



Fallstudien zu den Umwelt- und Sozialauswirkungen der Gewinnung Seltener Erden in Mountain Pass, USA

Lukas Rüttinger, adelphi; Robert Treimer, Montanuniversität Leoben; Günter Tiess, Montanuniversität Leoben; Laura Griestop, adelphi; Fiona Schüler, adelphi; Janis Wittrock, adelphi

Alle Rechte vorbehalten. Die durch adelphi erstellten Inhalte des Werkes und das Werk selbst unterliegen dem deutschen Urheberrecht. Beiträge Dritter sind als solche gekennzeichnet. Die Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und jede Art der Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtes bedürfen der schriftlichen Zustimmung von adelphi. Die Vervielfältigung von Teilen des Werkes ist nur zulässig, wenn die Quelle genannt wird.

UmSoRess – Ansätze zur Reduzierung von Umweltbelastung und negativen sozialen Auswirkungen bei der Gewinnung von Metallrohstoffen

Ein Projekt im Auftrag des Umweltbundesamtes, gefördert im Rahmen des Umweltforschungsplanes des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

Laufzeit 01/2013 – 12/2015

FKZ 3712 94 315



Die veröffentlichten Papiere sind Zwischen- bzw. Arbeitsergebnisse der Forschungsnehmer. Sie spiegeln nicht notwendig Positionen der Auftraggeber, der Ressorts der Bundesregierung oder des Projektbeirats wider. Sie stellen Beiträge zur Weiterentwicklung der Debatte dar.

Zitiervorschlag:

Rüttinger et al. (2014): Fallstudie zu den Umwelt- und Sozialauswirkungen der Gewinnung Seltener Erden in Mountain Pass, USA. Berlin: adelphi.

Impressum

Herausgeber: adelphi
Autoren: Lukas Rüttinger, Robert Treimer, Günter Tiess, Laura Griestop,
Fiona Schüler, Janis Wittrock
Abbildungen: flickr/Ken Lund

Stand: Oktober 2014

© 2014 adelphi



adelphi ist eine der führenden Institutionen für Politikanalyse und Strategieberatung. Wir sind Ideengeber und Dienstleister für Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft zu globalen umwelt- und entwicklungspolitischen Herausforderungen. Unsere Projekte tragen zur Sicherung natürlicher Lebensgrundlagen bei und fördern nachhaltiges Wirtschaften. Zu unseren Auftraggebern zählen internationale Organisationen, Regierungen, öffentliche Einrichtungen, Unternehmen und Verbände.

Wir verknüpfen wissenschaftliche und technische Expertise mit analytischer und strategischer Kompetenz, Anwendungsorientierung und konstruktiver Problemlösung. Unser integrativer Ansatz verbindet Forschung, Beratung und Dialog in sechs Themenfeldern. Internationale und interdisziplinäre Projektteams gestalten weltweit in unterschiedlichen Kulturen und Sprachen eine gemeinsame Zukunft.

In mehr als zehn Jahren hat adelphi über 700 Projekte für 100 Auftraggeber konzipiert und umgesetzt und wichtige umwelt- und entwicklungspolitische Vorhaben fachlich und strategisch begleitet. Nachhaltigkeit ist Grundlage und Leitmotiv unseres Handelns nach außen und innen. Deshalb haben wir ein validiertes Umweltmanagementsystem eingeführt und stellen sämtliche Aktivitäten klimaneutral.

adelphi
Caspar-Theyss-Strasse 14a
14193 Berlin
T +49 (0)30-89 000 68-0
F +49 (0)30-89 000 68-10
office@adelphi.de

www.adelphi.de

Lukas Rüttinger

Lukas Rüttinger ist Senior Projektmanager bei adelphi und spezialisiert auf die Bereiche Ressourcen und Governance sowie Entwicklung und Sicherheit. Als Themenverantwortlicher ist er zudem für die Bereiche Mineralien und Bergbau sowie Friedensentwicklung und Konfliktanalyse zuständig.

ruettinger@adelphi.de

Laura Griestop

Laura Griestop ist Research Analyst bei adelphi und arbeitet in den Bereichen Ressourcen und Governance sowie Klima und Energie.

griestop@adelphi.de

Fiona Schüller

Fiona Schüller ist Research Analyst bei adelphi und arbeitet in den Bereichen Wasser, Ressourcen und Governance.

office@adelphi.de

Montanuniversität Leoben

Die **Montanuniversität Leoben** ist eine von Europas führenden technischen Universitäten mit spezieller Ausrichtung. Sie verfügt über einzigartige Expertise entlang des Wertschöpfungskreislaufs: von den Rohstoffen zu den Grundstoffen über die Werkstoffe bis zum fertigen Bauteil und am Ende des Lebenszyklus zu Entsorgung und Recycling, wobei Nachhaltigkeit ein zentrales Prinzip darstellt.

Die Montanuniversität verknüpft anwendungsorientierte Forschung mit relevanter Grundlagenforschung und ganzheitlicher Ausbildung zukünftiger Führungskräfte.

Als international anerkanntes Exzellenzzentrum für Forschung und Lehre ist die Montanuniversität ein aktiver Partner der Industrie, welcher unter dem Leitprinzip der Entwicklung steht und somit zu effizientem und nachhaltigem Wirtschaften beiträgt.

Robert Treimer

Robert Treimer ist seit 2009 als wissenschaftlicher Assistent am Lehrstuhl für Bergbaukunde, Bergtechnik und Bergwirtschaft der Montanuniversität Leoben tätig und ist Experte für mineralische Rohstoffe (Mineralogie, Lagerstättenkunde, Mineralwirtschaft).

Robert.Treimer@unileoben.ac.at

Kontakt:

Montanuniversität Leoben
Franz Josef-Straße 18
8700 Leoben, Österreich
Tel.: +43 3842 402
E-Mail: office@unileoben.ac.at

www.unileoben.ac.at

Projekthintergrund

UmSoRes - Ansätze zur Reduzierung von Umweltbelastungen und negativen sozialen Auswirkungen bei der Gewinnung von Metallrohstoffen

Rohstoffe werden zunehmend in abgelegenen, ökologisch sensiblen oder politisch instabilen Regionen erschlossen und produziert, in denen Umwelt- und Sozialstandards kaum oder nicht implementiert sind. Zugleich steigt die Förderung von Erzen mit niedrigeren Metallgehalten, verbunden mit einem höheren Energie-, Wasser- und Chemikalienverbrauch. Die Herausforderungen sind sowohl die ökologischen als auch die wirtschaftlichen und sozio-politischen Auswirkungen, die mit Exploration, Extraktion, Aufbereitung, Verhüttung und Transport verbunden sind.

In dem UBA-Forschungsprojekt „*Ansätze zur Reduzierung von Umweltbelastungen und negativen sozialen Auswirkungen bei der Gewinnung von Metallrohstoffen*“ steht die Erarbeitung konkreter politischer Handlungsansätze im Mittelpunkt. Der Fokus liegt auf der Einhaltung, Weiterentwicklung und globalen Verbreitung von international anerkannten Umwelt- und Sozialstandards bei der Rohstoffgewinnung. Das Ziel ist es zu identifizieren, wo die deutsche Umweltpolitik spezifische Beiträge leisten kann.

In Zusammenarbeit mit der Montanuniversität Leoben ermittelt und untersucht adelphi existierende Umwelt- und Sozialstandards im Bereich Rohstoffgewinnung anhand internationaler normativer Rahmensetzungen sowie konkret am Beispiel ausgewählter Länderfallstudien. Existierende globale Handlungsansätze zur Verbesserung der Umwelt- und Sozialsituation bei der Rohstoffgewinnung werden ebenso analysiert und bewertet. Auf dieser Basis werden konkrete Handlungsempfehlungen für die deutsche Umweltpolitik auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene entwickelt.

Die folgende Fallstudie entstand als eine der insgesamt dreizehn Fallstudien zu den Umwelt- und Sozialwirkungen der Gewinnung von Seltenen Erden, Kupfer, Bauxit, Zinn und Gold.

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	VI
Glossar	VII
1 Abbau Seltener Erden in Mountain Pass, USA	1
1.1 Fokus und Relevanz	1
1.2 Struktur des Bergbausektors und volkswirtschaftliche Relevanz	2
1.3 Geologischer Rahmen und Mineralisation	5
1.4 Abbauverfahren	8
1.5 Aufbereitung und Raffination	9
2 Umweltwirkungen	12
2.1 Umwelteinwirkungen (pressures)	13
2.1.1 Kontamination durch Abwässer und Rückstände	13
2.1.2 Wasserverbrauch	14
2.1.3 Störfälle	14
2.2 Umweltauswirkungen	15
2.2.1 Auswirkungen auf die Biodiversität	15
2.2.2 Gesundheitsauswirkungen	16
2.3 Reaktionen (responses)	16
2.3.1 Sanierungsmaßnahmen	16
2.3.2 Modernisierungen	16
3 Governance, Sozialauswirkungen und Konfliktstrukturen	18
3.1 Sektorgovernance, Umweltgesetzgebung und Effektivität der staatlichen Institutionen	18
3.2 Allgemeine Konfliktgeschichte und Konflikte rund um den Bergbau	19
3.3 Konfliktmanagement und Kompensationsmechanismen	20
Literaturverzeichnis	22

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht Lage von Mountain Pass	2
Abbildung 2: Produktion von Seltenen Erden	3
Abbildung 3: Preisentwicklung SEO 2008-2013	4
Abbildung 4: Lage der SE-Lagerstätte Mountain Pass	6
Abbildung 5: Geologische Übersichtskarte des Mountain Pass SEE-Distrikts Südkalifornien	7
Abbildung 6: Schematische Darstellung des SEE-Gewinnungsprozesses am Mountain Pass	10
Abbildung 7: Bastnäsit-, Ce- & La-Produkte mit den jeweiligen Gehalten an SE aus der Produktion vom Mountain Pass	11
Abbildung 8: DPSIR-Modell	12
Abbildung 9: Skizze der Molycorp Inc. Operationen in Mountain Pass	15

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der wichtigsten Minerale des Karbonatitkomplexes Mountain Pass	8
Tabelle 2: Gehalt an SEE im Bastnäsit des Karbonatitkomplexes Mountain Pass	8
Tabelle 3: USA Index	21

Abkürzungsverzeichnis

CEQA	California Environmental Quality Act
EPA	Environmental Protection Agency
DEO	Department of Energy
DPSIR	Driving forces, Pressures, States, Impacts and Responses
EIR	Environmental Impact Report
EIS	Environmental Impact Statement
LGP	Loan Guarantee Program
MINER	Mine Improvement and New Emergency Response Act
MSHA	Mine Safety and Health Administration
NPDES	National Pollutant Discharge Elimination System
NRC	Nuclear Regulatory Commission
NRO	Nichtregierungsorganisation
SE	Seltene Erden
SEE	Selten-Erd Elemente
SEO	Selten-Erd Oxide
TDS	Total Dissolved Solids
TENORM	Technologically-Enhanced, Naturally-Occurring Radioactive Materials
WTO	World Trade Organisation

