

welchen die östlichen Flügel gesenkt sind. Es sind das die Fortsetzungen derjenigen Brüche, welche ich schon beschrieben habe im Sellamassiv, Grödenpaß und Gardenazzamassiv und ihre kartographische Position wird aus meiner nächsten geologischen Karte dieses Gebietes zu ersehen sein. Sie durchziehen die Dolomitmassen des Seceda und der Geißler Spitzen im Norden der Aschkler- und Incisaalpe.

Diese Profile bewahrheiten in guter Übereinstimmung die Deutung, welche ich für den Langkofeldistrikt gegeben habe *a*) die nach West gerichtete Überschiebung einer gefalteten Gebirgsmasse, welche die Laven und Tuffe vom Alter der Wengener und Cassianer Schichten umfaßt, *b*) die Durchschneidung von älteren Schubflächen durch jüngere Schubflächen und Verwerfungen, *c*) die Deformation der unterliegenden Schubmassen durch Faltungen, Brüche und Cleavageflächen, welche verschiedenen Drucksystemen entsprechen, in dieser Gegend einem ost-westlichen und einem NNE—SSW gerichteten System.

**Prof. M. Kišpatić.** Der Sand von der Insel Sansego (Susak) bei Lussin und dessen Herkunft.

Die der kroatischen und dalmatinischen Küste vorgelagerte Inselreihe besteht aus Kalken wie die Küste selbst und beide zeigen uns durchweg das Bild des Karstes. Wenn wir aber von der Insel Lussin auf die kleine Insel Sansego (Susak) treten, so finden wir uns auf einmal in eine fremde Welt versetzt, in eine Sandoase, von der Stache sagt, es ist das „eine morphologische Sehenswürdigkeit und ein halbes geologisches Rätsel und Wunder“. Und woher diese mächtige Sandanhäufung, diese Sandinsel im Meere von Kalken? Diese verlockende Frage hat viele Geologen<sup>1)</sup> beschäftigt und man versuchte auf verschiedene Weise das Rätsel zu lösen. Man begnügte sich dabei mit Spekulationen ohne wissenschaftliche Grundlage, nur Salmojrighi machte dabei eine Ausnahme. Lorenz meinte, es waren hier in der Pliocänzeit von untermeerischen Quellen aufgewirbelte Sandhaufen, die dann über Meeresniveau gehoben sind, was G. Stache nicht zugeben will, da der Sand doch aus einem älteren, entweder auf oder unter dem oberen Rudistenkalk, welcher die Basis der Insel Sansego und des Meeresbodens im weiten Umkreis bildet, ausgebreiteten mürben Sandstein oder losen Sandablagerung stammen müßte. Bemerkenswert ist, was Stache weiter sagt: „Die ganze genau bekannte Schichtenfolge des Festland- und Inselgebietes der Küsten aber bietet keinen Horizont, aus dessen Zerstörung und Umlage-

<sup>1)</sup> A. Fortis, Saggio d'osservazioni sopra l'isola di Cherso ed Ossero, Venezia, 1771. — Lorenz, Skizzen aus der Bodulei, Petermanns Mitt. 1859. — Marchesetti, Cenni geologici sull' isola di Sansego, Bull. soc. adr. di sc. nat. VII. Trieste 1882. — G. Leonardelli, Il Saldame, il Rego e la Terra di Punta Merlera in Istria, Roma, 1884. — G. Stache, Verbreitung und Höhenlagen von Äquivalenten der Sandablagerungen von Sansego. Verh. d. k. k. geol. R.-A., Wien 1888, 255. — Stache, Die liburnische Stufe und deren Grenzhorizonte. Abhandlungen d. k. k. geol. R.-A., Wien XIII. 1889. 72. — F. Salmojrighi, Sull' origine padana della sabbia di Sansego nel Quarnero; R. Inst. Lomb. di sc. e lett. Milano XI. 1907.

rung sich ein so gleichförmig feines Material in der Mächtigkeit, wie es Sansego bietet, ableiten ließe.“

