

SUOMEN GEOLOGINEN
KOMISSIONI

GEOLOGISKA KOMMISSIONEN
I FINLAND

BULLETIN
DE LA
COMMISSION GÉOLOGIQUE
DE FINLANDE

N:o 73

ÜBER DAS JOTNISCHE GEBIET VON SATAKUNTA

VON
AARNE LAITAKARI

MIT EINER KARTE UND 14 ABBILDUNGEN IM TEXT

HELSINKI — HELSINGFORS
1925.

Fascicules parus du Bulletin de la Commission géologique de Finlande.

N:o 1.	Cancrinitnyenit und einige verwandte Gesteine aus Kuolajärvi, von WILHELM RAMSAY und E. T. NYHOLM. Mit 4 Figuren im Text. Mai 1896.....	4:—
N:o 2.	Ueber einen metamorphosirten präcambrischen Quarzporphyr von Karvia in der Provinz Åbo, von J. J. SEDERHOLM. Mit 12 Figuren im Text. Dec. 1895.....	4:—
N:o 3.	Till frågan om det sen-glaciala havets utbredning i Södra Finland, af WILHELM RAMSAY, jemte Bihang 1 och 2 af VICTOR HACKMAN och 3 af J. J. SEDERHOLM. Med en karta. Résumé en français: La transgression de l'ancienne mer glaciaire sur la Finlande méridionale. Febr. 1896.....	7:—
N:o 4.	Ueber einen neuen Kugelgranit von Kangasniemi in Finland, von BENJ. FROSTERUS. Mit 2 Tafeln und 11 Figuren im Text. April 1896.....	7:—
N:o 5.	Bidrag till kännedomen om Södra Finlands kvartära nivåförändringar, af HUGO BERGHELL. Med 1 karta, 1 plansch och 16 figurer i texten. Deutsches Referat: Beiträge zur Kenntnis der quartären Niveauschwankungen Süd-Finnlands. Mai 1896.....	9:—
N:o 6.	Über eine archaische Sedimentformation im südwestlichen Finnland und ihre Bedeutung für die Erklärung der Entstehungsweise des Grundgebirges, von J. J. SEDERHOLM. Mit 2 Karten, 5 Tafeln und 96 Figuren im Text. Febr. 1899.....	23:—
N:o 7.	Über Strandbildungen des Litorinameeres auf der Insel Mantsinsaari, von JULIUS ALLIO. Mit 1 Karte und 8 Figuren im Text. April 1898.....	7:75
N:o 8.	Studier öfver Finlands torfmossar och fossila kvartärflora, af GUNNAR ANDERSSON. Med 21 figurer i texten och 216 figurer å 4 taflof. Deutsches Referat: Studien über die Torfmoore und die fossile Quartärflora Finlands. Dec. 1899.....	19:—
N:o 9.	Esquisse hypométrique de la Finlande, par J. J. SEDERHOLM. Avec 1 carte. Nov. 1899.....	6:—
N:o 10.	Les dépôts quaternaires en Finlande, par J. J. SEDERHOLM. Avec 2 figures dans le texte et 1 carte. Nov. 1899.....	6:—
N:o 11.	Neue Mitteilungen über das Ijolithmassiv in Kuusamo, von VICTOR HACKMAN. Mit 2 Karten, 12 Figuren im Text und 4 Figuren auf einer Tafel. März 1900.....	7:—
N:o 12.	Der Meteorit von Bjurböle bei Borgå, von WILHELM RAMSAY und L. H. BORGSTRÖM. Mit 20 Figuren im Text. März 1902.....	5:—
* N:o 13.	Bergbyggnaden i sydöstra Finland, af BENJ. FROSTERUS. Med 1 färglagd karta, 9 taflof och 18 figurer i texten. Deutsches Referat: Der Gesteinsaufbau des südöstlichen Finland. Juli 1902.....	19:—
N:o 14.	Die Meteoriten von Hvittis und Marjalahti, von LEON. H. BORGSTRÖM. Mit 8 Tafeln. April 1903.....	12:50
N:o 15.	Die chemische Beschaffenheit von Eruptivgesteinen Finlands und der Halbinsel Kola im Lichte des neuen amerikanischen Systemes, von VICTOR HACKMAN. Mit 3 Tabellen. April 1905.....	12:50
N:o 16.	On the Cancrinite-Syenite from Kuolajärvi and a Related Dike rock, by I. G. SUNDELL. With one plate of figures. August 1905.....	6:—
N:o 17.	On the Occurrence of Gold in Finnish Lapland, by CURT FIRCKS. With one map, 15 figures and frontispiece. Nov. 1906.....	8:—
N:o 18.	Studier öfver Kvartärsystemet i Fennoskandias nordliga delar. I. Till frågan om Ost-Finmarkens glaciation och nivåförändringar, af V. TANNER. Med 23 bilder i texten och 6 taflof. Résumé en français: Études sur le système quaternaire dans les parties septentrionales de la Fenno-Scandia. I. Sur la glaciation et les changements de niveau du Finmark oriental. Mars 1907.....	17:—
N:o 19.	Die Erzlagerstätten von Pitkäranta am Ladoga-See, von OTTO TRÜSTEDT. Mit 1 Karte, 19 Tafeln und 76 Figuren im Text. November 1907.....	38:—
N:o 20.	Zur geologischen Geschichte des Kilpisjärvi-Sees in Lappland, von V. TANNER. Mit einer Karte und zwei Ttafeln. April 1907.....	7:—
N:o 21.	Studier öfver kvartärsystemet i Fennoskandias nordliga delar. II. Nya bidrag till frågan om Finmarkens glaciation och nivåförändringar, af V. TANNER. Med 6 taflof. Résumé en français: Études sur le système quaternaire dans les parties septentrionales de la Fenno-Scandia. II. Nouvelles recherches sur la glaciation et les changements de niveau du Finmark. Juni 1907.....	14:—

