

Der Atacamit in Chile.

Von

Dr. L. Darapsky in Santiago.

Unter den Kupfermineralien, die sich fast alle durch ihren Reichthum an Glanz- und Farbennüancen auszeichnen, verdient in dieser Beziehung unstreitig den Vorzug die von BLUMENBACH Atacamit genannte Verbindung. Die feinen smaragdgrünen, durchsichtigen Krystalle des Oxychlorids sind in der That charakteristisch für die Provinz, deren Namen sie tragen und wo man ihnen unter der verschiedensten Form begegnet. Gleichwohl sind die Nachrichten über Vorkommen und Verbreitung dürftig, und, was misslicher ist, sie lassen nur in wenigen Fällen den Fundort erkennen. Zum Vergleich mit den von mir untersuchten Proben erscheint jedoch die genaue Kenntniss des seither Bekannten unerlässlich.

Das bekannte Handbuch der Mineralogie von J. DOMEYKO enthält nur wenige Andeutungen; dazu entsprechen die analytischen Befunde BERTHIER's, die einzigen, welche darin Aufnahme gefunden, durchaus nicht der Mehrheit der Fälle. DOMEYKO selbst scheint sich nicht eingehender mit dem Mineral beschäftigt zu haben, und so kommt es, dass in dieser Hinsicht die Handbücher von DUFRENOY und DANA weit vollständiger sind.

Die älteste Notiz über das Vorkommen des betreffenden Salzes in Chile geht ein volles Jahrhundert zurück. In einer

Abhandlung, datirt vom 26. April 1786, berichteten der Herzog von LAROCHEFOUCAULT, BAUMÉ und FOURCROY der Pariser Akademie ausführlich über „einen grünen, kupferigen Sand aus Perú“. Die Probe wurde von dem französischen Arzt und Reisenden DOMBEY einem Indier in den Minen von Copiapó abgekauft, welcher behauptete sie in einem Fläschchen der Provinz Lipez, das sich in der Wüste Atacama verliert (sic!) gefunden zu haben, aber nur in geringer Menge. Die Akademiker studirten die Eigenschaften des neuen Kupfersalzes auf's genaueste, und vergassen selbst nicht die blaue Färbung, welche dasselbe der Flamme ertheilt, noch die Fähigkeit die beim Glühen verlorene grüne Farbe durch Feuchtigkeitsaufnahme an der Luft allmählig wiederzugewinnen. An Bestandtheilen erhielten sie ungefähr dieselben und in nahezu demselben Verhältniss wie bald darauf BERTHOLLET.

Im Jahre 1797 sandte CHRISTIAN HEULAND Stücke des Minerals, das er in Adern zu Remolinos fand, nach Spanien; in der Sammlung seines Bruders fehlt es auch nicht von anderen chilenischen Lokalitäten. Später zweifelte VAUQUELIN daran, ob das Chlor auch der Verbindung als solcher wirklich zugehört, wesshalb HAÜY dieselbe anfangs als „grünes superoxydirtes Kupfer“ anführte.

Nichts destoweniger wurde sie in Europa noch lange nachher als Sand beschrieben, und galt für ein ganz besonders kostbares Mittel Geschriebenes zu trocknen, eine Verwendung, wozu sich in der That die feinen, glänzenden Splitterchen, in welche das Mineral beim Reiben zerspringt, vorzüglich eignen.

Eine neue Untersuchung nahm 1800 PROUST (*Recherches sur le cuivre in Annales de chimie*. Bd. 32) vor. Der Atacamit, dessen er sich bediente, scheint gleichfalls aus Chile zu stammen. Er sagt darüber:

„Aus einer Abhandlung, welche DARCET vor dem Institut gelesen, geht hervor, dass das natürliche Muriat aus Chile Salzsäure in ungenügender Menge enthält, um in Wasser löslich zu sein. Ich lasse das Verhältniss seiner Bestandtheile folgen, indem ich dazu die Zusammensetzung des Sandes von DOMBEY setze, welchen ich kürzlich zu untersuchen Gelegenheit hatte.

	Muriat aus Chile.	Sand aus Peru.
Kupfer	57 $\frac{2}{5}$	16,8
Sauerstoff	14 $\frac{3}{5}$	11,7
Salzsäure	10	9,5
Wasser	12	15
Roths Eisenoxyd	2	Sand: 17
Sandiges Kalksulfat . . .	4	

„Da diese Mengen in Folge der verschiedenartigen Theile, die sie enthalten, nicht unmittelbar vergleichbar sind, so beziehe ich sie auf den Zentner, indem ich nur die wesentlichen Componenten hersetze:

	Muriat aus Chile.	Sand aus Peru.
Schwarzes Oxyd	76 $\frac{2,8}{4,7}$	70 $\frac{4,0}{8,3}$
Salzsäure	10 $\frac{3,0}{4,7}$	11 $\frac{3,7}{8,3}$
Wasser	12 $\frac{3,6}{4,7}$	18 $\frac{6}{8,3}$

In modernen Werthen entspräche dies Cu O : 62, Cl : 14, Cu : 12, H₂ O : 12, beziehungsweise Cu O : 54, Cl : 15, Cu : 13, H₂ O : 18.

