



# Fallstudien zu Umwelt- und Sozialauswirkungen der Bauxitgewinnung und Aluminiumherstellung in Pará, Brasilien

Lukas Rüttinger, adelphi; Robert Treimer, Montanuniversität Leoben; Günter Tiess, Montanuniversität Leoben; Laura Griestop, 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. (2016): Umwelt- und Sozialauswirkungen der Bauxitgewinnung und Aluminiumherstellung in Pará, Brasilien. Berlin: adelphi.

## **Impressum**

Herausgeber: adelphi  
Autoren: Lukas Rüttinger, Robert Treimer, Günter Tiess, Laura Griestop  
Abbildungen: flickr/Norsk Hydro ASA  
Stand: Januar 2016

© 2016 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](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

---

### **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

<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 Bauxitgewinnung und Aluminiumherstellung in Pará, Brasilien</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	6
1.4 Abbauverfahren	9
1.5 Aufbereitung, Verhüttung und Raffination	10
<b>2 Umweltwirkungen</b>	<b>13</b>
2.1 Umwelteinwirkungen (pressures)	14
2.1.1 Verlust von Regenwald	14
2.1.2 Klimagasemissionen	17
2.2 Umweltauswirkungen (impacts)	18
2.2.1 Auswirkungen auf die Biodiversität	18
2.2.2 Gesundheitsauswirkungen	19
2.3 Reaktionen (responses)	20
2.3.1 Rekultivierung und Wiederaufforstung	20
<b>3 Governance, Sozialauswirkungen und Konfliktstrukturen</b>	<b>21</b>
3.1 Sektorgovernance, Umweltgesetzgebung und Effektivität staatlicher Institutionen	21
3.2 Allgemeine Konfliktgeschichte rund um Bergbau	23
3.3 Konfliktmanagement und Kompensationsmechanismen	27
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>29</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Region Pará in Brasilien	2
Abbildung 2: Investitionen im Bergbausektor in Pará	3
Abbildung 3: Bauxitvorkommen in Brasilien (Auswahl)	5
Abbildung 5: Bauxitplateaus von Porto Trombetas (gestrichelt)	7
Abbildung 4: Die bedeutendsten Bauxitlagerstätten im Amazonas-Becken mit (1) Porto Trombetas	7
Abbildung 6: Bauxit Profil von Porto Trombetas, Saracá Plateau	9
Abbildung 7: Standorte der Aluminium-Produktion in Brasilien: MRN, Bauxitbergbau Porto Trombetas, ALUNORTE, Aluminiumoxid Anlage, Barcarena & ALBRAS, Aluminium Schmelze, Barcarena	10
Abbildung 8: Energie- und Rohstoffbedarf bei der Aluminiumproduktion	12
Abbildung 9: DPSIR-Modell	13
Abbildung 10: Übersicht Staudamm Altamira und Tucuruí	15
Abbildung 11: Veränderung durch den Belo-Monte-Damm	17

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht relevanter Bergwerke und Betreiber der Region Pará	4
Tabelle 2: Index Brasilien	28

## Abkürzungsverzeichnis

<b>AL203</b>	Aluminiumoxid
<b>Al(OH)<sub>4</sub></b>	Aluminiumhydroxid
<b>BIP</b>	Bruttoinlandsprodukt
<b>BNDES</b>	Brasilianische Entwicklungsbank
<b>CONAMA</b>	nationaler Umweltschutzrat
<b>CVRD</b>	Companhia Vale do Rio Doce
<b>DPSIR</b>	Driving forces, Pressures, States, Impacts and Responses
<b>IBAMA</b>	Institut für Umweltschutz und erneuerbare Ressourcen
<b>INPA</b>	Forschungsinstitut für Amazonien
<b>MME</b>	Ministerium für Bergbau und Energie
<b>MRN</b>	Mineração Rio do Norte
<b>NDMP</b>	Abteilung für die Produktion von Mineralien
<b>PRAD</b>	Plan zur Sanierung der zerstörten Gebiete
<b>RIMA</b>	Berichts zur Umweltverträglichkeitsprüfung
<b>UVP</b>	Umweltverträglichkeitsbericht

## Glossar

Alumosilikate	Bezeichnung für silikatische Minerale, bei denen ein Teil des $\text{Si}^{4+}$ durch $\text{Al}^{3+}$ ersetzt wird. Dazu zählen zahlreiche wichtige Minerale und Mineralgruppen wie Feldspäte, Foide, Zeolithe, Kaolin, Tonminerale, etc.
Arkosen	Sandsteinartige Sedimentgesteine mit über 25 % Feldspat Anteil; Entstehung aus dem Verwitterungsmaterial von Graniten und Gneisen (Feldspat, Quarz, Glimmer).
Autochthon	An Ort und Stelle entstanden; Ggs.: allochthon. Z.B. Gesteinsmaterial, das sich noch am Ort seiner Entstehung befindet.
Autochthones Verwitterungsprodukt	Verwitterungsprodukt, welches sich noch am Ort seiner Entstehung befindet und noch nicht umgelagert/verfrachtet wurde.
Bauxit	Natürliches Aluminiumhydroxid $\text{Al}(\text{OH})_3$ . Meist eisenhaltig, erdig. Mineralgemenge bestehend aus Böhmit, Gibbsit, Diaspor, Goethit und Hämatit. Entstehung durch Verwitterung alumosilikat-reicher Gesteine unter subtropischen Klimaverhältnissen; wichtiges Aluminiumerz.
Böhmit	Häufig vorkommendes Mineral der Mineralklasse Oxide und Hydroxyde. $\text{AlO}(\text{OH})$ bzw. $\gamma\text{-AlOOH}$ , orthorhombisch. Bildet zumeist massige körnige Aggregate, hellgelber-rotbrauner Farbe. Bestandteil von Bauxit.
Diaspor	Selten vorkommendes Mineral der Mineralklasse Oxide und Hydroxyde. $\text{AlO}(\text{OH})$ , orthorhombisch. Bildet meist blättrig, körnige, massige Aggregate. Bestandteil von Bauxit.
Gibbsit (Hydrargillit)	Selten vorkommendes Mineral der Mineralklasse Oxide und Hydroxyde. $\gamma\text{-Al}(\text{OH})_3$ , monoklin. Bildet meist blättrig, schuppige, traubige, erdige Aggregate bzw. krustige Überzüge. Bestandteil von Bauxit.
Diskordant	Ungleichsinnige Lagerung von geologischen Gesteinsschichten relativ zu ihrem Untergrund, z.B. auf gefalteten und später eingeebneten älteren Schichten lagern flache, jüngere Schichten
Hämatit	Mineral der Mineralklasse der Oxide und Hydroxide. $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , trigonal. Wichtiges und weit verbreitetes Eisenerz (50-60 % Fe). Weitere Bezeichnungen: Eisenglanz, Blutstein, Specularit, Roteisenstein.
Hydrargillit	Siehe Gibbsit
Kaolinit	Häufig vorkommendes Schichtsilikat der Mineralklasse Silikate und Germanate. $\text{Al}_4[(\text{OH})_8 \text{Si}_4\text{O}_{10}]$ , triklin. Zweischicht-Tonmineral, wichtiges Aluminium-Silikat und Hauptbestandteil des Kaolin. Entstehung bei der Verwitterung von alumosilikat-reichen Gesteinen.

<b>Klastische Gesteine/Sedimente</b>	Trümmergesteine. Gesteine, die aus durch mechanische Verwitterung entstandenem Gesteinsmaterial bestehen.
<b>Laterit</b>	Durch Fe-Oxide gelblich oder rot gefärbter Bodentyp in wechselfeuchten tropisch- subtropischen Bereichen. Durch Verwitterung von Tonerdesilikaten wird Kieselsäure ausgewaschen und Tonerde sowie rotes Ferrihydroxid angereichert. Laterite bestehen hauptsächlich aus Kaolinit, Goethit, Hämatit, Gibbsit und Quarz.
<b>Lateritbauxit</b>	Lateritbauxite = Silikatbauxite im Gegensatz zu Karstbauxiten. Entstehung durch lateritische Verwitterung alumosilikatischer Gesteine wie Granit, Gneis, Tonschiefer.
<b>Mesozoikum</b>	Erdgeschichtliche Ära, Erdmittelalter (252-66 Ma). Umfasst die Systeme Trias (252-201 Ma), Jura (201-145 Ma) und Kreide (145-66 Ma).
<b>Mesozoisch</b>	Das Zeitalter Mesozoikum betreffend.
<b>Mesozoisch-tertiär</b>	Die Zeitalter Mesozoikum-Teritiär betreffend.
<b>Residuallagerstätte</b>	Rückstandslagerstätte. Eine an Ort und Stelle durch chemische Verwitterung gebildete Anreicherung von Wertmineralen. Z.B. Bauxit bzw. Ni, Co, Au, PGE, Nb in Lateriten.
<b>Sedimente</b>	Anhäufung von umgelagertem Gesteinsmaterial, aus dem durch Verfestigung Sedimentgesteine entstehen.
<b>Tertiär</b>	Ältere Bezeichnung für die erdgeschichtliche Periode von vor 66 Millionen Jahren bis vor etwa 2,6 Millionen Jahren. Wird heute zweigeteilt als Paläogen (66-23 Ma) und Neogen (23-2,6 Ma) beschrieben.

Die Informationen zu den einzelnen Begriffen sind nicht einzeln zitiert und stammen aus folgenden Quellen:

Czichos, H., (Hrsg.) (1989): Hütte: Die Grundlagen der Ingenieurwissenschaften, 29. Aufl., Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.

Holleman, A.F., Wiberg, E., Wiberg, N. (1985): Holleman-Wiberg, Lehrbuch der anorganischen Chemie, 91.-100. Aufl., Walter de Gruyter, Berlin

Klein, J. (1990): Herder Lexikon: Geologie und Mineralogie, 6. Aufl., Verlag Herder, Freiburg im Breisgau

Mineralienatlas: [www.mineralienatlas.de](http://www.mineralienatlas.de)

Murawski, H., Meyer, W. (2010): Geologisches Wörterbuch, 12. Aufl., Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg

Neumüller, O.-A. (1979-1988): Römpps Chemie-Lexikon, Bd.1 – Bd.6, 8. Aufl., Frankh'sche Verlagshandlung, Stuttgart

Pawlek, F. (1983): Metallhüttenkunde, Walter de Gruyter, Berlin

Wiley-VCH, (Editor) (1985-1996): Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 5<sup>th</sup> Edition, VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim

---

# 1 Bauxitgewinnung und Aluminiumherstellung in Pará, Brasilien

---

## 1.1 Fokus und Relevanz

---

Bauxit ist der Rohstoff aus dem Aluminium gewonnen wird. Brasilien besitzt 12,3 % der weltweiten Reserven von 29 Milliarden t und ist der drittgrößte Bauxitproduzent weltweit (BGR 2013, IBRAM 2012). Das Land ist außerdem der drittgrößte Aluminiumoxidhersteller und belegt den weltweit siebten Platz bei der Aluminiumproduktion (CNI et al. 2012).

Die Ausbeutung der reichen Bodenschätze Brasiliens ist jedoch zugleich eine Gefahr für die einzigartige ökologische Vielfalt des Landes und seiner Naturschutzreservate. Das Land besitzt ein Drittel der weltweiten tropischen Regenwälder. Der brasilianische Amazonas ist nicht nur aufgrund seiner Biodiversität ein Ökosystem von globaler Bedeutung, sondern er fungiert auch als wichtiger Speicher von Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>). Als Quelle eines Fünftels der weltweiten Süßwasserressourcen spielt der Amazonas zudem eine kritische Rolle bei der Regulierung des globalen und regionalen Klimas (Amazon Watch 2012b). Die Auswirkungen einer weitflächigen Rodung des tropischen Regenwaldes im Amazonas wären global und die Konsequenzen nicht abschätzbar.

Der bauxitreichste Bundesstaat Brasiliens, Pará, beherbergt einen Großteil des Amazonasgebietes (siehe Abbildung 1). Um Bauxit zu fördern, müssen große Gebiete tropischen Regenwaldes gerodet werden. Hinzu kommt der hohe Energiebedarf bei der Aluminiumproduktion. Dafür wurden im Amazonasgebiet Staudämme zur Elektrizitätsgewinnung errichtet. Die Stauung der Flüsse verändert das Ökosystem und die notwendige Staupfläcche erfordert großflächige Abholzungen. Beides hat weitreichende Umwelt- und Sozialauswirkungen. Trotz Rekultivierungs- und Aufforstungsmaßnahmen wird eines der wichtigsten Ökosysteme der Welt durch diese Eingriffe nachhaltig verändert. Zusammen mit Bergwerken und Staudämmen stieg auch die Bevölkerungsdichte durch den Zuzug großer Bevölkerungsgruppen, die wiederum Regenwald für Viehzucht und Landwirtschaft roden. Für die dort ansässigen indigenen Gruppen, deren angestammter Lebensraum der Amazonasregenwald ist, hatte dies meist weitreichende negative Konsequenzen. Viele verloren Lebensgrundlage und Land und damit auch ihre Kultur und Traditionen. Konflikte rund um die Umsiedlungen und gegen den Dammbau gingen oft mit Protesten, Menschenrechtsverbrechen und Morden einher.

Abbildung 1: Region Pará in Brasilien



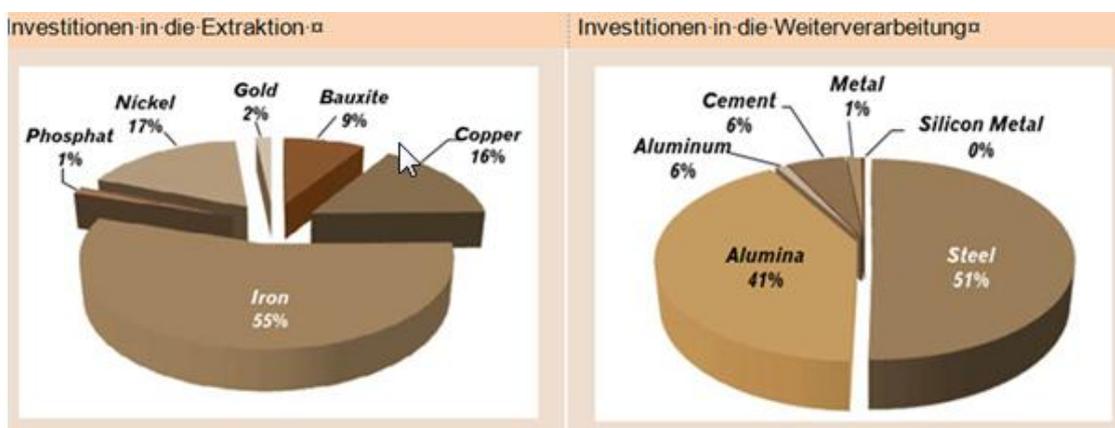
Quelle: OpenStreetMap 2014

## 1.2 Struktur des Bergbausektors und volkswirtschaftliche Relevanz

Aufgrund der diversifizierten Wirtschaft Brasiliens ist der Beitrag des Bergbausektors zum Bruttoinlandsprodukt des Landes gering. Der gesamte Rohstoffsektor (inklusive Öl und Gas) lag 2010 bei 3 %, der Beitrag der Bergbauindustrie umfasste 1,1 %. Gleichzeitig beschäftigte der Sektor 232.000 Menschen (ICMM et al 2013). Obwohl die Gesamtzahl der Beschäftigten in diesem Sektor gering ist, ist der Bergbausektor für die ländlichen und ärmeren Regionen im Norden von großer Bedeutung. Brasilien besitzt dort große Bauxitvorkommen, die vor allem in der Amazonasregion, am Trombetasfluss und in den Gegenden bei Paragominas und Juruti zu finden sind (Cornejo 2009) (siehe Abbildung 3).

In Südost-Pará, der bauxitreichsten Region im Norden Brasilien, macht der Bergbausektor 14 % des BIP aus. Hier liegen die größten Bauxitbergwerke und mehr als 80 % des landesweit abgebauten Bauxits werden hier gefördert (Cornejo et al 2009). Die Exporte stiegen in Pará von 1,1 Milliarden US Dollar 1992 auf 13 Milliarden US Dollar 2012. Gleichzeitig wuchs der Bergbausektor zwischen 1990 und 2010 von 2,6 % auf 26,3 % des BIP. Für 2030 wird ein weiteres Wachstum um 35% prognostiziert (Governo do Pará 2014). Das bis 2017 fertig gestellte weltweit größte Eisenbergwerk soll für Investitionen in Höhe von 31 Milliarden US Dollar sorgen und hat das Potenzial 48.000 neue Jobs zu schaffen. Schätzungen zufolge soll es 2030 80 Bergbaustädte in Pará geben und 230 Bergwerke (siehe auch Abbildung 2) (Governo do Pará 2014).

