

# Berg- und Hüttenwesen.

Redaction:

Hans Höfer,

o. ö. Professor der k. k. Bergakademie in Leoben.

C. v. Ernst,

k. k. Oberberggrath, Bergwerksprod.-Verschl.-Director in Wien.

Unter besonderer Mitwirkung der Herren: Dr. Moriz Caspaar, Obergeringieur der österr. alpinen Montangesellschaft in Wien, Joseph von Ehrenwerth, k. k. a. o. Bergakademie-Professor in Leoben, Dr. Ludwig Haberer, k. k. Oberberggrath im Ackerbau-Ministerium, Julius Ritter von Hauer, k. k. Oberberggrath und o. ö. Professor der k. k. Bergakademie in Leoben, Joseph Hrabák, k. k. Oberberggrath und Professor der k. k. Bergakademie in Příbram, Adalbert Káš, k. k. a. o. Professor der k. k. Bergakademie in Příbram, Franz Kupelwieser, k. k. Oberberggrath und o. ö. Professor der Bergakademie in Leoben, Johann Mayer, k. k. Berggrath und Ober-Inspector der k. k. priv. Kaiser Ferdinands-Nordbahn, Franz Pošepný, k. k. Berggrath und emer. Bergakademie-Professor in Wien und Franz Rochelt, k. k. Oberberggrath, o. ö. Professor der k. k. Bergakademie in Leoben.

Verlag der Manz'schen k. u. k. Hof-Verlags- und Universitäts-Buchhandlung in Wien, Kohlmarkt 20.

Diese Zeitschrift erscheint wöchentlich einen bis zwei Bogen stark und mit jährlich mindestens zwanzig artistischen Beilagen. Pränumerationspreis jährlich mit franco Postversendung für Oesterreich-Ungarn 12 fl. ö. W., halbjährig 6 fl., für Deutschland 24 Mark, resp. 12 Mark. — Reclamationen, wenn unversiegelt, portofrei, können nur 14 Tage nach Expedition der jeweiligen Nummer berücksichtigt werden.

INHALT: Salzvorkommen in Süd-Persien. — Spannungen, welche prismatische Körper, speciell Bergwerks-Förderseile und Gestänge durch statische und besonders durch dynamische Beanspruchungen erfahren. (Fortsetzung.) — Seilbahn für grosse Lasten. — Notizen. — Literatur. — Auitliches. — Ankündigungen.

## Salzvorkommen in Süd-Persien.

Von Hans Winklehner, Bergingenieur, Deh Schutran, Persien.

Der Salzreichtum Persiens ist eine ziemlich allgemein bekannte Thatsache, denn Salz ist jenes Mineral, welches dem Reisenden und Schürfer in Iran beinahe Schritt für Schritt in den verschiedensten Formen vor Augen tritt. Gross ist insbesondere die Zahl natürlicher Soolquellen mit grösserem oder geringerem Salzgehalte. Ein Blick auf eine Detailkarte des Landes zeigt, dass dieser Salzreichtum nicht an einzelne bestimmte Bezirke gebunden, sondern über das ganze ausgedehnte Reich zerstreut ist, denn Dorfnamen wie Ab sehur (salziges Wasser), Ab Namak (Salzwasser), Kuh Namak (Salzberg), God Namak (Salzbrunnen), Tschah Namak oder Tschah Sehur (Salzquelle) u. s. w. finden sich in Azerbeidschan sowohl, als in Mekran, in Chorassan sowohl, als in Luristan, und weisen auf die Existenz von Salz, entweder als Steinsalz oder als natürliche Soole, hin. Ueber das ganze Land verbreitet finden sich auch weite Salzwüsten oder Salzsteppen, vom Volke „Kavir“ genannt, welche nicht unbedeutliche Mengen von Salz bergen.

