



# Fallstudie zu den Umwelt- und Sozialauswirkungen der Kupfergewinnung in Butte, Montana, USA

Lukas Rüttinger, adelphi; Laura Griestop, adelphi; Robert Treimer, Montanuniversität Leoben; Günter Tiess, Montanuniversität Leoben

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 Kupfergewinnung in Butte, Montana, USA. Berlin: adelphi.

## **Impressum**

Herausgeber: adelphi  
Autoren: Lukas Rüttinger, Robert Treimer, Günter Tiess, Laura Griestop,  
Abbildungen: flickr/Tjflex2  
  
Stand: Oktober 2014



**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](http://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](mailto: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](mailto:griestop@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(at)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

<b>Impressum</b>	<b>III</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>V</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>V</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>VI</b>
<b>Glossar</b>	<b>VII</b>
<b>1 Kupferbergbau in Butte, Montana, USA</b>	<b>1</b>
1.1 Fokus und Relevanz	1
1.2 Struktur des Bergbausektors und volkswirtschaftliche Relevanz	2
1.3 Geologischer Rahmen und Mineralisation	2
1.4 Abbauverfahren	4
1.5 Aufbereitung und Raffination	4
<b>2 Umweltwirkungen</b>	<b>6</b>
2.1 Umwelteinwirkungen (pressures)	6
2.1.1 Kontamination durch Bergbauabfälle	6
2.1.2 Acid Mine Drainage (AMD) – Saure Grubenwässer	7
2.1.3 Umweltveränderungen (state)	7
2.2 Umweltauswirkungen (impacts)	7
2.2.1 Biodiversität und Auswirkungen auf Pflanzen und Tiere	7
2.2.2 Gesundheitsauswirkungen	8
2.3 Reaktionen (responses)	8
2.3.1 Wasseraufbereitung	8
2.3.2 Sanierung und Rekultivierung	9
2.3.3 Kommerzielle Nutzung des ehemaligen Bergwerksgeländes für Tourismuszwecke	10
<b>3 Governance, Sozialauswirkungen und Konfliktstrukturen</b>	<b>11</b>
3.1 Sektorgovernance, Umweltgesetzgebung und Effektivität der staatlichen Institutionen	11
3.2 Allgemeine Konfliktgeschichte und Konflikte rund um den Bergbau	12
3.3 Konfliktmanagement- und Kompensationsmechanismen	13
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>14</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Foto des Berkeley Pit und der Stadt Butte	1
Abbildung 2: Übersichtskarte und regionale geologische Übersicht der Region von Butte	3
Abbildung 3: DPSIR Modell	6
Abbildung 4: Übersicht der verschiedenen Teilbereiche (engl. subareas)	10

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der wichtigsten Erzminerale der Bergbauregion Butte	3
Tabelle 2: Index USA	13

## Abkürzungsverzeichnis

<b>ACM</b>	Acid Mine Drainage
<b>ARCO</b>	Atlantic Richfield Company
<b>CERCLA</b>	Comprehensive Environmental Response Compensation and Liability Act
<b>DEQ</b>	Montana Department of Environmental Quality
<b>DPSIR</b>	Driving forces, Pressures, States, Impacts and Responses
<b>EPA</b>	Environmental Protection Agency
<b>MR</b>	Montana Resources
<b>NRDP</b>	Natural Resource Damage Program
<b>ROD</b>	Record of Decision

## Glossar

- Akzessorisch** Bezeichnung für die Gemengteile eines Gesteins, die für dessen Zusammensetzung ohne Bedeutung sind (meist unter 1%) aber nomenklatorische Bedeutung haben können.
- Batholith** Große Tiefengesteinskörper aus grobkristallinen Gesteinen, die als flüssige Schmelzen aus tieferen in höhere Gesteinsschichten eindringen und erstarren.
- Biotit** Dunkler Magnesia-Eisenglimmer. Wichtiges gesteinsbildendes Schichtsilikat, sehr häufig in magmatischen und metamorphen Gesteinen. Mischkristall der Annit-Phlogopit-Mischkristallreihe. Allgem. chem. Formel  $K(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Mn}^{2+})_3[(\text{OH}, \text{F})_2](\text{Al}, \text{Fe}^{3+}, \text{Ti}^{3+})\text{Si}_3\text{O}_{10}$ , monoklin.
- Cu-Mo-Sulfid** Mineralparagenese bestehend aus Kupfer- und Molybdän-Sulfiden.
- Ganggestein** Gangförmig auftretende magmatische Gesteine; in Klüften der Erdkruste erstarrte Teile von Gesteinsschmelzen.
- Granit** Bekanntestes und verbreitetstes magmatisches Tiefengestein, das vorwiegend aus Feldspat, Quarz und Glimmer besteht. Nebengemengteile u.a. Hornblende, Augit, Turmalin, Zirkon, Magnetit.
- Amphibolgruppe** Mineralgruppe der Amphibole. Gruppe von wichtigen gesteinsbildenden Silikaten. Wichtige Vertreter z.B. Gruppe der Hornblenden mit allgemeinen chemischen Zusammensetzung  $(\text{Ca}, \text{Na}, \text{K})_{2-3}(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_5[(\text{OH}, \text{F})_2](\text{Si}, \text{Al})_2\text{Si}_6\text{O}_{22}$ , monoklin.
- Hydrothermal** Stadium im Bereich der magmatogenen Erzlagerstättenbildung, für das ein wässriges Transportmedium mit Temperaturen unter 400 °C und unterschiedliche Drücke charakteristisch sind.
- Ilmenit** Mineral der Mineralklasse der Oxide und Hydroxide.  $\text{FeTiO}_3$ , trigonal. Wirtschaftlich wichtigstes Titan-Mineral. Vork. in magmatischen und metamorphen Gesteinen und sekundär als Ilmenitsand.
- Intrusivkomplex** Bezeichnung für Gesteinskomplexe, die durch Erstarren von Gesteinsschmelzen innerhalb der Erdkruste entstanden sind. Z.B. Gesteinskörper bestehend aus Granit, Granodiorit, Gabbro, Peridotit, Syenit, etc.
- Magnetit** Mineral aus der Mineralklasse der Oxide, Hydroxide.  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , kubisch. Wichtiges Eisenerz (bis zu 72 % Fe). Weitere Bezeichnungen: Magneteisenstein, Magneteisenerz.
- Monzonit** Bezeichnung für ein bestimmtes Tiefengestein (Plutonit). Beim Boulder-Batholith mit der Zusammensetzung von etwa 35-40 % Plagioklas, 20 % Quarz, 20 % Orthoklas, 15-20 % Hornblende und Biotit sowie akzessorischen Magnetit, Titanit, Ilmenit und Apatit
- Orthoklas** Mineral der Mineralklasse der Silikate. Monokliner Kalifeldspat, Mineral der wichtigen Mineralgruppe der Feldspäte.  $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ , monoklin.

---

	Wichtiges gesteinsbildendes Mineral, besonders in magmatischen Gesteinen.
<b>Pegmatit</b>	Weitverbreitetes, aus gasreichen Restschmelzen gebildetes, sehr grobkörniges Ganggestein, bestehend aus Quarz, Feldspat, Glimmer, häufig Edelsteine wie Beryll, Topas, Turmalin sowie Leichtmetalle und seltene Erden (z.B. Granit-Pegmatit).
<b>Plagioklas</b>	Kalknatronfeldspäte. Isomorphe Mischkristalle der Mischkristallreihe von Natronfeldspat Albit $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ , triklin und Kalkfeldspat Anorthit $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$ , triklin. Mineralklasse der Silikate. Wichtiges gesteinsbildende Minerale besonders in magmatischen Gesteinen.
<b>Pluton</b>	Ein in der Erdkruste (unter 5 km) erstarrter Tiefengesteinskörper unterschiedlicher Größe und Gestalt.
<b>Porphyrisch</b>	Bezeichnung für ein Gesteinsgefüge, bei denen makroskopische Kristalle (Einsprenglinge) in einer feinkörnigen, dichten oder glasigen Grundmasse eingebettet sind.
<b>Quarz-Monzonit</b>	Plutonisches Gestein mit ungefähr gleichen Anteilen von Alkalifeldspat und Plagioklas sowie 5-20 % Quarz.
<b>Quarzporphyr</b>	Vulkanisches Gestein mit porphyrischer Struktur, bestehend aus einer dichten Grundmasse mit Einsprenglingen aus Orthoklas, Plagioklas, Quarz, Biotit. Mineralbestand und chemische Zusammensetzung ähnlich wie Granit.
<b>Spätkretazisch</b>	Bezeichnung für einen Zeitraum der Erdgeschichte der in die obere Kreidezeit fällt (Santon-Campan-Maastricht ,86-66 Ma).
<b>Titanit (Sphen)</b>	Mineral der Mineralklasse der Silikate und Germanate. $\text{CaTi}[\text{O} \text{SiO}_4]$ , monoklin. Gesteinsbildendes Mineral und Gemengteil in Eruptivgesteinen, kristallinen Schiefen, Marmor. Verwendung untergeordnet als Titanerz.

