

Viaje de estudios

# Manejo de Pasivos Ambientales

01.07.2018 - 06.07.2018

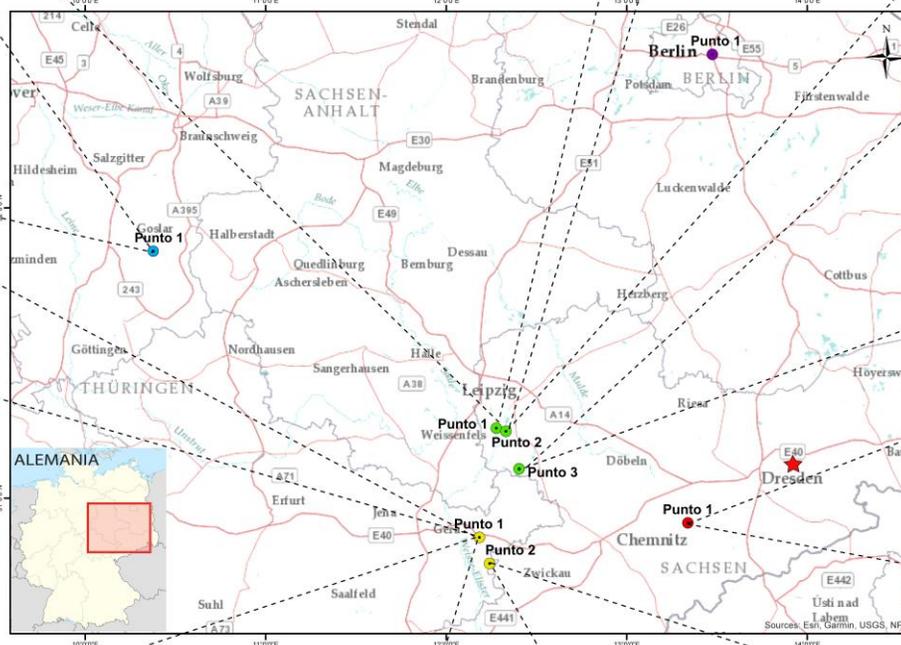


## La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible



folleto de excursión





**Puntos excursión**  
Fecha

★ 01-07-2017

Llegada a Dresden, acomodamiento y punto de partida de la excursión

● 02-07-2017

Punto 1 Taller inicial en Freiberg

● 03-07-2017

Punto 1 Área de remediación de Ronneburg  
• Mirador de Schmirchau: antigua mina a cielo abierto de Lichtenberg  
• WTP de Ronneburg  
• Valle de Gessen

Punto 2 Área de remediación Seelingstädt  
• Instalación para el Manejo de Relaves Culmitzsch (TMF)

● 04-07-2017

Punto 1 Gestión del lago Zwenkau  
• Canal de descarga de agua al río Weisse Elster  
• Canal de entrada de agua al lago Zwenkau  
• Planta de neutralización

Punto 2 Lago post-minero Zwenkau  
• Pabellón KAP Zwenkau  
• Puerto Zwenkau

Punto 3 Mina de Scheenhain  
• Mirador a la mina Schleenhain

● 05-07-2017

Punto 1 Patrimonio de la humanidad Rammelsberg

● 06-07-2017

Punto 1 Taller de cierre en Berlín



## Programa

### Viaje de Estudios Manejo de Pasivos Ambientales Mineros

01.07.	<b>Llegada, registro y acomodamiento a Dresden</b>
02.07.	<b>Taller inicial en Freiberg (Sajonia)</b> Introducción a las actividades de la delegación y presentación de las participantes
03.07.	<b>Remediación y evolución post minera de la minería de uranio</b> Excursión de un día a minas cerradas de uranio (región Turingia este)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Historia de minería de uranio ruso-alemana en la época de la Guerra Fría en Europa.</li> <li>• Desafíos del manejo de aguas en el contexto del cierre de minas de uranio.</li> <li>• Evolución desde la minería de uranio a una zona post minera con enfoque turístico.</li> </ul>
04.07.	<b>Coexistencia y transformación de minas de lignito a cielo abierto activas y cerradas</b> Excursión de un día al Distrito del Carbón de lignito en Alemania central (Leipzig)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo desde la minería activa a cielo abierto a un área post minería.</li> <li>• Manejo de aguas en minería activa en contacto con zonas de remediación.</li> <li>• Puerto de la ciudad de Zwenkau, transformaciones post minería y desarrollos del terreno.</li> <li>• Visita al lago Zwenkau, un lago de post minería multifuncional: protección de inundaciones, asentamiento suburbano, turismo, actividades deportivas.</li> </ul>
05.07.	<b>Post uso de zonas mineras: Cultura Minera</b> Excursión de un día a la histórica mina (metales) de Rammelsberg
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Patrimonio de la humanidad. Formó parte de EXPO 2000 en Hannover</li> </ul>
06.07.	<b>Taller de cierre en Berlín: Gestión sustentable de los Recursos Mineros el marco de la agenda 2030 (cierre medio día)</b>  10:30 – 13:30      Taller de cierre:  <b>Foro sobre minería sostenible en los países Andinos:</b>  ¿Herencia del pasado o base para el desarrollo sostenible y tecnologías amigable con el clima y el medio ambiente?
07.07.	<b>Viaje de vuelta</b>

# Excursión 1



## Desafíos de la gestión del agua en el contexto del cierre de minas de uranio en Turingia

03 de julio del año 2018



Instalación para el manejo de relaves Culmitzsch



**Editores:** Wismut GmbH / DGFZ e.V.

**Autores:** Dr. Michael Paul, Wismut GmbH  
Dipl. Ing. Ulf Barnekow, Wismut GmbH

**Dirección:** Dipl. Ing. Ulf Barnekow, Wismut GmbH

**Gestión:** Dr. Ronald Giese, DGFZ e.V.  
Dipl.-Chem. Ing. Michaela Hache, DGFZ e.V.  
M.Sc. Tania Roth, DGFZ e.V.

## Visión General

La excursión de un día aborda la práctica actual, así como las perspectivas a largo plazo de la gestión del agua realizada por WISMUT como muy bien se ejemplifica en la región minera de Uranio en el este del estado de Turingia.

La región de minería de Uranio de Turingia se encuentra a unos 70 km al sur de Leipzig en la cuenca del río Weisse Elster, una corriente de primer orden que desemboca en el sistema del río Saale/Elbe. Después de la segunda guerra mundial, desde principios de los años 1950, se desarrolló una importante explotación de Uranio en la región de Ronneburg y Seelingstädt, que abarcó tanto operaciones subterráneas como a cielo abierto. En 1960 la planta de procesamiento de Uranio más grande de Europa fue la instalada en el sitio de Seelingstädt. En 1990 se había producido aproximadamente 123 mil toneladas de Uranio a partir de los depósitos de Uranio del este de Turingia. Desde 1991 los legados de la minería de uranio están remediándose. Las principales actividades incluyen la cobertura superficial y la inundación de la mina subterránea de Ronneburg, el relleno y modelaje de la antigua mina a cielo abierto de Lichtenberg, así como la estabilización y cobertura de vertederos de rocas residuales y de las instalaciones para la gestión de relaves. Mientras que el trabajo de remediación física está en gran medida finalizado, la gestión del agua continuará requiriendo las provisiones de fondos considerables a largo plazo.

La excursión familiarizará a los participantes con el estado de remediación actual de los vestigios de la minería de Uranio en el este de Turingia, dando especial atención a los desafíos en el contexto de la mina y el manejo de infiltraciones del precipitaciones. En el recorrido, se mostrarán las instalaciones de las tecnologías utilizadas en la remediación y el manejo de relaves. En la antigua mina de Ronneburg se visitará el mirador de Schmirchau en el relleno rajo de Lichtenberg, y también el sitio donde emergen aguas de la mina en el valle del arroyo Gessen. Se conocerá también la planta local de tratamiento de agua de la mina.