Eine gewisse Concentration des natürlichen Vorrathes von Salz scheint im Süden Persiens, in den Distrieten längs des persischen Golfes stattzufinden. Beinahe sämtliche grösseren Flüsse, mit Ausnahme des Karun und des Rud Minab, führen Wasser von grösserem oder geringerem Salzgehalt und nur selten trifft man fliessendes Wasser, bei dem der Salzgehalt so gering ist, dass er nicht sofort durch den Geschmack erkennbar wäre. Meist ist das Wasser so salzreich, dass eine weisse, oft fast

fingerdicke Kruste von reinem Salze die Ufer und das zum Theil trockenliegende Flussbett überzieht und das Wasser selbst für Thiere untrinkbar wird. Die in den Dörfern oft auf nur einige Meter niedergehenen Brunnen liefern meist unangenehm salzig schmeckendes Wasser. Natriumchlorid spielt in der Lösung die Hauptrolle: Bittersalz ist ebenfalls in nicht unbedeutenden Mengen nachweisbar. Der Gehalt an Kalk und Gyps ist oft auffallend hoch und Alaun constatirte ich im Sefid Rud bei Daliki, einem ziemlich starken Bergstrome, der bei Buschire in den Golf mündet, und in einigen schwachen Bächen am Ras Bostanah bei Lingah. Andere grössere Flüsse führen beinahe nur reines Kochsalz in Lösung, wie z. B. der Rud i Mand und der Rud Ahmadi. Das Wasser des Rud Zendan, der den Engpass Täng Zendan auf der Karawanenroute von Bender-Abbas nach Kerman durchströmt, fand ich reich an Bittersalz.

Zu dem Gehalte an Salz gesellt sich manchmal noch ein gewisser Gehalt an Schwefelwasserstoff; auf einer Reise in Däschistan traf ich eine starke Quelle mit beiden dieser Stoffe in ziemlich grossen Procent-sätzen. Die reichsten natürlichen Soolen beobachtete ich auf den Inseln Kischim und Hormuz im persischen Golfe; dieselben enthielten durchschnittlich 12% reinen Kochsalzes und wurden von den auf den Inseln ansässigen Arabern auch zur Salzgewinnung verwerthet.

Die höchstgelegene Salzquelle fand ich in einer Seehöhe von 2840 m auf dem Wege von Rahbur nach

Baft, auf dem Plateau des Schah Kuh, südlich von Kerman. Dieselbe entströmte einer Verwerfung in stark verwittertem Trachyt.

Der Salzgehalt der Wasserläufe ist selbstverständlich im Sommer unvergleichlich grösser als im Winter, und während der heissen gänzlich regenlosen Monate von Mai bis October sind die Strombette oft bis auf eine unbedeutende salzgesättigte Wasserader gänzlich trocken und eine schneeweisse Kruste von Salz überzieht den Boden und die Uferwände. Während des regenreichen Winters schwellen die Flüsse an und der Salzgehalt sinkt auf ein Minimum herab.

Süsswasserseen sind in Iran ungemein spärlich. Bei Kasrun auf dem Wege von Buschire nach Schiraz findet sich ein solcher von etwa 6 km Umfang und auch bei Deschterdshan, etwa 90 km westlich von Schiraz, nimmt ein Süsswassersee, vielmehr ein Sumpf, in einer Seehöhe von circa 2100 m einen kleinen Theil des Hochthales ein. Zahlreich und ausgedehnt jedoch sind Salzwasserbecken, wie der See von Uruhiah, der neugebildete See von Kum und der See von Mahlu, östlich von Schiraz. Namentlich der See von Niris oder Bachtegan, den ich auf dem Wege von Schiraz nach Kerman passierte, ist so reich an Salz, dass animalisches Leben gänzlich fehlt. Die Umgegend desselben ist unendlich öde und eintönig und bietet ein Bild, das vielleicht nur am toten Meere seinesgleichen findet. Nichts als nackte rothe Kalkfelsen ohne jede Vegetation, deren Eintönigkeit nur hie und da durch schneeweisse Auswitterung von Salz unterbrochen wird, umgeben den See, aus dessen schmutziggrauer Wasserfläche einige flache Sandbänke und Kalkriffe, mit Salz überzogen, wie kleine Schneeberge, emporragen. Das Wasser ist reich an Kochsalz, Bittersalz, Kalk u. s. w. und enthält diese Stoffe in solcher Menge, dass nach Angabe der Eingeborenen selbst kein einziger Fisch in demselben vorkommt und auch in der Umgebung kein einziges Lebewesen existieren kann.

