

Die Saldamevorkommnisse in Istrien.

Von Dr. Lukas Waagen.

Mit einer Textfigur (Karte).

In einem Gebiete wie das südliche Istrien, das ausschließlich aus Karbonatgesteinen aufgebaut wird, mußte es natürlich schon in früher Zeit auffallen, daß sich an einigen wenigen Stellen Quarzite und ein äußerst feiner Kieselsand oder besser ein Kieselmehl vorfand. Wie alt diese Entdeckung ist, geht schon daraus hervor, daß dieses Quarzmehl von den Venetianern nach ihren Glashütten in Murano bei Venedig gebracht wurde, wo es die Hauptmasse des Rohmaterials bildete. Dieser Export des Saldame dauerte bis vor wenigen Jahrzehnten an; weshalb er jedoch eine Einstellung erfuhr, konnte von mir nicht eruiert werden.

Auch in der wissenschaftlichen Literatur läßt sich die Erörterung über Saldame ziemlich weit zurückverfolgen. Die älteste diesbezügliche Notiz, die mir jedoch nicht zugänglich ist, findet sich in A. Fortis¹⁾: „Viaggio in Dalmazia“, in welcher derselbe den Saldame als eine Ablagerung alter Flüsse anspricht. — Die nächste Erwähnung finde ich erst in Morlots Arbeit „Über die geologischen Verhältnisse von Istrien²⁾“, in welcher er eines Kreidegesteines erwähnt, in welchem Versteinerungsreste enthalten sind: „Hippuriten, Radioliten, Caprinen und andere Muscheln“, das beim Bau der Arena Verwendung fand, und das ein dolomitisches Aussehen hatte; die von ihm durchgeführte Analyse ergab jedoch:

	Prozent
Kohlensaurer Kalk	33·1
In Säure unlöslicher Quarzsand	66·2
Glühverlust	0·2
	<hr/>
	99·5

so daß dieses Gestein zu zwei Dritteln aus weißem Quarzsand bestand, „der dem Gestein das zuckerartige, bröcklige Aussehen des Dolomits“ verlieh. Morlot fährt dann fort: „Mitunter wird der quarzige Sand

¹⁾ Vol. II., pag. 195. Venezia 1774.

²⁾ Haidingers Naturwiss. Abhandl. I. 1848, pag. 273/74.

so vorherrschend, daß er zum Beispiel in Monte Capeleto bei Pola durch unregelmäßige, mitunter bedeutend tiefe Löcher gewonnen und zu technischen Zwecken in ziemlichen Quantitäten nach Venedig verführt wird. Man nennt ihn Saldame. Seine Analyse gab:

	Prozent
Quarzsand aus reiner Kieselerde	98·7
Kohlensaurer Kalk	0·7
Glühverlust	0·2
	<hr style="width: 100px; margin-left: auto; margin-right: 0;"/> 99·6

„Er wurde durch Herrn Reißbeck auf Kieselfusorien untersucht, zeigte sich aber rein mineralischer, anorganischer Natur.“ Aus der Vornahme einer solchen Untersuchung ergibt sich aber, wenn auch Morlot keine Vermutung über die Entstehung des Saldame ausspricht, daß er eine sedimentäre Ablagerung, eventuell ein Trippel ähnliches Material, vor sich zu haben glaubte. Immerhin bleibt aber die angeführte Notiz dadurch von großem Werte, weil in ihr die erste Analyse des in Rede stehenden Materials mitgeteilt wird.

Wenige Jahre später schreibt R. Kner¹⁾ in seinen „Kleinen Beiträgen zur weiteren Kenntnis der geognostischen Verhältnisse Istriens“: „Was den unter dem Namen „Saldame“ bekannten Quarzsand, der nach Venedig zur Bereitung von Glasperlen verführt wird, anbelangt, so bildet derselbe in einer Tiefe von mehreren Klaftern unter dem aufliegenden und zerklüfteten Kalkgesteine eine eigene Schicht gelblichen, oft mehlfinen Sandes, der durchschnittlich zwei Fuß mächtig ist, zwischen Pola und den Steinbrüchen von Veruda liegt und fast horizontal bis gegen das Meer in ostwestlicher Richtung streicht. Sie wird aus zerstreut liegenden Schächten unregelmäßig und zum Teil auf Raub ausgebeutet. In geognostischer Beziehung erscheint ihr Vorkommen interessant; die Hoffnung, Foraminiferen in ihr aufzufinden, wurde aber bisher nicht erfüllt.“ Daraus ergibt sich, daß Kner bezüglich der Entstehung des Saldame die gleiche Vermutung hegte wie Morlot. Kners Angaben über die Lagerungsverhältnisse sind übrigens den Tatsachen nicht ganz entsprechend, worauf er selbst durch die Unregelmäßigkeit des Abbaues hätte hingewiesen werden können. Im übrigen erfahren wir aus dieser Notiz nichts Neues.

Eine vollkommen abweichende Ansicht über die Entstehung des Saldame finden wir sodann bei Taramelli²⁾. Derselbe spricht sich dahin aus, daß der Saldame vulkanischen Eruptionen entstamme nach Art der Geysirs und daß er ident sei mit den Sanden von Sansego. Dabei ist zu bedenken, daß derselbe Autor auch die Terra rossa als submarinen vulkanischen Schlamm auffaßt, so daß sich diese Ent-

¹⁾ Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. IV, 1853, pag. 225/26.

²⁾ Taramelli, Torq. Appunti sulla storia geologica dell' Istria. (Atti del R. Ist. Veneto, T. III, Ser. IV., pag. 723—757, 1874.)

stehungshypothese im wesentlichen bloß als eine Konsequenz seiner allgemeineren Ansicht darstellt. Auch die Identifizierung mit den Sanden von Sansego konnte nicht aufrechterhalten bleiben, so daß wir hier bloß eine Häufung von Irrtümern vor uns haben. — Gius. Leonardelli verbreitete sich in seiner kleinen Arbeit: „Il saldame, il rego e la terra di Punta Merlera in Istria“¹⁾ ausführlicher über diese Materie. Wertvoll ist schon die Zusammenstellung der früheren Literatur, dann aber auch eine ganz zutreffende Schilderung des Auftretens des Saldame. Er schreibt: „Il saldame è un tufo siliceo cristallino friabile, il quale si trova irregolarmente intercalato nei calcari, e raramente nella Terra rossa, in forma di filoni, che si ramificano nella maniera la piu bizzarra in direzione orizzontale ed anche verticale.“ Dabei ist wohl die Auffassung Taramellis übernommen worden, aber durch exakte Beobachtungen begründet, Leonardelli vermutet in den dort häufig auftretenden natürlichen Schächten oder Karströhren, wie ich sie nennen möchte, „i veri veicoli dell' eruzione termale“ und es ist somit auch unter dem Ausdrucke „tufo siliceo“ nicht etwa ein vulkanischer Tuff, sondern ein solcher thermaler Entstehung gemeint, den wir gemeinlich als Kieselsinter bezeichnen. Ein Irrtum Taramellis erscheint jedoch von Leonardelli noch weiter geführt, indem er den Saldame mit dem Sande der Punta Merlera, also auch mit dem Sande von Sansego in Übereinstimmung bringt. Diese falsche Auffassung wurde erst von Stache in seiner „Verbreitung und Höhenlage der Äquivalente der Sandablagerungen von Sansego. Ursprung und Entstehungsweise“²⁾ richtiggestellt, indem er hervorhob, daß die Sande von Sansego, bzw. deren Äquivalente, nächst der Punta Merlera von umgeschwemmter Terra rossa unterlagert werden, während sich dieselbe stets als Decke über die Saldamevorkommnisse darüber lege, so daß im Gegensatze zu Leonardelli ein verschiedenes Alter der beiden Sandablagerungen angenommen werden müsse, abgesehen von der Verschiedenartigkeit der Entstehung. Die eben erwähnte Beobachtung Staches geht eigentlich bis auf das Jahr 1872 zurück und wurde auch damals in einer kleinen Notiz, betitelt „Der Sand von Sansego an der südlichen Küste Istriens“³⁾ veröffentlicht, die jedoch von Leonardelli jedenfalls vollständig übersehen wurde, da er dieselbe gar nicht erwähnt. Eine ausführlichere Darlegung Staches über die Quarzite, welche mit dem Saldame im innigsten Zusammenhange stehen, finden wir in seiner Arbeit „Die Wasserversorgung von Pola“⁴⁾. Wir lesen dort: „Die Quarzite erscheinen in zwei verschiedenen Ausbildungsformen oder vielmehr in zwei verschiedenen Stadien der Zerstörung einer einst in größerer Ausdehnung verbreiteten Kieselsinterbildung in unmittelbarer Ablagerung auf den bereits vor der Zeit ihres Absatzes erodierten Felsboden der Kreideformation. Die eine dieser Ausbildungsformen besteht aus größeren, zum Teil mehrere Meter mächtigen Felsmassen, welche

¹⁾ Roma 1884.