Glossar

Amphibolit	Metamorphes Gestein, das hauptsächlich aus Hornblenden und Plagioklas besteht. Nebengemengteile Granat, Epidot, Biotit und Quarz. Entstehung durch metamorphe Umwandlung aus Basalt, Gabbro oder anderen Basiten unter Druck- und Temperaturbedingungen der Amphibolitfazies (550-700 °C, 200-1.200 MPa).
Ankerit (Braunspat)	Mineral aus der Mineralklasse der Carbonate und Nitrate. $\text{Ca}(\text{Fe}, \text{Mg})[\text{CO}_3]_2$, trigonal. Vollständige Mischkristallreihe zwischen Dolomit und Ankerit. Hydrothermale Bildung, Vorkommen als Gangart in Erzgängen oder Verdrängungsprodukt von Kalkstein.
Autochthon	An Ort und Stelle entstanden; Ggfs.: allochthon. Z.B. Gesteinsmaterial, das sich noch am Ort seiner Entstehung befindet.
Barium	Chemisches Element. Elementsymbol Ba. Ordnungszahl 56. Erdalkalimetall. Wichtigste Minerale sind aus Baryt $\text{Ba}[\text{SO}_4]$ und Witherit $\text{Ba}[\text{CO}_3]$.
Bastnäsit	Mineralgruppe aus der Mineralklasse der Carbonate und Nitrate. Allgemeinen Zusammensetzung $(\text{Ce}, \text{La}, \text{Nd}, \text{Y})[(\text{F}, \text{OH})\text{CO}_3]$, hexagonal. Wichtiges Erz für Seltene Erden.
Calcit (Kalkspat)	Sehr häufig vorkommendes Mineral der Mineralklasse der Carbonate und Nitrate. $\text{Ca}[\text{CO}_3]$, trigonal. Wichtiges gesteinsbildendes Mineral, sehr häufiges Mineral der Erdkruste.
Coelestin	Mineral aus der Klasse der Sulfate. $\text{Sr}[\text{SO}_4]$, orthorhombisch. Vollkommen Mischkristallreihe mit Baryt $\text{Ba}[\text{SO}_4]$. Vorkommen besonders auf Klüften und in Hohlräumen von Kalkstein und als Konkretion. Wichtiges Strontiummineral.
Gneis	Metamorphes Gestein, das hauptsächlich aus Quarz, Glimmer und Feldspat besteht. Entstehung durch Regionalmetamorphose unter zumindest amphibolitfaziellen Temperatur- und Druck-Bedingungen aus sauren Plutoniten (Orthogneis) oder Sedimenten (Paragneis).
Granit	Bekanntes und weit verbreitetes magmatisches Tiefengestein, das vorwiegend aus Feldspat, Quarz und Glimmer besteht. Nebengemengteile u.a. Hornblende, Augit, Turmalin, Zirkon und Magnetit.
Grundgebirge	<ol style="list-style-type: none">1) Die unter dem Deckgebirge befindlichen Gebirgskomplexe. Im Gegensatz zum Deckgebirge geologisch älter und höher metamorph.2) Kristallines Grundgebirge (Urgebirge).
Intrusivgesteine (Tiefengesteine,	Bezeichnung für Gesteine, die durch Erstarren von Gesteinsschmelzen innerhalb der Erdkruste entstanden sind. Z.B.

Plutonite)	Granit, Granodiorit, Gabbro, Peridotit, Syenit etc.
Karbonatite	Magmatische Gesteine mit einem primären Karbonatgehalt von > 50 Volumen-%. Typische Karbonatminerale sind Calcit, Dolomit, Siderit und Ankerit. Die silikatischen Anteile bestehen aus Olivin, Biotit, Feldspäte, Foide, Pyroxene, Amphibole etc. Charakteristisch ist das Auftreten von Niob und Seltenen Erden.
Karbonatitkomplex	Bezeichnung für magmatische Gesteinskomplexe, die hauptsächlich aus Karbonaten wie Calcit, Dolomit, Siderit oder Ankerit bestehen.
Magmatite	Gesteine, die infolge Temperatur- und Druckerniedrigung aus flüssigem Magma erstarrt sind. Hauptgesteinsgruppe, die in Plutonite (Intrusiv- oder Tiefengesteine) und Vulkanite (Effusiv- oder Ergussgesteine) unterteilt wird.
Mafisch	Bezeichnung für die Fe- und Mg-reichen dunklen gesteinsbildenden Minerale wie Pyroxene, Amphibole, Biotit oder Olivin, Ggfs.: felsisch.
Mesoproterozoisch	Das Mesoproterozoikum (1600 Ma-1000 Ma) betreffend.
Pegmatit	Grob- bis riesenkörniges magmatisches Gestein, das aus einer an flüchtigen Bestandteilen reichen Restschmelze plutonischer Magmen erstarrt ist. Meist als Ganggestein in Graniten (Granit-Pegmatit). Hauptbestandteile Quarz, Feldspat und Glimmer. Nebengemengteile u.a. Apatit, Beryll, Topas, Turmalin, Granat, Molybdänglanz und Zinnstein.
Shonkinit	Tiefengestein der Syenitgruppe, bestehend aus Augit, Kalifeldspat, Nephelin sowie Olivin, Biotit, Magnetit und Apatit
Siderit (Spateisenstein, Eisenspat)	Mineral aus der Mineralklasse der Carbonate und Nitrate. $\text{Fe}[\text{CO}_3]$, trigonal. Entstehung durch Metasomatose aus Kalk oder Dolomit bzw. hydrothermal auf Gängen. Lückenlose Mischbarkeit mit Rhodochrosit $\text{Mn}[\text{CO}_3]$ und Magnesit $\text{Mg}[\text{CO}_3]$. Wichtiges Eisenerzmineral (Erzberg, Steiermark, Österreich).
Syenit	Tiefengestein, bestehend aus Alkalifeldspat, Hornblende, Biotit und Augit.

1 Der Abbau Seltener Erden in Mountain Pass, USA

1.1 Fokus und Relevanz

Das Bergwerk Mountain Pass ist gegenwärtig der einzige aktive Tagebau für Seltene Erden (SE) in den USA (EPA 2012a). Das Bergwerk befindet sich im San Bernardino County in Kalifornien, in direkter Umgebung zur Clark Mountain Range und dem Mojave National Preserve Schutzgebiet in der Mojave-Wüste. Weltweit werden etwa 110 Millionen t SE-Reserven vermutet. In den USA werden die SE-Reserven auf ungefähr 13 Millionen t geschätzt (Gambogi 2013b).

Die Lagerstätte Mountain Pass wurde 1949 bei der Exploration nach Uran entdeckt und 1952 durch die Molybdenum Corporation of America, später in Molycorp umbenannt, erschlossen. Bis 1995 deckte die Produktion des Bergwerks den Großteil der weltweiten Nachfrage nach SE. Durch eine steigende Produktion von SE in China fielen die Preise jedoch nach 1990 rapide. Die niedrigen Preise und zunehmende Umweltprobleme in Mountain Pass führten schließlich zur Einstellung der Produktion im Jahr 2002. China monopolisierte in dieser Zeit die Produktion von SE und dominiert heute die Weltproduktion von Seltener-Erd Oxiden (SEO). Mit steigenden Preisen und zunehmenden Exportbeschränkungen durch China stieg jedoch in vielen Verbraucherländern die Angst vor Versorgungsengpässen und einer zu großen Abhängigkeit von China bezüglich dieser als strategisch wichtig eingeschätzten Rohstoffe (siehe UmSoRes Fallstudie zu Seltenen Erden in Bayan Obo; Treimer et al. 2013).

Diesen Risiken wollen die Industrienationen durch die Planung und den Ausbau alternativer Bergbauprojekte außerhalb Chinas entgegenwirken. Dabei spielt neben dem australischen Mt. Weld Mountain Pass eine entscheidende Rolle. Die Wiedereröffnung war Teil einer Strategie der USA, die eigene Versorgung von SE sicherzustellen. Seit 2010 wird in Mountain Pass wieder aktiv Bergbau betrieben. Jedoch stellen sich Fragen bezüglich der Umweltwirkungen des SE-Abbaus, insbesondere im Hinblick auf die lange Geschichte von Umweltproblemen rund um Mountain Pass. Problematisch sind vor allem mögliche Kontaminationen des Wassers, der Böden und der Luft.

Abbildung 1: Übersicht Lage von Mountain Pass

Quelle: Nach OpenStreetMap 2013

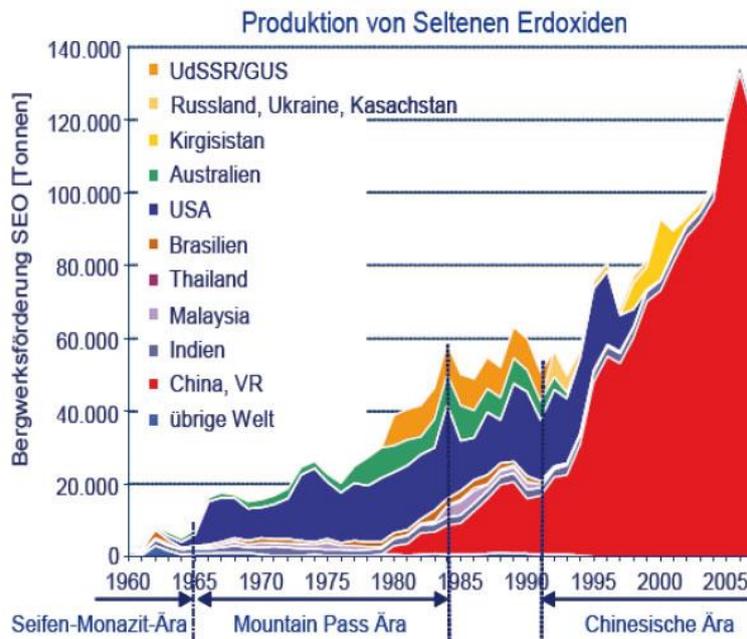
1.2 Struktur des Bergbausektors und volkswirtschaftliche Relevanz

Die weltweite Produktion von SE wird von China mit einem Anteil von etwa 95 % dominiert (EPA 2012a). Die größten Abnehmer von SE-Produkten sind neben China (75 %), Japan, die USA und Europa (Reuters 2010). Die USA importierten 2011 10.000 t SEO im Wert von 802 Millionen US-Dollar (Gambogi 2013a). Diese Zahl nahm jedoch bis 2012 auf 615 Millionen US Dollar ab (Gambogi 2013b).

Die Dominanz des SE-Weltmarktes durch China ist jedoch ein relativ neues Phänomen. Von 1960 bis 1980 stammte der Großteil der SE-Weltproduktion aus dem Bergwerk Mountain Pass und von 1965 bis 1990 war es noch mehr als die Hälfte der weltweiten Produktion (EWI 2011; Wübbecke 2010). Danach begann China den Weltmarkt klar zu dominieren und baute bis 2005 seine Vormachtstellung auf circa 95 bis 97 %¹ aus (siehe Abbildung 2).

¹ Die Angaben sind in der Literatur nicht eindeutig.

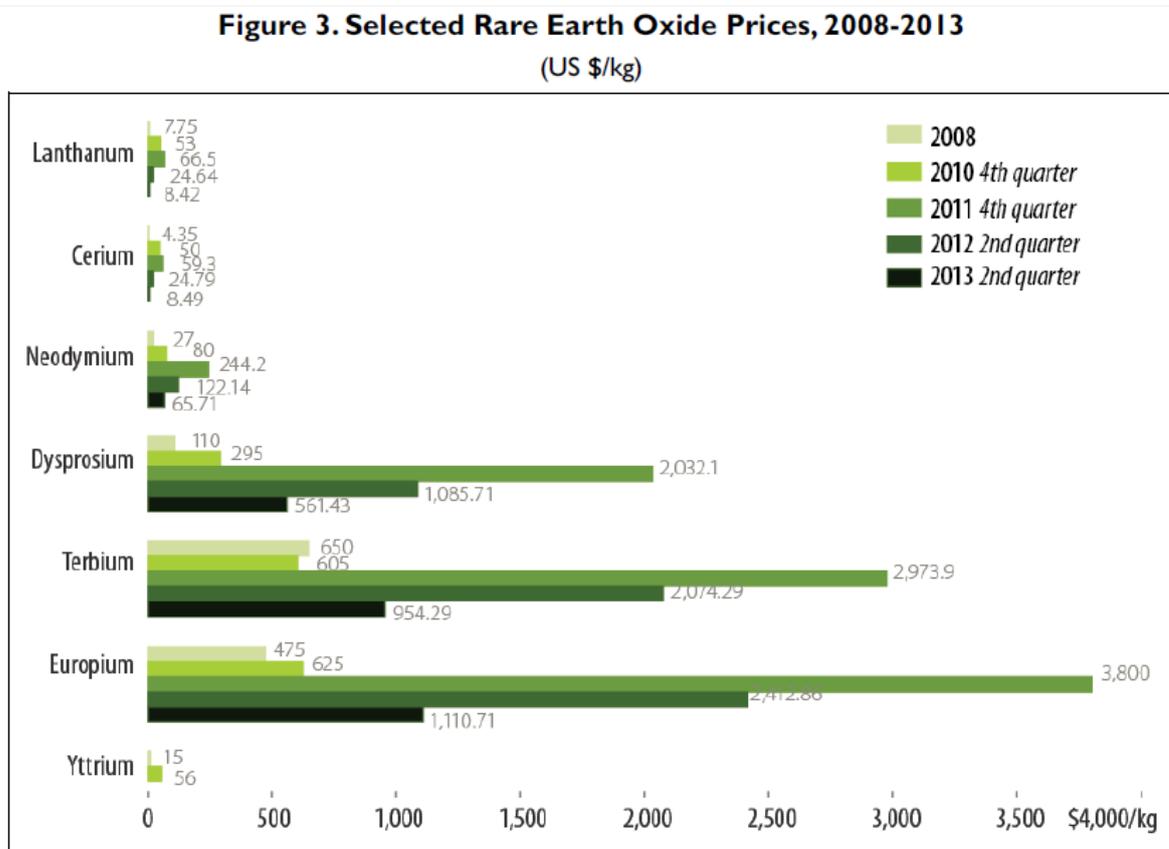
Abbildung 2: Produktion von Seltenen Erden