Abbildung 2: Investitionen im Bergbausektor in Pará



Quelle: Governo do Pará 2014

Von der Gesamtbevölkerung von 7,1 Millionen waren 2012 20 % der Arbeitskräfte oder 46.700 Menschen im Bergbausektor tätig. (Cornejo 2010, ICMM 2013). Aufgrund der Wichtigkeit des Bergbausektors für den brasilianischen Staat Pará und der Vulnerabilität der tropischen Waldgebiete in der Region werden in dieser Fallstudie die Umwelt- und Sozialwirkungen der Bauxitförderung und Aluminiumproduktion auf diese Region beschränkt betrachtet.

Der brasilianische Bergbausektor wird von großen multinationalen Konzernen beherrscht, darunter Vale S.A., Alcoa World Alumina and Chemicals (AWAC), Anglo American, BHP Bilton und Norsk Hydro ASA (KPMG 2012; PWC 2012; Cornejo et al. 2009). Die Konzernstrukturen sind, wie bei den meisten multinationalen Bergbaukonzernen, sehr komplex. Viele Unternehmen sind durch Anteilseignerschaften miteinander verwoben und die Strukturen verändern sich schnell. Da die Umwelt- und Sozialwirkungen anhand der drei Bergwerke bei Porto Trombetas, Juruti und Paragominas untersucht werden, folgt eine kurze Erklärung der wichtigsten Betreiber und der Anteilseigner dieser Bergwerke (siehe auch Tabelle 1).

Tabelle 1: Übersicht relevanter Bergwerke und Betreiber der Region Pará

Bergwerk	Bauxitproduktion pro Jahr	Betreiber	Anteilseigner
Porto Trombetas	18 Millionen t	Mineração Rio do Norte S.A.	Vale (40 %), BHP Billiton (14,8 %), Rio Tinto Alcan (12 %), CBA (10 %), Alcoa/Abalco (18,2 %) Norsk Hydro (5 %)
Juruti	3,8 Millionen t	Alcoa World Alumina and Chemicals (AWAC)	Joint Venture between Alumina Limited (40 %) und Alcoa (60 %)
Paragominas	9,9 Millionen t	Mineração Paragominas SA	Norsk Hydro (100 %)

Quelle: Eigene Darstellung

Vale ist ein in Brasilien ansässiger multinationaler Bergbaukonzern, der neben Eisen-, Zink- und weiteren Bunt- und Edelmetallerzen auch Bauxit fördert und Aluminiumoxid und Aluminium herstellt (Cornejo et al 2009). Vale besitzt Anteile an einer Vielzahl von Unternehmen, die die Förderung und Weiterverarbeitung von Bauxit und Aluminium vor Ort durchführen und kontrollieren. Dazu zählen Albras, Valesul, Alunorte und Mineração Rio do Norte (MRN), (Cornejo et al. 2009). Im Austausch für Anteile am norwegischen Unternehmen Norsk Hydro, die Vale im November 2013 wieder verkaufte, hat Vale größere Anteile an Paragominas (60 %), Alunorte (91 %) und Albras (51 %) an Norsk Hydro abgegeben (Norsk Hydro 2014). Mineração Rio do Norte mit Sitz in Trombetas ist ein Joint Venture zwischen Vale (51 %) und Nippon Amazon Aluminium Company (NAAC) (49 %). Mineração Rio do Norte fördert jährlich mehr als 17 Millionen t Bauxit, welche größtenteils an die Raffinerien Alunorte und Alumar geliefert werden (MRN 2012). Die Anteilseigner von Alumar sind Alcoa (39 %), Rio Tinto (10 %), Alumínio (15 %) und BHP Billiton (36 %). Alunorte oder Alumina of Northern Brazil betreibt die Refinerie von Bauxit zu Aluminiumoxid in Barcarena und befindet sich im Besitz von Norsk Hydro (91 %), Companhia Brasileira de Alumínio (3,6 %), Japan Alunorte Investment Co., Ltd (0,5 %), Companhia Brasileira de Alumínio (2,6 %) und Mitsui & CO., Ltd. (2,2 %). Albras ist ein auch in Barcarena ansässiges Unternehmen zuständig für die Verhüttung von Aluminiumoxid zu Aluminium (Cornejo et al. 2009). Es gehört zu 51 % Norsk Hydro und zu 49 % Nippon Amazon Aluminium Company (NAAC). Alcoa betreibt das Bergwerk bei Juruti mit einer jährlichen Produktion von etwa 3,8 Millionen t Bauxit pro Jahr (Alcoa Inc. 2014). Das Unternehmen ist ein Joint Venture aus der australischen Alumina Limited (40 %) und der US-amerikanischen Alcoa Inc. (60 %).

Die Aluminiumherstellung ist die energieintensivste Industriebranche weltweit und zählt zu den größten Energieverbrauchern der Erde. So entfielen 2013 etwa 3 % des weltweiten Stromverbrauchs und circa 7,4 % des weltweiten industriellen Stromverbrauchs auf die

Aluminiumschmelzen<sup>1</sup> (IEA 2015, International Aluminium Institute 2015). Deswegen sind Alunorte und Albras auf günstige und zuverlässige Energiequellen angewiesen. Dafür investierten die Unternehmen in große Infrastrukturprojekte, vor allem in Wasserkraftwerke und Staudämme (Cornejo et al. 2009).

Abbildung 3: Bauxitvorkommen in Brasilien (Auswahl)



Quelle: Nach OpenStreetMap 2014

<sup>1</sup> Eigene Berechnung basierend auf Daten des International Aluminium Institute (2015) und IEA (2015). 2013 wurden weltweit insgesamt 1677 Mtoe Strom verbraucht (entspricht 19.503.510 GWh), davon 42,4 % durch die Industrie (IEA 2015). Die Aluminiumschmelzen verbraucht hiervon 611.851 GWh (International Aluminium Institute 2015). Dies entspricht einem Anteil von 3,14 % am weltweiten Gesamtenergieverbrauch, und 7,4 % des Gesamt-Stromverbrauchs der Industrie.

---

### 1.3 Geologischer Rahmen und Mineralisation

---

Im Folgenden wird die Geologie und Mineralisation der Bauxitlagerstätte von Porto Trombetas dargestellt. Da die meisten Bauxitvorkommen im Amazonasbecken ähnliche Charakteristika aufweisen, fokussiert sich die Analyse lediglich auf ein Fallbeispiel – die Bauxitlagerstätten von Porto Trombetas.

Die Bauxitlagerstätten von Porto Trombetas liegen im Amazonasbecken am Rande des Rio Trombetas rund 900 km westlich von Belém im Bundesstaat Pará (siehe Abbildung 3: Die bedeutendsten Bauxitlagerstätten im Amazonas-Becken mit (1) Porto Trombetas). Die Vorkommen wurden 1950 entdeckt und der Abbau im Tagebau begann 1979. Sie zählen zu den residualen Lagerstätten, welche sich in situ als Verwitterungsböden über primären Aluminium-Silikat-Gesteinen bildeten. Solche Lagerstätten entstehen bevorzugt dort, wo die Verwitterung begünstigt durch warm-feuchtes Klima und reicher Vegetation beschleunigt abläuft. Eisen und Aluminium weisen eine relativ geringe Löslichkeit auf und werden daher in den typisch roten sandig-tonigen Böden der Tropen und Subtropen angereichert. Generell bezeichnet man diese Böden als Laterite. Diese sogenannten Lateritbauxite bilden als autochthones Verwitterungsprodukt zumeist mehrere Meter bis Dekameter mächtige Böden über zumeist mesozoisch-tertiären Ausgangsgesteinen (Pohl 2005).

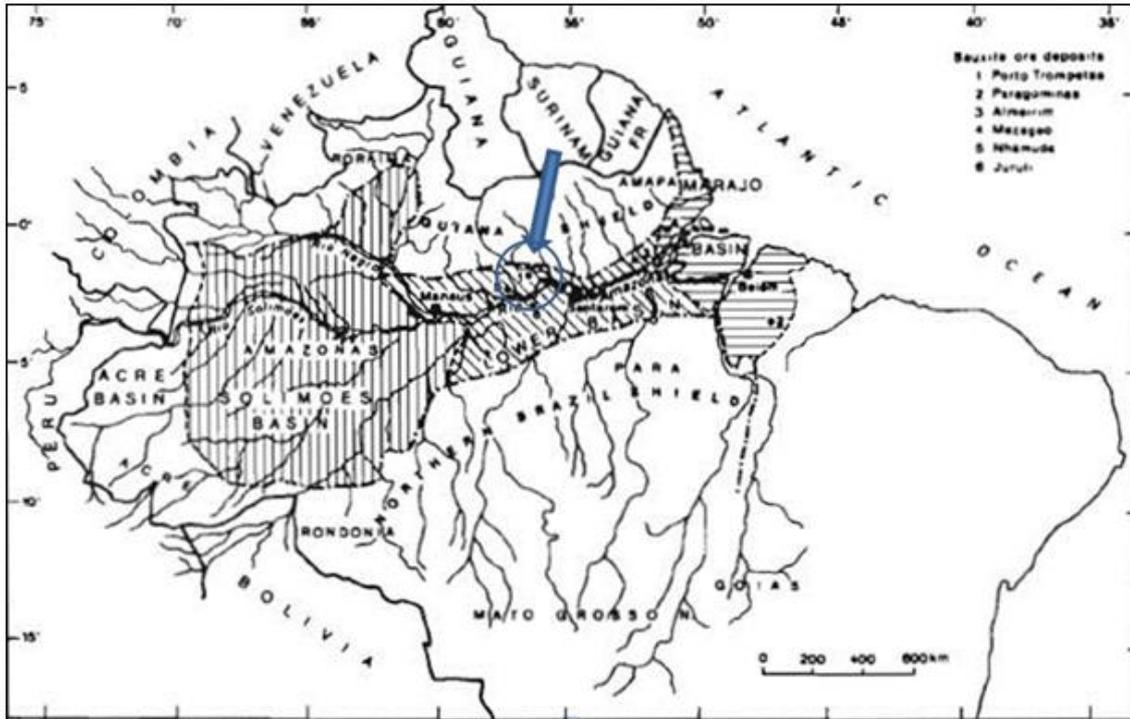
Die drei wesentlichen Mineralphasen von Bauxiten sind:

- Hydrargillit (Gibbsit)  $\gamma\text{-Al}(\text{OH})_3$
- Böhmit  $\gamma\text{-AlOOH}$
- Diaspor  $\alpha\text{-AlOOH}$

Die Bauxitlaterite treten in mehreren Hochplateaus auf und erstrecken sich über eine Gesamtfläche von mehr als 2.200 km<sup>2</sup> (Abbildung 4 und Abbildung 5). Die Region von Trombetas ist charakterisiert durch klastische Sedimente kontinentalen Ursprungs (Alter do Chão Formation, Obere Kreide, Apt-Turon), die diskordant über paläozoischen Sedimenten liegen. Die Sedimente erreichen Mächtigkeiten von mehr als 600 m und bestehen aus tonigen zum Teil arkosischen Sandsteinen mit zwischengelagerten Konglomeraten, Ton- und Siltsteinen.

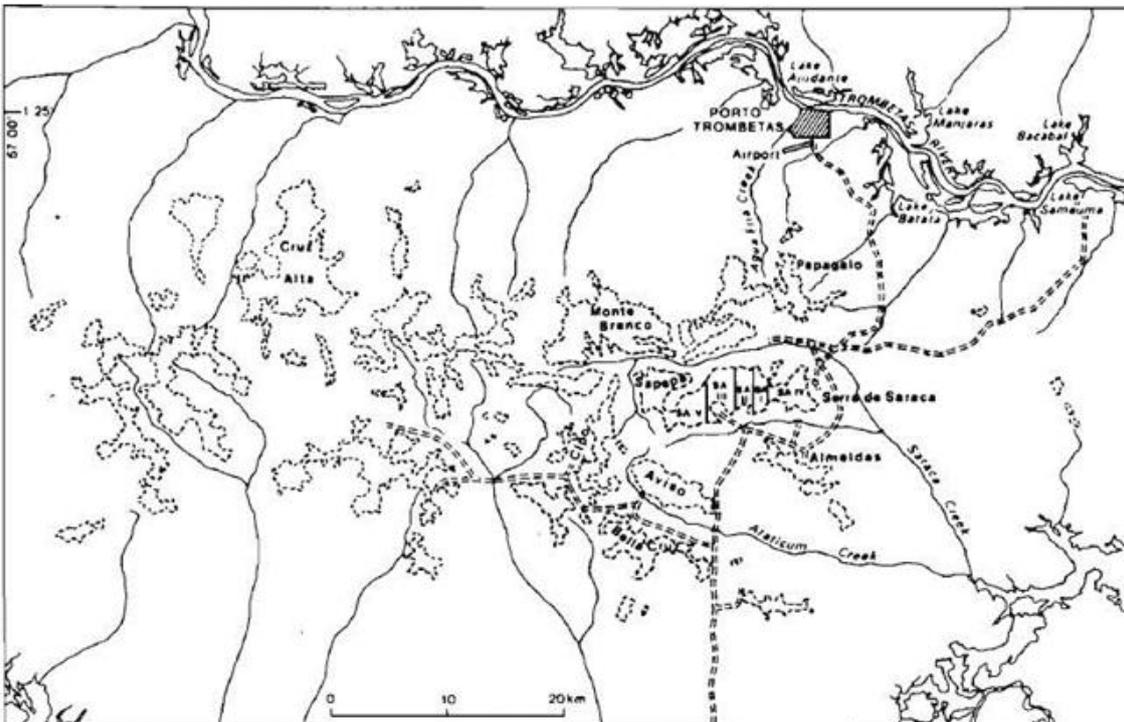
In Porto Trombetas umfassen die Bauxitlagen im Durchschnitt 6 m, in einigen Regionen sogar bis zu 10 m. Die Ablagerungen bestehen aus einer typischen Sequenz von unterschiedlichen Lagen (siehe Abbildung 6) (Boulangé und Carvalho 1997).

