

Lithiumabbau im Salar de Atacama und die Folgen für die Umwelt und die lokalen Gemeinschaften

Dr. Paula Castillo González

Dr. Castillo war so freundlich, uns den Inhalt der einzelnen Folien ihrer PowerPoint-Präsentation zur Übersetzung ins Deutsche zu übermitteln.

Folie 1

Vielen Dank für diese Präsentation und auch für die Einladung, diesen Vortrag über ein so wichtiges und notwendiges Thema zu halten, in Zeiten, in denen eine Energiewende hin zu saubereren Energien unerlässlich ist und in denen Lithium und Länder wie Chile, wo ich herkomme, eine grundlegende Rolle spielen.

Folie 2

Ich möchte mich auch für die Hilfe bedanken, die ich bei der Vorbereitung dieses Vortrags von zwei chilenischen Kollegen erhalten habe, die sich sehr für dieses Thema engagieren: Dr. Fernanda Álvarez Amado, Professorin an der Universität von Concepción in Chile, die die Herkunft von Lithium und anderen Metallen in hyperariden Umgebungen erforscht hat, und Carolina Guzmán Hernández, Hydrogeologin an der Universität von Chile, die in den letzten zehn Jahren in den Salinen der Region gearbeitet hat und auch die lokalen Gemeinden berät, so dass sie die Probleme und Bedürfnisse dieser Gemeinden sehr gut kennt. Sie haben mir mit Daten, Bildern und allgemeinem Wissen sehr geholfen.

Folie 3

Zunächst einmal: Was ist Lithium und warum ist es so wichtig? In den letzten Jahren haben wir in den Nachrichten immer wieder von Lithium gehört: dass es sehr wichtig ist, dass wir Lithiumvorkommen finden und es abbauen müssen. Aber warum?

Lithium ist ein chemisches Element mit dem Symbol Li; es ist ein Metall, das leichteste Metall, und hat mehrere einzigartige Eigenschaften, wie ein hohes elektrochemisches Potenzial und eine gute Leitfähigkeit. Daher wird es in verschiedenen Industriezweigen verwendet, wie zum Beispiel:

- Bei der Herstellung von wärmeleitenden Legierungen.
- In der Glas- und Keramikindustrie, wo es die Festigkeit und die thermischen Eigenschaften verbessert; Gläser können größeren Hitzeschocks standhalten.
- Bei der Herstellung von Schmiermitteln, wie z. B. "Lithiumfetten", die hohen Temperaturen standhalten.
- In Klimaanlageanlagen und Kühlsystemen.
- In der Luft- und Raumfahrt- sowie in der Militärindustrie, wo Leichtmetalllegierungen für die Herstellung von Flugzeugen und auch für Rüstungsgüter verwendet werden.
- Sogar in der Medizin, um bestimmte Psychopathologien wie die bipolare Störung zu behandeln.

Aber die wichtigste Funktion ist heute, dass Lithium für den Bau von wiederaufladbaren Akkumulatoren benötigt wird, in denen Energie aus erneuerbaren Ressourcen gespeichert wird. Aus diesem Grund gilt Lithium als Schlüsselement für den Übergang zu einem nachhaltigeren und saubereren Energiesystem. Aus diesem Grund ist die Nachfrage nach Lithium in den letzten Jahren stark angestiegen.

Folie 4

Diese Diagramme zeigen, wie sich die Lithiumnachfrage in den letzten Jahren, seit 2015, entwickelt hat, sowie eine Prognose für die nächsten Jahre. Die Menge an Lithium wird in Millionen Tonnen Lithiumkarbonat-Äquivalent gemessen, was die Y-Achse darstellt. Lithiumkarbonat-Äquivalent ist die Einheit, die normalerweise zur Quantifizierung der Lithiummenge verwendet wird. Lithium kommt in verschiedenen Formen und Mineralien vor; um alles vergleichbar und quantifizierbar zu machen, wird es in ein Lithiumkarbonat-Äquivalent umgerechnet.

Diese Diagramme zeigen verschiedene Szenarien: ein konservatives auf der rechten Seite und eines, bei dem eine aggressive Produktionspolitik für Elektrofahrzeuge angewandt wird. Es ist zu erkennen, dass das schwarz dargestellte Lithium, das 2015 für die Herstellung von Batterien verwendet wurde, nur ein Drittel des gesamten in diesem Jahr verwendeten Lithiums ausmachte. Seitdem ist seine Verwendung exponentiell gestiegen und wird unabhängig vom Szenario weiter zunehmen. In nur noch sechs Jahren werden voraussichtlich 95 % des geförderten Lithiums ausschließlich für die Batterieproduktion verwendet werden. Die Gesamtnachfrage nach Lithium, die hauptsächlich für die Herstellung von Batterien bestimmt ist, wird sich in den nächsten Jahren voraussichtlich verdreifachen oder vervierfachen.