Quelle: Wübbeke 2010

Gleichzeitig führte China seit 2007 eine Reihe von Exportbeschränkungen in Form von Exportkontingenten und Ausfuhrzöllen ein. Durch die verringerten Exporte stieg die Verfügbarkeit von SE im chinesischen Inland, der Preis sank und heimische Unternehmen profitierten von der günstigen und sicheren Versorgungslage (European Commission 2012). Dahinter stand auch eine industriepolitische Strategie Chinas, Hochtechnologieunternehmen dazu zu bewegen ihre Produktionsstätte nach China zu verlegen (Feil und Rüttinger 2010). Zusammen mit einer höheren weltweiten Nachfrage nach SE führten die Exportrestriktionen außerhalb Chinas zu steigenden Preisen für SEO (siehe Abbildung 3). Seit Anfang 2011 stiegen die Preise für SEO um das 1,2- bis 14-fache an (Hatch 2012; KPMG 2012). Im Laufe des Jahres 2011 sanken die Preise und fielen bis 2013 weiter deutlich (siehe Abbildung 3). Ein großer preislicher Unterschied besteht zwischen den leichten Seltenen Erden und den weniger häufig auftretenden, aber zum Teil stark nachgefragten schweren Seltenen Erden. Prognosen bezüglich der weiteren Preisentwicklung sind schwer zu treffen, da der Einfluss einiger Faktoren wie zum Beispiel das Wachstum der Schwellenländer schwierig einzuschätzen sind (Humphries 2013).

Abbildung 3: Preisentwicklung SEO 2008-2013



Quelle: Humphries 2013 nach IMCOA 2011, 2013 und METI 2011

Durch die steigende Nachfrage, das reduzierte Angebot seitens Chinas und die höheren Preise stieg auch die Wirtschaftlichkeit alternativer SE-Bergbauprojekte. Neben diesen wirtschaftlichen Argumenten spielten bei der Neueröffnung von Mountain Pass jedoch vor allem auch politische Gründe eine entscheidende Rolle: Die Wiedereröffnung des Mountain-Pass-Bergwerks war durch sicherheitspolitische Bedenken bezüglich der Rohstoffabhängigkeit von China und Sorgen vor Lieferengpässen motiviert (The Atlantic 2012, siehe Kapitel 3).

In den USA werden durch den gesamten Bergbausektor etwa 2,11 Millionen Arbeitsplätze geschaffen und 232 Millionen US-Dollar erwirtschaftet, wobei ein Großteil dem Kohlebergbau zugeschrieben werden kann. In Kalifornien sind mit 130.740 mehr Menschen im Bergbau beschäftigt als in jedem anderen US-Bundesstaat. Dies entspricht etwa 0,7 % der gesamten Arbeiterschaft Kaliforniens. Der Anteil des Bergbausektors am kalifornischen BIP betrug 2011 circa 14 Millionen US-Dollar, das entspricht 0,7 % des kalifornischen BIP (NMA 2013). Molycorp plant die Beschäftigung von 200 bis 300 Arbeitnehmern im laufenden Betrieb des Mountain-Pass-Bergwerks und geht von etwa 700 Mitarbeitern während der Konstruktions- und Umbauphase aus (Proctor 2010).

1.3 Geologischer Rahmen und Mineralisation

Die Mountain Pass Region liegt in der oberen Mojave-Wüste in Süd-Ost-Kalifornien auf einer Höhe von 1.300 bis 1.700 m circa 80 km südwestlich von Las Vegas, Nevada (siehe Abbildung 4).

Mountain Pass in Kalifornien, USA, ist berühmt als karbonatitische Bastnäsit-Lagerstätte von Weltrang. Karbonatite sind magmatische Intrusivgesteine, die hauptsächlich aus Calcit und/oder Dolomit bestehen. Der von seiner Zusammensetzung her einzigartige Karbonatitkomplex am Mountain Pass beherbergt ungewöhnlich hohe Konzentrationen an leichten Selten-Erd Elementen (SEE) (La-Gd) sowie Barium und ist aufgrund seiner geochemischen Zusammensetzung einer der ungewöhnlichsten karbonatitischen Magmatite weltweit (Haxel 2005).

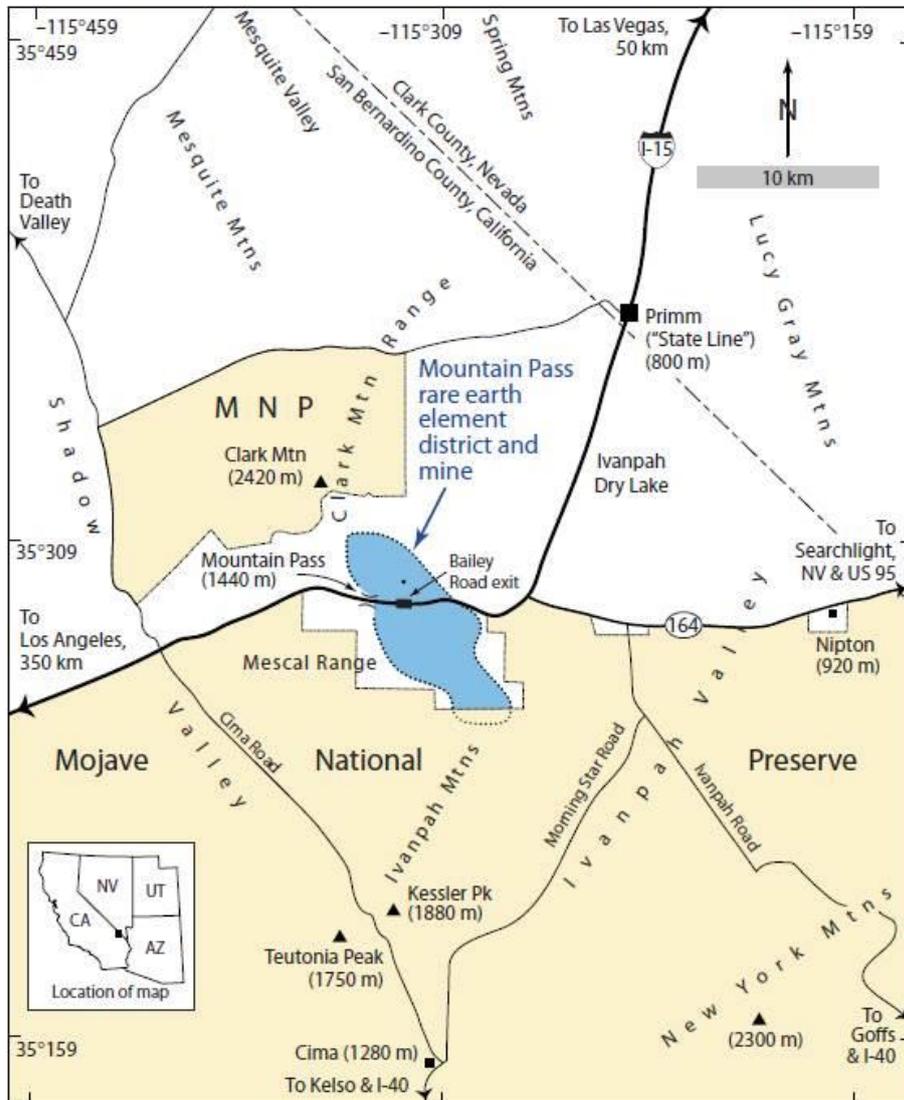
Der Seltene-Erden-Erzkörper am Mountain Pass liegt im sogenannten „Sulphide Queen“ Karbonatit, der Reserven von mehr als 20 Millionen t Erz mit einem durchschnittlichen Gehalt von 8,9 % Selten-Erd Oxide beinhaltet. Das Erz, welches typischerweise 10 bis 15 % Bastnäsit-(Ce) enthält, besteht hauptsächlich aus Calcit, Dolomit und Baryt und geringen Anteilen anderer Nebenminerale (Castor 2008).

Im Gegensatz zu den meisten anderen bekannten Karbonatiten, die mit Na-betonten Gesteinen assoziiert sind, tritt der Karbonatit vom Mountain Pass in Verbindung mit kaliumbetonten Intrusivgesteinen als schmaler N-S-streichender Gesteinsgürtel auf (siehe Abbildung 5). Diese Gesteine sind Teil einer alkalisch betonten Abfolge bestehend aus mafischen Shonkinit, Syentit und Granit. Mittels geochemischer Isotopenuntersuchungen konnte das Alter der Gesteinskomplexe als mesoproterozoisch (ca. 1.400 Millionen Jahre) bestimmt werden. Das autochthone Grundgebirge besteht aus Gneissen, Amphiboliten und Pegmatiten (Haxel 2005).

Der Haupterzkörper am Mountain Pass tritt linsenförmig mit einer Schar von kleineren peripheren Gängen auf und besteht zu 60 % aus Karbonaten wie Calcit, Dolomit, Siderit und Ankerit, zu 20 % aus Sulfaten wie Baryt und Coelestin, zu 10 % aus den Selten-Erd-führenden Bastnäsit (Fluorkarbonat) und zu 10 % aus silikatischen beziehungsweise oxidischen Phasen wie Quarz (Olson 1954 und Shawe; Warhol 1980). Eine Übersicht über die wichtigsten Mineralisationen des Karbonatitkomplexes Mountain Pass sowie deren SEE-Gehalten sind in

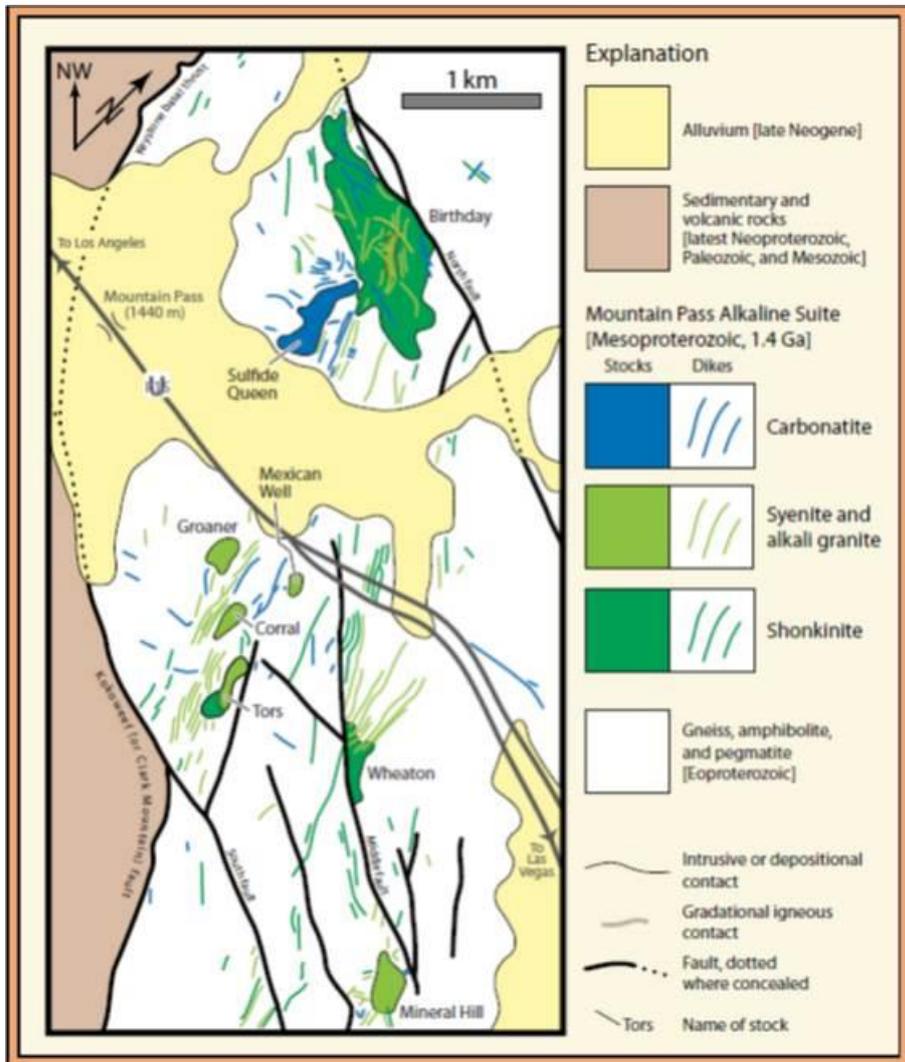
Tabelle 1 und Tabelle 2 aufgelistet.

