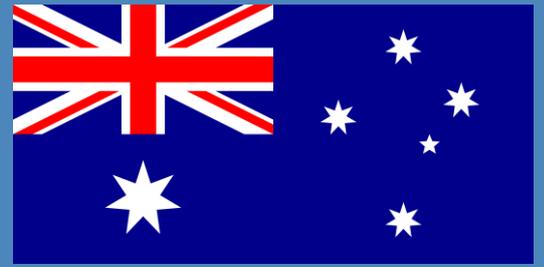


2024



Exkursionsbericht Westaustralien



Lottermoser BG & Lassen J (Hrsg.)

2024

Exkursionsbericht Westaustralien

Institute of Mineral Resources Engineering, RWTH Aachen University

Exkursionsorganisation

Julian Lassen

Exkursionsleitung

Bernd Lottermoser

Julian Lassen

Redaktionelle Bearbeitung

Arne Bock

Jasmin Groß

Julian Lassen

Mauritz Oehmen

Martin Schulte

Niklas Bender

Selina Pelzer

Silas Beckord

Copyright

© 2024. 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. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen und Übersetzungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	2
Die Exkursion in Zahlen	3
Über Western Australia	5
Allgemeines	5
Geologie.....	7
Bergbau	9
Exkursionsprogramm.....	11
Übersicht	11
Tag 1 und 2: Anreise	12
Tag 3: Akklimatisierung und Kultur in Fremantle	13
Tag 4 und 5: Eisenerzbergwerk Brockman 4, Pilbara	14
Tag 6: Lithiumbergwerk Greenbushes & Steinkohlebergwerk Premier Coal, South West	19
Tag 7: Eisenerzbergwerk Roy Hill, Pilbara	24
Tag 8: Eastern Goldfields, Kalgoorlie und Curtin University.....	28
Tag 9: Goldbergwerk KCGM, Goldfields-Esperance	30
Tag 10: Red Hill und Rückflug nach Perth.....	34
Tag 11: Core Library und Rio Tinto Operations Centre, Perth.....	37
Tag 12 und 13: Perth Mint und Rückreise	39
Danksagung	41
Literaturverzeichnis	43
Abbildungsverzeichnis	46

Vorwort

Westaustralien / Western Australia (WA) ist Australiens größter Bundesstaat und der Bergbaustaat Australiens. Denn WA ist geprägt durch eine vielseitige und starke Bergbauindustrie, beherbergt einige der größten Bergbauprojekte der Welt und ist verantwortlich für einen Großteil der gesamten australischen mineralischen Rohstoffexporte. WA war, ist und bleibt auf lange Zeit ein Powerhouse der Rohstoffe und des Bergbaus.

Der vorliegende Exkursionsbericht beschreibt die fast zweiwöchige Fachexkursion nach WA, die Studierende und Mitarbeiter des Institute of Mineral Resources Engineering der RWTH Aachen im März 2024 unternommen haben. Dieser Bericht beinhaltet Kapitel über die einzelnen Exkursionsziele, verfasst von den jeweiligen Teilnehmer:innen.

Unsere umfassende Reise (1. - 13. März 2024) vereinte die Metropole Perth mit entlegenen Fly-in Fly-out (Fifo) Eisenerz-Bergwerken der Pilbara Region, mit der Outback-Ikone und Gold-Bergbaustadt von Kalgoorlie, und mit dem Flair der Küstenregion südlich von Perth und den dort ansässigen Kohle- und Lithiumbergwerken. Abgerundet wurde die intensive Studien-/Erlebnisreise mit Einblicken in das tatsächliche Arbeitsleben von australischen Bergleuten im Outback und den Leckereien der australischen Küche.

Während dieser Reise bekamen die Teilnehmer einen intensiven Einblick in den Bergbausektor Westaustraliens. Insbesondere sollte die Exkursion die Möglichkeit bieten, die Lerninhalte des Studiums praxisnah zu erfahren und vermitteln. Vor allem aber sollte den Exkursionsteilnehmern die Möglichkeit gegeben werden, eine andere Kultur mit ihren eigenen Facetten kennenzulernen, damit sie Entscheidungen zu ihrem weiteren Berufsweg besser fällen können und auf das Arbeiten im internationalen Bereich und anderen Kulturkreisen besser vorbereitet sind. Alle Teilnehmer konnten die Höhepunkte dieser Exkursion intensiv erleben und die Studierenden werden davon in ihrer beruflichen und privaten Zukunft profitieren, möglicherweise durch eine Karriere down-under...

Teilnehmer der Exkursion waren in alphabetischer Reihenfolge: Arne Bock, Prof. Dr. Bernd Lottermoser, Jasmin Groß, Julian Lassen, Mauritz Oehmen, Martin Schulte, Niklas Bender, Selina Pelzer und Silas Beckord.

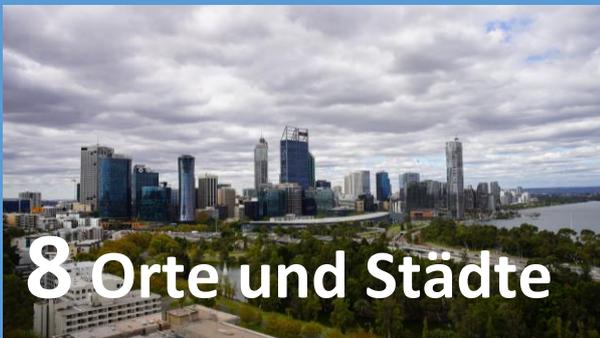
An dieser Stelle danken wir allen, die durch ihre tatkräftige Unterstützung diese Exkursion ermöglicht haben. Insbesondere sei den Unternehmen gedankt, die die Befahrungen vor Ort ermöglicht, organisiert und betreut haben (Rio Tinto, Roy Hill, Northern Star Resources Ltd, Talison Lithium Pty Ltd, Premier Coal Ltd). Unser Dank gilt auch Julian Lassen, der die Planung und Organisation federführend übernommen hat, und Birgit Kuckelkorn, die die komplizierte Buchhaltung der Exkursion so mühelos ausführte. Die folgenden Exkursionssponsoren haben durch ihre Unterstützung die Exkursion erst ermöglicht:

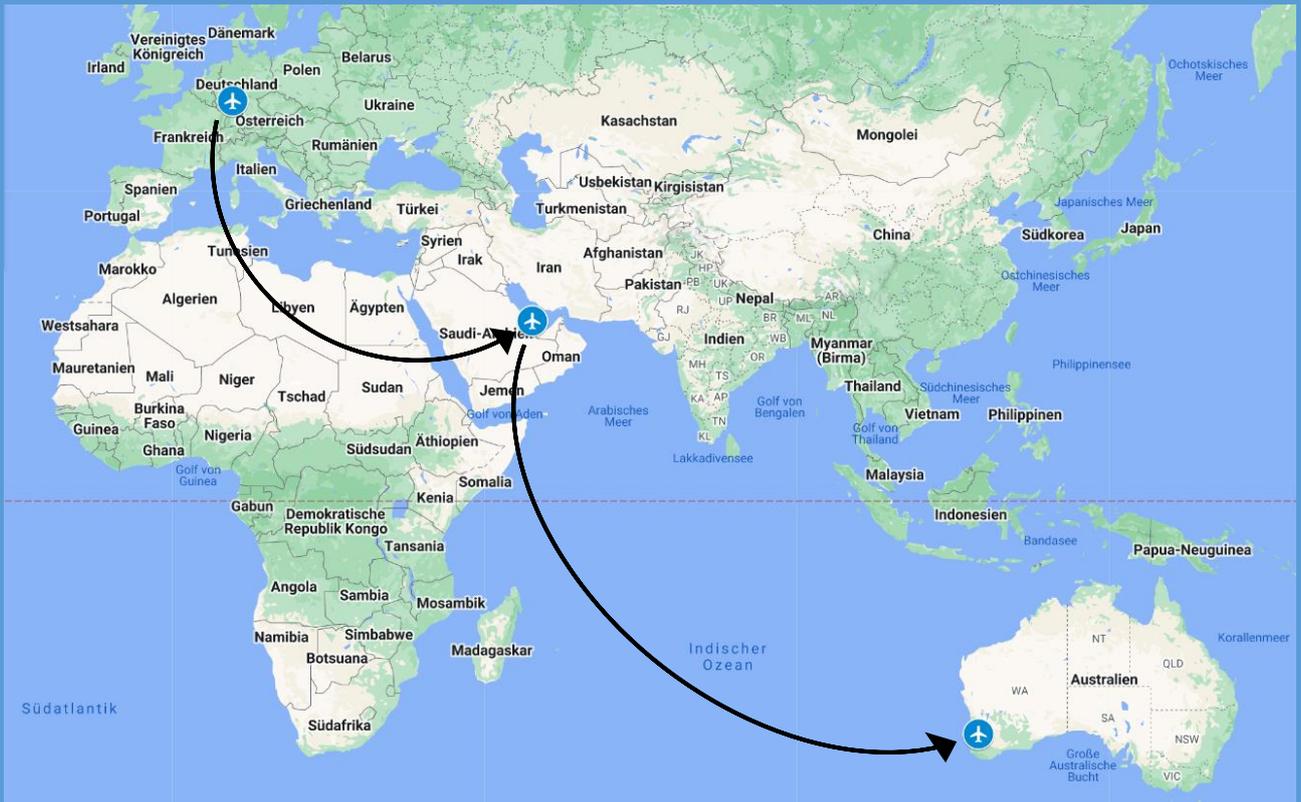
- Prof. Dr.-Berg.-Ing. H. Goergen und Frau Elisabeth Stiftung, 45239 Essen
- Wilhelm Heinrich Sobbe-Stiftung, 44329 Dortmund

Aachen, im Mai 2024

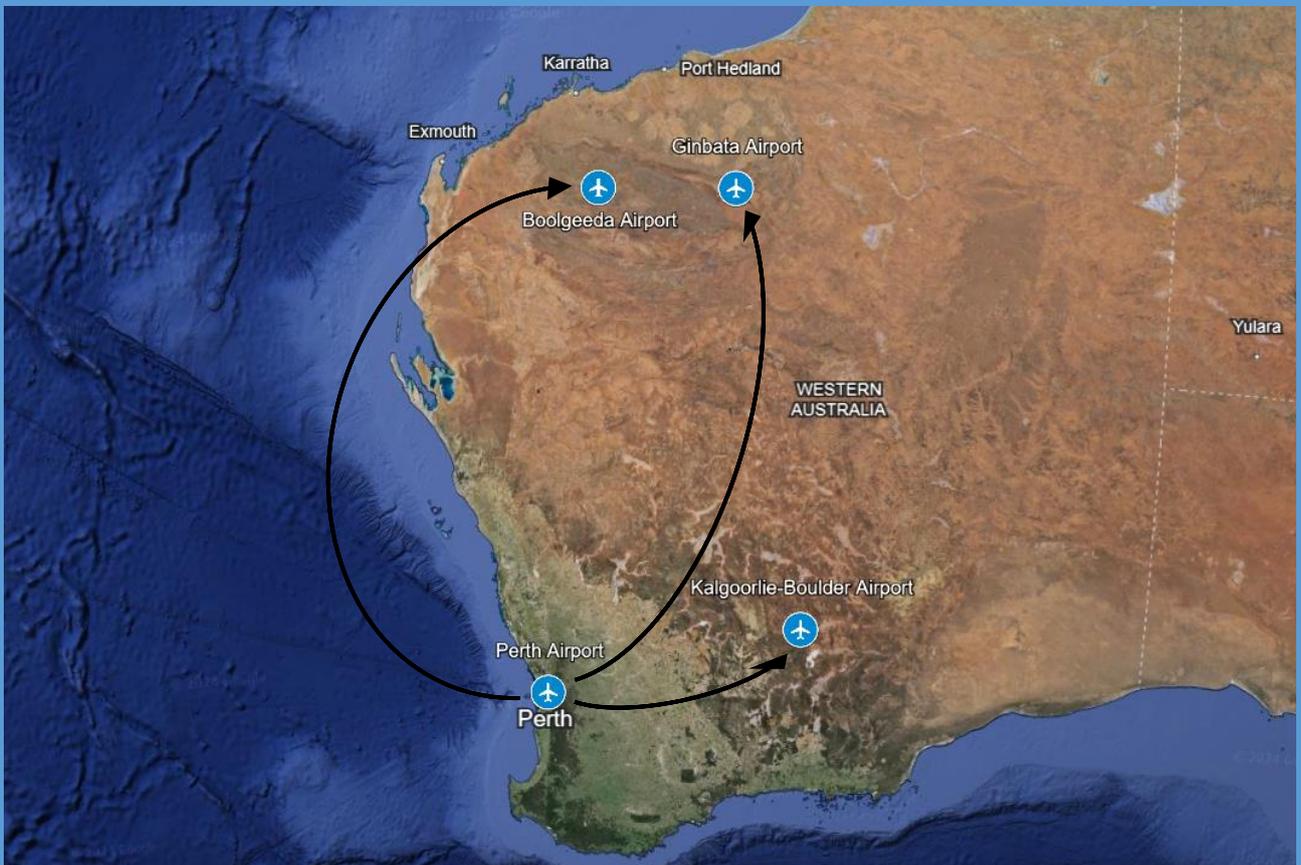
Professor PhD Bernd Lottermoser

Die Exkursion in Zahlen





(Google Earth 2024)



(Google Earth 2024)

Über Western Australia

Allgemeines

Selina Pelzer

WA erstreckt sich über eine enorme Fläche von 2,5 Millionen Quadratkilometern, was es zum größten Bundesstaat Australiens macht (City population 2024). Trotz seiner enormen Ausdehnung beherbergt WA eine geringe Bevölkerung von knapp 2,8 Millionen Einwohnern (City population 2024). Diese Verteilung führt zu weiten, offenen Landschaften, die oft dünn besiedelt sind, und bietet gleichzeitig Raum für unberührte Natur und eine vielfältige Tier- und Pflanzenwelt. WA lässt sich in unterschiedliche Regionen gliedern (Government of Western Australia 2024e):

- Kimberley
- Pilbara
- Gascoyne
- Mid West
- Wheatbelt
- Peel
- South West
- Great Southern
- Goldfields-Esperance
- Perth

Perth ist mit knapp 1,9 Millionen Einwohnern die Hauptstadt von WA. Die Hauptstadt Perth ist bekannt für ihre vielfältigen Sehenswürdigkeiten, für ihr angenehmes Klima, ihre schönen Strände und ihre entspannte Lebensart. Darüber hinaus ist Perth ein wichtiger Wirtschaftsknotenpunkt und ein Zentrum für Handel, Bildung und Technologie in Australien. Die Stadt beherbergt zahlreiche internationale Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Universitäten und bietet eine Vielzahl von Karrieremöglichkeiten für Fachkräfte aus aller Welt. (Government of Western Australia 2024b)

Abgesehen von Perth ist WA berühmt für seine abgelegenen und wilden Regionen, die eine Fülle von Naturwundern beherbergen. Dazu gehört unter anderem die Pilbara Region, welche sich etwa

1.200 km nördlich von Perth entlang der Nordwestküste von WA erstreckt und für die riesigen Eisenerzvorkommen bekannt ist. Die Region weist mit einer Fläche von ungefähr 500.000 km² eine äußerst geringe Einwohnerdichte von 0,1 Einwohner pro Quadratmeter auf. Trotz der geringen Bevölkerungsdichte trägt die Region mit einem Bruttoinlandsprodukt von 57,3 Milliarden Dollar und rund 62.000 Einwohnern erheblich zur Wirtschaft des Landes bei. Die Pilbara Region ist eine der ältesten Naturlandschaften der Welt und hat sich über fast zwei Milliarden Jahre kaum verändert. (Government of Western Australia 2024c; Westermann Bildungsmedien Verlag GmbH 2024)