Woher werden wir also das Lithium bekommen, und wie sieht es mit dem Angebot aus?

Folie 5

Betrachtet man die Nachfrage im konservativen Fall (durchgezogene Linie) und im aggressiveren Fall der Elektroautoproduktion (gestrichelte Linie), so wachsen beide Kurven exponentiell, wie wir oben gesehen haben, während das Angebot möglicherweise nicht auf die gleiche Weise wächst.

Wenn wir nur das bestätigte Lithiumangebot (dunkelblau) berücksichtigen, d. h. Lithium, von dem wir wissen, dass es mit Sicherheit gewonnen werden kann, da die Bergbauprojekte bereits angelaufen sind und ihre Ressourcen quantifiziert wurden, können wir sehen, dass wir in diesem oder im nächsten Jahr ein Gleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage haben werden. In den nächsten Jahren werden wir jedoch ein Angebotsdefizit haben. Das ist ein Problem, denn die Lithiumpreise würden steigen, und andere Projekte, die Lithium benötigen, würden stagnieren usw.

Daher wird erwartet, dass einige Projekte, die sich in einem sehr frühen Stadium der Exploration befinden, wie die hellblau markierten, sowie geplante Anwendungen neuer Lithiumgewinnungs- oder -recyclingtechnologien die wachsende Nachfrage nach Lithium decken können. Aus diesen Gründen wird intensiv nach neuen Technologien und neuen Lagerstätten gesucht, um diese Nachfrage weltweit zu decken.

Folie 6

Lithium kommt in verschiedenen Formen auf der Erde vor, in verschiedenen geologischen Quellen. Es kann in Gesteinen oder auch in Wasser gelöst sein, so dass es mehrere Möglichkeiten für seine Gewinnung gibt.

Die bestätigten oder heute bekannten Lithiumvorkommen konzentrieren sich auf Australien und Lateinamerika, wie aus dieser Abbildung der 10 Länder mit den größten Lithiumvorkommen der Welt hervorgeht. Es wird deutlich, dass es Länder mit einer etablierten Lithiumförderung gibt, die den Markt beherrschen, wie Chile, Australien, Argentinien und China. In diesen Ländern wird Lithium auf unterschiedliche Weise gewonnen: In Chile und Argentinien beispielsweise aus Wasser oder Solen, die reich an gelösten Salzen sind, in Australien aus Gestein und in China aus beidem.

Es gibt auch Länder, in denen Lithium kürzlich kartiert wurde, wie Mexiko, Kanada, Bolivien, Peru, die Ukraine und sogar das Vereinigte Königreich. Es ist daher davon auszugehen, dass Lithium weltweit sowohl aus Solen als auch aus Gesteinen gewonnen wird.

Folie 7

Wie ich bereits erwähnt habe, kann Lithium auf unterschiedliche Weise gewonnen werden, je nachdem, wie es gefunden wird. Es ist wichtig, diese Gewinnung zu verstehen, weil sie mit den Problemen zusammenhängt, die sie verursacht. Es gibt zwei Hauptmethoden, die in Australien und Chile angewandt werden.

Gewinnung in Australien

In Australien wird Lithium in Gestein gefunden, und zwar in einem Mineral namens Spodumen, das im Allgemeinen in Gesteinen vorkommt, die Pegmatite genannt werden und durch ihre großen Kristalle gekennzeichnet sind. Um das Lithium aus dem Gestein zu gewinnen, müssen große Mengen des Gesteins abgebaut und anschließend gemahlen und zerkleinert werden. Die Mineralien werden anhand ihrer Eigenschaften, z. B. ihrer Dichte, getrennt. Anschließend wird das Spodumen mit Hilfe von Chemikalien in einem als Flotation bezeichneten Verfahren aufgeschwemmt. Sobald das Spodumen konzentriert ist, wird es erhitzt und mit Säuren behandelt, um das Lithium aufzulösen. Das Lithium wird dann ausgefällt (Lithiumsulfate) und anschließend gereinigt, um das Endprodukt zu erhalten, das in der Regel Lithiumhydroxid ist. Für all diese Prozesse wird viel Wasser benötigt, was in der Bergbauindustrie üblich ist, die große Mengen an Wasser für ihren Betrieb benötigt.