Zwei Jahre darauf veröffentlichte KLAPROTH (Beiträge zur chemischen Kenntniss der Mineralkörper Bd. III S. 196) die Analyse eines Atacamits, den er aus Chile erhalten zu haben angab, der aber wahrscheinlich aus dem bolivianischen Litoral stammt und nur über Valparaiso verschifft worden war. Er fand darin:

Kupferoxyd	73,0
Salzsäure	13,3
Wasser	13,5
Differenz	0,2

das wäre Cu O : 53,6, Cl : 17,3, Cu : 15,6, H₂ O : 13,5. Die Abweichung dieser Zahlen von denen PROUST's ist nicht minder auffallend als die der letzteren unter sich.

Dasselbe gilt von den Arbeiten DAVY's und GMELIN's, die BIBRA in seiner ersten Abhandlung über den gleichen Gegenstand anführt. Diejenige DAVY's bezieht sich auf eine krytallisirte Probe:

	DAVY.	GMELIN.
Kupferoxyd	73,0	71,6
Salzsäure	16,2	16,3
Wasser	10,8	12,1

oder Cu O : 49,5, Cl : 21,0, Cu : 18,7, H₂ O : 10,8

Cu O : 47,9, Cl : 21,2, Cu : 18,8, H₂ O : 12,1

Die dem Chlor entsprechenden Werthe sind zugleich die höchsten, welche je beobachtet worden sind; oder sollte es statt „Salzsäure“ „Chlor“ heissen und die alsdann vom Kupferoxyd abzurechnende Menge Sauerstoff als Wasser gelten?

BERTHIER's Angabe (*Annales des mines*, 3. Serie Bd. VII S. 542) vermehrt nur die Schwierigkeit.

„Dieses Mineral (das Oxychlorkupfer) kommt aus dem bolivianischen Hafen Cobija und wurde in beträchtlicher Menge durch den Schiffskapitän CHEMILLARD nach Europa gebracht. Es besteht im Wesentlichen aus magnetischem Eisenoxyd sowohl in Körnern als in Krystallen, vermischt mit erdigem Eisenoxyd und durchsetzt von schön grünen Adern von Oxychlorkupfer. Ausserdem enthält es eine kleine Menge Gangart, Kalkspath und Kalksulfat, das hie und da in durchscheinenden Blättchen auftritt.

„Beim Glühen entwickelt dasselbe reichlich Dämpfe von Chlorkupfer, und das Pulver verwandelt dabei seine rothe Farbe in schwarz. Mit Essigsäure bis zum Sieden erhitzt, löst sich alles Oxychlorid nebst einer gewissen Menge Kalk auf, und der Rückstand wiegt 0,745. Besser noch lässt sich das Oxychlorid durch kohlen saures Ammoniak trennen, die Flüssigkeit wird beim Sieden vollständig entfärbt und lässt alles in Form von ammoniakalischem Carbonat gelöste Kupfer fallen. Die Analyse einer essigsauren Lösung von 10 gr. des Minerals ergab mir:

Kupferoxyd . . .	0,1200	} 0,2400	auf's Hundert 50,00
Chlor	0,0358		14,92
Kupfer	0,0320		13,33
Wasser	0,0522		21,75

Der für Wasser entfallende Theil ist grösser als in irgend einer anderen mit chilenischem Material angestellten Untersuchung. Es wäre nicht unmöglich, dass wie DUFRENOY (*Traité de minéralogie* 2. Aufl. Bd. III S. 373) bemerkt, der im übrigen irriger Weise die von BERTHIER untersuchte Probe aus Mexico stammen lässt, ein Theil davon auf Rechnung des Eisenoxydes zu setzen wäre. In keinem Fall kann man aus einer so unreinen Substanz, die von dem fraglichen Mineral kaum ein Viertel enthielt, gültige Schlüsse auf die wahre Zusammensetzung der letzteren ziehen. Die gefundenen Zahlen

führen auch eher auf die Formel $\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{CuO} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ als auf die von PROUST aufgestellte, an die sich BERTHIER hält: $\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{CuO} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Vergesellschaftungen, auf welche BERTHIER's Charakteristik passt, sind im Ganzen in der Provinz Atacama überaus häufig.

ULEX (Annalen der Chemie u. Pharmacie Bd. LXIX S. 361) sammelte seine Proben aus einer in Valparaiso nach Hamburg verladene Schiffsfracht, deren Herkunft wohl wenig von der BERTHIER's abliegt. Er erkannte im Atacamit das Produkt der Umwandlung anderer Kupfersalze durch die Einwirkung des Seewassers, und fand nachstehende Zusammensetzung:

Kupferoxyd	56,23
Chlor	16,12
Kupfer	14,56
Wasser	11,99
Kieselsäure	1,10

MALLET (RAMMELSBERG's Handbuch der Mineralchemie 2. Aufl. Bd. II S. 200) fand einen Atacamit von 4,17 specifischem Gewicht zusammengesetzt aus:

Kupferoxyd	55,94
Chlor	16,33
Kupfer	14,54
Wasser	12,96
Quarz	0,08

was gut mit ULEX' Daten übereinstimmt.