* Epuisée.

SUOMEN GEOLOGINEN
KOMISSIONI



GEOLOGISKA KOMMISSIONEN
I FINLAND

BULLETIN DE LA COMMISSION GÉOLOGIQUE DE FINLANDE N:º 73

ÜBER DAS JOTNISCHE GEBIET VON SATAKUNTA

VON
AARNE LAITAKARI

MIT EINER KARTE UND 14 ABBILDUNGEN IM TEXT

HELSINKI — HELSINGFORS
IMPRIMERIE DE L'ÉTAT

INHALTSVERZEICHNIS.

	Seite
Vorwort	1
Die Entwicklung des Kartenbildes des Sandstein-Diabasgebiets. Ge- schichtliches	3
Felduntersuchungen, welche beweisen, dass das Gebiet aus Sandstein besteht	7
Beobachtungen am anstehenden Gestein	8
Die Blöcke in situ	15
Die Beschaffenheit der losen Blöcke im Sandsteingebiete	15
Das Vorkommen von Quarzsand im Sandsteingebiete	16
Der Olivindiabas von Satakunta	18
Die Verwendung des Diabases von Satakunta zu Steinwaffen während der Steinzeit	21
Das Rapakiwigebiet	23
Der Sandstein	24
Die Grenzen des Sandsteingebiets	31
Die Ausdehnung des Sandsteingebiets ausserhalb der Grenzen von Sata- kunta	34
Der Einfluss der Topographie auf die Besiedelung des Gebiets	41
Die Seen im Sandsteingebiete	42

VORWORT.