Die Goldfields Region ist bekannt für ihre reiche Geschichte im Bergbau, welche bis in die späten 1800er Jahre zurückreicht. Das Goldfields-Gebiet in WA zog während des australischen Goldrausches große Aufmerksamkeit auf sich und wurde zu einem der Hauptziele für Goldsucher und Bergleute und spielt bis heute eine bedeutende Rolle in der australischen Bergbaugeschichte. Die Region beherbergt einige der bekanntesten Goldbergbaustädte des Landes, darunter die Stadt Kalgoorlie, welche oft als Herz des Goldfields bezeichnet wird. Die berühmte Super Pit, eine der größten Goldbergbau-Gruben der Welt, befindet sich ebenfalls in der Nähe von Kalgoorlie und ist ein beeindruckendes Zeugnis für die Ausmaße des Goldbergbaus in der Region. (Government of Western Australia 2024a)

Die Südwestregion West Australiens besticht mit idealem Klima, einer unberührten Küste, vielzähligen Weingütern und ihrem entspannten Lebensstil. Die Südwestregion erstreckt sich auf einer geografischen Fläche von 23.000 km² und beherbergt unterschiedliche Bergbaustätten. Diese reichen von Goldberkwerken bis hin zu Lithium- und

Aluminiumvorkommen. (Government of Western Australia 2024d)

WA ist reich an Bodenschätzen und spielt eine führende Rolle in der globalen Rohstoffindustrie. Der größte Bundesstaat Australiens ist einer der weltweit größten Produzenten von Rohstoffen wie Eisenerz, Gold, Nickel, Lithium und Diamanten. Der Bergbau ist daher ein wichtiger Motor für die Wirtschaft des Bundesstaates und trägt erheblich zum Bruttoinlandsprodukt bei. Abgesehen von seiner wirtschaftlichen Bedeutung ist WA reich an kultureller Vielfalt und Geschichte. Die Aboriginal-Kultur hat eine tiefe Verbindung zum Land und prägt die Identität des Bundesstaates. Zahlreiche Orte in WA sind von spiritueller Bedeutung für die indige-

nen Völker, und ihre Kunst, Traditionen und Geschichten sind integraler Bestandteil der kulturellen Landschaft von WA. (Dax 2022; Western Australia 2024a)



Abbildung 1: Kings Park – Skyline Perth

Geologie

Mauritz Oehmen

Australien ist ein an natürlichen Ressourcen reicher Kontinent. Der industrielle Rohstoffabbau begann dabei in den 1850er Jahren, besonders angetrieben durch die ersten Goldräsche. Infolgedessen hat sich Australien zu einem der weltweit führenden Rohstoffproduzenten entwickelt und bedient heutzutage aufgrund seiner Nähe vor allem Asien mit mineralischen Rohstoffen.



Abbildung 2: Geologie WA mit einer Auswahl rohstoffreicher Regionen (Tas Walker 2022)

Die Geologie von WA umfasst 4,4 Milliarden Jahre Erdgeschichte. Sie reicht von den ältesten datierten Zirkonmineralien in Jack Hills über 3,73 Milliarden Jahre alte Archaik-Gneise im Narryer Terrane bis zu aktuellen Sedimenten in der Swan Coastal Plain bei Perth (Department of Energy, Mines, Industry Regulation and Safety 2024b).

WA setzt sich aus tektonisch stabilen Kratonkernen des Archaikums zusammen, die während des Proterozoikums schrittweise zu größeren Kratonen und letztlich Superkontinenten kollidierten. WA trennte sich im späten Jura von Gondwana und später im frühen Kreidezeitalter von Indien und Afrika. Vor 84 Millionen Jahren trennte sich Australien von der Antarktis und beginnt nun, mit Asien zu kollidieren. (Department of Energy, Mines, Industry Regulation and Safety 2024a)

Die Mineralvorkommen WA zeichnen sich durch ihre hohe Vielfalt und Komplexität aus. In WA finden sich sowohl die ältesten Gesteine der Erde als auch erdgeschichtlich jüngere, umfangreiche Mineralvorkommen, die das Resultat einer komplexen und langen Verwitterungsgeschichte sind. Beispielsweise beherbergt das Hamersley-Becken aus der Zeit von etwa 2.800 bis 2.400 Millionen Jahren in der Pilbara Region einige der weltweit größten und ergiebigsten Eisenerzlagerstätten, wie den Banded Iron Formations (BIF).

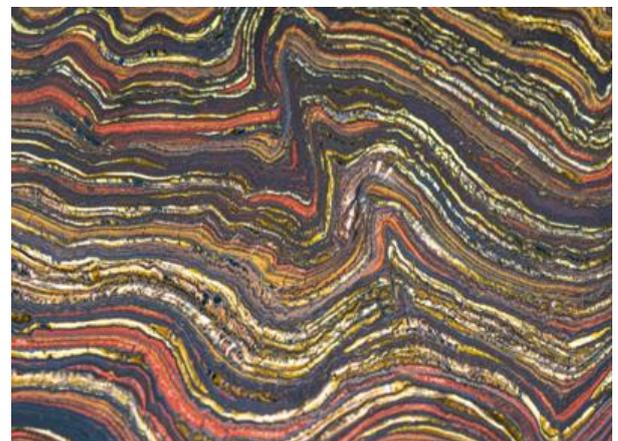


Abbildung 3: Banded-Iron-Formations aus der Pilbara Region (Department of Energy, Mines, Industry Regulation and Safety 2024a)

Diamantführende Kimberlite haben seit dem Proterozoikum den Kimberley-Kraton und angrenzende Gebiete intrudiert. Hierzu zählt eines der weltweit bedeutendsten Diamantenvorkommen in Argyle.

Im Canning-Becken findet sich eine Zink-Blei-Mineralisierung aus dem späten Paläozoikum. Seit dem Mesozoikum wurden im Perth-Becken hauptsächlich Schwermineralsande abgelagert. Durch supergene Anreicherungsprozesse entstanden hier Bauxitlagerstätten mit internationaler Bedeutung. Diese tiefe Verwitterung hat unter anderem zu einer Anreicherung von Gold, Nickel, Seltenen Erden und Uran geführt.

Im Yilgarn-Kraton liegt eines der ältesten Segmente WA, das Western Gneiss Terrain, mit einem Alter von ca. 3.800 bis 2.600 Millionen Jahre. Grünsteingürtel enthalten primäre Kupfer-Gold-Lagerstätten, aus denen später die lateritische Goldlagerstätte Boddington und die Zinn-Tantal-Lithium-Pegmatit-Lagerstätte Greenbushes entstanden sind.

Der Grünstein-Gürtel des Yilgarn-Kraton, der vor etwa 3.000 und 2.600 Millionen Jahre entstanden ist, ist ebenfalls eine rohstoffreiche Region in WA. In dieser Region finden sich Lagerstätten wie die Golden Mile, die Gold- und Nickel-Vorkommen aufweisen. Zusätzlich treten in dieser Region Zink-Kupfer-VMS-Lagerstätten (vulcanic-massive-sulfides) sowie kleinere Lagerstätten für angereicher-

tes Eisenerz, Vanadium-Titan und Molybdän-Wolfram auf (Department of Energy, Mines, Industry Regulation and Safety 2024a; Groves et al. 1994).



Abbildung 4: Goldnugget aus den Eastern Goldfields

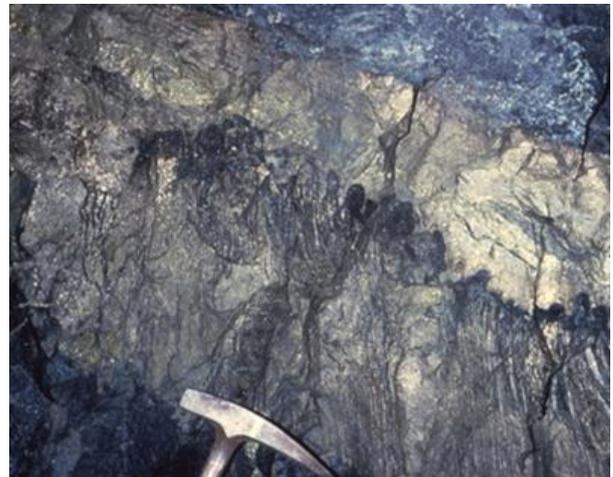


Abbildung 5: Nickelvorkommen in Grünsteingebieten nahe Kambalda in den Eastern Goldfields (Department of Energy, Mines, Industry Regulation and Safety 2024a)

Bergbau

Mauritz Oehmen

Bergbau wird in WA bereits seit der Mitte des 19. Jahrhunderts betrieben. Anfangs besonders Kohle, Kupfer, Silber, Blei und Gold, vor allem aber später ab den 1870er Jahren Gold. Heute sind allein in WA 123 Bergbauprojekte zuzüglich kleinerer Steinbrüche und Bergwerke aktiv. Die westaustralische Bergbauwirtschaft erwirtschaftet somit heutzutage 94 % des westaustralischen Einkommens, rund 46 % des gesamten australischen Einkommens und beschäftigte zwischen 2019 und 2020 etwa 135 tausend Arbeitnehmer:innen (Wikipedia 2024a).

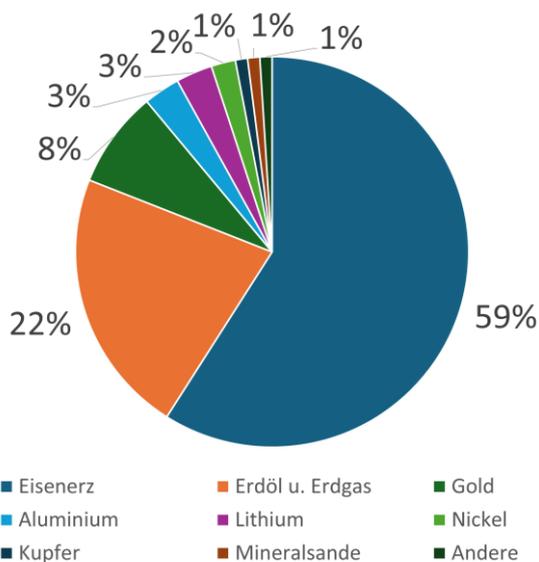


Abbildung 6: Australische Bergbauproduktion in 2022 (Eigene Abbildung in Anlehnung an: Wikipedia 2024a)

WA ist der größte globale Eisenerzproduzent mit einem Marktanteil von etwa 38 % in 2022 (Government of West Australia). Das entspricht rund 900 Millionen Tonnen Eisenerz. Besonders die Pilbara Region ist für den Abbau der Banded Iron Formations bekannt und verantwortlich für etwa 98 % der westaustralischen Eisenerzproduktion (Wikipedia 2024a). Erdöl und Erdgas bilden den zweitgrößten Anteil der Rohstoffproduktion in WA, wobei die Felder in Carnarvon, Browse und Bonaparte am Nord-West-Shelf die bedeutendsten in ganz Australien sind. Diese liefern etwa 91 % der australischen Erdöl-, Kondensat- und Erdgasförderung (Wikipedia 2024b).

Gold ist insbesondere seit den Goldräschen in den 1880er Jahren durch die Funde in Coolgardie (1892) und Kalgoorlie (1893) von Bedeutung. Trotz einiger Höhepunkte und einer Erholung in den 1980er Jahren gab es auch Rückschläge, besonders während der Weltkriege. Im Jahr 2022 wurden etwa 210 t Gold produziert, wobei das bedeutendste Abbaugelände, die Golden Mile darstellt.

Mit dem globalen Trend der Elektrifizierung und dem Lithium Boom der vergangenen Jahre hat sich der Lithium-Bergbau in WA von einem kleinen Anteil am Bergbauumsatz des Bundesstaates zu einem Global-Player entwickelt. In Geschäftsjahr 2022 war WA mit 52 % Weltmarktführer bei der Lithiumerz-Produktion (Statista 2024a). Spodumen wird dabei vor allem in Bergwerken wie Greenbushes (Talison Lithium Australia), Pilgangoora (Pilbara Minerals), Mount Marion und Wodgina (beide Mineral Resources Ltd), der Bald Hill Mine (Lithco No.2) und der Mt Cattlin Mine (Allkem) abgebaut und aufkonzentriert.

Die Bauxitvorkommen in der Darling Range, östlich der Swan Coastal Plain und Perth bilden die Lagerstätte der drei von fünf derzeitigen Bauxitbergwerken in Australien – Boddington, Huntly und Willowdale – sowie vier Alumina-Raffinerien: Kwinana, Pinjarra, Wagerup und Worsley. Seit den 1960er Jahren ist WA in der Alumina-Produktion aktiv. Traditionell wurde Bauxit in WA für den Alumina-Export abgebaut. Mit einem Anteil von etwa 67 % an der australischen Alumina-Produktion zählen die Projekte zu den weltweit kosteneffizientesten, da diese zwar global betrachtet geringere Aluminium-Gehalte, allerdings niedrige Mengen an Silika enthält. In Australien werden lediglich etwa 20 % des Alumina zu Aluminium weiterverarbeitet. Laut Angaben des Department of Energy, Mines, Industry Regulation and Safety of WA werden die westaustralischen Reserven auf etwa eine Laufzeit von 50 Jahren geschätzt (Department of Mines, Industry Regulation and Safety 2024).

WA verfügt außerdem über etwa 96 % der australischen Nickel Ressourcen. Einen Großteil bilden dabei vor allem die sulfidischen Nickel Lagerstätten in den Komatiiten des Grünstein-Gürtels der Eastern Goldfields. Kobalt wird dabei oft als Nebenprodukt sowohl im übertägigen als auch untertägigen Bergbau mitgewonnen. Obwohl gesamt Australien weltweit an erster Stelle in Bezug auf Nickelressourcen steht, trägt es nur 5 % zur globalen Nickelproduktion bei und belegt damit den fünften Platz unter den weltgrößten Nickelproduzenten (Geoscience Australia 2024). Diese Diskrepanz ist teilweise durch den um 45 % gesunkenen Nickelpreis auf dem Weltmarkt bedingt, der mit dem hohen Angebot an Nickelkonzentrat und Nickel-Pig-Eisen aus lateritischen Nickelerzen begründet wird.

Insbesondere Chinas Investitionen in indonesische Bergwerke und hydrometallurgische Verfahren wie HPAL (High Pressure Acid Leaching) spielen dabei eine entscheidende Rolle (MINING.COM 2024a). Indonesien produzierte 2023 etwa 193,5 Millionen Tonnen Nickelerz (MINING.COM 2024b). Dies führte dazu, dass große Nickelhütten in WA, wie beispielsweise Hütten von BHP Nickel West, sich derzeit in Revision befinden und dies zu einer Stagnation oder einem Rückgang im Nickelbergbau führt (Writer 2024; Thomson 2024). BHP

Nickel West, ist zwar noch in Betrieb, aber die Bauarbeiten für beispielsweise das neue Abscheidungssystem und der Bau des neuen Camps für Bergleute wurden gestoppt, sowie alle Installationsfirmen freigestellt (Thomson 2024).