Ein weiteres Vorkommen von Salz repräsentieren die Kavire oder Salzsteppen, welche einen bedeutenden Theil des Hochlandes von Iran einnehmen. Die tiefstgelegenen Theile der ausgedehnten persischen Steppen sind meist Kavir, das heisst Flächen, bedeckt von einer mehr oder minder dicken Kruste von Salz und mit einem gewissen Salzgehalt des Bodens selbst. Meist erscheint das Salz nur als dünne Auswitterung, an vielen Orten aber auch als starke, zusammenhängende Kruste und im Boden finden sich grosse, ziemlich reine Klumpen desselben. Zwischen Niris und Saidabad beobachtete ich eine, mehrere Meilen breite Steppe, deren Ueberzug von Salz an 3 bis 4 cm stark und flach und glänzend wie ein Spiegel war. Ich fand Kavire von geringer Ausdehnung im Districte Däsehtistan, mit Unterbrechungen von Buschire bei Bender Kangun ziehend, auf der Insel Kisehim, zwischen Bender Abbas und Minab, zwischen Khairabad und Saidabad, in Narmaschir an der Grenze von Persisch-Beludschistan, am Ostrande des Kuh Benan u. s. w., kurz in jeder

der von mir bereisten Provinzen; doch sind diese Flächen über das ganze Reich vertheilt und zählen nach Hunderten. Im Kavir zu Khairabad und Saidabad beobachtete ich dünne Adern von Gyps, welche, beinahe congruente Rhomben bildend, die Salzkruste kreuzten. Die Salzsteppe zwischen Schär Babek und Del Schuturan enthält ausser Salz auch noch Borax, welcher entweder stark mit erdigen Bestandtheilen gemengt oder in Knollen von grosser Reinheit, unter einer etwa 5 dm dicken Sandschicht gefunden wird.

Als mit Salz imprägnierte Gesteine treten Mergel und Thone in verschiedenen Varietäten auf. Von Buschire aus zieht sich eine solche Kette bis an die Mündung des Rud i Mand, auf eine Entfernung von etwa 120 km. Diese Hügel zeigen die sonderbarsten Farben und Formen. Grelles Roth ist vorherrschend und wird hie und da verdrängt durch helles Grün oder dunkles Grau, welche letztere Farbe mit einem gewissen Bitumengehalt des Salzthones im Zusammenhange zu stehen scheint, nachdem sich in diesem dunkelgrauen Gestein nicht selten schwache Lagen tiefschwarzer, mit bituminöser asphaltähnlicher Masse imprägnierter Thonerde finden. An allen Stellen lässt sich auch Gyps beobachten und die trockenen Bachbeete sind angefüllt mit glashellen, durchsichtigen Geröllstücken dieses Mineralen. Die Hügel haben meist die Gestalt kleiner Tafelberge mit beinahe senkrecht aufsteigenden Wänden; oft erscheinen sie gekrönt von einer riesigen Platte von Kalkstein und dadurch, dass die atmosphärischen Niederschläge den darunter lagernden weichen Salzthon zum Theile weggewaschen haben, entstehen die sonderbarsten Gestaltungen, gleich Erdpyramiden in riesigem Maassstabe. Der durchschnittliche Salzgehalt dieser Thone wurde mit 18 bis 24% bestimmt.

Salzhaltige Mergel und Thone treten auch in den Küstengebirgen von Laristan und in den Bergen von Schamil und Minab bei Bender-Abbas auf. Dieselben sind in den meisten Fällen kalkige, ziemlich harte Gesteine mit geringem Salzgehalt, der sich jedoch auf frischen Bruchflächen noch deutlich durch den Geschmack erkennen lässt. Aehnliches fand ich in Dschebel Bostanah, dem vorspringenden Gebirge des Ras Bostanah (Ras arabisch-Cap). Diese Thone sind gewöhnlich weiches, zerreibliches Gestein, während die Thone und Mergel des Bezirkes Ruahun beinahe kalkartige Härte annehmen und trotzdem ihren Salzgehalt noch deutlich erkennen lassen.

