



2018

Exkursionsbericht Kanada



Lottermoser BG, Hauck LA, Knobloch M & Weimer S (Hrsg.)

Exkursionsbericht Kanada 2018

(2019)

Institute of Mineral Resources Engineering, RWTH Aachen University

Exkursionsorganisation

Lara Amelie Hauck

Marjan Knobloch

Exkursionsleitung

Bernd Lottermoser

Redaktionelle Bearbeitung

Lara Amelie Hauck

Lars Barnewold

Lucas Weimer

Marius Braun

Marjan Knobloch

Rudolf Suppes

Simon Weimer

DOI: 10.18154/RWTH-2019-01141

Copyright

© 2019. Das Werk einschließlich aller Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urhebergesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Institutsleiters des Institute of Mineral Resources Engineering der RWTH Aachen University. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen und Übersetzungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	4
Bergbau in Kanada.....	7
Geologie in British Columbia	9
Butchart Gardens	11
Resources for Future Generations	13
Copper Mountain	16
Lady King Basalt und Klinker Opal	18
Revelstoke Dam.....	20
Mount Moberly	21
Mount Brussilof	23
Kohlenbergbau in British Columbia.....	25
Sheernes Mina, Alberta	27
Atlas Coal Mine – Drumheller, Alberta.....	29
Impressionen der Exkursion	30
Literaturverzeichnis.....	33
Abbildungsverzeichnis.....	35

Vorwort

Der vorliegende Exkursionsbericht beschreibt die zweiwöchige Fachexkursion nach Kanada, die Studierende und wissenschaftliche Mitarbeiter des Institute of Mineral Resources Engineering der RWTH Aachen im Juni 2018 unternommen haben. Dieser Bericht beinhaltet Kapitel über die einzelnen Exkursionsziele, verfasst von den jeweiligen Teilnehmern.



Entscheidend für die Wahl des Exkursionszieles war die Fachkonferenz „Resources for Future Generations 2018“ (RFG 2018) in Vancouver, bei der jeder Exkursionsteilnehmer seine aktuelle Forschung und Ergebnisse einem breiten Fachpublikum präsentierte. Der Konferenz schloss sich ein achttägiger Geländetrip an, der von Vancouver durch die Rocky Mountains über Calgary bis nach Sheerness in den Bundesstaat Alberta führte.

Mit einer Fläche von rund 9.985.000 km² gilt Kanada als zweitgrößtes Land der Erde. Aufgrund seiner Rohstoffvielfalt, seines außerordentlichen Rohstoffreichtums und der wirtschaftlichen Stabilität des Landes hat sich Kanada in den letzten Jahrzehnten zu einem der wichtigsten globalen Bergbauzentren entwickelt. Ebenfalls weltspitze ist Kanada bezüglich der vorhandenen Reserven sowie der jährlichen Fördermenge an Rohstoffen. Ziel der Geländefachexkursion war es, einen Einblick in die Rohstoffvielfalt dieses Landes und den Bergbausektor Kanadas, insbesondere von British Columbia, zu erhalten sowie die einmalige Chance zu nutzen Kontakte zu knüpfen, Lagerstätten, Bergbaubetriebe und geologische Aufschlüsse außerhalb Europas zu besichtigen. Der interdisziplinäre Austausch von Fachwissen stand hierbei stets im Vordergrund.

Teilnehmer der Exkursion waren in alphabetischer Reihenfolge: Lars Barnewold, Marius Braun, Lara Hauck, Marjan Knobloch, Prof. Dr. Bernd Lottermoser, Rudolf Suppes, Lucas Weimer und Simon Weimer.

An dieser Stelle danken wir allen, die durch ihre tatkräftige Unterstützung diese Exkursion ermöglicht haben. Unser besonderer Dank gilt allen Bergwerksbetreibern, welche durch eine Besichtigung ihrer Betriebe die Exkursion bereichert haben. Zudem sei insbesondere unseren Exkursionssponsoren gedankt, die durch ihre Unterstützung die Exkursion erst ermöglicht haben:

- Vereinigung Aachener Bergakademiker e. V., 52062 Aachen
- Prof. Dr.-Berg.-Ing. H. Goergen und Frau Elisabeth Stiftung, 45239 Essen
- Verein der Steinkohlenwerke des Aachener Bezirks e. V., 52531 Übach-Palenberg
- Herrenknecht AG, 77963 Schwanau-Allmannsweiler

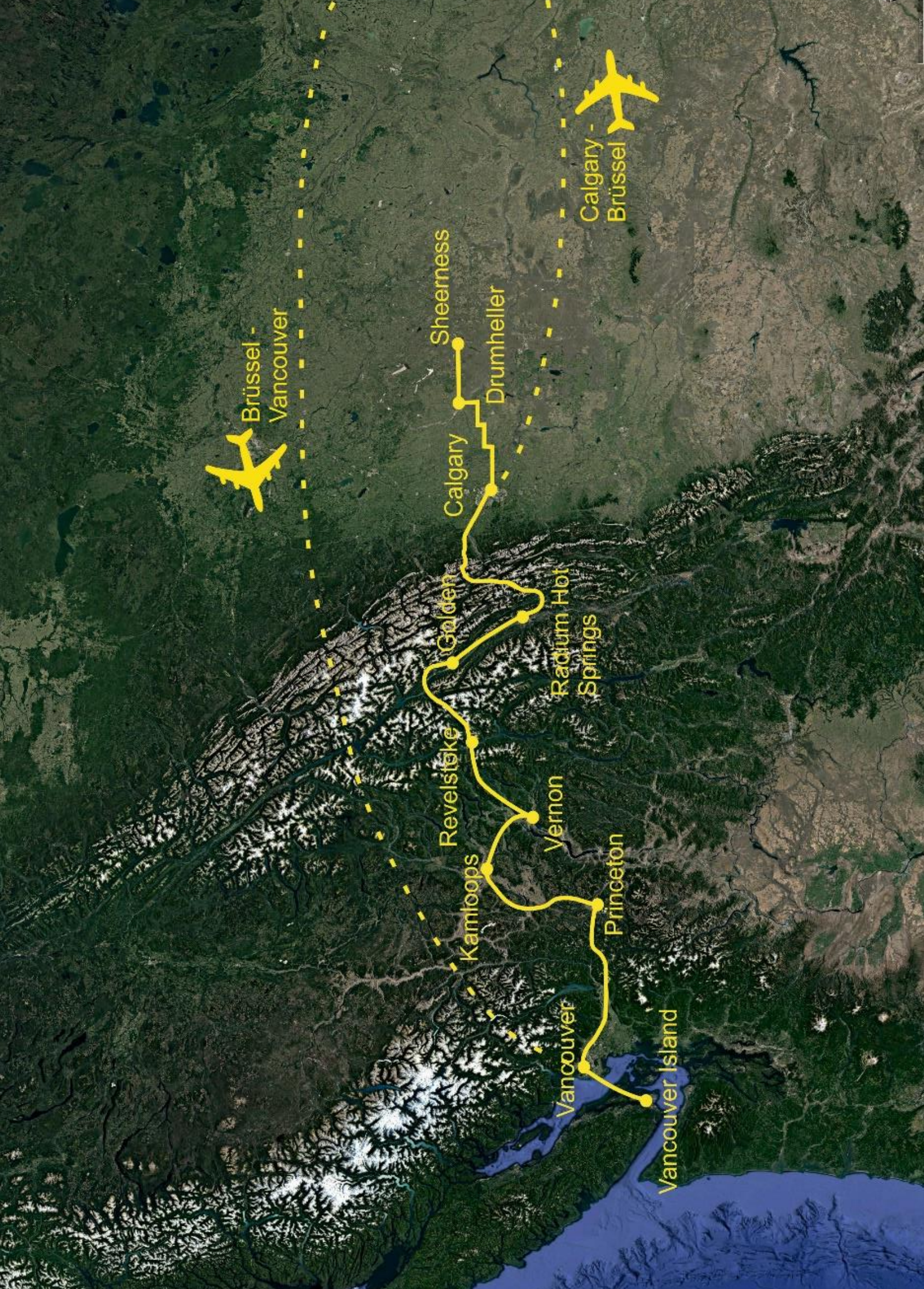
Aachen, im Januar 2019



Bernd Lottermoser

Die Exkursion zusammengefasst ...





Brüssel -
Vancouver



Calgary -
Brüssel

Sheerness
Drumheller
Calgary

Golden

Radium Hot
Springs

Revelstoke

Vernon

Kamloops

Princeton

Vancouver

Vancouver Island



Bergbau in Kanada

Lara Hauck

Kanada ist dank der reichen Geologie eine der größten Bergbau-Nationen der Welt, in welcher mehr als 60 Minerale abgebaut werden. Kanada zählt bei der globalen Produktion von 13 wichtigen Mineralien und Metallen zu den fünf führenden Ländern:

- Platz 1 in Kali
- Platz 2 in Uran und Niob
- Platz 3 bei Nickel, Edelsteine, Kobalt, Aluminium und Platingruppenmetallen
- Platz 4 in Indium und Schwefel
- Platz 5 in Diamanten, Titan und Gold

Der Bergbau trug 2016 mit 57,6 Milliarden Dollar zum Bruttoinlandsprodukt (BIP) Kanadas und 19 % zum Wert der kanadischen Warenexporte bei. Der Wert der Rohstoffproduktion betrug 2016 insgesamt 40,8 Milliarden Dollar. Die Branche beschäftigt landesweit mehr als 403.000 Mitarbeiter in

der Rohstoffgewinnung, Verhüttung und Verarbeitung und indirekt mehr als 193.000 Mitarbeiter in Zuliefererfirmen etc. (Stand 2017). Darüber hinaus ist die Bergbauindustrie der größte private Arbeitgeber der indigenen Bevölkerung Kanadas. Auch ist Kanada weltweit für die Führungsrolle in Sachen Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz sowie Nachhaltigkeit bekannt. Bergbauunternehmen in Kanada waren beispielsweise die ersten weltweit, die mit der Gründung der MAC-Initiative „Towards Sustainable Mining“ im Jahr 2004 ein extern verifiziertes Leistungssystem für nachhaltige Abbaumethoden entwickelten.