WA ist ebenfalls im Basismetallbergbau aktiv und förderte zum Beispiel rund 153 tausend Tonnen Kupfer im Jahr 2022. Australien wird zudem auf Platz 6 der globalen Ressourcen an Seltenen Erden gerankt und verfügt etwa über 5 % der weltweiten Vorkommen. Ein beträchtlicher Teil dieser Lagerstätten befindet sich in WA, insbesondere in Bergwerken wie Mount Weld östlich von Leonora (Goldfields-Esperance). Im Jahr 2023 betrug die Produktion von Seltenen Erden in Australien 18 Tonnen (Statista 2024b). Des Weiteren werden in WA auch Kohle, Salz, Magnesium und Diamanten abgebaut.



Abbildung 7: Kalgoorlie Nickel Smelter

Exkursionsprogramm

Übersicht

Niklas Bender

Die Exkursion umfasste neben dem eigentlichen Aufenthalt in WA auch die An- und Abreise. Die Großstadt Perth diente der Exkursionsgruppe dabei als Ausgangspunkt für den Besuch der zahlreichen Bergbaustandorte und anderer, thematisch passender Orte und Sehenswürdigkeiten. Die freien Stunden nach den Befahrungen von Standorten oder anderen Besuchen wurden für Kulturprogramm, Freizeitaktivitäten und gemeinsames Essen genutzt.

Nachfolgend wird der Verlauf der Exkursion chronologisch beschrieben, wobei auf die einzelnen Exkursionstage, das Programm und das Erlebte eingegangen wird. Dabei wird auch auf die Besonderheiten der besuchten Standorte und die dortigen allgemeinen Abläufe und Prozesse eingegangen, indem das vor Ort Gesehene und Gehörte mit Zahlen, Texten und Bildern wiedergegeben wird.

Zur einfacheren geografischen Einordnung stellt Abbildung 8 die Regionen von WA dar. Vier der Regionen wurden während der 13 Exkursionstage bereist. Mit zwei Fly-in Fly-out Reisen wurden von Perth aus zwei Eisenerzstandorte in der Pilbara Region im Norden von WA besucht. Neben Perth als Ausgangspunkt wurde auch die weiter südlich an der Küste gelegene Region South West besucht, indem eine Nacht in Bunbury an der Küste verbracht wurde, um zwei Tagebaue weiter im Landesinneren zu besuchen, die bei Greenbushes Lithium und nahe Collie Kohle gewinnen. Ein weiterer Flug brachte die Exkursionsgruppe außerdem in die Kleinstadt Kalgoorlie im östlichen Teil der

Goldfields-Esperance Region, um dort den bekannten Super Pit und das angegliederte Goldbergwerk zu befahren sowie sowohl die örtliche School of Mines und ein Museum zu besuchen als auch die Umgebung zu erkunden. Nach der Akklimatisierung in Perth zu Beginn der Reise endete diese dort auch wieder mit dem Erkunden der Stadt, Schwimmen im Indischen Ozean sowie den Besuchen des Perth Mint Museums, der Bohrkernsammlung von WA und einer Bergbau-Operationszentrale.



Abbildung 8: Regionen und Städte in WA (Wikivoyage 2024)



Tag 1 und 2: Anreise

Niklas Bender

Die Exkursion begann für die neunköpfige Gruppe freitagmorgens am 1. März 2024 um 9 Uhr mit dem Treffen am Bergbaugebäude der RWTH Aachen University in der Wüllnerstraße. Von dort ging es mit der Fahrbereitschaft der Hochschule zum Frankfurter Flughafen.

Gegen 15:30 Uhr hob die Gruppe von dort mit einem Flieger von Qatar Airways zum sechsstündigen Flug nach Doha ab, um die ersten knapp 4.600 km Luftlinie zu überwinden. Nach der Landung in Katar blieben den Teilnehmer:innen knapp drei Stunden Zeit am Boden, um sich die Beine zu vertreten, bis es um etwa 0:30 Uhr deutscher Zeit mit derselben Fluggesellschaft weiter in Richtung Perth ging. Dieser Flug war nicht nur aufgrund seiner Dauer von etwa 11 Stunden und knapp 9.300 km Luftlinie bis nach Perth an die Westküste Australiens besonders, sondern auch, weil dieser mit dem größten Passagierflugzeug der Welt, dem Airbus A380, stattfand.

Nach Ankunft in Perth gegen 19 Uhr Ortszeit (sieben Stunden vor der deutschen Zeit) verlief die Einreise problemlos und die Teilnehmer:innen der Exkursion deckten sich noch am Flughafen mit Sim-Karten ein. Anschließend wurde das Reisegepäck in den bestellten Mietwagen geladen und es ging zum Check-in ins Hotel. Auf dieser Reise hätte der klimatische und wettertechnische Kontrast kaum größer sein können – kaltes Regenwetter in Deutschland und warmes, spätsommerliches Wetter in Australien. Nach einem ersten gemeinsamen Abendessen in einem nahegelegenen Restaurant wurde noch etwas Verpflegung für die kommenden Tage eingekauft. So endeten am Samstagabend die ersten zwei langen und anstrengende Tage der Exkursion. Der Jetlag blieb den meisten aufgrund der Reiserichtung und Reisedauer sowie wenig Schlaf während der Reise erspart, sodass die erste Nacht erholsam war und zur Akklimatisierung gut in den nächsten Tag gestartet werden konnte.



Tag 3: Akklimatisierung und Kultur in Fremantle

Niklas Bender

Der erste Tag in Australien wurde genutzt, um sich von der langen Reise zu erholen und sich an die ungewohnten, sommerlichen Temperaturen zu gewöhnen. Dazu wurde mit einem gemeinsamen Frühstück im Hotel entspannt in den Tag gestartet und dabei die Tagesplanung finalisiert. Im Anschluss ging es mit dem Auto in die direkt an der Küste gelegene Stadt Fremantle, die unmittelbar südlich von Perth liegt. Dort wurde ein Treffpunkt in einer beliebten Lokalität zum gemeinsamen Mittagessen vereinbart. Für die meisten ging es zunächst an den Strand, um etwas Sonne zu tanken und in das angenehme Wasser des Indischen Ozeans zu springen.

In kleineren Grüppchen wurde danach die Stadt mit ihren historischen Gebäuden sowie der australischen Geschichte und Kultur erkundet. Gegen Mittag trafen alle an der vereinbarten Brauerei wieder zusammen, um den heißen Mittag im Schatten bei einer guten Speise und einem kühlen Getränk zu verbringen. Der weitere Verlauf des

Nachmittags wurde ebenfalls genutzt, um die Stadt fußläufig weiter zu erkunden. Dabei gönnte man sich noch ein erfrischendes Eis und machte einige Besorgungen. Am frühen Abend trafen sich die Exkursionsteilnehmer:innen wieder am Auto und fuhren ins Hotel. Nachdem dort noch einige in den Pool gesprungen waren, ging es zum gemeinsamen Abendessen zu einem kleinen indischen Restaurant. So klang der erste Tag in Australien entspannt aus, bevor das eigentliche straffe Programm am nächsten Tag starten sollte.



Abbildung 9: Blick auf den besuchten Strand



Tag 4 und 5: Eisenerzbergwerk Brockman 4, Pilbara

Niklas Bender

Nach zwei Tagen Flugreise nach Perth in WA und einem Tag Akklimatisierung, startete die neunköpfige Gruppe um Prof. Lottermoser bereits gegen 5:45 Uhr vom Hotel aus in den vierten Exkursionstag (Montag, 4. März). Das erste Exkursionsziel war der Eisenerztagebau „Brockman 4“ von Rio Tinto, der sich in der eisenerzreichsten Region Australiens, der Pilbara, befindet.



Abbildung 10: Boarding der Chartermaschine zusammen mit den Mitarbeiter:innen von Rio Tinto

Auf Einladung des Unternehmens bekam die Gruppe die besondere Gelegenheit per Fly-in Fly-out vom Flughafen in Perth zum Bergwerk ein- und am nächsten Tag wieder ausgeflogen zu werden. Nur mit Handgepäck ging es daher ab 8:30 Uhr mit einer Maschine zum etwa 1.100 km Luftlinie entfernten, im Outback liegendem Flugplatz Boolgeeda nahe des Bergbaustandorts. Nach Ankunft gegen 10:15 Uhr wurde die Gruppe von einer Mitarbeiterin von Rio Tinto am Flugplatz mit

einem geländegängigen Besuchergruppenfahrzeug abgeholt und zur technischen Bergwerksverwaltung gefahren.

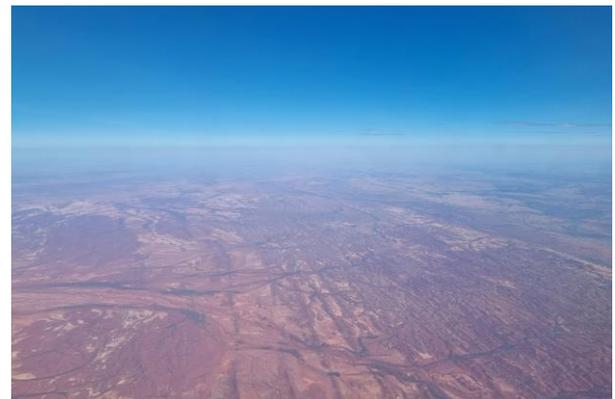


Abbildung 11: Blick aus dem Flugzeug auf das Outback der Pilbara Region

Währenden der kurzen Fahrt dorthin erhielten die Teilnehmenden der Exkursion erste Informationen zur generellen Arbeitsorganisation des Standorts, der sich wie andere durch seine Abgelegenheit und karge Landschaft in der Umgebung auszeichnet. Die Fahrt führte die Gruppe am Camp vorbei, in dem die etwa 1.200 Angestellten zwischen ihren 12 Stunden-Schichten in der Regel acht Tage leben, bevor sie sechs Tage frei haben und zurück nach Perth bzw. nach Hause fliegen. Vor Ort bekamen die Teilnehmer:innen die ersten Road-Trains sowie Infrastrukturen des Standorts, wie etwa die private und ausschließlich für den Eisenerztransport genutzte Bahnlinie zur Küste, zu Gesicht.

Nach einer Begrüßung und Einführung zum Standort und Unternehmen im Bürogebäude erhielt die Gruppe die für die nachfolgenden Befahrungen der prozesstechnischen Betriebsschwerpunkte die nötige persönliche Schutzausrüstung. Insbesondere der Sonnenschutz und die ausreichende Flüssigkeitsaufnahme waren aufgrund der starken Sonneneinstrahlung und einer Temperatur von knapp 40 °C im Schatten bei hoher Luftfeuchtigkeit sehr wichtig.



Abbildung 12: Befahrung des Eisenerztagebaus

Die erste Befahrung führte die Studierenden zu einem Aussichtspunkt innerhalb eines Tagebaus, um den Lade- und Transportprozess zu beobachten. Da die Mehrheit der eingesetzten Schwerlastkraftwagen (SKW) autonom operieren, wurde das Besuchergruppenfahrzeug innerhalb des Tagebaus und auf den Förderwegen durch ein weiteres Befahrungsfahrzeug begleitet. Dieses verfügt – so wie alle Fahrzeuge, die sich regulär in diesen Bereichen befinden – über eine Kommunikationsschnittstelle mit dem aus Perth überwachten autonomen Transportsystem. Um die (Befahrungs-) Fahrzeuge wird so ein Sicherheitsbereich aufgespannt, der Kollisionen mit den autonomen SKW auf den Förderwegen und im Tagebau vermeidet. An dem Aussichtspunkt beobachtete die Gruppe mit dem verantwortlichen Mitarbeiter für den Tagebau die Ladespiele mittels Hochlöffelbagger sowie die autonomen Wagenwechsel der SKW. Der Mitarbeiter erklärte den Studierenden die Funktionsweise des autonomen Transportsystems und zeigte ihnen die technische Ausrüstung in seinem Befahrungsfahrzeug, mit der dieses in das System integriert wird und beispielsweise den anpassbaren Sicherheitsbereich um das Fahrzeug herum

aufspannt. Des Weiteren suchte die Gruppe an dieser Stelle Handstücke und konnte mit dem Personal ins Gespräch kommen, um interessensorientiert Fragen zu den Prozessen im Tagebau, der Förderung etc. zu stellen.



Abbildung 13: Bedieneinheit des Kollisionsvermeidungssystems des autonomen Transportsystems

Das Lösen des Eisenerzes, das in einer Banded Iron Formation (BIF) mit circa 62 % Fe-Gehalt vorliegt, erfolgt konventionell mittels Bohren und Sprengen im Tagebau. Dazu wird eine Flotte automatisierter Singlepass-Bohrgeräte eingesetzt, die die geplanten Abschlüge autonom abbohren. Im Anschluss werden die Bohrlöcher mit ANFO geladen und als Mehrreihensprengungen zur Umsetzung gebracht. So können je Abschlag bis zu 1 Mio. t Erz gelöst werden. Anschließend wird das Erz mit einer Flotte von 9 Hydraulikbaggern und 4 Radlagern auf die weitgehend autonomen SKW geladen. Bei diesen handelt es sich um SKW von Komatsu mit einer Nutzlast von 220 t, die autonom an der Lade- und Kippstelle manövrieren und vorgegebenen Förderwegen folgen. Zusätzlich dienen Grader der Sohlenpflege und Wassertrucks der Staubbeseitigung, der auch in der Regenzeit aufgrund der hohen Verdunstungsrate in der Region trotz der extrem dünnen Besiedelung ein hoher Stellenwert zukommt.



Abbildung 14: Ladespiel eines SKW und eines Hochlöfelfbaggers



Abbildung 15: Autonom fahrende SKW auf dem Weg zur Lade- bzw. Kippstelle

Im Anschluss an die Tagebaubefahrung und ein Mittagessen ging es zur Instandhaltungswerkstatt des Standorts. An einem dortigen Kontrollstand wurde der Exkursionsgruppe ein genaueres Einblick in das Überwachungssystem der Fahrzeugflotte des Standorts gewährt. Von dort können die Live-Standorte jedes Fahrzeuges sowie deren Ziele und Zustände betrachtet werden. In der Werkstatthalle wurden die Teilnehmenden darüber hinaus in die Fahrzeugtechnik in Bezug auf Dämpfungs-, Antriebs- und Bremssysteme der SKW und Wassertrucks sowie Radlader eingeführt. Außerdem erfuhren sie mehr über den hohen Stellenwert der Arbeitssicherheit und über die Arbeitsabläufe sowie typische Maßnahmen und Schäden an den Fahrzeugen. Ein besonderes Highlight war einer der größten Radlader der Welt, der zum Zeitpunkt des Besuchs in der Werkstatt stand, in dessen Schaufel ein Gruppenbild selbstverständlich obligatorisch war.



Abbildung 16: Gruppenbild vor einem CAT 994K Radlader



Abbildung 17: SKW in der Instandhaltungswerkstatt für Großgeräte

Um den weiteren Prozessweg des Eisenerzes nachzuvollziehen, befuhren die Studierenden auch die Aufbereitungsanlagen sowie das Zwischenlager und die anschließende Bahnverladung. Aufgrund des hohen Fe-Gehalts und der Reinheit der Lagerstätte an diesem Standort ist die Aufbereitung deutlich simpler und weniger prozessintensiv als an anderen Eisenerzstandorten in der Pilbara Region oder in Australien im Allgemeinen. Zunächst wurde daher an einem der beiden primären Backenbrecher Halt gemacht, die von den SKW beschickt werden und in Summe einen Durchsatz von bis zu 9.500 t/h haben; entsprechend groß fallen die Brecherstationen aus. Aufgrund der Lage der auf dem Betriebsgelände im Abbau befindlichen Lagerstättenkörper stehen die Vorbrecher an unterschiedlichen Positionen. Mittels einem Magnetabscheider werden nach den Vorbrechern Störstoffe, wie beispielsweise versehentlich vom Bagger geladene Schilder, ausgehoben. Das auf unter 200 mm Korngröße gebrochene Erz gelangt über teils kilometerlange Bandanlagen zur eigentlichen Aufbereitungsanlage.