Wir werden sehen, daß es mir gelingen wird, den Beweis zu erbringen, daß gerade in den Kalken eine genügende Menge von gleichförmigem feinem Material vorhanden ist, um eine ähnliche Bildung zu ermöglichen. — G. Leonardelli dachte, daß heiße, kieselsreiche Quellen den Sand hervorbrachten. Fortis, Marchesetti und Stache glaubten, daß oberirdische Flüsse des alten Quartärlandes das sandige Material an den Mündungen zum Absatz brachten. Stache dachte „an ein Zusammenwirken fluviatiler Absätze in weitgedehnten Überschwemmungs- und Deltagebieten und nachträglicher äolischer Umlagerung des Absatzmaterials oder zum Teil an eine rein subaërische, dem Vorgang der Lößbildung verwandte Form der Materialanhäufung“. Den Sand selbst und seine mineralogische Natur hat niemand untersucht, es fehlte also jede wissenschaftliche Grundlage zur Beurteilung und Vergleichung des Materials. Den richtigen Weg hat Salmojrighi eingeschlagen, um zur Lösung der Frage zu kommen. Er untersuchte mikroskopisch die Bestandteile der Sande nicht nur von Sansego, sondern auch von mehreren Punkten an dem östlichen und westlichen Ufer der Adria (Almissa, Cherso, Triest, Isonzo, Po, Ravenna, Porto S. Giorgio), um eine sichere Grundlage zur Beurteilung und Lösung dieser Frage zu bekommen. Auf Grund dieser Untersuchungen kam Salmojrighi zu dem Schluß, daß der Sand von Sansego seine Entstehung der Anschwemmung vom Po zu danken hat. Der Po fließt durch ein ausgedehntes Gebiet von kristallinen Schiefen und der Sand im Po steht im Einklange mit diesem Ursprung. Über das alte Adrialand brachte der Po den Sand bis zur jetzigen Insel Sansego und nach Untersuchungen von Salmojrighi sollen die Sande von der Insel Sansego mit jenen in der Poebene vollkommen übereinstimmen. Die geologischen Schwierigkeiten müssen natürlich vor dieser Tatsache schwinden. Leider sind aber die mikroskopischen Untersuchungen von Salmojrighi in einer Form gegeben, daß man sich überhaupt kein Urteil über dieselben bilden kann. Außer den Namen der vorkommenden Mineralien werden keine physiographischen Eigenschaften angegeben. Ich kenne den Sand vom Po nicht und kann nicht sagen, ob er mit dem von Sansego übereinstimmt, das Verzeichnis der Mineralien von Sansego, nach meinen Untersuchungen, deckt sich aber nicht vollkommen mit dem Verzeichnis von Salmojrighi. Eine besondere Gelegenheit veranlaßte mich, in die Frage näher einzugehen und führte mich zu einem Resultate, das die Frage über die Herkunft des Sandes von Sansego in ein ganz neues Licht brachte. Ich glaube, daß mir im folgenden gelingen wird, nachzuweisen, daß

1. der Sand von der Insel Sansego (Susak) mit allen seinen Bestandteilen aus den Kalken und Dolomiten des Karstes stammt;

2. daß unterirdische Flüsse des Karstes nach Auflösung des Kalkkarbonats die eingeschlossenen Mineralien, meistens Quarz und Silikate, bei der untermeerischen Mündung nicht nur bei Sansego, sondern auch

an vielen anderen Stellen als Sand hervorbringen und anhäufen.

Obwohl diese Erklärung ganz eigentümlich erscheint, so wird sich doch zeigen, daß sie sehr einfach und natürlich ist. Wir werden sehen, daß alle Mineralien des Sandes von Sansego in den Kalken unseres Gebietes vorkommen und daß sie in jeder Hinsicht mit ihnen übereinstimmen. Wir werden sehen, daß einige untermeerische Quellen vor unseren Augen denselben Sand hervorbringen und zuletzt, daß die terra rossa unseres Karstes hauptsächlich Mineralien ganz ähnlich jenen von Sansego enthält.

Ich besuchte die Insel Sansego im Frühjahr 1910. Die Unterlage der Insel besteht aus lichtem Rudistenkalk. Wie auf einem Teller, dessen Ränder selten einige Dezimeter über das Meeresniveau hervorragend, steht eine Lage von Sand bis 90 m Höhe. Der graugelbliche Sand zeigt steile Wände, indem er, wie es seiner physikalischen Natur entspricht, lößartig abbröckelt, und ist durch tiefe Furchen von Regenwasser zerschnitten, ruinenartige Taleinschnitte bildend. Das pittoreske Bild wird durch terrassenförmig angelegte Weingärten noch erhöht. Die Kalkunterlage habe ich außer am Rande der Insel nur an einer Stelle in einer tiefen Furche unweit des unteren Dorfes gesehen. Die Grundfläche der Insel beträgt etwa drei Quadratkilometer mit 9 km Küstenentwicklung. Der Sand ist feinkörnig und ziemlich gleichmäßig. Er zeigt keine Schichtung, nur die oberste Schicht, die Kulturschicht ist porös, lößartig und enthält Land- und Süßwasserschnecken. An den Seitenwänden vorkommende Schnecken sind nur in etwas härter gewordenen Krusten beim Hinunterfallen stecken geblieben. Im Sande selbst sind keine Reste zu finden.

Ich habe den größten Teil der Insel begangen und von verschiedenen Stellen und verschiedenen Tiefen Sand gesammelt und mikroskopisch untersucht und einen nennenswerten Unterschied nirgends gefunden. Indem der größere Teil der Mineralien im Sande in sehr geringer Menge vorkommt und dazu dessen Körner und Blättchen eine Größe zwischen 0.05 und 0.25 mm besitzen, so war es nötig, bei der zeitraubenden Untersuchung mit großer Vergrößerung das Material zu separieren. Ich nahm dazu eine Thoulet'sche Lösung mit Sp. G. = 3.18. Die niedergefallenen Mineralien sowie die schwebenden wurden für sich gesammelt und bei der mehrmals wiederholten, gemessenen Verdünnung wurde dasselbe Verfahren durchgeführt, so bekam ich jedesmal ein Material, in dem die einzelnen Mineralien angereichert vorkommen. Bei mikroskopischer Untersuchung fand ich im Sande folgende Mineralien:

1. Quarz ist der häufigste Bestandteil des Sandes; er besitzt meist keine bestimmte Form; er ist farblos, aber auch grau, schwarz, braun und rot durch Einschlüsse gefärbt. Hier und da führt er runde oder rhomboedrische Einschlüsse von Karbonaten, was für Quarze in den Kalken sehr charakteristisch ist.

2. Karbonate als Kalzit und Dolomit sind in großer Menge vorhanden. Dolomitrhomboeder konnte man leicht als solche durch das spezifische Gewicht erkennen.