# 1 Kupferbergbau in Butte, Montana, USA

## 1.1 Fokus und Relevanz

Die Region um die Stadt Butte im Südwesten Montanas, USA, ist eine der größten Bergbauregionen weltweit. Einst genannt „*richest hill on earth*“, ist sie heute ein bekanntes Beispiel für die Altlasten seiner 140-jährigen Bergbaugeschichte. Butte und im Speziellen der heute geflutete Tagebau, genannt Berkeley Pit, mit dem Berkeley Pit See ist weltweit eines der erschreckendsten Beispiele für Umweltbelastung durch *Acid Mine Drainage* (AMD). Der Berkeley Pit See besteht aus rund 150 Milliarden Liter schwefelsaurem Wasser und ist damit eine der größten Vorkommen an sauren Grubenwässern auf der Welt.

Heute ist die Bergbauregion um Butte, Montana das größte Sanierungsbergbauggebiet, eine so genannte *superfund site*, der USA. Der Sanierungsbergbau ist verbunden mit gewaltigen Kosten, die notwendig sind, um ein unkontrolliertes Ausbreiten der Kontaminationen zu verhindern und die ehemaligen Bergbauflächen zu renaturieren.

Mit den verschiedenen Phasen des Bergbaus in Butte waren auch unterschiedliche soziale Auswirkungen verbunden: Von der Vertreibung der indianischen Bevölkerung, über die Umsiedlung ganzer Stadtteile Buttes, bis hin zu den wirtschaftlichen Konsequenzen der Schließung des Tagebaus und den Auseinandersetzungen rund um den Umgang mit Altlasten.

**Abbildung 1: Foto des Berkeley Pit und der Stadt Butte**



Quelle: NASA 2006

---

## 1.2 Struktur des Bergbausektors und volkswirtschaftliche Relevanz

---

Im Jahr 2008 betrug der Anteil der Bergbauindustrie am BIP des US-Bundesstaates Montana 7 % beziehungsweise 2.720 Millionen US-Dollar und es wurden 23.970 Personen im Bergbausektor beschäftigt (PWC 2010). Im Jahr 2009 wurde der Beitrag der nicht-energetischen Rohstoffproduktion in Montana an der Gesamtwertschöpfung der USA auf 1,7 % oder 982 Millionen US-Dollar geschätzt (Baker und McCulloch 2013).

Die wirtschaftliche und demographische Entwicklung der Region und der Stadt Butte waren seit Beginn des Bergbaus um circa 1860 eng mit dem Kupferbergbau verknüpft. So wuchs die Einwohnerzahl der Stadt zu Beginn des 20. Jahrhunderts von etwa 10.000 auf circa 42.000 Einwohner (Butte-Silver Bow County 2008; Gibson 2009a). Ab Mitte der 1950er Jahren wandelte sich der Bergbau und der Untertagebergbau wurde zugunsten des ökonomisch günstigeren Tagebaus bis 1976 vollständig eingestellt (Gibson 2009a; Barry 2012).

Wegen sinkender Kupferpreise und der Schließung des großangelegten Tagebaus Anfang der 1980er Jahre stieg die Arbeitslosigkeit auf circa 18 % an (Barry 2012). Zwischen 1920 und 2000 kam es zu einer Abnahme der Bevölkerung im gesamten Landkreis um etwa 25.000 Personen (Butte-Silver Bow County 2008). Neben dem Bergbausektor waren auch andere Sektoren betroffen: Immobilienwerte sanken stark und Geschäfte und Hotels mussten schließen. Darüber hinaus erschwerte der stark verschmutzte Berkeley Pit es der Region, sich als Naturreservat neu zu erfinden (Gugliotta 2007). Obwohl der Bergbau in verschiedenen Formen weitergeführt wurde, konnte er nicht mehr die Bedeutung erlangen, die er vor der Schließung des Berkeley Pit gespielt hatte (Zasky 2011). Waren 1970 noch etwa 21 % aller Beschäftigten im Bergbausektor tätig, liegt der Wert heute noch bei 2 %. Der Region gelang jedoch ein Strukturwandel hin zu Dienstleistungen und Einzelhandel. Seit 1990 wächst die Bevölkerung wieder (Butte-Silver Bow County 2008) und die Arbeitslosigkeit lag 2012 bei 5,9 % (Barkey 2013).

Trotz dieses Rückgangs der Bedeutung des Bergbausektors ist das Portfolio der abgebauten Rohstoffe immer noch beachtlich (Baker und McCulloch 2013). Gegenwärtig werden Lagerstätten an Kupfer, Molybdän, Platin, Talk, Bentonit sowie Kohle abgebaut. Ebenfalls werden kleinere Lagerstätten an Gold, Granat sowie mineralische Baurohstoffe (Steine und Erden) abgebaut (Montana Mining Association 2013; Baker und McCulloch 2013). Dabei finden sich alle Größenkategorien von Unternehmen (Montana Mining Association 2013; Baker und McCulloch 2013). Sie reichen von kleineren Unternehmen, wie Genesis Inc, die circa 70 Arbeiter beschäftigen und im lokalen Besitz sind, zu mittleren und größeren Unternehmen, wie Revett Minerals Inc, die an der Börse notiert sind (Montana Mining 2013). Die Finanzkrise 2009 traf den Bergbausektor stark. Sinkende Preise führten zu einer starken Reduzierung von Explorationsprojekten (Baker und McCulloch 2013).

