

## **4. SÄCHSISCHER ROHSTOFFTAG**

### **„NACHHALTIGE ROHSTOFFWIRTSCHAFT UND GESCHÄFTSMÖGLICHKEITEN“**

**Dr. Roberto Mallea**

**CIMM, Chile**

## **Chile im internationalen Kontext**

Bis vor ein paar Monaten erlebte der Bergbau in Chile und in der Welt vielleicht die beste Zeit in seiner Geschichte. Das Kupfer wurde mit über 400 Cent US\$ pro Pfund notiert. Die gleiche Situation von steigenden Preisen war für Nickel, Blei und andere Produkte zu beobachten.

Die hohen Rohstoffpreise haben dazu geführt, dass die Gewinne der öffentlichen und privaten Unternehmen auf über 30 % ihres Vermögenswertes gestiegen sind.

In Chile sind im Jahr 2006 nach Angaben von Cochilco (Corporación Chilena del Cobre) die Gewinne der zehn wichtigsten ausländischen Bergbauunternehmen sogar auf 124 % ihres Vermögens gestiegen. Im Jahr 2007 waren es 107 %.

Dies bedeutete einen großen Aufschwung für die chilenische Wirtschaft, was sich in einem Anstieg des Bruttoinlandsproduktes (BIP) widerspiegelte. Der private Bergbausektor zahlte im Jahr 2007 6,192 Milliarden US \$, der Beitrag von CODELCO für gleichen Zeitraum betrug 7,927 Milliarden US\$.

Im Buch "Bergbaubonanza: Möglichkeiten und Risiken" von Cochilco (August 2008), wird festgestellt, dass in den letzten zehn Jahren des zwanzigsten Jahrhunderts das Wachstum im Bergbau und insbesondere bei der Kupfergewinnung extrem groß war.

Die Produktion des Bergbausektors stieg auch aufgrund umfangreicher Investitionen im Zeitraum von 1990 bis 2007 um 250 %. Dies bedeutete bspw. eine Steigerung der Kupferproduktion von 1,609 Mio. Tonnen Kupfer im Jahr 1989 auf 4,391 Mio. Tonnen im Jahr 1999. Im Jahr 2007 wurden 5,557 Mio. Tonnen Kupfer produziert.

Dieser Zeitraum ist auch gekennzeichnet durch einen starken Anstieg der privaten Investitionen. Produzierte das staatliche Unternehmen CODELCO im Jahr 1990 noch 75 % des in Chile gewonnenen Kupfers, liegt der Anteil der privaten Unternehmen bei der Kupferproduktion heute bei 70 %.

Es ist zu beachten, dass der Bergbausektor, und vor allem die großen Unternehmen, sehr kapitalintensiv sind, aber nur eine sehr geringe Beschäftigungsquote aufweisen. Dies bedeutet, dass das Verhältnis von Kapital und Arbeit traditionell gering ist. Nach Angaben des Nationalen Service für Geologie (SERNAGEOMIN) waren 2006 im Bergbau 51.430 Menschen direkt beschäftigt. Dies entspricht einem Anteil von nur 0,82 % der gesamten chilenischen Arbeitskräfte.

Aufgrund der positiven Entwicklung entstand in den letzten Jahren sowohl in Chile als auch in anderen Bergbauregionen eine beträchtliche Anzahl von Projekten mit hohen Investitionsbeträgen (siehe Tabelle 1).

**Tabelle 1. - Zusammenfassung der Kupferprojekte in der Welt**

<b>Region</b>	<b>Anzahl der Projekte</b>	<b>Erwartete Investitionen in Mio. US\$</b>
<b>Afrika</b>	24	4.710
<b>Lateinamerika</b>	69	36.132
<b>Nordamerika</b>	26	5.158
<b>Asien</b>	25	9.707,5
<b>Europa</b>	7	1.936
<b>Ozeanien</b>	15	7.398,5
<b>Welt insgesamt</b>	<b>166</b>	<b>65.043</b>

Quelle: Cochilco

Die Tabelle 1 zeigt, dass weltweit insgesamt 166 Kupferprojekte existieren. Hierbei beziehen sich lediglich 27 Projekte auf die Erweiterung bereits bestehender Anlagen; wurden 139 Projekte wurden neu initiiert (Greenfield).