Abbildung 5: Die bedeutendsten Bauxitlagerstätten im Amazonas-Becken mit (1) Porto Trombetas



Quelle: Carvalho et al. 1997 (Graphik leicht modifiziert: Hervorhebung einer Region durch: Universität Leoben, Robert Treimer)

Abbildung 4: Bauxitplateaus von Porto Trombetas (gestrichelt)



Quelle: Carvalho et al. 1997

Typische Abfolge vom Hangenden zum Liegenden:

Obere Kaolinit Lage

- Mächtigkeit 8 bis 10 m
- Mineralbestand: Kaolinit (80 %), Gibbsit (10 %), Quarz (10 %)

Knollenbauxite

- Mächtigkeit 1-3 m
- Knollen < 5 cm mit unregelmäßiger Form, zum Teil zusammengewachsen, eingebettet in Ton, bestehend aus sehr feinkörnigen verschiedenartigen Gibbsit Typen

Eisenhaltige Knollen

- Mächtigkeit 1 m
- Knollen mit circa 10 cm Größe und unregelmäßiger Form, eingebettet in Gibbsit beziehungsweise toniger Matrix, bestehend aus Hämatit, meist porös, zum Teil gefüllt mit Gibbsit

Bauxit Lage

- Mächtigkeit 1 m beziehungsweise 5 m
- Obere Bauxit Lage 1 m: kompakt, Al-Fe haltig
- Untere Bauxit Lage: Brüchig, poröser Gibbsit mit unterschiedlichen Graden an Eisenanreicherungen, Hauptfördersohle

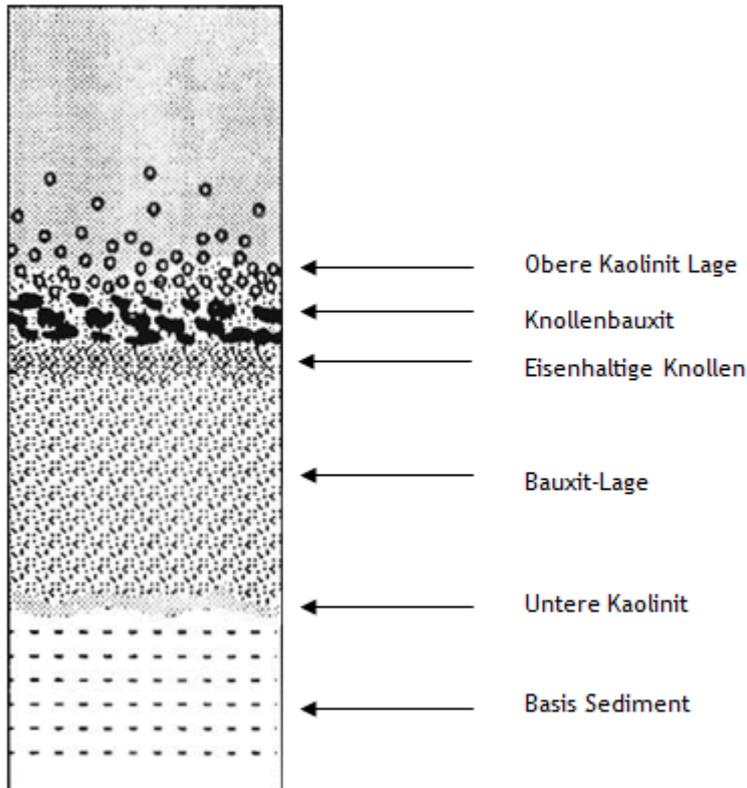
Untere Kaolinit Lage

- Gelblich-brauner Horizont bestehend aus reliktschen Gibbsit- bzw. Hämatit-Knollen eingebettet in Tonmatrix

Basis Sedimente

- Im unmittelbar Liegenden: geschichtete quarzitisches-tonige Sedimente

Abbildung 6: Bauxit Profil von Porto Trombetas, Saracá Plateau



Quelle: Carvalho et al. 1997

## 1.4 Abbauverfahren

Das Bauxitbergwerk von Porto Trombetas bei Oriximina, Pará ist der drittgrößte Bauxitbergbau weltweit und gehört dem Bergbaukonzern Mineracao Rio do Norte (MRN). Für die Angestellten von MRN und deren Familien wurde eigens eine Siedlung am Ufer des Porto Trombetas errichtet (Schäfer und Studte 2005). Die Produktion von Bauxit begann 1979 (UNCTAD 1995).

Der Erzkörper liegt unter einer circa 8 bis 11 m mächtigen Deckschicht, bestehend aus einer oberen Kaolinitlage und einer Lateritkruste mit Knollenbauxiten und Fe-haltigen Knollen, bedeckt mit dichter Vegetation. Daher ist vor dem eigentlichen Abbau des Bauxits die Abtragung der Vegetationsschicht und der überlagernden Gesteinsschichten notwendig.

Der Abbau erfolgt im Tagebau in regelmäßigen Reihen (strip mining), dabei wird zuerst die Vegetation mittels Planiertraupen entfernt und die Bodenschicht für spätere Rekultivierungsmaßnahmen separat gewonnen. Danach werden die überlagernden Schichten (Abraumgestein) mittels Schürfkübelbagger ausgebaggert und in den nächstgelegenen bereits abgebauten Reihen deponiert. Nach dem Aufreißen der Lateritkruste wird Bauxit mittels Löffelbagger abgebaut und auf LKW verladen. Die abgebauten Bereiche werden mittels Planiertraupen für die Rekultivierung vorbereitet. Diese Abbaumethode gewährleistet eine relativ kurze Periode mit abgetragener Vegetation von circa einem Jahr (UNCTAD 1995; Kuckshinrich und Martens 2003).

## 1.5 Aufbereitung, Verhüttung und Raffination

Das abgebaute Bauxiterz wird anschließend mit LKWs zur Brecheranlage und den Aufbereitungsanlagen (Waschen, Windsichtung, und Siebung) transportiert (UNCTAD 1995). Das Roherz enthält natürliche Verunreinigungen und muss entsprechend aufbereitet werden. Nach den ersten Aufbereitungsschritten werden circa 23 bis 30 % des Rohbauxits als Bergematerial ausgeschieden, die entsprechend entsorgt und deponiert werden müssen. Ursprünglich wurden die Aufbereitungsberge in einen nahegelegenen See (Lago Batata) entsorgt, was zu einer massiven Degradation des Ökosystems des Sees und seiner Uferbereiche führte. RNM hat daraufhin in den späten 1980er Jahren ein neues System zur Aufbereitung und Deponierung der Aufbereitungsberge installiert, das die Aufbereitungsberge komplett in die abgebauten Tagebaubereiche zurückgeführt (UNCTAD 1995; Kuckshinrich und Martens 2003).

Nach der Aufbereitung wird das Bauxitkonzentrat per Bahn zum 30 km entfernt gelegenen Hafen transportiert und in feuchter oder trockener Form ins circa 1.000 km entfernte Barcarena verschifft (siehe Abbildung 7), wo die Raffination zu Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) (Alumina) sowie die Schmelze zu metallischem Aluminium stattfindet (UNCTAD 1995; Norsk Hydro Barcarena 2015).

In Barcarena produziert ALUNORTE, eine 91 % Tochter von Norsk Hydro ASA, mittels Bayer-Verfahren Aluminiumoxid, welches zu einem erheblichen Anteil an Aluminiumschmelzanlagen weltweit weiter verschifft wird. Ein geringerer Anteil des Aluminiumoxids geht zur benachbarten ALBRAS, einer 51 % Tochter von Norsk Hydro ASA, wo mittels Schmelzflusselektrolyse metallisches Aluminium hergestellt wird. Die elektrische Energie für das Aluminiumwerk von ALBRAS stammt vom Wasserkraftwerk am Tucuri Damm, Para (Norsk Hydro Barcarena 2015).

Abbildung 7: Standorte der Aluminium-Produktion in Brasilien: MRN, Bauxitbergbau Porto Trombetas; ALUNORTE, Aluminiumoxid Anlage, Barcarena; ALBRAS, Aluminium Schmelze, Barcarena



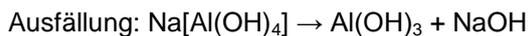
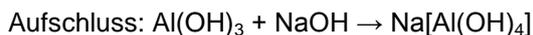
## Generelle Darstellung zu Aluminium

Die technische Darstellung von Aluminium erfolgt in zwei Prozess-Schritten: (1) die Gewinnung von reinem Aluminiumoxid (Alumina,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) aus Bauxit durch das Bayer-Verfahren und (2) die Elektrolyse zu metallischem Aluminium mittels Schmelzflusselektrolyse (Hall-Heroult-Verfahren).

1. Gewinnung von reinem Aluminiumoxid  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mittels Bayer-Verfahren (nach Holleman-Wiberg, 1985):

Als Ausgangsmaterial für die Gewinnung von reinem Aluminiumoxid (Alumina,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) kommt in den meisten Fällen Bauxitkonzentrat zum Einsatz, welches mehr oder weniger stark durch Eisenoxide und Kieselsäure verunreinigt ist. Die Entfernung der Verunreinigungen erfolgt durch einen nassen alkalischen Aufschluss - dem Bayer -Verfahren – und beruht auf dem Prinzip der Löslichkeit des amphoteren Aluminiumhydroxids  $\text{Al}(\text{OH})_3$  in heißer konzentrierter Natronlauge  $\text{NaOH}$  im Gegensatz zum nichtlöslichen basischen Eisenoxidhydrat  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .

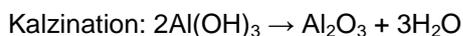
Die grundlegende chemische Reaktion im Bayer Prozess ist wie folgt:



Der technische Aufschluss erfolgt in einem Autoklaven, wobei der feingemahlene Bauxit mit Natronlauge (Konzentration von 35 bis 38 %) versetzt und 6 bis 8 Stunden auf eine Temperatur von 170 bis 180 °C (bei 5 bis 7 bar Druck) erhitzt wird (Temperatur, Druck und Konzentration der Natronlauge können variieren, je nach Aufschlussverhalten des Bauxits). Dabei geht das Aluminium in Form von Natriumaluminat  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$  in Lösung, während das Eisenoxidhydrat  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  als Rotschlamm anfällt.

Die anschließende Ausfällung von reinem Aluminiumhydroxid  $\text{Al}(\text{OH})_3$  beruht auf dem Prinzip des Zerfalles von Natriumaluminat  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$  in  $\text{Al}(\text{OH})_3$  und  $\text{NaOH}$  durch starke Verdünnung der Natronlauge (Prinzip Ostwald'sches Verdünnungsgesetz) und Erniedrigung der Temperatur.

Das auf diese Weise ausgefällte Aluminiumhydroxid  $\text{Al}(\text{OH})_3$  wird anschließend durch Glühen in einem Drehrohrofen bei 1.200 bis 1.300 °C in Aluminiumoxid  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (totgebrannte Tonerde) umgewandelt.



Die im Bauxit enthaltene Kieselsäure  $\text{SiO}_2$  geht zum größten Teil in das unlösliche Natriumaluminiumsilikat  $\text{Na}_2[\text{Al}_2\text{SiO}_6] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  über und verbleibt zusammen mit dem Eisenoxidhydrat  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  im Rotschlamm.

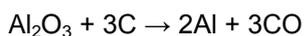
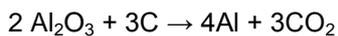
Die wesentlichsten Prozessschritte können wie folgt zusammengefasst werden:

- Aufbereitung des Bauxits: Brechen, Mahlen, Vorentkieselung
- Aufschluss von Bauxitkonzentrat im Autoklaven
- Abscheidung des Rotschlammes
- Ausfällung des Aluminiumhydroxids
- Aufbereitung der Aluminatlauge
- Kalzination zu Aluminiumoxid

2. Elektrolyse zu metallischem Aluminium mittels Schmelzflusselektrolyse (Hall-Heroult-Verfahren) (nach Holeman-Wiberg 1985 und Neumüller 1979):

Das mittels Bayer-Verfahren gewonnene Aluminiumoxid  $\text{Al}_2\text{O}_3$  wird zur Gewinnung von metallischem Aluminium einer Schmelzelektrolyse unterzogen. Aluminiumoxid  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (SP 2.045°C) wird in geschmolzenem Kryolith  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  (SP 1.000 °C) gelöst, wodurch sich ein eutektisches System mit weitaus geringer Schmelztemperatur einstellt. Das am niedrigsten schmelzende eutektische Gemisch ergibt sich mit einer Zusammensetzung von 81,5 % Kryolith  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  und 18,5 % Aluminiumoxid  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bei einer Schmelztemperatur von 935 °C. Großtechnisch arbeitet man daher mit Badzusammensetzungen von 15 bis 20 % Aluminiumoxid  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und Badtemperaturen von rund 950 °C (Holeman-Wiberg 1985).

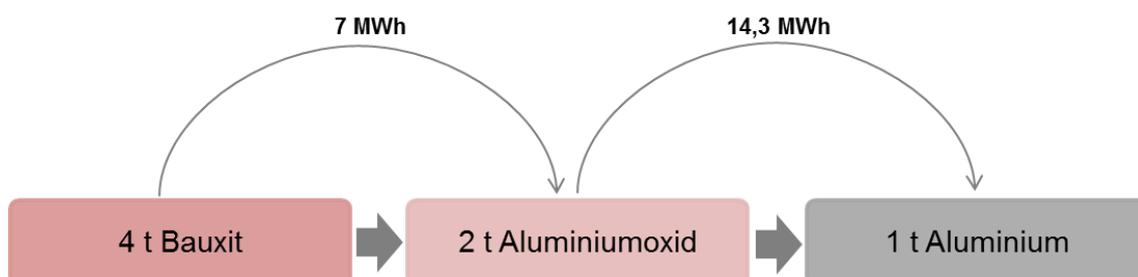
Beim Schmelzprozess in Elektrolysezellen wird das Aluminiumoxid  $\text{Al}_2\text{O}_3$  durch Gleichstrom zerlegt (4-5 V, 80.000-150.000 A, 950 °C), wobei sich das metallische Aluminium am Boden der wannenförmigen Kathode sammelt. Der an den Kohlelektroden der Anode gebildete Sauerstoff reagiert mit dem Anodenkohlenstoff zu  $\text{CO}_2$  beziehungsweise  $\text{CO}$  und verschleißt diese allmählich gemäß folgender Reaktion:



Die sich laufend verbrauchenden Elektroden können im laufenden Betrieb ersetzt werden, sodass der Prozess kontinuierlich gefahren werden kann (Neumüller 1979).

Für die Herstellung einer Tonne Alumina (Aluminiumoxid) im Bayer-Verfahren werden rund 3,5 MWh Energie (International Aluminium Institute 2015b) und etwa 2 Tonnen Bauxit<sup>2</sup> benötigt (USGS 2014). Für die Herstellung von einer Tonne Primäraluminium werden für die Schmelzflusselektrolyse insgesamt 2 Tonnen Aluminiumoxid benötigt<sup>3</sup> und 14,3 MWh pro Tonne Endprodukt verbraucht (International Aluminium Institute 2015a), siehe hierzu auch Abbildung 8.

Abbildung 8: Energie- und Rohstoffbedarf bei der Aluminiumproduktion



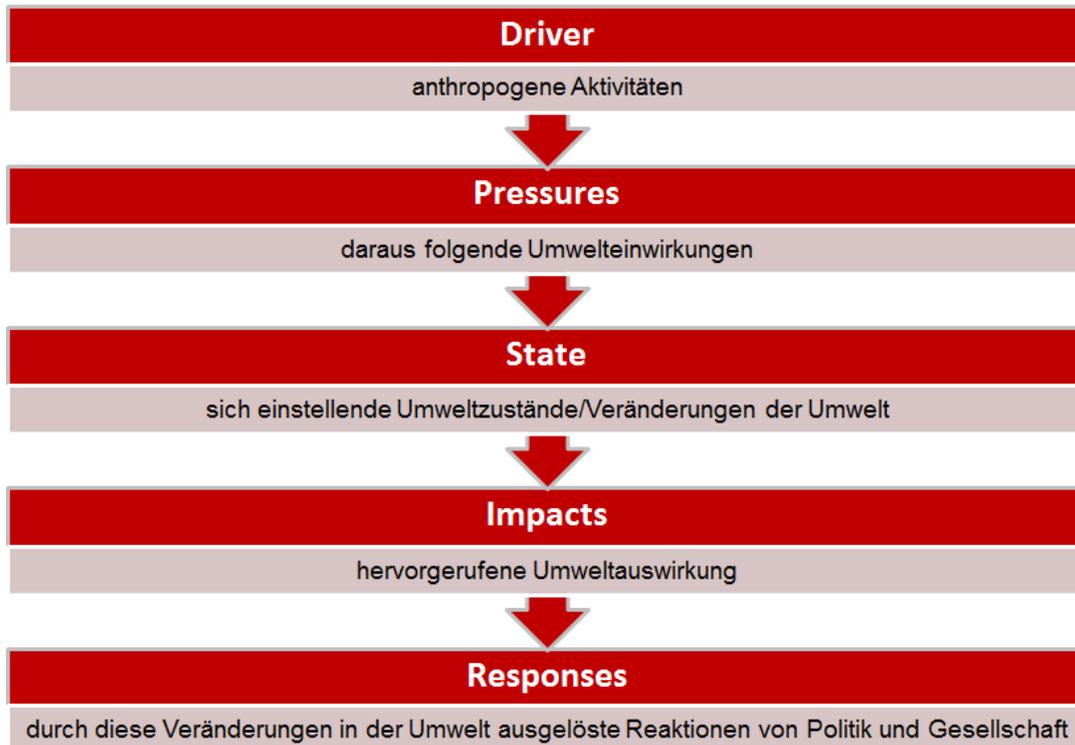
Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf Angaben des International Aluminium Institute (2015<sup>a</sup>, 2015b, 2016) und USGS (2014)

<sup>2</sup> Einschätzung basierend auf Daten zur Bauxit- und Aluminaproduktionsmenge im Jahr 2014 (USGS 2014) sowie auf Holeman-Wiberg (1985).

<sup>3</sup> Einschätzung basierend auf Daten zur Alumina- und Aluminiumproduktion (International Aluminium Insitute 2016).

## 2 Umweltwirkungen

Abbildung 9: DPSIR-Modell



Der Fokus der Beschreibung der Umweltwirkungen liegt auf dem Amazonasregenwald. Denn das Amazonasgebiet beherbergt das größte noch bestehende tropische Regenwaldgebiet der Erde, das von entscheidender globaler und regionaler Bedeutung für die Biodiversität ist sowie als wichtiger CO<sub>2</sub>-Speicher und Klimaregulator fungiert (Whitbread-Abrutat 2012).