²⁾ Verh. d. k. k. geol. R.-A. 1888, pag. 255.

³⁾ Verh. d. k. k. geol. R.-A. 1872, pag. 221.

⁴⁾ Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. XXXIX, 1889, pag. 98.

schichtenförmige Absonderungen zeigen und noch mit der Kalksteinbasis enger zusammenhängen.“

„Oberflächlich und in Klüften zeigen dieselben vielfach rote Färbung, welche von dem Eindringen des feinen Schlammes der nachträglich gewaschenen oder noch teilweise zurückgebliebenen Bedeckung mit ursprünglichem oder umgeschwemmtem Terra rossa-Material herrühren. Innen jedoch zeigen sie sich als reiner, weißer, feinkörnig kristallinischer, zum Teil feinzellig poröser Quarzit mit kleinen Drusenräumen, in welchen kleinste Quarz- und Kalzitkristalle zu beobachten sind. Die reinen Quarzite bestehen aus über 90 Prozent Kieselerde und enthalten nur 1 Prozent kohlen sauren Kalk und etwas Tonerde.“

„Die zweite Form ist ein Zerstörungsprodukt der ursprünglichen Quarzitablagerung und besteht aus eckigen und unvollkommen abgewetzten Quarzitbrocken von Nuß- bis Faustgröße mit roter Eisentonerde vermischt. Diese Form findet sich mehrfach isoliert innerhalb der Terra rossa-Gebiete, aber auch besonders innerhalb und in Umkreise der festen Quarzittfelsenmassen. Unter den Quarzitbrocken scheinen unreinere, stärker mit Kalk durchzogene Stücke vorherrschend zu sein. Wahrscheinlich waren solche Lagen und Partien der ursprünglichen Ablagerung leicht klüftig und leichter zerstörbar und erfuhren bei späterer Umschwemmung des ursprünglichen Terra rossa-Materials teilweise einen Transport nebst Umlagerung.

„Ihre Entstehung verdankt die ursprüngliche Ablagerung ohne Zweifel heißen, an Kieselerde reichen Quellen, welche während der nachkretazischen Festlandperiode Kieselsinterlagen auf dem Kalksteinboden absetzten.“

Nach Stache hat sich meines Wissens nur noch Krebs in seinen „Morphogenetischen Skizzen aus Istrien“¹⁾ mit dem Saldamevorkommen beschäftigt. Auch er gibt eine knappe (Übersicht der bisherigen Veröffentlichungen und verknüpft damit seine eigenen Beobachtungen, indem er schreibt: „Es herrscht Grubenbau. Soweit der Saldame erschlossen ist, zeigt sich überall die schönste Konkordanz zwischen dem überlagernden Kalke und ihm. Zuerst findet sich eine nirgends tiefgründige Verwitterungskrume mit einigen geologischen Orgeln, die wie überall Terra rossa enthalten. Dann folgt fast wagrecht lagernder Plattenkalk, der keinerlei Metamorphose zeigt und nur hin und wieder von tieferen Klüften durchzogen ist. Der Kalk wird gegen unten porös; er bildet ein weiches, zersetztes Gestein, das sich leicht zerreibt und von den Grubenarbeitern als „pietra di Saldame“ bezeichnet wird. Die weichsten Partien dieses Gesteines, die am leichtesten zu gewinnen sind, bilden den Saldame selbst.“

„Im Grenzgebiet zwischen dem Kalk und dem Saldamestein findet sich ein schmales, kaum einige Zentimeter breites Band eines gelben Tones, der sich häufig in den Gesteinsfugen des Kalkes findet und bei Triest als „Carabus“ bezeichnet wird. Es scheint nun auf den ersten Blick, daß dieser Lehm zwei völlig verschiedene Gesteinsarten trennt, doch gewinnt man beim Anklopfen der Grubendecke

¹⁾ 34. Jahresbericht der deutschen Staats-Oberrealschule in Triest. 1904.

gar bald den Eindruck, daß die beiden Gesteinsarten ineinander übergehen und der Lehm nur annähernd die Grenze mehr und weniger durchlässigen Materials andeutet. Es finden sich nämlich im reinen Kalke kieselige Adern, die sich so vergrößern, daß der Kalk nur Fragmente im Kiesel bildet und schließlich fast ganz verschwindet. In diesem Sinne ist jedenfalls Marchesettis Metamorphose und Infiltration zu verstehen.“

„A. Vierthalers Analysen von Saldame aus der Gegend von Pola und Großrepen¹⁾ zeigen uns, wie groß die chemischen Unterschiede sein können. Unseres Erachtens ist auch der sogenannte „rego“ — und wir stimmen hierin mit Leonardellis Auffassung²⁾ vollkommen überein — weder petrographisch noch stratigraphisch verschieden vom Saldamestein, der nahe der Oberfläche, durch die Terra rossa verunreinigt, ebenso rot gefärbt ist³⁾. Wo wir diesen sogenannten „Quarzit“ zu sehen bekamen, auf der Straße von Dignano nach Marzana bei Kote 179, dann im Bosco Sevie bei Lavarigo und beim Wächterhaus 77 der Staatsbahn⁴⁾, zeigte sich immer derselbe tuffige, löcherige Stein, der auf vorgeschrittene chemische Verwitterung hinweist. Das alttertiäre Alter, das Stache dem Rego zuschreibt, läßt sich kaum recht beweisen, denn das Gestein ist wohl kretazisch, die Umwandlung zwar jünger, aber der Zeit nach nicht genau anzugeben. Festzuhalten ist, daß es eine lange Reihe von Übergangsformen gibt zwischen dem reinen unzerstörten Kalke, dem bröckeligen „Quarzit“ und dem feinen Sand, der allein Nutzwert besitzt. Je weiter die Umgestaltung vorschreitet, um so geringer wird der Kalkgehalt, um so mehr wächst perzentuell der Anteil an unlöslicher Kieselerde. Die reichhaltige Suite von Saldamesteinen, die mir Direktor Dr. Marchesetti in liebenswürdigster Weise im naturhistorischen Museum zu Triest zeigte, bestätigt den Satz wohl vollauf.“

„Es muß betont werden, daß alle Saldamelager Südistriens annähernd im selben Schichtstreifen liegen, der parallel der Hauptachse zwischen Dignano und Promontore einen großen westwärts gerichteten Bogen beschreibt⁵⁾. Es ist also eine bestimmte Schicht des Plattenkalkes zur Saldamebildung besonders geeignet. Auch die übrigen bekannten Vorkommnisse des Quarzsandes, wie das bei Skopo am Karst⁶⁾ von Komen und bei Großrepen unweit Triest finden sich in mittelkretazischen Horizonten, nahe dem ebenfalls sandigen Zerstörungsprodukte liefernden Dolomit. Im Hippuriten- oder Nummulitenkalke sucht man vergebens nach dem Saldame.“

¹⁾ Boll. della Soc. Adriat. di Sc. Nat. in Trieste, VI, 1881, pag. 272.

²⁾ l. c.; nicht so betreffs der Sande von Punta Merlera.

³⁾ Je nach der an der Oberfläche oder an den Klüften erfolgten Verunreinigung unterscheidet man in den Gruben roten, gelben und weißen Saldame; Wert besitzt nur der letztere.

⁴⁾ Die letztgenannten Vorkommnisse sind auf Staches Karte (Wasserversorgung von Pola) nicht eingetragen, besonders im Bosco Sevie finden sich verschiedene Vorkommnisse.