Der durchschnittliche Jahreslohn für Bergarbeiter betrug im Jahr 2016 mehr als 100.000 US-Dollar – umgerechnet 85.408 € (Stand 09/2018). Besonders nennenswert ist, dass es mehr als 400 Vereinbarungen zwischen Bergbauunternehmen und indigenen Gemeinschaften gibt. Diese Vereinbarungen tragen dazu bei, dass Bergbauprojekte den lokalen Gemeinschaften durch die Unterstützung

von Bildung, Qualifizierung, Beschäftigung, Unternehmensentwicklung und vielem mehr langfristigen Nutzen bringen. Die Provinz British Columbia gehört seit Mitte des 19. Jhd. Zu den wichtigsten Bergbauregionen der Welt. Hintergrund ist, dass die dort befindlichen Bergketten reich an Kohle und Metallen (z.B. Kupfer, Gold und Molybdän) sind.

Aufgrund der vielfältigen Geologie, der großen Bodenschätze und der Bergbaugeschichte wurden in dieser Provinz bis heute zahlreiche Explorationsprojekte durchgeführt, viele Bergwerke eröffnet, betrieben und wieder geschlossen. Das Thema Nachbergbau stellt für die Provinzregierung schon sehr lange ein wichtiges Thema dar, daher sind beispielsweise seit den Sechziger-Jahren Bergbauunternehmen gesetzlich verpflichtet, alle durch den Bergbau beeinflussten Flächen zurückzugewinnen. Die Provinz British Columbia war eine der ersten Jurisdiktionen in Kanada, die Gesetze zum Nachbergbau erlassen hat und die erste, die diese Richtlinie auf Explorationsstandorte ausdehnte. Seitdem hat die Provinzregierung auch verlangt, dass Unternehmen vor den Arbeiten (Exploration und Bergbau) an jedem Standort eine Nachbergbaukaution beim Ministry of Natural Resource Operations hinterlegen. Diese Sicherheit trägt dazu bei, dass die Rekultivierung ohne einen Zuschuss seitens der Regierung erfolgen kann und erst dann an das Unternehmen zurückgegeben wird, wenn das Land rekultiviert bzw. renaturiert wurde. Aus diesem Grund vergibt das The British Columbia Technical and Research Committee on Reclamation jedes Jahr den Jake McDonald Annual Reclamation Award und die Category Reclamation Awards of Excellence an herausragende Leistungen im Bereich Nachbergbau/Altbergbau.

Die zehn größten Bergwerke in British-Columbia sind:

1. Fording River, Elkford (Steinkohle)
2. Elkview, Sparwood (Steinkohle)

3. Highland Valley Copper, Logan Lake (Kupfer, Molybdän)
4. Greenhills, Elkford (Steinkohle)
5. Line Creek, Sparwood (Steinkohle)
6. Coal Mountain, Sparwood (Steinkohle)
7. Wolverine/Perry Creek, Tumbler Ridge (Steinkohle)
8. Gibraltar, Williams Lake (Kupfer, Molybdän)
9. Brule mine, Chetwynd (Steinkohle)
10. Trend, Tumbler Ridge (Steinkohle)

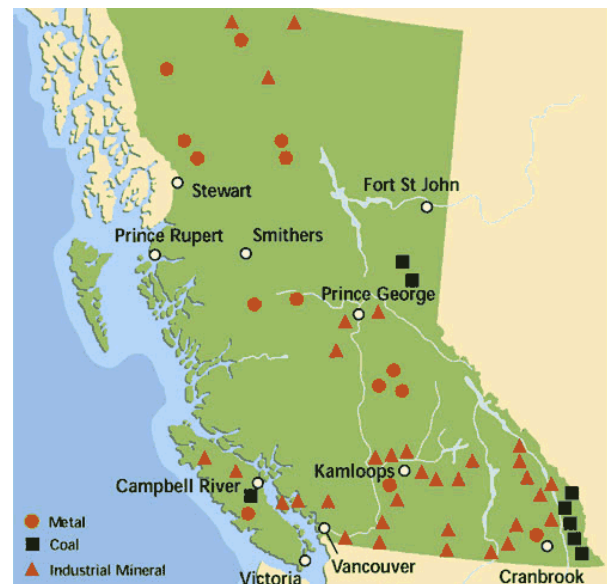


Abbildung 1: Lage der Bergwerksbetriebe in British Columbia [Harbour Publishing]



Abbildung 2: Diskontinuierlicher Beladungsvorgang im Tagebau



Geologie in British Columbia

Marjan Knobloch

Die Geologie British Columbias wurde und wird bis heute durch die direkte Lage am östlichen Rand des heutigen Pazifischen Ozeans geprägt, welche einen starken Einfluss auf die über 700 Millionen Jahre andauernde tektonische Entwicklung der Provinz hat. Während dieser Zeit wurde eine komplexe und vielfältige Geologie und Topografie der Region geschaffen, welche gekennzeichnet ist durch Überschiebungsgürtel, Vulkanlandschaften, Granitschluchten, mächtige Gebirgszüge, allen voran den Rocky Mountains sowie weitläufigen Plateaus, welche vor allem im Nordosten der Region das Landschaftsbild vorkommen. Die geologische Geschichte British Columbias kann in vier verschiedene plattentektonische Phasen untergliedert werden. Zurück geht diese bis zum ausgehenden Proterozoikum vor rund 700 Millionen Jahren, als der Zerfall des Superkontinentes Rodinia begann. Extensionen prägten das tektonische Regime in dieser Zeit. Mächtige karbonatische Sedimentschichten wurden entlang des passiven Kontinentalrandes akkumuliert. Unterbrochen wurde das Rifting vor ca. 400 Millionen Jahren aufgrund der Bildung einer weitreichenden Subduktionszone entlang des Kontinentalrandes, einhergehend mit

der Bildung eines aktiven Kontinentalrandes. (Earle 2018). Hierbei wurde die Ozeanische Platte unter die Nordamerikanische Platte subduziert. Ein ausgeprägter Subduktionsvulkanismus sowie die Ancestral Rocky Mountains, eine Gebirgskette der heutigen Rocky Mountains entstanden. Die erste Öffnungsphase des Atlantischen Ozeans vor rund 170 Millionen Jahren führte zu einer Änderung der Bewegungsrichtung der Nordamerikanischen Platte nach Westen. Terrane und ehemalige Inselbögen wurden an die heutige Küste British Columbias akkretiert. Landeinwärts bildete sich 300 bis 500 Kilometer hinter der Subduktionszone eine vulkanische Bergkette heraus. (Government of British Columbia 2018) Während dieser tektonischen Phase begann die Entstehung vieler der heutigen bekannten Lagerstätten. Jedoch waren einige weitere tektonische sowie magmatische Phasen und Schübe nötig die schließlich zur den heute bekannten Anreicherungen führten. Erst vor rund 70 Millionen Jahren begann die Entstehung der heutigen Rocky Mountains. Dabei wurde durch kompressive Bewegungen die heutigen Rocky Mountains durch die erodierten Ancestral Rocky Mountains gedrückt und aufgefaltet. Vor

rund 38 Millionen Jahren ließen die Schubkräfte der Platten immer weiter nach. Stattdessen setzten Extensionsprozesse ein, welche den subduktiven Prozessen entgegenwirkten und diese endgültig zum Stoppen brachte und im Süden British Columbias zur Bildung eines Grabensystems führte. Spätkänozoische Mantelaufheizungen führten zu einer vorerst letzten Hebung und Verjüngung der heute bekannten Rocky Mountains. (Government of British Columbia 2018) Die gegenwärtige Geologie British Columbias ist geprägt durch einen streifigen Aufbau der Provinz, hervorgerufen durch die Akkretion der zahlreichen Terrane im Zuge der Kompressionen (Abb. 3). Jedes Terrane weist hierbei eine eigene Geologie auf, basierend auf der sich unterscheidenden metamorphen, tektonischen und physiographischen Vorgeschichte jedes einzelnen Terrans. Insgesamt lässt sich die Provinz von Ost nach West in fünf Terrane-Zonen untergliedern: Foreland Belt, Omineca Belt, Intermontane Belt, Coast Belt und dem Insular Belt. Die einzelnen Terrane weisen ein Streichen von NNW nach SSE auf. (Government of British Columbia 2018) Der Foreland Belt setzt sich aus schwach metamorphen sedimentären Gesteinen zusammen, welche ein Alter von 1,4 Milliarden bis 33 Millionen Jahren aufweisen. Der Gürtel stellt eine Rift-Sequenz dar. Bis auf den Norden, der gekennzeichnet ist durch ein weitläufiges, flaches, ebenes Plateau ist die restliche Landschaft des Foreland Belts stark zerklüftet. (Government of British Columbia 2018) Der Omineca Belt besteht hingegen aus stark metamorph überprägten, perikratonischen Gesteinen. Das Alter der Gesteinsserien konnte auf 2 Milliarden bis 180 Millionen Jahre datiert werden. Der überwiegende Anteil der Landschaft zeigt extrem zerklüftete Strukturen. (Government of British Columbia 2018) Flachere, abgerundete Hügellandschaften können hingegen im Intermontane Belt beobachtet werden. Die Gesteine weisen im Gegensatz zu dem Foreland und

Omineco Belt einen niedrigeren Metamorphosegrad. Auch das Alter der Gesteine ist deutlich jünger. Es umfasst eine Zeitspanne von 400 Millionen bis zu 10.000 Jahren. Die letzten vulkanischen Aktivitäten in dieser Region fanden nachweislich ebenfalls vor 10.000 Jahren statt. (Government of British Columbia 2018) Der Coast Belt besteht überwiegend aus Gesteinen granitischen und granodioritischen Chemismus und enthält metamorphe Fragmente des Insular und Foreland Belts. Die äußerst verwitterungsbeständigen Granite und Granodiorite wurden vor 200 bis 50 Millionen Jahren gebildet. (Government of British Columbia 2018) Der direkt an der Pazifikküste liegende Insular Belt ist der äußerste aller Terrane-Gürtel und besaß vor der Akkretion an den Kontinent keinen Kontakt zu diesem. Da der Insular Belt tektonisch am intensivsten beansprucht wurde, weist dieser die größten Reliefunterschiede auf. Das Alter der sedimentären und vulkanischen Gesteine reicht von 600 Millionen Jahre bis in die Gegenwart. (Government of British Columbia 2018)

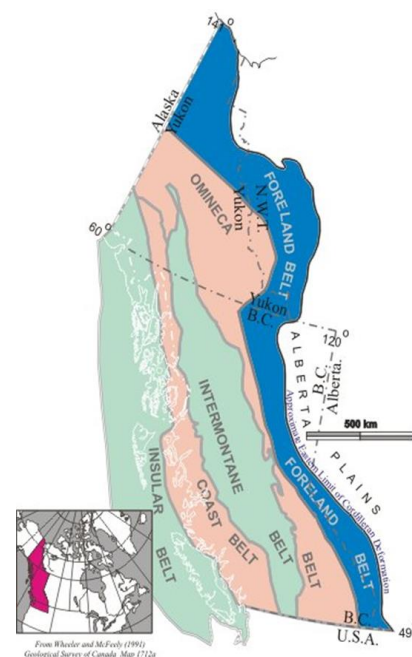


Abbildung 3: Akkreditierte Terranes bestimmen die Geologie British Columbias [Seigel 2005]



Butchart Gardens

Lara Hauck

Die Gartenanlage „Butchart Gardens“, welche im Süden von Vancouver Island liegt, entstand in einem aufgelassenen Steinbruch. Dort wurde von Robert Butchart bis 1909 Kalkstein für die Portlandzement-Herstellung abgebaut. Nachdem das Vorkommen erschöpft war, begann seine Frau Jennie Butchart damit, das Areal schrittweise in einen Garten zu wandeln.