3. Feldspate sind durch eine größere Anzahl von Arten vertreten. Sie erscheinen immer in winzigen, unregelmäßigen Blättchen. Die allergrößten messen  $0.25\text{ mm}$ , gewöhnlich sinken sie tief unter  $0.1\text{ mm}$ . Zwillinge sind selten, meist bei basischen Arten. Sauere Arten führen hie und da eingeschlossene Säulchen von grünlicher Hornblende. Meist sind sie einschlußfrei. Schöne Zwillinge bei einer Auslöschung von  $20^\circ : 21^\circ$ ,  $16^\circ : 12^\circ$ ,  $17^\circ : 17^\circ$ , wobei  $\alpha'$  und  $\gamma'$  eine bedeutend größere Lichtbrechung als Kanadabalsam besitzen, gehören der Andesin-Labradoritreihe an. Feldspate, deren Brechungsexponent  $\alpha' = \gamma'$ , dann  $\alpha' <$  und  $\gamma' =$  dem des Kanadabalsams und kleine Auslöschungsschiefe besitzen, sind dem Oligoklas zuzuzählen. Die meisten Feldspate haben kleinere Brechungsexponenten als Kanadabalsam, indem sie aber weder Zwillinglamellen noch Spaltungsrisse besitzen, so kann man nicht sagen, ob sie immer dem Albit angehören. Ein einfaches Individuum zeigte in der Mitte des Gesichtsfeldes den Austritt der positiven Bisectrix und eine Auslöschung von  $19^\circ$ ,  $\alpha'$  und  $\gamma'$  kleiner als bei Kanadabalsam, gehört somit zu Albit.

Schön ausgebildete Mikrokline sind selten, kommen aber doch vor; sie zeigen schöne Gitterstruktur und auf  $P$  symmetrische Auslöschung von  $16^\circ$ .

Das Vorkommen von monoklinem Feldspat ist nicht sicher festzustellen.

4. Muskovit ist im Sande sehr verbreitet. Der Achsenwinkel  $2V = 39^\circ, 41^\circ, 42^\circ$ . Feinschuppige Aggregate von Serizit haben meist eirunde Formen.

5. Phlogopit ist neben Muskovit immer vorhanden. Er ist meist optisch einachsig oder der Achsenwinkel ist sehr klein, steigt aber bis  $27^\circ$ . Er führt gewöhnlich viele Einschlüsse, die ihn trüb und undurchsichtig machen. Es sind dies meist winzige Rutilnadeln, manchmal auch schöne und große Kristalle und Zwillinge von Rutil. Manchmal finden sich auch eingeschlossene Hämatite.

6. Biotite im Sande sind gelbbraun, optisch ein- und zweiachsig. Ich habe gemessen  $2V = 14^\circ$  und  $2V = 29^\circ$ .

7. Amphibolminerale sind im Sande stets vorhanden. Die säulenförmigen Gestalten sind entweder farblos oder schwach grün, grasgrün, tiefgrün bis braungrün. Pleochroismus ist bei grünen Formen immer deutlich,  $\gamma$  hat blaue Farbentöne, oft glaukophanähnlich. Alle sind optisch negativ und die Auslöschungsschiefe klein, aber nie so klein wie bei Glaukophan. Das spezifische Gewicht wächst mit der Farbe.

8. Granate sind häufige Bestandteile des Sandes. Sie sind gewöhnlich farblos, selten leicht rötlich. Brechungsvermögen sehr hoch. Meist sind es Bruchstücke mit muscheligen Bruche, selten Kristalle, die als zierliche, regelmäßige Rhombendodekaeder oder als plattgedrückte Dodekaeder erscheinen. Manchmal führen sie rundliche oder nadelförmige Einschlüsse, wahrscheinlich von Rutil.

9. Chlorit erscheint in winzigen, frisch aussehenden Blättchen, welche grün, gelblichgrün oder graugrün gefärbt sind. Optisch ist er einachsig und positiv.

10. Epidot erscheint in winzigen, unregelmäßigen Körnern von gelber oder grünlichgelber Farbe, auch farblos mit starker Lichtbrechung und Doppelbrechung.

11. Klinozoisit kommt oft in Verbindung mit Epidot vor. Er ist farblos, blaßgrün oder gelblich, besitzt schiefe Auslöschung, bläuliche Polarisationsfarben und ist optisch positiv.

12. Zoisit. Tafelförmige Körner oder Säulen, farblos, mit starker Lichtbrechung, schwacher Doppelbrechung, zweiachsig, positiv, Achsenwinkel ( $2V$ ) gegen  $34^\circ$ ,  $\rho > v$ , gehören wahrscheinlich dem Zoisit.

13. Disthen ist immer in einzelnen Blättchen vorhanden und leicht zu erkennen. Unregelmäßige, farblose Blätter liegen auf der Fläche  $M$ , nach der sie tafelförmig abgesondert sind; Spalttrisse nach  $P$  und  $T$  sind oft vorhanden. Lichtbrechung stark, Doppelbrechung gering; beinahe senkrecht auf  $M$  tritt die negative Bisectrix auf. Die Achsenebene bildet mit  $T$  einen Winkel von  $30^\circ$ — $32^\circ$ . Achsenwinkel groß.