Der Verlust des Regenwaldes wird durch verschiedene Entwicklungen angetrieben, die den Fokus der Umwelteinwirkungen dieser Fallstudie darstellen: Neben dem Tagebau<sup>4</sup> selbst, spielt vor allem der Staudambau zur Deckung des hohen Energiebedarfs der Schmelzflusselektrolyse eine entscheidende Rolle. Aufgrund des anhaltenden Wirtschaftswachstums ist der Gesamtprimärenergieverbrauch in Brasilien im letzten Jahrzehnt um mehr als ein Drittel gewachsen (EIA 2013). Bis 2019 wird gemäß eines Planungsdokuments der Regierungsbehörden mit einem Wachstum der Aluminiumproduktion um 130 % gerechnet. Damit für die Aluminiumproduktion und andere energieintensive Industriezweige genug Energie zur Verfügung steht, muss der Energiesektor jährlich um 6,5 % wachsen (Wasserbauer 2011). Bisher werden 80 % der elektrischen Energie in Brasilien durch Wasserkraft generiert (EIA 2013). Der Fokus bei der Analyse der Umwelteinwirkungen von Staudämmen liegt auf dem noch in der Konstruktion befindlichen Belo-Monte-Damm (Norte Energia S.A.) und dem bereits

<sup>4</sup> Der in Tabelle 1 gelisteten Bergwerke.

fertig gestellten Tucuruí-Damm (Electronorte). Nach dem Itaipu-Damm und dem Balbina Damm handelt es sich bei diesen beiden Dämmen um die größten, brasilianischen Dämme. Die Pläne der Regierung sehen bis 2030 einen Ausbau der Wasserkraft um 90.000 Megawatt vor – 494 neue Großwasserkraftwerke sollen bis dahin entstehen. Wie viel davon auf den Energiebedarf der Aluminiumindustrie entfällt, konnte nicht festgestellt werden. Entlang des Amazonas sind über 70 weitere Staudämme in der Planung. Das Belo-Monte-Kraftwerk soll mit einer Nennleistung von 11.000 Megawatt das größte davon werden (Wasserbauer 2011).

Mit dem Berg- und Staudammbau entstanden und entstehen zudem neue Infrastruktur und Arbeitsplätze, die zu Migrationsströmen in das zuvor eher niedrig besiedelte Amazonasgebiet führen. Mit der wachsenden Bevölkerung werden Flächen für Wohnraum sowie Landwirtschaft und Viehzucht gerodet. Ebenso führt die Erschließung von Regenwaldgebieten durch Infrastruktur meist zu einer Zunahme der illegalen Abholzung (Hoffman und Grigera 2013).

Neben der Abholzung werden im Folgenden ebenso die dadurch entstehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie die Umweltauswirkungen (impacts) auf die Biodiversität und die Gesundheitsauswirkungen für die Bevölkerung untersucht. Teil der Analyse sind darüber hinaus die Rekultivierungsmaßnahmen in Form von Wiederaufforstung (responses). Die Analyse zum Verlust des Regenwalds wird thematisch unterteilt in die Abholzung der Wälder durch den Tagebau und die Abholzung aufgrund des Staudammbaus. Die Gesundheitsauswirkungen beziehen sich in erster Linie auf die Auswirkungen des Staudammbaus. Die Umweltwirkungen der Entsorgung der Aufbereitungsberge im See Batata durch MRN werden nicht in dieser Studie analysiert, da diese Art der Entsorgung seit 1986 nicht mehr praktiziert wird (UNCTAD 1995).

Nicht Teil der Analyse, aber nichtsdestotrotz erwähnenswert, sind die Nachteile, die mit der hohen Abhängigkeit von Energie aus Wasserkraft einhergehen. Bei Trockenheit und Dürre gehen die Wassermassen und somit die Energie aus Wasserkraft zurück. Ende Juli 2014 machten die Behörden auf schwindende Wasservorräte aufmerksam und hielten einige Städte dazu an, Wasservorräte zu rationieren. Die Stromkosten stiegen auf Rekordniveau (Gue 2014).

---

## 2.1 Umwelteinwirkungen (pressures)

---



### 2.1.1 Verlust von Regenwald

#### Bauxitabbau

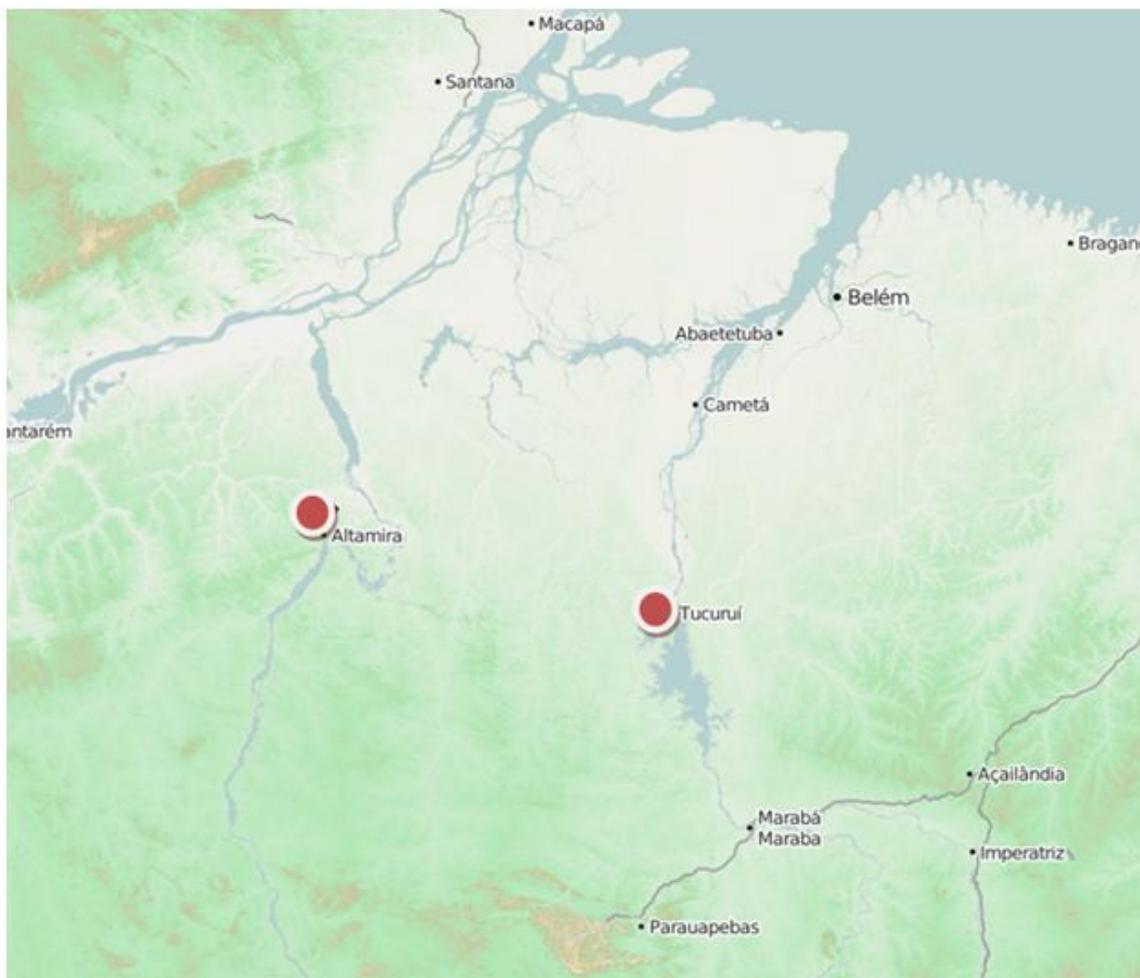
Die Förderung von Bauxit im Tagebau geht mit einem großflächigen Eingriff in die Natur einher. Um an die tiefer liegenden Bauxitschichten zu gelangen, müssen der Oberboden und die Vegetation vollständig entfernt werden (Hildebrand 2007). Neben der Abholzung des tropischen Primärwaldes für den Abbau von Bauxit, wird die Abholzung des Waldes indirekt auch durch den Bau von Infrastruktur vorangetrieben. Der Bau von Straßen erleichtert es den illegalen Holzfällern abgeschiedene Gebiete zu erreichen und das gefällte Holz abzutransportieren

(Lyons und Kiernan 2012). So finden mehr als 70 % der Rodungen nahe asphaltierten Straßen statt und nur 7 % entlang nicht befestigter Straßen (Azevedo-Ramos 2008).

MRN (Bergwerk Porto Trombetas) gehören die Bergbaurechte für 250 km<sup>2</sup> Land, davon wurden 70 km<sup>2</sup> bereits erschlossen (Schäfer und Studte 2005). Für den Bergbau in Juruti (Alcoa) wird davon ausgegangen, dass innerhalb von drei Jahrzehnten bis zu 105 km<sup>2</sup> Regenwald gerodet werden muss (Smith und Brasileiro 2009). Während in der Region Juruti auf einer Fläche von 8.304 km<sup>2</sup> 2005 noch circa 31.198 Menschen lebten, stieg die Einwohnerzahl innerhalb eines Jahres um 5.866, also fast 19 % an (Schäfer 2007). Grund für den starken Zuzug ist das Bauxitprojekt von Alcoa. Um den weitflächigen Bauxitabbau möglich zu machen, wird die Infrastruktur der Region ausgebaut. Die Straße zwischen Juruti und Santarém soll durch Gelder von Alcoa asphaltiert werden (Schäfer 2007). Genaue Angaben zur Entwaldung aufgrund des Infrastrukturausbaus in der Region waren nicht zu finden. Insgesamt wurden für das Bergbauprojekt bei Paragominas seit 2006 53 km<sup>2</sup> Land genutzt, 6,9 km<sup>2</sup> wurden in 2012 gerodet und 8,5 km<sup>2</sup> 2011 (Hydro 2012).

Ein großer Teil der durch den Bergbau genutzten Flächen wurde bereits rekultiviert (siehe Kapitel 3.3).

Abbildung 10: Übersicht Staudamm Altamira und Tucuruí



Quelle: Nach OpenStreetMap 2014

### **Tucuruí-Staudamm**

Der Hauptgrund für den Bau des Tucuruí-Damms war die sichere Energieversorgung für die Produktion von Aluminiumoxid und Aluminium in Bacarena und Sao Luis (Schäfer und Studte 2005). Die erste Konstruktionsphase des Staudammes begann 1975 und wurde 1984 mit der Füllung des Staubeckens abgeschlossen. Insgesamt wurden durch den Stausee 2.850 km<sup>2</sup> Regenwald überflutet (La Rovere et al. 2000). Mit der Umweltverträglichkeitsstudie des Projektes wurde erst parallel zu den Bauarbeiten begonnen (Besold 2009). Die Umweltwirkungen waren wegen mangelnder Analysen und Vorsorge entsprechend groß.

Zunächst sollten 1.200 km<sup>2</sup> gerodet werden, letztendlich wurden lediglich 1.400 km<sup>2</sup> des zu flutenden Gebietes geräumt (La Rovere et al. 2000). Die große Menge an Biomasse, die aufgrund der nur begrenzt durchgeführten Rodungen am Grund des Stausees verrottete, förderte das Wachstum von Wasserpflanzen und führte zu einer Übersäuerung des Stausees. 1986 waren 25 % der Stauseefläche von Pflanzenarten wie *Salvinia* (Schwimmfarn) sowie *Scirpus* und *Pistia* („Wassersalat“) bedeckt. Aufgrund der hohen Wasserfluktuation und der schnellen Verrottung der Biomasse sank dieser Wert jedoch wieder im Laufe der Jahre (Besold 2009). 1994 waren nur noch 10 % der Fläche mit Wasserpflanzen bedeckt (La Rovere et al. 2000).

Die Aussicht auf Beschäftigungsmöglichkeiten führte zudem zu einem Zustrom von Migranten in der Region um Tucuruí. Innerhalb von 10 Jahren wuchs die Bevölkerung rund um den Damm auf das Doppelte an, die Bevölkerung von Tucuruí versechsfachte sich. Ebenso wurden im Zuge der notwendigen Umsiedlungen mehr als 14.000 Menschen aus zu überflutenden Gebieten in die naheliegenden Dörfer und Städte gebracht. Wald wurde gerodet, um Platz für die benötigte Infrastruktur und Wohnraum zu schaffen. Der Neubau konnte jedoch nicht mit der Geschwindigkeit des Zuzugs mithalten und es entstanden Slums. Dafür und um Land für die Landwirtschaft und Viehzucht zu nutzen wurde illegal Regenwald gerodet. (La Rovere et al 2000, Fearnside 2001).

### **Belo-Monte-Damm**

Das Belo-Monte-Staudammprojekt umfasst zwei Dämme und ein umfangreiches System an Kanälen und Deichen (Amazon Watch 2014). Der Pimental-Damm (Kapazität von 233,1 Megawatt (MW)) blockiert den Xingu-Fluss und leitet 80 % des Flusswassers durch die Kanäle zum eigentlichen Staubecken (siehe Abbildung 11: Staumauer). Der Bau des Belo-Monte-Damms begann 2002 (Bank Track 2013). Ende 2014 soll der Damm in Betrieb genommen werden (Norte Energia 2014). Insgesamt wird im Zuge des Projektes 0,1 % der Fläche des Amazonasregenwaldes geflutet, dies entspricht 516 km<sup>2</sup> (Pontiroli Gobbi 2013). Einigen Schätzungen zufolge sollen sogar 1.522 km<sup>2</sup> betroffen sein (World Rainforest Movement 2013). Zudem werden Teile des Xingu-Flusses durch künstliche Kanäle umgeleitet. Dadurch verliert insbesondere die Region Volta Grande– ein etwa 100 km langer, sehr biodiversitätsreicher Abschnitt des Flusses – 80 % seines Flusswassers (Bank Track 2013; Expert Panel 2009). Für den Bau der Kanäle mussten 200 Millionen m<sup>3</sup> Erde ausgehoben werden, für die Durchführung des gesamten Projekts werden insgesamt mehr Erde und Gestein bewegt, als für den Bau des Panamakanals (Dreikönigsaktion 2012; Amazon Watch 2014). Es wird kritisiert, dass in der Umweltverträglichkeitsprüfung die Auswirkungen des Dammbaus nicht ausreichend untersucht wurden. So ist nicht gewiss, wie hoch der Wasserspiegel stromaufwärts steigen wird und die Studien zur Sedimentablagerung werden als unzureichend beschrieben

(Expert Panel 2009). Die unzureichende Analyse vor Beginn des Projektes führt dazu, dass die Umwelteinwirkungen schwieriger abzuschätzen und zu vermeiden sind.

Abbildung 11: Veränderung durch den Belo-Monte-Damm



Quelle: Kooperation Brasilien e.V. 2012

### 2.1.2 Klimagasemissionen

Im Amazonasregenwald lagern 60 bis 80 Milliarden t Kohlenstoffdioxid. Als Folge der Rodung werden in Brasilien circa 200 Millionen t Kohlenstoffdioxid jährlich emittiert, das entspricht 70 % aller brasilianischen Emissionen (Azevedo-Ramo 2008; Asner et al 2010). Weltweit stammen 17 % der CO<sub>2</sub> Emissionen aus Entwaldung und dem Zerfall von Biomasse (EPA 2013). Sowohl die Entwaldung durch den Bauxitabbau, den Staudammbau sowie indirekte Effekte wie der Anstieg der Bevölkerung tragen zum Anstieg des Kohlenstoffdioxids in der Atmosphäre bei.