Wechselagernd mit diesen salzhaltigen Schichten fand ich Bänke von Muschelsandstein — wenn ein Gemenge von Muschelresten, verbunden durch weichen kalkigen Cement oder Sand so genannt werden darf — der das jungtertiäre Alter dieser Thone und Mergel constatieren liess.

Neben diesen hier angeführten Salzvorkommen, denen technische Bedeutung nicht zukommt, finden sich aber auch Lager von Steinsalz, die den ausgedehntesten Salzlagern der Erde zugezählt werden dürften.

Etwa 120 km stromaufwärts von der Mündung des Rud i Mand in den persischen Golf, am linken Ufer des

Flusses und als einer der westlichen Ausläufer einer mit der Küste parallel ziehenden Bergkette erhebt sich der Kuh Namak (Salzberg) bis zu einer Höhe von etwa 1600 *m*. Der Stock dieses Berges besteht gleich den übrigen Bergen der Kette aus Kalk und Kalkmergel, mit dem dünne Schichten von Gyps wechsellagern. Der ganze Berg ist sozusagen überzogen mit einer Schichte von Steinsalz, deren Mächtigkeit am Fusse des Berges meist 3 bis 4 *m* beträgt, in einer Höhe von 600 *m* über der Thalsohle aber schon bis 30 *m* steigt und mit grösserer Höhe fortwährend zunimmt, so dass sie stellenweise an 100 bis 150 *m* misst. Der Gipfel des Berges scheint ein einziger compacter Salzstock von 250 bis 300 *m* Höhe und einem Umfange von etwa 2 *km* zu sein.

Zahlreiche Quellen entspringen dem Kuh Namak in bedeutender Höhe und haben ein Gewirre enger, tiefer Schluchten in die Salzschiechten geschnitten und die abenteuerlichsten Formen geschaffen. Hier ragen Thürme und Säulen von Salz bis zu 30 *m* Höhe empor, dort wölbt sich eine Brücke von Salz über eine Schlucht; hier hat das Wasser ein ganzes Canalnetz ausgewühlt und dort wieder vereinigen sich mehrere Quellen und haben ein kesselförmiges Becken von auffallender Regelmässigkeit der Formen im Salze ausgewaschen. An Stellen, wo die kleinen Bäche über steile Salzwände fallen, zeigt sich das Bild eines Wasserfalles im Winter, indem lange Salzzapfen, aus klaren Krystallen bestehend, wie Eiszapfen herunterhängen. Unter den Wasserfällen hat das Wasser meist regelmässig kreisrunde Schächte ausgewaschen, von denen einige bis zu 50 *m* Tiefe erreichen.

Das Salz lässt dünne Schichtung durch den Farbenwechsel der Schichten deutlich erkennen. Braun, roth und schwarz sind die häufigsten Farben, doch das Salz ist immer rein und selbst das schwärzlich gefärbte ist halb durchsichtig und gibt gemahlen ein rein weisses Pulver.

Hier und da finden sich Anhäufungen eines salzhaltigen erdigen Gemenges aus Thon, Gyps u. s. w., in welchem Krystalle und kleine Klümpchen von Schwefel gefunden werden. Kleine Flimmerchen von Eisenglanz machen sich überall bemerkbar und bilden namentlich dort, wo die Bäche kleine Becken ausgewaschen haben, eine dünne glitzernde Schichte am Boden. Am Fusse des Kuh Namak entspringen einige heisse Schwefelquellen, die in den Rud i Mand einmünden.

Die Menge des am Kuh Namak vorhandenen Steinsalzes muss selbst bei vorsichtigster Schätzung auf 480 000 000 bis 500 000 000 *q* beziffert werden.

Die Steinsalzlager am Ras Bostanah treten im Vergleich zum Kuh Namak in den Hintergrund und sind nur eine verhältnissmässig kleine Copie desselben, weshalb ich dieselben nicht weiter beschreibe.

An Grossartigkeit dem Kuh Namak ebenbürtig sind die Salzlager auf den Inseln Larak, Hanscham, Hormuz und — last but not least — Kischim.