14. Staurolith scheint sehr selten zu sein. Ich fand eine tafelförmige Säule mit starkem Pleochroismus: der Länge nach gelbbraun, senkrecht dazu dunkelbraun. In der Mitte des Gesichtsfeldes tritt eine optische Achse auf, der Achsenwinkel muß groß sein; optischer Charakter ist positiv.

15. Turmalin ist sehr verbreitet. Manchmal findet man hemimorphe Kriställchen ( $0.05\text{ mm}$ ), gewöhnlich sind es aber kurze Säulchen mit geraden Terminalflächen. Pleochroismus stark; die Farbe des ordentlichen Strahles ist blaß, braun, gelbbraun, dunkelbraun oder dunkelblau; die entsprechenden Farben nach  $e$ : farblos, grau, gelblich, lichtgelb.

16. Titanit ist unter den schweren Mineralien des Sandes stets vorhanden. Er erscheint in unregelmäßigen Körnern von blaßgrauer Farbe. Die Oberfläche erscheint wie parkettiert. Die Lichtbrechung und Doppelbrechung stark; optischer Charakter positiv; der Achsenwinkel wurde mit Schraubenmikrometerokular auf  $2V = 28^\circ$  gemessen. Die Dispersion sehr stark,  $\rho > v$ . In einem Titanitkorn wurden eingeschlossene prismatische Kriställchen getroffen, die wahrscheinlich dem Rutil angehören.

17. Korund wurde in den Kalken des kroatischen Karstes gefunden, und hier im Sande erscheint ein Mineral, manchmal in einer Form, die an diejenige des Korundes in Kalken stark erinnert, so daß es sehr wahrscheinlich ist, daß es dem Korund angehört. Es sind dies knotenförmige, unregelmäßige Körner von etwa  $0.05\text{ mm}$ , mit hoher Licht- und geringer Doppelbrechung. Die Einachsigkeit und negativer optischer Charakter ist nicht besonders deutlich, aber sehr wahrscheinlich. Einmal fand ich in einem solchen Korn eine Menge winziger, schwarzer Einschlüsse, wie sie im Korund in den Kalken vorkommen. Das Mineral kommt sehr selten vor.

18. Brookit muß äußerst selten sein, da nur ein einziges Korn gefunden wurde. Das Korn ( $0.1 \times 0.15\text{ mm}$ ) liegt auf einer Fläche, zu der parallel eine blätterige Absonderung zu sehen ist. Es hat tiefgelbe Farbe, ist optisch zweiachsig, positiv und hat sehr starke

Dispersion,  $\rho > \nu$ . Der Achsenwinkel, gemessen mit Schraubenmikrometerokular, bei angenommenem  $\beta = 2.56$ , beträgt  $2V = 21^\circ 30'$ .

19. Rutil ist ein sehr gewöhnlicher Gemengteil des Sandes. Er kommt in Form von unregelmäßigen Körnern, in Kristallen von verschiedener Schärfe und knie- und herzförmigen Zwillingen vor. Er ist gewöhnlich rötlichgelb, aber auch manchmal bräunlich und dann pleochroitisch ( $o =$  gelblich,  $e =$  braungelb).

20. Zirkon ist reichlich vorhanden wie Rutil und hat gewöhnlich dieselbe Größe. Erscheint meist in schön ausgebildeten Kristallen mit scharfen Kanten, aber auch tonnenförmig mit abgerundeten Kanten und Flächen. Oft sind die Kristalle schön zonar gebaut. Sie führen oft blasenförmige Einschlüsse, manchmal auch mit beweglicher Libelle. Winzige Zirkonkriställchen als Einschluß kommen auch vor.

21. Apatit kommt im Sande äußerst selten vor. Ich habe nur zwei säulenförmige Kriställchen getroffen.

22. Limonit ist im Sande sehr reichlich vorhanden. Andere Eisenerze habe ich nicht gefunden.

Außerdem sind im Sande noch einzelne Körner, die nicht bestimmbar waren, vermute darunter ein Mineral aus der Olivin-Gruppe (Monticellit) gesehen zu haben. Wenn wir dieses Mineralverzeichnis mit demjenigen von Salmojrighi (siehe Tabelle) vergleichen, so werden wir sehen, daß ich keine Pyroxene anführe, während nach Salmojrighi dieselben häufig vorkommen. Ich habe aber keine Spur weder von rhombischen noch von monoklinen Pyroxenen getroffen, obwohl ich darauf meine volle Aufmerksamkeit richtete. Wie wir gleich sehen werden, stimmen mit dieser Tatsache auch die Resultate der Untersuchungen in den Kalken und in der terra rossa vollkommen überein. Weiter erwähnt Salmojrighi im Sande Serpentin, ich habe aber von Serpentin keine Spur gesehen. Ob die Mineralien im Sande von Sansego mit jenen vom Po übereinstimmen, kann ich nicht beurteilen, will auch nicht diskutieren, ob ein Fluß aus einem kristallinen Gebiete so ein charakteristisches Gemenge von Mineralien zusammenbringen kann, da ich den Boden der Tatsachen nicht verlassen will. Wir haben hier, wie ich schon erwähnt habe, in den Kalken das Muttergestein des Sandes zu suchen und werden es auch leicht finden.