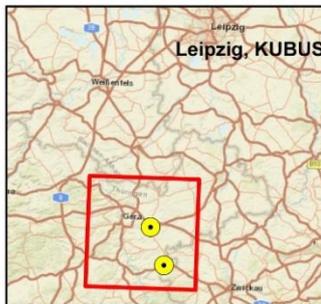
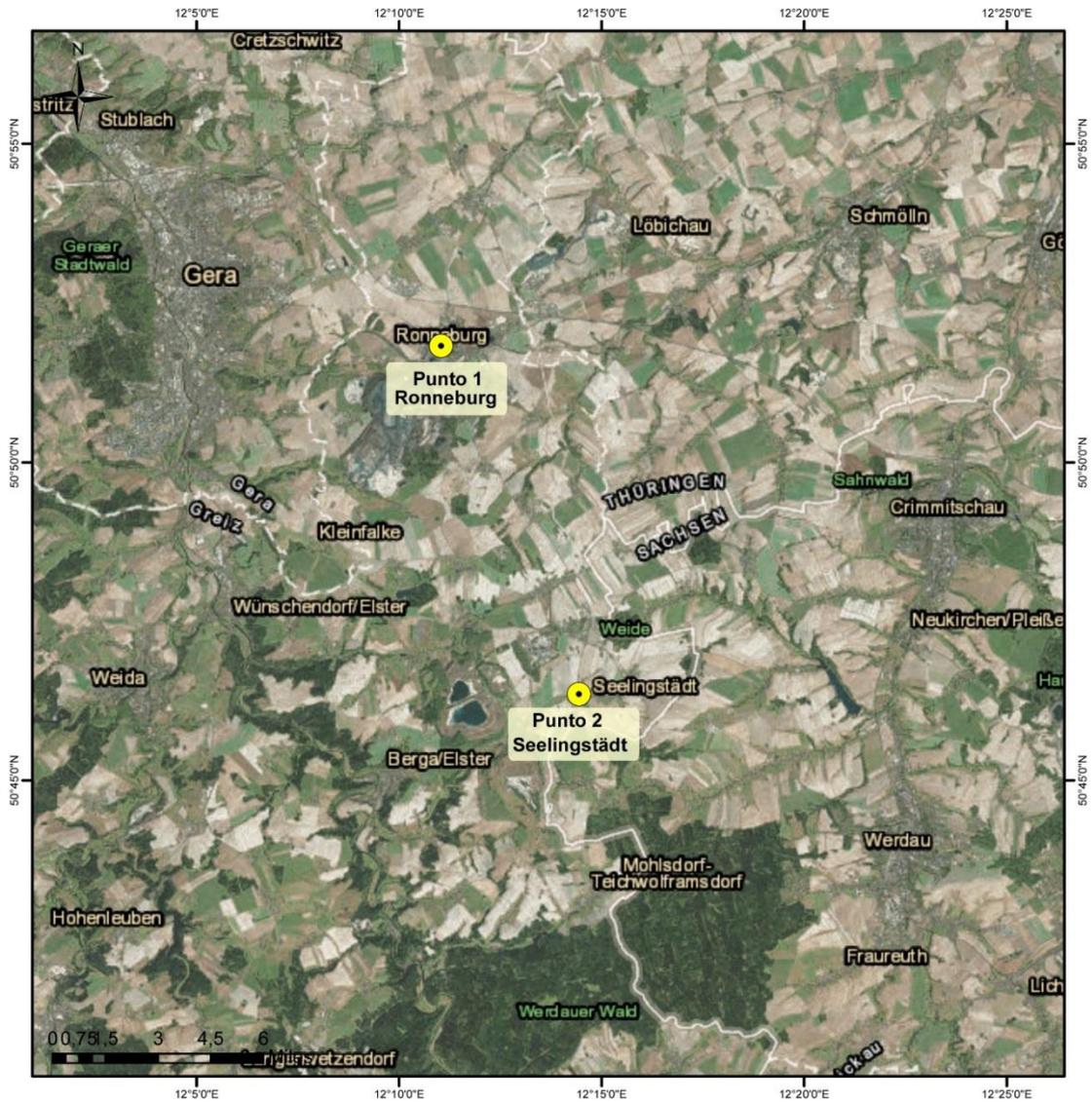
## Lugares de interés

Puntos	Localidades	Contenido
<i>Área de remediación de Ronneburg</i>		
1	Schmirchauer Höhe	Mirador de Schmirchau, antigua mina a cielo abierto de Lichtenberg: Estrategia general de remediación de sitios
	Planta de tratamiento de agua de Ronneburg (WTP)	Recorrido por la planta y por el sitio donde se disponen los residuos inmovilizados producto del tratamiento de las aguas de mina
	Valle de Gessental	Estrategia de inundación de minas y recolección de filtrados y visita a la "Exposición Federal de horticultura 2007"
<i>Área de remediación de Seelingstädt</i>		
2	Instalaciones para el manejo de relaves de Culmitzsch (TMF)	

## Itinerario

Bus	Puntos
7:20 a.m. <i>Salida desde Dresden hacia Ronneburg</i>	
10:00 - 11:00 a.m.: <i>oficina de WISMUT en Ronneburg</i>	1
11:00 a.m. - 1:30 p.m.: <i>mina y sitio de Ronneburg</i>	
1:30 - 2:30 p.m. <i>almuerzo</i>	
2:30- 4:30 p.m.: <i>sitio de relaves de Culmitzsch</i>	2
5 p.m.: <i>salida de regreso a Dresden</i>	

Ruta



Leyenda

 Área de excursión 03-07-2018

 Puntos



## Punto 1. Área de remediación de Ronneburg

En el sitio de remediación de Ronneburg y el complejo de la mina subterránea posee de un volumen aproximado de 22 millones de m<sup>3</sup> y fue inundado entre 1998 y 2006. De antemano, se tuvieron que rellenar 38 entradas de acceso, se estabilizaron las estructuras de mina cercanas a la superficie y se construyeron varias barreras hidráulicas dentro de la mina. Entre 1990 y 2008, la mayoría de los desechos de mina contaminados fueron reubicados en el tajo de Lichtenberg. Además de la remediación y el relleno de la mina, la limpieza de las antiguas áreas operacionales fue una tarea esencial dentro de la remediación que aún no está completamente terminada. La recolección y el tratamiento de las aguas de mina contaminadas debe garantizarse como una tarea de a largo plazo.

### Mirador Schmirchau, antigua mina a cielo abierto de Lichtenberg

El proyecto individual más destacado de todo el programa de remediación ambiental de WISMUT fue el proyecto de relleno del tajo de Lichtenberg en la antigua mina de Ronneburg. El proyecto comprendió la reubicación y el relleno de unos 133 millones m<sup>3</sup> de rocas residuales y de material contaminado asociado a la demolición y limpieza de la zona de la mina a cielo abierto de Lichtenberg. Los desechos comprendían en su mayor parte esquistos negros, calizas y doleritas con alta tendencia a la generación de aguas ácidas de drenaje (AMD) debido a contenidos de pirita / marcasita de hasta un 5%, resultando en aguas de infiltración ácidas a neutras, altamente mineralizadas, con contenidos significativos de hierro y otros metales (como Manganeso, Níquel, Cobre, Zinc, Cobalto, Cadmio, Uranio, Arsénico), Sulfato y Magnesio. La ubicación del desecho de rocas fue realizado en tres zonas diferentes (A, B, C) dentro del tajo (con el fin de lograr un control geoquímico) en conjunto con medidas específicas tales como la adición de álcali al material ya acidificado han demostrado ser una óptima estrategia de remediación para AMD. Esto ha llevado a una concentración espacial de los residuos, minimizando así la superficie de las áreas contaminadas, limitando la liberación de contaminantes y la exposición radiológica, como también resolviendo los peligros preexistentes causados por la mina a cielo abierto abandonada. La reubicación comenzó a finales del año 1990 y las principales actividades finalizaron a principios del 2008.

El diseño de la cubierta del tajo relleno se basó en el hecho de que la liberación de contaminantes del relleno no puede considerarse independiente de la adyacente mina subterránea inundada y que una parte importante del tajo relleno también estará sumergido cuando se complete la inundación de la mina. Como resultado de amplios estudios e investigaciones, se ha construido una doble capa de suelo cohesivo proveniente de la excavación in situ (1,2 m de espesor) cubierta por una capa de cobertura orgánica de 0,4 m de espesor.

Para el año 2015, la construcción de la cubierta y la revegetación del relleno de Lichtenberg se completaron en aproximadamente 215 ha (95% del área total), de las cuales 100 ha han sido reforestadas. Se ha finalizado la construcción de las instalaciones de desagüe, incluyendo un

estanque de 141 mil m<sup>3</sup> para la retención de aguas de precipitación. Gran parte de los proyectos de remediación están ya de acceso al público. El mirador de Schmirchau, encima del relleno, representa una estructura claramente visible del paisaje, recordando la tradición minera de la región. El monitoreo continuo del desempeño tiene como objetivo la mediación del impacto ambiental y de demostrar el éxito de la remediación.



**Figura 1. Tajo abierto residual de Lichtenberg, en el sitio de Ronneburg (1992)**



**Figura 2. Relleno de la antigua mina a cielo abierto de Lichtenberg con el mirador de Schmirchau, sitio de Ronneburg (2013)**

### WTP de Ronneburg y sitio de disposición

La planta de tratamiento de aguas de mina WTP de Ronneburg colecta y limpia los aguas de lmina provenientes de partes de mina profundas e inundadas del sitio. Estas aguas de mina se caracterizan típicamente por un pH ácido y altas concentraciones de metales pesados (en particular hierro, níquel, zinc). En contraste con la situación de otras WTP operadas por WISMUT, los componentes radiactivos no están de mayor importancia.

**Tabla 1. Datos claves de la WTP de Ronneburg**

Comisionado	2006, extension 2011
Tipo y origen del agua tratada	Agua de minas de la mina de Ronneburg, agua superficial de infiltración
Tecnología de tratamiento	precipitación de cal con recirculación parcial de residuos
Capacidad de tratamiento	850 m <sup>3</sup> /hora
Principales contaminantes	U, Ni, Zn, Fe, Mn y otros metales
Descarga de agua tratada	quebrada Wipse