Dort sind zwei sekundäre Kegelbrecher installiert, die das Erz für die Klassierung weiter auf unter 50 mm Korngröße zerkleinern. Über eine ansteigende Bandanlage wird das Erz auf das angrenzende Siebgebäude transportiert und von einem Verschiebekopf periodisch auf die einzelnen Vorbunker der Siebe verteilt. Abzugstrichter beschicken die sechs parallel installierten Doppeldeck-Schwingsiebe, die ein feines und ein gröberes Produkt erzeugen und den ersten Siebüberlauf den Sekundärbrechern rückführen. Eine automatisierte Probenahmestation nimmt in regelmäßigen Abständen Proben von den Austragsbändern, um die Produktqualität im Labor zu prüfen.



Abbildung 18: Vorbrecher an einer SKW-Kippstelle



Abbildung 19: Bandanlagen und Siebgebäude

Die beiden erzeugten Produkte werden mit Bandanlagen dem Lagerplatz zugeführt, der eine Kapazität von 900.000 t aufweist und bei maximaler Maschinen- und Anlagenauslastung nach 4,5 Tagen ohne Abtransport voll wäre. Am Lagerplatz werden mit auf Schienen verfahrbaren Bandabsetzern Längshalden aufgeschüttet, die für den weiteren Transport wieder mit einem Schaufelrad-Reclaimer aufgenommen werden. Auf diese Weise werden jeden Tag fünf Züge mit jeweils 28.000 t

Erz beladen, die dieses für den Export an die 200 km nördlich des Standorts gelegene Küste transportieren. Die Züge bestehen jeweils aus 240 Waggons und werden durch Diesellokomotiven angetrieben und haben eine Länge von knapp 2,5 km. Auch der Betrieb der Lokomotiven ist vollständig automatisiert, sodass beim Laden, beim Transport auf dem ausschließlich für den Eisenerztransport erbauten Gleisnetz und beim Entladen kein Personal auf den Lokomotiven erforderlich ist. Am Hafen wird durch Blending mit dem Eisenerz anderer Rio Tinto Standorte der Region die Qualität des Eisenerzes auf Markt- bzw. Kundenanforderungen eingestellt, wobei die besondere Qualität des Erzes von Brockman 4 vorteilhaft ist. Der Export erfolgt per Schiff. Beliefert werden vorwiegend Hütten in Asien, aber auch welche in Europa.



Abbildung 20: Schaufelrad-Reclaimer vor einer Längshalde des Lagerplatzes

Nach dem tagfüllenden Programm ging es für die Exkursionsgruppe nach Schichtwechsel um 18 Uhr zum nahegelegenen Camp, in dem die Angestellten zwischen ihren 12-stündigen Schichten untergebracht sind. Dort wurde allen – genau wie den Angestellten – ein Zimmer in der in Containerbauweise errichteten Siedlung zugewiesen. Anschließend ging es in die Mensa des Camps, in der es ein reichhaltiges Buffet gab. In den verbleibenden Abendstunden stand den Teilnehmenden noch die Infrastruktur zur Verfügung, wie z.B. das Camp-eigene Fitnessstudio.



Abbildung 21: Wohnanlage des Camps bei Nacht

Nach einer kurzen Nacht ging es bereits um kurz nach 5 Uhr am Morgen mit dem Shuttle wieder zurück zum Bergwerksgelände. Dort wurde die Exkursionsgruppe in drei Dreiergruppen eingeteilt, die an den Schichtübergaben verschiedener Abteilungen teilnehmen konnten, um die Routinen bei der Schichtübergabe kennenzulernen. Anschließend versammelten sich die Teilgruppen wieder im zentralen Bürogebäude, um sich bei den Mitarbeitenden zu bedanken, die den Besuch am Standort unterstützt und ermöglicht haben. Mit dem Shuttle ging es dann direkt zum Flugplatz Boolgeeda, von wo es mit einer von Rio Tinto gecharterten Maschine zurück nach Perth ging. Im Anschluss ging es mit einem Mietwagen weiter entlang der Küste in das etwa zwei Autostunden südlich von Perth gelegene Bunbury, um von dort zu den nächsten zwei Exkursionszielen des Folgetags zu starten.



Abbildung 22: Morgendämmerung auf dem Bergwerksgelände bei Beginn der Tagschicht



Abbildung 23: Erscheinungsbild der Landschaft in der Umgebung des Bergwerksgeländes

Wir danken Rio Tinto für die Einladung zum Besuch des entlegenen Standorts Brockman 4 sowie für den Fly-in Fly-out Service. Den Mitarbeiter:innen, die uns an den verschiedenen Stationen empfangen und sich für uns Zeit genommen haben, möchten wir ebenfalls besonders für ihr Engagement und den sehr gut organisierten, spannenden sowie erlebnis- und lehrreichen Besuch danken. Definitiv war es besonders, die seltene Gelegenheit zu erhalten, als Exkursionsgruppe den Alltag an einem Fly-in Fly-out Standort über 24 Stunden hautnah mit einer Tagschicht und einer Übernachtung im Camp miterleben zu können. So wurde bereits der erste Exkursionsprogrammpunkt mit Bergbaubezug zu einem von vielen Highlights der Exkursion und legte die Messlatte für die folgenden Exkursionsziele ziemlich hoch.



Tag 6: Lithiumbergwerk Greenbushes & Steinkohlebergwerk Premier Coal, South West

Martin Schulte

Lithiumbergwerk, Greenbushes

Am sechsten Tag unserer Australien-Exkursion verließen wir gegen sieben Uhr morgens unser Hotel in Bunbury. Mit unserem gemieteten Kleinbus fuhren wir ca. eine Stunde lang in die etwa 80 km entfernte Kleinstadt Greenbushes, um dort das Bergbauunternehmen Talison Lithium zu besuchen. Die Region um Greenbushes ist historisch für Bergbau, sowie für Land- und Forstwirtschaft bekannt.

1888 wurde zum ersten Mal in Greenbushes Zinn gefunden. In den Anfängen der 1900er Jahre erlebte die Zinnproduktion in der Region einen regelrechten Boom. Bis zu 1.000 Bergleute arbeiteten in der Region und die Population von Greenbushes wuchs auf rund 3.000 Personen (Talison Lithium 2024a). Im Vergleich dazu lebten Stand 2021 nur 365 Personen in Greenbushes (Australian Bureau of Statistics 2024). Neben Zinn, wurde in Greenbushes auch das strategisch wichtige Mineral Tantal mittels Bagger abgebaut. Im Zuge der Zeit nahmen die Mineralgehalte zunehmend ab und man wendete den Fokus der Gewinnung der alluvialen Lagerstätten auf die Gewinnung der mineralhaltigen Pegmatite im Hartgestein. Die plutonischen Ganggesteine sind durch ihre Grob- bis Riesenkörnigkeit im Zentimeter- bis Meterbereich gekennzeichnet. Zwischen 1977 und 1980 wurde durch zahlreiche Explorationsbohrungen der Lithiumerkörper entdeckt, woraufhin 1983 die erste

Produktionsanlage errichtet wurde. 2007 wurde Talison Lithium Pty Ltd gegründet. Das private Unternehmen wird heute als Joint Venture zwischen Tianqi Corporation/IGO Limited JV und der Albermale Corporation betrieben.

In Greenbushes angekommen erkundete die Exkursionsgruppe die öffentlich zugängliche Aussichtsplattform, welche einen ersten Einblick auf den historischen Cornwall Pit ermöglichte, aus dem früher Zinn und Tantal gewonnen wurden. Nach bestaunen der stillgelegten Grube und einem Kurzvortrag eines Studierenden aus der Gruppe fuhren wir zum Betreiber des Tagebaus, Talison Lithium. Hier wurden wir freundlich vom Unternehmen empfangen. Daraufhin bekamen wir einen interessanten Kurzvortrag über die Unternehmensgeschichte zu hören. Bevor wir allerdings auf das Gelände durften, wurden eine Sicherheitsunterweisung und ein obligatorischer Alkoholtest durchgeführt. Ausgestattet mit entsprechender Schutzkleidung durften wir nun das Gelände des Lithium-Tagebaues betreten.



Abbildung 24: Tagebaurestloch der früheren Tantal- und Zinnengewinnung

Am Rande des Tagebaus angekommen erhielt die Exkursionsgruppe einen Überblick der verschiedenen gewonnenen Gesteine und deren respektiven Erzgehalte. Des Weiteren erhielten wir einen Einblick in das operative Geschäft. Die Gewinnungsmethode erfolgt mittels konventionellem Bohren und Sprengen. Die Sprengbohrlöcher werden mit mehreren Single-Pass Bohrgeräten abgeteuft und anschließend mit ANFO-Sprengstoff (Ammonium Nitrate Fuel Oil) beladen. Das gesprengte Haufwerk wird darauffolgend mit einem Hochlöffelbagger auf eine Flotte SKW geladen und zu den Aufbereitungsanlagen transportiert.



Abbildung 25: vorne: Bohren und Besetzen von Sprengbohrlöchern; hinten: Laden und Fördern

Talison Lithium betreibt in Greenbushes vier Aufbereitungsanlagen, wobei zwei davon Lithiumkonzentrat in chemischer Qualität herstellen, eine davon Lithiumkonzentrat in technischer Qualität herstellt und die Letzte zur Aufbereitung historischer Rückstände aus den Absetzbecken (Tailings) genutzt wird. Dabei wird lithiumoxidhaltiges Erz der Aufbereitung zugegeben und mittels Schwererrennung, Gravitation, Magnetismus und Flotation

zu einer Bandbreite an Lithiumkonzentraten verarbeitet. Die entstehenden Rückstände werden auf vier Absetzbecken verteilt, wo diese sedimentieren können.



Abbildung 26: Gruppenbild bei Talison Lithium

Die Pegmatite von Greenbushes gehören zur Lithium-Cäsium-Tantal-Familie. Das Greenbushes-Pegmatitvorkommen erstreckt sich entlang einer bedeutenden nordwestlichen regionalen Störungszone, welche etwa 2.5 Milliarden Jahre alt ist. Der Pegmatit besteht aus einer großen Hauptzone von über 3 km Länge und bis zu 300 m Breite mit zahlreichen kleineren Pegmatitgängen und -pods, die den Hauptkörper flankieren. Die Pegmatite von Greenbushes sind mineralogisch in einem linsenförmigen Wechsellmuster entlang des Streichens und des Einfallens zoniert. Die Lithiumzone erstreckt sich über mehr als 2 km und ist angereichert mit dem lithiumhaltigen Mineral Spodumen, das oft 50 % des Gesteins ausmacht. Der Pegmatit von Greenbushes hat einzigartige Merkmale, die ihn von vielen anderen Pegmatiten mit seltenen Metallen unterscheiden (Talison Lithium 2024b).



Abbildung 27: Blick auf den Lithiumtagebau

Besonders interessant für unsere Exkursionsgruppe waren die Expansionsvorhaben von Talison Lithium in der nahen Zukunft, denn das Unternehmen gilt schon heute als eines der Topproduzenten von Lithiumkonzentraten weltweit mit einer Produktion von rund 1,34 Millionen Tonnen im Jahr. Dabei vergrößern sie das Abbaugelände von derzeit 1.591 ha auf 1.999 ha. Das Unternehmen sieht nach eigenen Angaben vor seine Produktion bis zum Ende des Jahres 2024 zu verdoppeln. Dabei kommt ihnen ihre geografische Lage zugute, denn der Bergbaubetrieb liegt nur 250 km südlich von Perth und Fremantle welche einen bedeutenden Containerhafen haben und ca. 90 km südöstlich von Bunbury, wo ein wichtiger Hafen für Massengutumschlag ist. Des Weiteren hat das Leichtmetall weltweit einen hohen Stellenwert mit zahlreichen Anwendungen beispielsweise für die Nutzung in Batterien, in der Pharma- und Chemieindustrie sowie für die Herstellung von Glas und Keramik.

Nach der Besichtigung des Tagebaus sowie der Aufbereitungsanlagen und der Absetzbecken war

es an der Zeit Abschied zu nehmen. An dieser Stelle gebührt Talison Lithium ein großes Dankeschön für diese besondere Gelegenheit und Erfahrung.

Von Greenbushes aus ging die Fahrt weiter nach Collie, um unser nächstes Exkursionsziel zu erreichen. Da das Team von Talison Lithium uns üppige „Lunchpakete“ bereitgestellt hat, entschlossen wir kurz vor Collie an einem See Rast zu machen und die gewonnenen Eindrücke auf uns wirken zu lassen.



Abbildung 28: Picknick am vermeintlichen See



Silas Beckord

Steinkohlebergwerk, Collie

Nach der erfolgreichen Mittagspause am See bei Collie ging es weiter zum zweiten Bergwerk für den Tag: Der Steinkohlentagebau von Premier Coal. Premier Coal wird von Yancoal gemanagt, die vor allem in Ost-Australien Kohlebergwerke betreibt. Yancoal beschäftigt in Australien insgesamt rund 4.800 Mitarbeitende, wovon ca. 485 in Collie arbeiten.

Die Steinkohlenlagerstätte in Collie liegt geologisch im Collie Subbasin und ist Teil des Perth Basin, welches dem Perm zugeordnet wird. Der Strip-Ratio liegt momentan bei 8:1, wird aber aufgrund der Geologie und der erreichten Teufe in den nächsten Jahren deutlich steigen, teilweise bis auf 40:1. Außerdem liegt die Kohle in schwierigen geologischen Verhältnissen vor – Verwerfungen und Störungen erschweren die Abbauplanung und den Abbau.

Der Abbau des Deckgebirges erfolgt mit Hochlöf­fel Seilbaggern von P&H, das Flöz wird mit hydraulischen Tief­löf­felbaggern von Liebherr auf Caterpillar SKWs der 240 Tonnen-Klasse verladen. Je nach Beschaffenheit des Gebirges, werden sowohl Deckgebirge als auch Flöz vorher gesprengt oder mit Kettenraupen aufgelockert. In den letzten Jahren konnten das Ingenieursteam der Premier Coal die Effizienz des Betriebs deutlich erhöhen. Beispielsweise wurde die Anzahl der Abbauorte pro Sohle verringert, dadurch konnte die Tonnage unter Einsatz von weniger Betriebsmitteln erhöht

werden. Die gewonnene Kohle wird über je eine Bandanlage direkt an zwei umliegende Kraftwerke geliefert. Außerdem gibt es eine Gleis- und eine Road-Train-Verladung, um überregionale Kunden zu bedienen.



Abbildung 29: Abraumbeseitigung mit Seilbagger und SKW



Abbildung 30: Gewinnung des Kohleflözes mit Hydraulikbagger, SKW und Raupe

Neben der schwierigen Geologie sind Brände im Flöz, sowie auf den Halden ein Problem. Durch kleinere Halden werden diese verringert. Staub ist

außerdem eine der größten Emissionen des Betriebs. In Collie wurde die Kohle bis in die 90er auch untertägig abgebaut. Die verbliebenen Strecken werden teilweise vom Tagebau durchörtert. Die Abbauplanung muss entsprechend reagieren und darauf achten, dass die Lage der Strecken bekannt ist.