Die größte Anzahl mit insgesamt 95 Projekten befindet sich in Amerika (69 in Lateinamerika und 26 in Nordamerika). Damit werden hier allein 57 % der weltweit bestehenden Projekte durchgeführt. Lateinamerika hat einen weltweiten Anteil von 42 %, davon sind 83 % neue Projekte. Es sollte darauf hingewiesen werden, dass Chile und Peru mit 15,7 % bzw. mit 11,4 % die weltweit größte Anzahl an Projekten aufweisen. In diesen beiden Ländern belaufen sich die geschätzten Investitionen auf 14.632 Mio. US\$ (in Chile) bzw. auf 10.875 Mio. US \$ (in Peru). Im Rahmen dieser Projekte werden in Chile 14.946 Mio. Tonnen und in Peru 9.454 Mio. Tonnen der Kupferreserven neu erschlossen (siehe Tabelle 2 und Tabelle 3).

**Tabelle 2. - Kupferprojekte in Lateinamerika**

<b>Land</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Kupferreserven in Mio. Tonnen</b>	<b>Investitionen in Mio. US\$</b>
<b>Argentina</b>	2	1.241	2.146
<b>Brasil</b>	7	1.992,3	2.460
<b>Chile</b>	26	14.945,73	14.632
<b>Ecuador</b>	1	101,5	195
<b>México</b>	10	1.736,2	2.572
<b>Panamá</b>	3	2.557	2.600
<b>Perú</b>	19	9.454,5	10.875
<b>Venezuela</b>	1	446	552
<b>Total Latinoamérica</b>	<b>69</b>	<b>32.474,23</b>	<b>36.132</b>

Quelle: Cochilco

**Tabelle 3. - Kupfer projekte in Chile**

<b>Projekt</b>	<b>Kupferreserven in Mio. Tonnen</b>	<b>Investitionen in Mio. US\$</b>	<b>Jahr der Inbetriebnahme</b>
<b>Escondida</b>	1.093	750	2006
<b>Manto de la Luna</b>	41	55	2006
<b>Santa Margarita</b>	13	12	2006
<b>Spence</b>	310	990	2006
<b>Sierra Miranda</b>	30	18	2007
<b>Fortuna de Cobre</b>	470	150	2008
<b>Gabriela Mistral</b>	618	874	2008
<b>Los Pelambres</b>	116	180	2008

<b>Projekt</b>	<b>Kupferreserven in Mio. Tonnen</b>	<b>Investitionen in Mio. US\$</b>	<b>Jahr der Inbetriebnahme</b>
<b>Andacollo Sulfuro</b>	421	312	2009
<b>Andina</b>	143	578	2009
<b>Delta</b>	2	30	2009
<b>Esperanza</b>	540	1.100	2010
<b>Franke</b>	34	130	2009
<b>Tugal</b>	15	30	2010
<b>Antucoya</b>	300	300	2010
<b>Delta</b>	1,23	10	2010
<b>El Abra</b>	800	350	2010
<b>Caserones</b>	628	700	2011
<b>Los Bronces</b>	761	1.000	2011
<b>Mansa Mina</b>	614	404	2011
<b>Andina</b>	20	193	2012
<b>Cerro Casale</b>	1.114	2.300	2012
<b>El Morro</b>	479	1.400	2013
<b>Los Pelambres</b>	818	600	2013
<b>Tabaco</b>	2,5	100	2013
<b>Andina Ampliación</b>	5.562	2.166	2014
<b>Insgesamt</b>	<b>14.945,73</b>	<b>14.632</b>	

Quelle: Cochilco

## **Geschichte des CIMM**

Das Forschungszentrum für Bergbau und Metallurgie, CIMM, wurde durch den Staat Chile im August 1970 während des Verstaatlichungsprozesses der Kupferindustrie gegründet. Zu dieser Zeit bestand die Notwendigkeit, die besten internationalen Praktiken auf den chilenischen Bergbau zu übertragen und anzupassen. Der chilenischen Bergbauindustrie fehlten sowohl Einrichtungen, in denen die Mineralien zuverlässig analysiert werden konnten, als auch gut ausgebildete Fachkräfte für die Durchführung großer Projekte.