Die hier angeführten Inseln zeigen folgendes Querprofil: Der Grundstock wird gebildet aus Kalk, kalkigem Sandstein und Kalkmergel; diese Schichten sind überlagert von Mergel und Thon und im Hangenden dieser oft salzreichen Gesteine findet sich eine mehr oder minder mächtige Schichte von Steinsalz. Im Hangenden des Steinsalzes bildet unreiner Gyps mit Mergel starke Schichten und dieser wird überdeckt durch Schichten jüngsten Muschelkalkes und Muschelsandsteins, letzterer ein Gemenge von Muschelbruchstücken mit sandigem Bindemittel.

Ausgedehnte Lager finden sich auf den Inseln Larak und Hanscham; es kommen sogar auch Stücke vor, in denen das Salz bis zu 20 *m* anwächst. Doch ist das Steinsalz meist unrein, stark mit Mergel und Gyps vermengt, und die dunkel gefärbten Schichten geben beim Zerreiben ein schmutziggraues Pulver. Die geologische Schichtenfolge ist hier ähnlich wie bei Namakdan: Im Liegenden befindet sich Kalk, darüber folgen Salzthon oder Salz und über diesem Gyps. Auch hier sind die Salzlager sehr ausgebreitet, doch in Folge der geringen Qualität des stark mit Thon vermengten Steinsalzes von geringerem Werthe.

Auf Larak fand ich einen natürlichen Stollen, welchen ich auf etwa 1500 *m* verfolgen konnte; derselbe lief beinahe horizontal durch das Lager von Steinsalz und erweiterte sich stellenweise zu Höhlen von 12 *m* Höhe, ohne in der Firste oder in der Sohle aus dem Salze hinauszutreten.

Eine bemerkenswerthe Erscheinung ist, dass die Schichten von Gyps und Mergel im Hangenden des Steinsalzes ungemein reich an Eisenglanz sind, welcher theils in Flimmerchen und Blättchen, theils in faust- bis kopfgrossen Klumpen auftritt. Diese Klumpen zeigen an der Oberfläche oft schön ausgebildete Krystalle und in einem Stück Eisenglanz von mehreren Centnern Schwere fand ich, verwachsen mit dem Erze, Stielglieder von *Pentacrinus didactylus*. Stücke von Eisenglanz sind über die Inseln zerstreut, doch nirgends findet sich das Erz in anstehender Masse. Die trockenen Bachbeete sind mit einer oft 3 bis 5 *cm* dicken Schichte glänzenden Sandes, aus Flimmerchen und Blättchen von Eisenglanz bestehend, überzogen und am Strande ist der Sand innig mit diesem Erzsand gemischt. An der Nordküste der Insel erschürfte ich, im Gyps eingelagert, ein etwa 60 *cm* mächtiges horizontales Lager von Eisenocker von heller rother Farbe mit geringem Salzgehalt, der sich durch den Geschmack nachweisen liess.

Oft sind die Gypsschichten durch Eisenoxyd grellroth gefärbt. Auf Hormuz bei Bender Abbas bildet Eisenoxyd als rother Eisenocker ausgedehnte Lager von hoher technischer Bedeutung.

Auf Hormuz tritt das Steinsalz in unvergleichlich grösseren Massen auf, als auf Larak und Hanscham. Hügel von 100 *m* bis 120 *m* Höhe bestehen beinahe ausschliesslich aus Salz, stark mit erdigen Bestandtheilen und Gyps vermischt und überdeckt von Schichten von Mergel und Gyps, die in Folge ihres Eisengehaltes

glänzend roth erscheinen. Einige Quellen entspringen diesen Salzhügeln und ist deren Wasser natürlich mit Salz gesättigt, so dass das Beet mit dicken Lagern ausgekleidet ist, ähnlich dem Absatze von Kalksinter. Weitere Vorkommen von Steinsalz beobachtete ich am Ras Bustanah bei Lingah, doch sind dieselben im Vergleich zu den eben erwähnten von untergeordneter Bedeutung und bieten keinerlei neue Erscheinungen.