Abbildung 4: Fontäne im Senkgarten

Der Ursprung der Gartenanlage liegt im „Versunkenen Garten“. Diese Fläche wurde von Jennie mit viel Aufwand in ein Blütenreich verwandelt. Da Jennie Gefallen an ihrer Arbeit fand, lud sie zunehmend Besucher in ihren Garten ein und wandelte aufgrund der Beliebtheit im Laufe der Jahre noch weitere Bereiche des ehemaligen Steinbruchs und ihres Grundstückes um - beispielsweise wurde aus

ihrem Tennisplatz der italienische Garten und aus ihrem Gemüsegarten der große Rosengarten. Im Versunkenen Garten können Besucher heute eine Vielzahl blühender Bäume, einzigartiger Sträucher sowie einen Springbrunnen entdecken. Zudem gibt es einen Aussichtspunkt, von welchem der gesamte Versunkene Garten überblickt werden kann.



Abbildung 5: Bepflanzte Loren

An den Rosengarten schließt sich der Japanische Garten an, dessen Eingang durch einen japanischen Torbogen gekennzeichnet ist. In diesem Teil der großflächigen Anlage befinden sich viele Bäche, Teiche und kleine Brücken. Bei den Gestaltungsmaßnahmen dieser Anlage wurde Jennie unter anderem von dem japanischen Landschaftsgestalter Isaburo Kishida unterstützt. So können die

Besucher heute viele japanische Ahorne und japanische Buchen bestaunen und in der sich an den Garten anschließende Bucht an einer Bootstour teilnehmen. Der Rundgang durch den Japanischen Garten endet am sogenannten „Star Pond“, einem sternenförmigen Teich, der von einzelnen, farbig leuchtenden Beeten umgeben ist. Weiter führt der Weg den Besucher in den Italienischen Garten. Dieser Bereich wurde in Kooperation mit Samuel MacLure, einem bekannten kanadischen Architekten, entworfen und fertiggestellt. In diesem Teil erwartet Besucher ein weiterer Teich mit Springbrunnen. Der Weg zum fünften Garten, dem mediterranen Garten, führt über die Piazza, wo sich die Bronzefigur des Ebers „Tacca“ befindet. Im mediterranen Garten angekommen, erwartet die Besucher eine Auswahl verschiedenster Pflanzen aus aller Welt.

Im Frühling haben Besucher die Möglichkeit zu beobachten, wie verschiedene Pflanzen und Blumen zum Leben erwachen und anfangen, in den verschiedensten Farben zu blühen. Während der Sommermonate zeigen sich die Blumen und Sträucher dann in ihrer vollen Pracht. Nach Einbruch der Dämmerung werden die Pflanzen durch verschiedene Beleuchtungen in ein buntes Lichtermeer getaucht und können auf eine andere Art und Weise entdeckt werden.

Im Herbst erleuchten die Blätter der Bäume in den verschiedensten Rot- und Goldtönen. Zu dieser Jahreszeit besteht auch die Gelegenheit, Ahornbäume und ihre tiefroten Blätter, das nationale Wahrzeichen Kanadas, zu entdecken. Während der milden Wintermonate können in den Gärten unter anderem, die für diese Jahreszeit typischen, Schneeglöckchen und Christrosen entdeckt werden. In der Zeit kurz vor Weihnachten sind die Butchart Gardens dann besonders festlich hergerichtet: Unter anderem stimmen Weihnachtsbäume, Lichter, Sternsinger und eine Eisfläche

zum Schlittschuhlaufen die Besucher auf die besinnliche Zeit des Jahres ein. Zudem kann im Winter ein überdachter Garten besichtigt werden, in welchem sich Besucher bereits auf das Frühjahr einstimmen können: Tulpen, Zaubernüsse und Narzissen lassen ihre Betrachter für einen Moment vergessen, dass vor den Türen der Winter wartet.

Heute umfasst die Anlage ein circa 22 Hektar großes Areal und beherbergt fünf Hauptbereiche. Die einzelnen Gärten sind durch viele Pfade und Rasenflächen miteinander verbunden und beherbergen mehrere Millionen Pflanzen.

Die gesamte Gartenanlage befindet sich heute nach wie vor in Familienbesitz und wurde im Jahr 2004 zur „National Historic Site of Canada“ ernannt. In regelmäßigen Abständen finden in der Anlage auch Events wie beispielsweise Hochzeiten oder Konzerte statt.



Abbildung 6: Wahrzeichen der einheimischen Bewohner im re-kultivierten und renaturierten Tagebau



Resources for Future Generations

Simon Weimer

Vancouver, British Columbia, diente vom 16. Juni bis 21. Juni 2018 als Tagungsort der Konferenz „Resources for Future Generations“, kurz RFG 2018. Vancouver ist eine Stadt umgeben von Bergen auf der einen und dem Pazifischen-Ozean auf der anderen Seite. Vancouver ist Kanadas Tor zu Asien, anderen pazifischen Nationen und bekannt dafür zukunftsorientiert, innovativ und dynamisch zu sein. Im Vancouver Convention Center, in der Nähe des Hafens, wurden während der ersten RFG Konferenz im Jahr 2018 sechs verschiedene Schwerpunkte thematisiert:

Die Erde: Welche Veränderungen gab es in den letzten vier Milliarden Jahren auf der Erde? Warum stehen uns verschiedene Ressourcen zur Verfügung? Was passiert in der Zukunft und welche Bedeutung hat die Plattentektonik in Zukunft?

Bildung und Jugend: Die Bildung und das Wissen wurden durch unsere Gesellschaft geprägt. Lehrer werden auch weiterhin zukünftige Generationen

ausbilden indem sie ihr Wissen und ihre Werte weitergeben.

Energie: Die Verfügbarkeit von Energie hat die Entwicklung des menschlichen Lebens unterstützt. Die wachsende Bevölkerung und grundlegende menschliche Bedürfnisse fordern einen enormen Anstieg der Energieversorgung.

Mineralien: Mineralien sind aus dem modernen Leben nicht mehr wegzudenken. Die menschlichen Bedürfnisse, der Energiebedarf und die neuen Technologien werden von Zyklen und Schwankungen beeinflusst, eine dauerhafte Nachfrage vieler Rohstoffe wird jedoch bestehen bleiben.

Ressourcen: Der Bergbau im 21. Jahrhundert muss verantwortungsvoll und nachhaltig stattfinden. Die Rolle der Regierung und die Entwicklungsmöglichkeiten im Bergbau stehen immer weiter im Vordergrund. Es ist wichtig den zukünftigen Generationen eine ökologische und soziale Verantwortung mitzugeben.

Wasser: Der Anspruch auf sauberes Wasser ist ein grundlegendes Menschenrecht. Die Verfügbarkeit von Wasser erfordert ein Verständnis der Oberflächen- und Untergrundquellen. Wasser spielt, neben der Landwirtschaft, auch bei der Bildung von Mineralen und der Gewinnung von Energie eine essenzielle Rolle. Ziel der Teilnahme an der sechstägigen Tagung war es, eine Plattform für Teilnehmer zu bieten, um ihre Forschungsinitiativen und -aktivitäten sowie Schlüsselfragen und Trends in den zuvor vorgestellten sechs Bereichen zu diskutieren und zu teilen. Alle diese Themen und offenen Fragen stehen im Zentrum der Nachhaltigkeitsziele der United Nations für das Jahr 2030. Die Konferenz, welche von mehr als 3000 Teilnehmern besucht wurde, setzte sich aus über 45 Sitzungen, 1200 Präsentationen und 200 Postern zusammen. Das Plenarprogramm sah täglich zwei bis drei Sitzungen zu verschiedenen Themenbereichen vor. Diese standen im Zusammenhang zu den drei wichtigsten Ressourcensektoren. Es wurde die Möglichkeit geboten an Podiumsdiskussionen von internationalem Format und diversen Vorträgen teilzunehmen. Die RWTH wurde durch ein achtköpfiges Team des MRE aus wissenschaftlichen Mitarbeitern, Studenten und dem Institutsleiter Prof. Lottermoser vertreten.