Vor etwa sechs Jahren hat Dr. Fr. Tućan, Kustos am mineralogischen Museum in Agram, auf mein Anraten die Untersuchung der Kalke des kroatischen Karstgebietes vorgenommen und eben zu Ende geführt. Die Arbeit wird in deutscher Sprache unter dem Titel: „Die Kalksteine und Dolomite des kroatischen Karstgebietes“ in „Annales Geologiques de la péninsule balkanique, Belgrade“ erscheinen. Da ich den Verlauf der ganzen Arbeit mitangesehen habe, so sind mir die Resultate vollkommen bekannt und ich kann sie mit Kenntnis und Erlaubnis des Verfassers, soweit sie für uns Interesse haben, bekanntgeben.

Die Kalksteine des kroatischen Karstes aus der Karbon-, Trias-, Jura-, Kreide- und Eocenformation führen überall und immer in geringer Menge eine Anzahl von Mineralien, die sicher keine Kontaktmineralien sind, ziemlich gleichmäßig verteilt. Die vorkommenden Dolomite sind

in dieser Hinsicht vollkommen gleich. Die vorkommenden Mineralien stimmen der Art, Größe und dem ganzen Habitus nach überein mit jenen im Sande von Sansego, so daß man die mikroskopischen Präparate von Mineralien aus dem Sande mit jenen aus dem Kalk leicht verwechseln kann. Es herrscht hier kein Unterschied. Die Mineralien der Kalksteine sind in Kürze die folgenden;

Quarz, meist unregelmäßig, farblos, gefärbt; enthält Einschlüsse von Karbonaten; Kristalle haben gezahnte Eindrücke von Kalk.

Feldspate als Mikrokline, Albite, Oligoklase und basischere Plagioklase.

Die Glimmer sind als Muskovit, Serizit, Phlogopit und Biotit entwickelt und enthalten dieselben Einschlüsse wie im Sande.

Die Amphibolmineralien sind in denselben farblosen, bläulichen, grünen Arten vorhanden.

Granate sind meist farblos oder rötlich; Kristalle und Bruchstücke.

Chlorite sind grünlich und gelblich; optisch positiv.

Epidote und Klinozoisite haben dasselbe Aussehen wie im Sande. Ebenso ist es mit dem Zoisit.

Disthen hat dasselbe Aussehen und optische Eigenschaften wie im Sande.

Staurolith ist sehr spärlich auch im Sande und hat ähnliche Farben und Pleochroismus.

Turmaline kommen in denselben Formen und Farben vor.

Titanite erscheinen in Körnern;  $2V$  ist klein;  $\rho > \nu$ .

Korund wurde in Kalken sicher nachgewiesen; er kommt auch in bläulichen Körnern vor.

Rutil kommt in derselben Farbe und Formenreihe vor.

Zirkon erscheint in scharfen und gewölbten Kristallen und ist oft zonar gebaut.

Apatit ist auch in den Kalken selten.

In den Kalken wurde außerdem gefunden: Gips, Anhydrit, Pyrit und Hämatit. Daß diese Minerale im Sande fehlen, ist leicht verständlich. Im Kalke wurde noch gefunden: Chloritoid, Fluorit, Periklas und Koppit, aber äußerst selten, und es ist nicht ausgeschlossen, daß man sie im Sande noch finden wird, da ein Auffinden von Seltenheiten nur dem Zufall zu danken ist. Brookit wurde in den Kalken nicht gefunden, was man vielleicht auch demselben Grunde zuzuschreiben hat.

Der Vergleich der Mineralien im Sande und in den Kalken sagt uns, daß der Sand aus den Kalken stammen kann. Wir haben aber noch einen weiteren Beweis, der uns diese Herkunft noch wahrscheinlicher macht. Diesen Beweis finden wir in der terra rossa, deren Erscheinung wohlbekannt, aber deren Natur und Entstehung noch nicht erklärt ist. Wie bei dem Sande von Sansego, so haben bei der Besprechung der terra rossa die Geologen die mineralische Zusammensetzung immer beiseite gelassen und kamen nicht zur sicheren Erklärung. Es war natürlich, daß Dr. Fr. Tuéan bei der Untersuchung der Kalke auch die terra rossa in den Bereich seiner

Studien, deren Resultate in Kürze veröffentlicht werden, gezogen hat. Es wird hier der Beweis erbracht, daß die terra rossa aus den Kalken entsteht und daß in derselben dieselben Mineralien wie in Kalken vorkommen. Diese Mineralien sind nun vollkommen identisch mit jenen im Sande von Sansego. Die Mineralien der terra rossa sind: Quarz, Muskovit, Serizit, Phlogopit, Biotit, Mikroklin, Plagioklase, farblose, grüne, bläuliche, bräunliche Amphibole, farblose und rötliche Granate, Chlorite, Epidote, Klinozoisite, Zoisite, Disthen, Turmaline, Titanit, Apatit, Rutil, Zirkon, Periklas, Korund und Limonit.

In der terra rossa sehen wir, daß die Mineralien der Kalke nach Entfernung des Kalkkarbonats unverändert zurückbleiben können und es ist verständlich, daß dieselben noch leichter durch unterirdische Karstflüsse erhalten und fortgeführt werden können. Die Herkunft der Sande von Sansego ist uns also durch die Mineralien in den Kalken und der terra rossa in besseres Licht getreten.

