproduktion widerspiegelte. Auch der internationale Rohstoffmarkt mit seinen damals sehr günstigen Erzpreisen weltweit und der Beitritt Österreichs zur Europäischen Union und den damit verbundenen strikten Auflagen für Bergbauförderungsmittel leisteten ihren Beitrag zu einer vorprogrammierten zeitnahen Schließung [17].

Durch die Gründung der Erzberg Privatstiftung im Jahre 2004 und somit Privatisierung des „Steirischen Erzberges“ konnte eine zukunftsorientierte, langfristige und nachhaltige Eisenerzgewinnung am Steirischen Erzberg sichergestellt werden. Und so ist durch das beachtliche Engagement der Verantwortungsträger und der gesamten Belegschaft, die VA Erzberg GmbH heute europaweites Vorzeigebispiel nicht nur in Sachen der Eisenerzproduktion, sondern auch in Hinblick auf ihre Revitalisierungsmaßnahmen, in bestem Einklang mit Mensch und Umwelt (Abb. 7).

3.2 Renaturierung – Versöhnung mit der Umwelt und Chance zur Steigerung der Biodiversität

Nicht selten erscheinen Tagebaue als große klaffende Wunden in sonst oft unberührter Natur. Deswegen wird Rohstoffgewinnung und Umweltschutz oft als sehr konträr und selten als vereinbar angesehen. In Österreich setzen die rohstoffgewinnenden Betriebe, speziell in den letzten zwanzig Jahren, auf gezielte Renaturierungsmaßnahmen von bereits stillgelegten Abbaubereichen. Vor allem aufgrund behördlicher Auflagen aber auch aus unternehmensphilosophischen Gründen fließen so Millionen von Euro jährlich in Wiederaufforstungs-, Natur- und Artenschutzprojekte sowie entsprechende Ausgleichsmaßnahmen [19].

Auch der Steirische Erzberg bildet hier keine Ausnahme, sondern nennenswertes Vorbild. So wurden zum Beispiel im Zuge des Projektes „Rekult“ (1997–2000) standort- und klimaspezifische Renaturierungs- und Rekultivierungsmaßnahmen von Steinbruch- und Bergbaufolgeflächen erforscht und weiterentwickelt. Als Quintessenz dieses Projektes konnte das sogenannte „Dickschichtverfahren“ als Hydrosaatvariante entwickelt werden, wodurch Begrünungserfolge rascher erzielt werden und ungünstige Einflussfaktoren wie Exposition, Steilheit, Humus- und Nährstoffarmut deutlich minimiert werden. Auch hydrogeologische Untersuchungen zeigten, dass keine Qualitätsverschlechterung in Quell- und Oberflächenwässern sowie Nährstoffauswaschungen nur in unbedenklichem Maße auftraten und das Verfahren somit als umweltschonend und nachhaltig eingestuft werden konnte ([20, 21]; Abb. 8).

Im Jahr 2017 wurde seitens des Landes Steiermark im Zuge des Genehmigungsverfahrens gemäß §17 UVP-Gesetz die Rodung von 50 ha Wald ausschließlich für Haldenerichtungszwecke zur dauerhaften Ablagerung von taubem Gestein im Ausmaß von rund 270 Mio. t im Gerichtsgraben mit damit einhergehenden standortsangepassten Bodenrekultivierungsmaßnahmen bewilligt. Mit dieser Bewilligung sind seitens der VA Erzberg GmbH Kompensationsmaßnahmen im Ausmaß von mindestens 50 ha umzusetzen, wobei insbesondere bestimmte Baumarten, wie Grau-

Abb. 8: Renaturierungsmaßnahmen am Steirischen Erzberg, Durchführung DDr. Roman Schaffer (© DDr. Roman Schaffer, Irdning) a 1997, b Dieselbe Fläche 2006 – Durch Hydrosaat erzielte Verbesserung der Wachstumsbedingungen für die aktuelle Vegetation im Zeitraum 1998 bis 2006, es erfolgte keine Pflanzung von Bäumen

erle, Lärche und Tanne gefördert und verstärkt eingebracht werden [22].

Aber auch der Schutz der Tierwelt spielt eine wichtige Rolle und so werden seitens der Bergbauberechtigten Vogel- und Fledermaus-Nistkästen als vorgezogene Maßnahmen schon vor Rodungsbeginn gesetzt, eine Aufwertung der aquatischen Lebensräume durch Schaffung strömungsberuhigter Gewässerbereiche erreicht und der Schutz des Wildes durch gezieltes Anlegen von Wildleiteinrichtungen im Bergbaug Gebiet sichergestellt [22].