Besondere Bedeutung beanspruchen die Studien von F. FIELD (Journal of the Chemical Society Bd. VII S. 193), dem die Mineralchemie Chiles so viele und werthvolle Bereicherungen verdankt. Die Krystalle, deren er sich bediente, stammten aus einer Mine der Umgegend von Copiapó, wo der Atacamit sowohl in rhombischen Säulen als länglichen Tafeln von 4,5 specifischem Gewicht sich findet. Zwei Analysen gaben nahe unter sich, aber wenig mit seinen Vorgängern zusammenstimmende Resultate:

	I.	II.
Kupferoxyd	53,99	53,62
Chlor	14,94	15,01
Kupfer	13,28	13,34
Wasser	17,79	18,00

Freiherr ERNST VON BIBRA, der 1849 Chile und das damals bolivianische Küstenland besuchte, berichtet (Abhandlungen der naturhistorischen Gesellschaft zu Nürnberg, 2. Heft 1858, S. 221) über reiche Atacamitlager unweit Cobija. „Selbst in Chile,“ erzählt er, „betrachteten die wenigen dortigen Mineralogen den Atacamit als eine grosse Seltenheit, und mein Freund DOMEYKO in Santiago zeigte mir in der dortigen Mineraliensammlung der Universität ein kleines, etwa zollgrosses, sorgsam in Baumwolle verwahrtes Stückchen, mit dem Bedeuten, es sei dies eine grosse Merkwürdigkeit; denn das Mineral komme meist nur als feines Pulver in den Schluchten der Wüste von Atacama vor.

„Ich habe jenesmal andächtig dieses Stückchen bewundert, denn ich hatte früher nur einmal in Europa einen linien-grossen Anflug dieses Minerals gesehen.

„Als ich aber einige Monate später die etwa 150 Meilen von Santiago entfernte Algodon-Bai in Bolivien besuchte, fand ich dort einen solchen Reichthum jenes Fossils, dass ich buchstäblich kaum meinen Augen traute, und beinahe noch nach den angestellten chemischen Proben im Zweifel blieb. Dort habe ich wohl begriffen wie es den Spaniern zu Muthe gewesen sein mochte, als sie so unerwartet auf die Goldschätze jener Länder stiessen, und ihnen ähnlich habe ich zugegriffen nach Kräften und gewühlt mit der Wuth des Sammlers und Forschers in den mir unverwehrten Schätzen.

„Obgleich auch an anderen Orten der Westküste, so in Perú, Atacamit gefunden wird, und ich selbst in Valparaiso welchen fand, den ich jedoch erst in Europa erkannte, ist doch bis jetzt noch nirgend ein solcher Reichthum entdeckt worden als eben in der Algodon-Bai

„Die allgemeine Streichungslinie der Kupfergänge verläuft von Nord nach Süd Ihre Mächtigkeit ist eine ziemlich verschiedene; indessen kann sie vielleicht auf ein bis zwei Meter im Durchschnitt geschätzt werden, und alle diese Gänge fallen zum grössten Theil senkrecht ab, so dass nur selten ein Abfallen in einem Winkel von 60° bis 70° vorkommt.

„In grösseren Teufen ist das Nebengestein Diorit, auch Eklogit, in geringerer Teufe aber meist ein sehr quarzreicher

Syenit. Bisweilen fehlt ihm indessen die Hornblende, und das Gestein besteht aus einem Gemenge von Quarz und Albit ohne andere Bestandtheile als eingesprengtes Kupfererz Die Mineralien nun, aus welchen vorzugsweise die Gänge bestehen sind Kupferglanz, Kupferkies, Rothkupfererz, Ziegelerz, Kupferindig, und endlich unser Atacamit

„(Derselbe) kommt so häufig vor, dass er nicht nur fast allen anderen Kupfererzen beigemischt ist, und sie entweder in feinen Adern durchzieht oder überkleidet, sondern dass er auch ganz allein für sich und nur in Begleitung von wenig Rothkupfererz einen Gang für sich allein ausfüllt. Jene Grube war zur Zeit meines Besuches das Eigenthum eines Franzosen, und derselbe gab ihr den Namen Atacamita. Ein Schacht, der etwa 1600 Fuss niedergeht, und von dem mehrere Strecken ausgehen, ist fast einzig und allein in reinem Atacamit getrieben

„Man findet den Atacamit als derbes Haufwerk krystallinischer Massen rhombischer dem System des Orthotypes angehörenden Prismen; theils sind die Rothkupfererze und Ziegelerze mehr oder minder mit demselben durchzogen Ich besitze ein Exemplar, welches fast gänzlich aus einem Aggregate von pseudomorphen Oktaëdern des Rothkupfererzes besteht, indem die einzelnen drei bis vier Linien grossen Individuen aus den rhombischen Prismen des Atacamit zusammengesetzt sind.

„Während bei diesem und ähnlichem Vorkommen des Kupferchlorides eine direkte Zersetzung angenommen werden kann, ist bei anderen Exemplaren eine Sublimation nicht zu verkennen. Es findet sich in grossen, büschelförmigen, strahlig-blättrigen Massen auf einem etwas kupferhaltigen Eisenoxyde aufgewachsen, oder es füllt in kleineren Individuen dessen Zwischenräume, oder es überzieht Drusenräume anderer Mineralien. So kommt dort ein Eisenoker vor, der bisweilen mit einem dünnen Überzuge von Quarzkrystallen begleitet ist. Zwischem diesem, und wohl auch auf demselben findet sich der Atacamit in einem höchst dünnen, lauchgrünen, krystallinischen Anfluge, so dass die ganze Fläche ein glänzendes und prachtvollcs Ansehen gewinnt.

„Bisweilen kommen dort die Atacamite vollkommen sma-

ragdgrün vor, häufiger aber bräunlichgrün, aber es zeigt sich bei näherer Betrachtung, dass diese Farbe von höchst fein zertheiltem Kupferoxydul herrührt, welcher zwischen den Atacamitkrystallen abgelagert ist, und sichtbar wird, da diese durchscheinend sind.