Abbildung 4: Lage der SE-Lagerstätte Mountain Pass



Quelle: Haxel 2005

Abbildung 5: Geologische Übersichtskarte des Mountain Pass SEE-Distrikts Südkalifornien



Quelle: Haxel 2005

Tabelle 1: Übersicht der wichtigsten Minerale des Karbonatitkomplexes Mountain Pass

Minerale	Typus	Chemische Formel
Calcit	Karbonat	Ca[CO ₃]
Dolomit	Karbonat	CaMg[CO ₃] ₂
Siderit	Karbonat	Fe[CO ₃]
Ankerit	Karbonat	CaFe[CO ₃] ₂
Baryt	Sulfat	Ba[SO ₄]
Coelestin	Sulfat	Sr[SO ₄]
Bastnäsit-(Ce)	Fluorkarbonat	Ce[F[CO ₃]
Monazit-(Ce)	Phosphat	(Ce, La, Nd, Th)[PO ₄]
Apatit	Phosphat	Ca ₅ [(F,Cl,OH) (PO ₄) ₃]
Quarz	Oxid	SiO ₂

Quelle: Olson 1954 und Shawe; Warhol 1980

Tabelle 2: Gehalt an SEE im Bastnäsit des Karbonatitkomplexes Mountain Pass

Selten-Erd-Elemente	Gehalt in Prozent
Cer	50,0
Lanthan	34,0
Neodym	11,0
Praseodym	4,0
Samarium	0,5
Gadolinium	0,2
Europium	0,1
Andere	0,2

Quelle: Warhol 1980

1.4 Abbauverfahren

Der Bergbau im San Bernardino County in Kalifornien begann 1849 mit ersten Goldfunden. Zusätzliche Silber- und Kupferfunde trugen zum Ausbau der Bergbauaktivitäten bei. Der Abbau von SE wurde in den 1950ern im Mountain Pass-Bergwerk begonnen (Shumway et al. 1980). Die Zeit der größten Erzproduktion war zwischen 1965 bis 1995. Bis 1989 stieg das Bergwerk zum größten SE-Produzenten der Welt auf. Täglich wurden 2.000 t Erz im Tagebau abgebaut. Der offene Tagebau und die angrenzenden Anlagen nahmen etwa 9 km² ein. Aufgrund des oben beschriebenen Preisdrucks und Umweltproblemen kam es schließlich zur Einstellung des Bergbaubetriebs in Mountain Pass ab 2002 (Margonelli 2009).

Betrieben wird das Bergwerk seit 2008 von Molycorp Minerals LLC, nach einem Wechsel der Inhaber von Union Oil (seit 1977) zu Chevron (2005) (Molycorp Inc. 2013b). Mit dem

Börsengang und der Notierung am New York Stock Exchange 2010 wurde MolyCorp Minerals LLC zu MolyCorp, Incorporated (Inc.) (MolyCorp Inc. 2013a). Für die Wiedereröffnung waren bis Ende 2010 alle notwendigen Umweltgenehmigungen eingeholt und der aktive Bergbau wurde wieder aufgenommen. Mit dem Ausbau und der Modernisierung des Bergwerks unter dem Namen *Project Phoenix* wurde 2011 begonnen. Durch den Ausbau sollen die Produktionskapazitäten bis 2014 auf bis zu 19.050 t SEO pro Jahr gesteigert werden (Humphries 2013). In der zweiten Hälfte des Jahres 2013 meldete MolyCorp Produktionskapazitäten von über 15.000 t SEO pro Jahr (MolyCorp Inc. 2013c). Unter der Voraussetzung günstiger Marktbedingungen kündigte MolyCorp einen weiteren Ausbau der Produktionskapazitäten um zusätzliche 20.000 t SEO an (Humphries 2013).

Die Gewinnung des Erzes erfolgt mit konventionellen Abbauverfahren im Tagebau (Bohren-Sprengen-Verladen-Transport). Der Durchmesser des Tagebaues beträgt rund 500 m bei einer Tiefe von ca. 150 m (Abbaustand 2004) und einem Abraumverhältnis (Abraum:Erz) von etwa 8:1 (Haxel 2005). Nach Castor und Hedrick (2006) betrug die Jahresproduktion bis 2001 rund 300.000 t Erz bei einem Abraumverhältnis von 5:1.

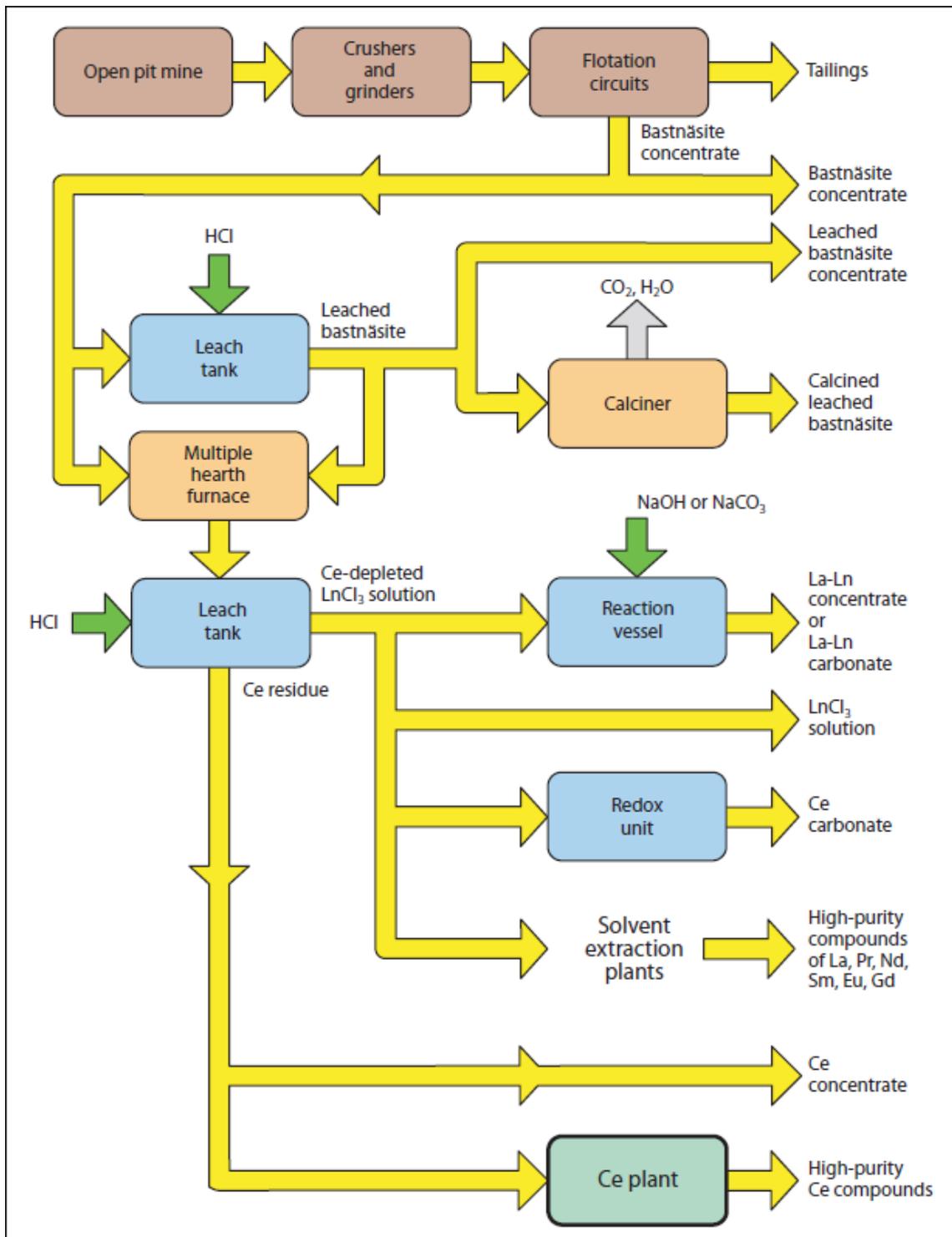
1.5 Aufbereitung und Raffination

Das abgebaute Erz wird nach dem Brechen und Mahlen ($< 150 \mu\text{m}$) einer Flotation zugeführt, aus der ein Bastnäsitkonzentrat mit rund 60 % SEO gewonnen wird. Die Weiterverarbeitung des Bastnäsitkonzentrates erfolgt auf drei verschiedenen Routen: (1) Verpacken und Verkauf des Bastnäsitkonzentrates mit 60 % SEO, (2) Laugung des Bastnäsitkonzentrates in HCl und Gewinnung eines *leached bastnäsite concentrate* mit rund 70 % SEO beziehungsweise Laugung in HCl mit zusätzlicher Kalzinierung zur Gewinnung eines *calcined leached bastnäsite concentrate* mit rund 85-90 % SEO und (3) chemische Raffination und Separation in einzelne SE-Produkte (Haxel 2005).

Abbildung 6 zeigt die schematische Darstellung des gesamten Gewinnungsprozesses der SE-Gewinnung am Mountain Pass (Bergbau-Aufbereitung-Raffination) und Abbildung 7 gibt einen Überblick über die einzelnen Bastnäsit-, Cer- und Lanthanprodukte mit den jeweiligen Reinheitsgraden aus der Raffination am Mountain Pass.

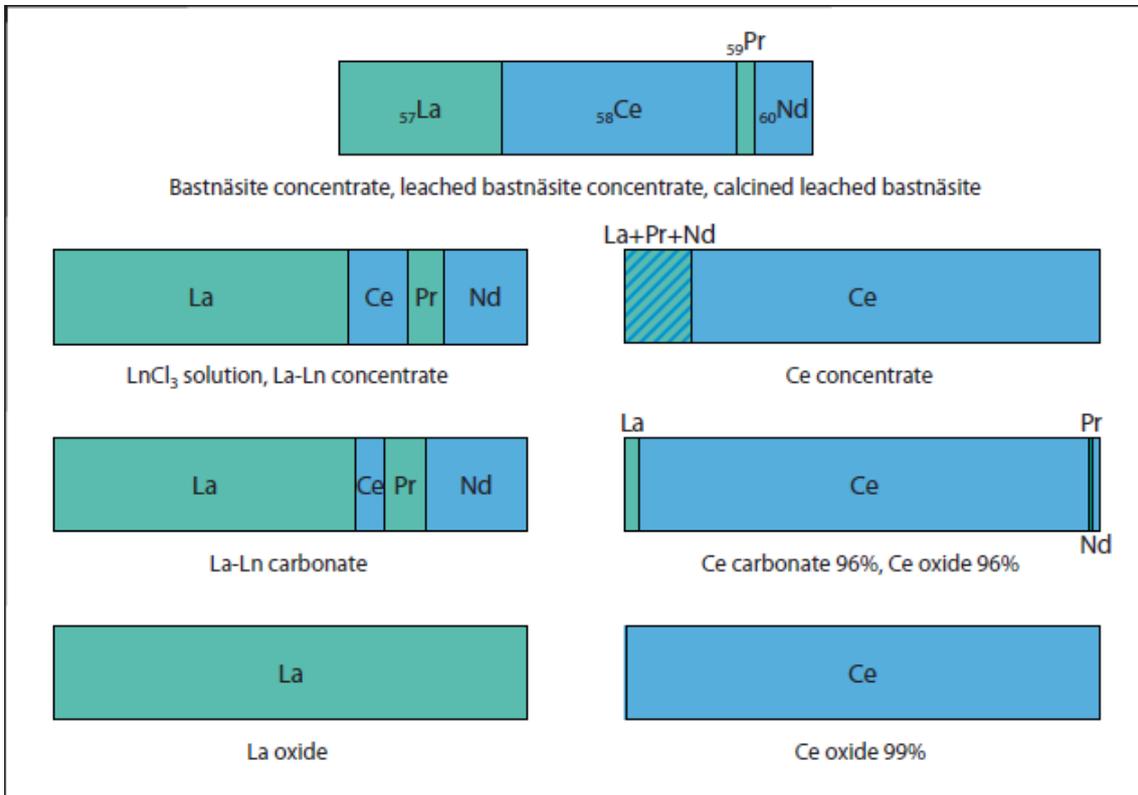
Für weiterführende Informationen zur Gewinnung von Seltenen Erden (Aufbereitung, Raffination) sei auf die einschlägige Fachliteratur verwiesen, wie z.B. Winnacker-Küchler, Chemische Technik, Prozesse und Produkte, Band 6b Metalle (Dittmeyer al. 2006).