Gewinnung in Chile

In Chile ist das Verfahren anders. Lithium wird in salzhaltigen Gewässern, so genannten Solen, gelöst, die eine große Menge an gelösten Salzen enthalten, mehr als in den Ozeanen. Lithium löst sich gerne in Wasser, also wird diese Sole in Becken gesammelt, wie auf dem Bild zu sehen, und man wartet, bis die Sonnenenergie und die Wärme das Wasser verdampfen lassen. Dadurch konzentriert sich das Lithium. Wenn das Wasser eine bestimmte Lithiumkonzentration erreicht hat, wird es zu Anlagen gebracht, wo es gereinigt und gereinigt wird, um Lithiumcarbonat zu erhalten. Es kann auch Lithiumhydroxid gewonnen werden, ein Produkt mit einer höheren Lithiumkonzentration.

Endprodukte und Markt

Die Endprodukte, die die lithiumproduzierenden Länder im Allgemeinen verkaufen, sind Lithiumcarbonat oder Lithiumhydroxid. Es handelt sich um unterschiedliche Produkte, die unterschiedlich vermarktet werden und unterschiedliche Preise haben. Lithiumhydroxid ist etwas teurer, weil es eine höhere Lithiumkonzentration hat, aber im Allgemeinen hängt es davon ab, was später mit diesem Lithium hergestellt werden soll. Für bestimmte Batterien ist es einfacher, Lithium aus Hydroxid oder aus Carbonat usw. zu verwenden.

Vergleich der Methoden

Die Gewinnung von Lithium aus Solen ist also einfacher und viel billiger, da sie hauptsächlich auf der Energie der Sonne beruht. Aus diesem Grund ist sie im Allgemeinen in trockenen Klimazonen zu finden. Im Norden Chiles sowie in Argentinien und Bolivien gibt es große Lithiumvorkommen, die relativ leicht zu gewinnen sind, bekannt als das Lithiumdreieck oder ABC-Dreieck (für Argentinien, Bolivien und Chile), in dem schätzungsweise 54 % der weltweiten Lithiumressourcen konzentriert sind.

Folie 8

Es ist nicht nur wichtig zu verstehen, was mit der Nachfrage nach Lithium geschieht und wofür wir es verwenden werden, sondern auch, wie sich diese weltweite Nachfrage, die relativ neu ist und weiter steigen wird, auf bestimmte Standorte auswirkt, wie den Salar de Atacama in Chile und viele andere neue Standorte, die jetzt erforscht werden, kleinere und empfindlichere Salinen. Wir müssen die hydrogeologischen Systeme in den Salinen verstehen und wissen, wie sich der Abbau auf die Wasserressourcen in diesem Gebiet auswirkt, das von Natur aus wasserarm ist und bereits von anderen Industrien wie der Kupferindustrie beeinträchtigt wurde.

Wir müssen die Dynamik eines Salzstocks verstehen. Es gibt viel mehr als nur Lithium. Es gibt dort eine besondere Flora und Fauna, uralte Gemeinschaften, die das Wasser zum Leben brauchen. Es ist auch bekannt, dass es spezielle Bakterien und Mikroorganismen gibt, die in Salinen leben und die aufgrund der extremen Bedingungen, unter denen sie leben, unter anderem für das Verständnis möglicher Lebensformen auf anderen Planeten nützlich sein können.

Daher ist es sehr wichtig, die Salinen in ihrer Gesamtheit zu verstehen und sich nicht nur um Lithium und den Ausbau der Elektroautoindustrie zu kümmern, da mit den Ressourcen verantwortungsvoll umgegangen werden muss.

Auf den Fotos sehen Sie einen Besuch im Salar de Atacama, auf dem Gelände des Unternehmens SQM, das eines der beiden Unternehmen ist, die den Salar de Atacama heute ausbeuten, und eines der größten der Welt. Der Besuch wurde 2019 von Studierenden des Masterstudiengangs Geologie an der Universität Münster unter der Leitung von Professor Bahlburg durchgeführt.

Folie 9

Der Salar de Atacama ist einer der größten und an den besten untersuchten Salzseen der Welt. Er ist sehr alt und daher bekannt dafür, dass er im Vergleich zu anderen kleineren Salaren widerstandsfähiger ist. Das bedeutet, dass, wenn wir diesen Salar mit anderen kleineren Salaren vergleichen, die kleineren Salare viel empfindlicher auf anthropogene Veränderungen reagieren und viel stärker betroffen sein könnten als der Salar de Atacama, wenn der Lithiumabbau in diesen Salaren beginnt.