3.3 Rekultivierung – Tourismus als Zukunftsperspektive

Viele Szenarien wurden schon durchgespielt und angedacht, was die Nachnutzung der „größten Pyramide der Welt“ betrifft. Neben der Verwendung für andere industrielle Zwecke oder der Bewahrung des Erzbergs als Wahrzeichen der Region und als Industriedenkmal spielt auch der Tourismus eine wesentliche Rolle in den Überlegungen. Nicht zuletzt deshalb, weil der Erzberg und Eisenerz inmitten der unberührten Naturlandschaft der Eisenerzer Alpen liegen und diese Region schon seit Jahrzehnten Menschen aus nah und fern zum Entspannen, Erholen und für sportliche Aktivitäten anzieht [23].

Ein Vorteil in der zukünftigen Nutzung des Erzberges bildet sicher die Formulierung laut „Regionalem Entwicklungsprogramm für die Region Obersteiermark Ost“ §3 (6), die die Bergbaulandschaft des Steirischen Erzberges als Alleinstellungsmerkmal bezeichnet und die als solche in die wirtschaftliche, kulturelle und touristische Entwicklung der Region einzubinden ist [24, 25].

Seit 1988 gibt es neben dem aktiven Erzabbau auch einen touristischen Zweig innerhalb der VA Erzberg GmbH. Im Jahr 1986 wurde der letzte untertägige Abbau planmäßig ausgeerzt und geschlossen. Die komplette Produktion wurde im oberflächigen Abbau konzentriert. Im Bereich des letzten unterflächigen Grubenbetriebes entstand ein Schaubergwerk, in das die Besucher mit einem ehemaligen Mannschaftszug der Bergleute transportiert werden. Auf einem 1,5km langen Rundgang taucht man in die harte Arbeit der Bergleute früher unter Tage ein, als tagtäglich noch

Abb. 9: Schaubergwerk (© VA Erzberg GmbH, Bild © August Zöbl)

Abb. 10: Hauly (© VA Erzberg GmbH, Bild © August Zöbl)

mit Schlägel und Eisen knieend in Schrägstollen das wertvolle Material in mühevoller Handarbeit gewonnen wurde (Abb. 9).

Für die touristische Besichtigung des aktiven Tagbaues wurden Anfang der 1990er-Jahre 2 SLKW derart umgebaut, dass in der geschlossenen Lademulde Sitzplätze für je 62 Besucher entstanden. So kann man auf einzigartige Weise hautnah dem Lade- und Förderspiel der Bergbaumaschinen und manchmal sogar einer Sprengung (natürlich mit dem nötigen Sicherheitsabstand) beiwohnen (Abb. 10).

Mehr als 50.000 Besucher [26] kommen jährlich nach Eisenerz um das „Abenteuer Erzberg“ zu erleben, unter ihnen auch zahlreiche Schüler*innen und Student*innen. In den vergangenen Jahren wurde das Angebot auch noch um eine „Freiluftausstellung“ am Oswaldirücken – einem bereits stillgelegten Tagbaubereich – erweitert, wo man auf verschlungenen Wegen das Areal frei erkunden, Exponate und Installationen aus 1300 Jahren Eisenerzabbau erleben kann und einen direkten Blick auf das aktuelle Tagbau-Betriebsgeschehen hat.

Die alte, umgebaute und renovierte Bohrschmiede dient heute als stimmungsvolles Veranstaltungs- und Tagungszentrum und kann auch angemietet werden. Auch Eisenbahnliebhaber von nah und fern kommen gerne für eine der Sonderfahrten mit der steilsten Normalspurbahn der Europäischen Union auf einer der zweifellos schönsten Bahnstrecken Österreichs. Waren es bis 1978 noch Dampflokomotiven, die die Erzzüge mittels Zahnstangenbetrieb den Präbichl hinaufzogen und -schoben, so wurden danach bis 1988 Diesellokomotiven auf der Erzbergbahn für den Erztransport vom Steirischen Erzberg zu den Hochofen nach Vordernberg (Einstellung des letzten Radwerks im Jahre 1922) und Donawitz bei Leoben. Seit 1988 wird der Transport seitens der ÖBB über Hieflau, Selzthal und den Schoberpass abgewickelt. Nach Einstellung des Bahnverkehrs über die Trasse der Erzbergbahn und der damit einhergehenden bedauernden Entfernung der Zahnstangen nahm sich der ehrenamtliche Verein „Erzbergbahn“ der Bahnstrecke an, wartet, pflegt und führt diese seither als Museumsbahn [27, 28].