Abbildung 7. Logo der "Resources for Future Generations" Konferenz 2018

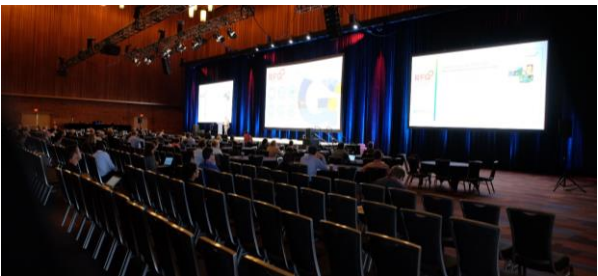


Abbildung 8: Blick in den Veranstaltungsraum

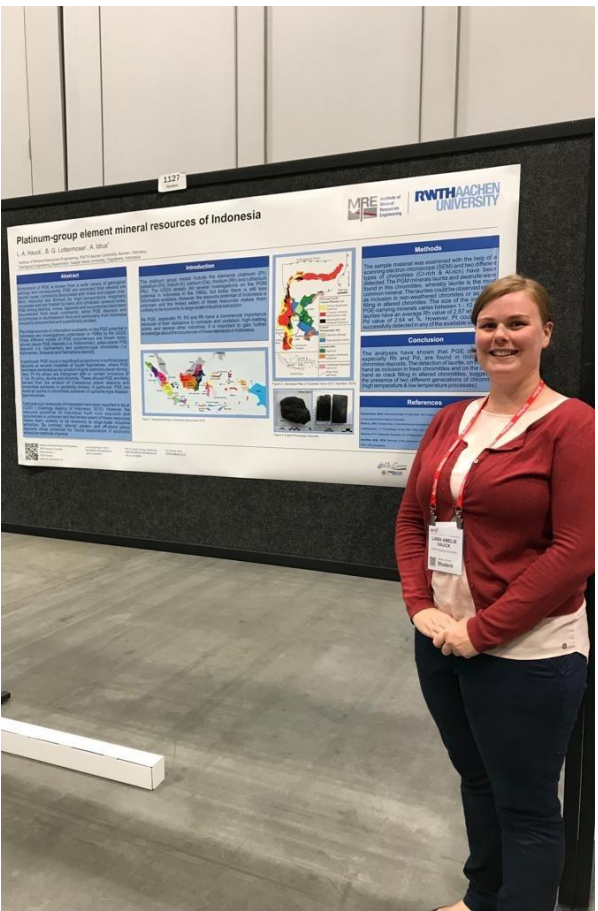


Abbildung 9: Lara Hauck während der RFG Konferenz 2018



Abbildung 10: Rudolf Suppes (l.) und Marius Braun (r.) während der RFG Konferenz 2018

Das MRE bei der „Resources for Future Generations“ Konferenz in Vancouver

Auf der „Resources for Future Generations“ Konferenz in Vancouver stellte das MRE in neun Beiträgen neue Ergebnisse zur Rohstoffforschung vor. Die erstmalig stattfindende Konferenz wurde organisiert von der International Union of Geological Sciences (IUGS), der Canadian Federation of Earth Sciences (CFES), dem Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum (CIM), der Geological Association of Canada (GAC) und der Mineralogical Association of Canada (MAC).

Braun M, Lottermoser BG (2018) Hybrid energy systems for small-scale mining. Resources for Future Generations RFG2018, Vancouver, Canada, 16-21 June 2018, Abstract no 1367

Braun M, Hauck LA, Barnewold L, Suppes R, Lottermoser BG (2018) Integrating virtual reality into mining education. Resources for Future Generations RFG2018, Vancouver, Canada, 16-21 June 2018, Abstract no 1368

Gallhofer D, Lottermoser BG (2018) Portable X-ray fluorescence (pXRF) analysis of critical elements in certified reference materials. Resources for Future Generations RFG2018, Vancouver, Canada, 16-21 June 2018, Abstract no 1214

Hauck LA, Lottermoser BG, Idrus A (2018) Platinum-group element mineral resources of Indonesia. Resources for Future Generations RFG2018, Vancouver, Canada, 16-21 June 2018, Abstract no 1127

Knobloch M, Lottermoser BG (2018) Prediction of mine water quality for the Gorazde antimony deposit, Bosnia-Herzegovina. Resources for Future Generations RFG2018, Vancouver, Canada, 16-21 June 2018, Abstract no 1369

Lottermoser BG (2018) Estimation of lithium resources and reserves in brines, Germany. Resources for Future Generations RFG2018, Vancouver, Canada, 16-21 June 2018, Abstract no 1156

Lottermoser BG, Wierzbicka-Wieczorek M (2018) Geoenvironmental characteristics of indium-bearing mine wastes, Iberian Pyrite Belt. Resources for Future Generations RFG2018, Vancouver, Canada, 16-21 June 2018, Abstract no 1180

Suppes R (2018) Smart Hydropower 2 supply mining operations with sustainable energy. Resources for Future Generations RFG2018, Vancouver, Canada, 16-21 June 2018, Abstract no 1072

Weimer LP, Braun T, Weimer S, Lottermoser BG (2018) A geo-economic outlook for lithium-ion battery raw materials needed by the automotive industry. Resources for Future Generations RFG2018, Vancouver, Canada, 16-21 June 2018, Abstract no 1411



Copper Mountain

Marius Braun & Marjan Knobloch

Die Lagerstätte „Copper Mountain“ befindet sich rund 16 km südlich der Kleinstadt Princeton im Regionaldistrikt Okanagan-Similkameen (British Columbia). Das Bergwerk ist ein konventioneller Tagebau im Truck & Shovel Betrieb. Der Abbau ist in mehrere Entwicklungsphasen mit aufeinanderfolgenden Pushbacks in jedem der drei Hauptgrubenbereiche unterteilt. Diese Entwicklungssequenz ist darauf ausgerichtet, den Cashflow basierend auf dem Erzwert, der sich in den geplanten Grubenphasen widerspiegelt, zu maximieren. Um den Gewinn in den ersten Jahren zu maximieren, verarbeitet das Unternehmen Erz mit mehr als 0,21 % Cu, während Erz, das eine Cu Konzentration von 0,21 bis 0,1 % aufweist abgebaut und für spätere Jahre gelagert wird.

Der Betreib nutzt In-Pit-Crushing mit nachgeschalteten Mahlstufen und Flotation, um Kupferkonzentrat mit Gold- und Silberanteilen zu produzieren. Die Anlage ist so ausgelegt, dass sie 24 Stunden am Tag, 365 Tage im Jahr mit einer mechanischen Verfügbarkeit von 92 % einschließlich vorläufiger Stillstandzeiten für die Wartung der Geräte betrieben werden kann. Nach der Verarbeitung wird das Konzentrat, das die Metalle enthält, ins Ausland nach Japan exportiert, wo es in einer der Schmelzhütten von Mitsubishi verarbeitet wird, um Kupfer, Gold und Silber zu gewinnen.

2017 produzierte die Copper Mountain Mine mit ihren 430 Mitarbeitern rund 75 Mio. lbs Kupfer, 24.000 oz Gold und 277.000 oz Silber bei einer Gewinnungsleistung von 190.000 Tonnen und einem

Durchsatz der Aufbereitung von 40.000 Tonnen pro Tag. Das Abraum- zu Wertmineral-Verhältnis schwankt je nach Betriebspunkt und liegt im Durchschnitt bei 1,177 zu 1 bis 2.2 zu 1.

Auf der Grundlage der aktuellen Reserven hat die Grube eine Lebensdauer von 16 Jahren. Die Grundstücksgrenzen umfassen eine Fläche von 67 Quadratkilometern, während sich die Grube auf einer Fläche von 5 Quadratkilometern befindet. Für die Flächen sind in Zukunft zusätzliche Explorationen geplant, um die Lebensdauer des Bergwerks zu verlängern.

Bei der Grube handelt es sich um eine porphyrische Kupfer-Gold-Lagerstätte (porphyry copper gold deposit), welche dem Quesnel Terrane, einem magmatischen Bogen Triassischen Alters, zuzuordnen ist. Dieser magmatische Bogen erstreckt sich NNW-SSE über die gesamte Provinz und ist durch eine Vielzahl an kupfer-, molybdän- und/oder goldführenden porphyrischen Lagerstätten alkalischen Charakters gekennzeichnet. Der magmatische Bogen lässt sich in zwei Subgruppen, der „Harper Ranch Group“ sowie der „Nicola Group“ untergliedern, wobei Copper Mountain der Nicola Group zuzuordnen ist. Die Nicola Group setzt sich aus einer Abfolge von Vulkaniten und sedimentären Gesteinen zusammen. Die Vulkanite weisen einen andesitischen bis basaltischen Chemismus auf. Argillit, Schluffstein, Sandstein und vereinzelt auftretende Riffkalke kennzeichnen die sedimentären Abfolgen. Anhand der fossilen Funde konnte das Alter der Nicola Group auf die Obere Trias

(252,2 - 201,3 Millionen Jahre) datiert werden. Zahlreiche differenzierte quarzarme kalk-alkalische Intrusiva syeniteschen bis pyroxenitischen Chemismus durchschlagen die Gesteinsabfolgen der Nicola Group. Mit Hilfe radiometrischer Datierungen konnte ein Alter dieser Intrusionen von 193 ± 6 Millionen Jahre bestimmt werden. Die Verzerrung der Lagerstätte selbst ist an einen ausgeprägten Subduktionsvulkanismus gebunden. Dies ist typisch und charakteristisch für porphyrische Lagerstätten und führt zu einer starken Zerrüttung und Brekzierung des Gesteins. In den daraus resultierenden Rissen und Klüften können hydrothermale metallführende Fluide aufsteigen, abkühlen und auskristallisieren. Des Weiteren finden aufgrund zirkulierender mariner Wässer und unterirdischer Fluide weitere chemische Reaktionen und Interaktionen mit den hydrothermalen Fluiden statt. Fluidquellen stellen womöglich die quarzarmen kalk-alkalischen Intrusiva dar. Typische Alterationsprozesse können anhand der Lagerstätte beobachtet werden: Eine frühe Entwicklung von Biotit, gefolgt von einer umfassenden

Substitution durch Albit und Epidot und einer abschließenden Zerklüftung durch Orthoklas und Skapolith. Eine letzte Überprägung erfuhr die Lagerstätte durch quarzitisch monzonitische Intrusionen vor ca. $99,5 \pm 4$ Millionen Jahren. Überlagert wird die Lagerstätte durch Sedimente, Vulkanite und Intrusiva des Mitteleozäns (47,8 – 38,0 Millionen Jahre), welche der Princeton Group zugeordnet werden. (Preto 1972)