Große Unternehmen und Einrichtungen der Branche sowie eine intensive internationale Zusammenarbeit haben die Gründung der privaten Körperschaft CIMM unterstützt.

Im Jahr 1998 wurde als Teil der Modernisierung des Zentrums die Tochtergesellschaft „CIMM T&S“ Technologies und Services SA gegründet, deren Aufgabe es ist, der Bergbauindustrie kommerzielle Dienstleistungen bereitzustellen. Dies ermöglichte der CIMM die Entwicklung von Projekten zur Generierung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse, um die Märkte für Kupfer und anderer Wertstoffe zu stärken.

## **Vision**

Ein führendes Unternehmen in Forschung, Entwicklung und Technologietransfer für innovative und umweltschonende Produktionsverfahren in den Bereichen Bergbau und Metallurgie zu sein.

## **Mission**

Die Unterstützung Chiles bei der Entwicklung von Technologien und des Humankapitals im bergbau-metallurgischen Sektor durch:

- Wissenschaftlich-technische Beratung der öffentlichen Politik in den Bereichen Bergbau und Metallurgie des Landes.
- Forschung und Entwicklung von Technologien für die Nachhaltigkeit der chilenischen Bergbauindustrie. Erfüllung internationaler Anforderungen und Regelungen (ökologisch und ökonomisch), die sich auf den Export von Kupfer und anderer Wertstoffe auswirken können.

- Entwicklung und Förderung von technologischen Innovationen für die Steigerung der Produktion und der Wettbewerbsfähigkeit in den Bereiche Bergbau und Metallurgie.

### **Herausforderungen**

- Förderung der wissenschaftlichen und technologischen Entwicklung des Bergbaus in Chile unter Berücksichtigung der Erfahrungen anderer Länder sowie der Nutzung natürlicher Ressourcen.
- Berater für Wissenschaft und Technologie des Landes bei der Generierung von Wissen für technologische Innovationen und für die Entwicklung von Bergbau und Metallurgie.
- Entwicklung von Wissen und Technologie, die zur Unterstützung der Erforschung und der Nutzung der geologischen Ressourcen in Chile beitragen.
- Angewandte Forschung, technologische Entwicklung und v. a. Technologietransfer auf die Industrie durch Dritte.
- Aktiv wirken und ggf. federführend in internationalen Forschungsprojekten sowie bei der technologischen Entwicklung sauberer, sicherer und wettbewerbsfähiger Produktionsverfahren zu agieren.
- Förderung der wissenschaftlichen und technologischen Entwicklung im Bereich des Bergbau- und Hüttenwesens in den Regionen Chiles.

### **Arbeitsschwerpunkte**

#### **A) Kupfer und Umwelt**

Seit 1998 beschäftigt sich das CIMM schwerpunktmäßig mit der Untersuchung von Auswirkungen von Metallen auf die Umwelt, den Boden sowie die Oberflächengewässer. Das Ziel der CIMM ist es, wissenschaftliche Informationen zu sammeln und auf dieser Basis die Entscheidungsfindung der staatlichen Aufsichtsbehörden in Chile aber auch im Ausland zu unterstützen.

## **Strategisches Ziel**

- Generierung der neusten wissenschaftlichen Informationen für den Kupferbergbau und für Regulierungsagenturen bezüglich der Wechselwirkungen von Metallen und Bergbauabfällen mit der Umwelt (Boden und Pflanzen) und der Anwendung grüner Technologien zur Beseitigung von Umweltschäden (bspw. mit Metallen und Bergbauabfällen kontaminierte Böden)
- Generierung von Methoden und Technologien für die Gewinnung von Kupfer im Zusammenhang mit der Bewirtschaftung von Massenabfällen aus dem Bergbau und der Verwertung organischer Abfälle (Biosolids).