---

## 1.3 Geologischer Rahmen und Mineralisation

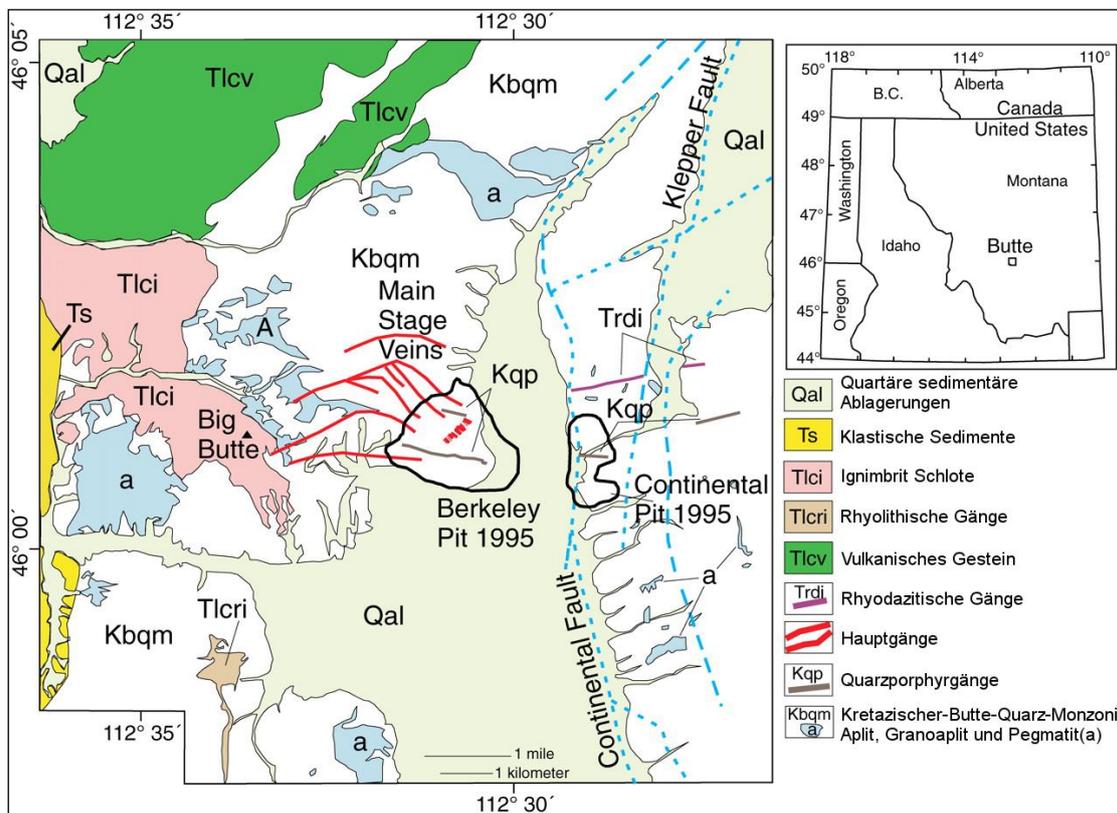
---

Die Bergbauregion von Butte liegt im sogenannten Boulder Batholith, einem weitläufigen Intrusivkomplex im Südwesten Montanas. Der vorherrschende Gesteinstyp in Butte ist ein spätkretazischer (~76 Millionen Jahren) Quarz-Monzonit, der den größten von etlichen granitischen Plutonen bildet, der den Boulder Batholith aufbaut. Der mittel-grobkörnige Quarz-Monzonit (Abbildung 2) besteht aus etwa 35 bis 40 % Plagioklas, 20 % Quarz, 20 % Orthoklas, 15 bis 20 % Hornblende und Biotit sowie akzessorischen Magnetit, Titanit, Ilmenit und Apatit. Der Quarz-Monzonit ist ferner durchsetzt mit Ganggesteinen und Pegmatiten.

Die Mineralisationen selbst sind an jüngere hydrothermale Scharen ost-west streichender, steil nach Süden einfallender Quarzporphyr-Gänge gebunden und werden in zwei Stufen gegliedert: Erstens, „*Pre-main stage*“-Mineralisationen, bestehend aus stockwerkartigen porphyrischen Cu-

Mo-Sulfid Gängen, die zweitens von „Main Stage“-Erzgängen durchschnitten werden, die mit Kupfer-, Zinn-, Blei- und Silbersulfiden vererzt sind (Abbildung 2) (Rusk et al. 2008).

**Abbildung 2: Übersichtskarte und regionale geologische Übersicht der Region von Butte**



Quelle: In das Deutsche übersetzt nach Rusk et al. 2008

**Tabelle 1: Übersicht der wichtigsten Erzminerale der Bergbauregion Butte**

Erzmineral	Chemische Zusammensetzung
Bornit	$Cu_5FeS_4$
Kupferglanz (Chalkosin)	$Cu_2S$
Kupferkies	$CuFeS_2$
Covellin	$CuS$
Digenit	$Cu_9S_5$
Enargit	$Cu_3AsS_4$
Molybdänit	$MoS_2$
Pyrit	$FeS_2$
Rhodochrosit	$MnCO_3$
Zinkblende (Sphalerit)	$ZnS$
Bleiglanz	$PbS$

Quelle: Gibson 2009b

---

## 1.4 Abbauverfahren

---

Die Bergbautätigkeiten in der Region um Butte begannen zwischen 1864 und 1875, als Seifengold aus den Flüssen gewaschen wurde. Der Erzabbau von Kupfer und seinen Begleitmetallen wie Silber, Blei, Zink und Mangan wurde von 1875 bis 1979 als klassischer untertägiger Bergbau (Firststoßbau) betrieben. Es wird geschätzt, dass im Butte Hill über 16.000 km an unterirdischen miteinander verbundenen Stollensystemen und 67 km an vertikalen Schächten in Tiefen bis zu 1,6 km angelegt wurden (Gammons et al. 2006). Im Zeitraum von 1948 bis 1967 wurde zusätzlich auch Blockbruchbau<sup>1</sup> betrieben, wodurch auch geringer vererzte Bereiche wirtschaftlich rentabel abgebaut werden konnten.

Der Tagebau Berkeley Pit zur Förderung geringhaltiger porphyrischer Kupfererze wurde 1955 aufgenommen. Ursache für den Wechsel war der höhere Kupferpreis, der den Abbau von Erzen mit niedrigeren Kupferkonzentrationen im Tagebau rentabel machte. Von 1955 bis 1977 betrieb die Anaconda Mining Copper Company den offenen Tagebau im Berkeley Pit. Nach der Fusion mit der Atlantic Richfield Company (ARCO) führte diese den offenen Tagebau bis 1982 fort.

1982 wurde der Tagebau aufgrund gesunkener Kupferpreise eingestellt und 1983 wurden der Berkeley Pit und die East Berkeley Grube 1983 vollständig geschlossen. Die Wiedereröffnung des Continental Pit durch Montana Resources (MR) erfolgte drei Jahre später 1986. Die Wiederaufnahme des Betriebs war vor allem eine Folge des Endes der Rezession, eines wirtschaftlichen Aufschwung und dementsprechend steigender Nachfrage. Mit Ausnahme einer weiteren dreijährigen Pause zwischen 2000 und 2003 fördert Montana Resources bis heute Kupfer und Molybdän im Continental Pit (Gibson 2009b; EPA 2011). Dabei wurden circa 320 Millionen t Erze und über 700 Millionen t taubes Gestein aus dem Berkeley Pit entnommen (PitWatch 2013a). Nach Gammons et al. (2006) wurden in dieser Zeit 10 Millionen t Kupfer, 2,2 Millionen t Zink, 1,7 Millionen t Mangan, 390.000 t Blei, 150.000 t Molybdän sowie circa 23.000 t Silber und Gold produziert.

Das Wasser im Berkeley Pit war derart mit Metallen gesättigt, dass Montana Resources in der Lage war, Kupfer direkt aus dem Wasser zu gewinnen. Pro Tag wurden etwa 50 Millionen Liter vom tieferen kupferreichen Teil des Sees an die Oberfläche gepumpt. Der resultierende Kupferschlamm lieferte bis zu 180 t Kupfer pro Monat.<sup>2</sup> Montana Resources berichtet, dass das Unternehmen den zum jetzigen Zeitpunkt (Stand Oktober 2014) ökonomisch sinnvoll gewinnbaren Kupfer dem Berkeley Pit entnommen hat (Whitney 2014).

---

## 1.5 Aufbereitung und Raffination

---

Die Aufbereitung und Verhüttung wurde in den 1920er Jahren, nach Konsolidierung der einzelnen Bergwerke unter einem einzigen Besitzer, der Anaconda Company, nach Anaconda, circa 30 km westlich von Butte verlegt. In den frühen 1960er Jahren wurden die Erzaufbereitung wieder nach Butte zurückverlegt, während die Raffination bis zur Schließung der Schmelzanlagen 1980 in Anaconda verblieb (Gammons et al. 2006).

Dabei wurden konventionelle Verfahren angewendet: Die Erze wurden durch Flotationsverfahren zu Konzentraten angereichert, aus denen durch pyrometallurgischen