Eine weitere häufig nicht betrachtete Umwelteinwirkung von Staudämmen sind die durch die überflutete Biomasse entstehenden Methangase, die 25-mal klimawirksamer als Kohlendioxid sind (Expert Panel 2009). Die Verrottungsprozesse der großen Mengen absterbender Biomasse setzen Kohlenstoffdioxid und Methan frei (Besold 2009). In den ersten Jahren nach Inbetriebnahme des Staudamms sind die Emissionen am höchsten, danach sinken sie, verebben aber nicht vollständig. Gründe für die andauernden Zersetzungsprozesse sind langsam verrottende Baumstämme und andere Holzmaterialien, absterbende Wasserpflanzen und die durch den Flusslauf mitgenommene, abgestorbene Vegetation (International Rivers Network 2002). Laut dem Klimaforscher Philip Fearnside werden die zwei Xingu-Staudämme (siehe Abb. 8) in den ersten zehn Jahren nach ihrer Flutung mehr klimawirksames Gas

erzeugen als São Paulo mit 20 Millionen Einwohnern (Dreikönigsaktion 2011). Schätzungen zufolge kommt es durch die Inbetriebnahme des Tucuruí-Staudamms in einem Zeitrahmen von 100 Jahren zur Emission von 2,3 bis 5,3 Millionen t Methan (CH<sub>4</sub>) oder 56,4 bis 128,9 Millionen t CO<sub>2</sub>-Äquivalent (Fearnside 1997). Dies bedeutet laut International Rivers Network (2002) auch, dass die CO<sub>2</sub>-Emissionen (äquivalent) pro kWh produzierten Stroms höher sind als bei einem Gaskraftwerk.

## 2.2 Umweltauswirkungen (impacts)



### 2.2.1 Auswirkungen auf die Biodiversität

#### Bauxitabbau

Der Abbau des Bauxiterzes erfordert eine weitflächige Rodung des Primärwaldes und den Abtransport des Bodenmaterials (Hildebrand 2007). Dies stellt einen massiven Eingriff in das Ökosystem dar und hat Auswirkungen auf Pflanzen und Tiere. Obwohl diese oft verpflanzt und umgesiedelt werden und das Ökosystem so gut wie möglich nach Abschluss der Bergbautätigkeiten wiederhergestellt werden soll, verändert der Bauxitabbau die Ökosysteme nachhaltig (siehe Kapitel 2.3). Genaue Angaben zum Rückgang der Artenvielfalt konnten nicht gefunden werden.

#### Tucuruí-Staudamm

Neben den direkten Auswirkungen der Waldrodung haben auch der Staudammbau und die nachfolgende Staudammnutzung weitreichende Auswirkungen auf die Biodiversität der Region. Bei der Konstruktion von Staudämmen ist zu beachten, dass die hydrologischen Eigenschaften eines Flusses, wie zum Beispiel die Fließgeschwindigkeit, verändert wird (Besold 2009). Dies wiederum kann zu Veränderung der Überschwemmungsgebiete führen. Überschwemmungen liefern wichtige Nährstoffe, die für die Biodiversität und Artenvielfalt des Amazonasgebiets unabdingbar sind. Die Flutung des Tucuruí-Staubeckens und die Veränderung des Flusslaufes führten zu einem Rückgang der Vielfalt der Fischarten um 19 % (vormals 164 Arten, nun 133) im Unterlauf des Flusses. Auch im Bereich des Staubeckens kam es nach Inbetriebnahme des Staudamms zur Reduzierung der Artenvielfalt. Hier war ein Rückgang von 29 % zu verzeichnen (vormals 173 Arten, nun 123) (La Rovere et al. 2000). Betroffen waren vor allem Wanderfische und Fische aus den Bodenzonen. Ein Grund für die Reduzierung der Artenvielfalt war unter anderem die durch gesteigertes Wasserpflanzenwachstum gesunkene Wasserqualität. Trotz der Umsiedlung von rund 284.000 Landtieren wird davon ausgegangen, dass durch die Stresssituation und das ungewohnte neue Habitat viele Neuansiedlungen nicht erfolgreich waren. Die Zerstörung natürlicher Migrationsrouten durch die Fragmentierung des Ökosystems durch Dämme wirkten sich weiterhin negativ auf Pflanzen und Tierpopulationen aus (Besold 2009).

### **Belo-Monte-Damm**

Durch den Bau des Belo-Monte-Staudamms wird die Wassermenge des Xingu-Flusses zumindest in einigen Abschnitten stark reduziert. Durch den sinkenden Grundwasserspiegel und die ausbleibenden Überflutungen des Xingu-Flusses kann es in einigen Regionen zu einer Verminderung der Biodiversität und zum Absterben von Regenwald kommen (Bank Track 2013). Neben der Beeinträchtigung heimischer und wandernder Fischarten hätten diese Veränderungen Auswirkungen auf Flora und Fauna sowie gefährdete Tierarten, wie zum Beispiel den Weißwangenkammeraffen und den schwarzen Sakiaffen (Bank Track 2013). Dies betrifft insbesondere den Flussabschnitt Volta Grande, der durch viele Gefälle, Stromschnellen und Kanäle einen einzigartigen Lebensraum bietet. Durch die reduzierte Wassermenge und Fließgeschwindigkeit verlieren viele heimische Fischarten ihren Lebensraum (Expert Panel 2009). Es wird mit dem Aussterben von mindestens 15 der dort endemische Fischarten gerechnet. Schätzungen gehen von etwa 600 zum Teil nicht oder nur schlecht kategorisierten und in dieser Region lebenden Fischarten aus (Ekstrøm 2010). Aufgrund des lückenhaften Wissens über die Tierwelt in der Region, sind die genauen Auswirkungen auf die Biodiversität schwierig abzuschätzen.

### **2.2.2 Gesundheitsauswirkungen**

Die größten Gesundheitsauswirkungen, die als Teil dieser Studie identifiziert werden konnten, treten durch die Aufbereitung und Raffination von Bauxit zu Aluminium auf. Gesundheitsauswirkungen treten vor allem durch Luft- und Wasseremissionen der Aufbereitungsanlagen auf – so auch bei den bei Barcarena gelegenen Fabriken Alunorte und Albras. 2003 kam es dort zu einem Unfall und eine giftige Wolke trat aus, die zu Haut- und Atemwegserkrankungen der Bevölkerung im Dorf Vale do Conde führte (Schäfer und Studte 2005).

Ebenso haben die großen Staudammprojekte gesundheitliche Auswirkungen: Stauseen in tropischen Gebieten sind perfekte Brutstätten für Insekten und andere Krankheitsüberträger (Besold 2009). Stilles Wasser und verfaulende Biomasse führen zur Zunahme von Malariaerkrankungen, da Mücken hier günstige Lebensbedingungen vorfinden (Besold 2009). So stieg sowohl die Anzahl der Träger von Malaria, als auch die Zahl der an Malaria erkrankten Anwohner nach der Flutung des Tucuruí-Staubeckens rapide an. Die Zahl der Malariaerkrankungen erreichte 1984 mit 10.000 Fällen einen Höhepunkt. Ebenso zwang die Flutung des Tucuruí-Staubeckens die ansässige Bevölkerung zur Umsiedlung. Viele siedelten auf die umliegenden Inseln. Ohne sanitäre Infrastruktur und saubere Trinkwasserquellen wurde das verschmutzte Wasser des Staubeckens zur Haupttrinkwasserquelle. Dies führte zu einem Anstieg von Durchfallerkrankungen (La Rovere et al. 2000).

Die Zunahme der Bevölkerung durch den Staudamm führte ebenso zu einer Zunahme von Gesundheitsproblemen. In der Region um Tucuruí führte die Zuwanderung zu einer Zunahme von Bilharziose, Alkoholismus, Geschlechtskrankheiten und AIDS. In der Region kam es außerdem zwischen 1980 und 1982 zu einem Massensterben von Pflanzen und Tieren. Zudem gab es Berichte von Kopfschmerzen, Schwindel, Fieberkrämpfen und Fehlgeburten. Diese Erscheinungen waren zurückzuführen auf ein Entlaubungsmittel, das benutzt wurde um Schneisen für Stromnetze in das Waldgebiet zu schlagen. Obwohl das Mittel toxisch war, wurde es von der brasilianischen Regierung freigegeben (La Rovere et al. 2000).

## 2.3 Reaktionen (responses)



### 2.3.1 Rekultivierung und Wiederaufforstung

Das Bergwerk bei Porto Trombetas (MRN) wird häufig als positives Beispiel für die Wiederaufforstung gerodeten Regenwaldes genannt. Das Bergwerk befindet sich im geschützten Saracá Taquera National Forest. Für die Renaturierung wird der zuvor abgetragene Oberboden, der neben Samen und auskeimungsfähigen Pflanzenteilen noch viel organisches Material wie Wurzelreste, Äste und Baumstämme enthält, wieder verwendet und mit in Gewächshäusern angezogenen Setzlingen heimischer Baumarten bepflanzt. Generell wird mit der Rekultivierung der Waldgebiete vor Beginn der Erschließung des Vorkommens begonnen. Die Beobachtung der im betroffenen Gebiet ansässigen Wildtiere beginnt zwei Jahre vor Beginn der Bauarbeiten und wird während der Rodung fortgesetzt. Unmittelbar vor Beginn wird ein Team damit beauftragt, Tiere zu retten und seltene Pflanzen umzupflanzen (Whitebread-Abrutat 2012). Nach Angaben des Unternehmens wurde seit 1984 bis zum Jahr 1998 knapp die Hälfte der Abbaufächen wieder aufgeforstet (Hildebrand 2007). Bis 2011 konnten 45 km<sup>2</sup> Wald wieder angepflanzt werden. Studien zeigen, dass der Wald in den wieder bepflanzten Gebieten zu 70 % wieder hergestellt ist (Whitebread-Abrutat 2012). Das Wiederaufforstungsprogram des Paragominas Bergwerk startete 2009 und soll bis 2040 fortgesetzt werden. Von den seit 2006 genutzten 53 km<sup>2</sup> wurden 7,76 km<sup>2</sup> renaturiert (Hydro 2012). Obwohl die Renaturierungsmaßnahmen in den letzten Jahren stark verbessert wurden, ist eine vollständige Wiederherstellung der Biodiversität und der Artenvielfalt jedoch nicht zu erreichen (Hildebrand 2007; Whitebread-Abrutat 2012).

---

## 3 Governance, Sozialauswirkungen und Konfliktstrukturen

---

### 3.1 Sektorgovernance, Umweltgesetzgebung und Effektivität staatlicher Institutionen

---

Die brasilianische Gesetzgebung im Bergbausektor ist sehr komplex. Die wichtigsten Behörden auf Bundesebene sind das Ministry of Mines and Energy (MME) und das National Department of Mineral Production (NDMP). Der erste Mining Code Brasiliens stammt aus dem Jahr 1967 (Decree 227/1967). 1997 wurde festgelegt, dass alle Explorationslizenzen durch das NDMP vergeben werden (GBR 2011). 2008 wurde eine Überarbeitung des Mining Code angekündigt, 2011 erste Schritte ergriffen und 2013 ein neues Gesetz vorgeschlagen (PL 5807). Dieses durchläuft derzeit das ordentliche Gesetzgebungsverfahren in Brasilien und wurde noch nicht ratifiziert (Yoshikawa et al. 2013; Le Flèche 2013).

2011 erließ das Ministry for Mines and Energy die Verordnung 121/2011 zur Ratifizierung des National Plan of Mining 2030, ein strategischer Plan (2010-2030) zur langfristigen Entwicklung und Verbesserung des heimischen Marktes, Wachstumspotenzials und Nachhaltigkeitsfragen (GBR 2011). Der Plan sieht vor, das NDMP durch einen National Council for Mineral Policy und eine National Mining Agency zu ersetzen (Yoshikawa et al. 2013). Ersterer wäre für die generelle Ausrichtung der Bergbaupolitik des Landes zuständig, zweitere für die Vergabe von neuen Lizenzen und die Kontrolle des Sektors (Ernest & Young 2013). Fast zwei Jahre nach diesem Vorstoß wurde das Gesetz PL 5807 von der brasilianischen Präsidentin, Dilma Rousseff, vorgestellt. Mit dem Erlass von PL 5807 käme es zu einer Veränderung der bisherigen Prospektions- und Explorationsregelungen, der Abgaben und Steuern im Bergbausektor sowie der Ersetzung des NDMP (Yoshikawa et al. 2013). Die bisherige Regelung sieht vor, dass dem ersten Unternehmen, das die Erschließung eines Vorkommens beantragt und dementsprechend Ressourcen in die Prospektion investiert hat, die Erlaubnis erteilt wird, das Vorkommen zu erschließen (Yoshikawa et al. 2013; GBR 2011)<sup>5</sup>. In der überarbeiteten Gesetzesform ist dies nicht mehr der Fall. Zukünftig ist geplant, die Lizenz erst nach Erwägung strategischer und ökonomischer Relevanz für den Staat und nach einer öffentlichen Ausschreibung zu vergeben (Yoshikawa et al. 2013). Nach PL 5807 würde eine Bergbaulizenz für 40 Jahre vergeben und kann danach für 20 Jahre verlängert werden (Ernest & Young 2013).

Im Mining Code aus dem Jahr 1967 wurde der Umweltschutz nicht erwähnt. Die Notwendigkeit der ökologischen Nachhaltigkeit wird in der brasilianischen Verfassung von 1988 das erste Mal thematisiert (GBR 2011). PL 5807 enthält Umweltkriterien zur Rekultivierung von ehemaligen Bergwerksgeländen (Fraker 2012). Die wichtigsten Aufsichts- und Regulierungsbehörden hinsichtlich des Umweltschutzes sind das Ministry of the Environment, der nationale Umweltrat

<sup>5</sup> Vorbehaltlich, dass alle Formalitäten und Bedingungen erfüllt sind

(CONAMA<sup>6</sup>) und das staatliche Institut für Umweltschutz und erneuerbare Ressourcen (IBAMA<sup>7</sup>) (GBR 2011). Während das Ministerium die Umweltrichtlinien entwickelt, sorgt CONAMA für die Implementierung der Gesetzgebung (KPMG 2012). Die Aufgabenbereiche von IBAMA umfassen die Genehmigung von Lizenzen und die Überwachung von Projekten auf föderaler Ebene (Schäfer und Studte 2005). Neben der föderalen Behörde hat jeder Bundesstaat noch eine eigene Umweltkontrollbehörde. Im Bundesstaat Pará ist dies das SECTAM<sup>8</sup>. Diese ist zuständig für die Erstellung technischer Berichte und Kontrolle vor Ort (UNCTAD 1995). Wie in der Verfassung (Kapitel VI, Artikel 225) festgeschrieben, muss vor Beginn eines Projekts eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) erstellt werden. Weiterhin wird eine Umweltlizenz (Environmental License) verlangt, die darlegt, dass das Projekt nicht nur den Umwelanforderungen des Bundes, sondern auch des Bundesstaates entspricht (GBR 2011). Für die Öffentlichkeit muss ein verständlicher Umweltverträglichkeitsbericht (RIMA) erstellt werden (Expert Panel 2009). Im Recovery Plan of Degraded Areas (PRAD) muss die geplante Rehabilitation der veränderten oder zerstörten Gebiete beschrieben werden (CBPM 2008). Dieser muss gemeinsam mit dem UVP und dem RIMA zur Genehmigung bei der Umweltbehörde vor Beginn des Projektes vorgelegt und unterzeichnet werden.

Zwischen 2010 und 2011 steuerte der Bergbausektor, laut des Ministry of Finance, zwischen 1 % und 2 % der staatlichen Gesamteinnahmen bei (ICMM 2013). Die Abgaben oder finanzielle Entschädigung für die Nutzung von mineralischen Ressourcen (im Portugiesischen *Compensação Financeira pela Exploração de Recursos*) werden in Brasilien anhand der Umsatzerlöse der Verkäufe berechnet (KPMG 2012). 2012 lagen die erforderlichen Abgaben bei 3 % und summierten sich auf circa 842 Millionen US-Dollar<sup>9</sup> (ADIMB<sup>10</sup> 2013; KPMG 2012). Eine Erhöhung der Abgaben auf 4 % ist im neuen Gesetzesentwurf PL 5807 vorgesehen (Ernest & Young 2013). 12 % der Abgaben gehen an den Bund, davon 60 % an das Ministry of Mines and Energy und 40 % an den National Technological and Scientific Development Fund (FNDCT). 23 % der Abgaben gehen an die Staaten (wie zum Beispiel Pará) und die restlichen 65 % an die betroffenen Gemeinden, in denen der Bergbau stattfindet (Yoshikawa et al. 2013).