„Ganz abgesehen von anderen chemischen Reactionen, die bei dem Aufsteigen der Kupfererze und bei der Anfüllung der Gangspalten vor sich gegangen sind, reicht wohl schon allein das Seewasser zur Erklärung dieser häufigen Atacamitbildung hin. Wahrscheinlich ist das Heraufdringen der Kupfererze noch vor der Hebung jenes Küstentheils über den Spiegel der See vor sich gegangen.

„Submarine vulkanische Thätigkeit erhitze und spaltete gleichzeitig den Meeresgrund und die tiefer liegenden, wahrscheinlich schon gebildeten Felsitformen. Durch die gebildeten Spalten drangen die Kupfererze ausfüllend nach, während das von oben eindringende Seewasser die Zersetzung der Kupfererze bewirkte

„Die bei dem damaligen höheren Atmosphärendruck ebenfalls höhere Temperatur des Siedepunktes, auf der anderen Seite die hohe Temperatur der Wasserdämpfe erklärt leicht die Umsetzung einiger Kupfererze, besonders des Oxyduls in Chlorkupfer, auf der anderen Seite aber liegt klar am Tage, dass ein Theil des neugebildeten Minerals durch die hohe Temperatur, welche in den Gangspalten herrschte, sublimirt werden musste.“

Die ebenda mitgetheilte Analyse:

Kupferoxyd	56,00
Chlor	16,11
Kupfer	14,45
Wasser	12,13
Kieselsäure	0,91
Verlust	0,40

nähert sich denen von ULEX und MALLET; nachmalige Untersuchungen desselben ERNST VON BIBRA (Journal für praktische Chemie Bd. XCVI S. 203) reihen die Krystalle der Algodon-Bai an die von FIELD untersuchten Vorkommnisse an. Nämlich:

	I.	II.
Kupferoxyd	52,54	52,40
Chlor	14,96	15,07
Kupfer	13,33	14,00
Wasser	19,17	18,53

Vollkommen hievon verschieden erscheint die Varietät, deren Beschreibung DOMEYKO (Mineralojía 3. Aufl. S. 209) mit folgenden Worten gibt:

„Unter den Atacamitproben der Küstenregion der Wüste Atacama erregten meine Aufmerksamkeit einige oxychlorürte, dichte Massen, die an Farbe dem Malachit glichen, zum Theil von krystallinischem Korn, und zwischen ihnen lange dünne Krystalle bis zu 12 und 15 Millimeter Länge auf weniger als einen Millimeter Dicke, gekrönt durch die Basis, der Länge nach gestreift, ähnlich dem Turmalin darin, dass der Querschnitt der Krystalle ein sphärisches Dreieck bildete; dabei stark glänzend, schwarz im auffallenden und schön smaragdgrün im durchgehenden Lichte. Die Krystalle haften so fest ihrer Unterlage an, dass ich nur mit Mühe 34 Centigramm reiner krystallinischer Substanz zur Analyse erhalten konnte, deren Resultat im Wesentlichen ein Aequivalent Oxyd auf ein Chlorid ergibt und Zweifel hinsichtlich der Wassermenge offen lässt.“

Im Gegentheil stark basisch erscheint das schwarze Mineral aus dem Minendistrikt „El Cobre“, welches STÜVEN analysirte ohne Glanz und anderes Zeichen der Individualisation ausser einer blätterigen Struktur. DOMEYKO gibt an, dass solche schwarze, graue oder röthliche Mineralien in verschiedenen Minen von Atacama vorkommen, und bringt die STÜVEN'sche Analyse in folgender Form (l. c. S. 210):

Chlor	7,5
Kupferoxyd	75,5
Eisenoxyd	3,6
Schwefel	1,7
Wasser	12,1
Kieselsäure	0,5

Daraus ergäbe sich für die reine Substanz, vorausgesetzt, dass sie einen einheitlichen Körper darstellt, unter Ausschluss des Pyrits:

Chlorkupfer	16,9
Kupferoxyd	68,7
Wasser	14,4

In einer neuerlichen Mittheilung an den Deutschen Wissenschaftlichen Verein führt der Autor 15,2 Prozent Chlor neben 74,7 Kupferoxyd auf, mit Beibehaltung der übrigen Ziffern, was alsdann vom gewöhnlichen Atacamit sich kaum entfernt.

Verbindungen verwandter Art sind indessen in Cornwall gefunden und von CHURCH beschrieben worden.

Auf den ersten Blick weit vom Atacamit verschieden scheint auch ein Mineral der Umgegend von Copiapó, das ich zu untersuchen Gelegenheit fand. Es bildet ein Conglomerat vierseitiger Säulen oder Prismen von kupferiger Farbe, die unregelmässig mit einander verwachsen sind. Im Querschnitt möchte man diese Prismen, deren grösste bis 30 mm. Länge auf 5 Breite erlangen, für quadratisch halten. Aber ihre Flächen tragen neben Längsstreifen Anzeichen von einspringenden Winkeln, was jede Messung ausschliesst und auf polysynthetische Verwachsung schliessen lässt. Endflächen konnte ich keine auffinden, wohl aber Spaltungsflächen im Sinne eines Domas. Die Flächen selbst sind völlig glanzlos; ein feines rothes Pulver bröckelt davon ab. Auf dem Schnitt zeigen sich marmorartige, grüne Figuren zwischen der rothbraunen Masse, die sonach der eigentlich krystallinischen Substanz wohl fremd ist.