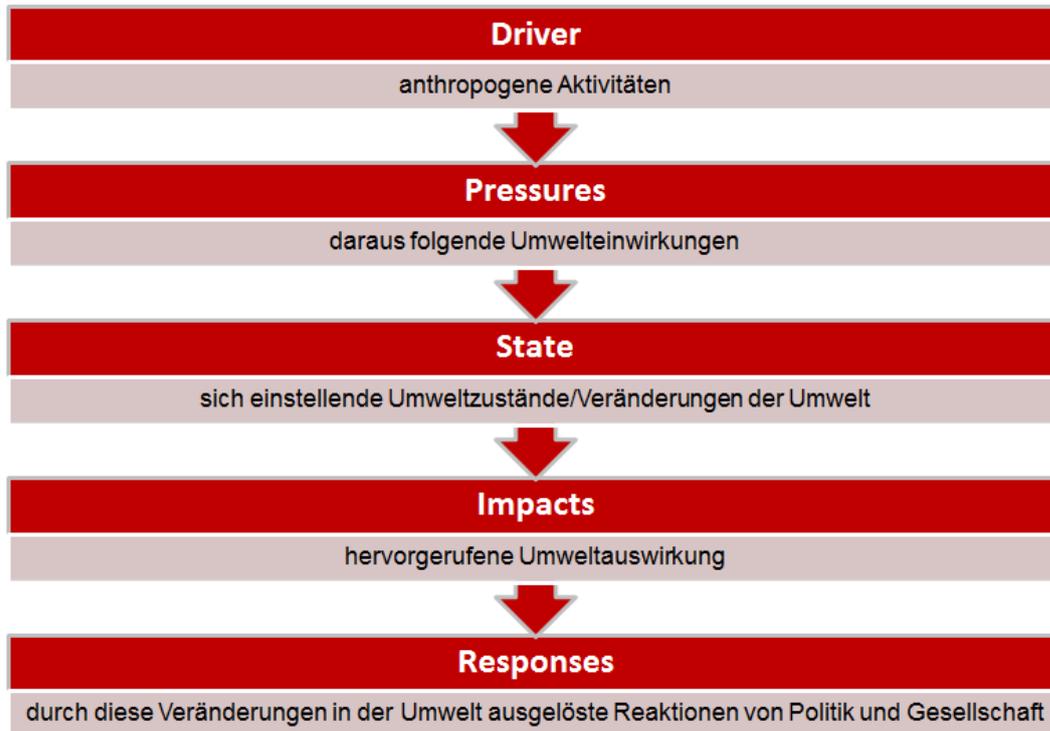
<sup>1</sup> Bei diesem Verfahren werden unterhalb einer tragenden Gesteinsschicht Trichter in bestimmten Blockabständen errichtet und anschließend das darüber liegende Erz durch Sprengung der tragenden Schicht mittels Schwerkraft gewonnen. Das Verfahren ist kostentechnisch mit dem Tagebau vergleichbar und wird vor allem bei massiven Lagerstätten mit geringeren Erzgehalten angewandt (Steinberg und Hahn 2008).

<sup>2</sup> Das genutzte Wasser wurde anschließend zurück in den Berkeley Pit geleitet und hatte somit keinen Einfluss auf den hydraulischen Gradienten beziehungsweise den Wasserspiegel in der Grube (EPA 2011).

Verhüttung (smelting) Rohmetalle erschmolzen wurden. Die Verhüttung begann mit der Erzeugung von Kupferstein aus vorgetrockneten Konzentraten, zumeist in Schwebeschmelzöfen. Kupferstein wird dabei durch abschließende Oxidation in einem Konverter zu Rohmetall verblasen, das schließlich in einem weiteren Schritt raffiniert werden muss (PitWatch 2013a).

## 2 Umweltwirkungen

Abbildung 3: DPSIR Modell



Der Fokus der Beschreibung der Umweltwirkungen liegt auf den Umwelteinwirkungen (pressures) Kontamination durch Bergbauabfälle und sauren Grubenwässern und die davon hervorgerufenen Umweltauswirkungen (impacts) sowie die Reaktionen in Form von Wasseraufbereitung, Rehabilitation und Rekultivierung (responses).<sup>3</sup>

### 2.1 Umwelteinwirkungen (pressures)



#### 2.1.1 Kontamination durch Bergbauabfälle

In den frühen Jahrzehnten der Bergbaugeschichte von Butte waren dutzende Aufbereitungsanlagen und Metallhütten in Betrieb. Abraumgestein, Aufbereitungsrückstände und Hüttenabfälle wurden dabei unkontrolliert in der Umgebung abgelagert, was zu einer Kontamination weiter Teile des Butte Summit Valley sowie des Silver Bow Creek und des Grundwassers führte. In den frühen 1900er Jahren kam es in der Region zu mehreren

<sup>3</sup> Die Strukturierung der Umweltwirkungen geschieht anhand des DPSIR-Modells der Europäischen Umweltagentur (siehe auch Abbildung 3).

Hochwassern und Überschwemmungen, bei denen große Mengen an gering metallhaltigen Bergbauabfällen über den Silver Bow Creek in den oberen Clark Fork River gespült wurden und als 2 m mächtige metallreiche Schicht abgelagert wurden (Clark Fork Coalition 2013).

### 2.1.2 Acid Mine Drainage (AMD) – Saure Grubenwässer

Nach der Einstellung des Berkeley Pit Tagebaus im April 1983 wurde auch die Entwässerung des Tagebaus und der zahlreichen untertägigen Bergwerke eingestellt. Seitdem strömt Grundwasser und Oberflächenwasser zurück in die Gruben und Schächte. Die Rückflussrate des Grundwassers betrug zwischen 1982 und 1996 rund 20 Millionen Liter pro Tag, heute sind es rund 10 Millionen Liter täglich (PitWatch 2012). Aufgrund der großen Gebirgsoberfläche durch den Bergbau hat das Grundwasser große Angriffsflächen um das Erz zu lösen. Die polymetallischen sulfidischen Erze (siehe Tabelle 1) der Butte Region werden durch das nachströmende Grundwasser ausgelaugt. Wenn das Grundwasser durch die alten Schächte fließt, reagiert es mit Sauerstoff zu Sulfidmineralien. Das saure Wasser wandert anschließend durch den Boden und löst Schwermetalle wie Arsen, Kupfer, Cadmium, Kobalt, Eisen, Mangan, Zink und Sulfat und es entstehen schwermetall- und arsenhaltige saure Grubenwässer (AMD), die nun den Berkeley Pit See füllen (DeMars 2013).

### 2.1.3 Umweltveränderungen (state)



Der Berkeley Pit ist heute mit circa 150 Milliarden Liter saurem Wasser mit einem pH-Wert von 2,5<sup>4</sup> gefüllt und bildet den über 300 Meter tiefen Berkeley Pit See. Der See ist damit einer der weltweit größten Vorkommen an sauren Grubenwässern. Ein Liter des sauren Grubenwassers enthält 150 mg Kupfer, 600 mg Zink und 1.000 mg Eisen (PitWatch 2012).

## 2.2 Umweltauswirkungen (impacts)



### 2.2.1 Biodiversität und Auswirkungen auf Pflanzen und Tiere

Es konnten keine umfassenden Studien zu den Auswirkungen auf Biodiversität, Pflanzen und Tiere durch AMD gefunden werden. Im EPA Bericht 2011 wird jedoch festgehalten, dass in den Regionen nahe Butte (Abbildung 4) die Renaturierungsmaßnahmen zu Erfolgen geführt haben. Obwohl einige Gegenden aufgrund hoher Salzgehalte im Boden noch nicht bewachsen sind, wächst an einigen Flussterrassen nach Abtragung von abgelagerten Rückständen und belasteten Böden wieder Vegetation (EPA 2011). Die im Wasser des Sees akkumulierte Mischung toxischer Schwermetalle macht jedoch auch heute noch jedes tierische Leben im direkten Umfeld der Grube unmöglich. Lediglich Mikroorganismen sind in diesem Lebensraum überlebensfähig. Vögel, die sich am Berkeley Pit für mehr als vier bis sechs Stunden aufhalten sind aufgrund der Wassertoxizität einer erheblichen Gefahr ausgesetzt (PitWatch 2002). 1995

<sup>4</sup> Der Normalwert für Trinkwasser in den USA beträgt 6,5 bis 8,5 (EPA 2013).

kam es zu einem Vorfall bei dem einige hundert Schneegänse auf dem See über einen längeren Zeitraum rasteten, über 300 von ihnen starben (Solensky 2008).

## 2.2.2 Gesundheitsauswirkungen

Bei den gesundheitlichen Auswirkungen muss zwischen der aktiven Phase des Bergbaus und den Auswirkungen der Altlasten differenziert werden. Während der aktiven Phasen des Bergbaus war die Luftverschmutzung in der Region sehr hoch. Die Schwefeldämpfe und der Rauch zwangen die Bewohner Atemschutz zu tragen. Häufiges Erbrechen, Nasenbluten sowie Krankheits- und Todesfälle waren die Folgen der hohen Luftverschmutzung. Zudem kam es bei Bergbauarbeitern vermehrt zum Auftreten von Silikose (Staublungenkrankheit) - mit oftmals tödlichen Folgen (Boettger 2001).

Die Altlasten der langen Bergbauergangenheit haben noch heute Auswirkungen auf die lokale Bevölkerung. Zunächst besteht das Risiko einer Grundwasserverseuchung: Bei einer Überschreitung des kritischen Höchststands des Berkeley Pit Sees von 1.649 Metern über dem Meeresspiegel käme es zu einer Kontamination des Grundwassers durch saure Grubenwässer. Eine Verseuchung hätte erhebliche Gesundheitsauswirkungen auf die mehr als 30.000 Einwohner von Butte.