⁵⁾ Stache, l. c. pag. 24. Es sei darauf hingewiesen, daß dieser Bogen mit jenem des Alboneseer Karstes harmoniert.

⁶⁾ Vgl. Marchesetti, l. c. pag. 262.

„Kieselreiche Kalke sind jedenfalls die unerläßliche Bedingung zur Bildung des Quarzsandes und das beweist im Verein mit der Art der Lagerung wohl zur Genüge, daß vulkanische Phänomene bei der Bildung ausgeschlossen sind. Die Metamorphose des Kalkes geht nicht auf Eruptionen heißer Quellen zurück, sondern ist ein chemischer Verwitterungsprozeß, den warmes Wasser nur beschleunigt¹⁾. Dieser aber beschränkt sich auf bestimmte Schichten, was bei Geysirs wohl niemals vorkommen könnte. Wir sehen in der Ansicht nur noch den letzten Rest einer von T. Taramelli seinerzeit aufgestellten Hypothese über den Ursprung der Terra rossa aus submarinem vulkanischem Schlamm²⁾. Diese Auffassung hat der Verfasser selbst längst aufgegeben³⁾ und wir hielten es darum auch vom geographischen Standpunkte aus für unsere Pflicht, darauf hinzuweisen, daß in den Saldamelagern des südlichen Istrien keine Zeugen endogener Kräfte vorliegen⁴⁾.

„Das verschieden harte Material bedingt eine unregelmäßige Ausbeutung. Wo man in den Gruben auf harten Stein trifft, läßt man ihn als Stütze stehen oder gräbt überhaupt nicht weiter. Immerhin ist die Ausräumung so weit vorgeschritten, daß die Decke die Hohlräume nicht mehr zu tragen vermochte, sondern einbrach. Gewaltige Pingen zeigen an der Oberfläche das Bereich der Gruben an.“

„Wo dann der Sand zutage geschaffen und zu Haufen geschichtet wird, bewirkt der Niederschlag eine neuerliche Zementierung in Gestalt einfacher und doppelter Knollen. Diese Konkretionen sind hier zwar nicht so häufig wie bei Großrepen, von wo sie Marchesetti beschreibt, doch fehlen sie auch in Südistrien nicht.“

Die Ausführungen von Krebs wurden hier in vollem Umfange wiedergegeben, einesteils weil dieselben mit Rücksicht auf ihren Erscheinungsort (in dem Jahresberichte einer Mittelschule) nicht leicht zugänglich sind, und andererseits, weil in denselben eine ganze Reihe von Punkten erwähnt wird, zu welchen noch Stellung zu nehmen sein wird.

Ich selbst hatte Gelegenheit, die Saldamevorkommnisse im Kartenblatte Pola anläßlich meiner Begehungen im Interesse der Wasserversorgung der genannten Festung kennen zu lernen, während ich die Vorkommnisse im Bereiche des Kartenblattes Mitterburg—Fianona (Z. 25, Kol. X) während der dort durchgeführten geologischen Kartierungsarbeiten studieren konnte. Eine kurze Notiz über meine dabei gewonnenen Eindrücke und Beobachtungen erschien im „Jahresberichte der k. k. geol. Reichsanstalt für 1914“⁵⁾, die ich bezüglich der Ent-

¹⁾ Wenn überhaupt warmes Wasser bei der Bildung tätig war, müßte es, wie Marchesetti (auf Grund mündlicher Mitteilung) glaubt, durch Druck erwärmt sein. Es mag sich fragen, ob nicht für sehr kieselreiche Kalke auch die gewöhnlichen Tagwässer ausreichen.

²⁾ l. c. Appunti . . . , pag. 18.

³⁾ Una gita geol. in Istria, La Rassegna nazionale. 116. Bd. (1. Dez. 1900), pag. 521.

⁴⁾ Die beiden Thermen von Monfalcone und S. Stefano liegen an bekannten Bruchlinien; in Südistrien sind solche nicht bekannt.

⁵⁾ Tietze, E.: Verh. d. k. k. geol. R.-A. 1915.

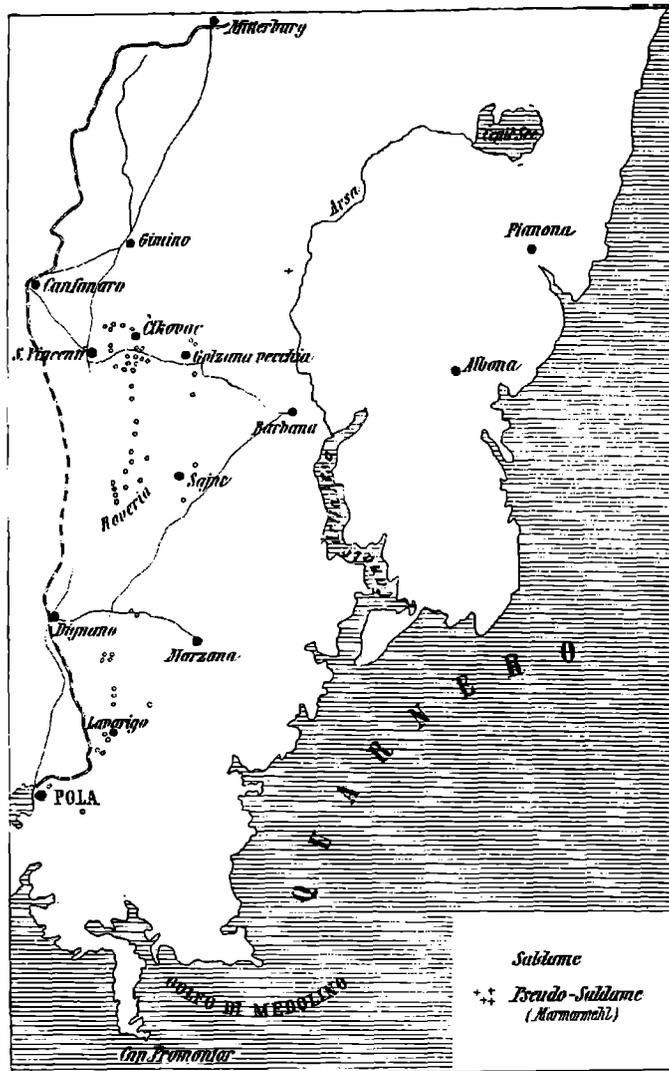
stehung der Saldamelager dahin zusammenfaßte: „Wenn man diese Abbauhöhlen untersucht, so erscheint es auch sofort klar, daß es sich um metasomatische Ablagerungen handelt, wie sie typischer kaum gedacht werden können.“

Erörtern wir nun die Fundpunkte des Saldame etwas näher, so ist zunächst deren Anordnung eine ganz eigentümliche, die sofort erkennen läßt, daß es sich nicht um eine in dieser Weise ausgebildete Schicht oder einen Schichtstreifen handelt, wie Kner und nach ihm Krebs, meinen, sondern um ein von der Schichtung völlig unabhängiges Auftreten.

Die Saldamevorkommen, welche auf dem beigefügten Kärtchen südlich der Straße von Dignano nach Marzana eingetragen sind, kenne ich nur zum Teil aus eigener Anschauung, doch konnte eine Ergänzung leicht nach der Karte der Umgebung Polas von Stache vorgenommen werden. Außerdem erwähnt Krebs, daß im Bosco Sevie eine Anzahl Fundpunkte vorhanden seien, die auch unschwer zu lokalisieren sind. Dagegen sind die Vorkommen, welche Kner erwähnt, „zwischen Pola und den Steinbrüchen von Veruda“ weder Stache noch mir bekannt geworden, und es dürften dieselben wohl seit dem Jahre 1853 vollständig ausgebeutet oder auch durch die Erweiterung der Stadt verbaut worden sein. Von dem bei Morlot als Fundpunkt erwähnten „Monte Capeleto“ endlich ist mir nicht einmal der Name bekannt geworden, und in der Umgebung Polas ist derselbe wenigstens gegenwärtig auch nicht mehr gebräuchlich. Somit müssen diese beiden letztgenannten Punkte aus unseren Erörterungen ausgeschaltet werden.