Deformationen der Gesteine sind auf intensive tektonische Ereignisse zurückzuführen. Das breite Störungssystem weist, wie das Quesnel Terrane selbst, einen NNW-SSE gerichteten Verlauf auf. Die Störungen können anhand ihres Alters in verschiedene Gruppen unterteilt werden. Dabei nimmt das Alter der Störungen von Ost nach West ab. Nach Norden gerichtete Störungen führten zur Teilung des Gebietes in zwei Blöcke, wobei der westliche Block aufgrund von extensionstektonischen Prozessen in der Kruste auf das heutige Erosionslevel der Copper Mountain Lagerstätte abgeschoben wurde. (Preto 1972)



Abbildung 11: Bergeteich (tailings pond), Copper Mountain



Lady King Basalt und Klinker Opal

Marjan Knobloch

Der Steinbruch Lady King Basalt befindet sich 14 Kilometer südwestlich der Kleinstadt Falkland im Regional District of North Okanagan und gehört zur Opal Resources Canada Inc, einem Betrieb, der 1997 ursprünglich als Explorationsunternehmen gegründet wurde. Im Zuge von Explorationsarbeiten nach Gold wurde 2010 die eindrucksvolle Basaltlagerstätte entdeckt. Der Verkauf der ersten Basaltprodukte wurde 2011 realisiert. Eine Besonderheit der Lady King Basalt Lagerstätte ist das Auftreten des Basaltes in Form von Basaltsäulen. Basaltsäulen werden aufgrund ihrer Form häufig zur Herstellung dekorativer und attraktiver Gartenlandschaftselementen wie z.B. von Wasserfällen, Brunnen, Wänden, Treppen oder Beeteinfassungen genutzt. Die Erschließung der Lagerstätte ermöglicht eine preisgünstige und zuverlässige Versorgung der lokalen Bevölkerung mit einem vielfältig einsetzbaren Naturwerkstein. Basalt ist ein sehr häufig, dunkelgrau bis schwarz auftretendes und weltweit verbreitetes vulkanisches Extrusivgestein. Aufgrund der raschen Abkühlung

des Magmas nach dem Austritt an der Erdoberfläche oder im Ozean entsteht eine feinkörnige Matrix. Größere, mit dem Auge gut erkennbare Einsprenglinge sind daher relativ selten. Findet die Abkühlung der basaltischen Lava jedoch verzögert statt, entstehen durch Kontraktionen bis zu meterlange polygonale Basaltsäulen, die sich senkrecht zur Abkühlungsfläche bilden. Überschreiten die Spannungszustände die Festigkeit des Gesteins führt dies zu einer Kluft- und Rissbildung. Dies hat die Ausbildung einer charakteristischen hexagonalen Geometrie der Säulen zur Folge. Fächer- oder Rosettenförmige Basaltsäulenmuster, wie sie auch an einigen Bereichen der Lady King Basalt Lagerstätte auftreten, bilden sich hauptsächlich in Lavagängen, Lavahöhlen oder wenn die Lava in ein Tal abfließt.

Lady King Basalt ist ein typisches Beispiel für einen Kleinbergbaubetrieb. Zurzeit ist eine aktive Herauslösung der Säulen aus dem Gesteinsverband nicht nötig. Aufgrund der Verwitterung lösen sich

die Säulen entlang der Klüfte und Risse selbstständig aus dem Verband heraus. Die Länge der einzelnen Säulen variiert zwischen 0,6 bis 2,10 m. Die Säulen werden mit Hilfe eines hydraulischen Tief-
löfflbaggers auf einen Truck geladen, in das Tal transportiert und dort, je nach Kundenwunsch, weiterverarbeitet.

Klinker Opal

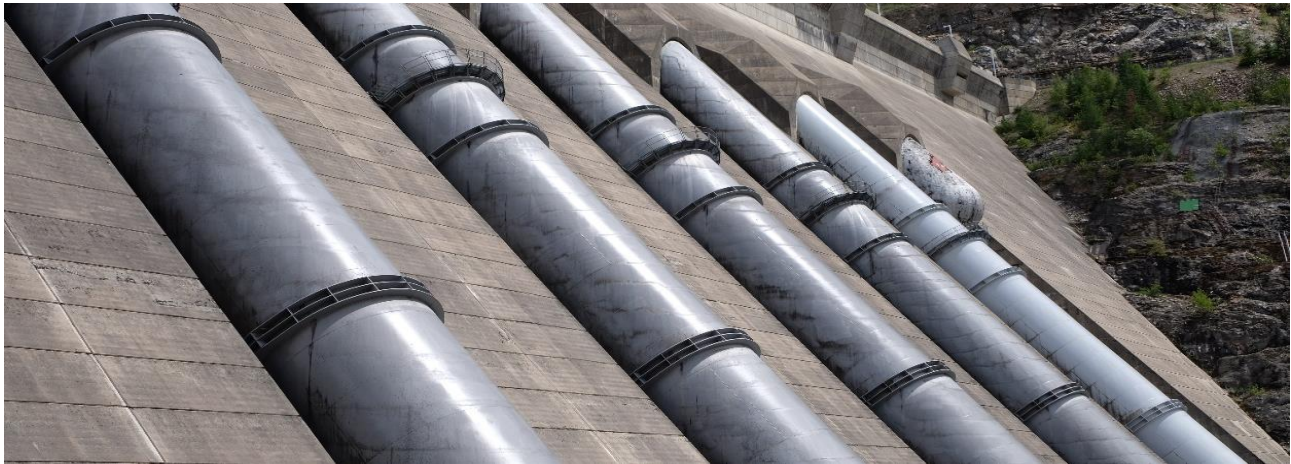
Die Lagerstätte Klinker Opal befindet sich 25 Kilometer nordwestlich von Vernon im Regional District of North Okanagan und gehört, wie auch Lady King Basalt, zur Opal Resources Canada Inc. Opale entstehen durch die Ausfällung von Kieselsäure aus SiO_2 -reichen Lösungen oder als Ausscheidungsprodukt Kieselsäure abscheidender Organismen. Opale finden vor allem als Schmucksteine eine Verwendung. Aufgrund des fehlenden Kristallgitters und der festen Atomstruktur gehören Opale mineralogisch gesehen zu den amorphen Feststoffen und können aufgrund dessen nicht als Mineral angesprochen werden. Opale zeichnen sich zudem durch ihr reiches Farbspektrum aus. Winzige SiO_2 -Kügelchen rufen durch Lichtbeugungen und Interferenzen das bekannte Farbenspiel hervor.

In British Columbia treten Opale vor allem in den vulkanischen Gesteinen des Tertiärs auf. Wertvolle Opale in Edelsteinqualität sind jedoch selten. Jedoch konnten in der Vergangenheit vereinzelt wertvolle Opale in der Klinker Opale Mine gefunden werden. Das Hauptfeld befindet sich in den Bergen auf einer Höhe von rund 1475 Metern. Die Klinker Opal Mine ist das erste wertvolle Opalvorkommen, dass für eine kommerzielle Gewinnung von Opalen in Kanada in Betracht gezogen wurde. Mehrere flache Gruben schließen sich zu einem Hauptfeld zusammen. Einige mit Opal gefüllte Klüfte beißen an der Oberfläche aus und verlaufen Talabwärts (Abbildung 8). Opale von höchster Qualität zeichnen sich in der Klinker Mine vor allem durch einen ausgezeichneten Glanz und ein mehrfarbiges aufblitzendes Farbspektrum aus. Die

Grundfarben variieren zwischen klar über orange und honigfarben bis hin zu rotbraun oder auch einem milchigen weiß. Nach der zufälligen Entdeckung der Klinker Opale Mine im Zuge von Erkundungskartierungen nach Gold im Jahre 1991 begann in British Columbia eine systematische Suche nach weiteren Opallagerstätten in Edelsteinqualität. Im Zuge dieser Erkundungswelle konnten zwei weitere Lagerstätten entdeckt werden (Queen und Eagle Creek Mine). Ein kommerzieller Abbau der Klinker Lagerstätte findet bis heute nur sporadisch statt. Der bisher wertvollste Fund war ein schwarzer Opal, dessen Wert auf 5.000 CAD \$ beziffert wurde.



Abbildung 12: Mit weißem Opal gefüllte Kluft



Revelstoke Dam

Rudolf Suppes

Rund 15 % der weltweit produzierten elektrischen Energie entstammen der Wasserkraft. Als weltweit drittgrößter Produzent von elektrischer Energie aus Wasserkraft, bezogen auf die installierte Kapazität, besitzt Kanada und insbesondere der Bundesstaat British Columbia ein großes Potenzial zur Stromerzeugung aus konventioneller Wasserkraft. Ein regelrechter Bauboom von Wasserkraftwerken hat in Kanada zwischen 1950 bis 1980 eingesetzt. Im Land sind heutzutage 475 Großwasserkraftwerke im Betrieb, von denen über 100 auf den British Columbia entfallen. Damit deckt der Bundesstaat ca. 92 % seines Energiebedarfs aus Wasserkraft und liegt damit deutlich über dem landesweiten Durchschnitt von ca. 63 %. Da die Wasserkraft elektrische Energie relativ günstig bereitstellt, kostet 1 kWh elektrischer Energie in British Columbias im Durchschnitt aktuell ca. 10 kanadische Cent. Aus diesem Grunde wird die Wasserkraft bis heute ausgebaut. Auf dem Weg von Kamloops nach Golden wurde eines der größten Wasserkraftwerke British Columbias besucht und eines von drei Wasserkraftwerken am Columbia River auf kanadischer Seite. Es handelt sich dabei um das Wasserkraftwerk Revelstoke Dam, betrieben von BC Hydro, welches ca. 5 km nördlich der Stadt Revelstoke liegt und den Fluss Columbia River aufstaut. Der Staudamm weist eine Höhe von

175 m auf und wurde 1984 mit 4 Francisturbinen und einer maximalen Leistung von 1.980 MW fertiggestellt. Durch eine 2010 hinzugefügte Turbine wurde die Stromgeneration um 500 MW auf 2.480 MW vergrößert. Der Einbau einer 6. Turbine wurde bereits bei der Planung des Wasserkraftwerkes berücksichtigt und soll bis 2026 abgeschlossen sein. Der Stausee des Wasserkraftwerkes besitzt ein Volumen von 1,5 km³ bei einer Wasseroberfläche von 115 km². Das Kraftwerk wurde primär zu Zwecken der elektrischen Energieerzeugung und Flutkontrolle erbaut. Aspekte wie der Schutz von Fischen wurden zur damaligen Zeit nicht berücksichtigt, sodass ehemalige Fischwanderruten nachhaltig unterbrochen sind.