Den Anstoß zu dieser kleinen Arbeit habe ich in einer Erscheinung in der Bucht von Buccari (Bakar) erhalten. Hier fand ich zugleich den besten Beweis, daß der Sand von Sansego aus den Kalken stammt. Bei einem Aufenthalt in Porto Ré (Kraljevica) sah ich größere Segelschiffe, wie sie in der Bucht von Buccari aus beträchtlicher Tiefe Quarzsand heraufbaggerten, um ihn zu Bauzwecken zu verkaufen. In unmittelbarer Nähe des Sandes befindet sich eine mächtige untermeerische Quelle, Černo genannt. Beim Nachdenken über die Herkunft des Sandes in einem Becken aus Kalk erinnerte ich mich unwillkürlich an mineralogische Untersuchungen von Dr. Tućan über Kalke, und so kam mir der Gedanke, daß der Sand aus den Kalken kommen kann. Der nächste Gedanke führte mich an die Insel Sansego. Die Bucht von Buccari hat unzählige untermeerische Süßwasserquellen. Etwa fünf Minuten vom Fischerdorf Buccarizza (Bakarac) gegen Buccari befinden sich an mehreren Punkten dicht nebeneinander an der Küste kleine Süßwasserquellen. Anfangs ist das Meer seicht und man sieht das strömende Süßwasser, aber bald senkt sich der Boden senkrecht hinab und da verliert sich die Strömung. Das Süßwasser ist durch das ganze Jahr vollkommen klar und rein und doch findet man an der ersten stufenförmigen Vertiefung, wie ich später sah, im Meere Quarzsand. Eines Tages fand ich an der beschriebenen Stelle, Zminjac genannt, einen Mann in einer kleinen Barke, wie er mit einer Hacke aus geringer Tiefe Quarzsand hervorholte. Jetzt war mir alles klar. Der Sand in der Bucht von Buccari findet sich nur in Verbindung mit Quellen, die das Wasser von unterirdischen Karstflüssen haben. Ob hier in einer Minute oder in einer Stunde ein Korn dazukommt, das ist für geologische Rechnung Nebensache. Ich brauchte nur zu bestimmen, daß der Sand hier aus Mineralien, die in Kalken vorkommen, besteht. Ich sammelte das notwendige Material aus Černo und Zminjac, fuhr nach Sansego und untersuchte mikroskopisch das ganze Material. Die zeitraubende Arbeit der Trennung von Mineralien mittels der Tholet'schen Lösung sowie die Herstellung

von über 100 Präparaten führte mit besonderer Geschicklichkeit Dr. Tučan aus.

Die mikroskopische Untersuchung ergab, daß die Sande von Černo und Zminjac aus den Kalken stammen, wie wir im folgenden ersehen.

Der Sand von Černo führt Karbonate und zierliche Foraminiferen, von denen Salmojrighi sagt, daß sie auch im Sande von Sansago vorkommen. Im Sande von Černo habe ich noch folgende Mineralien gefunden:

Quarz wie im Kalke; prismatische Kristalle sind manchmal voll von Karbonaten und die äußeren Umrisse wie gesägt von angrenzenden Kalkindividuen, ganz wie in den Kalksteinen.

Feldspate sind meist saure Plagioklase ohne Zwillinglamellen; vorkommende Zwillinge gehören dem Andesin an. Mikroklin habe ich nicht getroffen. In Größe und Habitus sind die Feldspate vollkommen denjenigen in den Kalken und im Sande von Sansago ähnlich.

Muskovit führt oft zierliche Rutilnadeln als Einschluß;  $2V = 42^\circ 30'$ . Vorkommender Phlogopit ist voll von eingeschlossenem Rutil. Biotit ist ein- und zweiachsig.

Amphibolminerale sind auch hier farblos, grünlich mit bläulichen Farben nach  $\gamma$ ; es kommen auch gelbbraune und tiefgrüne Arten, sonst mit demselben Habitus vor.

Granate sind gewöhnlich farblos oder schwach rötlich, meist in Form von scharfkantigen Bruchstücken.

Chlorit in grünen oder bläulichgrünen Blättchen; optisch positiv; Achsenwinkel klein, aber unmeßbar.

Epidot meist gelb, oft verwachsen mit Klinozoisit.

Disthen kommt in farblosen, winzigen Blättchen nach  $M$  vor; Auslöschungsschiefe  $32^\circ$ .

Turmalin ist verschieden gefärbt (gelb, braun, bläulich): er führt manchmal Einschlüsse von Rutil.

Titanit kommt in unregelmäßigen Körnern von lichter Farbe vor, ist optisch positiv, der Achsenwinkel nicht größer als  $30^\circ$ ;  $\rho > \nu$ . Kristallform wurde nur an einem einzigen Individuum gefunden.

Rutil kommt in unregelmäßigen Körnern, schönen, einfachen Kristallen und Zwillingen vor. Ist gewöhnlich von gelber Farbe, wird aber auch kastanienbraun.

Zirkon kommt in scharfen und tonnenförmigen gewölbten Kristallen vor; zeigt oft schönen zonaren Bau und führt eingeschlossene Zirkonkriställchen.

Ein lang ausgezogener Würfel eines isotropen Minerals mit schwächerer Lichtbrechung als Kanadabalsam gehört wahrscheinlich dem Fluorit an.

Von Eisenerzen findet man Hexaeder von Pyrit, Blätter von Hämatit und Körner von Limonit.

Alle diese Mineralien kommen in den Kalken mit demselben Habitus und in derselben Größe vor.

Im Sande von Zminjac finden wir fast alle diese Mineralien mit demselben Habitus.