Abbildung 6: Schematische Darstellung des SEE-Gewinnungsprozesses am Mountain Pass



Quelle: Haxel 2005

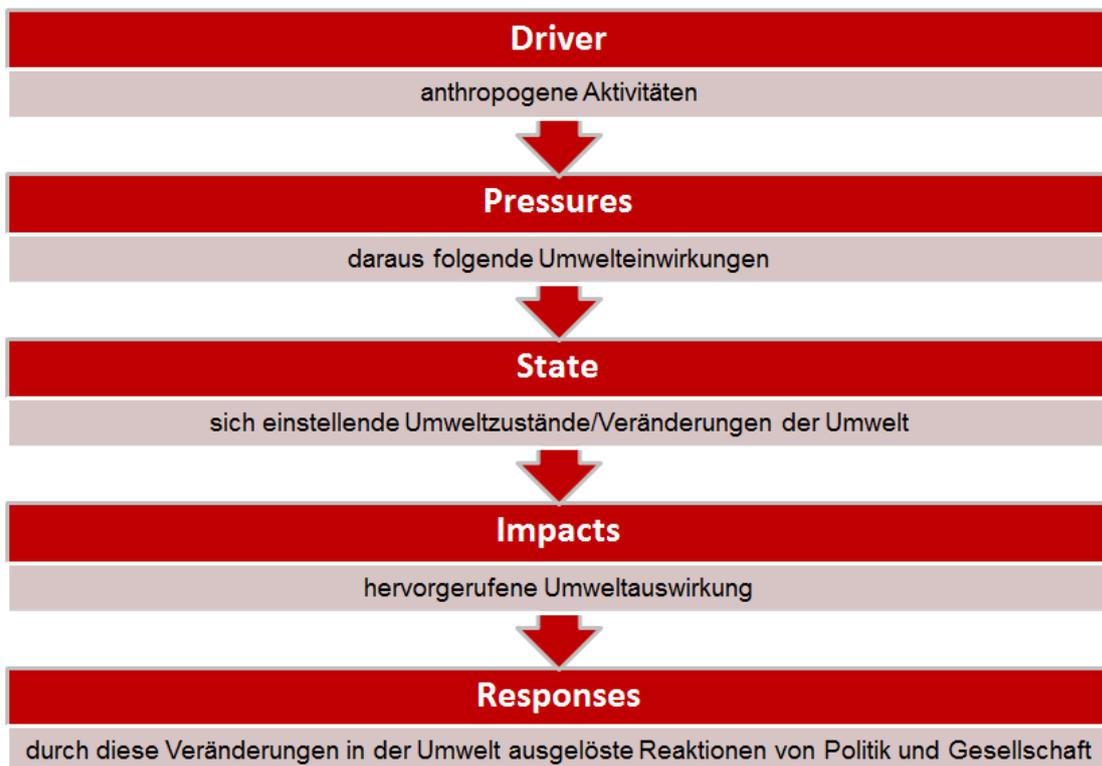
Abbildung 7: Bastnäsit-, Ce- & La-Produkte mit den jeweiligen Gehalten an SE aus der Produktion vom Mountain Pass



Quelle: Haxel 2005

2 Umweltwirkungen

Abbildung 8: DPSIR-Modell



Der Fokus der Beschreibung der Umweltwirkungen liegt auf den Umwelteinwirkungen (pressures), Kontamination durch (radioaktive) Bergbauabfälle und die dadurch hervorgerufenen Umweltauswirkungen (impacts) sowie die Diskussion um neue Technologien und Sanierungsmaßnahmen (responses). Das Mountain Pass-Bergwerk musste 2002 unter anderem aufgrund der verursachten Umweltverschmutzungen schließen. Seit 2010 werden SE wieder aktiv gefördert und SEO aufbereitet. Im Mittelpunkt der Analyse stehen deshalb die vor 2002 aufgetretenen Umweltwirkungen, die erwarteten Umweltwirkungen beim Ausbau des Bergwerks und die umgesetzten Modernisierungen, um zukünftige Umweltwirkungen zu verhindern.

2.1 Umwelteinwirkungen (pressures)



2.1.1 Kontamination durch Abwässer und Rückstände

Die größten Umwelteinwirkungen traten in der Nähe der Absetzbecken sowie entlang der 22,5 km langen Pipeline (siehe auch Kapitel 2.1.2) auf. In den Aufbereitungs- und Raffinationsprozessen wurden gefährliche Substanzen verwendet beziehungsweise produziert, unter anderem organische Lösungsmittel, Säuren, Flockungsmittel, Ammoniak und Nitratverbindungen. Die für den Raffinationsprozess benötigte und danach im Abwasser vorhandene Salzsäure (HCl) musste mit Natriumhydroxid (NaOH) neutralisiert werden. Dies führte zu einer Zunahme der gesamten gelösten Feststoffe (*TDS total dissolved solids*), einem Indikator für den Salzgehalt des Abwassers. Das abgebaute Erz enthielt zudem geringe Konzentrationen von natürlich vorkommenden radioaktiven Substanzen, vor allem Uran-238 und Thorium-232 (ENSR 1996). In den 1990er Jahren, als das Bergwerk in voller Kapazität betrieben wurde, mussten etwa 3.217 l Abwässer pro Minute entsorgt werden, die radioaktives Thorium und Uran enthielten (Massachusetts Institute of Technology 2012b).

Vor 1980 wurden die beim Bergbau entstandenen Abwässer und Rückstände auf zwei Arten entsorgt: In Oberflächenversickerungsanlagen vor Ort und konventionellen Absetzbecken² (Massachusetts Institute of Technology 2012a). Bis zu ihrer Stilllegung wurden die Abwässer und Rückstände in die umliegenden (13) Oberflächenversickerungsanlagen geleitet (ENSR 1996). Diese unterlagen damals keiner Genehmigungspflicht. Sie wurden in den 1960er Jahren gebaut und zwischen 1987 und 1991 gesäubert und das dort abgelagerte Material in die alten westlichen Absetzbecken³ transportiert (ENSR 1996). Das nördliche Absetzbecken⁴ umfasste 0,34 km² (33,59 ha) und war von einem ungefähr 1.500 m hohen Damm umgeben (ENSR 1996). Dieses Absetzbecken wird seit 2010 nicht mehr aktiv für die Entsorgung von Abwässern genutzt (California Regional Water Quality Control Board 2006). Das New Ivanpah Absetzbecken wurde 1987 gebaut. Es umfasst 0,47 km² (46,53 ha) und liegt im Ivanpah Dry Lake Bed, circa 14 km nordöstlich des Bergwerks (ENSR 1996). Siehe Abbildung 9 für eine Skizze der Molycorp Inc. Infrastruktur in Mountain Pass (NPS 1999).

Die Praxis der Versickerung sowie unzureichende Abdichtungen der Absetzteiche führten zum unkontrollierten Abfluss von Abwässern und in Folge zu einer Versalzung (TDS-Konzentrationen im Bereich von 10.000 mg/l) sowie einer toxischen und radioaktiven Kontamination des Grundwassers der Region. Es wurden geringe Barium-, Bor-, und Strontium-Konzentrationen mit radioaktiven Bestandteilen⁵ nachgewiesen (EPA 2012a; ENSR 1996; NPS 1999).

1998 begann das Unternehmen mit dem Monitoring der Absetzbecken, um die Ausbreitung des kontaminierten Grundwassers zu beobachten und gegebenenfalls Grundwasser im aktiven Absetzbecken New Ivanpah Evaporation Pond zu entsorgen (ENSR 1996). Außerdem wurde damit begonnen, die Grundwasserqualität regelmäßig auf Basis von Daten von Molycorp und eines unabhängigen Labors (Dynamac Corp) zu überprüfen (NPS 1999). Im Gebiet der

² Im Englischen „onsite percolation-type surface impoundments for wastewater“ und „conventional dam impoundments for tailings“.

³ Im Englischen „old West Tailings Pond“.

⁴ Im Englischen „North Tailings Pond“.

⁵ Im Englischen „radiological constituents“.

Absetzbecken und im Ivanpah Tal wurden sechs Brunnen untersucht. Die Resultate wurden zudem mit Proben des U.S. Geological Survey im selbigen Gebiet (1997) verglichen. Einige Proben ließen das Überschreiten der Wasserqualitätsnormen erkennen: Chloride, Sulfate, Ra-226 und Uran wurden identifiziert. Angesichts der begrenzten Datenlage konnte man jedoch nicht konstatieren, ob die nahen Absetzbecken die Ursache der Grenzwertüberschreitung waren oder ob sie natürlichen Ursprungs, das heißt geogen, war (NPS 1999).

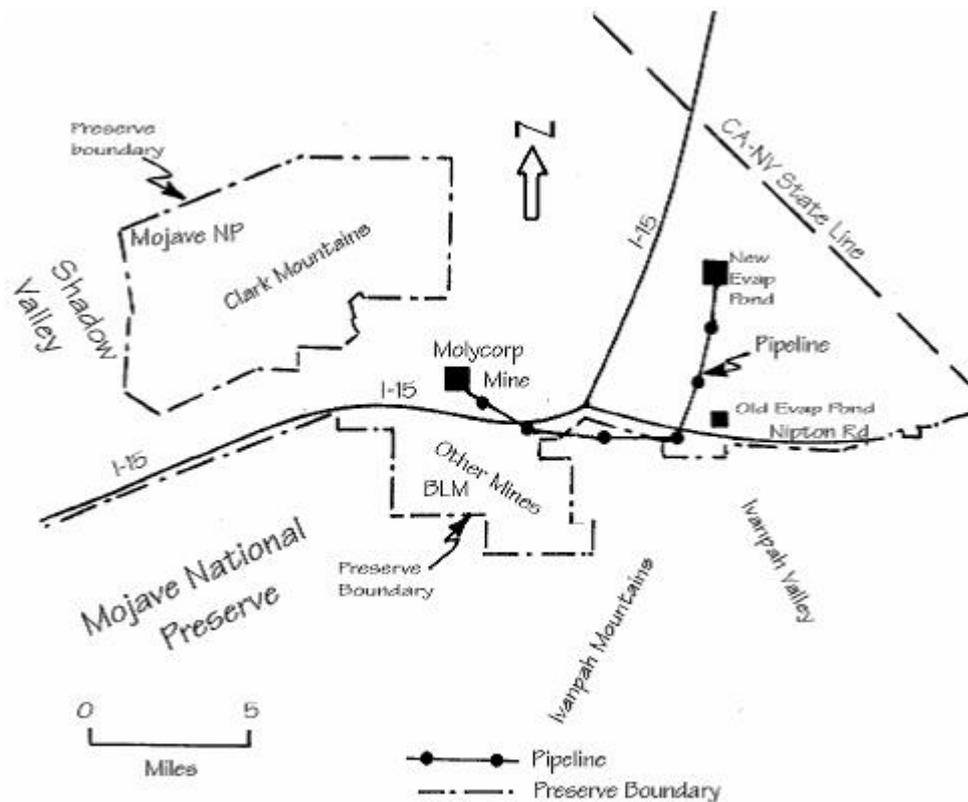
2.1.2 Wasserverbrauch

Während der aktiven Bergbauphase wurden im Mountain Pass-Bergwerk mehr als 1,5 Milliarden l Wasser verbraucht (ENSR 1996). Der hohe Wasserverbrauch des Bergwerks hat zu einem Sinken des Grundwasserspiegels in der Region geführt. In der Nähe des Ivanpah Valley sank er um durchschnittlich 0,6 m pro Jahr seit Beginn der 1950er bis zur Einstellung der Bergbautätigkeiten. Insgesamt war ein Rückgang des Grundwasserspiegels um 30,5 m zu verzeichnen (NPS 1999).