Figura 3. WTP de Ronneburg y sitio de disposición para los residuos tratados

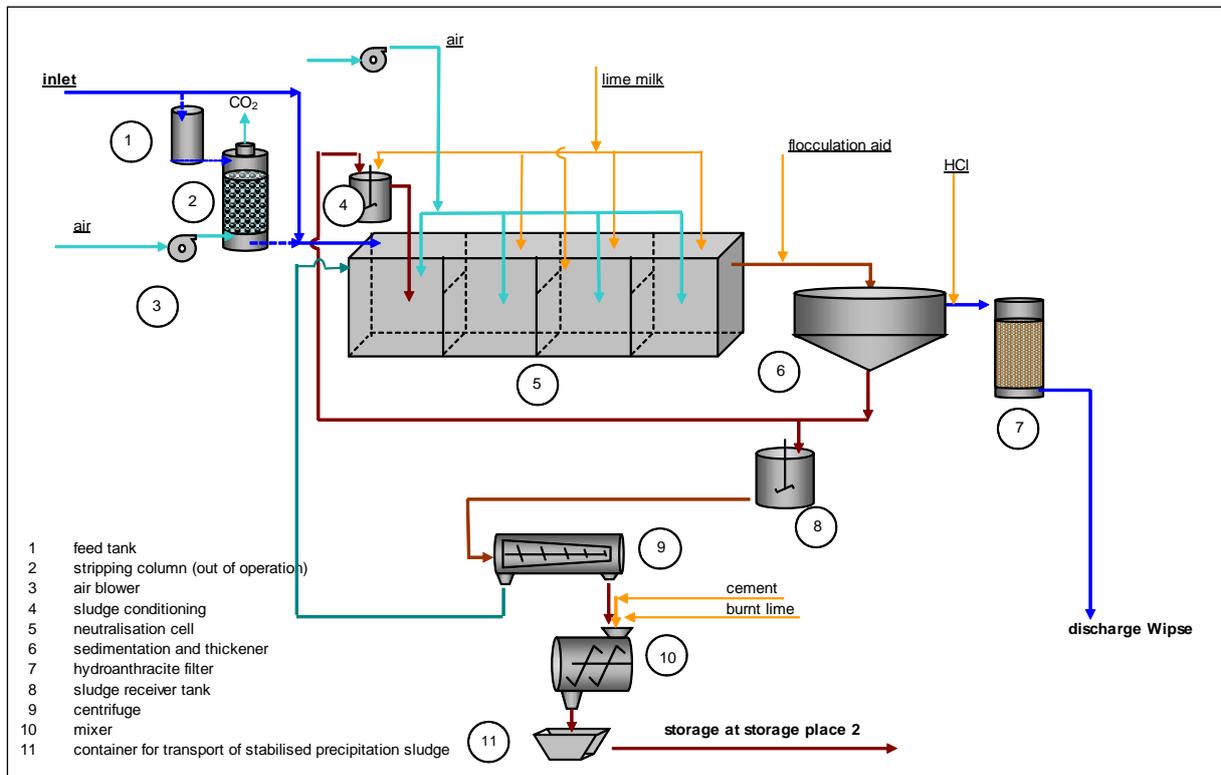


Figura 4. Diagrama de flujo de la WTP de Ronneburg

Los lodos de precipitación de la WTP de Ronneburg consisten en Hierro y Calcio en partes casi iguales y sólo contienen aproximadamente un 11 % de Uranio. En la estabilización de los residuos, mediante el mezclado con cemento, se mejora la estabilidad física y química y conjuntamente el contenido de Uranio en el fase sólido cae a un 3 %. Su composición mineralógica se indica en la Figura 6. El contenido de contaminantes de los lixiviados, obtenidos de pruebas estandarizadas de lixiviación en los residuos tratados, está muy por debajo de los límites reglamentarios. La composición de lixiviados de los sólidos tratados puede caracterizarse por los siguientes datos (del año 2013): pH = 12,3, U < 1 µg/L, otros metales < 20 µg/L, Ra-226 = 210 mBq/L.

**Tabla 2. Datos claves del sitio de disposición de los residuos tratados de Ronneburg**

Volumen total	540.000 m <sup>3</sup>
Área	7.6 ha
Puesto en marcha	2012
Volumen anual de eliminación	17.000 - 19.000 m <sup>3</sup>
Período de almacenamiento previsto	hasta 2045
Clasificación de residuos	no peligrosos

1.0 m	Suelo superior	Material de drenaje
		Geotextil de separación
Promedio 8.0 m	Residuos	Revestimiento de geomembrana (2.5 mm)
0.3 m	Grava, 16/32	Geotextil
0.5 m	Sellado mineral	Revestimiento de geomembrana (2.5 mm)

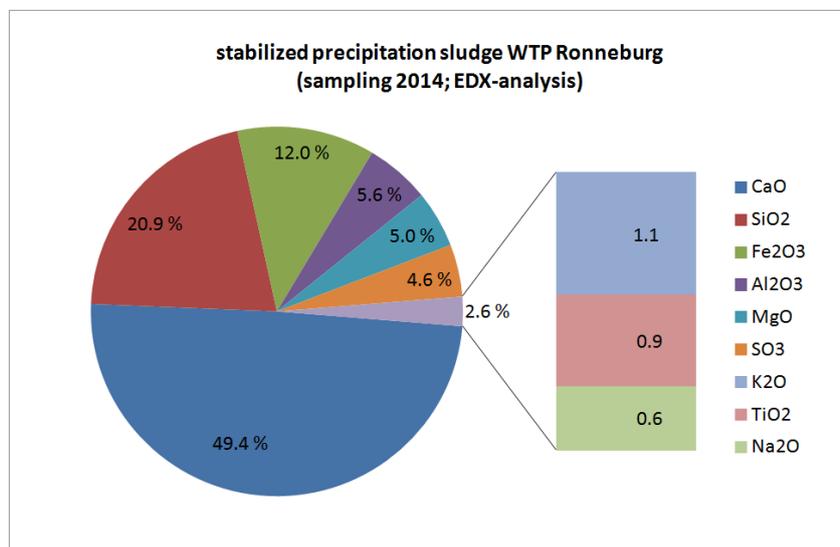
**Figura 5. Área de disposición de Ronneburg #2 (perfil estándar)**

**Tabla 3. Composición de los lodos de la WTP de Ronneburg antes del tratamiento (2011, en %),  
contenido seco 31-48%**

Fe	Ca	SO <sub>4</sub>	Mg	Mn	Ni	Cu	U
20.4	17.4	3.9	2.8	1.0	0.16	0.100	0.011

Tabla 4. Composición de radionucleidos de los lodos tratados (valores medios en 2010/2011), contenido seco 81%

U	Ra-226	U
mg/kg	Bq/kg	%
31.8	75.6	0.003



#### Fases minerales claves (XRD):

Calcita  $CaCO_3$   
 Aragonito  $CaCO_3$   
 Ettringita  
 $Ca_6Al_2(SO_4)_3(OH)_{12} \cdot 26H_2O$   
 Silicato dicálcico (Larnita  
 $Ca_2SiO_4 (C_2S)$ ,  
 Ferrihidrita  $FeO(OH)$ ,  
 Halloysita  $Al_2Si_2O_5(OH)_4 \cdot 2H_2O$

Figura 6. Composición mineralógica de los lodos inmovilizados en la WTP de Ronneburg

## Valle del arroyo Gessen

Según el plan de inundación original para el sitio minero de Ronneburg (área de campos mineros en el sur, de aproximadamente 45 km<sup>2</sup>), un alto nivel de agua de inundación minimiza el suministro de contaminantes a largo plazo desde la zona no saturada y reduce por tanto los volúmenes de agua subterránea que necesiten tratarse. La idea fue de reducir a lo máximo posible la emisión de contaminantes provenientes de la cuenca subterránea. De acuerdo con esta estrategia, el valle del arroyo Gessen (valle profundo dentro de la cuenca) fue equipado con un sistema básico de recolección de agua para la descarga de aguas subterráneas contaminadas. El sistema de recolección se extiende más de 1,5 km a lo largo del valle, incluyendo una estación de bombeo para el transporte de agua a la planta de tratamiento de agua de Ronneburg (distancia aproximada de 3 km).



**Figura 7. Valle de Gessen con el sistema de recolección de agua y la estación de bombeo (mayo de 2013)**

Luego de la surgencia de agua de mina en el año 2006, las instalaciones indicaron de no ser 100% efectivas y seguras, pues surgió agua contaminada en el fondo del valle generando una recontaminación temporal de los cursos de agua del arrollo (Figura 7). La gestión del agua aspira de estar adaptado para tener una mayor flexibilidad de hacer frente a temporadas de lluvias fuertes. Para reforzar los sistemas de recolección se requiere una reducción de bombeo de agua de mina.

Las medidas adicionales para evitar la contaminación del valle Gessen se centran en la separación hidráulica de un bloque de mina poco profundo que fue completamente rellenado y taponado. Sin embargo, sigue hidráulicamente activo de menor manera. Las medidas incluyen:

- Sellado (grouting) de la zona dañada por la excavación y de las perforaciones con fines técnicos y de exploración.
- Construcción de una tubería adicional de drenaje profundo en combinación con un drenaje subterráneo.
- Tubería colectora a la estación de bombeo.



Figura 8. Sistema básico de captación de agua del valle de Gessen

### Exhibición Federal de Horticultura 2007 (BUGA 2007)

- El papel de la “Exhibición Federal de Horticultura” hacia lo verde de la ciudad.

Desde 1951, la Exhibición Federal de Horticultura y la Exhibición Internacional de Jardinería (IGA) han constantemente gatillado inversiones sustentables dentro del marco de los procesos integrados del desarrollo urbano en ciudades y regiones de Alemania.

Las tareas específicas consisten en la reconstrucción del verde urbano destruido por las guerras del siglo XX y efectos de la post guerra, la creación de nuevos parques urbanos, reverdecimiento de áreas residenciales, implementación de proyectos urbanos verdes, medidas de restauración ecológica, conversión de legados militares e industriales, reconstrucción de la jardinería y de los monumentos naturales, creación de infraestructura para la recreación, deporte y turismo, traslados de equipamiento vial a gran escala, desarrollo complejo de vecindarios urbanos, calificación de los suburbios urbanos, exposición de áreas de superficie, diseño de bancos (orillas), control de inundaciones y de acceso de aire atmosférico, producción de energía (eólica), reverdecimiento de techos y fachadas de edificaciones, escenificación y diversidad de la zona urbana, escenarios de desarrollo regional y rural, etc.

El papel de las zonas urbanas y las regiones rurales en términos de funciones como trabajo, vivienda, recreo, salud, cultura, turismo, etc. está constantemente cambiando y sujeto de ajustes sociopolíticos. En estos desarrollos y transformaciones, la importancia de una "infraestructura verde" aumenta constantemente. Para esto, cada dos años, la Exposición Federal de Horticultura en

Alemania muestra distintas sugerencias y soluciones mediante la experiencia en planificación de los arquitectos paisajistas y planificadores especialistas. Consecuentemente, se aporta a la integración de la economía local y regional y los correspondientes efectos del valor agregado de la comunicación a escala nacional, que a su vez desencadena el marketing de las zonas urbanas y rurales. Toman parte el diseño innovador en espacios abiertos, con empresas especializadas de la horticultura en diversas orientaciones de diseño y arquitectura. Además, se adquiere soporte interdisciplinario de ciencia e investigación mediante una cooperación con universidades y colegios y con intervenciones culturales contemporáneas,.