Das Hauptlager von Steinsalz findet sich aber auf der Insel Kischim und übertrifft an Ausdehnung und Grossartigkeit selbst den Kuh Namak. Bei Namakdan (Salzgrube) an der Südküste der Insel besteht eine Kette von Hügeln, an 6 km lang und 800 bis 1500 m breit, beinahe ausschliesslich aus Steinsalz und dieses Lager misst oft 130 m an Mächtigkeit. Das Querprofil ähnelt dem schon angegebenen Profile von Barak und Hanjam.

Am westlichen Ende der Lagerstätte bildet das Salz beinahe senkrecht aus der Ebene bis zu 150 m aufsteigende Hügel mit einer Frontlänge von 5000 m. Das Steinsalz, an der Oberfläche grau gefärbt, ist vollkommen rein und ohne erdige Beimengungen. Die Schichten sind in Folge schwacher Farbenabstufungen deutlich erkennbar. Die Menge des vorhandenen Steinsalzes entzieht sich jeder Schätzung. — Das Salzlager auf Kischim dürfte zu den grössten Salzlagerstätten der Erde zu rechnen sein.

Eine natürliche Soolquelle hat eine Grotte im Salze ausgewaschen, die mit ihren Tropfgebilden die Copie einer Kalkgrotte ist.

Krystalle von Pyrit und klarem Schwefel finden sich eingesprengt im Salze.

Das jungtertiäre Alter wird durch die in den Muschelsandsteinen und Muschelkalken vorkommenden Versteinerungen, unter denen Ostrea und Pecten hervorrangen, ausser Zweifel gestellt.

Die Eingebornen, meist Araber, gewinnen derzeit Salz bei Namakdan. Das Salzlager tritt mit einer Front von 2200 m Länge zu Tage und steigt beinahe senkrecht zu einer Mächtigkeit von durchschnittlich 80 m auf, überdeckt von einer etwa 25 m mächtigen Schichte erdigen tauben Materials. An der Oberfläche ist das Steinsalz schmutzig grau gefärbt und die Schichtung in dünnen Lagen ist deutlich wahrnehmbar. In kleinen Stücken gebrochen, ist es beinahe durchsichtig und gibt gemahlen ein reines weisses Pulver.

Die Eingebornen haben an zahlreichen Stellen Tagbaue zur Gewinnung von Steinsalz angelegt. Die geringen Mengen tauben Materials im Hangenden wurden abgeräumt und hierauf begann man das Salz unter sich zu gewinnen, indem man am Rande des beinahe senkrechten Salzhügels halbkreisförmig mit einfachen zugespitzten Eisenstangen schrämt, mit Spitzhämmern seichte Löcher bohrt und dieselben mit Pulver abschiess. Das losgesprengte Salz wird etwas zerkleinert, abgestürzt, in Körbe verladen, durch Träger in die Boote gebracht und verschifft. In einer Frontlänge von 600 m waren 35 solcher halbkreisförmiger,

vorne offener Baue vorhanden und jeder derselben war mit 4 bis 6 Mann belegt. Die grössten Baue waren etwa 25 m hoch und befanden sich noch an 30 m über der Sohle des Salzlagers.

Nach einigen Daten, die mir Scheikh Abdullah, der Häuptling der Insel, gab und die so ziemlich richtig sein dürften, beträgt die durchschnittliche Jahresproduction an 150 000 q. Gearbeitet wird, wenn Boote kommen, um Salz zu verschiffen, und dies nur während der Monate October bis Mai, nachdem im Sommer die Hitze zu gross und kein Trinkwasser vorhanden ist, da nur einige elende Cisternen in der Nähe der Salzbaue solches liefern und schon zu Anfang der heissen Zeit erschöpft sind. Die Arbeiter erhalten einen Tageslohn von durchschnittlich 10 Schahi = 18 kr. sowie ihre aus Datteln und Brot bestehende Kost im Werthe von etwa 4 Schahi = 7 kr täglich. Das zur Sprengarbeit nothwendige Pulver haben sie selbst zu kaufen. Die persische Regierung erhält vom Scheikh Abdullah als Steuer für die Salzbaue jährlich 1200 Tomans = 3400 Gulden ö. W. und der Häuptling der Insel erhebt hiefür von Einheimischen einen Ausfuhrzoll von 1 Kran = 30 kr ö. W. per 1 t und von Auswärtigen 1½ Kran = 45 kr ö. W. per 1 t. Das Salz wird meist durch persische oder arabische Segelboote nach Maskat und Bahrein, der grösste Theil nach Bombay und Calcutta und selbst nach Zanzibar verschifft. Der Preis des Steinsalzes in Namakdan ist durchschnittlich 2½ Kran = 75 kr ö. W.