Abbildung 31: Staubemissionen des Tagebaus

Aufgrund des sehr weit fortgeschrittenen Tagebaus, gestaltet sich die Wasserhaltung als sehr aufwendig. Das gepumpte Wasser wird in einem Klärwerk konditioniert und kann in den lokalen Fluss geleitet werden, wodurch das Grubenwasser der Region zur Naherholung und als Wasserquelle dient, auch die Fischbestände der Flüsse sind dadurch stabil. Diese Wasserquelle versiegt mit dem Abschluss der Renaturierung und die Region wird wahrscheinlich geringere Wasserstände erwarten müssen.

Die Premier Coal Mine läuft ihrem Abbauende 2029 schnell entgegen. Viele Abbauabschnitte wurden bereits renaturiert. Premier Coal betreibt

dafür ein Haldensystem, in dem das Deckgebirge nach vier verschiedenen Qualitätsstufen gelagert und in der Renaturierung entsprechend wieder eingesetzt werden kann. Die wiederhergestellten Flächen werden mit lokalen Baum- und Pflanzenarten aufgeforstet, sodass die vorherrschende Flora nachempfunden wird. Für einige Flächen ist dieser Prozess bereits abgeschlossen und sie wurden an die Gesellschaft zurückgegeben. Neben Wald werden in der Renaturierung auch Wasserflächen geschaffen, welche später als Naherholungs- und Fischgebiet dienen.



Abbildung 32: Kohlenhalde mit renaturiertem Wald im Hintergrund

An dieser Stelle gilt es, ein großes Dankeschön an alle Beteiligten von Premier Coal auszusprechen. Obwohl wir nur einen Nachmittag vor Ort waren, konnten wir einen tollen Überblick über alle Prozessschritte gewinnen: Von der Abbauplanung, über die Gewinnung bis zur Renaturierung. Auf dem Weg zurück nach Perth, konnten wir aus dem Auto noch mehr von der renaturierten Fläche anschauen.



Tag 7: Eisenerzbergwerk Roy Hill, Pilbara

Jasmin Groß

Am siebten Tag, ungefähr bei der Mitte der Exkursion angekommen, hatte die Aachener Gruppe noch einmal einen langen Tag vor sich. Auf dem Plan stand die Befahrung von Roy Hill, inklusive morgens Hin- sowie nachmittags Rückflug. Das frühe Aufstehen war man bereits gewohnt und auch das Zum-Flughafen-Fahren, Einchecken, Warten wurde später auf der Reise noch zur Routine. Es stand also ein ca. einstündiger Flug an, Ziel: Ginbata.



Abbildung 33: Ankunft am Flugplatz Ginbata im Outback

In Ginbata gelandet, die Mitpassagiere ausschließlich in gelben, blauen oder pinken Arbeitshemden, allesamt Roy Hill Mitarbeiter:innen, wurden alle erstmal durch ein kleines Gebäude geführt. Dort, ähnlich wie in einem Supermarkt, gab es Kühlregale mit verschiedenen fertig vorbereiteten Mittagessen, Obst und andere Snacks. Also packten sich alle eine Tüte mit leckerem Essen zusammen

und die Befahrung konnte beginnen. Als erster Programmpunkt stand eine sehr ausführliche Vorstellung der unterschiedlichen Abteilungen der Operation an. Dazu gab es Sandwiches.



Abbildung 34: Wie in den anderen Bergwerken hat auch Roy Hill Sicherheitskleidung gestellt. Hier besonders: Die ausgeteilten Sicherheitshelme waren in einem saftigen Pink (die Begeisterung war groß!).

Das Unternehmen unterteilt sich in die Abteilungen: Erz-Identifizierung (Ore Definition), Geologie (Mine Geology), Abbauplanung (Planning), Hydrogeologie (Hydrogeology), Metallurgie (Metallurgy).

Die Erz-Identifizierung befasst sich mit dem Sammeln geochemischer sowie physikalischer Daten, um daraus Modelle des Erzkörpers zu erstellen. Dafür werden Bohrungen eingesetzt. Das Erz befindet sich zumeist flach liegend, mit Neigungen bis zu 10°, an der Oberfläche. Es hat eine durchschnittliche Mächtigkeit von 12 m (2-44 m). Die

Bohrungen werden auf eine Tiefe von 15 m erstellt. Die Bohrungen werden aus zwei Gründen erstellt: einerseits, um den Gehalt des abgebauten Erzes zu kontrollieren (Tagesgeschäft), andererseits, um den Erzkörper vor dem Abbau zu bestimmen. Für Letzteres sind die Bohrarbeiten bereits ein ganzes Jahr vor dem Abbau des jeweiligen Bereichs zugange. Die aus den Bohrungen gewonnenen Bohrkerne werden zu einer erweiterten Analyse in ein externes Labor in Perth gebracht.



Abbildung 35: Typische geologische Strukturen in der Region – sehr flach mit einzelnen Erhebungen

Die Abteilung Geologie hat als Ziel die Erz-Gewinnung zu maximieren, ohne eine Verunreinigung des Erzes in Kauf zu nehmen. Es werden verschiedene Produkte erzeugt, je nach Bedarf des Käufers, etwa mit hohen Silikat- bzw. Aluminiumanteilen. Als Besonderheit dieser Operation ist zu erwähnen, dass Roy Hill eine „Single Source Operation“ ist, also nur aus einer Lagerstätte heraus agiert und somit nicht auf weitere Abbaugelände zurückgreifen kann, um den Gehalt des Erzes anzupassen. Die tagtägliche Arbeit der Abteilung Geologie umfasst das Beprobieren des Bohrkleins der Sprengbohrlöcher, die Überwachung der 17 Bagger sowie die Überwachung der Stabilität der Steilwände. Hierbei wurde als großer Faktor für die Beprobung die lange Trockenzeit hervorgehoben. Zur Überwachung der Steilwände werden Radarsysteme eingesetzt. Als weitere Errungenschaften im Bereich Technologie wurden „Blast-Movement-Tracking“ (ORE PRO 3D), das eine Vermischung von Erz und Bergen verhindern soll, und „Downhole Automatic Assay“ genannt. Letzteres Verfahren (EPIROC) befindet sich in der Testphase,

es soll eine Überwachung mittels Radiostrahlung direkt hinter dem Bohrkopf möglich werden.

In der Abbauplanung wird der strategische Plan des Bergwerks entwickelt. Dabei ist in drei relevante Gruppen einzuteilen: den „Life of Mine Plan“, der den gesamten Lebenszyklus der Lagerstätte abdeckt, den „Medium Term Plan“, der die Prioritäten des Unternehmens definiert sowie den „Monthly Plan“ und den „Weekly Plan“, die in die Details des Abbaus hinein gehen. Die Abteilung Planung hat als Besonderheit deren veränderliche Arbeit im Verlauf des Jahres. So wird im Juli der Budgetplan aufgestellt. Im November wird der Life-of-Mine-Plan überarbeitet. Im Dezember wird schließlich der strategische Plan für das nächste Jahr ausgearbeitet. Dabei werden verschiedenste Planungshorizonte berücksichtigt, um flexible Optionen, je nach Entwicklung des Jahres, zur Verfügung zu haben. Weitere Leistungen der Abteilung sind unter anderem die Pit-Optimization, das JORC Reserve Statement, die Auswahl der mobilen Arbeitsmaschinen und die Integration von Wartezeiten in die Planung. Hervorgehoben wurde die Notwendigkeit einer guten Kommunikation mit den anderen Abteilungen. Es sei wichtig alle zu integrieren, um ein guter Planer zu sein.



Abbildung 36: Blick in einen Tagebau mit Innenkippe

Die Abteilung Hydrogeologie ist für die Haushaltung der natürlichen Wasserressourcen im Bereich der Lagerstätte und des Eingriffsgebiets verantwortlich. Dies beinhaltet sowohl die Entwässerung (der Entwässerungsplan ist auch Teil des „Mine Plan“) der Abbaufelder als auch die Kontrolle über die wieder zugeführten Wässer. Außerdem eingebunden sind im Kreis geführte Wässer sowie die

Bereitstellung von Wasser für die Aufbereitungsanlage. Mit 237 operierenden Entwässerungsbohrungen werden 180 Mio. t Wasser am Tag gepumpt. Damit sei es alle 14 Tage möglich ein Stadion zu füllen. Das gepumpte Wasser zeigt Qualitätsschwächen auf, insofern es sehr salin ist. Zur Überwachung des Gesamtsystems, wie etwa zur Kontrolle des Grundwasserspiegels wird viel Technologie eingesetzt. Ungefähr 40 % des abgepumpten Wassers werden in einen Transferteich geleitet. Die Rückführung des Wassers erfolgt schließlich zu zwei Seiten des „Fortescue Marsh“, ein großes, natürliches Feuchtgebiet.



Abbildung 37: Pumpstation zur Tagebausümpfung

Die Abteilung Metallurgie ist für die Aufbereitung des Erzes verantwortlich. Roy Hill setzt im Gegensatz zu anderen Wettbewerbern in der Eisenerzgewinnung nicht nur auf „Direct Shipping Ore“, also Erz, dessen Gehalt von vornherein hoch genug ist, um es direkt zu verkaufen. Stattdessen wird zusätzlich auf eine Nassaufbereitung gesetzt. Die Produktion erzeugt 62 Mio. t pro Jahr die sich in 30 % lump ore und 70 % fines aufteilen. Die Aufbereitungsanlage umfasst das Waschen, Sieben, Entsandern und Entwässern des Erzes. Das Aufgabematerial benötigt eine Stunde, um die ganze Anlage zu durchlaufen. Um auch die allerfeinsten Eisenpartikel zu gewinnen, wird eine WHIMS (Wet High Intensity Magnetic Separation) verwendet, die mit 0,8-10 Tesla magnetische Partikel aussortiert. Trotzdem werden aktuell noch große Mengen an nicht sortierbarem Material auf die Halde gekippt. Diesen Verlust einzugrenzen, stellt zukünftig eine der Herausforderungen des Unternehmens dar. Zusätzlich wurde bereits eine Rückgewinnung der Absetzteiche als Ziel gesetzt. Der

Transport des Erzes erfolgt per Zug. Mit 240 Waggons und einer Gesamtbeladung von ca. 34.800 t erfolgen sieben Transporte am Tag.

Fun Fact: Teile der Aufbereitungsanlage sind pink lackiert, um – genau wie die pinken Helme, Warnwesten und manche Maschinen – auf die Brustkrebsvorsorge aufmerksam zu machen.



Abbildung 38: Mit Eisenerz beladenen Waggons eines scheinbar nicht endenden Zuges

Im Anschluss an diese ausführliche Unternehmenspräsentation fuhr die Exkursionsgruppe ins Feld, um sich die Operation auch von Nahem und in Echtzeit anschauen zu können. Bei deutlich erhöhten Temperaturen und ebenfalls erhöhter Luftfeuchtigkeit wurden im Vorhinein gekühlte Wasserflaschen verteilt. Dann ging es los auf eine Tour vorbei an sehr vielen SKWs. An der Ladestelle angekommen wurde der Gruppe das Privileg zuteil, dass die Ladespiele unterbrochen wurden, damit die Besuchenden sich Haufwerk und Bagger von Nahem anschauen konnten. Es wurden ein paar Minerale gesammelt und sehr viele Fotos von dem beeindruckenden Tieflöffelbagger geschossen. Nach ein paar Minuten standen 4 SKWs in Reihe und die Beladung sollte fortgesetzt werden. Somit ging es auch für die Exkursionsgruppe weiter. Es wurde noch eine weitere Grube angefahren sowie im Anschluss eine Bohrstelle. Dann ging es auch schon zurück zu den Bürogebäuden und es war Zeit für eine Mittagspause. In der Pause stellte sich die Chefin („Mine Manager“) vor und berichtete über ihren Werdegang. Außerdem gab es Sandwiches. Es ergaben sich noch einige mehr interessante Gespräche und dann ging es auch schon wieder ins Feld.



Abbildung 39: Ladezyklus mit Tieflöffelbagger und SKW

Als letzter Tagespunkt stand die Begehung der Aufbereitungsanlage an. Auf dem riesigen Stahlgerüst gab es unzählige Treppen, wo es hoch und runter ging. Vorbei an Filterbandgurten, Sortierspiralen und Hydrozyklonen. Aus der Ferne konnte die Größe der Kugelmühlen bestaunt werden.



Abbildung 40: Begehung der Aufbereitungsanlage des Eisenerzes – oben sind fünf Kugelmühlen erkennbar

Schließlich endete der Tag bei Roy Hill mit einem isotonischen Wassereis auf die Hand und ehe man sich versah, saß die Exkursionsgruppe einmal mehr im Flugzeug, wieder auf dem Weg nach Perth. Ein langer Tag der sicherlich eine Menge Impressionen bereithalten konnte. Die Gruppe hat reale Eindrücke gewonnen und in zahlreichen Gesprächen Einblicke in die tagtägliche Arbeit der Ingenieure vor Ort erhalten. Der eine oder andere pinke Helm wurde als Souvenir mitgenommen und wird bestimmt in guter Erinnerung aufbewahrt werden.

Vielen Dank an Roy Hill für diesen ereignisreichen Tag und insbesondere auch an die netten Menschen, die sich für uns Zeit genommen haben!



Tag 8: Eastern Goldfields, Kalgoorlie und Curtin University

Mauritz Oehmen und Selina Pelzer

Am achten Tag der WA-Exkursion reiste die Gruppe nach Kalgoorlie-Boulder in die Eastern Goldfields. Die Region ist ein Teil der Goldfields-Esperance, auch als Goldenes Outback bekannt, und von historischer und geologischer Bedeutung für WA. Sie liegt auf dem Yilgarn-Kraton, der sich im Präkambrium durch die Subduktion und Kollision der Terrane formte. Infolgedessen finden sich in der Gegend Gesteine, die rund 2,7 Milliarden Jahre alt sind und somit zu den ältesten der Welt zählen. Der Reichtum an Rohstoffen im Goldenen Outback ist hauptsächlich mit dem Norseman-Wiluna Greenstone Belt verbunden. Dieser Gürtel besteht aus mafischen bis ultramafischen Vulkaniten wie Komatiiten, Sedimentgesteinen und Metamorphiten, die teilweise durch Krustenverdickung und Orogenese entstanden sind. Nickel, Platingruppenelemente, Seltene Erden, Cobalt in Komatiiten sowie Gold, zum Beispiel in Quarzgängen (Erzgängen) oder in Sulfiden und Telluridkomplexen, bilden heute die Grundlage für die bergbauliche und metallurgische Aktivität. Tatsächlich beherbergt die Region etwa 60 % der globalen Nickel-Komatiit-Reserven.



Abbildung 41: Blick auf Kalgoorlie, den Super Pit und dessen Halde beim Landeanflug



Abbildung 42: Ankunft am Flughafen in Kalgoorlie

Kalgoorlie-Boulder zählt mit seiner Bevölkerung von 30.000 Einwohnern zu den größten Städten des australischen Outbacks. Der Goldrausch, der im Jahr 1893 durch ein 40 kg schweres Goldnugget ausgelöst wurde, führte innerhalb von nur zehn

Jahren zu einer rasanten Besiedlung mit 30.000 Menschen. Die Verfügbarkeit von Wasser wurde daher durch die Fertigstellung des Goldfields Water Supply Scheme und der Golden Pipeline im Jahr 1903 gewährleistet. Das Gebiet um die großen Goldbergwerken, die den ursprünglichen Goldfund umgeben, wird oft als „Golden Mile“ bezeichnet und galt als die reichste Quadratmeile der Welt. Traditionell und kulturell wird das Land dem Volk der Madawangka-Aborigines zugeordnet, die maßgeblich zur Erschließung der Wasservorkommen und zur Entdeckung des Goldes beigetragen haben.