Das Einzugsgebiet des Salar de Atacama hat eine Fläche von etwa 15 620 km², die in der Abbildung schwarz umrandet ist. Der Salar selbst, der am tiefsten gelegene Teil des Beckens, ist jedoch nur etwa 3 050 km² groß. Wenn wir ihn mit der Stadt Münster vergleichen, um eine Vorstellung von der Größenordnung zu bekommen, von der wir sprechen, können wir sehen, dass der Salar allein fast zehnmal so groß ist wie die Stadt Münster. Er liegt im Norden Chiles, in einem Gebiet mit großer Trockenheit und geringem Niederschlag.

Wie bereits erwähnt, handelt es sich um eines der größten und ergiebigsten Vorkommen der Welt mit extrem hohen Lithiumkonzentrationen in seinen Solen. Heute werden diese Solen von zwei Unternehmen ausgebeutet: SQM und Albemarle, und es wird geschätzt, dass allein dieser Salar über 40 % der weltweiten Lithiumreserven verfügt.

Neben dem Lithium verfügt er aber auch über einige außergewöhnliche und ganz besondere Naturreserven, wie das Nationale Reservat Los Flamencos.

Folie 10

Es gibt ein Foto der Salzkruste, die vom Salar de Atacama selbst stammt, und andere Fotos der einzigartigen Tiere, die in diesem Gebiet leben, wie Vicuñas, Chilla-Füchse und Flamingos. Diese Tiere leben in der Nähe der Wasserflächen, den Lagunensystemen im östlichen Teil des Salars.

Folie 11

Hier sehen wir ein Bild des Beckens und des Salar de Atacama. Es handelt sich um ein geschlossenes Becken, das aufgrund der Geologie der Region, wie Professor Bahlburg erläuterte, durch Subduktion beeinflusst wird, die die Hebung bestimmter Gebiete und das Vorhandensein von Vulkanismus im Osten des Salars, in den Anden, verursacht. Im Westen erhebt sich aufgrund bestimmter Verwerfungen eine andere geologische Struktur, die Cordillera de Domeyko.

Das Becken ist also wie ein Stadion, in dem die Tribünen die Gebirgsketten sind und das Spielfeld der Salar de Atacama ist. Das Wasser kommt durch Regen und Schneeschmelze von den Bergen im Osten, in den Anden. Dieses Wasser fließt an der Oberfläche ab oder versickert hauptsächlich in den Felsen und führt Mineralien und Salze als Grundwasser in das Becken unter der Oberfläche.

Aufgrund des Klimas in diesem Gebiet kommt es zu einer sehr hohen Verdunstung und Anreicherung von Salzen, wodurch sich an der Oberfläche des Salars salzhaltige Ablagerungen bilden, die einer Salzkruste gleichen.

Dieser Prozess braucht mindestens zehntausende von Jahren, um sich zu stabilisieren. Aus diesem Grund gilt der Salar de Atacama als sehr reife Salzwüste.

Dieser Prozess hängt von einer Reihe von Faktoren ab, wie z. B. der Geologie, der Hydrologie und dem Klima des Gebiets.

Folie 12

Als System ist es wichtig, dass das Wasser, das durch Regenfälle und Schneeschmelze zugeführt wird, was wir als Anreicherung bezeichnen, gleich groß ist wie das Wasser, das durch Verdunstung abgeht. Das System befindet sich also im Gleichgewicht, wenn An- und Abfluss in etwa gleich groß sind.

In den Anden wird das System also wieder aufgefüllt. Dieses Wasser, das Süßwasser ist, kann über die Oberfläche fließen, aber auch in das Gestein infiltrieren und sich in Grundwasserspeichern, den Aquiferen, ansammeln. Dieses Wasser kann als Süßwasser-Grundwasserleiter verbleiben, aber es kann auf seinem Weg auch mineralische Bestandteile und Salze aus dem Gestein aufnehmen und in gelöster Form in die tieferen Teile des Beckens transportieren.

Dieses Wasser, das viele gelöste Elemente enthält, unterscheidet sich von dem Süßwasser, das wir trinken, oder von Regenwasser und Süßwasser-Aquiferen. Es hat eine andere Zusammensetzung, wodurch sich die Dichte des Wassers ändert. Wasser mit diesen gelösten Bestandteilen, das so genannte Salzwasser, ist viel schwerer als Wasser ohne diese Bestandteile oder Süßwasser. Dieses Wasser hat mehr gelöste Bestandteile als Meerwasser und ist noch dichter als Meerwasser. Wenn wir zum Beispiel in Meerwasser schwimmen, schweben wir leichter, als wenn wir in einem Süßwassersee schwimmen, weil Meerwasser dichter und schwerer ist. Daher fühlen wir uns im Meerwasser leichter und schwimmen leichter. Salzlake ist sogar noch schwerer als Meerwasser.