La importancia política con respecto a BUGA e IGA se puede ver, entre otras cosas en el patrocinio asumido por el Presidente Federal de Alemania, después de la finalización de la temporada de festival de seis meses. Así, cada dos años se atrae a un público de millones de residentes y visitantes y la BUGA es conocida como un evento popular de primera.

Todos los jardines creados por la Exposición Federal Horticultural están funcionales y suelen ser adaptados a cada región respectiva. La mayoría están desarrollados, profesionalmente cuidados y operados por autoridades locales con el fin de mejorar de manera sostenible la calidad de vida para los residentes y visitantes.

- "Neue Landschaft Ronneburg" (nuevo paisaje de Ronneburg)

La BUGA como Exhibición Hortícola bienal Federal de Alemania cubre también temas de ajardinamiento. Tiene lugar cambiando la localización o región.

En el año 2007 la BUGA tuvo lugar en las ciudades de Ronneburg y Gera en el este del estado federal de Turingia. Con un respetable presupuesto federal, en las citas respectivas se observan las últimas tendencias de la arquitectura del paisaje y jardinería en apoyo al desarrollo regional. El sitio de BUGA 2007 "Neue Landschaft Ronneburg" invitaba a descubrir, experimentar y relajarse y atrajo a muchos invitados durante el año 2007. El cambio de un paisaje minero a un parque de paisajes de Horticultura fue un imán para los conocedores y los curiosos. Los antiguos mineros de Ronneburg, al visitar las instalaciones apenas reconocieron su antigua zona minera de trabajo en Ronneburg. La responsabilidad del área de "Neue Landschaft Ronneburg" está en manos de la ciudad de Ronneburg.

- "Mapa peatonal con lámparas mineras en el "Schmirchauer Höhe"

Visible desde lejos: la iluminación minera en "Schmirchauer Höhe" fue inaugurada en 2012. El mapa peatonal en "Schmirchauer Höhe" en Ronneburg ilustra vívidamente la expansión y ocupación de los paisajes por la extracción de Uranio y las dimensiones de la remediación de sus legados en Turingia. Los contornos de los límites de las minas subterráneas y la extensión de las minas a cielo abierto son simulados utilizando rocas con los nombres y las compañías. La ubicación de los pueblos dentro y fuera de los contornos está marcada por bloques de roca etiquetados. Los históricos puntos de entrada o de acceso a la mina se imitan en pequeñas estelas de roca.

En junio de 2012, la nueva construcción de 20 metros de altura de lámparas mineras en "Schmirchauer Höhe" fue inaugurada al público por parte de "Bergbautraditionsverein WISMUT",

una hermandad de tradiciones mineras. A partir de una altura de 5 metros, desde una plataforma se puede observar el valle Gessental y disfrutar del paisaje renovado.

## Área de remediación de Seelingstädt

Entre 1960 y 1990, los minerales del distrito minero de Turingia fueron procesados de manera hidrometalúrgica en la Planta de Molienda de Seelingstädt. Los relaves fueron desechados en unos antiguos tajos abiertos en los sitios de Trünzig y Culmützsch. Desde 1990, en las instalaciones para el manejo de relaves (TMF) se acumularon y se remediaron unos 100 millones m<sup>3</sup> de relaves, incluyendo una cobertura provisoria, la estabilización geotécnica, la remodelación y la construcción de la capa de cobertura. En la actualidad se observan diferentes etapas de trabajo en las diferentes sub-instalaciones, de las cuales se observará la tecnología utilizada para la estabilización de los estanques de relaves. Una tarea esencial de trabajo de remediación consiste en la gestión de aguas de poro contaminados y aguas de infiltración, lo que también forma una condición previa para las medidas de estabilización geotécnica.

### Instalación para el Manejo de Relaves Culmützsch (TMF)

El TMF de Culmützsch es la instalación para el manejo de relaves más grande que se encuentra en el marco del proyecto de remediación medioambiental de WISMUT, y también la mayor instalación para los relaves de la molienda de Uranio en Europa Occidental. Incluye dos estanques separados que ocupan una superficie total de 234 ha. El estanque A contiene residuos del tratamiento del Uranio generados a partir de la lixiviación con ácido sulfúrico, mientras que el estanque B contiene depósitos de relaves proveniente del procesamiento de minerales sódico-alcálinos en la cercana planta de procesamiento Seelingstädt. La descarga de un total de 85 millones m<sup>3</sup> de depósitos de relaves comenzó en 1967, después de que terminara la explotación de Uranio en la antigua mina a cielo abierto de Culmützsch.

Desde 1991 se han llevado a cabo actividades de remediación en el TMF de Culmützsch con el objetivo de lograr una estabilización seca in situ en todo el estanque minero. La tecnología para la remediación aplicada incluye la rehabilitación in situ, la eliminación del agua sobrenadante, la colocación de una cobertura provisional, la estabilización geotécnica de los residuos de grano fino, el contorneado y la cobertura de las áreas de tranques y represas con material proveniente de vertederos de minas cercanas, así como la ubicación de una cubierta final incluyendo revegetación. El agua de poro contaminada y el agua de infiltración es recogida y tratada en la WTP de Seelingstädt.

Tabla 5. Datos claves del TMF de Culmitzsch

TMF	Volumen de relaves (Mm <sup>3</sup> )	Área (ha)	Máx. espesor de capa (m)	Origen de los relaves
Estanque A	61	158	72	Lixiviación con ácido sulfúrico
Estanque B	24	76	68	Lixiviación sódico-alcalina

Durante los primeros años después del cierre de las plantas de molienda, se hizo hincapié en una remediación inmediata para proteger a los trabajadores y al público de acceso en general contra los efectos nocivos. Con este propósito, se colocaron coberturas provisionales con suelos mineralicos en las áreas expuestas de la ribera para reducir la dispersión de polvo radiactivo soplado por el viento. Dadas las complejas condiciones geotécnicas que prevalecían en el centro de las instalaciones de Culmitzsch, se debía estabilizar los residuos de material fino antes de extraer el agua del estanque. Con este fin, varias capas delgadas de materiales no cohesivos (roca residual, grava/arena) fueron vertidas desde una barcaza hacia el fondo, en una operación conocida como vertido subacuático. Esta tecnología de distribución de cubiertas subacuáticas se implementó en el año 2004 por un período de siete meses.

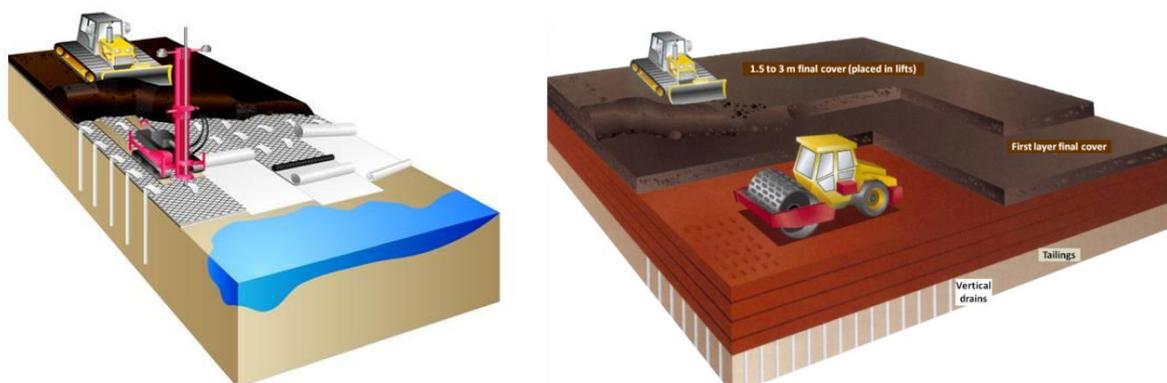


Figura 9. Esquema del enfoque de remediación de relaves de Wismut («Remediación seca in situ»): [izquierda] estabilización geotécnica de los relaves; [derecha] contorneado y recubrimiento multicapa de los relaves.

En el período que siguió, el agua sobrenadante fue retirada y las áreas expuestas, debido a la caída del nivel de agua, fueron gradualmente tapadas con una cobertura provisional. La distribución de la cobertura provisional en el estanque B del TMF de Culmitzsch se completó en el año 2006. La finalización de la cobertura del estanque A del TMF de Culmitzsch actualmente está por terminarse.



**Figura 10. Vista aérea del TMF de Culmützsch (Noviembre 2015)**

En la actualidad, y dentro de un par de años más, el enfoque se centrará en el re-contorneado de los sitios de relaves y en la colocación de una cubierta final con un grosor de hasta 3,5 m. Los materiales de cubierta incluyen materiales cohesivos de vertedero procedentes de excavaciones in situ y diversos materiales cohesivos y no cohesivos procedentes de fuentes externas. Las actividades recientes de remediación se concentran en la remodelación del área central del estanque y en la cobertura final. La zona de la meseta, suavemente ondulada, está diseñada de manera que permita la escorrentía superficial de ambos estanques hacia el valle de Fuchsbach, en el norte (Figura 11 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Después de que se complete la cobertura final en los dos tranques de relaves de Culmützsch, como paso siguiente se construirán caminos y zanjas para capturar y controlar la escorrentía de aguas superficiales. Finalmente, se procederá a la siembra y plantación para obtener el paisaje deseado. El trabajo de remediación en el sitio de Culmützsch está programado para ser completado en el año 2028. Deberán realizarse varias tareas de a largo plazo con el fin de garantizar un rendimiento continuo o sustentabilidad de la remediación.