Verdünnte Salz- oder Salpetersäure lösen die Krystalle bis auf einen rothen Rückstand auf, welche das Mikroskop in eine Menge kleinster, oktaëdrischer Krystalle zerlegt, die bald lose, bald zu Gruppen unter sich verwachsen nur durch eine Spur weisser, kieseliger Erde verunreinigt sind. Starke Salzsäure bildet damit eine gelbe Lösung, in der noch der weisse Theil zurückbleibt; die so erhaltene Lösung enthält eine kaum bemerkbare Spur Kupfer, während die zuvor abgeschiedene verdünnte Lösung frei von Eisen ist.

Vor dem Löthrohr zeigen die grossen Krystalle sonst alle Eigenschaften des Atacamits. Die Analyse ergab:

Kupferoxyd	48,04
Chlor	11,62
Kupfer	10,39
Schwefelsaurer Kalk . .	0,40
Wasser	13,81
Kieselsäure } unlöslich . .	1,78
Eisenoxyd } . .	13,96

Mit Ausschluss der Beimengung käme das gleich:

Kupferoxyd	57,01
Chlor	13,79
Kupfer	12,11
Wasser	17,09

welche Zusammensetzung genau der Formel $\text{CuCl}_2 \cdot 4\text{CuO} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ entspricht und den Resultaten von FIELD sowie den späteren Analysen von ERNST VON BIBRA nahekومت, die mit geringer Abweichung auf $\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{CuO} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ führen.

Aus der Grube María Luisa im Minendistrikt „El Cobre“ wurde vor längeren Jahren ein Stück derben Chalcosins entnommen, das eine Druse besitzt, ausgekleidet mit einem orangefarbenen krystallinischen Überzug, während querüber blatt dünne, glänzende, schwarze Krystalle sich ausspannen, die, wenn sie nicht eigenthümlich abgesetzt wären und leicht gekrümmte Flächen böten, man bei flüchtiger Betrachtung für Turmalin nehmen möchte. Bis 12 mm. lang, sind sie an den Enden regelmässig eingewachsen, so dass ihre Löslösung unmöglich wird mit Rücksicht auf ihre grosse Zerbrechlichkeit. Die am besten ausgebildeten Krystalle werden wohl einen Millimeter breit; die Dicke dagegen geht nicht über $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{6}$ Millimeter hinaus, zwischen zwei parallelen Flächen gemessen, welche mit vier anderen ihrer Kleinheit wegen schwer messbaren ∞P , $\infty \bar{P} \infty$ entsprechen. Die kleinsten Exemplare sind im durchfallenden Lichte lebhaft grün, ebenso wie das Pulver der übrigen.

Die mikrokrystallinische Kruste, aus der sie sich erheben, besteht zum grössten Theil aus Eisenoxyd mit einer geringen Menge Schwefelsäure. Auch die dunklen Krystalle, deren specifisches Gewicht 3,11 beträgt, zeigen Spuren von Schwefelsäure und setzen sich zusammen aus:

Kupferoxyd	54,77
Chlor	15,77
Kupfer	14,10
Wasser	15,36

Wiederum hievon verschieden ist das Verhältniss der Bestandtheile eines Atacamits, welcher die ganze Oberfläche eines losen Felsblocks überzieht, mit folgender Aufschrift: „Lesestein, gefunden im Llano de Chueca, 3 Leguas von der

Grube Zorraquina, Grubenbezirk Chañarcillito, zwischen Copiapó und Puerto viejo de Copiapó gelegen, in einer Entfernung von 14 Leguas vom Hafen Caldera. Januar 1877.“
Dünne Tafeln mit eckigem, unregelmässigem Umriss, dunkelgrün, und von parallelen Streifen durchfurcht:

Kupferoxyd	55,06
Chlor	16,18
Kupfer	14,47
Wasser	13,93
Unlösliches	0,36

Eine andere Probe, die der verstorbene Geologe VOLKMANN, einer von PITTIS' Assistenten bei der topographischen Aufnahme Chiles, nur nach dem Namen des Besitzers der Mine „Erdmann“ in Copiapó angemerkt, gleicht der eben beschriebenen durchaus. Der in Salpetersäure unlösliche Theil stellt ein voluminöses, schwärzlich gelbes Pulver dar.

Kupferoxyd	53,31
Chlor	15,64
Kupfer	13,99
Wasser	14,04
Schwefelsaurer Kalk . .	Spuren
Unlösliches	3,15

Hierher gehört auch der Atacamit von Los Bordos, der in dünnen Schuppen einer thonigen Gangart aufsitzt, die ausserdem von zahlreichen Atacamitäderchen durchzogen ist. Unter dem grünen Salz verbirgt sich eine braune, eisen-schüssige Masse, in der hie und da ein Gypskrystall auffällt. Aus Eisenoxyd besteht auch der grösste Theil des Rückstandes, welcher der Einwirkung verdünnter Säuren widersteht.