Die größte Gesundheitsgefahr für Anwohner, Arbeiter und Erholungsurlauber in dem Gebiet des der *superfund site* liegt jedoch im erhöhten Krebsrisiko. Dies ist hauptsächlich auf möglichen Kontakt mit Arsen im Boden und Grundwasser zurückzuführen. Andere gesundheitliche Gefahren stehen im Zusammenhang mit Kadmium, Kupfer und Zink im Grundwasser. Erhöhte Werte wurden vor allem in flussnahen Bereichen gemessen. Maximale Richtwerte liegen je nach Ort von bewohnten Gebieten zu offener Fläche für Arsen zwischen 250 mg/kg bis 1.000 mg/kg und für Blei zwischen 1.200 mg/kg bis 2.300 mg/kg (EPA 2011). Über die Nahrungskette können Schwermetalle in den menschlichen Organismus gelangen und dort gesundheitliche Probleme verursachen. Herzfunktionsstörungen und Entzündungen treten zudem auf Grund von erhöhten Konzentrationen an Arsen, Kupfer oder Kobalt im Boden und Grundwasser auf (Geer 2011).

## 2.3 Reaktionen (responses)



### 2.3.1 Wasseraufbereitung

2003 wurde die *Horseshoe Bend* Wasseraufbereitungsanlage errichtet, um zu verhindern, dass das saure Grubenwasser die kritische Grenze zur Kontamination des Grundwassers erreicht. Der Wasserstand in der Grube stieg seit 1982 von 1.299 Meter auf 1.618 Meter im Jahr 2013. Dies entspricht einer Wassermenge von 152 Milliarden Liter. Der kritische Wasserstand, bei dem sich das Wasser im See mit dem Grundwasser austauschen würde, beträgt 1.649 Meter. Bei gleichbleibender Zunahme wird dieser Wasserstand voraussichtlich 2023 erreicht (PitWatch 2013c). Das Ziel ist es, den Wasserspiegel 9-12 Meter unterhalb der kritischen Höhe zu stabilisieren (PitWatch 2013b). Die Anlage wurde für die tägliche Behandlung von etwa 26 Millionen Litern saurem Grubenwasser konzipiert, im Durchschnitt konnten 2012 etwa 19 Millionen Liter pro Tag gereinigt werden (PitWatch 2013c). Der Anstieg des Wasserpegels durch die Aufbereitung von Oberflächenwasser konnte damit auf 20 cm pro Monat gebremst werden. 2012 stieg der Wasserspiegel um ungefähr 2,40 Meter (PitWatch 2013d). Bis jetzt ist es nicht vorgesehen, den See vollständig zu sanieren und zu leeren. Das bedeutet, dass die

Wasserbehandlung auf unbestimmte Zeit erforderlich ist (Gibson 2009a). Um eine ausreichende Wasserqualität zu gewährleisten und eine Belastung des Silver Bow Creek auszuschließen, soll die Anlage noch bis 2018 getestet werden. Langfristig soll das behandelte Wasser in den Silver Bow Creek abgelassen werden, um den Anstieg des Wasserspiegels im Berkeley Pit zu verhindern (EPA 2011).

Die Wasseraufbereitungsanlage wurde auf erdbebensicherem Terrain gebaut. Die verwendete Technologie ist ein „*High Density Solids Process*“, der sehr ressourcen- und energieeffizient betrieben werden kann. Kalk, Belüftung und Polymerzusätze entfernen die Metalle aus dem Wasser. Dabei werden circa 90 % weniger Schlamm produziert als bei konventionelle Anlagen. Der Schlamm wird in das Berkeley Bergwerk zurück gepumpt und es wird erwartet, dass dadurch über einen Zeitraum von 10 bis 20 Jahren der pH-Wert des Grubenwassers steigen wird. Die Kosten für den Bau waren circa 18 Millionen US-Dollar und die Kosten für den jährliche Betrieb betragen ca. 4 bis 5 Millionen US-Dollar (Gibson 2009a).

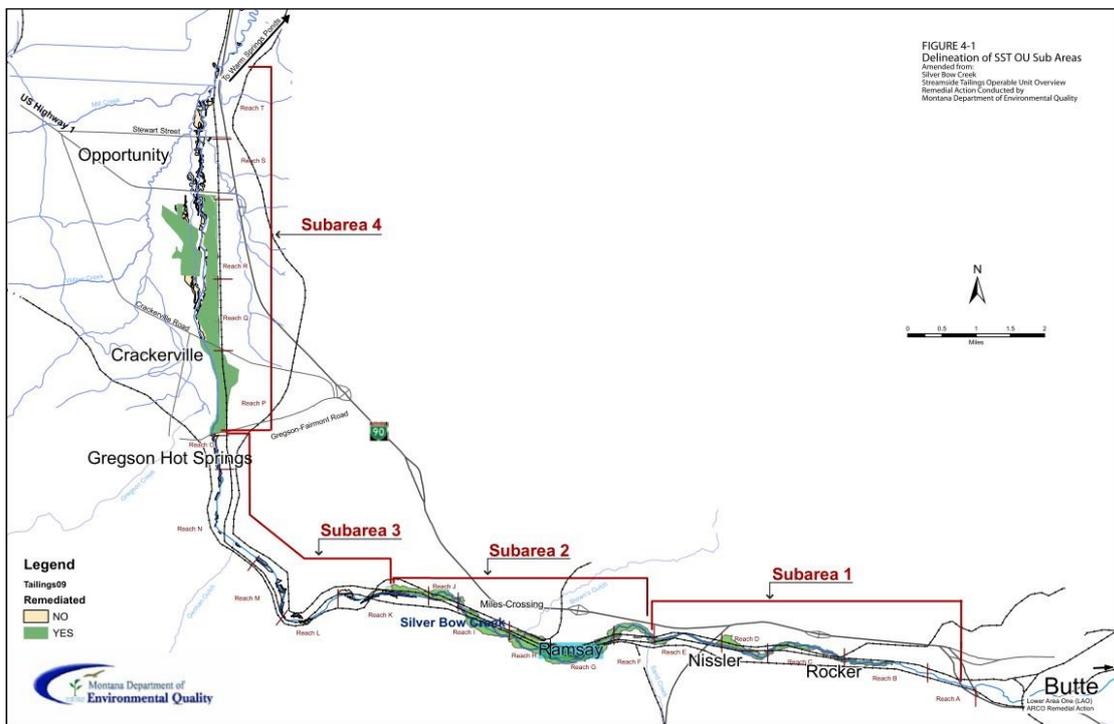
Da das saure Grubenwasser genügend Kupfer für den Betrieb einer wirtschaftlich rentablen Verwertungsanlage enthielt, wurde von 1998 bis 2000 eine Anlage von Montana Resources betrieben und Kupfer elektrolytisch aus dem Wasser gewonnen. Das Wasser wird nach Entnahme des Kupfers wieder zurück in den See geleitet. Aufgrund hoher Elektrizitätskosten wurde das Werk vorübergehend stillgelegt und 2003 wieder in Betrieb genommen (PitWatch 2009; EPA 2011).

### 2.3.2 Sanierung und Rekultivierung

Maßnahmen zur Sanierung des *superfund*-Gebietes<sup>5</sup> und damit vor allem des Gebietes um den Clark Fork River werden noch immer durchgeführt. Bis heute wurden große Teile der kontaminierten Sedimente abgetragen und auf Deponien abgelagert. Eine Deckschicht aus unkontaminierter Erde wird anschließend aufgeschüttet und die Rekultivierung durch Wiederherstellen des Flusslaufs und der Vegetation durchgeführt. Dies wurde für die Teilbereiche 1 und 2 (zwischen Butte und Ramsay entlang des Silver Bow Creek) bereits durchgeführt (siehe Abbildung 4).

<sup>5</sup> Für eine Erklärung des Begriffs *superfund site* siehe 3.1.

Abbildung 4: Übersicht der verschiedenen Teilbereiche (engl. subareas)



Quelle: EPA 2011

Die Arbeiten an den noch ausstehenden Gebieten sollten 2012 beziehungsweise 2013 laut dem Fünfjahresbericht der EPA ebenfalls abgeschlossen sein. Zudem wurde ein provisorisches Überwachungssystem für das Grundwasser, Sedimente, Vegetation und die Tierwelt eingeführt. Die Ergebnisse der bisherigen Überwachung wurden in einem Fünfjahresbericht veröffentlicht (EPA 2011).