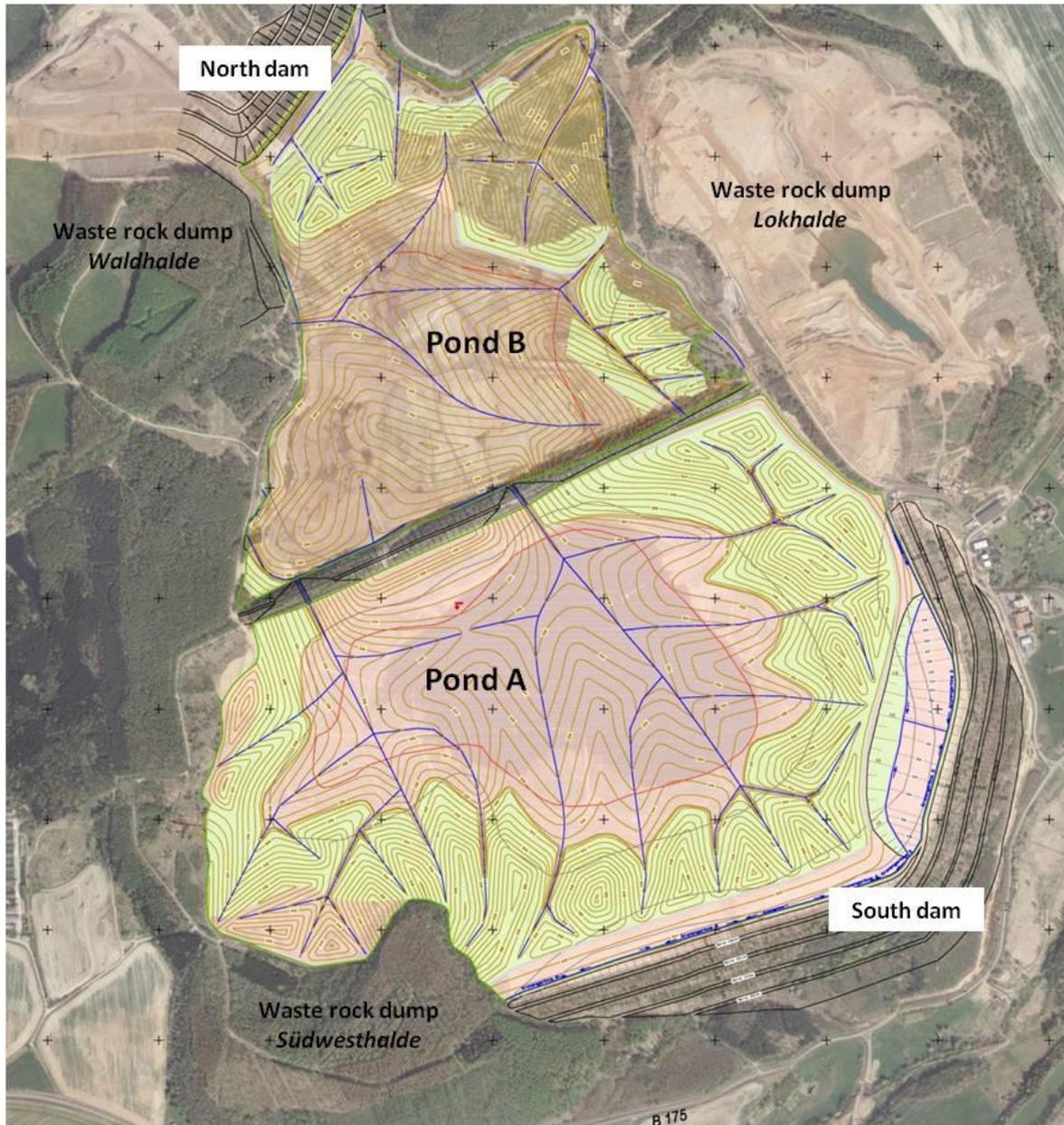


Figura 11. TMF de Culmitzsch; estado final previsto para el contorno de la superficie, incluidos los canales de escurrimiento superficial

## Excursión 2



### Distrito de Carbón de Lignito en Alemania Central

Colaboración de minería activa y pasiva: remediación de la  
cuenca del río Weisse Elster y formación de lagunas

04 de julio del año 2018



Puerto de la ciudad de Zwenkau (KAP Zwenkau)



**Editores:** MIBRAG mbH / LMBV mbH / DGFZ e.V.

**Autores y** Dr.-Ing. Michael Struzina, MIBRAG mbH

**Dirección:** Dipl.-Ing. Heike Hertling, MIBRAG mbH

Dr. Friedrich-Carl Benthaus, LMBV mbH

**Gestión:** Dr. Ronald Giese, DGFZ e.V.

Dipl.-Chem. Ing. Michaela Hache, DGFZ e.V.

M.Sc. Tania Roth, DGFZ e.V.

## Lugares de interés

Puntos	Localidades por visitar	Contenido
	<i>Lago post-minero Zwenkau</i>	
1	Instalaciones de descarga del agua de inundación al río Weisse Elster	Lago Zwenkau - un lago post-minero con una misión de protección contra crecidas
	Canal de entrada de agua al lago Zwenkau y planta de neutralización	Neutralización y control de calidad del agua de ingreso Retención para crecidas del río (inundaciones)
2	Pabellón KAP Zwenkau	Presentaciones de MIBRAG y LMBV sobre la presencia de minería en la región: organización y administración, fuentes de fiscalización, interacciones sociales y de medio ambiente
	<i>Mina de Schleenhain</i>	
3	Mina a cielo abierto Vereinigtes Schleenhain	MIBRAG: Excursión dentro de la mina a cielo abierto con los fases prospección, explotación, rehabilitación, manejo de agua y manejo de material de depósito

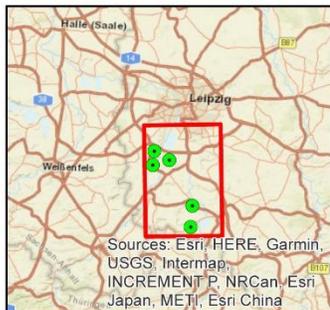
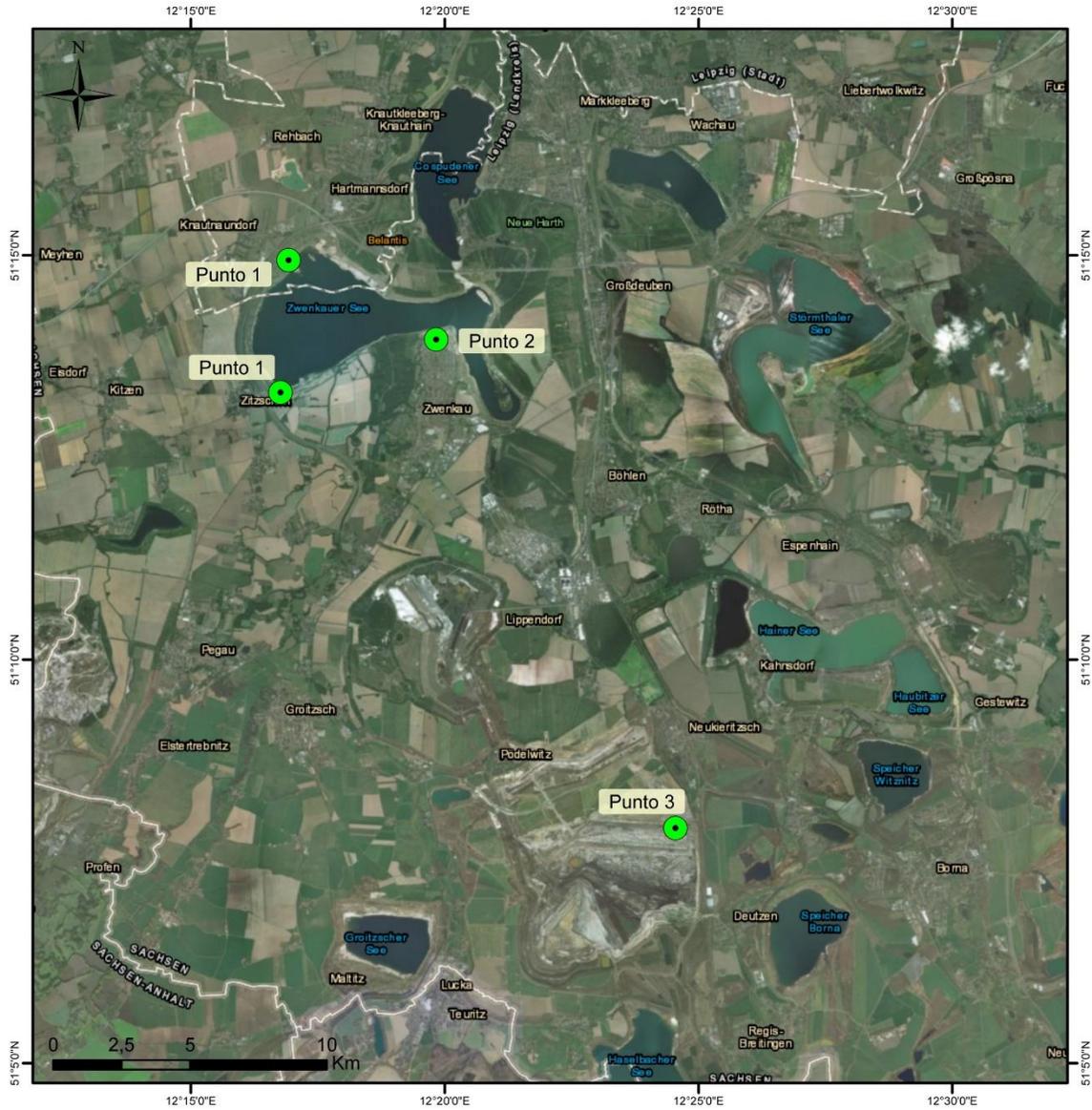
## Itinerario

Bus	Puntos
<i>8:00 a.m.: Salida desde Dresden hacia Leipzig</i>	
10:00 - 11:30 a.m. <i>Visita del lago de Zwenkau (LMBV)</i>	<b>1</b>
11:30 - 12:30 a.m.: <i>Seminario en KAP Zwenkau</i>	<b>2</b>
12:30 - 1:30 pm: <i>Almuerzo en KAP Zwenkau</i>	
2:00- 3:30 p.m.: <i>Visita Mina Vereinigtes Schleenhain (MIBRAG)</i>	<b>3</b>



3:30 p.m.: <i>Salida de regreso a Dresden</i>	
5:30 – 7:30 p.m.: <i>Paseo guiada en el casco antiguo de Dresden</i>	

Ruta



Legenda

Area excursión 04-07-2018

Puntos

## Punto 1. Gestión del lago Zwenkau

### Lago Zwenkau – lago post-minero con misión de protección contra crecidas

A través de un lecho artificial que se extiende 11 km, el río Weisse Elster fluye alrededor de la orilla occidental del lago Zwenkau. El río fue desviado a este conducto de concreto sellado entre 1973 y 1978, en el período de auge de la minería de lignito en la antigua mina a cielo abierto de Zwenkau. La mina ocupó unas 2.900 hectáreas y generó pérdida de espacio en la llanura de inundación natural del río, la que ayudaba a retener el agua de crecidas. Para compensar dicha pérdida, una decisión legal determinó que el lago Zwenkau debía cumplir una función como área de retención de crecidas, además de su función como lago apto para la recreación y el turismo. Esto condujo a la construcción de estructuras de ingeniería hidráulica, incluyendo sistemas de entrada y salida de agua. Fueron construidas una **estructura receptora de agua (1)** en la costa suroeste y una **estructura de descarga (2)** al río Weisse Elster en la orilla noroeste del lago.