Abbildung 13: Columbia River



Mount Moberly

Lara Hauck

Bei der Moberly-Lagerstätte handelt es sich um eine hochreine Siliziumdioxidlagerstätte an den Hängen des Mount Moberly, etwa 7 km nördlich von der Stadt Golden. Der Tagebau und die Aufbereitungsanlage werden seit 2017 von der Firma Northern Silica betreiben – der ursprüngliche Abbau begann bereits im Jahr 1978. Die Lagerstätte zeichnet sich durch eine hohe Qualität des Quarzits aus – der durchschnittliche SiO_2 -Gehalt liegt bei 99,7 %. Gegenwärtig gewährleisten die identifizierten Ressourcen eine Lebensdauer des Tagebaus von etwa 35 Jahren.



Abbildung 14: v.l.n.r.: Mitarbeiter des Tagebaus, Lucas Weimer, Simon Weimer, Marius Braun

Das Rohmaterial wird mittels Bohr- und Sprengtechnik aus dem Gebirgsverband gelöst und anschließend per Truck in die 16 km entfernte Aufbereitungsanlage transportiert.

Besonders vorteilhaft ist die Lage der Aufbereitungsanlage direkt am Trans-Canada Highway und der Canadian Pacific Railroad – so ist ein Transport des Rohstoffes in alle Richtungen möglich und eine logistische Flexibilität gewährleistet. Dort werden jährlich circa 300.000 Tonnen des Rohstoffes verarbeitet und dem Kunden am Ende z.B. als Premium-Sande oder Kieselerdeprodukte angeboten. Die hochwertige Kieselsäure wurde hier seit Anfang der 80er Jahre erfolgreich in der glasverarbeitenden Industrie eingesetzt. Grund ist, dass das Produkt Moberly Silica aufgrund der hohen Reinheit von 99,7 % SiO_2 und seiner günstigen chemischen Eigenschaften wie FeO_2 0,02 % und LOI 0,02 % ein ideales Produkt für die Glasherstellung darstellt. Aufgrund der Reinheit des Produkts und der hochmodernen Verarbeitungsanlage ist Northern Silica mehr als in der Lage, die unterschiedlichen Größenanforderungen der Kunden in der glasverarbeitenden Industrie zu erfüllen.



Abbildung 15: Blick auf die Abbaukante

Allerdings musste im Jahr 2002 einer der Hauptabnehmer der Produkte - die Firma „Consumers Glass Inc“ - aufgrund des sinkenden Bedarfs an Glasflaschen für die Getränkeindustrie Insolvenz anmelden. Nach einigen Schwierigkeiten bewegt Northern Silica sich heute im Spezialmarkt und beliefert unterschiedlichste Kunden, beispielsweise werden die Produkte als Zuschlagsstoffe in der Zementherstellung eingesetzt – besonders im Be-

reich der Bohrtechnik. Wenn z.B. aufgrund der geothermischen Bedingungen die Temperaturen im Bohrloch 100 °C übersteigen, wird Silikamehl als Zusatz zu Standard-Zement (Oilwell Class G) benötigt, um sicherzustellen, dass die Anforderungen an Permeabilität und Druckfestigkeit erfüllt werden. Aber auch im Freizeitbereich – wie zum Beispiel auf Golfplätzen – kommen die Produkte zum Einsatz.



Abbildung 16: Betriebsmittel im Tagebau



Abbildung 17: Aufbereitungsanlage

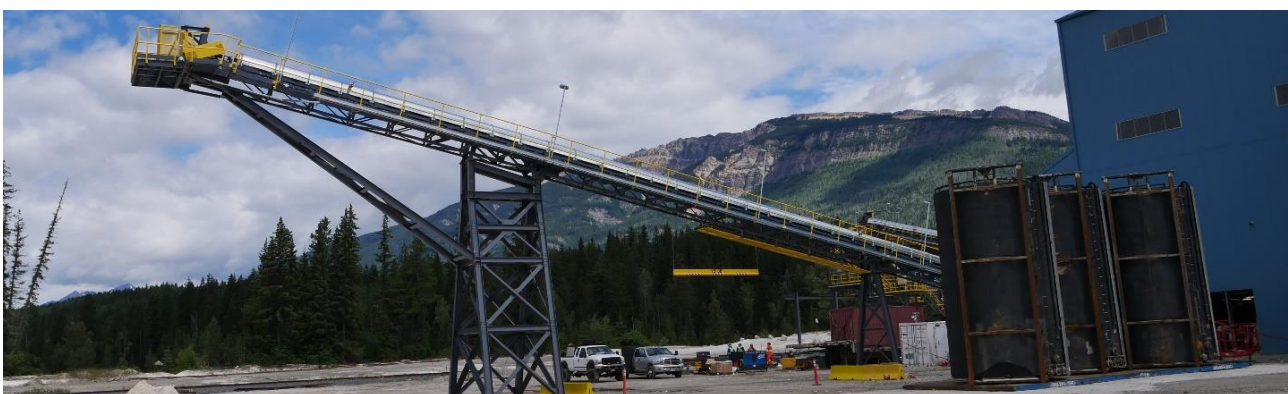


Abbildung 18: Förderband zur Verladung des aufbereiteten Materials auf Transportmittel



Mount Brussilof

Lucas Weimer

Der nächste Tag führte die Exkursionsteilnehmer in das Grenzgebiet zwischen den Bundestaaten Alberta und British Columbia. Ungefähr 30 Kilometer von den radioaktiven Quellen in Radium Hot Springs entfernt und direkt am sportberühmten Banff National Park gelegen befindet sich die Baymag Inc. Open Pit Mine (Abbildung 19). Die Firma Baymag Inc., welche neben dem Magnesit-Tagebau einen Produktionsstandort in Egshaw sowie weitere Verteilzentren in Kanada und den USA betreibt, ist eine Tochterfirma der deutschen Refratechnik GmbH aus Ismaning. Analog zu einer der zentralen Anwendungen von Magnesit sind Feuerfestmaterialien für industrielle Hochtemperaturprozesse das Kerngeschäft der Refratechnik GmbH. Das 500 Millionen Jahre alte, kristalline Magnesitvorkommen wurde 1966 entdeckt und seit 1970 exploriert. Insgesamt enthält die Lagerstätte mehr als 50 Millionen Tonnen MgO-Reserven mit einem Reinheitsgrad von über 97 %. Damit handelt es sich um eines der reinsten je entdeckten MgO-Vorkommen, welches seit den 1980er

Jahren von Baymag abgebaut wird. Die genehmigten Abbaufelder erstrecken sich über eine Gesamtfläche von ca. 107 km². Abgebaut wird das ganze Jahr im Ein-Schicht-Betrieb, wobei alle Tätigkeiten dort vor Ort bis auf Leitung des Abbaubetriebs und Geologie/Exploration, wie in Kanada üblich, an Subunternehmer vergeben sind.



Abbildung 19: Mount Brussilof Tagebau vor dem Panorama der Rocky Mountains [Refratechnik Holding GmbH]

Wie in Abbildung 19 weiterhin zu erkennen ist, befindet sich der Tagebau inmitten der Rocky Mountains umgeben von Wäldern und mehreren Flüssen. Ein solches Panorama wurde den Exkursionsteilnehmern bereits auf dem langen Weg von der öffentlichen Straße durch die Natur zuteil. Die mehr oder weniger befestigte, nichtöffentliche Straße wird auch zum Transport des Materials aus dem Tagebau mit konventionellen Lastkraftwagen zum Produktionsstandort (Abbildung 20). Entsprechend ist es sehr wichtig, die Nutzung der Straße unter Zuhilfenahme von Funk anzukündigen. Ansonsten verirren sich nur ab und an Jäger oder Touristen dorthin. Bären und Elche gehören zur einheimischen Fauna und sind häufiger anzutreffen, wobei diese bisher keine Gefahr für den Betrieb des Tagebaus dargestellt haben. Insbesondere Lage des Tagebaus in den Rocky Mountains

mit den damit verbundenen Bedingungen für Exploration und Abbau werden den Exkursionsteilnehmern nachhaltig in Erinnerung bleiben. So sind zum Beispiel Explorationsgeologen mehrere Tage vor der Exkursion mit dem Helikopter am Hang des Berges abgesetzt worden, um dort Bohrproben zu nehmen. Am Ende des Tages mussten diese dann den mehrstündigen Weg wieder absteigen. Außerdem wurden am provisorischen Lager, in dem die Bohrkern am Hang gelagert werden, just einen Tag vor unserem Besuch Tatzenabdrücke von Bären entdeckt. Auch die Wetterbedingungen vor allem im Winter sind gewöhnungsbedürftig, mehrere Meter Schnee sind keine Seltenheit und gehören zum Alltag. Fazit: ein sehr interessanter Tag mit Bedingungen, die man aus deutschen Bergbaubetrieben nur selten kennt!