Kupferoxyd	56,48
Chlor	15,14
Kupfer	13,54
Wasser	14,43
Schwefelsäure	0,13
Unlösliches	0,45

Der schwefelsaure Kalk ist der regelmässige Begleiter vieler Atacamite. Nach DOMEYKO wird der Kern der Agglomerate zuweilen von einem Gypskrystall gebildet. Die Gegenwart des letzteren ist wohl geeignet, Licht auf den Ursprung des Atacamites zu werfen. In Spuren fehlt er auch nicht

in zwei anderen Proben aus Atacama, deren näheren Fundort ich nicht angeben kann. In beiden bildet das grünschwärze Salz basaltähnliche Säulen am Rande einer thonigen Grundmasse, welche nach allen Richtungen hin von hellgrünen Schnüren durchsetzt wird. In der dichtgedrängten Masse der Krystalle ist es unmöglich bestimmte Flächen zu unterscheiden; der Querschnitt des Ganzen zeigt cellulären Anblick. Vereinzelte Körnchen von Eisenocker sitzen dazwischen, die aber beim Zerkleinern sich leicht entfernen lassen. Die Zusammensetzung ist folgende:

Kupferoxyd	54,55	55,65
Chlor	16,30	15,82
Kupfer	14,58	14,15
Wasser	13,39	14,30
Schwefelsaurer Kalk . .	Spuren	Spuren
Unlösliches	0,93	0,08

Zahllos sind die Vergesellschaftungen des Atacamits mit Eisenocker und anderen Oxyden und Sulfaten, von denen einige bedeutenden Silbergehalt aufweisen sollen. Siehe übrigens darüber DOMEYKO: *Anales de la Universidad* 1867, I, S. 46. Für die Entstehungsgeschichte des Oxychlorids sind sowohl die Art der Beimengungen als auch seine ausgedehnte Verbreitung von Bedeutung. Das Mineral z. B., welches BREITHAUPT (Berg- und hüttenmännische Zeitung Bd. XXIV S. 310) unter dem Namen Atlasit beschreibt vom Chañarcillo-Berg, ist im Wesentlichen ein mit Atacamit imprägnirter Malachit. BIBRA fand (Beiträge zur Naturgeschichte von Chile in den Denkschriften der K. Akademie der Wissenschaften zu Wien Bd. V) den Atacamit selbst im Granit vom Valparaiso. Sowohl in den sogenannten lancas (Kieselkupfer), als in den natürlichen Carbonaten dürfte er sehr gewöhnlich sein. So fand ich in einem lauchgrünen Malachit vom Manto Tres Gracias, Pueblo Humido, im Departement Chañaral:

Kupferoxyd	67,4
Chlor	0,5
Schwefelsäure	2,4
Kalk	2,2
Wasser und Kohlensäure .	21,4
Rückstand	6,1

Wohl verlohnte es ein näheres Studium den geographischen Grenzen dieser Chloruration nachzugehen, die unmöglich das Werk zirkulirender Wässer sein kann, vielmehr auf Umwälzungen umfassender Art hindeutet.

Was nun die chemische Zusammensetzung anbelangt, die uns hier vor allem beschäftigt, so genügt ein Blick auf die gegebenen Zahlenreihen um sich von der Unthunlichkeit zu überzeugen, alle auf eine typische Formel zurückzuführen. Denn der grösste Theil der beschriebenen Mineralien ist nicht allein musterhaft rein; die einfachen Operationen, welche die Bestimmung der Bestandtheile erfordert, lassen auch keinen Raum zu grösseren Abweichungen. Das Chlor z. B. lässt sich unter den bewandten Umständen leicht bis auf Hundertel und bei einigem Fleisse bis auf Tausendstel Prozent genau bestimmen. Zur besseren Übersicht mögen hier die letzten Reihen, auf völlig reines Material berechnet, folgen:

Kupferoxyd . . .	57,01	54,77	55,26	55,04	56,77	55,26	55,70
Chlor	13,79	15,77	16,24	16,15	15,21	16,45	15,83
Kupfer	12,11	14,10	14,52	14,45	13,61	14,72	14,16
Wasser	17,09	15,36	13,98	14,50	14,41	13,57	14,31

Ohne Schwierigkeit lassen sich die fünf letzten Nummern mit den Analysen von ULEX und MALLET, sowie mit der älteren von BIBRA zusammenstellen, immer mit Zulassung geringer Schwankungen. Alle nähern sich dem Werthe $\text{Cu Cl}_2 \cdot 3\text{Cu O} \cdot 3\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$. Nun entscheiden sich einige Autoren lieber für $\text{Cu Cl}_2 \cdot 3\text{Cu O} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, andere für $\text{Cu Cl}_2 \cdot 3\text{Cu O} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Davon verlangt:

	$3\text{H}_2\text{O}$	$3\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	$4\text{H}_2\text{O}$
Kupferoxyd . . .	55,85	54,72	53,59
Chlor	16,63	16,29	15,96
Kupfer	14,87	14,57	14,27
Wasser	12,65	14,42	16,18

Für die letzte Reihe ist meines Wissens noch kein realer Beleg aufgefunden worden. Aber selbst die zweite erscheint zu komplizirt, um ohne Weiteres annehmbar zu sein. Wird doch mit Recht betont, dass die Beständigkeit der Verbindungen wesentlich von der Einfachheit des Verhältnisses ihrer Bestandtheile abhängt. Fast alle anders beschaffenen Silikate wenigstens haben sich als isomorphe Gemenge oder Zwillingsbildungen herausgestellt.