Weitere Maßnahmen umfassen die Überwachung der Schwermetallgrenzwerte auf Grundstücken und Böden der Stadt durch das *Residential Metals Abatement Program* des Gesundheitsamts in Butte. Hierbei können Anwohner eine Untersuchung durch das Gesundheitsamt verlangen, das bei einer möglichen Kontamination die kostenlose Sanierung des Grundstücks vornimmt (ButtecTec 2012). Zudem gibt es eine Datenbank mit kontaminierten Gebieten und von Personen und Kindern mit erhöhten Bleiwerten. Als zusätzliche Maßnahme wird als Teil des Programms Aufklärungsarbeit zu gesundheitlichen und ökologischen Gefahren geleistet. Des Weiteren wird die Trinkwasserqualität geprüft. Die Kosten werden vollständig durch die Atlantic Richfield Company getragen (Butte-Silver Bow Public Health Department 2011).

### 2.3.3 Kommerzielle Nutzung des ehemaligen Bergwerksgeländes für Tourismuszwecke

Butte hat damit begonnen, sein Bergbauerbe zu vermarkten und die Umweltzerstörung der Bergbauindustrie zu einer Touristenattraktion gemacht. Das ehemalige Bergwerk ist zu einem der profitabelsten und beliebtesten Ausflugsziele der Stadt geworden (Barry 2012).

## 3 Governance, Sozialauswirkungen und Konfliktstrukturen

### 3.1 Sektorgovernance, Umweltgesetzgebung und Effektivität der staatlichen Institutionen

Der Bergbau wird durch das Bergbaugesetz aus dem Jahr 1872 (Mining Law) reguliert. Änderungen des Gesetzes waren immer wieder in der Diskussion, wobei vor allem die Einführung von Abgaben, dem sogenannten Bergfrohn<sup>6</sup>, im Mittelpunkt der Debatte stand. Diese werden mit 12,5 % bereits für Öl, Gas und Kohle, jedoch nicht für Erze wie Kupfer oder Gold erhoben. Bedenken der Bergbauindustrie und Politik haben eine Einführung bisher verhindert (Snyder 2013).

Hinzu kommt die für Montana spezifische Regulierung durch den Montana Code, der 2013 zuletzt geändert wurde. Er enthält bergbauspezifische sowie umweltrelevante Regelungen. Die für diese Fallstudie relevante Thematik der Rekultivierung wird durch § 82/4/336 reguliert. Demnach muss Rekultivierung unter Beachtung der geltenden Standards und Standortbedingungen durchgeführt werden beziehungsweise eine adäquaten Nachnutzung vorsehen (Montana Legislative Branch 2013).

Mit der Verabschiedung des *Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act* (CERCLA) wurde 1980 zudem ein Gesetz zur Beseitigung von gefährliche Abfällen eingeführt, das auch im Bergbausektor Anwendung findet. Dieses Gesetz ermöglicht die Identifikation verantwortlicher Unternehmen und deren Haftungsmachung für entstandene Umweltauswirkungen. Basierend auf diesem Gesetz können Art und Umfang der Sanierungsarbeiten ausgehandelt werden. Sollte keine Einigung erzielt werden, ist die Environmental Protection Agency (EPA) berechtigt Strafen zu verhängen, die Leitung der Sanierung zu übernehmen und Firmen durch juristische Schritte zu einer angemessener Sanierung zu zwingen (EPA 2012; EPA 2013).

Kurz nach Beendigung der Bergbauaktivitäten wurde der Berkeley Pit von der EPA als „*superfund site*“ eingestuft. Als *superfund site* werden unkontrollierte oder aufgelassene Gebiete kategorisiert, auf denen gefährliche Abfälle festgestellt wurden, die Auswirkungen auf lokale Ökosysteme oder Menschen haben können. Eine solche Klassifizierung geht einher mit der Einrichtung eines Entschädigungsfonds für Umweltschäden, im Englischen *superfund* genannt (PitWatch 2008). Im Zuge der Errichtung der *superfund site* in Butte wurde 1994 von der EPA und dem Montana Department of Environmental Quality (DEQ) der *Record of Decision* (ROD) veröffentlicht. Dieses Dokument beschreibt den wissenschaftlichen Hintergrund der Sanierungsarbeiten, die durchzuführenden Maßnahmen und den Entscheidungsprozess. Es dokumentiert ebenso öffentliche Kommentare und Bedenken (PitWatch 2012).

In einem 2002 abgeschlossenen *Consent Decree*<sup>7</sup> zwischen der Atlantic Richfield Company, Montana Resources, der EPA, DEQ und dem Justizministerium wurde zudem der Bau, der inzwischen in Betrieb befindlichen *Horseshoe Bend* Wasseraufbereitungsanlage, beschlossen. Zusätzlich wurden die Einrichtung von Grundwassermessstellen, der Umgang mit Klärschlämmen und die finanzielle Unterstützung öffentlicher Institutionen und Aufklärungsmaßnahmen festgelegt (PitWatch 2002). Außerdem wurde ein langfristiges

<sup>6</sup> Engl. : royalty

<sup>7</sup> Eine Konsensvereinbarung ist ein in Übereinstimmung entstandener, freiwilliger Beschluss.

Überwachungsprogramm eingerichtet, welches sicherstellen soll, dass der maximale Wasserpegel den Stand von 1.649 Meter nicht überschreitet. Das Programm wird vom staatlichen Geologischen Dienst (Montana Bureau of Mines and Geology) sowie den Firmen Montana Resources und der Atlantic Richfield Company unterhalten (Montana Bureau of Mines and Geology 2011).

Abschließende Aussagen zum Erfolg dieser Sanierungsmaßnahmen liegen bisher noch nicht vor. Laut einem Bericht der EPA von 2011 sind langfristige Beobachtungen notwendig, um eine auch für die Zukunft aussagekräftige Bilanz zu ziehen. Vereinzelt werden Probleme wie die nicht erfolgreiche Begrünung der Absetzbecken in der Nähe des Ortes Opportunity beschrieben (Tyer 2011). Jedoch konnten auch erfolgreiche Begrünungen, eine geringe Erholung der Fischbestände und eine Abnahme von bedeutenden Schadstoffen im Grundwasser beobachtet werden. Die Erholung der Vegetation ist von Gebiet zu Gebiet (Abbildung 4) unterschiedlich. Pflanzen mit einer gewissen Metalltoleranz wie wilder Roggen, Weizengrass und Luzerne besiedeln Teile der Landschaft, während Bodensalze das Wachstum in anderen Gegenden noch verhindern (EPA 2011).

---

### 3.2 Allgemeine Konfliktgeschichte und Konflikte rund um den Bergbau

---

Die Entwicklung des Bergbaus in Butte nach der Entdeckung von Gold 1864 hatte weitreichende Auswirkungen auf die indigene Bevölkerung, die in Montana vor allem aus den Stämmen der Salish-Indianer bestand. Neuen Einwanderern und dem Bau von Eisenbahnen folgte die Umsiedlung der Indianer in Reservate. Ab 1900 wurde mit der systematischen Eingliederung in die amerikanische Gesellschaft durch das Verbot von Stammesriten und erzwungenem Schuldienst begonnen (Clark Fork Watershed Education Program 2013a).

Zudem kam es zu Beginn des 20. Jahrhundert zu Konflikten zwischen den verschiedenen Einwandergruppen, die durch die Aussicht auf schnellen Reichtum durch die Goldfunde angezogen wurden. In Butte kam es vor allem zu Übergriffen auf die chinesische Bevölkerung. Die Benachteiligung der chinesischen Minderheit war zudem, in zum Teil diskriminierenden Gesetzen wie die Verweigerung der amerikanischen Staatsbürgerschaft und somit des Wahlrechts oder dem Verbot von interkulturellen Ehen und speziellen Steuern, festgeschrieben. Erst im Laufe des 2. Weltkriegs wurden diese außer Kraft gesetzt (Everett 2004).