Abbildung 20: Transport des Materials aus dem Tagebau mit konventionellem LKW [Refratechnik Holding GmbH]



Kohlenbergbau in British Columbia

Lars Barnewold

Kohle wurde schon im 18. Jahrhundert von den Ureinwohnern (Aboriginals) und ersten europäischen Siedlern zum Heizen und Handeln verwendet. Die Gewinnung der Kohle beschränkte sich hier jedoch auf kleine Gruben, die lose Kohle an Ausbisslinien auf sammelten. (Sandlos 2006)

Das erste Bergwerke in British Columbia wurde 1850 auf Vancouver Island eröffnet. Bis zum Anfang des 20. Jahrhunderts stieg, besonders durch die Industrialisierung, die Produktion auf 17 Mio. t im Jahre 1949. Die höchste Produktion wurde 1992 mit 78 Mio. t verzeichnet. (Sandlos 2006)

In British Columbia befinden sich drei Regionen (coal fields), in denen Kohleflöze wirtschaftlich gewinnbar sind. Alle drei Regionen erstrecken sich von Süden nach Norden des Bundesstaates. Ganz im Westen befindet sich der Insular Belt, welcher entlang der Küste verläuft. Ein Großteil des Feldes verläuft unter dem Meer, sodass eine detaillierte Exploration nicht stattgefunden hat. Der „Intermontane Belt“ mit den Kohlefeldern Groundhog,

Telkwa und Bowron verläuft westlich der Rocky Mountains auf einer Länge von 400 km und weist eine Gesamtreserve von 4,9 Mrd. t Kohle aus. Die Qualität der Kohle variiert von Braunkohle bis hin zu Anthrazitkohle. Das östliche Feld (Rocky Mountains Belt) erstreckt sich von der amerikanisch-kanadischen Grenze ca. 175 km nach Norden. Hierzu gehören vor allem die Lagerstätten East Kootenay und Peace River mit einer Gesamtreserve von 8 Mrd. t Kohle. Die Qualität der Kohle variiert auch hier von normaler Steinkohle bis hin zur Esskohle. (Barry 2002; Rowins 2017)

Aktuell wird in British Columbia ca. 31 Mio. t Kohle im Jahr gefördert und macht damit etwa 61 % des Gesamtumsatzes des Rohstoffsektors in dem Bundesstaat aus. British Columbia ist mit 10 aktiven Tagebauen und rund 50 % der landesweiten Produktion, einer der größten fördernden Bundesstaaten in Kanada. Das letzte untertägige Bergwerk wurde bereits 2001 geschlossen. (Coal Association of Canada 2017b)

Abgebaut wird fast ausschließlich im Rocky Mountain Belt im East Kootenay und Peace River Coal Field, wie Abbildung 21 aufzeigt. Südöstlich der Rocky Mountains wird in fünf Tagebauen rund 85 % der Gesamtförderung in British Columbia durch die Firma Teck Coal gewonnen. Die 28 Mio. t werden durchweg als Kraftwerkskohle in stückiger Form sowie Kohlenstaubform verkauft. Größtes Bergwerk ist hier Fording River mit rund 9 Mio. t. Förderung. Mit etwa 10 % und 3,44 Mio. t Förderungen in zwei Tagebauen ist das Peace River Coalfield die kleinere Förderregion. Die Bergwerke Brule und Wolverine liegen nördlich des East Kootenay. Der Tagebau Quinsam auf Vancouver Island spielt mit 50.000 t in der Kohlegewinnung eine untergeordnete Rolle. (Jim Britton 2012) 50 % der in Kanada geförderten Kohle wird nach Asien exportiert und macht ca. 7 % des gesamten Rohstoffexportes in Kanada aus. Davon

geht ein Großteil (24 % nach Japan) und Südkorea (20 %). Der für den Eigenbedarf produzierte Kohle wird zur Stromerzeugung und Stahlproduktion eingesetzt. Etwa 6 Mio. t Kohle werden aus den USA importiert, welche zu 50 % zur Stahlherstellung genutzt werden. (Coal Association of Canada 2017a; Natural Resources Canada 2018)

Durch das Pariser Klimaabkommen verpflichtet sich Kanada, den Kohle-Ausstieg bis 2030 durchzusetzen. Dies hat natürlich Auswirkungen auf die lokale Kohleproduktion. Jedoch wird auch nach 2030 weiter Kohle für die Stahlproduktion benötigt. Durch steigende Preise bleibt auch der Export der Kohle nach Asien weiterhin interessant. [ZEIT online 2017]

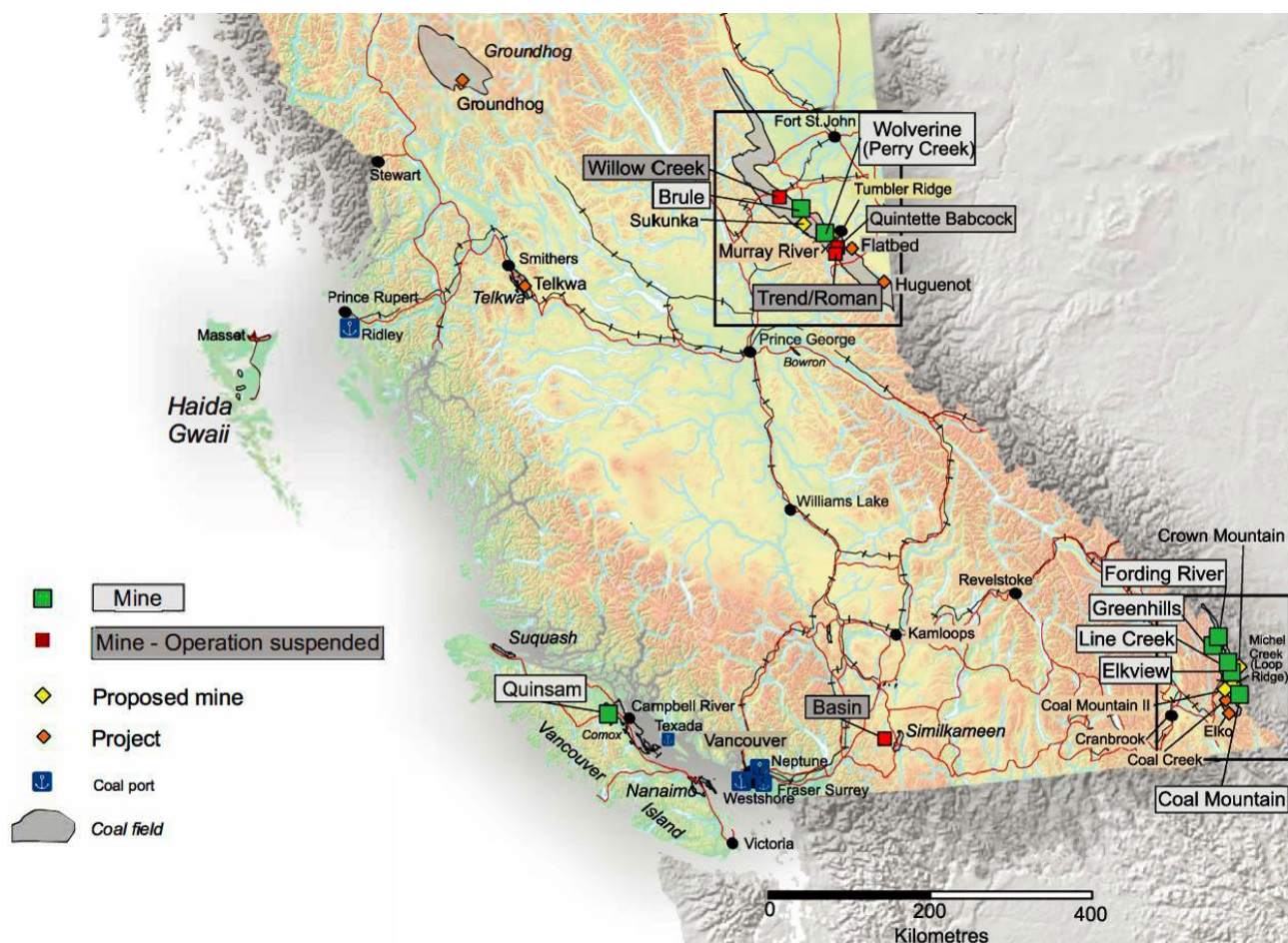


Abbildung 21: Kohlegewinnung in British Columbia [Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources 2018]



Sheernes Mina, Alberta

Lars Barnewold

Der besuchte Kohlentagebau liegt 25 km südöstlich der Kleinstadt Hannah im westlichen Teil von Alberta. Das Bergwerk befindet sich in dem „Sheerness Coal field“, welches im Süden der „Horseshoe Canyon Formation“ zur Grenze zur „Bearpaw Formation“ liegt. Die geförderte Kohle hat einen durchschnittlichen Brennwert von 16,800 KJ/kg. (Smith et al. 1987) Das heutige aktive Bergwerk ist ein Zusammenschluss in dem Jahr 1998, aus der „Montgomery Mine“ und der damals von „TransAlta“ betriebene „Sheerness Mine“. Heute wird das Bergwerk durch die amerikanische Bergbaufirma „Westmoreland Coal“ betrieben. Insgesamt arbeiten 110 Arbeiter im drei Schicht Betrieb in dem Bergwerk.

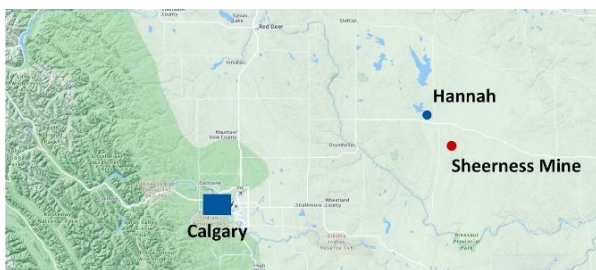


Abbildung 22: Lage der Sheernes Mine in Alberta

Bei der geförderten Kohle handelt es sich nahezu ausschließlich um Kraftwerkskohle, die nach der Gewinnung in der „Sheerness Generating Sta-

tion“ direkt auf der anderen Straßenseite verstromt wird. Das Kraftwerk wird jährlich mit 3.3 Mio. t Kohle versorgt, welche aus aktuell zwei Tagebausektionen gewonnen werden. Die Kohle wird in beide Tagebaukomplexen im Area Strip Mining Betrieb hereingewonnen. Hierbei wird die Kohle in länglichen Streifen (Strips) durch eine Dragline freigelegt. Die Kohle wird dann durch diskontinuierliche Geräte gelöst und gefördert. Zum Einsatz kommt eine Dragline BE 1300 der Firma Bucyrus (heute Caterpillar) mit einem effektiven Kübelinhalt von 28 m³, sowie ein Page 736 (heute Joy Global) mit 21 m³ Abraum pro Förderspiel. Die Kohle wird im Nachzug durch einen Radlader (CAT 993K), Dozer und Bodenentleerer (CAT 776 D) gewonnen. Durch die weitläufigen Tagebaukomplexe mit über 7000 ha, sind die Förderwege für das Förderequipment mit bis zu 5 km sehr lang. Das im Jahr 2018 aufgefahrene Abbaufelder weist eine überdeckende und verfestigte Sandsteinschicht auf. Aus diesem Grund muss die Abraumschicht durch eine Lockerungssprengung für den Draglinebetrieb vorbereitet werden. In einer Sprengung werden damit mehrere hunderttausend Kubikmeter gelöst, jedoch nicht durch die Sprengung geworfen. Das aufgelockerte Material kann dann durch die Dragline aufgenommen und verkippt werden. Die Kohle weist keine nennenswerte Verfestigung auf und kann weiterhin durch einen Radlader gelöst und geladen werden.