#### (1) Recepción de aguas de crecida del río Weisse Elster en el lago Zwenkau

Con la ayuda de un aliviadero (Figura 12), en caso de eventos extremos (caudal HQ150 -una vez en 150 años), el máximo caudal de inundación del río Weisse Elster estará limitado a 450 m<sup>3</sup>/s. La estructura se completó en abril del año 2013 a un costo aproximado de 11 millones de euros. Fue utilizada por primera vez en junio de ese mismo año, durante una crecida en el Weisse Elster, en la que ingresaron hasta 130 m<sup>3</sup>/s de agua. El nivel del lago Zwenkau aumentó en 2,5 m (de 107,2 a 109,5 m sobre el nivel del mar). En un período aproximado de 55 horas se almacenaron 20 millones de m<sup>3</sup> de agua a través de los 650 metros de canales existentes. Este almacenamiento evitó que se produjeran mayores daños causados por inundaciones en la ciudad de Leipzig. Teniendo en cuenta el objetivo de alcanzar un nivel medio de agua de 113,5 m sobre el nivel del mar, dicho ingreso de agua contribuyó sustancialmente al llenado del lago, aunque complicó algunas de las tareas de remediación que aún quedan por realizar.



**Figura 12. Lago Zwenkau y aliviadero de crecida en Zitzschen (LMBV mbH)**

## **(2) Descarga operativa al río Weisse Elster**

La estructura de descarga, conocida como descarga operativa, permite el regreso controlado del agua de inundación de nuevo al río, dentro de 21 días después de que el nivel del agua del río Weisse Elster haya bajado lo suficiente. La descarga del agua de inundación se extiende así durante un período de tiempo más largo. Para el lago Zwenkau, el Gobierno del Estado de Sajonia ha definido una zona de almacenamiento de 1,8 m de altura, equivalente a una capacidad de retención de 18,5 Mio m<sup>3</sup>. La estructura de descarga fue construida a un costo de unos 5 millones de euros en la orilla noroeste del lago Zwenkau, aguas abajo del río cercano Weisse Elster, y se encuentra operativa desde enero del 2015. La estructura de descarga consiste en un conducto rectangular doble de aproximadamente 100 m de largo, equipado con dos puertas de acero que se pueden abrir o cerrar tanto en los extremos de entrada como de salida (ver Figura 13).



**Figura 13. Lago Zwenkau – descarga operativa de vuelta al río Weisse Elster (LMBV mbH)**

### **Planta de neutralización del lago Zwenkau**

En el pasado, el Lago Zwenkau, con un pH de 2.6, tuvo el registro más ácido en la zona sur de Leipzig. Las concentraciones de hierro y aluminio alcanzaron, respectivamente, 60 mg/L y 33 mg/L. Los límites permisibles de calidad del agua no se cumplían.

Con el fin de cumplir con los criterios de calidad de agua (definidos con un pH > 6 y una concentración total de hierro < 3 mg/L) el lago fue neutralizado por una planta estacionaria instalada en junio del 2011 y operada hasta mayo del 2015. La planta de neutralización produce una suspensión de cal hidratada de no más del 2% mediante la hidratación de óxido de calcio. En un proceso de dos etapas de dosificación, el óxido de calcio se hidrata en primer lugar, a una temperatura de 50 a 60°C, generando una suspensión al 15%, que se diluye a continuación a una suspensión de cal hidratada al 2%. El agua necesaria para la hidratación y la dilución es desviada desde una tubería proveniente de la mina activa a cielo abierto de Profen y es descargada en el lago a una tasa máxima de 35 m<sup>3</sup>/min. La suspensión de cal hidratada producida en la planta se

introduce luego a un canal de llenado, un canal especial para el llenado de este lago. La planta de neutralización permite una descarga aproximada de 35 toneladas de cal por día en el lago. La planta de neutralización del lago Zwenkau, cuyos dos silos tienen una capacidad de almacenamiento combinada de 100 toneladas de óxido de calcio, se ha utilizado para descargar alrededor de 25 mil toneladas de cal hidratada en el lago (ver Figura 14 y Figura 15). En la actualidad, el lago Zwenkau tiene un pH de 6.7 y mantiene un agua de buena calidad gracias al aporte de agua alcalina bombeada de la mina de Profen y también gracias al agua proveniente del río Weisse Elster. La planta se mantiene lista para su uso y sólo se utiliza cuando es necesario.



**Figura 14. Lago Zwenkau: Desagüe de agua de crecida de Zitschen con canal de llenado y planta de neutralización (LMBV mbH)**



**Figura 15. Planta de neutralización estacionaria a la orilla del lago Zwenkau (LMBV mbH)**

En un futuro, parte del área de retención de crecidas también será desviada por un canal que se ubicará cerca de la orilla noroeste del lago Zwenkau. Esta unión entre el lago Zwenkau y el lago Cospuden (el canal de Harth) se encuentra actualmente en construcción (Figura 16).



**Figura 16. Lugar del futuro canal de Harth que conecta el lago Cospuden y el lago Zwenkau (LMBV mbH)**

## Punto 2: Pabellón en KAP Zwenkau

KAP Zwenkau es un cabo al norte de la antigua ciudad industrial de Zwenkau (100 años), situado en el lago homónimo, que hoy en día se está transformando en un centro de recreación en el sur de Leipzig. KAP Zwenkau integra un puerto y una marina en el sur del lago Zwenkau, un lago post-minero, con instalaciones para el turismo, deporte, ocio y la recreación. Cuando la inundación del lago se completó en el año 2014, el lago Zwenkau alcanzó una superficie de unas 1.000 hectáreas, convirtiéndose en el lago más grande al sur de Leipzig. Esto demuestra la visión y el desarrollo regional post-minero.

El Pabellón Minero (ver Figura 17) fue inaugurado el 2 de abril de 2006. Este pabellón incluye una exposición sobre la historia de la minería y un modelo del Abraumförderbrücke "AFB 18" (puente transportador). El edificio ocupa una posición elevada en el borde del lago, permitiendo una gran vista al lago y al puerto. Frente a Leipziger Strasse, la estructura de vidrio y acero del pabellón hace referencia a su contenido en tecnología industrial. El edificio rectangular tiene forma de U y está abierto al costado. Cuenta con una gran fachada de vidrio que se extiende por dos plantas y se expone al norte con una altura superior a 7 m. La primera planta contiene la exhibición, que incluye un modelo del Abraumförderbrücke "AFB 18". El segundo piso ha sido diseñado como una galería con un restaurante que ofrece una vista sobre la sala de exposiciones y el mencionado modelo. La sección principal contiene un quiosco y terrazas con vistas. La planta baja alberga una pequeña heladería, un centro de información turística y varias piezas de equipo anidadas, creando la impresión de que el cuerpo principal está flotando. Se ha reutilizado un antiguo pavimento de granito. En la fachada, a la altura del techo, se encuentra el "boom", el elemento principal que representa la importancia del edificio en relación con el antiguo puente transportador "AFB 18". Los peldaños que conducen al "boom" también proporcionan acceso a las otras plantas. La escalera de acero tiene un carácter muy industrial. La estructura principal del edificio es un esqueleto de hormigón reforzado, que a su vez consta con columnas de hormigón reforzado. El "boom" y la terraza, así como los escalones exteriores, son de acero.



Figura 17. Pabellón en KAP Zwenkau (<http://www.leipzigerneuseenland.de>)

### **Puerto de la ciudad de Zwenkau (KAP Zwenkau)**

El puerto está situado en el norte de la ciudad de Zwenkau. La extensa zona ofrece un paseo marítimo, parques, restaurantes, tiendas y un puerto deportivo. Cerca de la marina, se construirán apartamentos y edificios de oficinas. Además de la marina privada con 200 puntos de atraque, hay muelles para la entrada y salida de pequeños barcos y un alquiler de embarcaciones en la parte oriental del puerto. Otra atracción para el turismo es el barco de excursión MS "Santa Barbara", que ofrece viajes en el lago Zwenkau.



**Figura 18. Vista de la ciudad de Zwenkau y del puerto (LMBV mbH)**



**Figura 19. Lago Zwenkau (LMBV mbH)**

### Punto 3 - Mina de Vereinigtes Schleenhain

#### Introducción

El Distrito de Carbón de Lignito de Alemania Central se encuentra entre los estados de Sajonia y Sajonia-Anhalt. Es una de las tres grandes áreas de minería de lignito en Alemania. Allí uno se encuentra con una tradición de más de 100 años de minería a cielo abierto. Hoy en día, la Mitteldeutsche Braunkohlengesellschaft mbH (**MIBRAG**) es el principal actor de la minería del lignito en la región.