## **B) Industrielle Nachhaltigkeit**

Dieser Bereich soll die Generierung von Wissen, Fertigkeiten und innovativen Entwicklungen fördern. Auf der Grundlage der Life Cycle Assessment (Life Cycle Assessment, LCA) soll die Entscheidungsfindung der Industrie unterstützt werden. Dabei soll die wirtschaftliche und ökologische Nachhaltigkeit ihrer Produkte Berücksichtigung finden.

## **C) Umweltmetallurgie**

Die Abteilung Umweltmetallurgie (UMA) wurde im Januar 2006 gegründet und beschäftigt sich mit den aus Bergbau und Metallurgie resultierenden umweltrelevanten Herausforderungen.

Ihr Ziel ist es, Technologien mit einer großen strategischen Bedeutung für die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit insbesondere des chilenischen Kupferbergbaus und der Hüttenindustrie zu entwickeln. Hierfür sollen Forschungsarbeiten und perspektivische Studien durchgeführt werden, wobei die aus dem Bergbau resultierenden Umweltprobleme besondere Berücksichtigung finden.

Mit der Forschung und der Entwicklung von Technologien sollen Lösungen zur Stabilisierung gefährlicher Abfälle und der Gewinnung wertvoller Elemente entwickelt werden.

## D) Extraktive Geometallurgie

Diese Forschungseinheit wurde im Jahr 2009 gegründet. Ihr Ziel ist es, die Beziehungen zwischen Vertretern verschiedener Disziplinen bei der Prospektion, der Behandlung und der Verwertung von mineralischen Ressourcen zu fördern.

Die Bewertung von Studienergebnissen und Machbarkeitsstudien dienen Grundlage für das Design neuer metallurgischer Verarbeitungsverfahren.

Diese Arbeitsgruppe der CIMM soll in internationaler Zusammenarbeit mit öffentlichen, privaten und akademischen Institutionen Verfahren zur Förderung einer nachhaltigen und effizienten Nutzung von polymetallischen Ressourcen und Mineralreserven in Chile entwickeln.

### Die wichtigsten Projekte der CIMM

In Tabelle 4 sind zehn große Projekte der CIMM aufgeführt. Dabei handelt es sich u. a. um Umweltprojekte sowie um Projekte zur Diversifizierung von Wertelementen, zur Generierung wissenschaftlicher Beweise und zur Behandlung von Sekundärrohstoffen.

**Tabelle 4. - Die Grössten (10) Projekte, in denen CIMM arbeitet**

N°	Projektbezeichnung	Verantwortliche Abteilung
1	Residuos Mineros: Una oportunidad de mercado, a través de su manejo sustentable	Uni. Metalurgia Ambiental
2	Desarrollo y validación de ensayos para la determinación de peligrosidad para el ambiente y salud humana , de aleaciones de Cobre e intermediarios de la producción de ese metal	Uni. Sustentabilidad ambiental
3	Disposición de Relaves de Flotación, en forma de Pastas o Mezclas.	Uni. Geometalurgia
4	Nuevo Tratamiento para concentrados de Oro sin uso de Mercurio	Uni. Sustent. Ambiental

5	Sistema de evaluación del ciclo de vida de la producción primaria de Cobre	Uni. Sustain. Industrial
6	Uso de recursos Fitogenéticos nativos para la fito estabilización de relaves mineros	Uni. Fitoestabilización
7	Planta piloto para tratamiento de polvos de fundiciones	Uni. Desarr. Estratégico
8	Desarrollo de la minería nacional en torno a la innovación tecnológica	Uni. Desarr. Estratégico
9	Validation of chronic BLM under Chilean freshwater Condition for daphnid species	Uni. Sustain. Industrial
	Cotoxicological survey of Chilean freshwater	
10	Recuperación de elementos de valor desde soluciones con HCl	Uni. Geometalurgia

## Laboratorien

Das CIMM verfügt über folgende Laboratorien:

- Labor für Metallchemie und Ökotoxikologie
- Physikalisch-chemisches und analytisches Labor für Metalle im Boden
- Labor zur virtuellen Modellierung bergbaulicher und metallurgischer Prozesse
- Labor für Phytotoxizität und Phytosanierung
- Labor zur Untersuchung von Lösungs- und Umwandlungsprozessen

## Geschäftsmöglichkeiten

Aktuelle Schätzungen von Experten und Analysten weisen darauf hin, dass trotz der ökonomischen Krise im Zeitraum von 2007 bis 2011 in Chile eine jährliche Kupferproduktion von durchschnittlich sechs Millionen Tonnen feinen Kupfers erreicht wird.