Was passiert also? Diese beiden Arten von Wasser, Süßwasser und Sole, verhalten sich unter der Oberfläche unterschiedlich. Sie sind verschiedene Arten von Grundwasserleitern. Süßwasser befindet sich weiter oben, während Sole, die dichter und schwerer ist, sich in tieferen Schichten unter dem Süßwasser befindet. Selbst innerhalb der Solen gibt es Unterschiede in der Zusammensetzung und damit in der Dichte. Es ist wie eine Torte mit verschiedenen Wassertypen in den einzelnen Schichten.

In der Kontaktzone zwischen Sole und Süßwasser, wie in der Abbildung dargestellt, tritt Süßwasser in den Bereichen an die Oberfläche, in denen sich die Topografie ändert. Und weil das Süßwasser nicht tiefer gehen kann, weil die Sole tiefer liegt. Dies sind die Gebiete am Ostufer des Salar de Atacama, wo alle Feuchtgebiete, die Vegetation und die Tiere vorkommen. Das sind die Gebiete, die wir schützen wollen.

Diese beiden Arten von Grundwasserleitern sind sehr unterschiedlich und haben sogar ein unterschiedliches Alter. Süßwasser sammelt sich seit Hunderten bis Tausenden von Jahren an, während sich Sole seit Hunderttausenden oder sogar Millionen von Jahren ansammelt.

Und wo befindet sich das Lithium? In der Salzlake. Wenn der Grundwasserspiegel (die Sole) sehr nahe an der Oberfläche liegt oder das Wasser aufsteigt, verdunstet das gesamte Wasser und bildet diese Salzkrusten, weil die gelösten Salze ausfallen. Die Menge des verdunstenden Wassers hängt also davon ab, wie tief der Wasserspiegel ist. Befindet er sich sehr nahe an der Oberfläche, dann ist die Verdunstung größer.

Folie 13

Wie wir gesehen haben, befindet sich Lithium in der Sole, die sich in einer Tiefe von mehr als 30 (bis zu 100 m) Metern unter der Oberfläche befindet.

Wie wird nun das Lithium im Salar gewonnen? Zunächst wird die lithiumhaltige Sole aus den Bohrlöchern entnommen, ein Prozess, der als Solesammlung bezeichnet wird. Dazu werden Motoren, wie die auf dem Foto abgebildeten, und Förderpumpen eingesetzt. Dabei werden schätzungsweise zwischen 400 und 600 Liter Wasser pro Sekunde entnommen. Allein von SQM gibt es im Salar etwa

380 aktive Entnahmebrunnen. Die Sole wird dann durch Rohre zu den Verdunstungsteichen transportiert.

Folie 14

In Verdunstungsteichen oder -becken wird erwartet, dass mit der Energie der Sonne Wasser verdunstet und sich Lithium konzentriert. Die Salze fallen nacheinander aus; das Wasser wird von Becken zu Becken bewegt, andere Salze werden extrahiert und die Lithiumkonzentration wird erhöht. Wenn die gewünschte Konzentration, etwa 6 % Lithium, erreicht ist.

Folie 15

Dieses Foto, das während des Besuchs von Studenten der Universität Münster bei SQM aufgenommen wurde, zeigt, wie eines dieser Becken aussieht und welche Salze extrahiert werden, wenn das Lithium bereits hoch konzentriert ist. Lithiumkarbonat.

Folie 16

Die Salze werden in eine Aufbereitungsanlage gebracht, wo sie getrocknet, weiter konzentriert und dann gefiltert, gereinigt und aufbereitet werden. Auch für diese Prozesse wird viel Wasser verbraucht, in diesem Fall Süßwasser. Süßwasser wird auch aus den Grundwasserleitern in der Region entnommen. SQM hat beispielsweise Rechte zur Entnahme von 240 Litern Süßwasser pro Sekunde, verbraucht aber nur etwa 120 Liter pro Sekunde, da die Reinigungs- und Säuberungsprozesse effizienter geworden sind. Das ist zwar weniger als die verwendete Sole, aber es wird immer noch eine beträchtliche Menge an Süßwasser benötigt, das in diesem Gebiet lebenswichtig ist.

Es ist schwer vorstellbar, wie viel Wasser für diese Prozesse benötigt wird, und im Vergleich zum Wasserverbrauch in anderen Industriezweigen, z. B. in der Landwirtschaft, ist der Wasserbedarf für diese Prozesse nicht so hoch. Aufgrund der Trockenheit in diesem Gebiet ist diese Menge jedoch sehr hoch. Vergleicht man die Entnahme mit der Anreicherung des Systems (d. h. dem Wasser, das in das System eintritt), so ist die entnommene Wassermenge schätzungsweise fünfmal so groß wie die Wassermenge, die dem Salar zugeführt wird. Es besteht also ein sehr großes Defizit, das zum jetzigen Zeitpunkt praktisch nicht zu beheben ist.