Quarz in Zminjac führt oft scharfe Rhomboeder von Karbonaten; Kristalle haben oft zahnförmige Eindrücke, wie sie auch in den Kalken vorkommen. Von vielen Einschlüssen wird Quarz oft braun, rot und schwarz. Feinkörnige Aggregate sind oft rot und braun von Einschlüssen gefärbt; ganz dieselben Aggregate sind auch in den Kalken zu finden.

Feldspate ohne Zwillingslamellen haben ähnliche Brechungs-exponenten wie Kanadabalsam, aber auch bedeutend niedrigere und höhere. Deutliche Plagioklase nähern sich der Andesin-Labradoritreihe.

Muskovite, Serizitaggregate und Biotite sind ganz dieselben wie im Sande von Sansego. Bei Muskovit wurde einmal gemessen  $2V = 35^\circ$ .

Amphibolminerale sind selten licht, meist sind sie dunkelgrün mit bläulichen Tönen nach  $\gamma$ , auch gelbbraun.

Granate in Bruchstücken sind farblos oder leicht fleischrot.

Chlorite kommen in grünen Blättchen vor und sind optisch positiv.

Epidote sind von gelber Farbe, oft verbunden mit Klinoisit.

Ein Bruchstück von gelber Farbe, hoher Lichtbrechung und ziemlich starker Doppelbrechung, zweiachsig, mit Austritt einer Achse, an der man den positiven optischen Charakter bestimmen kann und Pleochroismus in graugelber und gelbbrauner Farbe, wird wahrscheinlich dem Staurolith angehören.

Turmaline mit lichtgelben (*e*) und dunkelgelben (*o*) sowie mit kastanienbraunen (*e*) und schwarzen (*o*) Farben sind nicht selten. Sie führen oft eingeschlossene Rutilnadelchen.

Titanit hat graugelbe Farbe, ist optisch positiv, hat kleinen Achsenwinkel;  $\rho > \nu$ .

Ein tafelförmiges, eiförmiges Korn von graugelber Farbe zeigt keinen deutlichen Pleochroismus; im konvergenten Licht sieht man ein herrliches Bild eines zweiachsigen, positiven Minerals; die positive Bisectrix ist ein wenig exzentrisch gelegen, so daß eine Achse gerade aus dem Gesichtsfeld austritt, während die andere Achse nahe am Rande des Gesichtsfeldes stehen bleibt; eine nicht ganz genaue Messung ergab  $2V = 70^\circ$ . Die Dispersion ist symmetrisch. Nach dem allem könnte das Humit sein.

Rutile kommen in Körnern und Kristallen vor. Die Farbe ist gelb und kastanienbraun, wie auch bei jenen von Černo.

Zirkone sind oft zonar gebaut, tonnenförmig und weiß getrübt.

Von Eisenerzen findet man Hexaeder von Pyrit, Blätter von Hämatit und Körner von Limonit.

Disthen habe ich nicht getroffen. Karbonate sind massenhaft, wie auch im Sande von Černo, vorhanden.

Durch die mikroskopischen Untersuchungen wurde also nachgewiesen, daß die Mineralien in den Kalksteinen und in der terra rossa des kroatischen Karstes identisch sind mit jenen des Sandes auf Sansego; wir haben weiter gesehen, daß unterirdische Karstflüsse bei ihrer untermeerischen Mündung ganz dieselben Sande hervor-

## Mineralien.

	im Sande von Sansego	im Kalk des kroa- tischen Karstes	in der terra rossa	im Sande von Černo	im Sande von Zminjac	im Sande von Sansego nach Salmoj- raghi
Quarz . . . . .	+	+	+	+	+	+
Feldspate . . . . .	+	+	+	+	+	+
Muskovit, Serizit . . . . .	+	+	+	+	+	+
Phlogopit . . . . .	+	+	+	+	+	—
Biotit . . . . .	+	+	+	+	+	+
Amphibole . . . . .	+	+	+	+	+	+
Rh. u. monokl. Pyro- xene . . . . .	—	—	—	—	—	+
Granate . . . . .	+	+	+	+	+	+
Epidote . . . . .	+	+	+	+	+	+
Chlorite . . . . .	+	+	+	+	+	+
Disthen . . . . .	+	+	—	—	—	+
Staurolith . . . . .	+	+	—	—	+	+
Turmalin . . . . .	+	+	+	+	+	+
Titanit . . . . .	+	+	+	+	+	+
Korund . . . . .	+	+	+	—	—	—
Brookit . . . . .	+	—	—	—	—	—
Rutil . . . . .	+	+	+	+	+	+
Zirkon . . . . .	+	+	+	+	+	+
Apatit . . . . .	+	+	+	—	—	+
Fluorit . . . . .	—	+	—	+	—	—
Periklas . . . . .	—	+	+	—	—	—
Koppit . . . . .	—	+	—	—	—	—
Hamit . . . . .	—	—	—	—	+	—
Limonit . . . . .	+	+	+	+	+	+
Magnetit u. Ilmenit . . . . .	—	—	—	—	—	+
Andalusit . . . . .	—	—	—	—	—	+
Sillimanit . . . . .	—	—	—	—	—	+
Chloritoid . . . . .	—	+	—	—	—	+
Serpentin . . . . .	—	—	—	—	—	+

bringen, so daß es keinem Zweifel unterliegt, daß auch der Sand von Sansego einem unterirdischen Karstfluß seine Entstehung zu verdanken hat. Die Kalke unseres Karstes enthalten durchschnittlich etwas über 0.5% in Säure unlösliche Bestandteile, und wenn wir dazu noch den Kalkgehalt<sup>1)</sup> des Sandes miteinrechnen, so können wir sagen, daß zur Bildung des Sandes von Sansego eine hundertfache Menge des Kalksteines aufgelöst werden müßte. Es ist dies eine große Masse, aber unbedeutend, wenn man die große Menge von Schlünden, Dolinen und Höhlen im Karste in Betracht zieht. Wenn wir dies alles als festgestellt betrachten, so müssen wir zugeben, daß eine solche Anhäufung von Sanden nur unter der Meeresoberfläche stattfinden kann. Es muß also die Insel Sansego nach der Ablagerung