Das Kartenbild des Sandstein-Diabasgebiets von Satakunta, wie es auf vielen von der Geologischen Kommission herausgegebenen Karten hervortritt, nach welchen südlich von der Mündung des Kokemäenjoki sich ein ausgedehntes einheitliches Diabasmassiv befindet, entspricht nicht der Auffassung, die die unten erwähnten finnischen Geologen sich von diesem Gebiet gebildet haben. Im Spätwinter 1923 wurde diese Frage oft von Prof. Dr. Pentti Eskola, Dr. Matti Sauramo und dem Unterzeichneten diskutiert. Schon vor mehreren Jahren entstanden vielfach Zweifel an der Richtigkeit der herrschenden Auffassung in betreff der Geologie des erwähnten Gebiets. Zuerst kam Prof. Dr. L. H. Borgström, als er im Jahre 1917 die Sandsteinablagerungen von Satakunta untersuchte, sowohl in bezug auf ihre Zusammensetzung als auf die des dortigen Bodens überhaupt zu dem Schluss, dass der Gesteinsgrund von Pori und Luvia bis Köyliö und Säkylä wahrscheinlich aus Sandstein bestehe. Der Unterzeichnete nahm als Mitarbeiter an jenen Felduntersuchungen teil. Als ich dabei verschiedene Teile des Untersuchungsgebiets kennen lernte, machte ich gewisse Beobachtungen, namentlich über die Verbreitung von losen Sandsteinblöcken, die in mir starke Zweifel an der Stichthaltigkeit der herrschenden Auffassung wach riefen. Prof. Dr. P. Eskola wiederum kam bei seiner Untersuchung des Olivindiabases von Satakunta im Geophysical Laboratory zu Washington 1922 zu dem Resultat, dass dieser Diabas kein eigentliches Tiefengestein ist. Deshalb hat er auch nicht in der Form eines allzu grossen Massivs erstarren können, sondern erinnert eher an ein in die Felsenklüfte eingedrungenes Ganggestein. Und als Dr. Matti Sauramo die Bodenarten in Westfinnland studierte, brachte ihn die Ebenheit der Gegenden in Satakunta auf den Gedanken, dass das Gestein hier nicht aus Diabas bestehen könne, welcher gewöhnlich ein Gestein der hügeligen und unebenen Gegenden ist. Dabei fand er auch in Luvia bisher unbekannte Sandsteinfelsen.

Um die Frage von der Geologie Satakuntas aufzuklären, bewarbte ich mich im Frühjahr 1923 um eine Reiseunterstützung aus dem Bergat Seth Sohlberg-Fond. Nachdem mein Antrag bewilligt worden war, bewerkstelligte ich im Sommer 1923 Felduntersuchungen und setzte dieselben nach dem Empfang eines erneuten Studienbeitrages im folgenden Sommer fort.

Ausser dem von mir selbst gesammelten Beobachtungsmaterial habe ich mich auch der Exkursionsjournale und Karten der Sommerassistenten der Geologischen Kommission bedient.

Wertvollen Beistand bei meinen Felduntersuchungen haben mir manche Ortsbewohner geleistet, unter welchen ich hier vor allem die Herren Gutsbesitzer Oberst K. J. M. Collan aus Kiukainen und Kapitän Kalle Holmberg aus Luvia dankbar erwähne. Einen herzlichen Dank richte ich auch an Prof. Dr. Pentti Eskola für die guten Ratschläge, durch die er meine Arbeit unterstützt hat.

Ich habe die Absicht, die Untersuchung des Sandsteingebiets noch weiter fortzusetzen. Dabei sollen die Verbreitung der losen Blöcke nordwärts von Waasa und die Sandsteingebiete in Isojoki und Karstula besonders ins Auge gefasst werden. Ausserdem fehlt noch zum grössten Teil eine mikroskopische Untersuchung der Gesteine des betreffenden Gebiets, weshalb viele interessante Details und die Klarstellung der Entstehungsweise des Sandsteins einer späteren Abhandlung vorbehalten bleiben müssen.

Helsinki, den 19. Februar 1925.

Aarne Laitakari.

DIE ENTWICKLUNG DES KARTENBILDES DES SANDSTEIN-DIABASGEBIETS. GESCHICHTLICHES.