Folie 17

Wie ist es also möglich, dass die Gewinnung und Nutzung von Wasser in diesem Gebiet erlaubt ist?

Erstens, weil das Land wirtschaftliches Wachstum braucht und die Lithiumgewinnung als Möglichkeit für Wachstum und Entwicklung gesehen wird. Es besteht auch die Befürchtung, dass dasselbe passiert wie mit dem Salpeter. Man will also so schnell wie möglich Lithium abbauen.

Darüber hinaus werden die Projekte nach den Vorschriften des jeweiligen Landes bewertet, und im Falle Chiles müssen sie eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchlaufen, die anschließend den Abbau erlaubt.

Bei diesen Umweltverträglichkeitsprüfungen wird zum Beispiel der Kohlenstoff-Fußabdruck gemessen und geprüft, ob Schutzgebiete, archäologische Stätten, Fauna, Flora usw. betroffen sind. Auch die Auswirkungen auf das Wasser, d. h. der Wasserfußabdruck, wird gemessen.

Zur Erinnerung: Das chilenische Wassergesetz stammt aus dem Jahr 1982 und wurde vom Diktator Augusto Pinochet eingeführt, der über seinen Verwandten Julio Ponce Lerou, seinen Schwiegersohn, die Aktien von SQM erwarb. Bis heute ist Ponce Lerou zusammen mit anderen chinesischen Unternehmen einer der Eigentümer von SQM.

Bei der Messung des Wasser-Fußabdrucks wird nur das Süßwasser berücksichtigt, das für den Verbrauch von Mensch, Tier und Bewässerung bestimmt ist. Über die Verwendung von Salzlake ist jedoch nichts bekannt. Daher trennen die Unternehmen bequemerweise die Süßwassernutzung von

der Solegewinnung, die zwei verschiedene Dinge sind. So argumentieren die Unternehmen auch, dass sie das Süßwasser nicht in demselben Ausmaß nutzen wie andere Industrien, z. B. die Kupferindustrie, die das Gebiet bereits beeinträchtigt hat.

Es gibt also ein relevantes politisches und soziales Problem.

Das ist das große Problem, mit dem sich die Menschen vor Ort auseinandersetzen müssen, denn die Solegewinnung beeinträchtigt die Süßwasserressourcen. Wie wirkt sich das auf sie aus?

Folie 18

Die Feststellung, ob eine übermäßige Wasserentnahme stattfindet, ist technisch sehr schwierig zu messen, vor allem, wenn keine hydrogeologischen Daten vorliegen. Der Salar de Atacama ist einer der am besten untersuchten Salare, aber es fehlen viele Daten. Er ist auch einer der ältesten und widerstandsfähigsten Salare in der Region, so dass die Auswirkungen auf den Salar de Atacama andere Salare noch stärker beeinträchtigen könnten.

Was geschieht mit den Lagunen?

Es wurde beobachtet, dass die Wasseroberfläche in den Lagunen abgenommen hat. Die Fläche dieser Lagunen wurde im Winter und im Sommer gemessen, und wie die Abbildung links zeigt, ist die Fläche dieser Lagunen in den letzten 35 Jahren im Sommer konstant geblieben, während sie im Winter stetig abgenommen hat. Dieser Unterschied zwischen Winter und Sommer ist darauf zurückzuführen, dass es im Sommer im Hochland regnet und ein Großteil des Wassers, das die Lagunen erreicht, Oberflächenabfluss ist und die Verdunstung höher ist. Im Winter werden diese Lagunen nur mit Grundwasser gespeist. Daher bedeutet die Verringerung ihrer Fläche eine erhebliche Verringerung des Grundwasserspiegels insgesamt.

Folie 19

Der Rückgang der Fläche dieser Lagunen wirkt sich auch auf das Leben in ihrer Umgebung aus. So wurde beispielsweise beobachtet, dass einige Flamingo-Populationen, wie die des James- und des Andenflamingos, stark betroffen sind und um 10-12 % zurückgegangen sind.

Folie 20

Die Wasserspeicherung im Salar de Atacama hat abgenommen. Studien haben gezeigt, dass die gesamte Wasserspeicherung zwischen 2010 und 2017 systematisch um etwa 1,2 Millimeter pro Jahr abgenommen hat. In einem natürlichen System wie dem Salar de Atacama wird der Grundwasserspiegel durch Anreicherung und Verdunstung gesteuert.