Am Erzberg selbst finden das ganze Jahr über zahlreiche weitere Veranstaltungen statt. Neben den „Adventure Days“, bei denen Sportbegeisterte den Erzberg zu Fuß be-

Abb. 11: ZaB Eisenbahntunnelportal (© Lehrstuhl für Subsurface Engineering, Montanuniversität Leoben)

zwingen müssen, und dem „Dirt Run“ einem Hindernissparcour, der manche Teilnehmer an die Grenzen ihrer Belastbarkeit stoßen lässt, ist sicherlich das einmal jährlich stattfindende „Red Bull Erzbergrodeo“ ein besonderes Highlight. Mehr als 30.000 Besucher und Motorradfahrer aus allen Teilen der Welt kommen zu diesem wohl härtesten Motorrad Offroad Rennen der Welt nach Eisenerz. Veranstaltet von der Erzbergrodeo GmbH stellen sich über 1500 Motocross Fahrer auf einer bis zu ca. 40km langen Strecke dem „Berg aus Eisen“. Dabei geht es allerdings nicht um ein hochdotiertes Preisgeld, Werksverträge oder einen Meistertitel, sondern darum, es bis ins Ziel zu schaffen, und das gelingt meist nur einer Hand voll Fahrern [29]. Motorradfirmen und Fahrer können sich abgesehen von diesem Spektakel das ganze Jahr über für Trainingszwecke teilweise in gewissen, sich im bereits stillgelegten Bergbaureal befindlichen Gebieten, „einmieten“.

3.4 Zentrum am Berg – Forschung, Entwicklung, Training und Ausbildung

Mit dem „Zentrum am Berg“ (ZaB), betrieben von der Montanuniversität Leoben unter der fachkundigen Leitung des Lehrstuhls für Subsurface Engineering, wurde inmitten des Erzberges eine einzigartige und unabhängige

Abb. 12: ZaB Straßentunnel Nord (© Lehrstuhl für Subsurface Engineering, Montanuniversität Leoben)

Forschungseinrichtung geschaffen, die Forschungs- und Trainingsmöglichkeiten unter realen Untertagebedingungen im Maßstab 1:1 ermöglicht. Die Untertageinfrastruktur besteht aus zwei parallel geführten Straßentunneln und zwei parallel geführten Eisenbahntunneln, sowie einem Versuchsstollen (Abb. 11 und Abb. 12).

Einsatzkräften wie Feuerwehren und Grubenwehren, Betriebs- und Instandhaltungspersonal sowie auch dem österreichischen Bundesheer erlaubt das voll ausgestattete Stollensystem optimale Bedingungen für die Simulation von Einsätzen. Somit leistet das „Zentrum am Berg“ einen wesentlichen Beitrag zur Erhöhung der Sicherheit von Nutzer*innen unterirdischer Verkehrsanlagen.

Auch dient es als praktisches Schulungs- und Ausbildungszentrum (für Student*innen, Tunnelbaufacharbeiter*innen und -ingenieur*innen), Kongress-, Tagungs- und Seminarzentrum [30].

3.5 Der Erzabbau in Zeiten der Energiewende und der „nachhaltigen Rohstoffgewinnung“

Aus gesellschaftlicher Sicht ist heutzutage natürlich das Schlagwort Nachhaltigkeit von immenser Bedeutung für Bergbaubetriebe. Gerade in Zeiten der Energiewende ist es wichtig, schonend mit den vorhandenen Ressourcen umzugehen, um langfristig wettbewerbsfähig zu bleiben. Dabei darf klarerweise aus betrieblichem Blickwinkel die Wirtschaftlichkeit nicht außer Acht gelassen werden.

Am steirischen Erzberg musste für diesen Zwiespalt sowie der Tatsache, dass der Abbau aufgrund der geologischen Gegebenheiten in Zukunft tiefer erfolgen wird und sich, in Kombination mit der anwachsenden Abraumhalde, die Transportwege verlängern sowie die Transporthöhen vergrößern werden, ein innovatives Transportkonzept für das gewonnene Hauwerk gefunden werden.