2.1.3 Störfälle

In der Geschichte von Mountain Pass kam es zu einer großen Anzahl von Störfällen entlang der Pipelines, die Abwässer und Rückstände vom Bergwerk zu den Absetzteichen leiteten (EPA 2012a). Problematisch bei der genauen Einschätzung der Anzahl der Störfälle und somit des genauen Ausmaßes der Kontamination ist die mangelhafte Dokumentation der Vorfälle in den Anfangsjahren des Bergbaus in Mountain Pass. Insgesamt soll es zwischen 1989 und 1998 zu 40 bis 50 Unfällen entlang der Pipelines und zum Austritt von kontaminierten Abwässern gekommen sein. Das Gesamtvolumen des ausgelaufenen Abwassers wird auf 3.675.000 l geschätzt (Thompson 2013). So kam es beispielsweise 1990 zu einem von der EPA dokumentierten Unfall bei dem um die 170.000 l kontaminiertes Abwasser in die Umwelt austraten (EPA 2012a).

Abbildung 9: Skizze der Molycorp Inc. Operationen in Mountain Pass



Quelle: NPS 1999

2.2 Umweltauswirkungen



2.2.1 Auswirkungen auf die Biodiversität

Die regelmäßig aufgetretenen Verschmutzungen umliegender Gebiete durch den Austritt von Abwasser während der ersten aktiven Bergbauphase in Mountain Pass hatten erhebliche Auswirkungen auf die Qualität des Grundwassers und den Grundwasserspiegel. Zu den Umweltauswirkungen in der ersten Phase des Bergwerks konnten jedoch keine verlässlichen Informationen gefunden werden.

Bezüglich des Ausbaus des Mountain Pass-Bergwerks ist festzustellen, dass hauptsächlich durch den damit einhergehenden Landverbrauch und Habitatsverlust, vor allem in Bezug auf Brutplätzen und Gebiete für die Nahrungssuche, Auswirkungen auf die Tierwelt angenommen werden. Der Betreiber weist diesbezüglich auf den geringen Nährwert bestimmter auf dem Gebiet vorkommender Pflanzen hin und geht somit davon aus, dass dadurch nicht zu einem Rückgang der Tierpopulation beigetragen wird. Des Weiteren könnten die hohen TDS-

Konzentrationen (Salzgehalte) im Wasser potenzielle Auswirkungen auf die wildlebenden Tierpopulationen haben (ENSR 1996).

2.2.2 Gesundheitsauswirkungen

Die Auswirkungen der Bergbautätigkeiten auf die Bevölkerung bei Mountain Pass waren in der Vergangenheit sehr begrenzt. Dies ist unter anderem auf die Lage des Bergwerks in einer sehr schwach besiedelten Gegend zurückzuführen (Juetten 2011). Darüber hinaus bezieht die ansässige Bevölkerung das Trinkwasser nicht aus Grundwasserreserven. Im Zuge einer geplanten Erweiterung des Bergbaus wurde 1998 eine Risikobewertung für die menschliche Gesundheit unter dem *California Environmental Quality Act* (CEQA) durchgeführt. In diesem Bericht wurden die Bewohner von Mountain Pass im Allgemeinen und die Kinder der Grundschule in Mountain Pass im Speziellen als gefährdete Personengruppen identifiziert. Die Mountain Pass Elementary School wurde daraufhin geschlossen. Aufgrund von festgestellten Selten-Erd Elementen und Radionukliden in den Böden, im Staub und in der Luft bei Mountain Pass, wurden gesundheitsschädliche Einwirkungen auf die Atemwegsorgane der ansässigen Bevölkerung als dringlichste Gefahr für die Gesundheit identifiziert (Tetra Tech Inc. 2001). Leider ist die Datenlage, was die messbaren und bewiesenen Gesundheitsauswirkungen der Bergbauaktivitäten auf die Bevölkerung betrifft, unzureichend. Potenzielle Gesundheitsauswirkungen nach der Wiederinbetriebnahme des Bergwerks könnten durch die Verschlechterung der Luftqualität, der Böden und der Grundwässer auftreten (Juetten 2011).

2.3 Reaktionen (responses)



2.3.1 Sanierungsmaßnahmen

Die seit 2000 durch die vorherigen Besitzer durchgeführten Sanierungsmaßnahmen beinhalteten die Abdichtung von Verdunstungsbecken, die Rekultivierung von Staubecken für 20,1 Millionen US-Dollar und die Errichtung einer fortlaufenden Grundwasserüberwachung und Einhaltung der Umweltrichtlinien für 2,4 Millionen US-Dollar (Kraemer 2010). Diese umfassen die Untersuchung und Überwachung der Absetzbecken auf mögliche undichte Stellen und verschiedene Schadstoffe, Radionuklide sowie die Kontrolle der Wassertiefe (Kraemer 2010). Kontaminiertes Grundwasser wird nach wie vor aktiv aufbereitet. Grundwasserdrainagen ermöglichen die Erfassung und Behandlung der kontaminierten Schadstoffflüsse (California Regional Water Quality Control Board 2010). Darüber hinaus wurde die Abwasserpipeline entfernt (EPA 2012a).

2.3.2 Modernisierungen

Um zukünftige Umweltwirkungen nach der Wiederinbetriebnahme des Bergbaus zu vermeiden, wurden die Prozesse der Abraum- und Rückständebehandlung verbessert und modernisiert (EPA 2012a). Im neuen Betrieb findet eine geschlossene Abfallbehandlung statt. Entwässerte Rückstände aus den Aufbereitungs- bzw. Raffinationsprozessen werden als komprimierte Paste deponiert (und eingehaust). Diese Technologie beinhaltet eine Entwässerung des Bergematerials vor der Deponierung. Dieser Prozess soll über 75 % des vorhandenen Wassers aus den Rückständen entfernen, die üblicherweise etwa 65 % Wasser enthalten. Das Ergebnis ist eine aus etwa 85 % Feststoffen und 15 % Wasser bestehende Paste. Mit der Zeit wird eine

Konsolidierung der (Paste-)Berge auftreten und das restliche Wasser ausgestoßen. Unter Berücksichtigung der Verdunstungsbedingungen und geotechnischen Eigenschaften des Bergematerials prognostiziert Molycorp, dass die gesamten Sickerwässer aus der geplanten 0,95 km² großen Anlage zwischen 15 bis 30 l pro Minute betragen werden und an der Basis der Sickerwassersammelstelle konzentriert werden (California Regional Water Quality Control Board 2010).

Durch den verbesserten Recyclingprozess wird der Frischwasserverbrauch um etwa 90 % reduziert (Molycorp Inc. 2013a). Infolgedessen wird ein steigender Grundwasserspiegel erwartet (Massachusetts Institute of Technology 2012b). Der Betreiber spricht von bedeutend weniger Energie- und Flächenverbrauch, geringeren Emissionen sowie insgesamt einer Reduktion des Kontaminierungspotentials (Molycorp Inc. 2013a).

Die von der EPA hervorgehobenen Verbesserungen umfassen die Umstellung des Verfahrens auf durch Erdgas gewonnenen Strom sowie verbesserte Verfahren bei der Weiterverarbeitung, die Abraum und Rückstände pro gewonnener Tonne SEO reduzieren (EPA 2012a).

3 Governance, Sozialauswirkungen und Konfliktstrukturen

3.1 Sektorgovernance, Umweltgesetzgebung und Effektivität der staatlichen Institutionen

Die Bedeutung von SE für verschiedene heimische Hochtechnologieindustrien, vor allem in Bezug auf strategische und militärische Technologien sowie steigende Preise, die Angst vor Knappheiten, das Abwandern strategisch wichtiger Unternehmen und die Abhängigkeit von China haben in den USA zu einer verstärkten politischen Wahrnehmung der eigenen Versorgungssicherheit und der strategischen Bedeutung von SE geführt (Margonelli 2009). Dies drückte sich durch eine vermehrte Berichterstattung in nationalen und internationalen Medien sowie einer Reihe politischer Initiativen aus. Von verschiedenen Kongressabgeordneten des Senats und des Repräsentantenhauses wurden Gesetzesentwürfe und Änderungen zum (Wieder-)Aufbau der heimischen SE-Industrie und zur Verbesserung der Versorgungssicherheit eingebracht. 2009 wandten sich Mitglieder des U.S. Kongress an das Department of Energy (DOE) mit dem Anliegen, eine mögliche Verknappung SE zu adressieren (Ghorashi et al 2011). Eine genaue Analyse der Kritikalität der Rohstoffe wurde vom amerikanischen Kongress durch das amerikanische Government Accountability Office und dem Verteidigungsminister angefordert (Grasso 2013), da SE auch in einer Reihe von Militärtechnologien eingesetzt werden. Im folgenden Jahr gab es Initiativen zum Aufbau einer sicheren heimischen Lieferkette, wie den *Rare Earth Supply Technology and Resources Transformation (RESTART) Act*, initiiert von Abgeordneten des Repräsentantenhauses (Ghorashi et al. 2011). Im selben Jahr startete die Senatorin Lisa Murkowski eine ähnliche Initiative mit der Forderung nach einer Vereinfachung der Vergabe von Genehmigungen für SE-Projekte (Ghorashi et al. 2011). Ebenso beschäftigten sich das Department of the Interior (DOI), das Department of Commerce, das Office of Science and Technology Policy in the Executive Office of the President und das DOE mit der möglichen Verknappung von Seltenen Erden (GAO 2010).

So erarbeitete zum Beispiel das DOE eine Strategie zum Umgang mit kritischen Rohstoffen und thematisierte darin mögliche Verknappungsrisiken bei SE sowie entsprechende Optionen zur Verbesserung der Versorgungssicherheit (Ghorashi et al. 2011). Des Weiteren investiert das DOE in Forschung und Entwicklung, um mögliche Alternativen zu SE zu identifizieren und Recyclingoptionen zu prüfen (Humphries 2013). Weitere Maßnahmen umfassten die Vereinfachung bei der Vergabe von Krediten und entsprechende Garantien im *Loan Guarantee Program* des DOE für SE-Projekte (Taylor 2010; Howell 2010). Nach dem *Title III of the Defense Production Act* von 1950 sind zudem finanzielle Unterstützungen durch das Militär für Firmen mit Relevanz für die nationale Sicherheit möglich. Pläne der U.S. Navy für direkte Investitionen in Mountain Pass wurden jedoch 2006 verworfen (GAO 2010). 2013 wurde mit dem *National Strategic and Critical Minerals Production Act*⁶ ein Gesetz im US Senat zum effizienten und schnellen Ausbau der SE-Produktion und anderen strategischen Rohstoffen, in Einklang mit der Wahrung des Umweltschutzes, eingebracht (Tanton 2012). Des Weiteren wurde der *Resource Assessment of Rare Earth Act (RARE)* erlassen, um die Risiken möglicher Versorgungsengpässe zu überprüfen (Humphries 2013). Ein Ziel der Wiedereröffnung des Mountain Pass-Bergwerks war es, SE zu günstigeren und stabileren Preisen zu bekommen und

⁶ H. R. 4402.

eine heimische Versorgungskette aufzubauen, um die Versorgungssicherheit der USA in Bezug auf SE sicherzustellen (Grasso 2013; Papp et al. 2008).

Obwohl die Bedenken auf Seiten der USA bezüglich der Versorgungssicherheit groß sind und zahlreiche Initiativen ergriffen wurden, wird davon ausgegangen, dass die Abhängigkeit vom chinesischen Markt erst in 15 Jahren überwunden sein wird (Bradsher 2011). Dies steht auch in Zusammenhang mit Genehmigungsverfahren, die in den USA oft langwierig sind und ausführliche Umweltverträglichkeitsstudien umfassen. Insgesamt sind acht Regierungsbehörden mit der Aufsicht der Bergbauaktivitäten in den USA betraut (Tanton 2013; GAO 2010).