Bei Pola ist also zunächst ein kleines isoliertes Vorkommen von Quarziten im Norden der Stadt, unweit, östlich, der Valle lunga zu erwähnen. Ein anderes Vorkommen, ebenfalls in der Nähe der Stadt, und zwar westlich derselben und nordwestlich von dem Monte Turco gelegen, gleichzeitig der südlichste mir bekannte Fundpunkt, zeigt ebenfalls bloß in geringem Ausmaße anstehende Quarzite, die aber zweifellos mit Saldamesanden in Zusammenhang stehen. Gegen Norden fortschreitend kommt man sodann zu den, nach Krebs, zahlreichen Fundpunkten im Bosco Sevie, südöstlich von Lavarigo, weiters zu einigen Quarziten unmittelbar westlich des genannten Ortes, dann fast genau nördlich davon an der Straße von Gallesano nach Monticchio sowie nördlich dieser Straße liegen abermals Fundpunkte des Quarzites. Von Lavarigo bis zu dem eben genannten Punkte erscheinen die Vorkommen wie an einer geradlinig von SSW nach NNO verlaufenden Zone aufgereiht, während die südlicheren Punkte stets weiter gegen Westen verschoben sind.

Jedenfalls ist der geradlinige Verlauf der Vorkommen Lavarigo-Nord bemerkenswert und wird um so auffallender, als sich nur etwa 2 km östlich davon eine zweite Linie parallel dazu hinzieht, deren südlichster Punkt in der Gegend der Höhe Buoncastel (westlich von Monticchio) angetroffen wird und die an der Straße von Dignano nach Marzana ihre Fortsetzung findet.



Übersichtskarte der Saldame-Fundpunkte in Süd-Istrien.

Maßstab: 1:400.000.

Weitaus zahlreicher sind jedoch die Saldame-Ausbisse in dem nördlich anstoßenden Kartenblatte Mitterburg und Fianona vorhanden. Auch hier kann man im wesentlichen zwei zu einander parallele Züge unterscheiden, die sich von SSW nach NNO hinziehen. Beginnen wir mit dem westlichen Zuge, und zwar wieder im Süden, so sind zunächst die Vorkommen von Bonasini, Cecinovic und Mt. Cerovac zu nennen, welchen sich, etwas gegen Osten verschoben, weitere Fundpunkte über Rezanci und Boccordich bis in die Gegend Preseka anschließen, wo sich die ursprüngliche Reihe zwischen Bricanci, Ferlini und dem Berge Cikovac in einen ganzen Schwarm von Vorkommnissen auflöst. Es ist somit diese Reihe auf eine Länge von 10 km zu verfolgen. — Der 3 km östlich davon verlaufende Parallelzug ist viel spärlicher mit Saldamevorkommnissen besetzt; er beginnt südlich von Saini und läßt sich über Skitaca und Orecchi bis zum Berge Golzaua vecchia, also auf rund 8 km verfolgen.

Die Saldamevorkommnisse in der Umgebung von Pola ebenso wie jene des westlichen Zuges von Bonasini bis zum Berge Cikovac treten durchaus im Bereiche der Kreide-Plattenkalke auf, der vollkommen schwebend lagert, während der östliche Zug von Saldamevorkommen bereits in den höheren massigen Kreidekalken erscheint, welche im allgemeinen einen gegen Westen konvexen Bogen beschreiben, so daß das Fallen von Süd gegen Nord sich von Südwest über West nach Nordwest ändert, ohne jedoch Regelmäßigkeit zu besitzen. Aus dieser Tatsache des Auftretens der Saldamevorkommnisse in zwei verschiedenen Schichtenkomplexen mit voneinander abweichendem Streichen und Fallen bei jedesmaliger geradliniger Anordnung der Ausbisse geht jedoch ohne weiteres hervor, daß die von Krebs gemachten Angaben, „daß alle Saldamelager Südistriens annähernd im selben Schichtstreifen liegen, der parallel der Hauptachse zwischen Dignano und Promontore einen großen, westwärts gerichteten Bogen beschreibt“ und daß somit „eine bestimmte Schicht des Plattenkalkes zur Saldamebildung besonders geeignet“ sei, nicht den Tatsachen entsprechen und somit auch die daraus gezogenen Schlüsse nicht weiter haltbar sind.

Die Art des Vorkommens ist am besten in den Abbauen zu studieren; da jedoch der Export des Saldamesandes nach den Glashütten Venedigs schon seit geraumer Zeit eingestellt ist, so ist auch die Gewinnung dieses Materials sehr beschränkt, da es nur mehr im Hausgebrauche als Putzmittel von Metallgegenständen Verwendung findet. Zur Zeit meines Besuches war daher an nur ganz wenigen Punkten noch ein kleiner Betrieb zu erkennen. So lagen östlich von Cecinovic einige Haufen dieses Sandes neben den dort abgeteuften kleinen Schächten herausen, und noch geringere geförderte Massen waren bei einigen Gruben südlich der Höhe Cikovac, an der Straße, welche von S. Vincenti gegen Nordost ins Land hineinführt, zu bemerken. Spuren früheren größeren Betriebes finden sich aber südlich der eben erwähnten Schächte bei Cecinovic, nämlich westlich von Bonasini, wo schon die Oberfläche zahlreiche Pingen aufweist und überdies manche frühere Grube auch noch befahrbar ist. Gerade die

Befahrung dieser alten Baue sind aber für die Kenntnis der Art des Auftretens der Saldamesande am instruktivsten.

Am Ausgehenden trifft man überall bloß die sogenannten Quarzite. Dieselben sind entweder typische poröse Süßwasserquarzite, oder, was häufiger der Fall ist, massige Blöcke von Quarzsandsteinen, die entweder sehr hart dem Hammer des Geologen einen großen Widerstand entgegensetzen, oder durch die Verwitterung zermürbt und sandig geworden sind. Die Färbung ist ebenfalls von äußeren Einflüssen abhängig. Die Außenseite ist daher durch das Darüberspülen Terra rossa führenden Wassers stets rot bis rotbraun, selten gelblich, nach dem Inneren aber gewahrt man immer lichtere Töne, so daß der Kern eines solchen harten, also noch wenig verwitterten Blockes nicht selten eine lichtgraue bis weißliche Färbung besitzt, während stärker von der Verwitterung angegriffene Stücke auch im innersten oft noch die gelbliche Färbung erkennen lassen. In einigen wenigen Fällen wurden aber auch harte rote Blöcke, und zwar meist von bedeutendem Umfange angetroffen, die, soweit es auch möglich war, Stücke abzuschlagen und so in das Innere einzudringen, stets die gleiche schöne dunkelrote Farbe aufwiesen, aus welcher die Kristallflächen der Quarze aufblitzten. Für diese Blöcke dürfte, wie später erörtert werden soll, eine etwas abweichende Entstehung anzunehmen sein.

Diese Quarzite an der Oberfläche sind jenes Material, welche im Volksmunde als „Rego“ bezeichnet werden. Nach der Tiefe wird dasselbe jedoch nicht nur immer lichter, sondern auch mürber, so daß in allmählichem Übergange der eigentliche feine Saldamesand daraus wird. Dieser Sand ist in seiner feinsten Qualität blendend weiß und besitzt die Feinheit eines Mehles, nicht selten aber wurden die zuzitzenden Tagwässer durch den überlagernden Quarzitpfropf noch nicht hinreichend filtriert, so daß sie auch in der Tiefe noch etwas Eisenhydroxyd mitbringen, was eine gelbliche, seltener rötliche Färbung des Sandes verursacht und selbstverständlich die Qualität beeinträchtigt.

Der Saldamesand ist zumeist von dem umbüllenden Gestein nicht scharf geschieden, sondern man gewahrt, daß er kalkreicher und damit härter wird, und schließlich in einen festen verkieselten Kalkstein übergeht, der selbstverständlich beim Abbaue nicht mit hereingewonnen wird und infolge der eigentümlichen Verbreitung des Sandes in den alten Bauen oft als Stützpfiler in den weiten Höhlungen angetroffen wird.