Abbildung 43: Typisches Erscheinungsbild der Straßen und Häuser in Kalgoorlie

Kalgoorlie beherbergt auch den Campus der Curtin University – School of Mines. Die Universität ist bekannt für ihre Ausbildungsprogramme in den Bereichen Bergbauingenieurwesen, Prozessingenieurwesen, Geologie und Medizin. Die praxisorientierten Masterprogramme bereiten die Studierenden intensiv auf die komplexen Anforderungen

im Bergbauingenieurwesen vor, einschließlich Blast design, spezieller Softwareanwendungen und weiterer spezialisierter Fähigkeiten. Ein Aspekt, den die Teilnehmer:innen der Exkursion hervorhoben, sind die im Vergleich zu Europa höheren Studiengebühren. Diese werden jedoch häufig durch Industriestipendien abgedeckt. Viele der Masterstudierenden sind bereits in Werkstudentenpositionen engagiert und arbeiten während der Semesterferien in Bergbauprojekten im ganzen Land.



Abbildung 44: Moderner Hörsaal der Curtin University



Abbildung 45: Nachempfundenes Krankenhauszimmer zur Ausbildung von medizinischem Personal



Tag 9: Goldbergwerk KCGM, Goldfields-Esperance

Arne Bock

Der KCGM Super Pit liegt auf der „Golden Mile“, einem der reichsten Goldfelder der Welt, in den Eastern Goldfields of Western Australia. Dieses Bergwerk steht seit über 100 Jahren im Zentrum der Goldproduktion Australiens und grenzt direkt an die Stadt Kalgoorlie.

Der Super Pit wird von der Kalgoorlie Consolidated Gold Mines (KCGM) Pty Ltd betrieben, bis 2021 ein Joint Venture unterschiedlicher Firmen. Seit 3 Jahren werden die KCGM Operations nur noch von einer Partei kontrolliert, und zwar Northern Star Ltd. (The Super Pit 2021) Dem Namen KCGM entsprechend, ist das Bergwerk ein Ergebnis der Konsolidierung zahlreicher Bergwerke, die seit Ende des 19. Jahrhunderts in Betrieb waren. Die Maße des Tagebaus mit seiner Fläche von ca. 9 km² und einer Teufe über 600 m am tiefsten Punkt konnten wir in Begleitung einiger Mitarbeiter vom internen und externen Outlook aus bestaunen. Die fast vertikalen Böschungen sind beeindruckend. An diesen Böschungen wurden die alten bergmännische Hohlräume sichtbar, die Zeugnis von der langen Geschichte des Bergwerks ablegen.



Abbildung 46: Perspektive vom internen Aussichtspunkt in den Super Pit – die Komatsu PC8000 sind trotz ihrer Größe nur kleine, kaum erkennbare Punkte in der Ferne



Abbildung 47: Blick vom öffentlichen Aussichtspunkt in den Super Pit

Vom externen Aussichtspunkt wirkte der Super Pit beeindruckender als vom internen Aussichtspunkt, da man den Tagebau von dort über seine Längsachse überblicken kann. In den Böschungen

des Tagebaus sind die nun zu Tage tretenden Strecken der ehemaligen einzelnen Goldbergwerke als kleine dunkle Punkte aus der Ferne zu erkennen.

Im Zuge der Konsolidierungen wurden alle untertägigen Operationen eingestellt, die Mt Charlotte Mine stellt hierbei die einzige Ausnahme dar. Die Existenz der alten Stollen stellt beim übertägigen Abbau eine Herausforderung dar, die Hohlräume müssen im Sinne der Arbeitssicherheit mit einem Bodenradar aufgespürt werden.

Die Befahrung der Aussichtspunkte ermöglichte ein besseres Verständnis für die (steigenden) Herausforderungen des Tagebaus, vor allem dafür, wie viel Gestein zur Goldförderung abgetragen werden muss. Der Tagebau nach der Teufe ermöglicht die Bewegung dieser gewaltigen Gesteinsmassen, weshalb, trotz hoher Abraumkennziffer, große Mengen Erz kosteneffizient gefördert werden können. Bergwerke dieser Dimension sind vom Einsatz der größten Maschinen abhängig, etwa des Komatsu PC8000, in dessen 28 m³ Löffel unsere Gruppe für ein Gruppenbild problemlos mehr als dreimal Platz gefunden hätte.



Abbildung 48: Gruppenbild im ausgestellten 28 m³ großen Baggerlöffel

Beim Super Pit handelt es sich um den größten Goldtagebau Australiens und einen der größten Weltweit. Aktuelle Schätzungen gehen davon aus, dass das Bergwerk noch viele Jahre produzieren wird, mit einer jährlichen Goldproduktion von etwa 21 t. Die Gesamtressourcen und -reserven sind beeindruckend, in den letzten 120 Jahren wurden an der Golden Mile etwa 1.800 t produziert. Der Erzgehalt ist in den letzten 25 Jahren von

ca. 2,4 g/t auf 1,3 g/t gesunken, was die steigenden Effizienzanforderungen an Abbau- und Aufbereitungsmethoden verdeutlicht. Die Produktionskosten haben sich im gleichen Zeitraum fast versiebenfacht. (The Super Pit 2021)

Im Untersuchungslabor für Bohrkern erlärten uns Geologen, wie sie Bohrkern untersuchen, um die Lagerstätte kontinuierlich modellieren und analysieren zu können. Uns wurde anhand mehrerer Beispiele erklärt, auf welche unterschiedlichen Weisen das Gold in der Lagerstätte vorliegt und wir durften selbst versuchen, es in den vielen Bohrkernen zu finden. Genauere Untersuchungen mit technischen Hilfsmitteln sind entscheidend für die Planung des Abbaus, da sie sicherstellen, dass die Ressourcen effizient und selektiv gewonnen werden können. Hierbei ist zu beachten, dass das Gold meistens nicht per Auge sichtbar ist, weil es chemisch gebunden, beispielsweise in Telluriden, vorliegt.



Abbildung 49: Gediegenes Gold, eingeschlossen im Gestein. Dieses Nugget – kaum größer als ein Streichholzkopf – war das größte Stück Gold, das wir an diesem Tag zu Gesicht bekamen.



Abbildung 50: Begutachtung von frisch gezogenen Erkundungsbohrkernen

Die untertägige Tour durch die Mt Charlotte Underground Mine war das Highlight des Ausfluges und in der gesamten Exkursion unser einziger Einblick in ein untertägiges Bergwerk. Mit vier Geländewagen fuhren wir in das untertägige Bergwerk durch ein Portal am Rande des Tagebaus ein. Die Rampe wurde im Jahr 1997 aufgeföhren und macht das Bergwerk Mt Charlotte für PKW und Großmaschinen einfach zugänglich und dient gleichzeitig der diskontinuierlichen Haufwerksförderung.

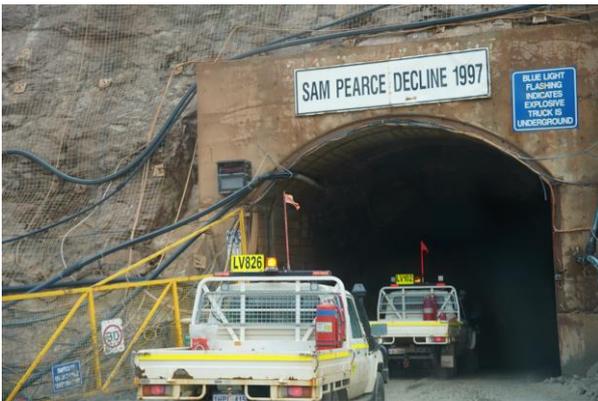


Abbildung 51: Einfahren im Convoy über die Förderrampe in das Revier „Hidden Secret“ des Bergwerks

In der Mt Charlotte Mine erfolgt der Abbau auf mehreren Sohlen, die bis in eine Teufe von 1.200 m reichen. Uns wurde ein Ankerbohrwagen mit zwei Lafetten bei der Operation demonstriert. Vor allem aber beim Sublevel Stoping die besondere Gelegenheit zu erhalten, in einen ausgeerzten Hohlraum zu blicken, war Gold wert. Die Dimensionen des Hohlraums – 50x50 m söhlinger Querschnitt bei einer vertikalen Ausdehnung von 80 m – waren beeindruckend.



Abbildung 52: Gruppenbild vor einem offenen ausgeerzten Sublevel Stope



Abbildung 53: Die Exkursionsgruppe lässt sich einige Besonderheiten der Mt Charlotte Mine erklären



Abbildung 54: Bohrwagen beim Setzen von Gebirgsankern und Verzugsmatten zur Gebirgssicherung

Beim Verlassen des Bergwerks entschieden sich unsere Begleiter für die Seilfahrt. Der Boden des Förderkorbs, ein Gitter statt einer massiven Platte, ermöglichte den Blick in die Tiefe des Schachts. Dies war sicherlich nichts für schwache Nerven, doch vertrauten alle von uns in die Zuverlässigkeit der Konstruktion.



Abbildung 55: Blick durch den Gitterboden des Förderkorbs in die Tiefe des Schachts beim Ausfahren



Abbildung 56: Begeisterung nach der Grubenfahrt

Nach der Gewinnung wird das Erz (13 Mio. t pro Jahr) in einem komplexen Aufbereitungsprozess behandelt, um das Gold zu extrahieren. Dieser Prozess umfasst Brechen, Mahlen, Flotation und Cyanidlaugung. Das gelaugte Gold wird mittels Carbon-in-Pulp (CIP)-Technologie extrahiert, eine effiziente Gewinnungsmethode mit Aktivkohle. Die Aufbereitungsanlagen sind hochmodern und auf maximale Effizienz und Umweltverträglichkeit ausgelegt. KCGM unternimmt verschiedene Maßnahmen gegen die problematischen Auswirkungen der Rohstoffextraktion und -Aufbereitung und nennt dabei die 3 Hauptthemen Wasser, Tailings und Cyanid. (Kalgoorlie Consolidated Gold Mines)

Zum Abschluss unseres Besuchs gewährte man uns einen Blick in den Kontrollraum der Mt Char-

lotte Mine. Diese Erfahrung rundete unser Verständnis der technischen und organisatorischen Aspekte des Betriebs ab. Von hier kann ein Mitarbeiter in Echtzeit zum Beispiel Sicherheitskameras überwachen oder den Grubenfunk nutzen, um Statusabfragen der Belegschaft zu erlangen. Der Ausflug endete in geselliger Runde mit Pizza, während weitere Fragen vom Personal der Northern Star Ltd. mit Freude beantwortet wurden. Dieser Austausch war uns wertvoll, und wir möchten unseren Dank für die Gastfreundschaft und die bereitwillig geteilten Kenntnisse aussprechen.

Unsere Exkursion zum Kalgoorlie Super Pit und der Mt Charlotte Underground Mine bot tiefe Einblicke in die technischen, geologischen und menschlichen Aspekte des Goldbergbaus in WA. Die Kombination aus technischem Verständnis, historischem Kontext und direkter Erfahrung machte diesen Ausflug zu einem unvergesslichen Erlebnis. Daher danken wir KCGM für die seltene Möglichkeit, den Super Pit sowie die Mt Charlotte Mine besucht haben zu können. Unseren Dank möchten wir zudem auch an das Personal richten, dass uns den Bergwerksbetrieb gezeigt und uns alles erklärt hat.



Tag 10: Red Hill und Rückflug nach Perth

Jasmin Groß

Der zehnte Tag hielt für die Gruppe die Erkundung der Umgebung von Kalgoorlie sowie den Rückflug nach Perth bereit. Als ersten Tagespunkt ging es nach einem leckeren Frühstück in das „Museum of the Goldfields“ in Kalgoorlie. Hier fand eine historische Nacharbeitung der letzten Tage statt. Das Museum zeigt die reiche Geschichte der Eastern Goldfields und das Bergbaugebiet der Stadt. Die Gruppe bekam dort einen großartigen Einblick in die einzigartige Rolle, die die Stadt in der Entwicklung von WA gespielt hat, sowohl als Zentrum des Bergbaus als auch durch ihre Lage am Rande der Nullarbor Plain.



Abbildung 57: Road-Tain zur Mt Charlotte Mine

Das Museum besitzt eine beeindruckende Nugget- und Münzsammlung und gibt den Besuchern einen Einblick in das Leben der Bergarbeiterfamilien in den frühen 1900er Jahren. Vom Fördergerüst, das in das Museum integriert ist und zu einer ehemaligen Schachanlage gehörte, hatte man einen guten Ausblick auf Kalgoorlie und die Umgebung inklusive des Super Pits sowie der Mt Charlotte Mine, die wir bereits besucht hatten.



Abbildung 58: Historische Goldmünzen

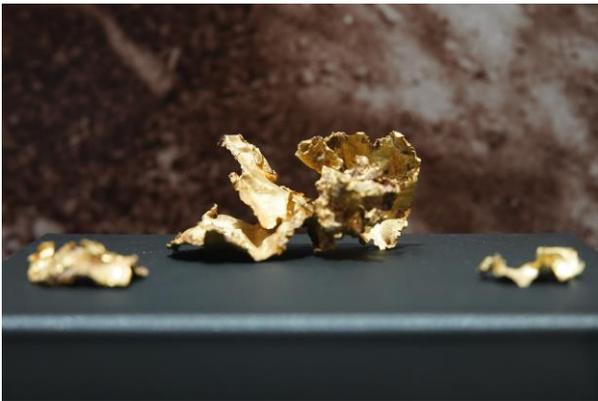


Abbildung 59: In der Region gefundene Goldnuggets

Besonders spannend waren Erzählungen über die ersten Goldgräber und die mit der Goldsuche entstandenen Konflikte. Interessant waren auch die Ausstellungstücke, wie etwa Goldwaschpfannen. Hierbei zu betonen ist, dass bei der Goldsuche im trockenen Outback Australiens kein Wasser für die Aufbereitung eingesetzt werden konnte. Deshalb musste eine trockene Wäsche stattfinden, die eingesetzten Waschpfannen wiesen deshalb auch eine etwas andere Form auf als nass verwendete Exemplare. Im Außenbereich des Museums fand der Einblick in das Leben der Bergleute statt. So waren eine Rekonstruktion der typischen Wohnung von Bergleuten (inklusive Familie) sowie weitere typische Einrichtungen des alltäglichen Lebens zu betrachten (so etwa ein kleines Haus auf Schienen).



Abbildung 60: Haus auf Schienen



Abbildung 61: Goldwaschpfannen

Im Anschluss an den Museumsbesuch ging es ins Auto und ab auf die Straße. Kalgoorlie wurde verlassen und die karge Umgebung betrachtet. Als Ziel hatte man sich den Red Hill Aussichtspunkt gesetzt. Von dort aus ergab sich eine Aussicht über den Salzsee Lake Lefroy (Western Australia 2024b). Der Red Hill liegt nicht unweit des ersten Fundorts eines Nuggets in der Region durch Jerry McAuliffe. Im Anschluss wurde dort weitgehend Goldbergbau betrieben. (Red Hill Gold Mine (Gentle Polly), Kanowna Goldfield, Kalgoorlie-Boulder Shire, Western Australia, Australia 2024)



Abbildung 62: Ein im Outback klassisches Straßenschild



Abbildung 63: Blick auf den Salzsee Lake Lefroy

Auch die Aachener Studierenden versuchten sich ihres Glücks und gingen auf die Suche nach Gold. Viele Steine wurden umgedreht, hochgehoben und wieder fallen gelassen. Die beeindruckendsten (und auch einzigen) Funde waren hingegen keinesfalls Gold sondern heimische Kleintiere. So zum Beispiel ein bunt schillernder Tausendfüßler und ein großer Käfer. Die alternativen Funde konnten die missglückten Goldsucher:innen etwas trösten und so konnte der Tag mit weiterhin guter Laune fortgesetzt werden.