Der erste Geolog, der den Sandstein von Satakunta erwähnt, ist wahrscheinlich Daniel Tilas¹ im Jahre 1738. Doch fand er ihn nicht als anstehendes Gestein, sondern nur in weit verbreiteten losen Blöcken. Die Existenz des Sandsteins und seine Verwendung zu Mühlsteinen war den Ortsbewohnern freilich schon lange vorher bekannt, und zum Schleifen und Kornmahlen benutzte ihn schon der Mensch der Steinzeit. Eine gründlichere Beschreibung des Gebiets gibt P. A. Gadd² im Jahre 1780. Er beschreibt den Sandstein und die darin befindlichen Zwischenschichten recht genau und zuverlässig. 1801 veröffentlicht G. J. Bergroth³ eine Untersuchung über den Sandstein von Säskylä und dessen Verwendung und behandelt die Petrographie des Sandsteins in Anbetracht der damaligen Zustände wirklich verdienstvoll. Er vermutet, der Sandstein von Säskylä wäre fest anstehend, doch führt er keine Belege für seine Auffassung an. Westling⁴ ist der Erste, welcher das Auftreten des Sandsteins in diesem Gebiet als fest anstehendes Lager im Abfluss des Sees Kiperjärvi nachgewiesen hat. Er schildert seine Beobachtung folgendermassen: »Zwischen dem Kiperjärvi und Pyhäjärvi steht ein Sienitlager (= Diabasgang) an, welches bis 8 Faden tief zur Trockenlegung des Kiperjärvi blossgelegt worden ist. Das Lager ist im Innern sehr zerspalten und voll von Ablösungen, in denen ein dunkles, talkartiges, derbes Fossil, Euralit, sowie eine blau-grüne Substanz als Ausfüllungsmasse angetroffen wird. Am östlichen Abhang des Sienitlagers fliesst das Wasser über eine Steinplatte, von deren äusserem Rand dasselbe $1\frac{1}{3}$ Ellen herabfällt. Diese Steinplatte ist Sandstein, wahrscheinlich festanstehend, auf die Erstreckung von einigen Quadratfaden nackt

¹ Daniel Tilas, Mineralhistoria öfver Björneborgs och Tavastehus Lähnen uti Finland. Manuskript 1737—38.

² P. A. Gadd, Rön om Schiffergångarne i Finland och Talkschiffer i dem. Kongl. Sv. Vet. Akad. Handl. 1780.

³ G. J. Bergroth, Anmärkningar om Säskylä qvarnstensbrott. Åbo 1801.

⁴ E. J. Westling, Reiseberichte. Manuskript. 1824

und unbedeckt, zu den Seiten von Dammerde überlagert, auf dem Sienitlager ruhend, etwas nach Westen einfallend, gegen den Pyhäjärvi abgebrochen und fortgeführt». Holmberg ¹ betrachtet in seiner Darstellung 1858 das Auftreten des Sandsteins als anstehender Fels noch nicht als sicher festgestellt.

Später, im Jahre 1868, untersucht Wiik ² die Stelle am Kiperjärvi und bestätigt die Mitteilung Westlings, dass der Sandstein in dem betreffenden Felsendurchbruch fest anstehend vorkommt. Er meint, das Sandsteinlager befinde sich wahrscheinlich unter dem Diabas, einen direkten Kontakt hat er aber nicht beobachtet. Das Sandsteinlager ist flach, etwas nach Osten geneigt, und in geringer Entfernung davon befindet sich der Diabasfelsen. Wiik ² erwähnt in seinem Reisebericht noch andere Beobachtungen, wo Sandsteinhaufen von ihm nachgewiesen worden sind, und auf Grund derselben findet er es sicher, dass der Sandstein an solchen Stellen fest anstehend ist. In Übereinstimmung mit dieser Auffassung wird denn auch in der von ihm 1876 herausgegebenen geologischen Karte Finnlands ³ das Gebiet zwischen Pori (Björneborg, und Pyhäjärvi als ein Sandsteingebiet dargestellt. Dies ist meines Wissens die erste Karte, welche die Geologie des fraglichen Gebiets veranschaulicht. Der Diabas des Gebiets befindet sich auf der Karte südwestlich vom Sandstein.