Angenommen einmal, die zweite Formel sei die den genannten Fällen am besten entsprechende, deren Mittelwerthe indessen nicht einmal mit denen, welche die Theorie verlangt, zusammenfallen, so müsste man für die übrigen noch ebenso viel neue Formeln zugeben. RAMMELSBERG (Die chemische Natur der Mineralien S. 22) ist für $\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{CuO} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ und nimmt ausserdem noch vier spezielle Abänderungen zu Hülfe. Die Existenz so zahlreicher und unter sich so wenig verschiedener Verbindungsstufen steht aber kaum mit bekannten Gesetzen in Einklang. Zum mindesten sollten diesen Verschiedenheiten auch Unterschiede in Farbe und Form entsprechen, welche der Atacamit nicht aufweist. Dagegen spricht die unregelmässige Ausbildung der Krystalle, ihre schwanken Winkelmaasse, sowie ihre eigenthümliche Verwachsung zu Gunsten der Annahme, dass der Atacamit in wenigen Fällen eine mineralogische Einheit bildet, sondern gewöhnlich aus zwei und mehr Individuen sich zusammensetzt, die in bestimmter Art verwachsen. Das wäre genau die TSCHERMAK'sche Theorie über die Zusammensetzung der Feldspäthe oder die Ansicht, welche STRENG (Berichte der oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde Bd. XVI) über den Chabazit und seine Homologen hegt. Ohne Zweifel gibt es viele Mineralien, welche im gleichen Falle sich befinden, je nach den Umständen, unter denen sie sich gebildet haben. Leider bin ich nicht in der Lage, beweiskräftige Untersuchungen in dieser Beziehung anzustellen, oder auch nur die vorliegenden Materialien vollständig in Betracht zu ziehen. Vermuthlich ist ein Grenzfall: $\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{CuO} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, und der andere: $\text{CuCl}_2 \cdot 4\text{CuO} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Die Analogieen, welche den Atacamit mit dem Malachit einerseits und mit dem Brochantit andererseits verknüpfen, scheinen diese Voraussetzung zu unterstützen. NAUMANN hob schon die Ähnlichkeit der Zusammensetzung von Chlorid und Carbonat hervor, von der Absicht geleitet, die Umwandlung des einen in das andere durch einen einfachen Austausch eines Theils der Elemente zu erklären. Noch deutlicher ist die Beziehung zum Brochantit, d. h. zu den verschiedenen basischen Kupfersulfaten, welche unter verwandten Umständen auftreten und äusserlich von dem Atacamit kaum zu unterscheiden sind.

Feine Nadeln von 6 mm. Länge und $\frac{1}{5}$ mm. Dicke erhielt ich aus der Nähe von Tocopilla. Die grasgrünen Krystalle waren so vielfältig mit ihrer rothbraunen Unterlage verwachsen, dass sie mechanisch von dem Eisenoxyd, woraus letztere bestand, sich nicht trennen liessen. So fand ich denn:

Kupferoxyd . . .	51,70 oder auf reine Substanz bezogen	69,61
Schwefelsäure . .	13,25	17,95
Wasser	9,18	12,44
Rückstand . . .	26,18	

Der Rückstand gilt, wie oben, für das von verdünnter Salpetersäure nicht Angegriffene. Die Zahlen für das Sulfat ergeben genau die Formel: $\text{SO}_4\text{Cu} \cdot 3\text{CuO} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Gewöhnlich erfordert der Brochantit eine komplizirtere Zusammensetzung; PISANI verlangt für die Langit genannte Varietät: $\text{SO}_4\text{Cu} \cdot 3\text{CuO} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, das wäre also analog dem Mittelwerth für den Atacamit.

Glücklicher Weise gibt es eine lange Reihe künstlicher Darstellungen des Oxychlorids, welche die Gesetze seiner Bildung veranschaulichen. Das Bremer Blau gehört dahin. KANE (*Recherches sur la nature et la constitution des composés d'ammoniaque in Annales de chimie et de physique* 2. Serie Bd. 72) hat gezeigt, dass der durch unvollständige Fällung einer Kupferlösung mit Alkali erhaltene Niederschlag $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{CuO} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ nach einander 1, 3 und 4 Aequivalente Wasser verlieren kann. Auf 250° erhitzt verwandelt er sich in ein schwarzes Pulver, das mit Wasser befeuchtet unter Ergrünen 3 Moleküle desselben aufnimmt, um deren zwei wieder bei 140° zu entlassen.

Das beständigste Salz ist das dreibasische Chlorid $\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{CuO} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, das unter anderem durch völliges Ausfällen des Kupfers mit Alkali entsteht. KANE erhielt eine bläuliche Verbindung $\text{CuCl}_2 \cdot 4\text{CuO} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ durch Behandlung des ammoniakalischen Chlorids mit Wasser. Mittelst Ammoniaks lassen sich auch andere solche Verbindungen herstellen. In ungenügender Menge der Mischung aus einem Theil Vitriol und zwei Kochsalz zugesetzt, schlägt es $\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{CuO} \cdot 3\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ nieder. Beim Gebrauch von Kali anstatt Ammon erhielt REINDEL (*Journal für praktische Chemie* Bd. 106 S. 378) $\text{CuCl}_2 \cdot 3\frac{1}{2}\text{CuO} \cdot 4\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$. Durch Übersättigung mit

Ammoniak und Auslaugung des Rückstandes gewann NEUMANN $\text{CuCl}_2 \cdot 6\text{CuO} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$.

Kocht man essigsäures Kupfer mit alkalischen Chlorüren oder essigsäure Alkalien mit Chlorkupfer, so entsteht ein Absatz von $\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{CuO} \cdot 3\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$. FIELD (*Philosophical Magazine*, 4. Serie Bd. XXIV S. 123) beobachtete, dass alkalisches Hypochlorid in einer überschüssigen Chlorkupferlösung einen Niederschlag von $\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{CuO} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ hervorruft, der bei längerem Verweilen Wasser aufnimmt und sich in $\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{CuO} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ verwandelt.