<sup>1)</sup> C. v. Hauer hat an Proben von Stache in losen Sanden gefunden, daß der Gehalt von  $CaCO_3$  zwischen 19 und 30%,  $MgCO_3$  zwischen 4—10%,  $Fe_2O_3$  und  $Al_2O_3$  zw. 4—6%,  $SiO_2$  zw. 51—77% variiert.

des Sandes aus dem Meere gehoben worden sein. Hiermit kommen wir auf eine rein geologische Frage, die ich weiter nicht besprechen will. Ich will nur dabei bemerken, daß ich auf einer kleinen Insel, Brusnik (Melisela bei Lissa) Beweise gefunden habe, daß die Insel in jüngster geologischer Epoche gehoben wurde. (Prilog poznavanju vertikalnog gibanja jadranskog morskog dna, Rad jug. akademije, 1896, 128; Beitrag zur Kenntnis der vertikalen Bewegung des adriatischen Meeresbodens, Schriften der südslawischen Akademie. Agram 1896, 128.)

Auf vorstehender Seite gab ich eine tabellarische Übersicht von vorkommenden (+) Mineralien im Sande von Sansego, in den Kalken des kroatischen Karstes, in der terra rossa auf denselben sowie in den Sanden von Černo und Zminjac in der Bucht von Buccari, um sie mit den Bestimmungen von Salmojrighi im Sande von Sansego vergleichen zu können.

Agram, September 1910.

### Literaturnotizen.

**W. Paulcke.** Tertiär im Antirhätikon und die Beziehungen der Bündner Decke zur Niesenflyschdecke und der helvetischen Region. Zentralblatt f. Min., Geol. u. Pal. Jahrgang 1910, Seite 540—548.

Dem Autor ist es nach langem Suchen gelungen, in dem von ihm früher nur vermutungsweise zum Tertiär gestellten obersten Teil der Bündner Schiefer des Antirhätikon in einer quarzsandigen Breccie vom Piz Roz (an der Grenze von Tirol und Engadin) einen *Orbitoides*, der sehr wahrscheinlich zur Gattung *Ortho-phragmina* gehört, zu finden und damit nach des Autors Erachten das tertiäre Alter dieses Schichtgliedes sicherzustellen. Es sei bemerkt, daß in der nächsten Nummer dieser Verhandl. Dr. Schubert Einwände gegen diese Bestimmung vorbringen wird.

Daran anknüpfend macht P. auf die große Ähnlichkeit der tertiären Gesteine der „Niesenflyschdecke“ mit denen des Antirhätikon aufmerksam und vermutet, daß am „Niesenflysch“ ebenso wie an den Bündner Schiefern des Antirhätikon neben dem Tertiär auch mesozoische Schichten beteiligt sind. P. schlägt für beide den gemeinsamen Namen „Bündner Decke“ vor, welche in den Freiburger Alpen zwischen die „helvetischen Decken“ und die „Klippendecke“ einzuschalten wäre.

(W. Hammer.)

**W. Paulcke.** Alpiner Nephrit und die Nephritfrage. Verhandl. d. naturwiss. Vereins. Karlsruhe, 23. Bd., 1910, S. 77—86.

Bei einer Exkursion, welche der Autor mit seinen Schülern in den Antirhätikon unternahm, fand O. Welter im Serpentin der Alpe Id (Paznaun, Tirol) einen Gang von Nephrit und einige Tage später entdeckte Paulcke am Kamm Flims—Greitspitz (Grenze von Tirol und Unterengadin) eine Anzahl weiterer solcher Gänge. Es ist dies das erste sicher festgestellte anstehende Vorkommen von Nephrit in den Alpen. (Stapff hat früher im St. Gotthard ein Gestein gefunden, das ihn an Nephrit erinnerte und Cossas Analyse desselben ist auch der eines Nephrits sehr ähnlich, doch ist Sicheres über diesen Fund nicht mehr zu erfahren.) Der Nephrit am Flims tritt in schmalen Gängen im Serpentin auf; es bestehen aber nach dem mikroskopischen Befund alle Übergänge von Serpentin bis zu echtem Nephrit. Analysen stehen noch aus. Spezifisches Gewicht 2.9—3.

Nachdem schon durch die Auffindung anstehenden Nephrits in Deutschland und im Apennin die Hypothese von den neolithischen Handelsbeziehungen zwischen Asien und Europa überflüssig geworden war zur Erklärung der in Europa ge-

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt](#)

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: [1910](#)

Autor(en)/Author(s): Kispatic Mijo

Artikel/Article: [Der Sand von der Insel Sansego \(Susak\) bei Lussin und dessen Herkunft 294-305](#)