Mitunter allerdings ist die Trennung zwischen Saldame und Nebengestein doch scheinbar scharf ausgeprägt, und zwar infolge Auftretens eines gelben Tones, Carabus genannt. Dieser dürfte jedoch meiner Auffassung nach eine spätere Infiltration sein, dadurch entstanden, daß eben an der Grenze des harten und des weichen Materials der Ton der durch Filtrierung größtenteils enteiseneten Terra rossa einen Weg zur Tiefe fand und zum Absatze gelangte. Damit wären die verschiedenen Glieder, welche im lokalen Saldameabbaue unterschieden werden, kurz umrissen: der Oberflächenquarzit Rego, der feine Quarzsand Saldame, der diesen begrenzende gelbliche

Ton Carabus und schließlich wäre noch zu erwähnen, daß auch das verkieselte Nebengestein eine eigene Bezeichnung führt und Pietra di Saldame genannt wird. Erwähnt wurde bereits oben, daß auch der Saldamesand insofern eine Randfazies besitzt, als sich dort stets in größerer oder geringerer Menge eine Beimengung von kohlen-saurem Kalk nachweisen läßt. Dieser Umstand bewirkt aber; daß solches Saldamematerial, wenn es längere Zeit am Tage lagert, Neigung zur Bildung von Konkretionen besitzt, welche mit den bekannten Löbkindeln eine gewisse Ähnlichkeit aufweisen.

Das Auftreten des Saldame ist derart eigentümlich, daß ich bei Befahren der alten Abbaue sofort den Eindruck hatte, eine metasomatische Lagerstätte vor mir zu haben. Man sieht da ganz unregelmäßige Hohlräume, deren Wandungen aus stark verkieseltem Kalke bestehen, in welchem, obgleich er dem deutlich geschichteten Plattenkalke angehört, von Schichtung absolut nichts zu sehen ist. Arbeitet man aber mit der Spitzhaue in dieses Gestein hinein, so läßt sich bald feststellen, daß nicht nur die Verkieselung fortschreitend abnimmt, sondern auch, daß sich die Schichtung mit dem normalen Aussehen des Gesteines auch wieder einzustellen beginnt. Nach der Teufe zu hat die Lagerstätte im allgemeinen schlauchförmige Gestalt, von welcher nicht selten Verzweigungen ausgehen, die selbst wieder zu ansehnlichen Massen anschwellen können, kurz diese Art des Auftretens gleicht vollkommen jener metasomatischer Erzlagerstätten, wie besonders den zahlreichen Zink-Bleierz-Vorkommen.

Es waren somit zwei Vorstellungen, welche die eigentümlichen Saldamelager Istriens hervorriefen; die eine knüpfte an das ähnliche Bild metasomatischer Lagerstätten an, während die andere eine thermale, respektive Geysir-Entstehung in Erwägung zog. Letztere Anschauung stützte sich hauptsächlich auf das Auftreten der zutage liegenden Quarzite, während erstere durch die eigentümliche Form der Lagerstätte gestützt zu werden schien. Immerhin ließen sich gegen beide Auffassungen aber auch Gegengründe anführen, welche besonders in der Feinsandigkeit des Materials wurzelten. In diesem Zweifel konnte bloß die mikroskopische Untersuchung eine Entscheidung herbeiführen.

Betrachten wir zunächst die Quarzite, den „Rego“ im Dünnschliffe unter dem Mikroskop, so sehen wir in vielen Fällen, daß derselbe, der äußerlich mit Süßwasserquarziten vollkommen übereinstimmt, u. d. M. deutliche Pflasterstruktur erkennen läßt. Aber weder das tuffige Äußere noch auch die Pflasterstruktur ist für den Rego ausschließlich charakteristisch, denn andere Vorkommen, welche äußerlich massiger erscheinen, besitzen verzahnte, und innig damit verknüpft auch porphyrische Struktur. Die Struktur der Grundmasse dieser Quarzite leitet dann hinüber zu anderen äußerlich milchweiß und ziemlich dicht erscheinenden Variäteten, welche sich u. d. M. als durchaus feinkristallinisch erweisen und deren Struktur ein mikrogranitisches Gepräge trägt. Von diesen wieder gibt es Übergänge zu äußerlich als Feuerstein oder Chalzedon aufzufassenden Abarten, wobei die Zwischenglieder u. d. M. eine Struktur aufweisen, die an Felsite oder Mikrofelsite erinnern, während die typische faserige

Modifikation des Chalzedons nur selten und undeutlich beobachtet werden kann. Immerhin aber bleiben diese vorhandenen Übergänge von großem Interesse, wenn auch das Auftreten von Opal nicht beobachtet werden konnte, der doch bei der von mancher Seite angenommenen Entstehung des Saldame aus einem Geysirit, als die ursprüngliche Bildung angesehen werden müßte. Bringen wir jedoch die beobachtete Reihe mit einem supponierten ursprünglichen Geysirite in Zusammenhang, so hätten wir eine Dehydrationsreihe: Opal-(Kascholong)-Chalzedon-Quarz. Kascholong wurde hierbei in Klammern in die Reihe aufgenommen, da es möglich ist, daß die dichten milchweißen Massen zum Teil dieser Chalzedon-Varietät angehören. Es wäre jedoch nicht nötig, daß stets diese ganze Dehydrationsreihe von einem vorausgesetzten geysiritischen Material durchlaufen wurde, sondern es ist möglich, daß einerseits aus dem Geysirite Kascholong oder Chalzedon hervorging, was jedenfalls seltener und unvollkommener stattfand, während andererseits, wahrscheinlich in der Mehrzahl der Fälle, der ursprüngliche Opal zuckerkörnige Struktur annahm und so direkt in Quarz umgewandelt wurde. Welche Momente diese Umwandlung jedoch verursachten, darüber können wir uns keine rechte Vorstellung machen. Spezia ist zwar die experimentelle Umwandlung von Opal in Quarz gelungen, jedoch nur bei Temperaturen zwischen 280 und 300° C, während bei niedrigerer Temperatur und unter einem Drucke von 6000 Atm. auch nach 4 Monaten keine Umwandlung erzielt werden konnte¹⁾. Mit den im Experiment verwendeten hohen Temperaturen ist nun in unserem Falle aller Wahrscheinlichkeit nach nicht zu rechnen und somit ist eine Erklärung einer solchen angenommenen Umwandlung nicht recht möglich. Vielleicht würde das Studium tertiärer Geysir-Schalen, wie solche zum Beispiel in Ungarn angetroffen werden, Aufklärung bringen. Möglich erscheint es mir jedoch, daß in unserem speziellen Falle eine Umwandlung des Opals in Quarz dadurch veranlaßt worden sein könnte, daß bei den Verwitterungsvorgängen gelöste Teilchen des umgebenden kohlen-sauren Kalkes auf den Geysirit einwirkten, da nach den Versuchen von E. Baur die Gegenwart von Kalziumkarbonat die Quarzbildung auf Kosten des Opals begünstigt²⁾.

Gehen wir nun aber bei der Beurteilung unserer Saldamclagerstätte von der Annahme aus, daß es sich um ein metasomatisches Vorkommen handle, so wäre der Vorgang etwa folgendermaßen vorzustellen. Eine Therme, deren Temperatur nicht über 50° C betragen zu haben braucht, drang längs einer Spalte empor und brachte in Wechselwirkung auf die umgebenden Kalkbänke die Kieselsäure zur Ausscheidung, wobei ebenfalls die Gegenwart des Kalziumkarbonates die Ausscheidung in Form von Quarz begünstigte. Das Auftreten von Chalzedon-Kascholong an der Thermenmündung kann dann, mit Rücksicht auf den dort fehlenden Einfluß des Kalkes als primäre Bildung angesehen werden, wie dies ja vielfach im eisernen Hute von Eisenerzlagerstätten beobachtet wurde. Aber auch die Annahme einer Um-

¹⁾ Siehe Doelter, Handbuch der Mineralchemie, Bd. II, 1. Hälfte, S. 152.

²⁾ Siehe Doelter, l. c. pag. 154.

wandlung ursprünglicher Quarzablagerungen würde auf keine Schwierigkeiten stoßen, da ja die Hydrationsreihe: Quarz-Chalzedon-(Kascholong) in der Natur ziemlich häufig angetroffen wird. Es ist somit auf Grund der bisherigen Befunde eine Entscheidung zwischen den beiden angeführten Hypothesen nicht möglich, um so weniger als die Feinsandigkeit des Saldame weder in dem einen noch in dem anderen Falle eine befriedigende Erklärung findet.