Wie der letzte Fall beweist, entsprechen die Formulationen nicht immer wirklichen Verbindungen. Sicherlich aber gibt es verschiedene ächte Oxychloride.

Keiner dieser Laboratoriumsversuche ist im Schooss der Erde möglich. Höchstens das Experiment DEBRAY'S (*Bulletin de la Société chimique*, Bd. VII S. 104), welcher durch Erhitzen der Mischung von dreibasischem Kupfernitrat mit Kochsalz auf 200° , oder der des letzteren mit Sulfat auf 100° ein dreifach gewässertes Oxychlorid erhielt, wäre denkbar. Vulkanische Kräfte dürfen zunächst ausser Spiel gedacht werden, insofern sie zwar die Ausblühungen des grünen Salzes nachträglich verändern, nicht aber ursprünglich hervorrufen konnten. Dagegen weist das gemeinsame Vorkommen mit Gyps und Kalkspath und die innige Durchdringung mit Eisenoxyd und Kupferoxydul in direkter Linie auf Pyrite und ähnliche Mineralien, die wahrscheinlich, bevor sie mit dem Salz des Seewassers in Berührung kamen, schon tiefgreifende Zersetzungen erlitten hatten, wie solche in den ungeheuren Mengen polcura oder Alaunerden längs der ganzen Cordillera ausgeprägt sich finden. Die Gegenwart von Gyps lässt sich durch eine bei dieser Gelegenheit erfolgte Zersetzung des Carbonates erklären, welches die zirkulirenden Gewässer von den Salbändern abgelöst und in den Oxydationsherd hineingeführt hatten, wo es die flüchtige Säure gegen die stärkere Schwefelsäure vertauschte. Von dem zurückbleibenden Eisenoxyd und Kupferoxydul oder -Carbonat erfuhren alsdann die beiden letzteren allein die Chlorirung, sei es auf primärer, oder was sehr häufig vorliegt, auf sekundärer Lagerstätte.

Wichtige Aufschlüsse über Constitution und Bildungs-

weise des Atacamits verdanken wir BERTHELOT (*Recherches sur les sels basiques et sur l'atacamite* in *Annales de chimie et de physique* 5. Serie Bd. 23 S. 566). Das von ihm benutzte Salz (er sagt nicht, woher es stammt) entsprach der Formel $\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{CuO} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Die bei der Lösung des Chlorides in Gegenwart von kaustischem Kali entwickelte Wärmemenge war fast der bei der Einwirkung auf Kupferoxyd entbundenen gleich, während die Bildung des Oxychloridanhydrids kaum von irgend welcher Wärmetönung begleitet war, was deutlich zeigt, „dass das Hauptbindemittel des complexen Oxychlorids eben das Wasser ist.“ Folglich ist es unmöglich, dass der Atacamit durch Ersatz des Hydratwassers des Chlorids durch Oxyd seinen Ursprung genommen. Auch ist die Gesamtbildungswärme des Atacamits mehr als doppelt so gross als bei der Lösung des Chloridanhydrids. Folglich genügt eine geringe Störung im Gleichgewicht des letzteren um bei Gegenwart des nöthigen Oxyds den Atacamit hervorzurufen.

Ser. II. Vol. X. No. 5 u. 6. — ALESSANDRO PORTIS: Nuove località fossilifere in Val di Susa. 141.

Ser. II. Vol. X. No. 7 u. 8. Juli und August. — SIMONELLI: Terreni e fossili dell' Isola di Pinosà nel Mar Tirreno. 193. — E. CORTESE: La zona a Congerie presso Cantazaro. 250. — A. TELLINI: Numoliti della Repubblica dell' Equatore. 252.

19) Bolletino della Società Geologica Italiana. 1889. Roma. 8^o. [Jb. 1889. I. -372-.]

Vol. VIII. Fasc. 1. — F. SACCO: I colli Monregalesi (con 1 tav.). 58. — G. TUCCIMEI: Il Villa franchiano nelle valli Sabine e i suoi fossili caratteristici (con 1 tav.). 95. — A. NEVIANI: Contribuzioni alla Geologia da Catanzarese (con 1 tav.). 133.

Fasc. 2. — A. VERRI: Geologia e topografia. 159. — C. DE STEFANI: Le rocce eruttive dell' eocene superiore nell' Apennino. 175. — L. FORESTI: Del genere Pyxis MENEGHINI e di una varietà di Pyxis pyxidata Br. 264.

20) Atti della Società Toscana di Scienze Naturali in Pisa. Processi Verballi. Vol. VI. [Jb. 1889. I. -373-.]

Vol. VI. Mai. — BUCATTI: Sulla sabbia silicea di Tripalle presso Fauglia in provincia di Pisa. 220. — DE AMICIS: Altri calcari ad „Ellipactinia“ nella provincia di Salerno. 238.

Berichtigungen.

1889. II. S. 12 Z. 12 v. o. lies Pissis statt Pittis.

„ „ S. 249 Z. 3 v. o. lies Andalusit statt Sillimanit.

„ „ S. -284- Z. 9 v. u. lies Gerstungen statt Gertungen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1889

Band/Volume: [1889_2](#)

Autor(en)/Author(s): Darapsky L.

Artikel/Article: [Der Atacamit in Chile. 1-18](#)