Für die Realisierung dieses Produktionsvolumen werden gegenwärtig pro Jahr ca. 1.400 Mio. US\$ für Hilfsmittel, wie Schwefelsäure, chemische Reagenzien, Beschichtungen für Kugelmühlen, Reifen und Sprengstoffe, ausgegeben.

Darüber hinaus ist jährlich eine geschätzte Investition von über 470 Mio. US\$ für die Anschaffung von Ausrüstungsgegenständen für den übertägigen und untertägigen Grubenbetrieb.

Schließlich deuten die Schätzungen darauf hin, dass sich die Kosten der Bergbauunternehmen für die Inanspruchnahme von Dienstleistungen, der Anfertigung technischer Studien und der Durchführung von Wartungsarbeiten gegenwärtig etwa auf 2.900 Mio. US\$ pro Jahr belaufen.

**Tabelle 5. - Betriebskosten der Bergbauunternehmen (in Mio. US\$).**

	2004	2005	2006
<b>Waren und Bergbauzubehör</b>			
Ersatzteile	422	538	660
Plant Eingänge	466	557	636
Bergbau Eingänge	276	278	312
Chemikalien	210	299	348
Insgesamt	1.374	1.672	1.956
<b>Bergbaudienstleistungen</b>			
Auftragnehmer und Berater	960	1.009	1.359
Allgemeine Dienste Mantención	803	1.203	1.238
Insgesamt	1.763	2.212	2.597
<b>Sonstige Kosten</b>			
Kraft- und Schmierstoffe	350	478	633

Energie	639	407	811
Lohn	1.124	1.316	1.655
Sonstige betriebliche Aufwendungen	512	347	318
<b>Gesamtkosten</b>	<b>5.762</b>	<b>6.732</b>	<b>7.970</b>

Quelle: Informe Consejo Minero 2007.

Aus Tabelle 5 geht hervor, dass die Betriebskosten von 2004 bis 2006 ständig gestiegen sind. So haben sich im genannten Zeitraum die Ausgaben für Waren und Bergbauzubehör um 42 % und die Kosten für Bergbaudienstleistungen um 47 % erhöht. Die Gesamtkosten sind um etwa 38 % gestiegen.

In Bezug auf Ingenieurdienstleistungen und -beratungen, kann gesagt werden, dass sich nach Schätzungen der AIC (Association of Engineering Consultants von Chile) die Arbeitsstunden für die Bearbeitung von Kupfer- und Goldprojekten von rund sechs Millionen im Jahr 2005 auf neun Millionen in 2008 steigern wird. Dies bedeutet gleichermaßen eine Steigerung der Ausgaben für Ingenieurdienstleistungen von ca. 270 Mio. US\$ pro Jahr.

Bezüglich der Hilfsstoffe und Reagenzien ist die Tendenz einer verstärkten Nachfrage, insbesondere bei Materialien für die Flotation, zu erkennen.

Allein die Lieferung von Kugelmöhlen wird sich durchschnittlich auf ca. 247 Mio. US\$ pro Jahr belaufen. Es wird geschätzt, dass der durchschnittliche Bedarf im Jahr 2011 bei 298 Mio. US\$ liegen wird. Die Kosten für die Beschichtung von Stahlmöhlen werden im Jahr 2011 etwa 131 Mio. US\$ betragen. Die bei der Flotation zum Einsatz kommenden Reagenzien, wie bspw. Schaumbildner, Sammler, Flockungsmittel und Kalk, werden durchschnittlich 147 Mio. US\$ kosten.

Bei der hydrometallurgischen Verarbeitung von Kupfermineralien stellt die Schwefelsäure mit durchschnittlich 385 Mio. US\$ pro Jahr den größten Anteil dar. Im Jahr 2009 werden die Kosten für die Schwefelsäure bereits auf 411 Mio. US\$ pro Jahr geschätzt.