Der Haupttheil des Salzlagers liegt in unmittelbarer Nähe der Küste und der Verschiffung bieten sich nur zu Zeiten, wenn der Schumal zu heftig weht, Schwierigkeiten. Die Armuth der Insel an Trinkwasser und das excessiv heisse Klima derselben sind Dinge, welche sich überwinden lassen. Vor zehn Jahren etwa wurde eine andere, weiter landeinwärts gelegene Salzgrube betrieben, indem man eine natürliche, überall in reinem Salze entstehende Höhle nach und nach ausweitete, bis eines Tages ein Theil derselben plötzlich zusammenging und eine grosse Anzahl von Arbeitern begrub. Diese künstliche Höhle hat eine Höhe von etwa 30 m bei einem Umfange von 500 m. In derselben beobachtete ich schöne Krystalle von Schwefel in Salz eingesprengt und hie und da traten auch schwache Schmelze von Pyrit auf.

Eine schöne natürliche Höhle fand ich auch bei Namakdan durch eine Quelle im Steinsalzlager ausgewaschen. An den Wänden zeigten sich die schönsten Gebilde aus Salz, gleich Tropfsteinen, und der Boden war mit einer Schicht kleiner glasheller Salzwürfelchen bedeckt.

Eine annähernde Schätzung des hier vorhandenen reinen gewinnbaren Steinsalzes beziffert dessen Quantum auf mindestens 25 000 000 t.

Die Steinsalzlager in Süd-Persien sind höchst wahrscheinlich Producte des Eocäns. Die Kalkgebirge am persischen Golf und weit landeinwärts bis Schiraz und Kerman gehören in ihren tieferen Lagen der Kreide, in ihren jüngeren Schichten dem Eocän an, ohne dass sich die Grenze mit genügender Sicherheit feststellen liesse. Auf die Kreide weisen hin das Vorkommen von

Hippuritenkalken, wie ich sie bei Kerman und Bam beobachtete, die häufigen Einschlüsse von Feuerstein und das Auftreten zerstreuter Stöcke reiner weisser Schreibkreide. Ausser zahlreichen Pecten, Echinoderma und Ostrea fand ich nur einige Exemplare von Actaeonella und in den oberen, dem Eocän zugeschriebenen Schichten auch einige wenige Nummulites. Letztere Schichten enthalten mächtige Einlagerungen von Gyps, welches Gestein nun auch unmittelbar im Hangenden der Salzlager oder in dieselben eingebettet auftritt und für das enorme Alter der Steinsalzvorkommen spricht. Auch die in den Eisenglanzstücken eingesprengten Stielglieder von Pentacrinus didactylus weisen auf Eocän hin.

Was den bergmännischen Werth der hier angeführten Salzvorkommen anbelangt, so ist derselbe ohne Zweifel ein sehr bedeutender. Als die in jeder Hinsicht die meisten Vortheile bietende Lagerstätte muss Namak-

dan auf Kischim bezeichnet werden. Das Salz ist von hervorragender Reinheit und die unmittelbare Nähe des Meeres beseitigt alle Transportschwierigkeiten. Das Meer ist schon an der Küste 8 bis 10 Faden tief und grosse Dampfer würden hinreichenden Ankergrund finden. Als Markt müsste Indien gewonnen werden, welches derzeit einen sehr hohen Einfuhrzoll von Salz erhebt und diesen Salzzoll als einen nicht zu ersetzenden Posten im Staatseinkommen betrachtet. Ein Herabsetzen dieses Salzzolles würde die Eröffnung ausgedehnter prosperierender Salzbaue auf Kischim ermöglichen. Die derzeit in England auftretende Bewegung gegen den Opiumbau und Opiumhandel in Indien, welche das Staatseinkommen daselbst bedeutend schmälern würde, ohne hiefür Ersatz zu finden, schiebt nun freilich eine Erniedrigung des Salzzolles auf lange Zeit hinaus, wodurch auch die Inangriffnahme der Salzlagerstätten einer späteren Zeit vorbehalten erscheint.