Dieser feine Quarzsand erweist sich bei 400 facher Vergrößerung als aus einzelnen Quarzkriställchen bestehend, welche aus dem Prisma und den beiden Endpyramiden bestehen und größtenteils sehr gut entwickelt sind. Daneben gewahrt man aber, und dies ist sehr auffällig, in großer Zahl auch Bruchstücke von Kristallen, deren Entstehung mir vollkommen unklar war. Diese Beobachtung veranlaßte mich aber zur Durchsicht weiterer Dünnschliffe, welche ergab, daß auch bei dem „Rego“ eine Kataklyse stellenweise zu beobachten ist und daß mitunter deutliche Mörtelstruktur vorhanden ist.

Zur Entscheidung der Frage, ob die Saldameablagerungen als metasomatisch angesehen werden könnten, wurden sodann auch Dünnschliffe aus den Randpartien der Lagerstätte u. d. M. untersucht und diese ließen unzweifelhaft erkennen, daß es sich hier nicht um einen mit Kieselsäure imprägnierten Kalk handle, sondern daß umgekehrt Quarzkriställchen, sehr häufig auch zerbrochene Kriställchen in eine feinkristalline Kalkspatmasse eingebettet sind, so daß das Ganze an eine porphyrische Struktur erinnert. Dazu muß bemerkt werden, daß das Kalkspatcement mitunter auch etwas fluidale Struktur erkennen läßt. Es ist somit zweifellos, daß der Saldamesand hier erst nachträglich durch Kalkspat verkittet wurde, und diese Auffassung wird des weiteren auch noch durch die Bildung brecciöser Konkretionen in dem im Freien lagernden Sand bestätigt. Man sieht in einem Dünnschliff aus solchem Material in ganz derselben Weise die Quarzkriställchen in ein feinkristallines Kalkspatcement eingebettet, nur daß hier der Kalkspat in etwas geringerer Menge als in den Randpartien aufzutreten scheint.

Auch chemisch ließ sich der geringere Gehalt an Kalziumkarbonat nachweisen. Herr kais. Rat C. Friedrich Eichleiter, welchem ich auch an dieser Stelle meinen besten Dank hierfür aussprechen möchte, hatte die Freundlichkeit, eine Anzahl von mitgebrachten Proben der verschiedenen Materialien einer chemischen Untersuchung zu unterziehen, von welchen hier folgende Ergebnisse mitgeteilt seien.

	SiO_2	$CaCO_3$
Quarzit (Rego) am Wege von Ferlini nach Folli	99·30 %	Kaum bemerkbare Spur.
Quarzit, dichte Varietät.	97·00 %	„
Roh-Saldame von Bonasini (Beste Sorte)	94·80 %	Reichliche Spur.
Dieselbe gesiebt und gewaschen	98·10 %	Deutliche Spur.
Rohsaldame, östl. Cecinovici	96·90 %	1·52 %
Rohsaldame, Mt. Cikovac	98·40 %	0·00 %

	SiO_2	$CaCO_3$
Rohsaldame, am Wege von S. Vincenti nach Folli .	98·40%	Deutliche Spur.
Aus der Randpartie der Saldame-Lagerstätte, Bonasini .	70·20%	28·20 %
Konkretion aus dem lagernden Saldame am Wege von S. Vincenti nach Folli .	74·65%	25·00 %
Kreide-Plattenkalk	0·40%	99·65 %

Die neuerliche Zementierung von am Tage lagernden Saldamesand zu einfachen und doppelten Knollen wurde schon früher sowohl von Marchesetti als von Krebs beobachtet und beschrieben und die voranstehenden Analysen lassen deutlich erkennen, daß diese Konkretionen einen geringeren Gehalt an Kalziumkarbonat und dafür einen höheren Gehalt an Kieselsäure aufweisen als die Randpartien der Lagerstätte. Die letzte voranstehend mitgeteilte Analyse bezieht sich auf ein Stück des die Lagerstätte umgebenden Kreideplattenkalkes, der danach als fast reiner kohlen-saurer Kalk anzusprechen ist und somit die Auffassung von Krebs, daß kieselreiche Kalke die unerläßliche Bedingung zur Bildung des Saldame seien, als hinfällig erweist, ebenso wie sich die andere Annahme des gleichen Autors, daß der Saldame einer bestimmten Schicht angehöre als unzutreffend bezeichnet werden mußte.

Als Ausgehendes der Lagerstätte sehen wir am Tage in der Regel den „Rego“ anstehen. Dies ist jedoch nicht immer der Fall, sondern es wurden auch Stellen beobachtet, an welchen der Quarzit vollständig oder fast vollständig abgetragen wurde, so daß nun der Saldamesand zu einem äußerst feinkörnigen Kiesel-sandstein verfestigt an der Oberfläche ansteht. Solche Sandsteine erscheinen stets mehr weniger rot gefärbt, was durch das Darüberspülen Terra rossa führenden Ablaufwassers zu erklären ist, und zwar nimmt, wie schon erwähnt, diese Färbung nach dem Innern des Sandsteines sichtlich ab, was als Beweis für die Richtigkeit des angenommenen Färbevorganges zu deuten ist. Von Herrn kais. Rat Eichleiter wurden drei solche rotgefärbte Saldamesandsteine untersucht und folgende Ergebnisse erhalten:

Fundort :	SiO_2	Al_2O_3
Polacki	91·55 %	0·85 %
Porgnana	18·70 %	50·10 %
Saine	4·60 %	67·60 %

Man ersieht daraus, daß es sich im ersten Falle tatsächlich bloß um eine Färbung des Saldamesandsteines handelt, im zweiten Falle muß das Material bereits als beauxitisch bezeichnet werden und im dritten Falle handelt es sich bereits tatsächlich um einen Beau-xit. Die drei angeführten Analysen stammen von willkürlich heraus-

gegriffenen Proben, andere Analysen des Herrn kais. Rates Eichleiter erweisen dagegen, daß in Südistrien tatsächlich bezüglich des Tonerdegehaltes alle Übergänge anzutreffen sind, indem folgende Werte an $Al_2 O_3$ gefunden wurden: 7·30 %, 9·15 %, 9·45 %, 9·85 %, 10·15 %, 13·75 %, 13·95 %, 15·55 % und 19·35 %. Dabei ist es selbstverständlich, daß auch der $Fe_2 O_3$ -Gehalt gleichsinnig mit dem Tonerdegehalt wächst. Bezüglich jener Proben allerdings, welche einen von 40 % aufwärts liegenden Tonerdegehalt besitzen, erscheint es mir nicht sicher, ob hier ebenfalls anzunehmen ist, daß ein Saldame-sandstein von beauxitischem Detritus imprägniert wurde und ob nicht vielleicht die umgekehrte Annahme dem Vorgange in der Natur mehr entsprechen dürfte, daß nämlich ein Beauzit mit Kieselsäure durchsetzt wurde. Darauf schienen mir auch einige stärker verkieselte Vorkommnisse hinzudeuten, die ich bereits voranstehend erwähnte, von welchen ich jedoch leider Proben mitzunehmen versäumte. Es sind dies jene Vorkommnisse, welche eine große Härte aufweisen und auch im Innern die gleiche rote Färbung besitzen wie in ihrer Außenrinde.

Suchen wir nun, nach Darlegung des tatsächlichen Beobachtungsmaterials, nochmals einen Schluß auf die Entstehung der Saldame-lager zu ziehen, so müssen wir sagen, daß trotz der großen Übereinstimmung in der Form der Lagerstätte so gut wie keine Anhaltspunkte für eine metasomatische Entstehung vorhanden sind, nachdem sich der verkieselte Kalk der Randpartien als durch ein Kalkzement verkitteter Saldame erwies. Dagegen scheinen für die ältere Geysirhypothese in der Struktur des Rego beweisende Anzeichen zu finden zu sein. Nur wäre auch damit die Existenz des außerordentlich feinen losen Quarzsandes noch nicht erklärt.