Abbildung 23: Diskontinuierlicher Beladungsvorgang



Abbildung 24: Exkursionsteilnehmer vor einer Dragline



Abbildung 25: Einsatz einer Raupe im Tagebau



Atlas Coal Mine – Drumheller, Alberta

Lars Barnewold

Der historische Bergwerkskomplex „Atlas“ liegt in der Nähe der Stadt Drumheller, welche nordöstlich von Calgary liegt und 1911 aufgefahen wurde. Die Region zeichnet sich durch die sehr flach gelagerten Kohleflöze aus, die einfach zugänglich sind. Die in der Region gewonnene Fettkohle wurde hauptsächlich zum Heizen, sowie Stromerzeugung eingesetzt (Crawls 2010; Atlas Coal Mine National Historic Site 2010). Auch die Dampflokomotiven der „Canadian Pacific Railways“ wurden mit der gewonnenen Kohle versorgt. Das staatliche Unternehmen gewann durch den Kohleboom in dem Beginn des 20. Jahrhunderts stark an Bedeutung und war durch den Ausbau des Schienennetzes in der Drumheller Region maßgeblich an der Zuwanderung von Fachkräften und einfachen Arbeitern beteiligt, was der Region zum Aufschwung mitunter verhalf (Litschel 2018). Insgesamt wurden rund 60 Mio. t Kohle gefördert. Durch die Nutzbarmachung von Erdöl und Erdgas verlor die Region ab 1948 konstant an Bedeutung, worauf viele Bergwerke aufgegeben wurden. Die Atlas Coal Mine wurde 1979 geschlossen und markiert das Ende des Kohlenabbaus in der Drumheller Region mit final 139 Bergwerken dar. (Crawls 2010)

Noch heute bestehen die historischen übertage Anlagen der Atlas Coal Mine. Besonders ist die 1939 errichtete und vollständig erhaltene hölzerne Verladeeinheit für die Kohle ist zu erwähnen. Hierüber wurde die untertage gewonnene Kohle über hölzerne Schurren auf LKWs oder Züge verladen und weiter transportiert.



Abbildung 26: Förderung der Kohle aus dem Bergwerk



Abbildung 27: Verladestation für LKWs

Impressionen der Exkursion



Abbildung 28: Butchart Gardens



Abbildung 29: Rosengarten in den Butchart Gardens



Abbildung 30: Verladung von Kohl am Hafen in Vancouver



Abbildung 31: Blick auf Copper Mountain



Abbildung 32: Tagebau Copper Mountain



Abbildung 33: Diskontinuierlicher Beladungsvorgang eines SKW mit einem Hochlöfflbagger



Abbildung 34: Blick auf Mount Moberly



Abbildung 35: Mount Moberly



Abbildung 36: Blick hinter die Revelstoke Talsperre

Literaturverzeichnis

Atlas Coal Mine National Historic Site (2010): Mine History. Atlas Coal Mine National Historic Site. <https://atlascoalmine.ab.ca/index.php?it=history.html> (zuletzt eingesehen am 05.10.2018)

Barry, R. (2002): Coal in British Columbia. Province of British Columbia, Vancouver, <http://www.empr.gov.bc.ca/Mining/Geoscience/Coal/CoalBC/Pages/default.aspx> (zuletzt eingesehen am 12.12.2018)

Britton, J. (2012): Mining in British Columbia - 2011 Was An Active Year For The Province. In: Mining Engineering 2:33–37, <http://www.onemine.org/document/document.cfm?docid=204174> (zuletzt eingesehen am 12.12.2018)

Coal Association of Canada (2017a): Mineral production value in Canada from 1999 to 2016 by category (in billion Canadian dollars). Coal Association of Canada, <https://www.statista.com/statistics/551896/mineral-production-value-in-canada-by-category/> (zuletzt eingesehen am 13.06.2018)

Coal Association of Canada (2017b): Number of coal mines in Canada as of 2017. Coal Association of Canada, <https://www.statista.com/statistics/594207/number-of-coal-mines-in-canada-by-province/> (zuletzt eingesehen am 13.06.2018)

Crawls, A. (2010): Coal Mining in the Drumheller Valley. <https://web.archive.org/web/20100823212059/http://www.atlascoalmine.ab.ca/history.html> (zuletzt eingesehen am 12.12.2018)

Earle, S. (2018): The Geological History of British Columbia. <https://web.viu.ca/earle/geologyofbc.pdf> (zuletzt eingesehen am 10.12.2018)

Government of British Columbia (2018): The Geology of British Columbia. <https://www2.gov.bc.ca/gov/content/industry/mineral-exploration-mining/british-columbia-geological-survey/geology/bc-geology-overview> (zuletzt eingesehen am 10.12.2018)

Litschel, K. (2018): King Coal. A Social History of Coal Mining in Alberta. FriesenPress

Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources (2018): British Columbia Coal Industry Overview 2017. Victoria, www.empr.gov.bc.ca/geology (zuletzt eingesehen am 12.12.2018)

Natural Resources Canada (2018): Coal facts. Natural Resources Canada, <http://www.nrcan.gc.ca/energy/facts/coal/20071> (zuletzt eingesehen am 12.12.2018)

Preto, V. A. (1972): Geology of Copper Mountain. British Columbia Department of Mines and Petroleum Resources, Bulletin 59, <http://www.empr.gov.bc.ca/Mining/Geoscience/PublicationsCatalogue/BulletinInformation/BulletinsAfter1941/Documents/Bull59.pdf> (zuletzt eingesehen am 12.12.2018)

Refratechnik GmbH (2018) – <https://refra.com/de/Calgary/> (zuletzt eingesehen am 19.09.2018)

RFG 2018 (2018) - <http://www.rfg2018.org/> (zuletzt eingesehen am 03.09.2018)

Rowins, S. (2017): Operating mines and selected exploration projects in British Columbia, 2017. Vancouver: British Columbia Geological Survey, <http://www.empr.gov.bc.ca/Mining/Geoscience/PublicationsCatalogue/OpenFiles/2018/Documents/OF2018-01.pdf> (zuletzt eingesehen am 13.06.2017)

Sandlos, J.; Keelinger A. N. (2006): Coal Mining. A carbonaceous fossil fuel, coal has a long history as the key energy source in the transition to industrialization, beginning in 17th-century Europe. <https://www.the-canadianencyclopedia.ca/en/article/coal-mining/> (zuletzt eingesehen am 13.06.2018)

Seigel, C. (2005): The tectonic evolution of northern British Columbia. http://academic.emporia.edu/aberrjame/student/seigel1/Tectonic_Evolution.htm (zuletzt eingesehen am 10.12.2018)

Smith, C. G.; Smith, G. G. (1987): Geology and Coal Resources of the Sheerness Coalfield, South-Central Alberta. 1. Band, Geological Survey of Canada

ZEIT ONLINE (2017): Kanada und Großbritannien starten globale Initiative. Zusammen mit anderen Staaten und Regionen wollen die Regierungen in Vancouver und London den Ausstieg aus der Kohle forcieren. Deutschland ist nicht dabei. In: ZEIT ONLINE 2017, 16.11.2017, <https://www.zeit.de/wissen/umwelt/2017-11/kohleausstieg-klimawandel-kanada-grossbritannien-initiative> (zuletzt eingesehen am 14.06.2018)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage der Bergwerksbetriebe in British Columbia [Harbour Publishing]	8
Abbildung 2: Diskontinuierlicher Beladungsvorgang im Tagebau	8
Abbildung 3: Akkreditierte Terranes bestimmen die Geologie British Columbias [Seigel 2005]	10
Abbildung 4: Fontäne im Senkgarten	11
Abbildung 5: Bepflanzte Loren	11
Abbildung 6: Wahrzeichen der einheimischen Bewohner im rekultivierten und renaturierten Tagebau	12
Abbildung 7: Logo der "Resources for Future Generations" Konferenz 2018	14
Abbildung 8: Blick in den Veranstaltungsraum	14
Abbildung 9: Lara Hauck während der RFG Konferenz 2018	14
Abbildung 10: Rudolf Suppes (l.) und Marius Braun (r.) während der RFG Konferenz 2018	14
Abbildung 11: Bergeteich (tailings pond), Copper Mountain	17
Abbildung 12: Mit weißem Opal gefüllte Kluft.....	19
Abbildung 13: Columbia River	20
Abbildung 14: v.l.n.r.: Mitarbeiter des Tagebaus, Lucas Weimer, Simon Weimer, Marius Braun	21
Abbildung 15: Blick auf die Abbaukante	21
Abbildung 16: Betriebsmittel im Tagebau.....	22
Abbildung 17: Aufbereitungsanlage	22
Abbildung 18: Förderband zur Verladung des aufbereiteten Materials auf Transportmittel.....	22
Abbildung 19: Mount Brussilof Tagebau vor dem Panorama der Rocky Mountains [Refratechnik Holding GmbH]	23
Abbildung 20: Transport des Materials aus dem Tagebau mit konventionellem LKW [Refratechnik Holding GmbH]	24
Abbildung 21: Kohlegewinnung in British Columbia [Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources 2018].....	26
Abbildung 22: Lage der Sheernes Mine in Alberta	27
Abbildung 23: Diskontinuierlicher Beladungsvorgang	28
Abbildung 24: Exkursionsteilnehmer vor einer Dragline	28
Abbildung 25: Einsatz einer Raupe im Tagebau	28
Abbildung 26: Förderung der Kohle aus dem Bergwerk	29
Abbildung 27: Verladestation für LKWs	29
Abbildung 28: Butchart Gardens	30
Abbildung 29: Rosengarten in den Butchart Gardens.....	30
Abbildung 30: Verladung von Kohl am Hafen in Vancouver	30
Abbildung 31: Blick auf Copper Mountain	31
Abbildung 32: Tagebau Copper Mountain	31
Abbildung 33: Diskontinuierlicher Beladungsvorgang eines SKW mit einem Hochlöffelbagger	31
Abbildung 34: Blick auf Mount Moberly	32
Abbildung 35: Mount Moberly.....	32
Abbildung 36: Blick hinter die Revelstoke Talsperre.....	32