Hinsichtlich der Umsetzung der Gesetzgebung gibt es zum Teil erhebliche Mängel. So fehlen, insbesondere auf bundesstaatlicher (SECTAM) und Gemeindeebene häufig die finanziellen Mittel für eine effektive Umsetzung. Aufgrund mangelnder Kapazitäten kann die Vergabe von Umweltlizenzen oft einige Jahre dauern. Auch auf föderaler Ebene fehlen dem nationalen Umweltinstitut IBAMA häufig die notwendigen finanziellen Ressourcen, um die Projekte zu überwachen. Die Zahlungen werden zum Teil von den Bergbauunternehmen übernommen (Studte und Schäfer 2005). Diese Art der Finanzierung wirft Fragen bezüglich der Unabhängigkeit der Behörde auf. IBAMA wird vorgeworfen, sich nicht immer an die eigenen Vorgaben zu halten. So erteilte das Umweltinstitut dem Belo-Monte-Projekt 2011 eine vorläufige Lizenz für den Projektbeginn, obwohl die in der vorläufigen Lizenz definierten Bedingungen, wie zum Beispiel die Bereitstellung einer ausreichenden Infrastruktur und Gesundheitsversorgung für die ansässigen indigenen Völker und die zuziehenden Arbeiter nicht erfüllt waren (Amazon Watch 2013b, Dreikönigsaktion 2011). Laut der Vorgaben hätte die Lizenzvergabe erst nach

<sup>6</sup> Conselho Nacional do Meio Ambiente

<sup>7</sup> Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais.

<sup>8</sup> Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente.

<sup>9</sup> 2 Milliarden Brasilianische Real

<sup>10</sup> Agency for the Technological Development of the Brazilian Mineral Industry.

Erfüllung der Konditionen vergeben werden dürfen, durch die Missachtung kam es zu Problemen beim Zuzug der Arbeiter wegen mangelnder Gesundheitsversorgung und unzureichender Siedlungsmöglichkeiten. Mit der verfrühten Genehmigung verstoßen die zuständigen Behörden auch gegen eines der im Schlussbericht der Weltstaudammkommission festgelegten unverbindlichen Kriterien. Die Weltstaudammkommission hielt fest, dass vor der Projektdurchführung alle vorher vereinbarten Verpflichtungen erfüllt sein müssen (World Commission on Dams 2000).

In Hinblick auf den Staudambau ist außerdem zu erwähnen, dass bisher keine umfassenden Ökobilanzen verfasst werden. Damit werden ökologische Schäden durch den Staudambau nicht in die Kosten-Nutzen-Analyse miteinbezogen. Um die Sinnhaftigkeit der Staudammprojekte im Gesamtkontext bewerten zu können, wäre eine solche Analyse jedoch unabdingbar (Hütz-Adams 2011). Ein abwägender Vergleich mit den zur Verfügung stehenden alternativen Möglichkeiten der Energieproduktion und Machbarkeitsstudien werden auch von der Weltstaudammkommission gefordert (World Commission on Dams 2000).

2002 ratifizierte Brasilien die ILO Konvention 169 zum Schutz der indigenen Völker (Amazon Watch 2012a). 2004 trat diese durch ein Präsidialdekret offiziell in Kraft (Amazon Watch 2012a). Ziel der Konvention ist es, die Rechte der indigenen Bevölkerung zu schützen. Die Umsetzung der Konvention wird in Kapitel 3.3 thematisiert.

Insgesamt verbesserte sich Brasilien bei den World Wide Governance Indikatoren zu Rechtstaatlichkeit und Kontrolle der Korruption seit 2005 stetig. Hinsichtlich des Doing-Business Index der Weltbank schnitt Brasilien jedoch aufgrund seines sehr komplexen Steuersystems schlecht ab. In der Umfrage des Fraser Institutes belegt Brasilien auf dem Policy Potential Index Platz 61 von 96 und liegt damit im unteren Mittelfeld. Das Steuersystem in Brasilien wird als mittleres bis starkes Investitionsrisiko gesehen (Wilson et al. 2013; ICMM 2013).

---

## 3.2 Allgemeine Konfliktgeschichte rund um Bergbau

---

Brasilien erlebte von 1960 bis in die 1980er Jahre ein rapides Wirtschaftswachstum und der Staat investierte in Infrastruktur und Staatsbetriebe, um Brasilien von einem Agrarstaat in einen Industriestaat zu verwandeln. Dadurch stiegen die Staatsschulden, das Zahlungsbilanzdefizit und die Inflation an (Hildebrand 2007). Im Zuge des kreditfinanzierten Förderprogramms „Programa Grande Carajás“ (PGC) wurde unter Federführung des damaligen Staatsbetriebes Companhia Vale do Rio Doce (CVRD)<sup>11</sup> in den Ausbau des Transportsektors und in die Bergbauindustrie, insbesondere in die Erschließung der Vorkommen von Eisen und Bauxit, investiert. Infolge der zweiten Ölkrise und steigender Zinsen kam es 1982 zu einer Schuldenkrise in Brasilien. Die Wirtschaft stagnierte und Staatskredite konnten nicht mehr bedient werden. Nach einem politischen Wechsel hin zur Demokratie im Jahr 1985, diversen Stabilisierungsprogrammen und der Einführung einer neuen Währung im Jahr 1994 konnte die Inflation gestoppt und die Wirtschaft wieder in Schwung gebracht werden (Hildebrand 2007; GBR 2011).

<sup>11</sup> nun Vale S.A

Während das Wirtschaftswachstum dem Land Wohlstand beschert und viele Menschen aus der Armut befreit hat, ging es häufig mit einer stärkeren Nutzung der vorhandenen natürlichen Ressourcen einher. Zur Reduzierung der landesweiten Armut nahmen ehemalige Präsidenten Brasiliens in Kauf, dass große Flächen des Amazonasregenwaldes Agrarflächen, Weideflächen und Bergbaugebieten weichen mussten (Toohey 2012). Obwohl die größten Flächen gerodet wurden, um Viehzucht oder Subsistenzwirtschaft zu betreiben, spielen die für den Bergbausektor betriebenen Rodungen auch eine große Rolle. Insbesondere die im Amazonasgebiet siedelnde indigene Bevölkerung wurde durch die weitflächigen Rodungen ihrer Lebensgrundlage und traditionellen Lebensweise beraubt (GBR 2011). Heute leben in Brasilien etwa 900.000 indigene Menschen, circa 400 verschiedene indigene Gruppen leben im Amazonasgebiet (Amnesty International 2013). In den 1950er Jahren war die Zahl indigener Menschen durch rücksichtslose Siedlungspolitik und Krankheiten auf circa 100.000 zurückgegangen (van der Paas 2007). Es wird angenommen, dass zu vorkolonialen Zeiten mehr als 1.000 verschiedene Stämme existierten und 2 bis 4 Millionen Ureinwohner Brasiliens besiedelten (Minority Rights Group 2005; Indigenous Peoples in Brazil Website 2013).

Die Konflikte rund um natürliche Ressourcen und den Bergbau begannen unter der brasilianischen Militärdiktatur, die wirtschafts- und entwicklungspolitische Interessen sowie Bedenken bezüglich der Umwelt- und Sozialauswirkungen von Bergwerken, Aufbereitungsanlagen und Staudämmen klar vor die Rechte der lokalen indigenen Bevölkerung stellte. So wurden die Belange der lokalen indigenen Bevölkerung meist nicht berücksichtigt und es kam zu Vertreibungen, Menschenrechtsverbrechen, Protesten und Auseinandersetzungen. Die Vertreibung aus ihrem angestammten Waldgebieten führte dabei häufig auch zu einem Verlust der stammeseigenen Kultur und Geschichte (Picq 2012b).

Ein Beispiel ist der Tucuruí-Staudamm, der 1985 geflutet wurde. Der Bau und die Flutung führten zur Vertreibung und Umsiedlung der ansässigen Kleinbauern, Landarbeiter und indigenen Völker. Insgesamt überschwebten die aufgestauten Wassermassen 14 Dörfer und zwangen circa 23.871 Menschen zur Umsiedlung (Besold 2009). Betroffene indigene Gruppe waren die Parakanã, Gavião da Montanha, Gavião Parakateje, Asuriní do Tocantins und Krikati (Besold 2009). Im Zuge der Umsiedlungen wurde die Gruppe der Parakanã aufgeteilt und insgesamt sieben Mal neu angesiedelt. Traditionelle Lebensweisen und Gebräuche wurden bei diesen Umsiedlungen meist ignoriert. Somit waren viele der neuen Siedlungsplätze nicht mit der bisherigen Lebensweise vereinbar (Fearnside 1999). Viele Indigene verließen daraufhin die Gruppe. Die Umsiedlungsprozesse führten ab 1981 zu Massendemonstrationen. 1986 drohten die Parakanã damit den Transamazon Highway zu besetzen, Brücken in die Luft zu sprengen und Neubesiedlungen zu verhindern. Daraufhin wurde ein Integrationsprogramm für die Parakanã finanziert (siehe Kapitel 3.3) (La Rovere et al. 2000). Darüber hinaus protestierten 2007 600 Familien der 1991 gegründete Gruppe Movement of People Affected by Dams (MAD) gegen den Tucuruí Staudamm. Die Polizei feuerte Gummigeschosse in die Menge und verletzte einen Demonstranten so stark, dass dieser ins Krankenhaus gebracht werden musste (International Rivers 2007).

Ein anderes Beispiel ist das 1989 in Betrieb genommene Balbina-Wasserkraftwerk, etwa 100 km von Manaus entfernt. Die Umsetzung dieses Projektes führte zur Umsiedlung einiger Dörfer entlang des Rio Uatumã (Picq 2012a). Das Gebiet ist eines der letzten Regionen in denen die Waimiri-Atroari niedergelassen sind. Die Zahl der Waimiri und Atroari Nordbrasilien ging in den letzten Jahrzehnten (1900-2010) durch Vertreibungen und Krankheiten von vormals

6.000 auf etwa 374 zurück (World Commission on Dams 2000). Laut der State of Amazonas Truth Commission gab es 1968, vier Jahre nach Beginn der Militärdiktatur in Brasilien, noch circa 3000 Waimiri und Atroari, 1983 waren es Schätzungen zufolge nur noch circa 332. Während der Militärdiktatur in Brasilien wurde das Straßennetz im Gebiet der Waimiri und Atroari unter Beaufsichtigung des brasilianischen Militärs ausgebaut. Es wird angenommen, dass während des Baus der BR-174 Hauptstraße etwa 2.000 Waimiri und Atroari durch das Militär getötet wurden (LAB 2013). Während des Aufbaus der Infrastruktur für das Balbina Projekt in den Jahren 1974/1975 wurden Straßen durch das Gebiet der Waimiri und Atroari gebaut und resultierten in deren Dezimierung durch Epidemien und gewalttätige Übergriffe. 107 Waimiri (48% der Gesamtpopulation) mussten durch den Bau des Balbina Damms umgesiedelt werden (Fearnside 1989). Darüber hinaus wurden durch den Dammbau die Migrationsrouten der Schildkröten geblockt, deren Eier ein fester Bestandteil der traditionellen Nahrung der Indigenen waren. Innerhalb von 12 Jahren fielen insgesamt mehr als 3.000 Indigene entweder den Masern, dem Militär oder den Schüssen von Abenteurern und von Großgrundbesitzern beauftragten Jägern zu Opfer (World Commission on Dams 2000).

Obwohl die Rechte Indigener heutzutage größere Aufmerksamkeit und Beachtung finden und Präsidentin Rousseff eine Truth Commission zur Aufarbeitung der Rechtsverletzung während der Militärdiktatur ins Leben rief, kommt es auch heute noch zu Konflikten und Menschenrechtsverletzungen. Ein aktuelles Beispiel ist der Belo-Monte-Staudamm. Auch dieser geht noch auf Pläne aus Zeiten der Militärdiktatur zurück. Damals bekannt unter dem Namen „Kararaô Complex“ umfasste das Projekt den Bau von sieben Staudämmen. Das Vorhaben wurde jedoch von den betroffenen indigenen Gruppen und Umweltorganisationen durch einen Massenprotest im Jahr 1989 verhindert. Ein Hauptgrund dafür, dass der Staudammbau durch weitflächige Proteste verhindert werden konnte, bestand darin, dass die Finanzierung mehrheitlich von internationalen Organisationen wie der Weltbank und der Citibank getragen wurde. Obwohl es die Safeguard Policies der Weltbank während der Planungsphase des „Kararaô Complex“ Projektes noch nicht gab<sup>12</sup>, waren die internationalen Organisationen dem öffentlichen Druck in anderem Maße ausgesetzt, als brasilianische Unternehmen (Hoffmann 2011).

2003 wurde das Projekt vom damaligen Präsidenten Lula da Silva neu konzipiert und 2005 vom brasilianischen Kongress in der jetzigen Form genehmigt (Amazon Watch 2014). Der Bau des Belo-Monte-Staudamms erfordert die Umsiedlung von circa 20.000 Menschen (International Rivers 2012). Die Pläne und die begonnene Umsetzung des Projekts führten bereits zu kritischen Stellungnahmen der Interamerikanischen Menschenrechtskommission und der ILO. Kritisiert wird die mangelhafte Einbindung und Konsultation der betroffenen indigenen Gruppen, die Zwangsumsiedlungen und unzureichende Kompensationsmechanismen (Picq 2012b). 2008 versammelten sich über 800 Vertreter von 26 verschiedenen Gruppen der indigenen Bevölkerung, um gegen die Stauung des Xingu-Flusses zu protestieren (Switkes 2008). Nach einer 17 Tage andauernden Besetzung der Hauptzufahrtsstraßen im Juni 2012 wurden die Anführer der protestierenden Gruppen zu Schlichtungsgesprächen nach Brasilia eingeflogen, eine Lösung wurde jedoch nicht gefunden. Im September 2013 besetzten 150 Indigene eine der

<sup>12</sup> Die Safeguards der Weltbank wurden Ende der 1980er und 1990er Jahre diskutiert, aber erst in den 1990er Jahren verbindlich implementiert. Die zahlreichen Proteste gegen die finanzielle Unterstützung von Staudammprojekten durch die Weltbank führten 1997/1998 zur Gründung der World Commission on Dams (Park 2008).

wichtigsten Arbeitsanlagen, blockierten die Hauptzugangsstraßen und stoppten so erneut die Bauarbeiten. Bei dieser Besetzung handelte es sich schon um die achte Blockade des Betriebs seit 2012 (Amazon Watch 2013). Eine Klage der brasilianischen Staatsanwaltschaft auf Menschenrechtsverletzungen (siehe Kapitel 3.3) führte zu einer zeitweiligen Einstellung der Bauarbeiten (Picq 2012a).

Die ILO Konvention 169 ist seit 2004 Teil des brasilianischen Rechtes (Amazon Watch 2012a). In einem Bericht des Sachverständigenausschusses der ILO wurde 2012 darauf verwiesen, dass die brasilianische Regierung durch die Genehmigung des Belo-Monte-Projektes, die Rechte der indigenen Bevölkerung in der Xingu Region verletzt. So versäumte die Regierung vor der Lizenzerteilung in den betroffenen Gebieten öffentliche Anhörungen zu veranstalten (Amazon Watch 2012a). Ende 2013 erhob die brasilianische Staatsanwaltschaft diesbezüglich Klage gegen den Betreiber Norte Energia und unterstützte somit die Vorwürfe der protestierenden indigenen Bevölkerung. Das Bundesgericht Pará verurteilte Norte Energia dazu, innerhalb von 60 Tagen die Landrechte mit dem Volk der Juruna zu klären und ein Gesundheitssystem zu etablieren. Im Falle der Missachtung dieser Fristen, muss das Unternehmen Geldstrafen von bis zu 87.000 US-Dollar<sup>13</sup> täglich bezahlen (Amazon Watch 2013a). Des Weiteren beschloss das Gericht, dass die Gelder der Brazilian National Development Bank (BNDES), die in das Projekt fließen, bis zur Erfüllung der Bedingungen nicht mehr ausgezahlt werden dürfen (Amazon Watch 2013b). Die Bauarbeiten an dem Projekt sind seit Oktober 2013 unterbrochen (Amazon Watch 2013b).