Den zweitgrößten Kostenanteil stellen mit jährlich 29 bzw. 14,8 Mio. US\$ die Ausgaben für Extraktionsmittel und Verdünnungsmittel dar.

## **Geschäftsmöglichkeiten in anderen Bereichen des chilenischen Bergbaus**

Als Folge des bereits erwähnten projizierten Wachstums werden sich bestehende Betriebe vergrößern bzw. neuen wirtschaftlichen Aktivitäten stellen. Beispielsweise wird sich die Nachfrage nach Dienstleistungen im Umweltbereich deutlich erhöhen, weil sich das Wachstum im Kontext der Nachhaltigkeit und unter der Respektierung der Umwelt vollziehen soll.

In diesem Zusammenhang sind die folgenden Bereiche von Interesse:

### **Effiziente Wasser- und Abwasserwirtschaft**

Die Nutzung und die Verarbeitung der großen Bodenschätze im Norden Chiles erfordern große Mengen an Brauchwasser. Die bestehende Wasserknappheit in diesen Regionen stellt nicht nur eine Gefahr für die Verwertung und die Behandlung dieser Bodenschätze dar, sondern führt zunehmend auch zu Interessenskonflikten zwischen verschiedenen Wirtschaftssektoren (z. B. Bergbau/Landwirtschaft, Bergbau/Tourismus, Bergbau/ Aquakultur). So gibt es bereits heute in der Region Antofagasta ernsthafte Probleme bei der Bereitstellung von Trinkwasser. Hier wurde vor kurzem eine zweite Entsalzungsanlage in Betrieb genommen. Damit ist die Stadt Antofagasta die erste Stadt Chile, die ihre Trinkwasserversorgung vollständig mit entsalztem Meerwasser abdeckt.

Die wichtigsten Fragen bezüglich dieser Thematik sind in den nachfolgenden Punkten zusammengefasst:

1. Integration und Systematisierung der bereits verfügbaren öffentlichen und privaten Informationen zur Förderung der Entscheidungsfindung.
2. Reduzierung des Wasserverbrauchs durch die Verbesserung der technologischen Prozesse bei der Erzbehandlung.
3. Entwicklung neuer Modelle der Bewirtschaftung und der Nutzung von Wasserressourcen.
4. Entsalzung von Meerwasser für die Wasserversorgung.
5. Verarbeitung und sichere Entsorgung der Abwässer, um die Kontamination des Grundwassers zu verhindern.

## **Abfallbehandlung**

### Feste Industrieabfälle:

Nach mehreren Studien wird geschätzt, dass im chilenischen Bergbau bis zum Jahr 2010 jährlich ca. 725 Tausend Tonnen feste Industrieabfälle (Schrott, Metall, Gummi, Holz, Öl-Filter, etc) anfallen werden. Schätzungen sagen für die Beseitigung dieser Abfälle Umsätze von jährlich rund 70 Mio. US\$ voraus. Es besteht daher ein Bedarf bezüglich der Behandlung, des Transportes, der Sicherheit und der sicheren Entsorgung dieser Abfälle Studien durchzuführen.

### Gefährliche Abfälle:

Es wurde eine Umfrage bei 134 Bergbaubetrieben mit einer Verarbeitungskapazität von mehr als 10 Tonnen pro Tag durchgeführt. Dabei wurde festgestellt, dass etwa 20 % der in diesen betrieblen anfallenden Abfälle gefährliche Abfälle sind.

Die Behandlung und die Entsorgung dieser Abfälle sind mit Kosten verbunden, die in Abhängigkeit von des Transportwegen und des Schwierigkeitsgrades des Behandlung zwischen 400 und 500 US\$ pro Tonne betragen können.

### Massive Abfälle:

In Chile fallen bei der Produktion von einer Tonne feinem Kupfer durchschnittlich 90 Tonnen Flotationsrückstände, 1,8 Tonnen Schlacke, 190,5 Tonnen Laugungsrückstände und 137 Tonnen Taubgestein an. Bedenkt man, dass die Kupferproduktion im Jahr 2007 bei 5,5 Mio. Tonnen lag, wird das Ausmaß der anfallenden Rückstände deutlich.