1880, 1883 und 1885 veröffentlicht K. A. Moberg geologische Karten von Finnland, wo das Satakunta-Gebiet sonst mit der Wiikschen Karte übereinstimmt, nur reicht das Sandsteingebiet nordwärts von Pori bis an die Küste.

1886 kam Gylling ⁴ nach diesem Ort, um im Auftrage der Geologischen Kommission die zur Karte Nr. 12 nötigen Arbeiten auszuführen. Er fand im Profil bei Kiperjärvi den Kontakt von Sandstein und Diabas und wies nach, dass der Diabas das flache Sandsteinlager durchsetzte. Die von Wiik und Westling beschriebene Stelle im Abfluss war nunmehr verschüttet und nicht mehr sichtbar. Späterhin entdeckte Gylling noch mehrere andere Stellen am Süden des Gebiets, wo der Sandstein entweder fest anstehend oder abgebröckelt

¹ H. J. Holmberg, Materialier till Finlands Geognosie. Bidrag till Kännedom af Finl. Nat. o. Folk. Heft IV, S. XVII. 1858.

² F. J. Wiik, Geognostiska Iakttagelser i sydvestra Finland. Bidrag till Kännedom af Finl. Nat. o. Folk. Heft II. Helsingfors 1868.

³ Diese Karte schliesst sich an F. J. Wiiks Werk: Öfversikt af Finlands geologiska förhållanden. Akademische Abhandlung. Helsingfors 1876.

⁴ Hjalmar Gylling, Zur Geologie der cambrischen Arkosen-Ablagerungen des westlichen Finlands. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. Jahrg. 1887, S. 770.

an seinem ursprünglichen Fundorte auftrat, so z. B. die Hügel Murronmäki und Kullankallio in Köyliö sowie die Stellen nordwestlich von Säkylä. Auf seine Untersuchungen gestützt zeichnete er eine Karte der Geologie der Nordspitze des Pyhäjärvi. Demnach findet sich östlich vom Rapakivigebiet Sandstein von Eura bis Köyliö und Säkylä. Der Diabas durchsetzt den Sandstein in verschiedenen mächtigen Gängen, im Rapakivi ebenso wie im Sandstein. Den See Pyhäjärvi hält er für eine Grabensenkung, doch äussert er keine Vermutungen über das am Boden desselben befindliche Gestein.

Das von Gylling¹ gezeichnete Kartenblatt Nr. 12, Uusikaupunki, deckt sich betreffenden mit der Karte in seiner obenerwähnten Sonderabhandlung über den Sandstein von Satakunta. An Sederholms² im Jahre 1891 herausgegebene Schrift »Über die finnländischen Rapakiwigesteine« schliesst sich eine Übersichtskarte vom Rapakiwi Fennoskandiens. Sie nimmt auch den Sandstein von Satakunta so auf, wie er in der vorerwähnten Karte Mobergs vom Jahre 1885 angegeben steht.

Bei den Aufnahmearbeiten im betreffenden Gebiet, welche in den Jahren 1886—88 unter Gyllings, später aber unter Sederholms Leitung stattfanden (welcher auch die Revisionen besorgte), wurde aber der grösste Teil des Gebietes als Diabas kartiert. Nur W. W. Wilkman, der im Jahre 1894 Revisionsuntersuchungen in der Gegend von Pori vornahm, bezeichnete einen grossen Teil des Felsengerüstes am Kokemäenjoki und im Süden davon als Sandstein.

Als im Jahre 1894 die geologischen Feldarbeiten für die Karte 1:400 000 über das Satakuntagebiet fertig waren, stellte aber der Direktor der Geologischen Kommission Prof. Dr. J. J. Sederholm auf der Karte von SW-Finnland 1893³ und von Tampere 1905⁴ und auf den Übersichtskarten des ganzen Landes 1897 und 1910 (und 1920⁵) die Geologie des Gebiets so dar, als wäre der grösste Teil Diabas, mit ziemlich kleinen Sandsteinarealen hier und da. Das Kartenbild ist in allen seit 1894 erschienenen Karten fast unverändert geblieben.