Abbildung 64: Nickel-Aufbereitungsanlagen am Fuße vom Red Hill

Schließlich ging es zurück nach Kalgoorlie, von wo aus, ein Flugzeug die Gruppe zurück nach Perth brachte. In Perth angekommen ging es in ein anderes Hotel als bei vorherigen Übernachtungen. Die Unterkunft war zentraler in der Innenstadt gelegen. Deswegen konnte nach dem Abendessen die Skyline von Perth bei Nacht bewundert werden.



Abbildung 65: Skyline von Perth bei Nacht



Tag 11: Core Library und Rio Tinto Operations Centre, Perth

Silas Beckord

Perth Core Library

Die Perth Core Library dient als Dokumentations- und Lagerzentrum für Bohrkern aus ganz WA. Betrieben vom Geologischen Dienst Westaustralien werden die Bohrkern dokumentiert und sind der Öffentlichkeit zugänglich. Das Lager umfasst über 750.000 m an Bohrkernen. Diese sind sowohl aus dem Inland als auch von Offshore-Bohrungen, beispielsweise aus der Erdöl-Exploration. Unternehmen, die Explorationsbohrungen vornehmen, sind verpflichtet diese dem geologischen Dienst zu melden. Dieser entscheidet dann, ob die Bohrkern von Interesse für die Core Library sind und entsprechend nach Perth gebracht werden.



Abbildung 66: Gebrochener Bohrkern mit Opal



Abbildung 67: Halbe Bohrkernprobe mit Kernverlust

In der Core Library werden die Bohrkern zur Lagerung vorbereitet und archiviert. Auf Anfrage werden die Bohrkern zur Einsicht ausgelegt. Privatpersonen, Studierende, aber auch Unternehmen können dann bis zu mehreren Wochen lang Einsicht nehmen und die Bohrkern untersuchen. Die ältesten Bohrkern stammen von Brunnenbohrungen aus 1890. Die Core Library ist momentan zu circa 70 % ausgelastet und wird voraussichtlich im Jahr 2036 keinen Platz für weitere Bohrkern haben und wird daher erweitert werden müssen.



Abbildung 68: Betrachtung und Austausch über eingelagerte Bohrkernhälften



Abbildung 69: Lagerregale in der Perth Core Library

Neben der Lagerung und Auslage, werden die Bohrkernhälften auch analysiert. Bis zu 4.000 Proben werden jährlich untersucht. Dazu wurde 2009 ein HyLogger-System installiert. HyLogger ist ein automatisiertes System, welches die Mineralogie mittels Reflexions-Spektroskopie im sichtbaren und Infrarot-Spektrum ermittelt. Durch die hohe Automatisierung können bis zu 69.000 m Bohrkern pro Jahr analysiert werden.

Rio Tinto Iron Ore Operations Centre

Das Rio Tinto Operations Centre liegt in der Nähe des Flughafens von Perth. Nach Erhalt der Besucherausweise wurden wir in einen Konferenzraum mit Blick auf die Schreibtisch-Cluster des Operations Centres gebracht. Dort wurde uns detailliert erklärt, worin die Kompetenzen des Operations Centres liegen und wie Rio Tintos Digitalisierungsstrategie aussieht. Nachdem wir in Brockman 4 bereits in Kontakt mit den autonomen SKW gekommen waren, konnten wir hier also die digitale Seite der Autonomisierung betrachten.

Die Mitarbeitenden im Operations Centre sind vor allem da, um Entscheidungen zu treffen, wenn das System keine Entscheidung treffen kann. Von einem Bedienplatz können so zum Beispiel bis zu 15 SKW überwacht werden. Die konkreten Aufgaben können dann die Freigabe eines Bereichs für Personal sein oder die Optimierung einer Fahrtroute. Bei Ausfällen kann dann das Team im Bergwerk informiert werden, sodass die Probleme schnell behoben werden können. Die meisten der Mitarbeitenden waren vorher im Fly-in-Fly-out Einsatz oder sind einmal im Jahr im Tagebau, um die Begebenheiten vor Ort zu kennen.

Im Operations Centre fließen außerdem die Daten aller Eisenerz Betriebe von Rio Tinto zusammen. Von Sprengbohrungen über Motortemperatur der SKW bis zur Tonnage der Gleisverladung. Diese Daten werden dann zur Optimierung des Betriebs genutzt. In Zukunft werden die Möglichkeiten der künstlichen Intelligenz immer wichtiger eingebunden, um Optimierung und Entscheidungsfindung zu gestalten. Rio Tinto setzt dabei sowohl auf Eigenentwicklungen als auch auf Kooperationen mit anderen Firmen.

Wir bedanken uns recht herzlich bei allen Beteiligten von Rio Tinto für diesen spannenden Einblick hinter die Kulissen des Operations Centre!



Tag 12 und 13: Perth Mint und Rückreise

Selina Pelzer

Zum Abschluss der Exkursion besuchte die Exkursionsgruppe die Perth Mint. Sie ist eine renommierte Münzprägeanstalt mit Sitz in Perth. Gegründet wurde diese im Jahre 1899 im Zuge des Goldrauschs in WA Ende des 19. Jahrhunderts. (The Perth Mint Australia 2024)

Im Laufe der Jahre hat sich die Perth Mint zu einer der führenden Münzprägeanstalten der Welt entwickelt und ist bekannt für ihre hochwertigen Edelmetallprodukte, insbesondere Gold- und Silberbarren und -münzen. Sie zeichnet sich durch ihre Qualität und Handwerkskunst aus und ist bei Sammlern und Investoren auf der ganzen Welt beliebt.

Die Perth Mint bietet eine Plattform für den Handel mit Edelmetallen und ist bekannt für ihre innovativen Produkte, wie die weltweit erste goldene Kreditkarte, die mit einem bestimmten Gewicht an Gold hinterlegt ist. Außerdem ist die Münzprägeanstalt bekannt für ihre beeindruckenden Großprojekte im Bereich der Edelmetallprägung. Darunter auch die größte Goldmünze der Welt, bekannt als „Australian Kangaroo One Tonne Gold Coin“. Die Münze wurde im Jahre 2011 vorgestellt und besteht aus knapp über einer Tonne Gold mit einer Reinheit von 99,99 %. Sie misst einen Durchmesser von etwa 80 cm und ist etwa 12 cm dick.

Auf der Vorderseite ist ein australisches Känguru abgebildet und auf der Rückseite das Porträt von Königin Elizabeth II. (The Perth Mint Australia 2024) Nach dem Besuch der Perth Mint wurde der Ausblick auf die Skyline von Perth vom Kings Park genossen.



Abbildung 70: Australian Kangaroo One Tonne Gold Coin



Abbildung 71: Goldbarren in Perth Mint



Abbildung 72: Frisch gegossener Goldbarren nach Vorführung des Gießprozesses

Im Anschluss an den Besuch der Perth Mint blieb für alle noch etwas individuell nutzbare Zeit, um durch die Innenstadt zu bummeln. So konnten beispielsweise noch einige Erinnerungen und Mitbringsel gekauft werden und die abwechslungsreiche Architektur der Gebäude in der Stadt bestaunt

werden. Am frühen Nachmittag trafen wir uns wieder am Auto und besuchten noch gemeinsam den weitläufige Kings Park. Dieser ist nicht nur ein beliebter Erholungsort für die Bewohner von Perth, sondern ist auch ein wichtiger Ort für Touristen. Dort kann man die Natur und die spektakuläre Aussicht auf die Stadt sowie den Swan River erleben.

An einem der bekanntesten und beliebtesten Strände der Region, dem Scarborough Beach, wurden die letzten Stunden in WA verbracht und der Sonnenuntergang genossen. Die Exkursion fand ihr Ende mit dem Rückflug nach Deutschland, der ebenfalls mit einem Umstieg in Doha erfolgte.



Abbildung 73: Letzter Sonnenuntergang der Australienexkursion am Strand von Scarborough, Perth

Danksagung

Die Studierenden der fantastischen Australienexkursion 2024 bedanken sich herzlich bei allen Beteiligten, die diese einzigartige Exkursion organisiert, unterstützt und nicht zuletzt insbesondere finanziell ermöglicht haben. Für uns Studierende war es eine überaus große Ehre und geschätztes Privileg, unter den Ausgewählten für diese unvergessliche Reise gewesen zu sein. Wir alle wissen dessen Wert äußerst zu schätzen und sind dafür sehr dankbar. Die vielen, durchweg positiven Eindrücke und Erfahrungen werden wir neben dem fachlich und persönlich Erlernten ein Leben nachhaltig in Erinnerung halten. Zweifelsfrei wird die Exkursion das unangefochtene Highlight unseres Studiums gewesen sein und uns in unserem zukünftigen Berufsleben nachhaltig prägen.



Abbildung 74: Herr Prof. Dr.-Berg.-Ing. Hans Goergen (Technische Hochschule Aachen 1981)

Besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr.-Berg.-Ing. Hans Goergen, der in den Jahren 1966 bis 1987 Professor und Leiter des Lehrstuhls Bergbaukunde III (einer der Vorgänger des heutigen MRE) an der RWTH Aachen war und in den Fächern der Berg-

baukunde viele Bergbauingenieur:innen ausgebildet hat. Aus den Erzählungen ehemaliger Studierender aus dieser Zeit heißt es, dass Herrn Prof. Goergen seine Student:innen stets am Herzen lagen und er auch außerhalb des Vorlesungssaals für diese engagiert war. Nach seinem Tod vermachte seine Frau, Elisabeth Goergen, im Jahre 1994 sein finanzielles Vermögen der „Prof. Dr.-Berg.-Ing. H. Goergen und Frau Elisabeth Stiftung“, die diese Exkursion überhaupt erst finanziell ermöglicht hat. Elisabeth Goergen möchten wir daher auch unseren herzlichen Dank für die Schaffung der Stiftung danken, mit der sie das Lebenswerk ihres Mannes über seinen Tod hinaus fortführt und seinen Geist, das Engagement für die Studierenden des Bergbaufachs, weiterleben lässt. Wir Studierende sind Herrn Prof. Goergen daher auch heute für sein Engagement und seine an der Hochschule gelebte Verbundenheit mit den Studierenden sowie seiner finanziellen Unterstützung im Rahmen der Stiftung überaus dankbar. Dies ist nicht selbstverständlich, weshalb wir dies an dieser Stelle besonders würdigen möchten und daher unseren wertschätzenden, anerkennungsvollen Dank ausdrücken.

Außerdem möchten wir unseren großen Dank an die „Wilhelm Heinrich Sobbe-Stiftung“ und die Familie Sobbe hinter der Stiftung richten. Auch sie unterstützte die Exkursion finanziell und ermöglichte diese somit überhaupt erst. Daher danken wir der Familie für ihr gemeinnütziges Erbe, dass durch die Stiftung verwaltet wird und unter anderem zur Förderung von Kultur, Wissenschaft und Bildung im Felde des Bergbaus beiträgt. Für diesen nachhaltigen Einsatz des Erbes sind wir sehr dankbar und fühlen uns durch die Unterstützung sehr geehrt, die wir als besonderes Privileg zu schätzen wissen.

Ein großes Dankeschön möchten wir Studierende zudem an Herrn Professor PhD Bernd Lottermoser und Herrn Julian Lassen, M.Sc. vom MRE richten. Sie kümmerten sich bereits lange im Voraus federführend um die Planung, Kontaktaufnahme und Absprache mit den Bergbauunternehmen sowie die Organisation der Exkursion im Allgemeinen.

Dieses Engagement ermöglichte einen reibungslosen Verlauf der Exkursion und ein überragendes Exkursionsprogramm mit vielen tiefen, seltenen gewährten Einblicken in die Bergbauindustrie Australiens. Dabei blieb trotz des straffen Programms genug Spontaneität, um die in eingeplanten Freizeiten als Gruppe und auch auf eigene Faust erlebnisreich zu gestalten.

Wir möchten uns auch recht herzlich bei den Institutionen bedanken, die sich die Zeit genommen und die Mühe gemacht haben, uns an ihren Standorten zu empfangen. Wir bedanken uns daher auch bei den Mitarbeiter:innen an den Standorten, die für uns ein Programm vorbereitet und uns dabei viele detaillierte Einblicke gewährt haben sowie Antworten auf all unsere Fragen hatten. Wir wissen dieses Engagement als nicht selbstverständlich zu schätzen, da an den Standorten eine Vielzahl von Mitarbeitern, insbesondere bei den Befahrungen, eingebunden waren. Daher bedanken wir uns beim Standort Brockman 4 von Rio Tinto für das zwei Tage füllende Programm mit Befahrungen und Vorträgen sowie inklusivem Fly-in Fly-out, Verpflegung und Unterbringung im Camp. Dank gilt auch dem Rio Tinto Operation Centre, an dem wir Einblicke in die Steuerung der Standorte bekamen. Ebenfalls danken wir Roy Hill für die Einladung und dem abwechslungsreichen, tagfüllenden Programm inklusive Fly-in Fly-out am

Morgen und Abend des Tages. Des Weiteren sind wir Talison Lithium in Greenbushes und Premier Coal in Collie für Ihre Einladungen zu Befahrungen ihrer spannenden Standorte sehr dankbar, die uns nebenbei zu einem erlebnisreichen Abstecher in den Südwesten von WA geführt haben, wodurch wir auch etwas von der Landschaft sehen konnten. Für den Besuch des KCGM Super Pit und der Befahrung der KCGM Mt Charlotte Mine möchten wir uns bei Northern Star bedanken, da wir besonders bei der Grubenfahrt sehr spannende und seltene Einblicke gewährt bekamen. Zudem bedanken wir uns bei den staatlichen Institutionen, namentlich der Curtin University für den Empfang und die Führung durch die School of Mines in Kalgoorlie sowie die Core Library in Perth.

Während der Exkursion etablierte sich bei den ebenfalls von der Stiftung gezahlten Mahlzeiten und Fügen das Ritual, Herrn Prof. Goergen und Herrn Sobbe für diese unglaublich besondere Möglichkeit zu danken, um die tägliche Wertschätzung für die Finanzierung und das Privileg der Exkursionsteilnahme zum Ausdruck zu bringen. Daher sagen die Teilnehmer:innen:

„Danke Herr Goergen!“

„Danke Familie Sobbe!“

Glückauf!

Literaturverzeichnis

Australian Bureau of Statistics (2024): 2021 Greenbushes, Census All persons QuickStats | Australian Bureau of Statistics, zuletzt aktualisiert am 01.05.2024, zuletzt geprüft am 01.05.2024.

City population. Western Australia (Bundesstaat, Australien) - Einwohnerzahlen, Grafiken, Karte und Lage (2024). Online verfügbar unter https://www.citypopulation.de/de/australia/admin/5__western_australia/, zuletzt aktualisiert am 29.04.2024, zuletzt geprüft am 29.04.2024.

Dax, Christine (2022): Western Australia: Der Sunset State. In: *Visapath Australia New Zealand*, 21.06.2022. Online verfügbar unter <https://visapath.de/blog/western-australia-der-sunset-state/>, zuletzt geprüft am 29.04.2024.