Dies wurde mit dem Aufbau eines Oberleitungssystems für elektrisch angetriebene Schwer-LKWs entlang der Hauptförderrampen (Abb. 13) erreicht.

Zwar wird die rund 4,0km lange Oberleitungsstrecke für insgesamt 7 SLKWs mit 100t Nutzlast erst im Sommer 2021 in den Vollbetrieb übergehen, allerdings zeigten die Tests auf der bereits 2019 errichteten rund 600m langen Teststrecke

Abb. 13: Oberleitungssystem für Schwer-LKWs am steirischen Erzberg
(© VA Erzberg GmbH)

cke mit einem einzelnen umgebauten Liebherr T236 das enorme Einsparungspotential dieser Technik.

Durch die Umsetzung des Oberleitungsprojektes für SLKW am Steirischen Erzberg sind Einsparungen von rund drei Millionen Liter Diesel pro Jahr zu erwarten. Die jährliche CO₂-Verringerung beläuft sich durch den Einsatz der diesel-elektrischen SLKW mit Trolley auf rund 4200 t. Weiters reduziert sich der Ausstoß von Stickoxiden um rund 12 t pro Jahr und von Feinstaub um rund 300 kg pro Jahr.

Ein weiterer nicht unwesentlicher Faktor sind die geringeren Lärmemissionen bei vollbeladener Bergauf-Fahrt, da der Dieselmotor im Trolley-Betrieb in den Leerlauf versetzt wird. Dadurch werden die Immissionen, die sowohl auf Anrainer als auch auf Fahrer einwirken, minimiert.

Durch die Direkt-Anspeisung des Umrichters mit Strom aus der Oberleitung werden die Elektromotoren, die sich in der Antriebsachse der diesel-elektrisch betriebenen SLKWs befinden, direkt angespeist. Dadurch ergibt sich eine rund 30 % höhere Antriebsleistung, die sich wiederum in höherer Bergaufgeschwindigkeit und somit in der Erhöhung der Produktivität widerspiegelt. Dadurch werden rund 5000 Betriebsstunden pro Jahr eingespart.

Weiters werden am steirischen Erzberg im Sinne eines modernen und effizienten Bergbaubetriebes, alle dem Abbau nachgeschalteten Aufbereitungsanlagen und -verfahren stetig dem Stand der Technik angepasst, um mit den vorhandenen zugänglichen Lagerstättenteilen eine möglichst gleichbleibende Produktqualität sicherstellen zu können. Erreicht wurde dies durch die folgenden Investitionen in den letzten Jahren:

- Einbindung der 2. Großbrechanlage in die bestehenden und zusätzlich errichteten Vorbunker,
- Einsatz von Online-Analytik bereits nach den Primärbrechern,
- Einbau von sensorgestützten Sortierern,
- Neue Feinkornaufbereitung im Fliehkraftfeld und Starkfeld-Elektromagnetscheidung,
- Automatisierung aller Prozessschritte in der Aufbereitung sowie die
- Umstellung des Fertigproduktelagers auf ein vollautomatisiertes mechanisches Mischbett.

Zusätzlich werden am Steirischen Erzberg im Sinne der Nachhaltigkeit für die benötigte elektrische Energie der Maschinen und Anlagen Methoden evaluiert, die es ermöglichen, zumindest einen Teil davon selbst zur Verfügung zu stellen. Diesbezüglich wurde bereits vor einigen Jahren ein Kleinwasserkraftwerk errichtet und versuchsweise eine kleinräumige Photovoltaik-Anlage aufgebaut.

3.6 Rund um den Erzberg – eine Region im Wandel der Zeit

Über Jahrhunderte hinweg war der Erzberg einer der wichtigsten Arbeitgeber in der Region. Durch den Rückgang der Arbeitsplätze kam es zugleich zu massiven Abwanderungen aus Eisenerz, was auch die Statistiken belegen. Es sei hier aber erwähnt, dass Eisenerz im Jahr 1869 nur 3850 Einwohner zählte, was ungefähr auch dem jetzigen Stand entspricht (2021: 3742 Einwohner). Mit den Höhen und Tiefen des Erzabbaus stiegen und fielen gleichermaßen die Bevölkerungszahlen. So kam es, bedingt durch die weltweite große Wirtschaftskrise Mitte der 1920er zu einem Bevölkerungseinbruch, da der Erzabbau so gut wie eingestellt wurde. Bald darauf erlebte der Eisenerzabbau allerdings einen neuen Aufschwung. Die Machtergreifung durch die Nationalsozialisten brachte umwälzende Veränderungen mit sich. Aufgrund der Einbindung von Eisenerz und somit des Erzbergs in den Rüstungsplan sanken die Arbeitslosenzahlen gegen Null und die Bevölkerungszahlen stiegen sprunghaft an [31].