Umsiedlungen führten auch später zu tiefgreifenden Veränderungen: Die Fläche des Berkeley Pit wurde in den 1960er und 1970er Jahren stark ausgedehnt, wodurch mehrere Stadtviertel von Butte umgesiedelt wurden (PitWatch 2012; Gibson 2009a). Ab 1973 kam es auf Grund einiger ungeklärter Fälle von Brandstiftung in Gebieten geplanter Bergwerkerweiterungen zu Protesten und Misstrauen gegenüber dem Bergwerkbetreiber. Vor allem die Schließung und das folgende verheerende Feuer im Erholungspark Colombia Gardens hatte eine stark polarisierende Wirkung (Gibson 2012). Im Jahre 1976 wurde erstmals erfolgreich die Ausdehnung des Tagebaus auf den historischen Stadtkern durch den Stadtrat Buttes auf Grund von Protesten der Bevölkerung verhindert (Shovers 1998).

Neben diesen Konflikten kam es auch zu Auseinandersetzungen im Zusammenhang mit der starken Luftverschmutzung durch die Verhüttungsindustrie. Hierbei gab es erfolglose Proteste und Gerichtsverfahren gegen die ab 1902 auftretende starke Verschmutzung mit Arsen und Schwefeldioxid, die verheerende Auswirkungen für die umliegende Land- und Viehwirtschaft hatte (Clark Fork Watershed Education Program 2013b).

Bezüglich des Umgangs mit den Altlasten kam es auch später immer wieder zu Protesten. Zum Beispiel 1995 im Nachgang des oben beschriebenen Vorfalls, bei dem über 300 Gänse tot im Berkeley Pit aufgefunden wurden (Cannada 2013).

Im Zuge des fortschreitenden Tourismus kam es ebenfalls zu Interessenskonflikten zwischen der EPA und an Denkmalschutz und Tourismus interessierten lokalen Gruppen. Während die

EPA die kontaminierten Abfallhalden als potentiell gesundheitsgefährdend einstuft und beseitigen will, sind die lokalen Gruppen an einer möglichst getreuen Erhaltung der Überreste der Bergbauvergangenheit interessiert (Barry 2012).

### 3.3 Konfliktmanagement- und Kompensationsmechanismen

Seit der Schließung des Tagebaus kam es immer wieder zu Gerichtsverfahren aufgrund von Umweltschäden gegen den ehemaligen Betreiber, die Atlantic Richfield Company (ARCO). Gegenstand der Verfahren waren unter anderem die Umweltwirkungen auf Wasserqualität, Land, Fisch- sowie Wildpopulation und verminderte Nutzungsmöglichkeiten des Gebietes durch die Öffentlichkeit. 1990 wurde deswegen eigens das *Natural Resource Damage Program* (NRDP) zur genauen Erfassung der Kosten der Schäden geschaffen. Die Schadensersatzforderungen belaufen sich bis heute auf 765 Millionen US-Dollar. Übereinkünfte und Entschädigungszahlungen mit den Indianerstämmen der Salish und Kootenai wurden ebenso getroffen wie Kompensationen für die Sanierung und Rekultivierung. In einem ersten Verfahren wurden 1999 230 Millionen US-Dollar an den Staat für die Einrichtung eines Renaturierungsfonds, 86 Millionen US-Dollar für Sanierungsmaßnahmen und 15 Millionen US-Dollar für Verfahrenskosten gezahlt. Den Vertretern der Indianerstämme wurden zudem 18,3 Millionen US-Dollar zugesprochen. Spätere Vereinbarungen von 2005 und 2008 führten zu weiteren Zahlungen der ehemaligen Minenbetreiber, zum Beispiel für die Sanierung und den Abriss von Dämmen und zur Finanzierung von Fonds zur Renaturierung des Fork River Basins (Clark Fork Watershed Program 2010).

Hervorzuheben ist die Rolle der Organisation PitWatch, die während der Verhandlungen zwischen EPA, der Ortsgemeinschaft (Butte-Silver Bow) und den ehemaligen Minenbetreibern zur Einstufung des Gebietes als *superfund site* gegründet wurde (PitWatch 2014). Die Finanzierung von PitWatch ist eine der Verpflichtungen der ehemaligen Betreiber und Teil des von der EPA veröffentlichten *Record of Decision* (ROD). Sie ist ein wichtiges Instrument zur Information der Öffentlichkeit und zur Interessensvertretung der lokalen Bevölkerung, welche die Hälfte der Mitglieder von PitWatch ausmacht.

**Tabelle 2: Index USA**

Index	Ranking
Failed State Index	Rang 159 von 178 Staaten (2013)
The Worldwide Governance Indicators Project:	Prozent (2011)
• Voice and Accountability	• 85,9
• Political Stability	• 63,7
• Government Effectiveness	• 88,6
• Regulatory Quality	• 91,9
• Rule of Law	• 91,1
• Control of Corruption	• 85,3
Freedom House:	1 – 7 (2013)
• Political Rights Score	• 1
• Civil Liberties Score	• 1
• Freedom Rating	• 1,0
• Status	• Free
Human Development Index	Rang 3 von 186 Staaten (2013)
Corruption Perceptions Index	Rang 19 von 174 Staaten (2012)
Doing Business	Rang 4 von 185 Staaten (2012)

## Literaturverzeichnis

Baker, M.; McCulloch, R.B. (2013): 2009 Minerals Year Book – Montana [Advanced Release]. U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey. <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/state/2009/myb2-2009-mt.pdf>. Aufgerufen am 09.09.2013.

Barkey, P.M. (2013): The Butte-Silver Bow and Southwestern Montana Outlook. 2013 Economic Outlook. <http://www.bber.umt.edu/pubs/econ/CountyOutlooks/13silverbow.pdf>. Aufgerufen am 30.09.2013.

Barry, B.R. (2012): Toxic Tourism: Promoting the Berkeley Pit and Industrial Heritage in Butte, Montana. University of Nebraska. <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1050&context=historydiss>. Aufgerufen am 30.09.2013.

Boettger, C.K. (2001): The Legacy of Butte Mining. Oregon State University. <http://oregonstate.edu/instruct/geo422/butte.pdf>. Aufgerufen am 30.09.2013.

Butte-Silver Bow County (2008): Butte-Silver Bow County Growth Policy, 2008 Update. <http://www.co.silverbow.mt.us/DocumentCenter/Home/View/326>. Aufgerufen am 30.09.2013.

Butte-Silver Bow Public Health Department (2011): Community Needs Assessment, 2011. <http://www.co.silverbow.mt.us/DocumentCenter/Home/View/53>. Aufgerufen am 30.09.2013.

ButtecTec (2012): Butte Residential Metals Abatement Program (RMAP). Citizens Technical Environmental Committee, Butte, Montana, USA. [http://www.buttectec.org/?page\\_id=885](http://www.buttectec.org/?page_id=885). Aufgerufen am 24.09.2013.

Cannada, J. (2013): Proteste zu Altlasten. E-Mail Kommunikation mit EPA. Aufgerufen am 16.09.2013.

Clark Fork Coalition (2013): Milton Dam Removal and Clean-Up project. <http://www.clarkfork.org/water-watch/milltown-dam-removal-and-cleanup-project.html>. Aufgerufen am 30.09.2013.

Clark Fork Watershed Education Program (2013a): Pre-1860: Geology and Native Peoples. [http://www.cfwep.org/?page\\_id=67](http://www.cfwep.org/?page_id=67). Aufgerufen am 27.08.13.

Clark Fork Watershed Education Program (2013b): Environmental Consequences. [http://www.cfwep.org/?page\\_id=73](http://www.cfwep.org/?page_id=73). Aufgerufen am 27.08.13.

Clark Fork Watershed Education Program (2010): Answers to SuperFund – Remediation and Restoration What are they? [http://www.cfwep.org/?wpfb\\_dl=357](http://www.cfwep.org/?wpfb_dl=357). Aufgerufen am 27.08.13.

Corruption Perception Index (2012): Corruption Perception Index 2012. <http://cpi.transparency.org/cpi2012/results/>. Aufgerufen am 30.09.2013.

DeMars, R. (2013): Health Hazards from Mining in Butte, Montana. National Association of Geoscience Teachers (NAGT) workshop. The Science Education Resource Center at Carleton College (SERC), Northfield, Minnesota, USA. [http://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/health/case\\_studies/butte\\_case\\_stud.html](http://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/health/case_studies/butte_case_stud.html). Aufgerufen am 24.09.2013.

Doing Business (2013): Rankings. <http://www.doingbusiness.org/rankings>. Aufgerufen am 30.09.2013.

EPA (U.S. Environmental Protection Agency) (2013): Superfund Enforcement. Washington, DC, USA. <http://www2.epa.gov/enforcement/superfund-enforcement>. Aufgerufen am 29.08.2013.