¹ Hjalmar Gylling, Kertomus karttalehteen N:o 12, Uusikaupunki. Suomen Geologinen Tutkimus. Helsinki 1891.

² J. J. Sederholm, Über die finnländischen Rapakiwigesteine. T. M. P. M. 12. 1891. S. 1.

³ J. J. Sederholm, Om bärgrunden i södra Finland. Fennia 8. N:o 3. 1893.

⁴ J. J. Sederholm, Suomen Geologinen Yleiskartta. Lehti B 2, Tampere, Vuorilajikartan selitys. Helsinki 1913.

⁵ Nicht im Druck erschienen.

Es muss doch erwähnt werden, dass Sederholm auch selber hervorhebt, dass das Kartenbild, welches er im Gegensatz zu den alten Karten von Wiik und Gylling² entwarf, kaum unbedingt richtig sei. Sederholm³ sagt nämlich: (Übersetz.) »Es ist jedoch ungewiss, ob das ganze auf der Karte als Diabas bezeichnete Gebiet tatsächlich dieses Gestein enthält, weil ein grosser Teil des Gebiets dick mit Erde bedeckt ist. Da die losen Blöcke oftmals ausschliesslich aus Sandstein bestehen, ist es, wie schon erwähnt, nicht unmöglich, dass der Gesteinsgrund in dem Gebiet, wo der Diabas vorherrscht, an mehr Stellen, als die Karte angibt, aus Sandstein besteht. Jedenfalls dürfte der Sandstein grossenteils die Unterlage der grossen Diabasdecke bilden».

Sederholms kartographische Darstellung ist bis zu den allerletzten Jahren massgebend für die Auffassung von der Geologie Satakuntas geblieben. Nach ihr bildet der Olivindiabas südlich vom Kokemäenjoki ein grosses einheitliches Gebiet, aus welchem einige spitz auslaufende Zungen in das Rapakiwigebiet hineinragen. Sandstein wird nur in einem schmalen Gebiet im Tal des Kokemäenjoki und als kleine, zerstreut liegende Flecken an einigen anderen Stellen verzeichnet.

Es ist noch zu erwähnen, dass L. H. Borgström¹ in seiner 1919 erschienenen Schrift »Kvartssand i Finland« als Ergebnis seiner Untersuchungen das wahrscheinliche Verbreitungsgebiet des Sandsteins ungefähr ebenso wie Moberg angibt. Doch veranschaulicht er seine Auffassung nicht auf einer Karte.

FELDUNTERSUCHUNGEN, WELCHE BEWEISEN, DASS DAS GEBIET AUS SANDSTEIN BESTEHT.

In dem Gebiet, welches auf der Karte als Sandstein bezeichnet ist, vermag der Beobachter nur an wenigen Stellen das Gestein unter den mächtigen Erdschichten zu erreichen. Solche Stellen finden sich dort, wo von der Natur oder von Menschenhand gemachte ziemlich tiefe Erdausschnitte vorkommen: Flussbetten, Abflussgräben oder Brunnen. Namentlich dann, wenn ein solcher Erdausschnitt sich zufällig in der Nähe eines Diabasganges befindet, besteht eine grosse Möglichkeit,

¹ L. H. Borgström, Suomen kvartsihiekkä. Geol. kom. Geotekn. Julkaisuja. N:o 23. Helsinki 1924.

² J. J. Sederholm, Karttalehden B 2 selitys. S. 119.

schon in verhältnismässig geringer Tiefe auf Sandstein zu stossen. Der Sandstein ist nämlich unter dem Einfluss des Diabasgesteins härter geworden und hat deshalb besser als sonst der Abtragung widerstehen können. Ausserdem haben die zähen Diabasmassen auch ihre nächste Umgebung vor der Erosion geschützt. Auf direkte Beobachtungen an solchen Stellen und zudem auf gewisse andere Umstände stützt sich der Beweis für das Vorhandensein dieses Sandsteingebiets. Im Folgenden werden jene wenigen, aber wichtigen Gesteinsbeobachtungen verhältnismässig detailliert beschrieben. Überdies werden noch die anderen Umstände angeführt, welche die aus den direkten Beobachtungen gewonnene Auffassung von dem Sandsteingebiet und seiner Ausdehnung bestätigen.