Waren es 1938 noch 8914 Einwohner, so verdoppelte sich die Einwohnerzahl binnen fünf Jahren auf 18.419 (1944) hauptsächlich durch den Zuzug von Bergarbeitern, was sich wiederum in der Beschäftigungszahl 1944 mit 9342 Mann [32] widerspiegelt [31]. Wohnsiedlungen in der Trofeng, in der Au, auf dem Dorffeld und im Münichtal wurden neu gebaut. Nach einem kurzen Einbruch der Produktion zu Kriegsende war der Bevölkerungszustrom nach Eisenerz vor allem in den 1950er-Jahren sehr groß. Die gute Bezahlung lockte viele Arbeiter auf den Erzberg: Im Jahr 1961 wurde mit 4408 Arbeitern der höchste Stand nach dem Krieg erreicht. Ab 1962 kam es dann auch aufgrund von Modernisierungsmaßnahmen zum kontinuierlichen Mitarbeiterabbau und dem folgend einem Rückgang der Bevölkerungszahlen [32].

Heute zählt die VA Erzberg GmbH noch ca. 240 Mitarbeiter bei einer jährlichen Erzproduktion von ca. 3 Mio. Tonnen und einer Gesamtverhauproduktion von 12 Mio. Tonnen [33].

Der drastische Bevölkerungsrückgang in den letzten 60 Jahren ist in Eisenerz allgegenwärtig: eine überalterte Bevölkerungsstruktur sowie viele leerstehende Gebäude, Geschäfte und ehemalige Arbeiterwohnungen, die in Zeiten der Österreichischen Alpine-Montangesellschaft für die zahlreichen zugewanderten Bergarbeiter nicht nur im Tal, sondern auch auf den Etagen des Erzberges errichtet wurden. Letztere entwickelten sich mit der Zeit sogar zu kleinen eigenständigen Siedlungen mit eigenem Nahversorger und anderer Infrastruktur. Laut örtlichem Meldeamt waren 1921 noch 1758 „Erzbergbewohner“ registriert [31].

Abb. 14: Barbarafeierlichkeiten in Eisenerz (© VA Erzberg GmbH, Bild © August Zöbl)

Die Erzgewinnung am Steirischen Erzberg hat eine lange Tradition und dies prägt auch die gesamte Region. Viele der Bewohner haben einen starken Heimatbezug und eine ganz besondere Beziehung zu „ihrem“ Berg, und so gibt es nicht nur zahlreiche Märchen, Mythen, Sagen und Lieder rund um den Erzberg, sondern in ganz Eisenerz findet man an jeder Ecke und in jeder Gasse die bergmännischen Symbole wie „Schlägel und Eisen“, Grubenlampen, Figuren in bergmännischer Tracht, sogar ein Erzbergbier mit dem klingenden Namen „Gruamhant“ und ein Mineralienmuseum mit den kostbaren Schätzen aus dem Berg.

Seit 01. Oktober 2018 ist das „bergmännische Brauchtum an der Steirischen Eisenstraße“ mit dem UNESCO Siegel als immaterielles Weltkulturerbe ausgezeichnet. Gegründet 1986 dient der gemeinnützige Verein „Steirische Eisenstraße“ der Förderung der wirtschaftlichen und kulturellen Entwicklung entlang der „Eisenstraße“ unter besonderer Förderung des montanhistorischen Erbes ([34]; Abb. 14).

Viele Vereine und Institutionen haben es sich zur Aufgabe gemacht, diesem bergmännischen Gedanken auch in Zukunft weiter Leben einzuhauchen. Zahlreiche Feste und Feierlichkeiten im Jahreskreis tragen ihre Handschrift. Auch die Montanuniversität Leoben ist mit dem Ledersprung, Bierauszug oder Philistrierungen eine große Bewahrerin montanistischer Traditionen. Die Student*innen erleben und leben aktiv bergmännisches Brauchtum während ihres Studiums in Leoben und tragen es hinaus in die ganze Welt.