Ein weiterer Konfliktpunkt ist die Diskrepanz zwischen den Erwartungen der Bevölkerung an die Bergbauunternehmen bezüglich potenzieller Entwicklungsmöglichkeiten und die in der Realität eintretenden Verbesserungen (Schäfer und Studte 2005). Ein Beispiel hierfür ist die Stadt Porto Trombetas, die als „Company Town“ für das gleichnamige Bergwerk, eines der größten Bauxitbergwerke der Welt, entstand. Abgeschottet von den umliegenden Dörfern und Gemeinden wohnen hier nur Bergbauarbeiter und deren Familien. Die umliegenden Dörfer und Städte profitieren nicht von dem Wohlstand der Bergbaustadt und werden in diesen nur sehr selten als Arbeitskräfte engagiert. Auf der anderen Seite leiden sie unter den Umwelt- und Sozialauswirkungen des Bergbaus. So konnte das vorher den Flüssen entnommene Trinkwasser nicht mehr getrunken werden und die Prostitution stieg stark an. Die Arbeitslosigkeit ist seit der Ansiedlung der Aluminiumindustrie aufgrund des starken Zuzugs sogar gestiegen (Schäfer und Studte 2005). Ähnliche Effekte traten auch durch die Bergbauprojekte rund um den Turucuí-Damm auf. Diese führten zu einer Überlastung der öffentlichen Dienstleistungen sowie zu einer Verbreitung von Alkohol, Drogen und Prostitution (Switkes 2008). Gleichzeitig blieb die erwartete ökonomische Entwicklung der Region aus. Obwohl die Gemeinden in direkter Nähe zu dem großen Wasserkraftwerk wohnten, profitierten die Bewohner von Tucuruí erst nach Protesten 1997 vom Stromnetz (La Rovere et al. 2000).

<sup>13</sup> 200.000 Dollar Real

---

### 3.3 Konfliktmanagement und Kompensationsmechanismen

---

Die hier beschriebenen Konfliktmanagement und Kompensationsmechanismen gehen sowohl auf die oben beschriebenen Staudämme (insbesondere das Belo-Monte-Projekt) als auch auf den Bauxitbergbau ein.

Der Bau von Bauxitbergwerken und die Entstehung von Company Towns war in der Vergangenheit oft mit einer Verschlechterung der sozialen Lage der ansässigen (indigenen) Bevölkerung verbunden (siehe auch Kapitel 3.2). Alcoa, Betreiber des Juruti Bergwerks, hat sich deshalb das Ziel gesetzt, zum Vorzeigebispiel eines sozial verantwortlichen Bergbauunternehmens zu werden. So sollen die rekrutierten Bergbauarbeiter nicht mehr in künstlichen Company Towns wohnen, sondern gemeinsam mit der lokalen Bevölkerung in deren Gemeinde (Whitebread-Abrutat 2012). Das sogenannte „nachhaltige Juruti-Projekt“<sup>14</sup> wurde 2006 von der Getúlio Vargas Stiftung (FGV) und dem brasilianischen Biodiversity Fund (FUNBIO) mit Unterstützung von Alcoa entwickelt (Whitbread-Abrutat 2012). Das Projekt enthält Vorschläge für eine langfristige, nachhaltige Entwicklung der Region, der Berufung eines Rates für Nachhaltigkeit in Juruti, ein System mit Nachhaltigkeitsindikatoren und einen Nachhaltigkeitsfond für die Region (Whitbread-Abrutat 2012). Bisher wurde das von Alcoa initiierte Projekt positiv bewertet und insbesondere für die Einbindung der Kommunen lobend hervorgehoben (U.S. Chamber of Commerce Foundation 2012).

Im Zuge der Zwangsumsiedlungen für den Tucuruí Staudamm wurden Entschädigungen gezahlt. Allerdings waren diese Zahlungen unsystematisch und intransparent. Dies trifft auch auf die bisher beschlossenen Kompensationszahlungen im Zuge des Belo-Monte-Projektes zu. Zudem richteten sich die Entschädigungen nur nach materiellen Verlusten und vernachlässigten kulturelle, soziale und geschichtliche Verluste, die mit der Aufgabe des Landes einhergingen (La Rovere et al. 2000). So wurden zum Beispiel Gemeinden, die traditionell am Fluss lebten in das Landesinnere versetzt und andersherum. Individuen, die mit der angebotenen Umsiedlung und der Kompensation nicht einverstanden waren, wurden gezwungen eine Verzichtserklärung zu unterschreiben. Nach den Protesten der indigenen Gruppe der Prakanã verabschiedete der brasilianische Staat 1998 ein Programm zur stärkeren Förderung und Integration der Gruppe (La Rovere et al. 2000). Mit einem Budget von 740.000 US-Dollar unterstützte das Programm die Bildung, das Gesundheitssystem, die Landwirtschaft und Infrastruktur. Das Programm half bei der Errichtung neuer Siedlungen und unterstützte die Gruppe in der Bewahrung traditioneller Lebensweisen. Eine Evaluierung des Programms konnte nicht gefunden werden.

<sup>14</sup> Sustainable Juruti Project

Tabelle 2: Index Brasilien

Index	Ranking
Failed State Index	Rang 126 von 178 Staaten (2013)
The Worldwide Governance Indicators Project:	Prozentualer Vergleich der im GI aufgelisteten Länder (0-100) (2012)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voice and Accountability</li> <li>• Political Stability</li> <li>• Government Effectiveness</li> <li>• Regulatory Quality</li> <li>• Rule of Law</li> <li>• Control of Corruption</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 61</li> <li>• 48</li> <li>• 50</li> <li>• 55</li> <li>• 52</li> <li>• 56</li> </ul>
Freedom House:	1 – 7 (2013)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Political Rights Score</li> <li>• Civil Liberties Score</li> <li>• Freedom Rating</li> <li>• Status</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2</li> <li>• 2</li> <li>• 2</li> <li>• Free</li> </ul>
Human Development Index	Rang 85 von 186 Staaten (2012)
Corruption Perceptions Index	Rang 72 von 175 Staaten (2013)
Doing Business	Rang 116 von 189 Staaten (2013)

## Literaturverzeichnis

Agency for the Technological Development of the Brazilian Mineral Industry (ADIMB) (2013): New legal framework of mining may mean a backtracking says consultant. Aufgerufen am 15.01.2014 unter <http://www.sinolatincapital.com/Upload/20131114221720.pdf>.

Alcoa Inc. (2014): Bauxite Interests. Aufgerufen 24.01.2014 unter [http://www.alcoa.com/alumina/en/info\\_page/bauxite\\_interests.asp](http://www.alcoa.com/alumina/en/info_page/bauxite_interests.asp)

Amazon Watch (2014): Brazil's Belo Monte Dam. Aufgerufen am 27.01.2014 unter <http://amazonwatch.org/work/belo-monte-dam>

Amazon Watch (2013a): Indigenous Peoples Renew Occupation of Belo Monte Dam. Aufgerufen am 17. 01.2014 unter <http://amazonwatch.org/news/2013/0917-indigenous-peoples-renew-occupation-of-belo-monte-dam>.

Amazon Watch (2013b): Update! Belo Monte Dam Construction suspended again. Aufgerufen am 28.01.2014 unter <http://amazonwatch.org/news/2013/1029-update-belo-monte-dam-construction-suspended-again>

Amazon Watch (2012a): ILO says Brazil violated Convention 169 in Belo Monte Case. <http://amazonwatch.org/news/2012/0307-ilo-says-brazil-violated-convention-169-in-belo-monte-case>. Aufgerufen am 17.01.2014.

Amazon Watch (2012b): Climate Change and the Amazon Rainforest. Aufgerufen am 24.01.2014 unter <http://amazonwatch.org/work/climate-change-and-the-amazon-rainforest>.

Amnesty International (2013): Focus on Indigenous peoples' rights and police violence in Brazil. Aufgerufen am 10.02.2014 unter <http://www.amnesty.org/en/news/focus-indigenous-peoples-rights-and-police-violence-brazil-2013-08-05>

Asner, G.P. (2010): High-resolution forest carbon stocks and emissions in the Amazon. PNAS. Aufgerufen 04.02.2014 unter [http://awsassets.panda.org/downloads/asner\\_etal\\_pnasamazon.pdf](http://awsassets.panda.org/downloads/asner_etal_pnasamazon.pdf)

Azevedo-Ramos, C. (2008): Sustainable development and challenging deforestation in the Brazilian Amazon: the good, the bad and the ugly. FAO, Vol. 59. Aufgerufen am 29.01.2014 unter <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0440e/i0440e00.pdf>

Bank Track (2013): Belo Monte dam Brazil. Aufgerufen am 17.01.2014 unter [http://www.banktrack.org/manage/ajax/ems\\_dodgydeals/createPDF/belo\\_monte\\_dam](http://www.banktrack.org/manage/ajax/ems_dodgydeals/createPDF/belo_monte_dam)

Bartolini, J, Biddle, J., Ekiyor, T., Kang, E., da Rocha Oliveira, M.G., Serotta, R., Tumaleo, J., Brandao, R., Donadelli, F. (2010): Alcoa Brazil's New Sustainability Model for Mining, Columbia SIPA, USP, caeni. Aufgerufen am 27.01.2014 unter [http://www.iri.usp.br/documentos/rel\\_Columbia\\_10.pdf](http://www.iri.usp.br/documentos/rel_Columbia_10.pdf)

Besold, A.-M. (2009): Die Berücksichtigung von Umwelt- und Sozialaspekten bei großen Staudammprojekten in Amazonien. Eine vergleichende Analyse am Beispiel der Staudämme Turucuí und Belo Monte. Aufgerufen am 29.01.2014 unter [http://www.dka.at/fileadmin/download/entwicklung/Diplomarbeit\\_Besold\\_Belo\\_Monte\\_Tucurui\\_10.pdf](http://www.dka.at/fileadmin/download/entwicklung/Diplomarbeit_Besold_Belo_Monte_Tucurui_10.pdf).

Boulangé, B., Carvalho, A. (1997): The Bauxite of Porto Trombetas. In: Carvalho, A. Boulangé, B., Melfi, A.J., Lucas, Y. (Eds.), Brazilian Bauxites. USP/FAPESP/ORSTOM, Brazil, pp. 55-73. Aufgerufen am 21.01.2014 unter [http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/doc34-02/010011396.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/doc34-02/010011396.pdf)

Indigenous Peoples in Brazil Website (2013): Indigenous Peoples. Aufgerufen am 20.02.2014 unter <http://pib.socioambiental.org/en/c/no-brasil-atual/quem-sao/povos-indigenas>

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) (2013): Aluminium/Bauxit Rohstoffwirtschaftliche Steckbriefe. Aufgerufen am 13.01.2014 unter [http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min\\_rohstoffe/Downloads/rohstoffsteckbrief\\_al.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=5](http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/rohstoffsteckbrief_al.pdf?__blob=publicationFile&v=5)

Carvalho, A. Boulangé, B., Melfi, A.J., Lucas, Y. (Eds.) (1997): Brazilian Bauxites. Sao Paulo: USP, FAPESP; Paris: ORSTOM, p. 331. Aufgerufen am 02.02.2014 unter [http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/doc34-02/010011393.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/doc34-02/010011393.pdf)

CBPM (2008): The CBPM and the Environment. Aufgerufen am 29.01.2014 unter [http://www.cbpm.com.br/ingles/paginas/omeio\\_nacbpm.php](http://www.cbpm.com.br/ingles/paginas/omeio_nacbpm.php)

Center for Climate and Energy Solutions (2014): Country Emission Targets. Aufgerufen am 02.02.2014 unter <http://www.c2es.org/international/key-country-policies/emissions-targets>

Climate Action Tracker (2013): Brazil. Aufgerufen am 10.02.2014 unter <http://climateactiontracker.org/countries/brazil.html>

CNI (National Confederation of Industry), DIRET (Education & Technology Board), ABAL (Brazilian Aluminum Association, 2012): Sustainability of Brazilian Aluminum Industry. Aufgerufen am 24.01.014 unter <http://www.abal.org.br/downloads/ing-abal-rio20.pdf>

Cornejo, N., Kells, C., Ortiz de Zuniga, T., Roen, S., Thompson, B. (2009): Promoting Social Dialogue in the Mining Sector in the State on Pará, Brazil. IOS/CAENI Workshop final report, Instituto Observatorio Social, Caeni, Columbia University. Aufgerufen am 13.01.2013 unter [http://www.iri.usp.br/documentos/rel\\_Columbia\\_09.pdf](http://www.iri.usp.br/documentos/rel_Columbia_09.pdf)

Deloitte (2013): Tracking the trends 2014. Aufgerufen am 02.02.2014 unter [http://www.deloitte.com/view/en\\_AU/au/industries/energy-resources/b6d0e630641a2410VgnVCM2000003356f70aRCRD.htm#](http://www.deloitte.com/view/en_AU/au/industries/energy-resources/b6d0e630641a2410VgnVCM2000003356f70aRCRD.htm#)

Deutsche Welle (2013): Brazil warns Amazon annual deforestation 'up 28 percent'. Aufgerufen am 04.02.2014 unter <http://www.dw.de/brazil-warns-amazon-annual-deforestation-up-28-percent/a-17229112>

DNPM (2012): An Optimistic Outlook for Mining in Brazil. Information and Analysis on the Brazilian Mineral Economy. Aufgerufen am 24.01.2014 unter <http://www.ibram.org.br/sites/1400/1457/00000364.pdf>

Doing Business (2014): Rankings. Aufgerufen am 21.02.2013 unter <http://www.doingbusiness.org/rankings>

Dreikönigsaktion - Hilfswerk der katholischen Jungschar (2012): Das Staudammprojekt „Belo Monte“ in Brasilien. Aufgerufen am 20.01.2014 unter [http://www.dka.at/fileadmin/download/entwicklung/Lebensgrundlagen/Belo\\_Monte\\_Brasilien\\_Fact\\_Sheet\\_1205.pdf](http://www.dka.at/fileadmin/download/entwicklung/Lebensgrundlagen/Belo_Monte_Brasilien_Fact_Sheet_1205.pdf)

EDF (Environmental Defense Fund) (2013): Brazil: The World's Carbon Market. Aufgerufen am 10.02.2014 unter [http://www.edf.org/sites/default/files/EDF\\_IETA\\_Brazil\\_Case\\_Study\\_May\\_2013.pdf](http://www.edf.org/sites/default/files/EDF_IETA_Brazil_Case_Study_May_2013.pdf)

Ekstrøm, J. (2010): Der Belo-Monte-Staudamm am Rio Xingu – ein vorprogrammiertes Desaster. In: AMAZONAS 31, September/Oktober 2010, Übersetzung von H.-G. Evers. Aufgerufen am 21.01.2014 unter <http://www.amazonas-magazin.de/AMAZONAS-31-S-8-12-Belo-Mont.1873.0.html>

Energy Information Administration U.S. (2013): Brazil. Aufgerufen am 13.01.2014 unter <http://www.eia.gov/countries/analysisbriefs/brazil/brazil.pdf>

Environmental Defense Fund (2014): Amazon Basin Project protects forests, livelihoods. Aufgerufen am 02.02.2014 unter <http://www.edf.org/climate/amazon-basin-project-protects-forests-livelihoods>

EPA (Environmental Protection Agency) (2013): Global Greenhouse Gas Emission Data. Aufgerufen am 20.02.2014 unter <http://www.epa.gov/climatechange/ghgemissions/global.html>

Ernest & Young (2013): Resource nationalism update. Mining & Metals. Aufgerufen am 15.01.2014 unter [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-M-and-M-Resource-nationalism-update-October-2013/\\$FILE/EY-M-and-M-Resource-nationalism-update-October-2013.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-M-and-M-Resource-nationalism-update-October-2013/$FILE/EY-M-and-M-Resource-nationalism-update-October-2013.pdf)

Expert Panel: A Critical Analysis of the Environmental Impact Studies for the Belo Monte Hydroelectric Dam (2009): Belo Monte Dam. Fundação Viver, Produzir e Preservar of Altamira, WWF Brasil, Instituto Sócio Ambiental, International Rivers, FASE and the Rede de Justiça Ambiental. Aufgerufen am 20.01.2014 unter [http://www.internationalrivers.org/files/attached-files/exec\\_summary\\_english.pdf](http://www.internationalrivers.org/files/attached-files/exec_summary_english.pdf)

Failed State Index (2013): The Failed State Index 2013. Aufgerufen am 21.02.2014 unter <http://ffp.statesindex.org/rankings-2013-sortable>.