Die Entwicklung des Grundwasserspiegels ist von 1990 bis 2015 zu beobachten. Warme Farben zeigen niedrigere Pegel an, während kühlere Farben tiefere Pegel anzeigen. Vor 2000 war der Grundwasserspiegel konstant, und die tiefsten Gebiete befanden sich im Süden des Salar de Atacama. Seit dem Jahr 2000 jedoch hat der Grundwasserspiegel aufgrund der intensiveren Gewinnung von lithiumhaltigen Solen in der südlichen Zone zu sinken begonnen, und die tiefere Zone hat sich ausgedehnt. Die Autoren dieser Studie haben diesen Effekt mit dem Wachstum der Lithiumindustrie durch SQM und Albemarle in Verbindung gebracht.

Das Abpumpen und die Soleförderung beeinflussen also den Grundwasserspiegel und den Speicher des Salar de Atacama und könnten somit auch die Süßwasser-Aquifere beeinflussen. Die Soleförderung kann nicht ohne weiteres von der Süßwassernutzung getrennt werden.

Folie 21

Wir haben gesehen, was die Daten und wissenschaftlichen Arbeiten aussagen, aber die Menschen, die in diesen Gebieten leben, können diese Veränderungen in ihrem täglichen Leben wahrnehmen.

Sie beobachten einen Rückgang der Oberflächengewässer und der geschützten Gewässer sowie einen Rückgang der endemischen Arten (z. B. der Flamingos). Sie bemerken auch einen Rückgang der Gebiete

mit einer für den Anbau geeigneten Vegetation. Das sind Gebiete mit viel Leben, auch wenn sie mitten in der Wüste liegen.

Generell nehmen die Menschen wahr, dass ihre Gemeinschaften zerstört werden, und es gibt eine hohe Abwanderungsrate von Menschen, die früher in diesen Gebieten lebten, in die Städte.

Folie 22

Was angestrebt und vorgeschlagen wird, ist eine Bewertung und ein Überdenken des Entwicklungsmodells, das denselben Kreislauf aufrechterhält, der uns in die aktuelle Klimakrise geführt hat. Dieses Modell ist durch eine Zunahme des Extraktivismus gekennzeichnet, der die Krise verschärft.

Es wird auch argumentiert, dass die Machtverhältnisse viele der kolonialen Dynamiken wiederholen, die sowohl in Chile als auch in Lateinamerika bestanden haben. Diese Beziehungen führen zu einer Unterordnung der andinen Gemeinschaften und der angestammten Andenvölker, die ihre Ländereien zugunsten der Länder der nördlichen Hemisphäre ausgeplündert sehen.

Ein echter Wandel ist daher nur möglich, wenn die Industrieländer, wie z. B. Deutschland, mehr Verantwortung übernehmen. Es ist wichtig, dass diese Länder verstehen, dass die Kosten für die Herstellung eines Elektroautos, das als saubere Lösung angesehen wird, auch kulturelle Kosten mit sich bringen. Es gibt Kulturen, die praktisch verschwinden, und neue Gruppen sind durch die Ausbeutung neuer Salzwiesen bedroht. Hier wird oft angenommen, dass der Umstieg auf Elektroautos zur Rettung des Planeten beiträgt, ohne zu verstehen, dass für die Herstellung eines jeden Fahrzeugs oder Geräts Metalle benötigt werden. Woher kommen diese Metalle? Was geschieht in den Gebieten, in denen sie abgebaut werden?

Folie 23

Lithium wird auch weiterhin abgebaut werden. Die weltweite Nachfrage und die damit verbundenen Entwicklungs- und Beschäftigungsmöglichkeiten für Länder wie Chile, Bolivien und Argentinien werden dies nicht verhindern. Wir müssen also versuchen, die Auswirkungen so weit wie möglich abzuschwächen.

Um dies zu erreichen, müssen wir effizientere Abbau- und Produktionsverfahren fördern. Dies erfordert erhebliche technologische Innovationen und mehr Forschung. Außerdem sind mehr Studien, Daten und eine Überwachung der Grundwasserleiter in den Salinen erforderlich, wenn der Abbau aktiv ist. Die Herausforderung besteht darin, dass in diesen Bereichen dringend gehandelt werden muss.

Folie 24

Derzeit wird viel an der so genannten direkten Lithiumextraktion gearbeitet, die unter dem Akronym DEL (Direct Lithium Extraction) bekannt ist. Ziel ist es, das Lithium direkt aus dem Wasser zu extrahieren, ohne den Umweg über Verdunstungsteiche zu nehmen, wo viel Wasser verloren geht und der Prozess langsam ist. Ab dem Zeitpunkt, an dem die Sole extrahiert und der Verdunstung ausgesetzt wird, kann es zwischen 9 und 18 Monaten dauern, bis das Endprodukt gewonnen wird. Ziel ist es daher, den Prozess zu rationalisieren und den Wasserverbrauch zu minimieren, indem das Wasser wieder in den Grundwasserleiter eingespeist wird.