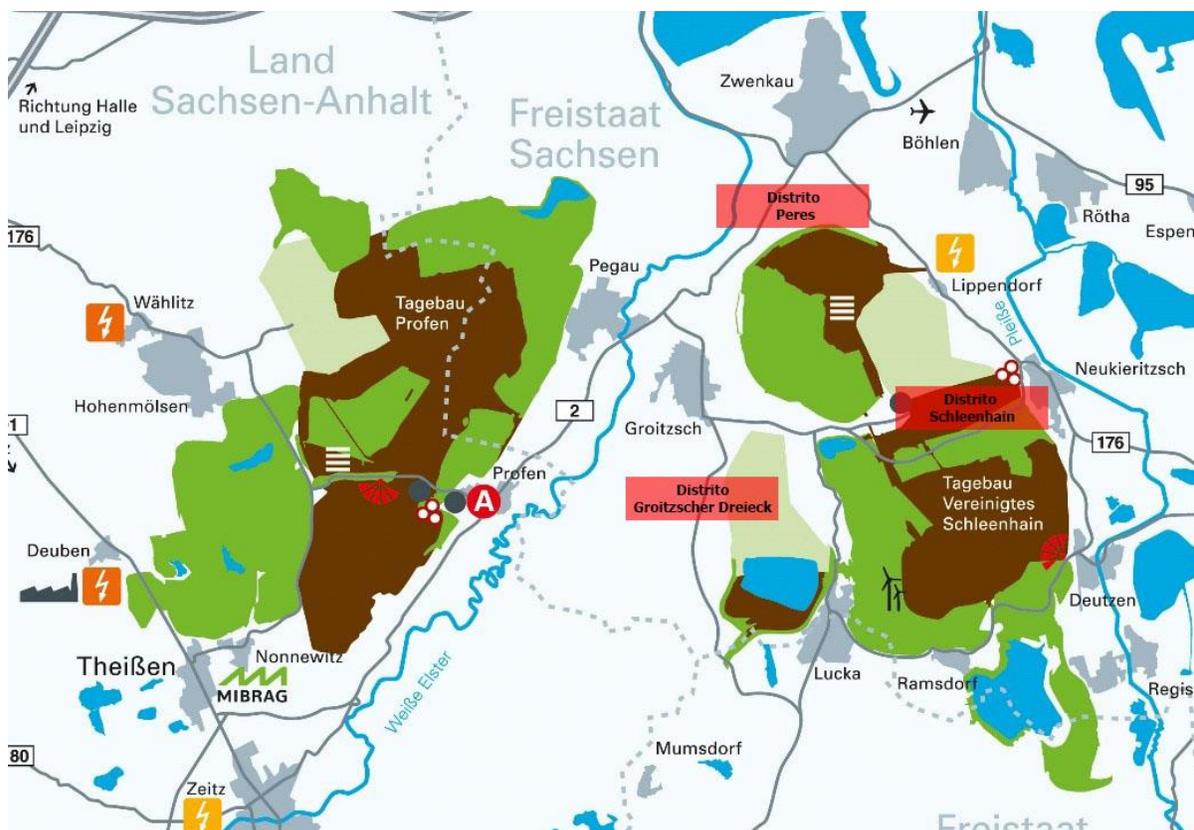
El lignito es una materia prima buscada en todo el mundo. Particularmente en Alemania, este combustible fósil contribuye sustancialmente a la fiabilidad y estabilidad de los costos del suministro energético. El lignito doméstico permite además el desarrollo de las energías renovables. Además, el lignito fue y sigue siendo una materia prima importante para las industrias de productos químicos y de materiales básicos en la región de Halle-Leipzig-Merseburgo. Dicha región es llamada “Triángulo Químico de Alemania del Este”.

La minería es una industria que requiere grandes áreas de terreno. En tiempos de post-minería, se han formado nuevos paisajes artificiales, con áreas de uso forestal o agrícola, áreas de recreación y conservación de la naturaleza. La estabilidad ecológica y una gran variedad de funciones caracterizan estas áreas posteriores a la explotación minera. El Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (**LMBV**) es responsable de la restauración de las antiguas zonas mineras en el este de Alemania

La aceptación de la minería de lignito se debe en gran parte a los esfuerzos por desarrollar operaciones mineras a cielo abierto que fuesen compatibles con el medio ambiente. En este proceso, la gestión para la rehabilitación del agua juega un papel clave para hacer frente a los requisitos actuales de las leyes ambientales, del agua y mineras. Con el fin de lograr un apropiado manejo del agua, es esencial una estrecha cooperación entre las compañías mineras activas y las minas en remediación. El área en el sur de Leipzig ejemplifica una cooperación constructiva, basada en la planificación y operación del agua, al inundar las minas abandonadas con agua de drenaje de las minas productoras. Con la ayuda de un acueducto de 65 km de longitud, operado por **LMBV** y **MIBRAG**, se han bombeado unos 550 Mio m<sup>3</sup> de agua desde las minas de carbón productoras hasta las minas abandonadas para lograr una recuperación rápida y rentable de estas.

## Información general de la mina Schleenhain

La mina a cielo abierto Vereinigtes Schleenhain, situada en la parte sajona del distrito de carbón de lignito de Alemania Central, produce entre 10 y 12 millones de toneladas anuales de lignito y unifica los distritos Schleenhain (desde 1949 hasta 2023), Peres (2014-2035) y Groitzscher Dreieck (aproximadamente 2028 - 2040). Ver Figura 20.



**Figura 20. Mina a cielo abierto Schleenhain Vereinigtes (incluyendo los distritos Schleenhain, Peres y Groitzscher Dreieck) y mina a cielo abierto de Profen. En verde las zonas de recuperación y en café las zonas actualmente en operación (MIBRAG mbH).**

El carbón se extrae desde una profundidad de hasta 100 m de la capa Sächsisch-Thüringisches Unterflöz (capa inferior), de la capa de Bornauer Hauptflöz (capa principal), y dependiendo de espesores económicamente rentables, también de la capa Thüringer Hauptflöz (capa principal) y Böhlener Oberflöz (capa superior) Ver Figura 21 y tabla 6.

Tabla 6. Resumen de las capas de carbon explotables y sus espesores en la mina a cielo abierto Schleenhain Vereinigtes (MIBRAG mbH).

Nombre Capa	N°Capa	Espesor de lignito
Sächsisch-Thüringisches Unterflöz (capa inferior)	1	2–5 m (max. 30 m)
Bornaer Hauptflöz (capa principal)	2	10–25 m
Thüringer Hauptflöz (capa principal) en el oeste	3	2–10 m
en el este	3	0–3 m
Böhlener Oberflöz (capa superior)	4	2–6 m

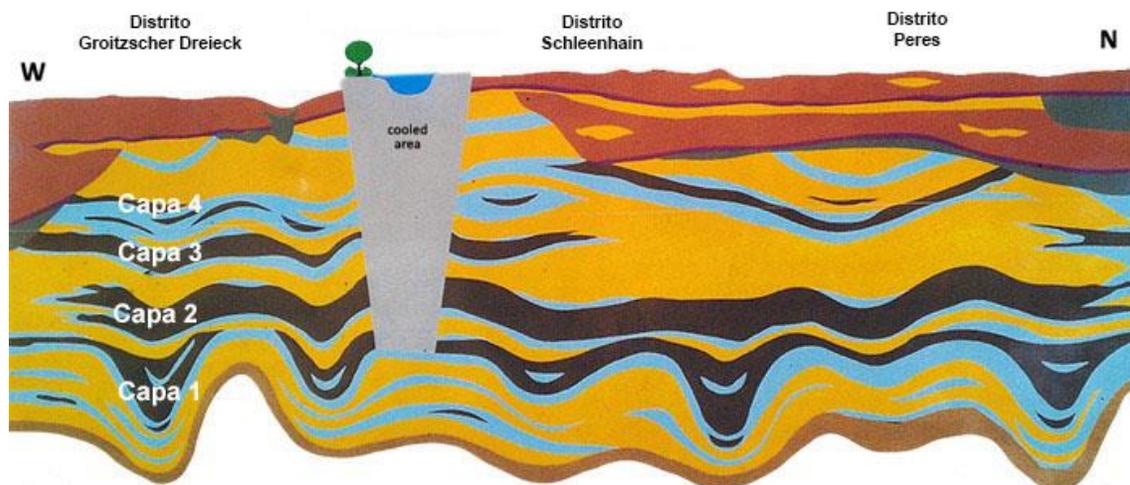


Figura 21. Perfil estándar de la mina a cielo abierto Vereinigtes Schleenhain (MIBRAG mbH).

Después de una modernización a gran escala entre 1995 y 1999, incluyendo la transición en el sistema de transporte de tren a cinta transportadora, la mezcla y almacenamiento del carbón, con una capacidad de almacenamiento de 500.000 ton se convirtió en el eje central de las operaciones. La trituración y mezcla del carbón crea un producto consistente y de alta calidad, cuyo cliente principal es la planta de energía vecina de Lippendorf que utiliza el mismo para la producción de energía y calor. La planta posee una capacidad instalada de 2 x 920 MW. El centro de comunicación, ubicado dentro de la planta de energía de Lippendorf, ofrece a los visitantes una visión general de la tecnología utilizada para la conversión de lignito en electricidad. En la actualidad, la mina a cielo

abierto Vereinigtes Schleenhain está pasando por una importante fase de reestructuración. Desde 2014 se está realizando una transición gradual de la producción del distrito Schleenhain al distrito Peres.

### **Tratamiento del agua de drenaje y mirador a la mina Schleenhain**

El lago artificial Haselbach, al sur de Leipzig, se ubica en el cono de depresión de aguas subterráneas de la mina a cielo abierto Vereinigtes Schleenhain. Por tanto, es necesario compensar al lago las pérdidas del sistema hasta el año 2050. Haselbach, que fue una antigua mina a cielo abierto, se ha inundado con agua no tratada de la mina de Schleenhain desde 1993 y ha alcanzado su nivel final de agua de +151 mNHN en el año 2002.