Wichtig bei der Behandlung der anfallenden Abfälle ist die Tatsache, dass die meisten von ihnen (Flotationsrückstände, Schlacke, Kies, Gießereistaub, etc.) eine Reihe weiterer Wertelemente enthalten, deren Rückgewinnung die Wirtschaftlichkeit des gesamten Gewinnungsprozesses entscheidend verbessern.

## **Emissionen in die Luft und Luftqualität**

Die Verwertung von Schwefel und seine Umwandlung in Schwefelsäure ist eine der wichtigsten Aktivitäten, die im Zusammenhang mit der pyrometallurgischen Verarbeitung Kupfer- und Molybdänerzen und/oder -konzentraten steht.

Die Schwefelsäureproduktion ist natürlich auch im Zusammenhang mit Emissionen in die Atmosphäre zu betrachten. Die Erhöhung der Verarbeitung schwefelhaltiger Kupfer-Mineral-Konzentrate führt zwangsläufig zu einer Erhöhung der Emissionen. Viele Produktionsanlagen befinden sich in Gebieten mit hoher Sättigung von gasförmigen und staubförmigen Emissionen, die die Umsetzung von neuen Projekten nicht möglich machen und die Nachhaltigkeit der bestehenden Projekte bedrohen.

Daraus ergeben sich die folgenden Arbeitsgebiete:

- Entwicklung von Technologien zur Vermeidung oder Verringerung der Emissionen.
- Entwicklung von Technologien zur Verbesserung der Kraftstoffeffizienz.
- Förderung und Entwicklung von Technologien zur Ersetzung der traditionellen Technologien.
- Durchführung von Kontrollen und Installation von Überwachungssystemen und leichter Zugang für die Öffentlichkeit.

## **Energieeffizienz und erneuerbare Energien**

Die aktuelle wirtschaftliche Situation und die globale Erwärmung haben große Herausforderungen an die internationale Gemeinschaft gestellt. In Chile scheint es mir zweckdienlich und dringend zu fragen, welche Art von Energiematrix wir für die nächsten 10, 20 oder mehr Jahre haben wollen.

In diesem Zusammenhang glaube ich, dass eine der wichtigsten und unmittelbaren Maßnahmen der effiziente Einsatz der produzierten Energie sein wird. Es müssen große Einsparungen sowohl in der Industrie als auch im öffentlichen und privaten Verbrauch erreicht werden.

Es sollten Studien und Forschungsarbeiten zur Entwicklung neuer Energieformen, wie Biomasse, Geothermie sowie Wind- und Sonnenenergie durchgeführt, werden.

Daraus ergeben sich die folgenden Arbeitsgebiete:

- Design neuer Maschinen und Geräte,
- Optimierung und Neugestaltung von Prozessen und
- Erzeugung und Nutzung von alternativen Energiequellen

### **Stilllegung von Bergbaubetrieben und Risikobewertung von Bergbauabfällen**

Aus der gesetzlich geforderten Erarbeitung von Plänen für die Stilllegung von Bergbaubetrieben und die Risikobewertung von Bergbauabfällen resultiert eine hohe Nachfrage nach spezifischen Dienstleistungen, wie Geologie, Hydrogeologie, Sanierung kontaminierter Böden, Mechanik (Stabilität der Pisten) und allgemeine Ingenieurleistungen.

Die Spezialisten sollen die Planung, die Koordinierung und die Entwicklung entsprechender Aktivitäten durchführen. Die Stilllegungspläne müssen alle Maßnahmen enthalten, die die gesetzlichen Anforderungen langfristig garantieren (Stilllegung von Anlagen und Ausrüstungen, Erdbewegungen, Neigungsstabilisierung, Bodensanierung, Dekontamination der Gewässer sowie eine ständige und dauerhafte Kontrolle).

Das CIMM fordert alle Forschungszentren und Universitäten, die Industrie und alle Mitglieder des Geokompetenzzentrums auf, ihre Augen, ihr Interesse und ihre Bemühungen auf Chile zu richten. Das Ziel ist die Entwicklung von technologischen Lösungen für die Probleme des Bergbaus in Chile sowie für andere Länder in dieser Region zu liefern.