Diese Verfahren befinden sich in der Testphase und können verschiedene Formen annehmen, wie z. B. die Verwendung von Membranen, elektrochemischer Trennung, Lösungsmitteln usw. Sie sind auch schneller und benötigen schätzungsweise nur Stunden oder Tage von der Solengewinnung bis zum Lithiumprodukt. Allerdings erfordert dieser Prozess mehr Energie, die nicht mehr aus sauberen Quellen wie der Sonnenenergie stammt. Außerdem wird mehr Wasser benötigt, entweder zur Senkung der Temperaturen in einigen Prozessen oder zur Reinigung und Klärung.

Ziel ist es auch, das Wasser nach dem Extraktionsprozess ohne Lithium wieder einzuspritzen. Dies ist jedoch sehr komplex, da sich das entsalzte Wasser mit der Sole vermischen und die

Lithiumkonzentration verdünnen könnte, wodurch die Gewinnung nicht mehr rentabel wäre. Dies ist ein Problem, das die Unternehmen zu vermeiden versuchen. Darüber hinaus wurde die Möglichkeit der Wiedereinleitung an weiter von den Abbaugebieten entfernten Stellen geprüft, aber es ist nicht bekannt, wie das Wasser im Salar im Allgemeinen wandern oder sich vermischen würde. Dieser Prozess ist in kleinen Salaren noch komplizierter. Er ist nicht einfach und erfordert viele Informationen über das hydrogeologische System, um ihn richtig durchzuführen.

Obwohl diese neue Gewinnungstechnologie den Regierungen und Gemeinden als bessere Methode zur Gewinnung von Lithium präsentiert wird, geht es in Wirklichkeit mehr um die Beschleunigung der Gewinnung als um die Milderung der ökologischen Auswirkungen. Dies ist auf die derzeit hohe Nachfrage nach Lithium zurückzuführen.

Folie 25

Auch das Recycling und die Wiederverwendung von Lithium wird erwähnt, da die Lebensdauer einer Batterie auf etwa 15 Jahre geschätzt wird. Es wird erwartet, dass das Recycling im nächsten Jahrzehnt zunehmen wird.

Es gibt verschiedene Formen des Recyclings, bei denen ein unterschiedlicher Prozentsatz an Lithium gewonnen wird, z. B. durch direktes Recycling oder andere Verfahren, die Wasser, Wärme und damit Energie benötigen, um zu funktionieren.

Leider wird das Recycling bis 2030 schätzungsweise nur etwa 6 % der gesamten Lithiumproduktion ausmachen, so dass es nicht in der Lage sein wird, die für die kommenden Jahre erwartete steigende Nachfrage zu decken. Dieser Anteil wird jedoch in den folgenden Jahrzehnten wahrscheinlich steigen.

Folie 26

Zum Abschluss dieser Präsentation möchte ich die wichtigsten Punkte, die wir angesprochen haben, zusammenfassen:

Lithium ist der Schlüssel für die Energiewende, und seine Nachfrage ist gestiegen und wird weiter exponentiell steigen. Lithium wird JETZT gebraucht. Der Salar de Atacama verfügt über eines der größten Lithiumvorkommen der Welt, und es ist relativ einfach und billig zu gewinnen.

Es gibt ein Problem mit dem Wasserschutz: Das Süßwasser ist geschützt, nicht aber die Solen. Dies führt zu einem Konflikt zwischen den Gemeinden, den abbauenden Unternehmen und dem Staat. Die Soleförderung hat Auswirkungen auf das Süßwasser und die Ökosysteme, die im Übergang zwischen Sole und Süßwasser entstehen. Hier ist weitere Forschung erforderlich.

Es gibt einen Rückgang des Süßwassers in einem von Natur aus wasserarmen Gebiet. Dies ist ein komplexes Problem, das durch den Klimawandel, die Soleförderung und auch andere Bergbauindustrien, wie z. B. Kupfer, verursacht wird.

Die Gemeinden sind von der Veränderung ihres Territoriums und dem Verlust ihrer Kultur und Landschaft betroffen.

Der Salar de Atacama ist einer der größten, ältesten und am besten erforschten Salzseen. Er ist daher auch sehr widerstandsfähig. Dies bedeutet, dass die Ausbeutung neuer (kleinerer und empfindlicherer) Salare im Lithiumdreieck noch stärkere Auswirkungen auf seine Ökosysteme und Gemeinschaften haben würde.