## Spannungen, welche prismatische Körper, speciell Bergwerks-Förderseile und Gestänge durch statische und besonders durch dynamische Beanspruchungen erfahren.

Von Professor H. Undeutsch in Freiberg.

(Hiezu Tafel XVIII und XIX.)

(Fortsetzung von Seite 569.)

### III.

Maximalspannungen des gewichtlos gedachten, an einem Ende aufgehängten prismatischen Körpers, erzeugt unter dem Einfluss einer an das freie Ende mit Energie angefügten Last.

Unter derselben Annahme, welche unter II. gemacht wurde, dass der prismatische Körper gewichtlos zu denken sei, werde nunmehr, verschieden von dem Falle II, das von dem freien Ende B des Stabes aufzunehmende Gewicht  $Q$  nicht ruhig, sondern mit Energie  $Q \cdot h_g$  angefügt, wobei  $h_g$  die am Schlusse der Einleitung erwähnte gefährliche Fallhöhe des Gewichtes  $Q$  bedeutet, die im gegebenen praktischen Falle durch den ebendasselbst erwähnten Versuchsapparat zu ermitteln ist. Mit Rücksicht auf die Energie  $Q \cdot h_g$  erfährt der prismatische Körper eine Verlängerung

$$l > 2 l_0,$$

von der hier vorausgesetzt werden soll, dass die durch sie bedingte grösste, im Stabquerschnitte  $F$  auftretende, also totale Spannung

$$F \cdot s_{\max}$$

die Elasticitätsgrenze des Stabmaterials nicht überschreite, so dass die Begrenzungslinie ( $BE_1$ , Fig. 4) aller Spannungsordinaten eine Gerade bleibt.

Da die Last  $Q$ , über den Weg  $l$  herabsinkend, noch die mechanische Arbeit  $Q \cdot l$  erzeugt und im tiefsten Punkte  $B_2$  die Geschwindigkeit Null besitzt, so muss nach dem Princip der virtuellen Geschwindigkeiten gelten

$$Q \cdot h + Q \cdot l - \frac{F \cdot s_{\max} \cdot l}{2} = 0$$

oder

$$\frac{F \cdot s_{\max} \cdot l}{2} - Q \cdot l = Q \cdot h_g,$$

welcher Ausdruck, graphisch dargestellt<sup>\*)</sup> (Fig. 4), lehrt, dass die Trapezfläche  $EE_1HG$  der Energie  $Q \cdot h_g$  proportional ist.

$$l = s_{\max} \cdot \frac{L}{E}. \quad (13)$$

eingeführt, folgt

$$s_{\max}^2 - 2 \frac{Q}{F} \cdot s_{\max} - 2 \frac{E \cdot Q}{F \cdot L} \cdot h_g = 0$$

oder

$$s_{\max} = \frac{Q}{F} \pm \sqrt{\left(\frac{Q}{F}\right)^2 + 2 \frac{E \cdot Q}{F \cdot L} \cdot h_g},$$

beziehungsweise

$$s_{\max} = \frac{Q}{F} \cdot \left\{ 1 + \sqrt{1 + 2 \frac{E \cdot F}{Q} \cdot \left(\frac{h_g}{L}\right)} \right\} \quad (14)$$

Deutlich sagt dieses Ergebniss, dass unter sonst gleichen Umständen die grösste Spannung des prismatischen Körpers für die Flächeneinheit des beanspruchten Querschnittes — ohne Berücksichtigung des Eigengewichtes — um so grösser, also um so ungünstiger wird, je grösser die gefährliche Fallhöhe  $h_g$ , also die dynamische Beanspruchung und je kleiner die Länge  $L$  des prismatischen Körpers ist.

<sup>\*)</sup>  $BCHB_2$  proportional  $+ Q \cdot l$   
und

$$BE_1B_2 \text{ proportional } - \frac{F \cdot s_{\max} \cdot l}{2}.$$