Und auch in Leoben-Seegraben ist der Glanzkohlebergbau, der 1964 nach 238 Jahren Kohleförderung geschlossen wurde, noch immer allgegenwärtig und sei es auch nur auf immaterieller Ebene durch Knappenverein und Bergmusikkapelle. Denn an die einst so „glorreichen Zeiten“ erinnern dort heute nur noch einige Museumstafeln, zweckentfremdete Hunte, die Kapelle der Hl. Barbara und das ein oder andere wildverwachsene Mundloch [35].

4. Schlussfolgerung

Bergwerke prägen seit jeher das Leben der Menschen und faszinieren trotz aller Wagnisse immer wieder aufs Neue. Sie bringen unserer Gesellschaft Wohlstand, treiben die

wirtschaftliche Entwicklung voran und geben den Regionen ihre Identität weit über die jeweiligen Landesgrenzen hinaus – Rohstoffe sind die Grundlage unseres täglichen Lebens. Auch von einem nachhaltig sanierten Abbaugelände profitieren alle – Region, Bevölkerung, Unternehmen aber auch das Ökosystem.

Ein ganzheitlicher Ansatz für die Stilllegung beginnt idealerweise schon vor jeglicher bergbaulichen Aktivität und wird während der gesamten Lebensdauer des Bergwerkes weiterentwickelt und Schritt für Schritt umgesetzt.

Es gibt eine Vielzahl alternativer und interessanter Nutzungsmöglichkeiten für Bergbaufolgelandschaften – von Lebensräumen für Wildtiere und gefährdete Arten über Forst- und Landwirtschaft bis hin zu Naherholungsgebieten oder Touristenattraktionen.

Ein nachhaltig betriebenes Bergbauunternehmen entwickelt Strategien für eine ganzheitliche und umweltschonende Nutzung seiner natürlichen Ressourcen und ist stets um die Erhaltung der biologischen Vielfalt und darüber hinaus um das soziale Wohlergehen der lokalen Bevölkerung bemüht.

Welches positive Bergbaufolgelandschaftsprojekt man auch betrachtet, so zeigen doch alle Gemeinsamkeiten: Enthusiasmus, Einsatzbereitschaft und die Verfolgung gemeinsamer Zukunftsvisionen in kontinuierlicher Zusammenarbeit engagierter Firmen, ehemaliger Bergleute, NGOs, betroffener Gemeinden und der lokalen Bevölkerung.

Funding. Open access funding provided by Montanuniversität Leoben.