BOBACHTUNGEN AM ANSTEHENDEN GESTEIN.

Eura, Kiperjärvenoja. Etwa 5 km von Kauttua, andernach Honkilahti führenden Landstrasse, befindet sich der kleine See Kiperjärvi, behufs dessen Trockenlegung ein bis 10 m tiefer Abflussgraben durch den Diabasfelsen nach dem Pyhäjärvi gegraben worden ist. Dort, wo die Landstrasse den Abflussgraben überquert, findet sich Diabas, aber auf der Pyhäjärvi-Seite ist der Abflussgraben etwa 10 m weit auch durch den Sandstein gezogen worden. Ausserdem war früher der Sandstein auch weiter abwärts am Boden des Grabens sichtbar, wie im geschichtlichen Teil dieses Aufsatzes schon erwähnt wurde. Westling und Wiik haben die Stelle beschrieben. Nun kann man sie nicht mehr sehen, weil sie unter dem angeschwemmten Sand und Schlamm begraben liegt. An dem höher gelegenen, in der Grabenböschung zutage tretenden Felsen ist der Kontakt zwischen Diabas und Sandstein deutlich sichtbar. Der Kontakt hat eine senkrechte Lage, mit einem Fallen von 85° . Unten besteht er aus Sandstein, oben aus Diabas. In der Nähe des Kontakts ist der Sandstein hart, »glasartig«, und der Diabas bildet ein dichtes schwarzes Gestein, wo nur wenige Plagioklaseinsprenglinge so gross kristallisiert sind, dass man sie unter dem Mikroskop erkennen kann. Nach und nach wird der Diabas grobkörniger und schon 3 m vom Kontakt ist seine Korngrösse normal.

Der Sandstein von Kiperjärvenoja ist ein ziemlich grober (Durchmesser der Körnchen 2—6 mm), braunroter Arkosandesstein. Seine Farbe beruht teils vom Feldspat, der aus schmutzig braunem, verwittertem Kalifeldspat und Plagioklas besteht, zum grösseren Teil jedoch von einem braunen Pigmentstoff. Beide Feldspate sind

den Rapakiwifeldspaten des benachbarten Rapakiwigebiets sehr ähnlich.

K ö y l i ö, M u r r o n m ä k i, liegt 1—1.5 km westlich vom Hof Huhti. Der Nordteil besteht aus gewöhnlichem mittelkörnigem Diabas, der Südteil in grosser Ausdehnung aus Sandsteintrümmern. An vielen Stellen kann man wahrnehmen, dass die losen Blöcke sich auf ihrem ursprünglichen Platze befinden, nur ein wenig durch die Baumwurzeln verschoben. An einigen Stellen, wo Steine zu Bauzwecken gebrochen worden waren, konnte man den Felsen 1.5 m tief sehen. An vielen nahe bei einander liegenden Steinen waren dieselben Zwischenschichten zu erkennen. Der Steinhaufen ist auch dort, wo man ihn nicht gerade Felsen nennen kann, im allgemeinen lauter Sandstein. Nur vereinzelte Diabasblöcke oder weither gekommene Geröllsteine sind hier zu sehen. Der Sandstein ist eine grobe Arkose mit schiefrigen Zwischenschichten. Der erste, der den Fundort beschrieben hat, ist der Staatsgeolog Hj. Gylling¹ in der 1887 erschienenen Abhandlung »Zur Geologie der cambrischen Arkosen-Ablagerungen des westlichen Finlands«, wo er die Ergebnisse seiner geologischen Untersuchungen aus jener Gegend mitteilt. Seine Auffassung von dem kambrischen Alter des Sandsteins hat sich späterhin als falsch erwiesen. Gylling fand einen senkrechten Kontakt von Sandstein und Diabas in Murronmäki.