In den einzelnen Bundesstaaten gelten unterschiedliche Regelungen und Gesetze zur Produktion von SE und den damit verbundenen Genehmigungsprozessen. Ebenso relevant sind allgemeine Umweltgesetze und Regelungen für den Umgang mit radioaktiven Elementen. Aufgrund der lang anhaltenden Strahlung von radioaktivem Material und Abfällen und der möglichen schädlichen Wirkung auf die Umwelt sowie die Sicherheit und Gesundheit der Bevölkerung ist der Umgang mit radioaktiven Materialien besonders reglementiert. Die Genehmigungen sind von einer Reihe von Behörden wie der Environmental Protection Agency (EPA), Nuclear Regulatory Commission (NRC), des Department of Energy (DOE) und dem Department of Transportation (DOT) abhängig und benötigen zudem auch eine Abstimmung mit den Bundesstaaten und ansässigen indigenen Völkern (EPA 2013a). Auch bezüglich des Umgangs mit den Altlasten gibt es eine Reihe von Auflagen. Die Sanierung radioaktiv verseuchter Gebiete muss laut EPA mit den besten zur Verfügung stehenden technischen und wissenschaftlichen Methoden ausgeführt werden. Ebenso werden Grenzwerte für die erlaubten Belastungen definiert und Risikobewertungen zur Verminderung der Strahlenbelastung durchgeführt (EPA 2013b).

Die Erteilung der Abbaugenehmigung für das Mountain Pass-Bergwerk erfolgte nach Abstimmung mit 18 Behörden (Margonelli 2009). Obwohl die Umweltverträglichkeitsprüfung bereits 2004 abgeschlossen war, wurden die letzten für die Modernisierung und den Ausbau des Bergbaus notwendigen Genehmigungen erst Ende 2010 eingeholt (Molycorp Inc. 2010). Zusätzlich zu langwierigen Verwaltungsprozessen ist dies auf Beschwerden durch NRO und Umweltschutzgruppen und deren Bedenken bezüglich der Luft- und Wasserverschmutzung zurückzuführen (Tanton 2013). Der Bergbau wurde für 30 Jahre und zusätzliche etwa 92 m Abbautiefe genehmigt (Margonelli 2009). Vor allem neue Technologien sollen unter Einhaltung der Umwelt- und Sicherheitsstandards eine wettbewerbsfähige Förderung ermöglichen (Bradsher 2010a).

3.2 Allgemeine Konfliktgeschichte und Konflikte rund um den Bergbau

Die Konfliktgeschichte des Mountain Pass-Bergwerks hat zwei zentrale Komponenten: Erstens, die Umweltwirkungen, vor allem in Form von Störfällen, die lokale Bevölkerung zu Umsiedlungen zwangen und zu Konflikten mit den Behörden und NRO der Region führten. Und zweitens, eine internationale Komponente, welche vor allem die Exportbeschränkungen Chinas und die Versorgungsunsicherheiten der SEO importierenden Länder beinhaltet.

Während des Bergbaubetriebs kam es wiederholt zur Verhängung von Strafen durch die Behörden. Unter anderem mussten 400.000 US-Dollar für die unsachgemäße Lagerung toxischer Abfälle an das State Department of Toxic Control gezahlt werden (Hughes 2012). Im Zusammenhang mit einem nicht gemeldeten Störfall bei der Pipeline im Jahr 1996 wurden 1998 Strafen in Höhe von 410.000 US-Dollar für verspätete oder nicht durchgeführte Meldung von Störfällen eingefordert. Des Weiteren wurde ein Gerichtsverfahren durch das San Bernardino County zu einer möglichen Falschaussage gegenüber Aufsichtsbehörden und ein weiteres Verfahren wegen der Verletzung des Trinkwasserschutzgesetzes eingeleitet (NPS 2004). Zudem wurde die Einstellung der Verbringung von radioaktivem und giftigem Material gefordert,

da dies laut staatlicher Kontrollstelle nie Teil der Genehmigung war. In Folge dessen wurde im September 1998 der Betriebs bis zur vollständigen Lösung der Probleme und Klärung der Umweltfragen von Molycorp eingestellt (NPS 2004).

Nach dem Entzug der Produktionslizenz wurde der Prozess der erneuten Vergabe von der Öffentlichkeit und einigen NROs, wie dem „Sierra Club“, kritisch beobachtet und an der Genauigkeit der Überprüfung der Umweltverträglichkeitsberichte und -erklärungen durch den verantwortlichen Landkreis San Bernardino gezweifelt (Tanton 2012). In dem 2004 veröffentlichten *Environmental Impact Statement* (EIS) und dem *Environmental Impact Report* (EIR) wurden wesentliche Einschnitte in das Landschaftsbild, Veränderungen der Luftqualität, der Geologie und des Bodens, der Hydrologie und Wasserqualität beschrieben. Trotzdem wurde die Freigabe erteilt. Obwohl die direkten Auswirkungen des Bergbaus auf die Bevölkerung sich aufgrund der geringen Besiedlungsdichte in Grenzen hielten, wurde 2003 eine Grundschule in direkter Nachbarschaft zum Bergwerk geschlossen (Tanton 2012). Als Grund für die Schließung wurden mögliche gesundheitsschädliche Einwirkungen auf die Atemwegsorgane angegeben (Tetra Tech Inc. 2001). Außerdem kam es zu Umsiedlungen, über deren genauen Umfang leider keine Angaben zu finden waren (NPS 1999). In die Kritik der Mine Safety and Health Administration geriet Molycorp 2013 aufgrund der kurzfristigen Entlassung eines Mitarbeiters nach Beschwerde beim Management über mangelhafte Sicherheitsvorkehrungen im Mountain Pass-Bergwerk und Aufbereitungsanlagen. Der Arbeitnehmer konnte jedoch erfolgreich die Wiedereinstellung einklagen (MSHA 2013).

Neben diesen Konflikten sorgte die Produktion von SE international für Auseinandersetzungen, die bis jetzt vor allem auf der Ebene der Welthandelsorganisation (WTO) ausgetragen wurden. China wird vorgeworfen, durch Exportbeschränkungen, Ausfuhrzölle und Gebühren den freien Markt zu verzerren und ausländische Unternehmen zu benachteiligen (Bradsher 2010a). Zur gleichen Zeit nimmt die Wichtigkeit von SE zu (Bradsher 2010c). In Anbetracht dieser Entwicklungen legten die USA, Japan und die Europäische Union bei der WTO eine Beschwerde gegen die restriktive Handelspolitik Chinas ein (Gambogi 2013). China argumentiert jedoch mit den durch die WTO erlaubten Exportbeschränkungen zum Schutz seltener Ressourcen, der Umwelt und der öffentlichen Gesundheit (Geitner 2012). Aufgrund der zumeist sehr umweltschädlichen Produktion von SEO plädiert China auf sein Recht, die Förderung einzuschränken ohne die heimische Nachfrage zu gefährden. Jedoch kam die WTO zu dem Beschluss, dass die chinesischen Ausfuhrbeschränkungen nicht im Einklang mit welthandelsrechtlichen Bestimmungen sind. Die internationalen Spannungen um SE spiegeln sich auch in den Eigentümerwechseln des Mountain Pass-Bergwerkes wieder. 2005 verhinderte der US Kongress die Übernahme Molycorps durch das chinesische Ölunternehmen China National Offshore Oil Corporation (Bradsher 2010a). Zwei weitere Versuche Chinas, das Bergwerk zu erwerben, wurden ebenfalls verhindert. 2008 gingen die Lizenzen an das Unternehmen Molycorp LLC, ein US-amerikanisches Unternehmen mit Sitz in Colorado (Bradsher 2010b).

3.3 Konfliktmanagement und Kompensationsmechanismen

Bezüglich Kompensationszahlungen oder -mechanismen konnten keine Aussagen in der zur Verfügung stehenden Literatur gefunden werden. Verschiedene ergriffene Maßnahmen des neuen Betreibers des Mountain Pass-Bergwerkes sollen die Umweltbelastungen minimieren und die Wiederholung früherer Fehler verhindern (siehe Kapitel 2). Die Umsetzung der vorgeschlagenen Verbesserungen und ob diese zu einer Reduzierung der Umweltwirkungen führen bleibt abzuwarten. Neben den technischen Maßnahmen wird seit 2012 der Ausbau des Barstow Community College durch die Arbeitsagentur finanziert, so dass 25 Veteranen und 30 Arbeitslose speziell für die Arbeit im Mountain Pass-Bergwerk ausgebildet werden (Nelson und Writer 2012).

Tabelle 3: USA Index

Index	Ranking
Failed State Index	Rang 159 von 178 Staaten (2013)
The Worldwide Governance Indicators Project:	Prozentualer Vergleich der im WGI aufgelisteten Länder (0-100) (2012)
<ul style="list-style-type: none"> • Voice and Accountability • Political Stability • Government Effectiveness • Regulatory Quality • Rule of Law • Control of Corruption 	<ul style="list-style-type: none"> • 86 • 68 • 90 • 88 • 91 • 89
Freedom House:	1 – 7 (2013)
<ul style="list-style-type: none"> • Political Rights Score • Civil Liberties Score • Freedom Rating • Status 	<ul style="list-style-type: none"> • 1 • 1 • 1,0 • Free
Human Development Index	Rang 3 von 186 Staaten (2012)
Corruption Perceptions Index	Rang 19 von 175 Staaten (2013)
Doing Business	Rang 4 von 189 Staaten (2013)

Literaturverzeichnis

- Bradsher, K. (2011): Molycorp Set to Announce a Rare Earth Rediscovery. http://www.nytimes.com/2011/10/04/business/molycorp-to-announce-rare-earth-deposit-at-california-site.html?_r=0. Aufgerufen am 30.10.2013.
- Bradsher, K. (2010a): After China's Rare Earth Embargo, a New Calculus. <http://www.nytimes.com/2010/10/30/business/global/30rare.html>. Aufgerufen am 29.10.2013.
- Bradsher, K. (2010b): Challenging China in Rare Earth Mining. http://www.nytimes.com/2010/04/22/business/energy-environment/22rare.html?pagewanted=1&_r=0. Aufgerufen am 07.11.2013.
- Bradsher, K. (2010c): U.S. Called Vulnerable to Rare Earth Shortages. http://www.nytimes.com/2010/12/15/business/global/15rare.html?_r=0. Aufgerufen am 29.10.2013.
- California Regional Water Quality Control Board (2010): Revised Waste Discharge Requirements for Molycorp Minerals LLC. http://www.waterboards.ca.gov/laontan/board_decisions/adopted_orders/2010/docs/r6v_2010_0047molycorp.pdf. Aufgerufen am 20.11.2013.
- California Regional Quality Control Board (2006): Post-closure waste discharge requirements for Molycorp Community. http://www.waterboards.ca.gov/rwqcb6/board_decisions/adopted_orders/2006/docs/r6v2006_0024_molycorp.pdf. Aufgerufen 19.12.2013.
- Castor, S.B. (2008): The Mountain Pass rare-earth carbonatite and associated ultrapotassic rocks, California. In: *The Canadian Mineralogist*, Vol. 46, S. 779-806.
- Castor, S.B. und Hedrick, J. (2006): Rare Earth Elements, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration. In: *Industrial Minerals*, Vol. 7 S. 769-792.
- Dittmeyer, R.; Keim, W.; Kreysa, G. und Oberholz, A. (2006): *Chemische Technik. Prozesse und Produkte*. 5. Auflage. Weinheim: Wiley-VCH-Verlag.
- Doing Business (2014): Rankings. <http://www.doingbusiness.org/rankings>. Aufgerufen am 21.02.2013.
- ENSR Consulting and Engineering, Camarillo (1996): Molycorp Mountain Pass Mine Expansion Project: Draft Environmental Impact Report. <http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML0322/ML032240079.pdf>. Aufgerufen am 20.11.2013.
- EPA (Environmental Protection Agency) (2013a): Radioactive Waste Disposal: An Environmental Perspective. <http://www.epa.gov/radiation/docs/radwaste/#types>. Aufgerufen am 03.12.2013.
- EPA (Environmental Protection Agency) (2013b): EPA Cleanup and Multi-Agency Programs: Overview. <http://www.epa.gov/radiation/emcp-overview.html>. Aufgerufen am 03.12.2013
- EPA (Environmental Protection Agency) (2012a): Rare Earth Elements: A Review of Production, Processing, Recycling, and Associated Environmental Issues, U.S. Environmental Protection Agency. <http://nepis.epa.gov/Adobe/PDF/P100EUBC.pdf>. Aufgerufen am 04.11.2013.
- EPA (Environmental Protection Agency) (2012b): Risk Assessment and Federal Guidance Programs: Overview. <http://www.epa.gov/radiation/rafg-overview.html>. Aufgerufen am 03.12.2013.