Department of Energy, Mines, Industry Regulation and Safety (2024a): Geological icons of Western Australia. Online verfügbar unter <https://www.dmp.wa.gov.au/Geological-Survey/Geological-icons-of-Western-1403.aspx>, zuletzt aktualisiert am 20.04.2024, zuletzt geprüft am 20.04.2024.

Department of Energy, Mines, Industry Regulation and Safety (2024b): Geology of Western Australia. Online verfügbar unter <https://www.dmp.wa.gov.au/Geological-Survey/Geology-of-Western-Australia-1389.aspx>, zuletzt aktualisiert am 20.04.2024, zuletzt geprüft am 20.04.2024.

Geoscience Australia (2024): World Rankings. Online verfügbar unter <https://www.ga.gov.au/aimr2023/world-rankings>, zuletzt aktualisiert am 01.03.2024, zuletzt geprüft am 24.04.2024.

Google Earth (2024). Online verfügbar unter <https://earth.google.com/web/>, zuletzt aktualisiert am 2024, zuletzt geprüft am 2024.

Government of Western Australia (2024a): Goldfields–Esperance region. Online verfügbar unter <https://www.infrastructure.wa.gov.au/state-infrastructure-strategy/was-regions/goldfields-esperance-region>, zuletzt aktualisiert am 29.04.2024, zuletzt geprüft am 29.04.2024.

Government of Western Australia (2024b): Perth region. Online verfügbar unter <https://www.infrastructure.wa.gov.au/state-infrastructure-strategy/was-regions/perth-region>, zuletzt aktualisiert am 29.04.2024, zuletzt geprüft am 29.04.2024.

Government of Western Australia (2024c): Pilbara region. Online verfügbar unter <https://www.infrastructure.wa.gov.au/state-infrastructure-strategy/was-regions/pilbara-region>, zuletzt aktualisiert am 29.04.2024, zuletzt geprüft am 29.04.2024.

Government of Western Australia (2024d): South West region. Online verfügbar unter <https://www.infrastructure.wa.gov.au/state-infrastructure-strategy/was-regions/south-west-region>, zuletzt aktualisiert am 29.04.2024, zuletzt geprüft am 29.04.2024.

Government of Western Australia (2024e): WA's regions. Online verfügbar unter <https://www.infrastructure.wa.gov.au/state-infrastructure-strategy/was-regions>, zuletzt aktualisiert am 29.04.2024, zuletzt geprüft am 29.04.2024.

Government of Western Australia: Western Australia Iron Ore Profile – March 2023. Hg. v. Department of Jobs, Tourism, Science and Innovation.

Kalgoorlie Consolidated Gold Mines: Information-Sheet Cyanide (Version 1.1). Online verfügbar unter https://www.superpit.com.au/wp-content/uploads/2021/10/KCGM-Information-Sheet_Cyanide-2021.pdf, zuletzt geprüft am 01.05.2024.

Kalgoorlie Consolidated Gold Mines: Water-and-Tailings-Information-Sheet (Version 1.0). Online verfügbar unter <https://www.superpit.com.au/wp-content/uploads/2015/01/Water-and-Tailings-Information-Sheet.pdf>, zuletzt geprüft am 01.05.2024.

MINING.COM (2024a): Indonesia and China killed the nickel market. Online verfügbar unter <https://www.mining.com/web/indonesia-and-china-killed-the-nickel-market/>, zuletzt aktualisiert am 08.03.2024, zuletzt geprüft am 24.04.2024.

MINING.COM (2024b): Indonesia issues nickel production quotas for 152.62mt. Online verfügbar unter <https://www.mining.com/web/indonesia-issues-nickel-production-quotas-for-152-62mt/>, zuletzt aktualisiert am 19.03.2024, zuletzt geprüft am 24.04.2024.

Red Hill Gold Mine (Gentle Polly), Kanowna Goldfield, Kalgoorlie-Boulder Shire, Western Australia, Australia (2024). Online verfügbar unter <https://www.mindat.org/loc-270903.html>, zuletzt aktualisiert am 01.05.2024, zuletzt geprüft am 01.05.2024.

Statista (2024a): Global lithium mine production top countries 2023 | Statista. Online verfügbar unter <https://www.statista.com/statistics/268789/countries-with-the-largest-production-output-of-lithium/>, zuletzt aktualisiert am 21.04.2024, zuletzt geprüft am 21.04.2024.

Statista (2024b): Australia: rare earths production 2023 | Statista. Online verfügbar unter <https://www.statista.com/statistics/1039408/australia-rare-earth-metals-production/>, zuletzt aktualisiert am 26.04.2024, zuletzt geprüft am 26.04.2024.

Talison Lithium (2024a): About — Talison Lithium. Online verfügbar unter <https://www.talisonlithium.com/about>, zuletzt aktualisiert am 01.05.2024, zuletzt geprüft am 01.05.2024.

Talison Lithium (2024b): Overview — Talison Lithium. Online verfügbar unter <https://www.talisonlithium.com/greenbushes-project>, zuletzt aktualisiert am 01.05.2024, zuletzt geprüft am 01.05.2024.

Tas Walker (2022): Die abnehmende Phase der Sintflut begann in der mittleren Kreidezeit und trug kilometerdicke Sedimentschichten vom australischen Kontinent ab. In: *Creation Ministries International*, 2022. Online verfügbar unter <https://creation.com/die-abnehmende-phase-der-sintflut-begann-in-der-mittleren-kreidezeit>, zuletzt geprüft am 28.05.2024.

The Perth Mint Australia (2024): Buy gold, silver coins and bullion. Online verfügbar unter <https://www.perthmint.com/>, zuletzt aktualisiert am 02.05.2024, zuletzt geprüft am 02.05.2024.

The Super Pit (2021): About - The Super Pit. Online verfügbar unter <https://www.superpit.com.au/about/>, zuletzt aktualisiert am 27.07.2021, zuletzt geprüft am 01.05.2024.

Thomson, Olivia (2024): BHP halts plans at Kalgoorlie smelter. Online verfügbar unter <https://www.australianmining.com.au/bhp-halts-plans-at-kalgoorlie-smelter/>, zuletzt aktualisiert am 21.03.2024, zuletzt geprüft am 29.04.2024.

Westermann Bildungsmedien Verlag GmbH (2024): Pilbara (Nordwestaustralien) - Eisenerzrevier. Ozeanien - Australien - Räumliche Erschließung und physische Karte. Online verfügbar unter <https://diercke.de/content/pilbara-nordwestaustralien-eisenerzrevier-978-3-14-100803-6-200-2-1>, zuletzt aktualisiert am 29.04.2024, zuletzt geprüft am 29.04.2024.

Western Australia (2024a): Über Westaustralien - Tourism Western Australia. Online verfügbar unter <https://www.westernaustralia.com/de/plan-my-trip/travel-information/about-western-australia>, zuletzt aktualisiert am 29.04.2024, zuletzt geprüft am 29.04.2024.

Western Australia (2024b): Red Hill Lookout - Attraction - Tourism Western Australia. Online verfügbar unter <https://www.westernaustralia.com/en/attraction/red-hill-lookout/5f32492ea175dba94452f36e>, zuletzt aktualisiert am 01.05.2024, zuletzt geprüft am 01.05.2024.

Wikipedia (Hg.) (2024a): Mining in Western Australia. Online verfügbar unter https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Mining_in_Western_Australia&oldid=1210142915, zuletzt aktualisiert am 25.02.2024, zuletzt geprüft am 21.04.2024.

Wikipedia (Hg.) (2024b): Petroleum industry in Western Australia. Online verfügbar unter https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Petroleum_industry_in_Western_Australia&oldid=1219273916, zuletzt aktualisiert am 16.04.2024, zuletzt geprüft am 21.04.2024.

Wikivoyage (Hg.) (2024): Talk: Western Australia. Travel guide at Wikivoyage. Online verfügbar unter https://en.wikivoyage.org/wiki/Talk:Western_Australia, zuletzt aktualisiert am 19.05.2024, zuletzt geprüft am 30.05.2024.

Writer, Staff (2024): Australia nickel industry seeks aid as BHP smelter decision looms. In: *Nikkei Asia*, 04.03.2024. Online verfügbar unter <https://asia.nikkei.com/Business/Markets/Commodities/Australia-nickel-industry-seeks-aid-as-BHP-smelter-decision-looms>, zuletzt geprüft am 24.04.2024.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kings Park – Skyline Perth	6
Abbildung 2: Geologie WA mit einer Auswahl rohstoffreicher Regionen (Tas Walker 2022).....	7
Abbildung 3: Banded-Iron-Formations aus der Pilbara Region (Department of Energy, Mines, Industry Regulation and Safety 2024a).....	7
Abbildung 4: Goldnugget aus den Eastern Goldfields.....	8
Abbildung 5: Nickelvorkommen in Grünsteingebieten nahe Kambalda in den Eastern Goldfields (Department of Energy, Mines, Industry Regulation and Safety 2024a)	8
Abbildung 6: Australische Bergbauproduktion in 2022 (Eigene Abbildung in Anlehnung an: Wikipedia 2024a)	9
Abbildung 7: Kalgoorlie Nickel Smelter	10
Abbildung 8: Regionen und Städte in WA (Wikivoyage 2024)	11
Abbildung 9: Blick auf den besuchten Strand.....	13
Abbildung 10: Boarding der Chartermaschine zusammen mit den Mitarbeiter:innen von Rio Tinto	14
Abbildung 11: Blick aus dem Flugzeug auf das Outback der Pilbara Region.....	14
Abbildung 12: Befahrung des Eisenerztagebaus	15
Abbildung 13: Bedieneinheit des Kollisionsvermeidungssystems des autonomen Transportsystems	15
Abbildung 14: Ladespiel eines SKW und eines Hochlöflbaggers.....	16
Abbildung 15: Autonom fahrende SKW auf dem Weg zur Lade- bzw. Kippstelle.....	16
Abbildung 16: Gruppenbild vor einem CAT 994K Radlader	16
Abbildung 17: SKW in der Instandhaltungswerkstatt für Großgeräte	16
Abbildung 18: Vorbrecher an einer SKW-Kippstelle.....	17
Abbildung 19: Bandanlagen und Siebgebäude.....	17
Abbildung 20: Schaufelrad-Reclaimer vor einer Längshalde des Lagerplatzes	17
Abbildung 21: Wohnanlage des Camps bei Nacht	18
Abbildung 22: Morgendämmerung auf dem Bergwerksgelände bei Beginn der Tagschicht.....	18
Abbildung 23: Erscheinungsbild der Landschaft in der Umgebung des Bergwerksgeländes.....	18
Abbildung 24: Tagebaurestloch der früheren Tantal- und Zinnengewinnung	20
Abbildung 25: vorne: Bohren und Besetzen von Sprengbohrlöchern; hinten: Laden und Fördern.....	20
Abbildung 26: Gruppenbild bei Talison Lithium	20
Abbildung 27: Blick auf den Lithiumtagebau.....	20
Abbildung 28: Picknick am vermeintlichen See.....	21
Abbildung 29: Abraumbeseitigung mit Seilbagger und SKW	22
Abbildung 30: Gewinnung des Kohleflözes mit Hydraulikbagger, SKW und Raupe.....	22
Abbildung 31: Staubemissionen des Tagebaus	23
Abbildung 32: Kohlenhalde mit renaturiertem Wald im Hintergrund	23
Abbildung 33: Ankunft am Flugplatz Ginbata im Outback	24
Abbildung 34: Wie in den anderen Bergwerken hat auch Roy Hill Sicherheitskleidung gestellt. Hier besonders: Die ausgeteilten Sicherheitshelme waren in einem saftigen Pink (die Begeisterung war groß!).	24
Abbildung 35: Typische geologische Strukturen in der Region – sehr flach mit einzelnen Erhebungen	25
Abbildung 36: Blick in einen Tagebau mit Innenkippe	25
Abbildung 37: Pumpstation zur Tagebausümpfung	26
Abbildung 38: Mit Eisenerz beladenen Waggons eines scheinbar nicht endenden Zuges	26
Abbildung 39: Ladezyklus mit Tieflöffelbagger und SKW	27

Abbildung 40: Begehung der Aufbereitungsanlage des Eisenerzes – oben sind fünf Kugelmöhlen erkennbar	27
Abbildung 41: Blick auf Kalgoorlie, den Super Pit und dessen Halde beim Landeanflug	28
Abbildung 42: Ankunft am Flughafen in Kalgoorlie	28
Abbildung 43: Typisches Erscheinungsbild der Straßen und Häuser in Kalgoorlie	29
Abbildung 44: Moderner Hörsaal der Curtin University.....	29
Abbildung 45: Nachempfundenes Krankenhauszimmer zur Ausbildung von medizinischem Personal	29
Abbildung 46: Perspektive vom internen Aussichtspunkt in den Super Pit – die Komatsu PC8000 sind trotz ihrer Größe nur kleine, kaum erkennbare Punkte in der Ferne.....	30
Abbildung 47: Blick vom öffentlichen Aussichtspunkt in den Super Pit.....	30
Abbildung 48: Gruppenbild im ausgestellten 28 m ³ großen Baggerlöffel.....	31
Abbildung 49: Gediegenes Gold, eingeschlossen im Gestein. Dieses Nugget – kaum größer als ein Streichholzkopf – war das größte Stück Gold, das wir an diesem Tag zu Gesicht bekamen.	31
Abbildung 50: Begutachtung von frisch gezogenen Erkundungsbohrkernen	31
Abbildung 51: Einfahren im Convoy über die Förderrampe in das Revier „Hidden Secret“ des Bergwerks ..	32
Abbildung 52: Gruppenbild vor einem offenen ausgeerzten Sublevel Stope	32
Abbildung 53: Die Exkursionsgruppe lässt sich einige Besonderheiten der Mt Charlotte Mine erklären	32
Abbildung 54: Bohrwagen beim Setzen von Gebirgsankern und Verzugsmatten zur Gebirgssicherung	32
Abbildung 55: Blick durch den Gitterboden des Förderkorbs in die Tiefe des Schachts beim Ausfahren	32
Abbildung 56: Begeisterung nach der Grubenfahrt	33
Abbildung 57: Road-Tain zur Mt Charlotte Mine	34
Abbildung 58: Historische Goldmünzen	34
Abbildung 59: In der Region gefundene Goldnuggets	35
Abbildung 60: Haus auf Schienen	35
Abbildung 61: Goldwaschpfannen	35
Abbildung 62: Ein im Outback klassisches Straßenschild	36
Abbildung 63: Blick auf den Salzsee Lake Lefroy	36
Abbildung 64: Nickel-Aufbereitungsanlagen am Fuße vom Red Hill.....	36
Abbildung 65: Skyline von Perth bei Nacht	36
Abbildung 66: Gebrochener Bohrkern mit Opal.....	37
Abbildung 67: Halbe Bohrkernprobe mit Kernverlust.....	37
Abbildung 68: Betrachtung und Austausch über eingelagerte Bohrkernhälften.....	38
Abbildung 69: Lagerregale in der Perth Core Library	38
Abbildung 70: Australian Kangaroo One Tonne Gold Coin	39
Abbildung 71: Goldbarren in Perth Mint.....	40
Abbildung 72: Frisch gegossener Goldbarren nach Vorführung des Gießprozesses	40
Abbildung 73: Letzter Sonnenuntergang der Australienexkursion am Strand von Scarborough, Perth	40
Abbildung 74: Herr Prof. Dr.-Berg.-Ing. Hans Goergen (Technische Hochschule Aachen 1981)	41