Fearnside, P.M. (2001): Environmental Impacts of Brazil's Tucuruí Dam: Unlearned Lessons for Hydroelectric Development in Amazonia. National Institute for Research in the Amazon (INPA). Aufgerufen am 29.01.2014 unter <http://www.internationalrivers.org/files/attached-files/tuc-env.pdf>

Fearnside, P.M. (1999): Social Impacts of Brazil's Tucuruí Dam. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia (INPA). Aufgerufen 29.01.2014 unter [http://www.academia.edu/1188801/Social\\_impacts\\_of\\_Brazils\\_Tucuruí\\_Dam](http://www.academia.edu/1188801/Social_impacts_of_Brazils_Tucuruí_Dam)

Fearnside, P.M. (1997): Greenhouse-gas emissions from Amazonian hydroelectric reservoirs: the example of Brazil's Tucuruí Dam as compared to fossil fuel alternatives. Environmental Conservation 24 (1): 64–75 © 1997 Foundation for Environmental Conservation. Aufgerufen am 02.02.2014 unter [http://www.academia.edu/1188897/Greenhouse-gas\\_emissions\\_from\\_Amazonian\\_hydroelectric\\_reservoirs\\_The\\_example\\_of\\_Brazils\\_Tucuruí\\_Dam\\_as\\_compared\\_to\\_fossil\\_fuel\\_alternatives](http://www.academia.edu/1188897/Greenhouse-gas_emissions_from_Amazonian_hydroelectric_reservoirs_The_example_of_Brazils_Tucuruí_Dam_as_compared_to_fossil_fuel_alternatives)

Fearnside, P.M. (1989): Brazil's Balbina Dam: Environment versus the legacy of the pharaohs in Amazonia. In: Environmental Management 13(4): 401-423. Aufgerufen am 06.02.2014 unter [http://philip.inpa.gov.br/publ\\_livres/Preprints/1989/BALBINA-ENG2.pdf](http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Preprints/1989/BALBINA-ENG2.pdf)

Fraker, R.N. (2012): National Developments: Brazil establishes registry of environmental service providers. Environmental Law Portal. Aufgerufen am 03.10.2014 unter <http://www.environmentallawportal.com/brazil-environmental-developments-q2-2013>

Freedom House (2014): Freedom in the World. Brasilia. Aufgerufen am 21.02.2014 unter <http://www.freedomhouse.org/report/freedom-world/2013/brazil-0#.Uwcg8yeaJtM>

GBR (Global Business Report) (2011): Brazil Mining. Engineering & Mining Journal. Aufgerufen am 15.01.2014 unter [http://www.gbreports.com/admin/reports/BrazilMining\\_2011.pdf](http://www.gbreports.com/admin/reports/BrazilMining_2011.pdf)

Governo do Pará (2014): Sumário Executivo do Plano de Mineracao do Pará. Belém: SEICOM

Gue, E.H. (2014): Brazil's Drought tightens Supply-Demand Balance in Aluminum Market. Capitalist Times. <https://www.capitalisttimes.com/brazils-drought-tightens-supply-demand-balance-in-aluminum-market/>. Aufgerufen am 07.10.2014

Hildebrand, L. (2007): Die globale Güterkette der Aluminiumindustrie. Universität Hamburg – Institut für Geographie.

Hoffmann, K. (2011): Belo Monte dam marks a troubling new era in Brazil's attitude to its rainforest. Ecologist. Aufgerufen am 02.02.2014 unter [http://www.theecologist.org/News/news\\_analysis/1016666/belo\\_monte\\_dam\\_marks\\_a\\_troubling\\_new\\_era\\_in\\_brazils\\_attitude\\_to\\_its\\_rainforest.html](http://www.theecologist.org/News/news_analysis/1016666/belo_monte_dam_marks_a_troubling_new_era_in_brazils_attitude_to_its_rainforest.html)

Hoffmann, M., Grigera, A. (2013): Climate Change, Migration, and Conflict in the Amazon and the Andes. Center for American Progress. Aufgerufen am 20.02.2014 unter <http://www.americanprogress.org/wp-content/uploads/2013/02/SouthAmericaClimateMigration.pdf>.

Holleman, A.F., Holleman, E. & Wiberg, N., (1985): Lehrbuch der anorganischen Chemie, 91-100. Aufl., Walter de Gruyter, Berlin

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

Hütz-Adams, F. (2011): Die schmutzige Geschichte von Aluminium. In: Rio+20 –Green Economy- Nachhaltigkeit und Entwicklung in Brasilien.

Hydro (2012): Annual Reporting: Viability Performance. Aufgerufen am 04.02.2014 unter [http://www.hydro.com/upload/Annual\\_reporting/annual\\_2012/downloadcenter/Reports/All%20chapters/02\\_viability\\_performance\\_2012.pdf](http://www.hydro.com/upload/Annual_reporting/annual_2012/downloadcenter/Reports/All%20chapters/02_viability_performance_2012.pdf)

IBRAM (Instituto Brasileiro de Mineração (2012): Information and Analysis on the Brazilian Mineral Economy, 7th edition. Aufgerufen am 13.01. 2014 unter <http://www.ibram.org.br/sites/1400/1457/00000320.pdf>

ICMM International Council for Mining and Metal) und IBRAM (Instituto Brasileiro de Mineração, 2013): The mining sector in Brazil: building institutions for sustainable development.

IEA 2015: World electricity consumption 2015. In: Key World Energy Statistics. Aufgerufen am 25.01.2016 unter [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld\\_Statistics\\_2015.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld_Statistics_2015.pdf)

International Aluminium Institute 2016: Primary Aluminium production, Alumina Production. Aufgerufen am 25.01.2016 unter <http://www.world-aluminium.org/statistics/>

International Aluminium Institute 2015a: Primary Aluminium smelting power consumption. Aufgerufen am 25.01.2016 unter <http://www.world-aluminium.org/statistics/primary-aluminium-smelting-power-consumption/#data>

International Aluminium Institute 2015b: Metallurgical Alumina refining energy intensity. Aufgerufen am 25.01.2016 unter <http://www.world-aluminium.org/statistics/metallurgical-alumina-refining-energy-intensity/>

International Rivers (2012): Belo Monte Dam. Aufgerufen am 16.01.2014 unter <http://www.internationalrivers.org/campaigns/belo-monte-dam>

International Rivers (2007): In Pará, MAB Occupies Tucuruí Dam. Aufgerufen am 20.02.2014 unter <http://www.internationalrivers.org/resources/in-par%C3%A1-mab-occupies-tucuru%C3%AD-dam-3010>

International Rivers Network (2002): Flooding the Land, Warming the Earth. Aufgerufen 04.02.2014 unter <http://www-fa.upc.es/personals/fluids/oriol/ale/2002ghreport.pdf>

Kooperation Brasilien e.V. (2012): Der Belo-Monte-Staudamm im Amazonasgebiet.

KPMG (2012): Mining Brazil: Country mining factsheet. KPMG International: Growth Series. Aufgerufen am 13.01.2014 unter [http://www.kpmg.com/Global/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/Brazil\\_Mininig\\_Factsheet.pdf](http://www.kpmg.com/Global/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/Brazil_Mininig_Factsheet.pdf).

Kuckshinrichs, W., Martens, P. N., (Hrsg.) (2003): Resource-orientated Analysis of Metallic Raw Materials – Findings of CRC 525 for Aluminium, Forschungszentrum Jülich, Band 17.

LAB (Latin American Bureau) (2013): Brazil – Waimiri-Atroari indigenous massacre. Aufgerufen am 20.02.2014 unter <http://lab.org.uk/brazil-waimiri-atroari-indigenous-massacre>

La Rovere, E.L. und Mendes, F.E. (2000): Tucuruí Hydropower Complex Brazil. WCD Case Study. Aufgerufen am 24.01.2014 unter <http://www.internationalrivers.org/files/attached-files/csbrmain.pdf>.

Le Flèche, E.R. (2013): The Mining Law Review. Law Business Research Ltd. Aufgerufen am 21.01.2014 unter [http://intranet.tfts.com.br/public/Arquivo\\_29-11-2013\\_16-29-16.pdf](http://intranet.tfts.com.br/public/Arquivo_29-11-2013_16-29-16.pdf)

Lyons, J. und Kiernan, P. (2012): Mining Giants Head to Amazon Rain Forest, The Wall Street Journal (29. Dezember). Aufgerufen am 27.01.2014 unter <http://online.wsj.com/news/articles/SB10001424127887324020804578150964211301692>

Minority Rights Group International (2005): Brazil Overview. Aufgerufen am 29.01.2014 unter <http://www.minorityrights.org/?lid=5289>

MRN (Mineração Rio do Norte) (2012): Bauxite. Aufgerufen am 13.12.2014 unter <http://www.mrn.com.br/en-US/Sobre-MRN/Perfil/Bauxita/Pages/default.aspx>

Neumüller, O.-A., (1979): Römpfs Chemie-Lexikon, Bd. 1. A-Cl.-8. Aufl., Frankh, Stuttgart

Norte Energia S.A. (2014): Getting to know Norte Energia S.A. Aufgerufen am 20.01.2014 unter <http://norteenergiasa.com.br/site/ingles/norte-energia/>.

Norsk Hydro Barcarena (2015): <http://www.hydro.com/en/About-Hydro/Hydro-worldwide/Brazil/Barcarena/>

Norsk Hydro ASA (2014): Paragominas. Aufgerufen am 24.01.2014 unter <http://www.hydro.com/en/About-Hydro/Hydro-worldwide/Brazil/Paragominas/>.

Norsk Hydro ASA (2014b): Annual Report. Aufgerufen am 29.03.2015 unter [http://www.hydro.com/upload/Annual\\_reporting/annual\\_2014/downloadcenter/Reports/01\\_annual\\_report\\_2014.pdf](http://www.hydro.com/upload/Annual_reporting/annual_2014/downloadcenter/Reports/01_annual_report_2014.pdf)

OpenStreetMap (2013): Aufgerufen am 20.12.2013 unter <http://www.openstreetmap.org/#map=5/51.500/-0.100>.

Park, S. (2008): The World Bank: Owing Global Safeguard Policy Norms? Department of Government and International Relations, University of Sydney. Aufgerufen am 20.02.2014 unter <http://siteresources.worldbank.org/INTRAD/Resources/Park.pdf>

Pawlek, F. (1983): Metallhüttenkunde, Walter de Gruyter, Berlin

Picq, M. (2012a): Belo Monte: Brazil's damned democracy. AlJazeera. Aufgerufen am 28.01.2014 unter <http://www.aljazeera.com/indepth/opinion/2012/05/2012515144822206262.html>

Picq, M. (2012b): Is the Inter-American Commission of Human Rights too progressive? Al Jazeera. Aufgerufen 28.01.2014 unter <http://www.aljazeera.com/indepth/opinion/2012/06/2012658344220937.html>

Pohl, W. (2005): Mineralische und Energie-Rohstoffe: Eine Einführung zur Entstehung und nachhaltigen Nutzung von Lagerstätten. 5. Auflage, S. 527, Schweitzerbart, Stuttgart.

Pontiroli Gobbi, F. (2013): Belo Monte Dam project: an outline. Aufgerufen am 20.01.2014 unter [http://www.europarl.europa.eu/RegData/bibliotheque/briefing/2013/130565/LDM\\_BRI%282013%29130565\\_REV1\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/bibliotheque/briefing/2013/130565/LDM_BRI%282013%29130565_REV1_EN.pdf).

PWC (PricewaterhouseCoopers LLP) (2012): Mining in the Americas. Aufgerufen am 24.01.2014 unter <http://www.pwc.com/ca/en/mining/publications/pwc-americas-coe-event-highlights-presentation-2012-03-en.pdf>

Schäfer, S. (2013): Alcoa Earnings Clear Low Bar As Aluminum Prices Fall. Forbes.com LLC. Aufgerufen 05.02.2014 unter <http://www.forbes.com/sites/steveschaefer/2013/07/08/alcoa-overcomes-aluminum-headwinds-to-inch-past-low-expectations/>

Schäfer, S. (2007): Soziale Auswirkungen des Bauxitabbaus im brasilianischen Regenwald im Bundesstaat Pará in Juruti. Universität Kassel. Aufgerufen 27.01.2014 unter <http://www.aluwatch.net/documents/1/Forschungsbericht.pdf>

Smith, M., A. Brasileiro (2009): Alcoa Razes Rain Forest in Court Case Led by Brazil Prosecutors, Bloomberg. Aufgerufen am 27.01.2014 unter <http://www.bloomberg.com/apps/news?pid=newsarchive&sid=aEmubrLsu.ro>

Studte, M., Schäfer, S. (2005): Aluminiumproduktion und Zivilgesellschaft in Brasilien. Dokumentarischer Bericht über Umweltschäden und soziale Fragestellungen der Aluminiumproduktion im Amazonas-Raum im Oktober 2005. Forum Carajás. Aufgerufen am 29.01.2014 unter [http://aluwatch.net/documents/1/ALU\\_U\\_ZIVIL.pdf](http://aluwatch.net/documents/1/ALU_U_ZIVIL.pdf)

Switkes, G. (2008): Amazon Tribes Fight to Keep the Xingu Alive. Centre tricontinental. Zuletzt abgerufen am 08.07.2013 unter <http://www.cetri.be/spip.php?article739>

The International Aluminium Institute (2012): Mining Case Studies: Trombetas Brazil. Aufgerufen am 21.01.2014 unter <http://bauxite.world-aluminium.org/mining/case-studies/trombetas.html>

The World Bank (2013): The Worldwide Governance Indicator. Aufgerufen am 21.02.2014 unter <http://info.worldbank.org/governance/wgi/index.aspx#reports>.

Toohey, D.E. (2012): Indigenous Peoples, Environmental Groups, Networks and the Political Economy of Rainforest Destruction in Brazil. In: International Journal of Peace Studies, Volume 17, Number 1. Aufgerufen am 02.02.2014 unter [http://www.gmu.edu/programs/icar/ijps/vol%2017\\_1/Indigenous%20Peoples%20FINAL.pdf](http://www.gmu.edu/programs/icar/ijps/vol%2017_1/Indigenous%20Peoples%20FINAL.pdf)

Transparency International (2013): Corruption Perception Index 2013. Zuletzt abgerufen am 21.02.2014 unter <http://www.transparency.org/cpi2013/results>

Troszkiewicz, A. and Kolesnikova, M. (2013): Aluminum Costs Seen Dropping as LME Unclogs Depots: Commodities, Bloomberg News. Aufgerufen am 05.02.2013 unter <http://www.bloomberg.com/news/2013-10-06/aluminum-costs-seen-dropping-as-lme-unclogs-depots-commodities.html>

UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development) (1995): Environmental aspects of bauxite, alumina and aluminium production in Brazil. Aufgerufen am 10.02.2014 unter <http://unctad.org/en/docs/pocomd49.en.pdf>

U.S. Chamber of Commerce Foundation (2012): Best international Ambassador Finalist: Alcoa. Aufgerufen am 02.02.2014 unter <http://ccc.uschamber.com/citizens2012/best-international-ambassador-finalist-alcoa>

Vale (2014): Vale: Investors. Aufgerufen am 29.01.2014 unter <http://www.vale.com/EN/investors/Corporate-governance/Golden-share/Pages/default.aspx>.

Van der Paas, G. (2007): Indigenous people in Brazil. Gesellschaft für bedrohte Völker. Aufgerufen am 20.02.2014 unter <http://www.gfbv.de/inhaltsDok.php?id=975>

Wasserbauer Herbert (2011): Megastaudammprojekt Belo Monte, Klimabündnis-Zeitung

Whitebread-Abrutat, P.H. (2012): Exploring World Class Landscape Restoration: Travelling Fellowship Report. Winston Churchill Memorial Trust.

Wilson, A., McMahon, F., Cervantes, M. (2013): Survey of Mining Companies 2012/2013. Fraser Institute Annual. Aufgerufen am 10.02.2014 unter <https://www.fraserinstitute.org/uploadedFiles/fraser-ca/Content/research-news/research/publications/mining-survey-2012-2013.pdf>

World Commission on Dams (2000): Dams and Development: A New Framework for Decision-Making. Aufgerufen am 10.02.2014 unter [http://www.internationalrivers.org/files/attached-files/world\\_commission\\_on\\_dams\\_final\\_report.pdf](http://www.internationalrivers.org/files/attached-files/world_commission_on_dams_final_report.pdf)

World Rainforest Movement (2013): Brazil: The double role of Norway in conserving and destroying the Amazon. Aufgerufen am 04.02.2014 unter <http://wrm.org.uy/articles-from-the-wrm-bulletin/section2/brazil-the-double-role-of-norway-in-conserving-and-destroying-the-amazon/>

Yoshikawa, L.F., Möller, F. (2013): Reflections on the new mining regulatory framework in Brazil. Aufgerufen am 29.01.2014 unter <http://www.mining.com/web/reflections-on-the-new-mining-regulatory-framework-in-brazil-2/>