Über derartig äußerst feinen Quarzsand oder Quarzmehl finde ich auch in der Literatur nur zwei Notizen. Die erste stammt von A. Frenzel über einen „Mehlquarz“ aus dem sächsischen Obergebirge. Darin wird mitgeteilt, daß dort Amethyste mitunter „weich und bröcklig“ werden, „ja selbst in feinstes Mehl sich umgewandelt“ haben. Dieses Mehl erwies sich als gemeiner Quarz, „und unter dem Mikroskop konnte mit dem besten Willen keine Spur von Kristallformen, sondern nur unregelmäßige Körnchen wahrgenommen werden“¹⁾. Es ist somit in diesem Falle die Herkunft des Mehlquarzes bekannt, eine Entstehungsart, die in unserem Falle zweifellos ausgeschlossen werden kann. Übrigens erweist sich auch der mikroskopische Befund als vollkommen abweichend, so daß ein Vergleich zwischen Frenzels Mehlquarz und dem Saldame nicht möglich ist.

Als zweite Notiz führe ich Tućans „Ein mehliges Siliziumdioxid“ an. In dieser wird mitgeteilt, daß sich in einer Höhle bei Milna auf der Insel Brazza (Dalmatien) im Kreidekalke eine kreidige Auskleidung finde, welcher das mehliges Siliziumdioxid beigemischt erscheint. Dasselbe wird als von solcher Feinheit angegeben, daß u. d. M. bei 540 facher Vergrößerung erst winzige Pünktchen wahrzunehmen

¹⁾ Tscherma's Mineralog. u. Petrographische Mitteil. III. Bd., pag. 514, Wien 1881.

sind. Dieses äußerst feine Pulver erwies sich überdies nach den Untersuchungen von P. P. v. Weimarn als kolloidal¹⁾. Trotz der äußerlichen Ähnlichkeiten in der Art des Auftretens — beidemal in Hohlräumen des Karstkreidekalkes —, so ist doch auch dieses Siliziumdioxid mit dem Saldame absolut nicht vergleichbar.

Ich hatte nun Gelegenheit, Probestücke und eine Anzahl Dünn-schliffe den beiden hervorragendsten Quarzkennern, Herrn Hofrat Prof. Dr. C. Doelter und Herrn Dr. H. Leitmeier vorzulegen und erlaube, mir auch an dieser Stelle den beiden genannten Herren meinen besten Dank für die freundliche Unterstützung meiner Arbeit auszusprechen. Zunächst war es mir eine Genugtuung, daß die beiden Herren meine mikroskopischen Beobachtungen sowohl bezüglich des Rego wie auch bezüglich des Saldame und deren Randbildungen vollkommen bestätigten. Nach Darlegung der Art des Auftretens des Saldame kristallisierte sich aus der Diskussion über die Entstehung dieses Sandes mit Herrn Hofrat Doelter und Dr. Leitmeier folgende Auffassung als die wahrscheinlichste heraus: Es scheint sich hier tatsächlich um eine thermale Bildung, also wenn man will, um einen ursprünglichen Geysirit zu handeln. An der Oberfläche scheinen sich an verschiedenen Orten eine Art Sinterbecken abgesetzt zu haben und die in der Tiefe anzutreffende Lagerstätte dürfte dem ursprünglichen Geysirrohre entsprechen, so daß die Kieselsubstanz nicht nach Art einer Metasomatose zur Ausscheidung kam, sondern sich als Auskleidung schon existierender Karstspalten niederschlug, wobei die eigentümliche Verzweigung der Lagerstätte ebenfalls durch die nach allen Richtungen verlaufenden Karsthohlräume vorgezeichnet war. Diese Geysirrohre bestanden natürlich zunächst ebenfalls aus unreiner Opalmasse. Dann scheint jedoch längs der Austrittspunkte der Geysire eine Bewegung der Erdkruste eingesetzt zu haben, was um so leichter geschehen sein kann, als, wie bereits gesagt, die Saldameausbisse derart an geraden Linien angeordnet erscheinen, daß schon daraus auf das Vorhandensein von Störungslinien geschlossen werden muß. Bei diesen Bewegungen wird nun die Geysirrohre zertrümmert worden sein, auch ist es möglich, daß gleichzeitig die Sinterbildungen an der Oberfläche ein ähnliches Schicksal erfuhren. Diese Pressung mag Dehydrationsvorgänge eingeleitet haben, was die Auskristallisierung der Kieselsäure als Quarz zur Folge hatte. Jedenfalls sind jedoch auch noch in einem späteren Zeitpunkte Bewegungen und damit Pressungen längs der „Thermenlinie“ eingetreten, als deren Resultat die zahlreichen zerbrochenen Quarzkriställchen sowie die klastische Struktur einzelner Partien des Oberflächengeisirites aufzufassen sind.

Zur Bekräftigung der Auffassung, daß es sich bei den Saldamevorkommen um Thermalbildungen längs Bruchlinien handle, muß hier noch einer weiteren Beobachtung Erwähnung geschehen. Östlich von Gimino, fast genau in der Fortsetzung der Linie Saine-Golzana vecchia, nur wieder etwas gegen Osten verschoben, finden sich an zwei

¹⁾ Tućan, Fr. Ein mehliges Siliziumdioxid. Zentralbl. f. Min. etc. 1912, pag. 296—299. — Tućan, Fr., Zur Kenntnis des mehliges Siliziumdioxids von Milna auf der Insel Brazza in Dalmatien. Ibid. 1913, pag. 668—671.

Punkten: westlich von Ballici und zwischen Batué und Miloticbreg ein äußerlich dem Saldame vollkommen gleichendes Material, das sich jedoch als Marmormehl erweist, indem es nicht aus Quarz, sondern aus Kalkspat besteht, obgleich es von der Bevölkerung ebenfalls als Saldame bezeichnet wird. Unter dem Mikroskop sieht man in diesem Pseudosaldame nur zum kleinsten Teile wohlausgebildete Kriställchen von Kalkspat, meistens sind sie zu Körnchen gerundet, zeigen aber dabei oft sehr deutlich Zwillingslammellierung. Das Korn des Pseudosaldame ist außerordentlich fein, stets viel feiner als bei dem echten Saldame und wird mitunter so klein, daß erst bei mehr als 400 facher Vergrößerung eine Auflösung in einzelne Körnchen gelingt. Die äußere Ähnlichkeit des Saldame mit dem Pseudosaldame erstreckt sich auch darauf, daß sich in dem an der Luft lagernden Material leicht Konkretionen bilden. Dieselben lassen unter dem Mikroskop ein ganz ähnliches Bild erscheinen wie jene des Saldame: man sieht auch hier die Kalkspatkristalle und Körnchen von einem noch viel feineren Zement von Kalkspat verkittet.

Die Lagerstätten von Pseudosaldame treten in den höheren massigen Kreidekalken auf die in der Umhüllung des Sandes in körnigen Marmor verwandelt sind, dessen körnige Struktur nach außen fortschreitend abnimmt, und so findet ein allmählicher Übergang in den normalen massigen Kalk statt, ebenso wie der Pseudosaldame durch allmählich zunehmende Verfestigung in die Marmorhülle übergeht. Eine chemische Analyse dieses Pseudosaldame, welche ebenfalls Herr kais. Rat Eichleiter vorzunehmen die Güte hatte, ergab:

	Prozente
SiO_2	0.30
$CaCO_3$	99.01

Das Verhältnis von Kalkkarbonat und Kieselsäure ist somit in Saldame und Pseudosaldame gerade umgekehrt, und es fragt sich nun, ob anzunehmen ist, daß die Thermen hier im Norden kalkreich im Gegensatz zu den kieselsäurereichen Quellen des Südens gewesen seien, oder ob es sich hier im Norden nicht um eine alkalische Therme, sondern eine Akratotherme handelte, welche bei ihrem Aufsteigen längs einer engen Karstspalte den Karstkalk erst teilweise zur Lösung, dann aber infolge Abkühlung und Entweichen von Kohlensäure sogleich auch wieder zur Ausscheidung brachte. Diese Möglichkeit drängt sich deshalb auf, weil die Analyse des Pseudosaldame mit solchen der Kreidekalkte vollkommen übereinstimmt, da auch diese stets eine ganz geringe Beimengung von Kieselsäure besitzen. Im Falle einer Stoffzufuhr dürfte jedoch der ursprüngliche Absatz in Form von Aragonit erfolgt sein, der dann eine Umlagerung zu Kalkspat erlitt. Anzeichen von stattgefundenen Pressungen und Bewegungen, wie weiter im Süden, konnten hier nicht beobachtet werden.