Debido a diversos factores tales como el drenaje de la mina Schleenhain, el descenso en los niveles de agua subterránea y, asociado a ello, pérdidas por filtración, se hizo necesario un aporte adicional de agua al lago. Desde 2011, una galería de seis pozos filtrantes profundos bombea agua subterránea de los acuíferos con una capacidad de 4,5 m<sup>3</sup>/min. El agua subterránea alcalina de los acuíferos profundos es anóxica y contiene altas concentraciones de hierro (20 mg/L) y carbono inorgánico (20 mg/L TIC). Por lo tanto, requiere desacidificación mediante la reducción del ácido carbónico libre y aireación mediante el enriquecimiento de oxígeno. Como primera etapa de tratamiento, el agua bombeada es rociada en un canal de alimentación al lago Haselbach, aumentando así su pH y la concentración de oxígeno disuelto. A medida que el agua fluye a través del canal, el hierro precipita y queda retenido en los sedimentos como lodo de hidróxido de hierro. Finalmente, el agua subterránea alcalina con baja concentración de hierro (5 mg/L) descarga al lago. El efecto del tratamiento del agua de drenaje es reflejado en un aumento de la alcalinidad y del pH del agua.



**Figura 22. Sistema de rociado de Haselbach para la desacidificación y aireación de las aguas subterráneas (MIBRAG mbH)**



## Excursión 3



### Post uso de zonas mineras: Cultura Minera

Excursión de un día a la histórica mina (metales) de  
Rammelsberg

05 de julio del año 2018



**Figura 3.** Izquierda: Patrimonio de la humanidad Rammelsberg ([www.rammelsberg.de](http://www.rammelsberg.de)). Derecha: Casco antiguo de Goslar ([www.goslar.de](http://www.goslar.de)).



**Editores:** Weltkulturerbe Erzbergwerk Rammelsberg Goslar GmbH / DGFZ e.V.

**Autores y** Dr. Martin Wetzel, Weltkulturerbe Erzbergwerk Rammelsberg Goslar GmbH

**Dirección:** Dr. Hans-Georg Dettmer, Weltkulturerbe Erzbergwerk Rammelsberg Goslar GmbH

**Gestión:** Dr. Ronald Giese, DGFZ e.V.

Dipl.-Chem. Ing. Michaela Hache, DGFZ e.V.

M.Sc. Tania Roth, DGFZ e.V.

## Minería histórica

Las instalaciones del museo y de la mina para visitantes en Rammelsberg poseen una historia de más de mil años. Estos fueron declarados Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO el 14 de diciembre de 1992, junto con el casco antiguo de la ciudad de Goslar.



**Figura 23. Casco antiguo de Goslar ([www.rammelsberg.de](http://www.rammelsberg.de))**

Inicialmente, por la minería en Rammelsberg se extraían minerales de cobre para la producción de bronce y, en pequeñas cantidades, plata para la producción de monedas. Las monedas de plata acuñadas en Goslar ya estaban en circulación a fines del siglo X. Desde el siglo XV, principalmente se extrajeron minerales de plomo. Durante las últimas décadas hasta el cierre de la planta, minerales de zinc y barita fueron productos importantes de Rammelsberg.

Bajo el alcalde del sitio, Don Roeder, se realizaron alrededor de 1800 mejoras operacionales importantes de la minería, de las cuales algunas aún son visibles hoy en día. Desde 1906, se promovió la electrificación de la planta y se detuvo el uso de vapor y agua. De 1935 a 1942, el sitio de Rammelsberg recibió nuevas instalaciones de a cielo abierto, cuyo núcleo representaba la planta de procesamiento de minerales más moderna de la época. Incluso hoy en día, estas estructuras de los maestros de la construcción industrial.

Fritz Schupp y Martin Kremmer cambian la apariencia de la montaña. La propiedad de las operaciones mineras se alternó entre la realeza alemana, los duques de Welf y la ciudad de Goslar. Desde la década de los años 1920, las empresas estatales Preussag y Braunschweig-GmbH fueron los dueños y cuando el último propietario, Preussag AG Metall, cerró la mina en 1988, se estima que se extrajeron un total de 27 millones de toneladas de mineral de la montaña.



Figura 24. Pond Cascade - Gestión del agua ([www.rammelsberg.de](http://www.rammelsberg.de))

### **El Rammelsberg en la Fundación Patrimonio de la Humanidad en el Harz**

El Rammelsberg es parte del Patrimonio Mundial de la UNESCO conformado por las minas de Rammelsberg, el Casco antiguo de Goslar y la gestión de agua en el Oberharz. Todo el Patrimonio de la Humanidad se extiende sobre un área de más de 200 km<sup>2</sup> entre Goslar y la población de Walkenried y es manejado por la Fundación del Patrimonio Mundial de la UNESCO en las montañas del Harz.

Dentro del Patrimonio hay otros nueve museos y más de 20 monumentos arqueológicos, abiertos al público. La fundación fue establecida en 2002 por la ciudad de Goslar. Con la expansión del patrimonio en 2010 que incluyó a la gestión del agua en el Oberharz, los condados de Goslar



y Osterode, así como también Harzwasserwerke GmbH y la Fundación del Patrimonio Cultural de Braunschweig han contribuido como patrocinadores. Como

objetivo, la fundación aspira de contribuir con las instituciones al desarrollo de la región, la accesibilidad de los sitios del patrimonio, así como la organización y preservación del patrimonio mundial.

Desde el 2012, la fundación, además del director de la Fundación y también CEO de Rammelsberg, mantiene 2,25 puestos de trabajo de personal académico. Desde entonces han puesto en marcha proyectos de colaboración con Rammelsberg, tales como, la exposición itinerante sobre “Patrimonio de la Humanidad en las montañas del Harz”, la planificación de cinco centros de información de Patrimonios de la Humanidad o el establecimiento del conocimiento de Patrimonios de la Humanidad.

### **Rammelsberg museo y mina abierta al público**

Después del cierre de la mina Rammelsberg, realizado por PREUSSAG, una iniciativa cívica previno la demolición de la mina y permitió su reapertura como una mina para visitantes. En 1992, la mina Rammelsberg fue el primer sitio industrial en Alemania en ser declarado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO.

Durante la exhibición mundial EXPO realizada en la ciudad de Hannover, el área del museo de Rammelsberg fue ampliada en el año 2000 para ser convertida en una gran exhibición cultural permanente sobre la historia de la minería en la región de Goslar. Al mismo tiempo, se abrieron nuevas áreas en el exterior y se mejoraron los accesos a las secciones subterráneas para los visitantes.

El sitio del Patrimonio de la Humanidad, Rammelsberg, puede ser disfrutado “desde abajo” a través de dos rutas de paseo permanentes guiados y una ruta especial (ruta de aventura) en la zona de minería subterránea. Los guías entregan información acerca de la minería y de las relaciones históricas. La exhibición permanente está a cielo abierto en la casa “Magazin” y ofrece una visión profunda de la vida laboral y cotidiana de los mineros de Rammelsberg.



Figura 25. [izquierda] Grupo de visitantes del “Tour de aventura” y [derecha] “Kaue”, el vestidor para los mineros ([www.rammelsberg.de](http://www.rammelsberg.de))

Mediante un paseo guiado se puede apreciar el centro de las construcciones en la superficie o las escaleras con cascadas en la ladera de Rammelsberg que elevan la planta de procesamiento con su fascinante tecnología. En un tranvía abierto (un restaurado elevador inclinado) se pueden subir unos 43 m de alto y ver desde la altura la impresionante mina que forma parte de este Patrimonio Cultural.

Cada año, las grandes exposiciones especiales van cambiando, se consideran diversos temas del entorno histórico de la antigua mina Rammelsberg que se presentan de forma moderna.

### **Rammelsberg como Patrimonio de la Humanidad de la UNESCO**

En 1972, la UNESCO adoptó la Convención Internacional para la protección del patrimonio de la humanidad, conocida como la Convención del Patrimonio Mundial. En ella, 170 estados signatarios se comprometen a preservar los sitios del patrimonio cultural y natural en sus territorios "en existencia y en su valor". En diciembre de 1992, la antigua mina de Rammelsberg y el Casco antiguo de Goslar fueron incluidas en la lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO y desde entonces han sido consideradas Patrimonio Cultural de la Humanidad.

Con el sitio de Rammelsberg y el Casco antiguo de Goslar, por primera vez se dio este título a todo un paisaje cultural. Además, en Rammelsberg la UNESCO había erigido por primera



vez en Alemania un monumento industrial como sitio de patrimonio de la humanidad. El requisito previo para esto era la evaluación de la conservación del Monumento de Rammelsberg como documento único de la cultura industrial.

El 1 de agosto de 2010, el Comité del Patrimonio Mundial de la UNESCO decidió que el Patrimonio Mundial existente se extendiera al sistema de gestión del agua de la región Oberharz. La gestión del agua del Oberharz fue el único proveedor de energía para la industria minera desde la Edad Media hasta el final de la era industrial. El comité elogió el sistema como una obra maestra de extracción e ingeniería ingenua. La gestión del agua del Oberharz fue uno de los sistemas de energía más potentes en el mundo en la era preindustrial hace alrededor de ochocientos años. La energía del agua alimentaba las bombas de drenaje en las minas, la fundición de minerales y el transporte de los materiales. A lo largo de los siglos, se creó un sistema de vías navegables único, que consistía en kilómetros de zanjas, estanques artificiales y canales subterráneos. El sistema ha servido como fuente fundamental para las innovaciones técnicas de la minería en toda Europa.

Más información:

[www.rammelsberg.de](http://www.rammelsberg.de)

[www.unesco.org](http://www.unesco.org)