Open Access Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

1. Geevor Tin Mine, <https://geevor.com/> (28.07.2021)
2. Baker, K.: Geevor Tin Mine, Cornwall – The heart of the local community now part of a World Heritage Site, 1st ReviRis Online Workshop „Revitalization of post-mining regions“, online (22.06.2021)
3. Chadoumellis, A.: Lavrion Technological Cultural Park – building the future on the ruins of the past, 1st ReviRis Online Workshop „Revitalization of post-mining regions“, online (22.06.2021)
4. Lavrion Technological Cultural Park, <https://en.ltcp.ntua.gr/> (28.07.2021)
5. Szumska, E.; Šinković, J.: Gold Mine Złoty Stok: From passion to success – the role of an individual in revitalization of Złoty Stok gold mine in Poland, 1st ReviRis Online Workshop „Revitalization of post-mining regions“, online, 2021 (22.06.2021)
6. Golde mine Złoty Stok, <https://kopalniaczlota.pl/de/hausepage/> (28.07.2021)
7. Gold Mine in Złoty Stok – Polska – Polish Tourism Organisation, <https://www.poland.travel/en/underground-tourist-routes/gold-mine-in-zloty-stok> (28.07.2021)
8. Kiviõli, <https://de.wikipedia.org/wiki/Kivi%C3%B5li> (28.07.2021)
9. Karu, V.: An adventurous new life for over 6 million tonnes of industrial waste at Kiviõli Adventure Centre, Estonia, 1st ReviRis Online Workshop „Revitalization of post-mining regions“, online, 2021 (22.06.2021)
10. visit estonia – Abenteuerzentrum in Kiviõli, <https://www.visitestonia.com/de/abenteuerzentrum-in-kivioli> (28.07.2021)
11. The story of Kiviõli Adventure Centre, <https://seikluskeskus.ee/location/?lang=en> (28.07.2021)
12. Kiviõli Adventure Centre, <http://www.baltcoming.com/estonia/news-from-estonia/kivioli-adventure-centre-perfect-for-an-active-tour/> (28.07.2021)
13. Turk, S.; Kilsurić, M.; Lebegner, J.: Revival of Mining Heritage in Croatia – Example of St. Barbara Mine, Rude, Croatia, 1st ReviRis Online Workshop „Revitalization of post-mining regions“, online, 2021 (22.06.2021)
14. St. Barbara Mine – Rdnik, <https://www.rudnik.hr/en> (28.07.2021)
15. Mineralrohstoffgesetz MinroG, BGBl. I Nr. 38/1999
16. Geschichte der Montanuniversität Leoben, <https://www.unileoben.ac.at/universitaet/geschichte>, (28.07.2021)
17. Pappenreiter, J.: Der Steirische Erzberg – Entwicklung eines Rohstoffproduzenten im Einfluss der wechselnden nationalen und internationalen Rahmenbedingungen der letzten 50 Jahre, Eisenerz, Berg- und Hüttenmännische Monatshefte, 165 (2020), S. 188–193 <https://doi.org/10.1007/s00501-020-00971-6>
18. Geologie des Erzberges, <http://www.vaerzberg.at/erzproduktion/geologie.html>, (28.07.2021)
19. Legat, K.: Basis für Leben, Report (+) Plus Sonderheft, 14 (2017), Nr. 3, S. 34–37
20. Schaffer, R.: Untersuchung rekultivierter Halden am Steirischen Erzberg mit besonderer Berücksichtigung von Boden und Vegetation, 2011
21. Grösel, K., Belocky, R.: Siderite Mine Steirischer Erzberg, Styria, Austria – Socio-economic Impact & Environmental Hazards, https://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/rs_2004_17.pdf, 2001. Zugriffen: 14. Juli 2021
22. Amt der Steiermärkischen Landesregierung: VA Erzberg GmbH – UVP Genehmigungsverfahren – Rodung von 50 ha Wald im Gerichtsgrabensturz, https://www.umwelt.steiermark.at/cms/dokumente/12481848_9176022/0ddd7976/Rodung-Gerichtsgrabensturz-Genehmigungsbescheid_SIG.pdf, 2017. Zugriffen: 09. Juli 2021
23. Skroub, W.: Technische und wirtschaftliche Beurteilung der bei einer planmäßigen Schließung des steirischen Erzberges erforderlichen Sanierungsmaßnahmen unter besonderer Berücksichtigung der Nachnutzungspotentiale, Diplomarbeit, 1996
24. Regionales Entwicklungsprogramm für die Region Obersteiermark Ost, LGBL Nr. 89/2016
25. Murguia, D.; Tiess, G.; Lesser, P.; Poelzer, G.: Regional and cultural identity and stakeholder mapping report. MIREU, Regional Cultural Identity and Stakeholder Mapping Report, 2018
26. Besucherstatistik Abenteuer Erzberg 2017, 2018, 2019, Abenteuer Erzberg, 2019
27. Lang, M.E.: Technische und betriebliche Besonderheiten der Erzbergbahn, Festvortrag. 35. Eisenerzer Mettenschicht, 2019
28. Verein Erzbergbahn, <https://www.erzbergbahn.at/> (28.07.2021)
29. RedBull erzbergrodeo, <https://www.redbullerzbergrodeo.com/> (28.07.2021)
30. Zentrum am Berg, <https://www.zab.at/> (28.07.2021)
31. Günther, S.; Hartl Mag., C.; Hasitschka, J.; Hojak-Talaber, K.; Kucej, G.; Schmidt, G.; Rossegger, R.; Tormann, T.; Umfer, H.; Weinek, H.: Eisenerz – Ein heimatgeschichtliches Lesebuch, Eigenverlag der Stadtgemeinde Eisenerz, Eisenerz, 2020
32. Moser, M.M.: Die Krise des Erzbergbaus. Das Beispiel Eisenerz, 2011
33. VA Erzberg GmbH, <http://www.vaerzberg.at/> (28.07.2021)
34. Verein „Steirische Eisenstraße“, <http://www.eisenstrasse.co.at/> (28.07.2021)
35. Günther S.; Zimmermann, K.M.: Licht- und Schattenspiele: Die Bräuche der Berg- und Hüttenleute an der Steirischen Eisenstraße, Erz und Eisen Regional Entwicklungs GmbH, 2020

Hinweis des Verlags. Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.