Es wurde erwähnt, daß die Saldamevorkommen im Süden des Kartenblattes Mitterburg und Pianona in zwei Reihen angeordnet sind, und zwar von der Roveria bis zur Höhe Cikovac und von Saine bis Golzana vecchia. Weiter nördlich schließen sich dann als ungefähre

Fortsetzung dieser zweiten Linie die erwähnten Vorkommnisse von Pseudosaldame an, deren südlichster Fundpunkt zirka 4·5 *km* von dem nördlichsten entfernt ist. Aber auch zu diesen Vorkommnissen von Marmormehl scheint eine östliche Parallellinie zu bestehen, wenigstens konnte östlich der Häuser Cviticka am Abhange zum Arsatale noch ein weiteres solches Vorkommen aufgefunden werden.

Nach all dem Gesagten dürfte es nun als zweifellos feststehen, daß der Saldame als eine thermale Bildung anzusehen ist und daß diese Thermen im wesentlichen an zwei Bruchlinien zum Austritte gelangten, wenn wir von den kleinen Abweichungen von der genauen linearen Anordnung absehen wollen. Die westliche Bruchlinie wäre dann von östlich von Pola bis zur Höhe Čikovac, also auf eine Länge von rund 26 *km*, zu verfolgen, während die westlichere von Saine bis Miloticbreg, also auf rund 17 *km* anzugeben wäre. Beide Linien laufen einander parallel und Streichen gegen NNO oder nahezu N. Dabei ist es nicht weiter auffallend, daß die Thermalabsätze im Süden und im Norden voneinander verschieden sind, denn es ist nichts Ungewöhnliches, daß an ein und derselben Thermalinie Thermen verschiedenen Mineralinhaltes austreten.

Schon aus den äußeren Umständen des Auftretens geht hervor, daß der Saldame und die Sande der Punta Merlera, resp. von Sansego nicht identifiziert werden dürfen. Diese Sande sind an keine bestimmten Linien gebunden, sie liegen rein oberflächlich und auch dort, wo sie von oben her etwa in Hohlformen des Karstreliefs eingedrungen sind, erscheinen sie dem Gestein gegenüber stets als etwas Fremdes, zu dem kein Übergang hinüberleitet. Weiters erweist sich der Saldame u. d. M. als vollständig reiner Quarzsand, dem nur etwas Kalkspat beigemengt ist, während Kišpatić¹⁾ im Sande von Sansego außer Quarz in gar nicht unerheblichen Mengen noch folgende Mineralien vorfand: Karbonate, Feldspate, Glimmer, Amphibolminerale, Granate, Chlorit, Epidot, Klinozoisit, Zoisit, Disthen, Staurolith, Turmalin, Titanit, Korund, Brookit, Rutil, Zirkon, Apatit und Limonit.

Ebenso gibt natürlich die chemische Analyse dieser Sande ein ganz anderes Resultat, als es oben von dem Saldame angeführt wurde. K. v. Hauer hat im Jahre 1860 solche Analysen durchgeführt²⁾, und zwar von Sanden von Canidole piccolo (*a*), von Sansego (*b* und *c*) und schließlich von einem Kalksinter aus dem Sande von Sansego (*d*):

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
In Säure unlöslich	60·4 %	54·4 %	63·4 %	36·2 %
Löslicher Ton u. Eisenoxyd	6·7 %	5·6 %	6·0 %	5·6 %
Kohlensaurer Kalk	22·8 %	29·9 %	23·7 %	55·8 %
Kohlensaure Magnesia	10·1 %	10·1 %	6·9 %	2·4 %

¹⁾ Der Sand von der Insel Sansego bei Lussin und dessen Herkunft. Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1910, pag. 294—305.

²⁾ Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. XI, 1860, pag. 286.

Bekanntlich hat Stache die Verschiedenheit des Saldame und des Sandes von Punta Merlera-Sansego dadurch zu erweisen gesucht, daß er hervorhob, daß die Sande von Sansego, resp. deren Äquivalente nächst der Punta Merlera von umgeschwemmter Terra rossa unterlagert werden, während sich dieselbe stets als Decke über die Saldamevorkommnisse darüber lege, woraus ein verschiedenes Alter der beiden Sandablagerungen abgeleitet wird. Diese Angaben entsprechen nun nicht ganz den Tatsachen; wo man primäre Terra rossa und Beauzit dem Saldame auflagern sieht, dort sprechen stets alle Anzeichen dafür, daß eine Infiltration von Kieselsäure von unten her stattgefunden hat, wofür auch darin ein Beweis zu erblicken ist, daß in diesen Fällen stets die ursprüngliche kieselige Oberflächenbildung, das Sinterbecken, nicht zur Ausbildung kam. In anderen Fällen aber, in welchen Terra rossa über Saldame darüber liegt, handelt es sich um umgeschwemmtes Material, und man findet daher auch stets Reste des Geysirits in solchen Fällen mit eingebettet. Dadurch erscheint es aber als zweifellos, daß die Terra rossa gegenüber dem Saldame als älter angesehen werden muß, so daß fernerhin das von Stache angeführte Argument für die Altersverschiedenheit des Saldame und der Sande vom Typus der Sansegosande nicht mehr als stichhaltig betrachtet werden kann. Dennoch bleiben nach dem Gesagten der Unterschiede zwischen den beiden Sandablagerungen so viele, daß an eine Identifizierung nicht weiter gedacht werden kann.

Fassen wir zusammen, so ist von den Saldameablagerungen Südstriens zu sagen, daß dieselben nach unseren Untersuchungen zweifellos auf eine thermale Entstehung, also vielleicht auf Geysire, zurückzuführen sind, womit wir auf die Auffassung Leonardellis zurückkommen, der auch die Art des lokalen Auftretens vollkommen richtig gezeichnet hat. Der räumlichen Verbreitung nach sind die Vorkommen an zwei parallel zueinander geradlinig nach NNO verlaufende Thermenlinien gebunden, die vollkommen unabhängig vom Schichtstreichen sind und wobei zu bemerken ist, daß sich die Mineralisation der Thermen am Nordende änderte, da hier Kalk ausgeschieden wurde gegenüber der Kieselerde der normalen Saldamebildungen. Diese Kieselerde ist aber zweifellos neu zugeführtes Material und nicht der Lösungsrückstand aus den nur wenig Kieselsäure enthaltenden Karstkalen, da einerseits niemals in den Plattenkalen zusammenhängende stark verkieselte Schichten wahrgenommen werden konnten, und da andererseits der gleiche Saldame auch in den massigen Rudistenkalen auftritt. Der Annahme von zwei parallelen Thermenlinien tut es keinen Abbruch, daß wir in gewissen Abständen stets eine kleine Verschiebung gegen Osten erkennen; diese Verschiebungen könnten ihren Grund in kurzen Querstörungen haben, doch konnte dafür kein Beweis erbracht werden. Das Verhältnis des Saldame zu der darüber gebreiteten Terra rossa läßt erkennen, daß die Sande jünger sind als diese, somit jünger als altquartär.

Noch jüngere Bewegungen haben die Zertrümmerung der Thermalschale und die Auskristallisierung des Quarz verursacht, während durch weitere Bewegungen auch die Quarze zum Teil noch zerbrochen wurden.

Die Sandvorkommen von Nordistrien, die Krebs nach Marchesetti erwähnt, also von Skopo am Karste, von Komen und bei Großrepen, kenne ich nicht, doch ist es möglich, daß es sich dort um Sande anderer Entstehung handelt, da in Nordistrien nicht selten Hornsteine im normalen Schichtverbande angetroffen werden, aus deren Zerstörung sie hervorgegangen sein könnten. Für die Saldamevorkommnisse Südistriens dagegen können die Ausführungen von Krebs nicht als zutreffend bezeichnet werden.

Wien, im Dezember 1915.