EPA (U.S. Environmental Protection Agency) (2012): Superfund - Laws, Policy, Guidance. Washington, DC, USA. <http://www.epa.gov/superfund/policy/index.htm>. Aufgerufen am 29.08.2013.

EPA (Environmental Protection Agency) (2011): Third Five-Year Review Report for Silver Bow Creek/Butte Area Superfund Site.

<http://www.epa.gov/superfund/sites/fiveyear/f2011080004074.pdf>. Aufgerufen am

30.09.2013. Everett, G. (2004): Butte's Far Eastern Influences.

<http://www.butteamerica.com/fareast.htm> Aufgerufen am 27.08.2013.

Failed State Index (2013): The Failed State Index 2013. <http://ffp.statesindex.org/rankings-2013-sortable>. Aufgerufen am 30.09.2013.

Freedom House (2013): Freedom in the World. <http://www.freedomhouse.org/>. Aufgerufen am 30.09.2013.

Gammons, C. H.; Metesh, J. J. und Duaine T.E. (2006): An Overview of the Mining History of Butte, Montana. In: Mine Water and the Environment, Vol. 25. S. 70-75.

Geer, B. (2011): Understanding the Threat of Disaster from Mining Wastewater Entering the Water Table and how it will affect the Ecosystem of Butte, Montana. Department of Natural Sciences Carroll College, Helena, Montana, USA.

[https://www.carroll.edu/library/thesisArchive/GeerBFinal\\_2011.pdf](https://www.carroll.edu/library/thesisArchive/GeerBFinal_2011.pdf). Aufgerufen am 30.09.2013.

Gibson, R.I. (2012): Lost Butte Montana. Charleston: The History Press.

Gibson, R.I. (2009a): Butte, 1950-2009: Decline, Loss, and the Rise of Historic Preservation and Cultural Tourism. Butte Citizens for Preservation and Revitalization, Butte, Montana, USA. <http://www.gravmag.com/gibson-20th.pdf>. Aufgerufen am 30.09.2013.

Gibson, R.I. (2009b): The nature-built landscape: Geological underpinnings of Butte. Vernacular Architecture Forum 30th Annual Meeting, Butte, Montana, USA.

<http://www.gravmag.com/gibson-geology.pdf>. Aufgerufen am 30.09.2013.

Gugliotta, G. (2007): Researchers hope creatures from black lagoon can help fight cancer.

[http://www.wired.com/science/planetearth/magazine/15-09/ff\\_lagoon?currentPage=all%29](http://www.wired.com/science/planetearth/magazine/15-09/ff_lagoon?currentPage=all%29).

Aufgerufen am 19.08.2013.

Human Development Index (2013): International Human Development Indicators.

<http://hdrstats.undp.org/en/countries/profiles/USA.html>. Aufgerufen am 30.09.2013.

Montana Bureau of Mines and Geology (2011): Berkeley Pit and Butte Mine-Flooding Operational Unit. Montana Tech, The University of Montana.

<http://www.mbm.mtech.edu/env/env-berkeley.asp>. Aufgerufen am 03.07.2013.

Montana Legislative Branch (2013): Montana Code Annotated 2013.

[http://leg.mt.gov/bills/mca\\_toc/82\\_4](http://leg.mt.gov/bills/mca_toc/82_4). Aufgerufen am 30.09.2013.

Montana Mining Association (2013): Welcome to the Montana Mining Association!.

<http://montanamining.org/>. Aufgerufen am 09.09.2013.

Montana Mining (2013): Montana Mining 2013 Report.

[http://www.montanamining.org/documents/2013\\_mining\\_magazine.pdf](http://www.montanamining.org/documents/2013_mining_magazine.pdf). Aufgerufen am 30.09.2013.

- NASA (2006): Berkeley Pit: Butte Montana.  
<http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=7108>. Aufgerufen am 29.09.2013.
- PitWatch (2014): About Pitwatch. <http://www.pitwatch.org/about-pitwatch/>. Aufgerufen am 20.04.2014.
- PitWatch (2013a): Berkeley Pit History. Gazette of the Berkeley Pit Public Education Committee, Butte, Montana, USA. <http://www.PitWatch.org/berkeley-pit-history/>. Aufgerufen am 24.09.2013.
- PitWatch (2013b): Water Levels. Gazette of the Berkeley Pit Public Education Committee, Butte, Montana, USA <http://www.PitWatch.org/waterlevels/>. Aufgerufen am 24.09.2013.
- PitWatch (2013c): What is the Horseshoe Bend Water Treatment Plant?  
<http://www.pitwatch.org/what-is-the-horseshoe-bend-water-treatment-plant/>. Aufgerufen am 30.09.2013.
- PitWatch (2013d): What is the current waterlevel in the pit? <http://www.pitwatch.org/what-is-the-current-water-level-in-the-pit/>. Aufgerufen am 30.09.2013.
- PitWatch (2012): 1955: The year it all began. Gazette of the Berkeley Pit Public Education Committee, Butte, Montana, USA. <http://www.PitWatch.org/index.html>. Aufgerufen am 03.07.2013.
- Pitwatch (2009): Montana Resources mines the water. <http://www.pitwatch.org/montana-resources-mines-the-water/>. Aufgerufen am 03.07.2013.
- PitWatch (2008): 25 years since pumps stopped. Gazette of the Berkeley Pit Public Education Committee, Butte, Montana, USA. <http://www.PitWatch.org/2008.htm#2008bird>. Aufgerufen am 03.07.2013.
- PitWatch (2002): Mine Flooding Consent Decree Signed by Federal Judge. Gazette of the Berkeley Pit Public Education Committee, Butte, Montana, USA.  
<http://www.PitWatch.org/beta/mine-flooding-consent-decree-signed-by-federal-judge/>. Aufgerufen am 16.09.2013.
- PWC (Price Waterhouse Coopers) (2010): Mining's Economic Contributions. Im Auftrag der (Montana) National Mining Association. <http://montanamining.org/taxation.htm>. Aufgerufen am 19.09.2013.
- Rusk, B.G.; Reed, M.H. und Dilles, J.H. (2008): Fluid inclusion evidence for magmatic-hydrothermal fluid evolution in porphyry copper-molybdenum deposit at Butte, Montana. *Economic Geology*, Vol. 103, Nr. 2. S. 307-334.
- Shovers, B. (1998): Remaking the Wide-Open Town – Butte at the end of the Twentieth Century.  
<https://mhs.mt.gov/Portals/11/education/docs/CirGuides/Shovers%20Butte%201998.pdf>. Aufgerufen am 30.09.2013.
- Snyder, J. (2013): Miners May Pay U.S. More in Royalties Under 1872 Overhaul.  
<http://www.bloomberg.com/news/2013-01-16/miners-may-pay-u-s-more-in-royalties-under-1872-overhaul.html>. Aufgerufen am 28.08.2013.
- Solensky, R. (2008): The Pit of Life and Death. <http://www.damninteresting.com/the-pit-of-life-and-death/>. Aufgerufen am 25.08.2013.

Steinberg, J. und Hahn, D. (2008): Entwicklung eines kontinuierlichen Fördersystems für Erz aus dem Blockbruchbau. <http://www.rdb-ev.de/zeitung08/08-03-130-131.pdf>. Aufgerufen am 24.09.2013.

The World Bank (2011): The Worldwide Governance Indicators Project. <http://data.worldbank.org/data-catalog/worldwide-governance-indicators>. Aufgerufen am 30.09.2013.

Tyer, D. (2011): Remediating a Superfund sacrifice zone on Monatan's Clark Fork river. [http://www.hcn.org/issues/43.16/remediating-the-countrys-largest-superfund-site-on-the-upper-clark-fork-river-in-montana/article\\_view?b\\_start:int=0](http://www.hcn.org/issues/43.16/remediating-the-countrys-largest-superfund-site-on-the-upper-clark-fork-river-in-montana/article_view?b_start:int=0). Aufgerufen am 16.09.2013.

Whitney, E. (2014): EPA to release Berkeley Pit Landslide Study. <http://mtpo.org/post/epa-release-berkeley-pit-landslides-study>. Aufgerufen am 28.12.2014

Zasky, J. (2011): The Berkeley Pit. [http://failuremag.com/feature/article/the\\_berkeley\\_pit/P6/](http://failuremag.com/feature/article/the_berkeley_pit/P6/). Aufgerufen am 22.08.2013.