- European Commission (2012): EU challenges China`s rare earth exports. http://europa.eu/rapid/press-release_IP-12-239_en.htm. Aufgerufen am 20.12.2013.
- EWI (2011): Rare Earth Materials: China`s Role and Emerging Sources. <http://ewi.org/eto/wp-content/uploads/2013/01/4-Chinas-Role-and-Emerging-Sources-S.pdf>. Aufgerufen am 05.12.2013
- Failed State Index (2013): The Failed State Index 2013. <http://ffp.statesindex.org/rankings-2013-sortable>. Aufgerufen am 21.02.2014
- Feil, M. und Rüttinger, L. (2010): Rohstoffkonflikte nachhaltig vermeiden: Risikoreiche Zukunftsrohstoffe? Fallstudie und Szenarien zu China und Seltenen Erden. Berlin: Adelphi, Wuppertal Institut.
- Freedom House (2014): freedom in the World. United States. <http://www.freedomhouse.org/report/freedom-world/2013/united-states#.UwcefSeaJtM> Aufgerufen am 21.02.2014
- Gambogi, J. (2013a): Rare Earths, 2011 Minerals Yearbook, USGS. http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/rare_earth/myb1-2011-raree.pdf. Aufgerufen am 30.10.2013.
- Gambogi, J. (2013b): Rare Earth. U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries. http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/rare_earth/mcs-2013-raree.pdf. Aufgerufen am 05.12.2013.
- GAO (United States Government Accountability Office, 2010): Rare Earth Materials in the Defense Supply Chain. <http://www.gao.gov/new.items/d10617r.pdf> Aufgerufen am 30.10.2013.
- Geitner, P. (2012): U.S., Europe and Japan Escalate Rare-Earth Dispute with China. http://www.nytimes.com/2012/06/28/business/global/us-europe-and-japan-escalate-rare-earth-dispute-with-china.html?ref=rareearth&_r=0. Aufgerufen am 31.10.2013.
- Ghorashi, K.; Gibbs, L.; Hand, P. und Luong, A. (2011): Rare Earth Elements: Strategies to ensure domestic supply. Stanford University. <http://publicpolicy.stanford.edu/system/files/RareEarthElements.pdf> . Aufgerufen am 12.12.2013.
- Grasso, V.B. (2013): Rare Earth Elements in National Defense: Background, Oversight Issues, and Options for Congress. Congressional Research Center. <http://www.fas.org/sgp/crs/natsec/R41744.pdf>. Aufgerufen am 12.12.2013.
- Hatch, G.P. (2012): A Brief Overview of recent Rare-Earth Supply & Pricing Dynamics. <http://www.almainternational.org/assets/Documents/WinterSymposia/Panels/neodymiumWS2012/hatch-rare%20earth%20supply%20demand-alma%20neo%20wkshp-01.14.12.pdf>. Aufgerufen am 10.12.2013.
- Haxel, B.G. (2005): Ultrapotassic Mafic Dikes and Rare Earth Element- and Barium-Rich Carbonatite at Mountain Pass, Mojave Desert, Southern California: Summary and Field Trip Localities. U.S. Geological Survey, Open-File-Report 2005-1219. <http://pubs.usgs.gov/of/2005/1219/of2005-1219.pdf>. Aufgerufen am 02.12.2013.
- Howell, K. (2010): Senators press DOE to issue rare-earth loan guarantees, E&E News PM. 19.07. <http://www.eenews.net/stories/93371>. Aufgerufen am 30.10.2013.
- Hughes, P. (2012): Molycorp Digs Rare Earth in Mojave Desert. <http://www.paul-hughes.com/molycorp.html>. Aufgerufen am 08.11.2013.

Human Development Index (2013): International Human Development Indicators. <http://hdr.undp.org/en/data>. Aufgerufen am 21.02.2014.

Humphries, M. (2013): Rare Earth Elements: The Global Supply Chain. Congressional Research Center. <http://www.fas.org/sgp/crs/natsec/R41347.pdf>. Aufgerufen am 21.02.2014

Juetten, S. (2011): Rare Earth Mining At Mountain Pass. Desert Report, CNRCC Desert Committee. http://www.desertreport.org/wp-content/uploads/2011/03/DR_Spring2011.pdf. Aufgerufen am 19.11.2013.

KPMG (2012): Rare Earth Metal. Quarterly Commodity Insights Bulletin. <http://www.kpmg.com/Global/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/commodity-insights-bulletin/Documents/rare-earth-metal-q1-june-2012.pdf>. Aufgerufen am 12.12.2013.

Kraemer, S. (2010): California to mine rare earth materials again. <http://cleantechnica.com/2010/12/28/california-to-mine-rare-earth-materials-again/>. Aufgerufen am 07.11.2013.

Margonelli, L. (2009): Clean Energy's Dirty Little Secret. <http://www.theatlantic.com/magazine/archive/2009/05/clean-energys-dirty-little-secret/307377/>. Aufgerufen am 29.10.2013.

Massachusetts Institute of Technology (2012a): The Future of Strategic Natural Resources: Environmental Costs of Waste Disposal. <http://web.mit.edu/12.000/www/m2016/finalwebsite/problems/disposal.html>. Aufgerufen am 20.11.2013.

Massachusetts Institute of Technology (2012b): The Future of Strategic Natural Resources: Environmentally Sensitive Green Mining. <http://web.mit.edu/12.000/www/m2016/finalwebsite/solutions/greenmining.html>. Aufgerufen am 20.11.2013.

Molycorp Inc. (2013a): Molycorp Innovations. <http://www.molycorp.com/technology/molycorp-innovations>. Aufgerufen am 20.11.2013.

Molycorp Inc. (2013b): Molycorp Mountain Pass. <http://www.molycorp.com/about-us/our-facilities/molycorp-mountain-pass> Aufgerufen am 20.11.2013.

Molycorp Inc. (2013c): Molycorp Reports Second Quarter 2013 Results. <http://www.molycorp.com/molycorp-reports-second-quarter-2013-results/>. Aufgerufen am 18.12.2013.

Molycorp Inc. (2010): Molycorp secures last permit needed for construction start of \$531 Million Rare Earth Manufacturing Supply Chain Project. <http://www.molycorp.com/molycorp-secures-last-of-permits-needed-for-construction-start-of-531-million-rare-earth-manufacturing-supply-chain-project/>. Aufgerufen am 19.12.2013.

MSHA (Mine Safety and Health Administration) (2013): Temporary reinstatement victory for California miner. 16.05. <http://www.msha.gov/MEDIA/PRESS/2013/NR130516.asp>. Aufgerufen am 19.11.2013.

Nelson, J. und Writer, S. (2012): College program trains heavy equipment mechanics. http://www.contracostatimes.com/california/ci_19723280. Aufgerufen am 29.10.2013.

NMA (National Mining Association) (2013): The Economic Contributions of U.S. Mining (2011), National Mining Association (NMA), Washington D.C., USA. http://www.nma.org/pdf/economic_contributions.pdf. Aufgerufen am 05.11.2013.

- NPS (National Park Service, 2004): Mojave – Administrative History. Resource Management. Chapter 8. National Park Service, U.S. Department of the Interior. http://www.nps.gov/history/history/online_books/moja/adhi8a.htm. Aufgerufen am 08.11.2013.
- NPS (National Park Service) (1999): Water Resources Scoping Report: Technical Report: PS/NRWRD/NRTR-99/225. http://www.nature.nps.gov/water/planning/management_plans/moja_final_screen.pdf. Aufgerufen am 20.11.2013.
- Olson, J.C.; Shawe, D.R.; Pray, L.C. und Sharp, W.N. (1954): Rare-earth mineral deposits of the Mountain Pass district. San Bernardino County, California. U.S. Geol. Survey, Prof. Paper 261.
- OpenStreetMap (2013): OpenStreetMap. <http://www.openstreetmap.org/#map=5/51.500/-0.100>. Aufgerufen am 20.12.2013.
- Papp, J.F.; Bray, E.L.; Edelstein, D.L.; Fenton, M.D.; Guberman, D.E.; Hedrick, J.B.; Jorgenson, J.D.; Kuck, P.H., Shedd, K.B. und Tlcin, A.C. (2008): Factors that influence the price of Al, Cd, Co, Cu, Fe, Ni, Pb, Rare Earth Elements, and Zn. USGS. <http://pubs.usgs.gov/of/2008/1356/pdf/ofr2008-1356.pdf>. Aufgerufen am 30.10.2013.
- Proctor, C. (2010): Molycorp gets OK for rare-earths processing plant. <http://www.bizjournals.com/denver/news/2010/12/13/molycorp.html?page=2>. Aufgerufen am 28.10.2013.
- Reuters (2010): China's cut in rare earth quotas raises trade worries. <http://www.thejakartapost.com/news/2010/12/30/china's-cut-rare-earth-quotas-raises-trade-worries.html>. Aufgerufen am 28.10.2013.
- Ririe, G. und Nason, G. (1991): Crossing the borders: quaternary studies in eastern California and southwestern Nevada. San Bernardino County Museum Association Special Publication.
- Shumway, G.L.; Vredenburg, L. und Hartill, R. (1980): Desert Fever: An Overview of the Mining in the Californian Desert Conservation Area. Desert Planning Staff, Bureau of Land Management, U.S. Department of the Interior, California, USA. http://vredenburg.org/mining_history/pdf/DesertFever_BLM_Version.pdf. Aufgerufen am 08.11.2013.
- Tanton, T. (2013): Rare Earths Mining Potential in the United States. Policy Report No. 348, National Center for Policy Analysis, Dallas, Texas, Washington, D.C., USA. <http://www.ncpa.org/pdfs/st348.pdf>. Aufgerufen am 31.10.2013.
- Tanton, T. (2012): Dig it! Rare Earth and Uranium Mining Potential in the States. American Legislative Exchange Council (ALEC), Washington, D.C., USA. <http://www.alec.org/docs/DIG-IT-WEB.pdf>. Aufgerufen am 31.10.2013.
- Taylor, P. (2010): Rush On for 'Rare Earths' as U.S. Firms Seek to Counter Chinese Monopoly, The New York Times. 23.07. <http://www.nytimes.com/gwire/2010/07/23/23greenwire-rush-on-for-rare-earths-as-us-firms-see-to-co-58814.html?pagewanted=1>. Aufgerufen am 29.10.2013.
- Tetra Tech Inc. (2001): Final Report, Human Health and Ecological Risk Assessment for the Mountain Pass Mine. http://www.epa.gov/opptintr/tsca8e/pubs/8ehq/2001/dec01/fyi_1201_01417a_index.pdf. Aufgerufen am 19.11.2013.
- The Atlantic (2012): A Visit to the Only American Mine for Rare Earth Metals. <http://www.theatlantic.com/technology/archive/2012/02/a-visit-to-the-only-american-mine-for-rare-earth-metals/253372/>. Aufgerufen am 29.10.2013.

- The World Bank (2013): The Worldwide Governance Indicators.
<http://info.worldbank.org/governance/wgi/index.aspx#reports>. Aufgerufen am 21.02.2014.
- Thompson, K. (2013): One American Mine Versus China's Rare Earths Dominance.
<http://www.popularmechanics.com/technology/engineering/news/one-american-mine-versus-chinas-rare-earths-dominance-14977835>. Aufgerufen am 20.11.2013.
- Transparency International (2013): Corruption Perception Index 2013. Aufgerufen am 21.02.2014 unter <http://www.transparency.org/cpi2013/results>
- Rüttinger, L.; Treimer, R.; Tiess, G.; Griestop, L.; Schüler, F. und Wittrock, J. (2014): Fallstudie zu Umwelt- und Sozialauswirkungen Seltene Erden, Bayan Obo, China. Berlin: Adelphi.
- Warhol, W.N. (1980): Molycorp's Mountain Pass operations. In: Fife, D.L. und Brown, A.R. (Hrsg.): Geology and mineral wealth of the Californian desert. South Coast Geological Society. S. 359-366.
- Weslosky, T. (2012): Project Phoenix Phase 1 Production. ProEdge Media Corp.
<http://investorintel.com/rare-earth-press/project-phoenix-phase-1-production-on-track-for-q4-2012/>. Aufgerufen am 20.11.2013.
- Wübbecke, J. (2010): Eine neue Rohstoff-Supermacht? China und die Seltenen Erden. Center for Global Studies. <http://www.cgs-bonn.de/home.php?sid=43&lid=2&bid=14>. Aufgerufen am 06.12.2013.