K ö y l i ö, Dorf P a j u l a. Im Felsen K u l l a n- oder M a r k e e t a n k a l l i o findet sich im Diabas ein verbogener Sandsteinblock von 8 × 1.5 m Grösse. Derselbe ist ganz und gar vom Diabas umschlossen. Der Sandstein ist gebändert, mit 2—6 cm dicken Zwischenschichten von Tonschiefer.¹ Es gelang mir nicht, jenes Bruchstück zu finden.

Auch im Dorf T u i s k u l a, K ö y l i ö, gibt es vielerorts Sandsteinbruchstücke im Diabas. In der Nähe des Gehöfts P a r k k i l a befindet sich am Westabhange des E s k o n k a l l i o ein 4—5 m langer und 1—2 m breiter Sandsteinblock. Er besteht aus rötlicher Arkose. Der Diabas ist in der Nähe des Kontakts entweder dicht oder feinkörnig, farblose Plagioklaskörnchen in sich einschliessend. Th. Stolpe, Assistentgeolog an der Geologischen Kommission, hat auf dem nahen M a t o k a l l i o etliche zehn verschieden grosse Sandsteinstücke gefunden, die kleinsten dünn und von der Grösse eines Markstückes.²

A n d e m v o n P a r k k i l a n a c h E u r a f ü h r e n d e n F u s s p f a d e findet sich im Diabas ein 10—12 cm langes Sand-

¹ Hj. Gylling, Zur Geologie der cambrischen Arkosen-Ablagerungen des westlichen Finlands. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Gesellsch. 1887.

² Th. Stolpe, Tagebuch 1887. Geol. Komm.

steinstück. Dieses hat ebenso wie die anderen ziemlich kleinen Arkosebruchstücke grosse Ähnlichkeit mit Granit. Sie sind in fast gänzlich geschmolzenem Zustande in den Diabas hineingeraten und dann von neuem granitartig erstarrt.

In einigen Stromschnellen des Kokemäenjoki hat man namentlich bei niedrigem Wasserstande am Wassersaum Sandsteine gefunden. So befindet sich unweit der Kirche in Harjavalta am Nordufer des Flusses ein flacher, 6—10 m grosser Sandsteinfelsen. An derselben Stromschnelle gegenüber der Sägemühle ist am steilen Südufer dicht bei der Wassergrenze ein Sandsteinfelsen von ein paar Meter Höhe und etwa 35 m Länge sichtbar. An beiden Stellen ist der Sandstein eine rötliche, gebänderte Arkose. Die Schichten liegen nicht ganz horizontal.

In einer kleineren Stromschnelle östlich von der obengenannten Kirche soll bei niedrigem Wasserstande ein Sandsteinfelsen sichtbar sein.¹

Im Tal des Kokemäenjoki tritt an den Ufern des Lammastenkoski in Nakkila ebenfalls der Sandstein zutage. Er bildet eine stufenförmige Schwelle inmitten der Stromschnelle. Die Schichten haben eine schiefe Lage; ihr Streichen ist N 25° W, ihr Fallen 30° W. Dieser bemerkenswerte Umstand wird später noch in einem anderen Zusammenhang erwähnt.

Im Dorf Panelia, Kiukainen, ist man an zahlreichen Stellen beim Brunnengraben auf Sandsteinfelsen gestossen. Bei den Untersuchungen der Geologischen Kommission 1887 fand G. Lisitzin² 6.2 m tief im Brunnen des Hofes Simula Sandstein. Derselbe ist feinkörnig, von roter Farbe, mit Zwischenschichten von braunem Tonschiefer. Im Brunnen der Kate Santaranta befand sich in 4.8 m Tiefe ein Sandsteinfelsen. In den Brunnen des Gehöfts Konstari in Panelia und der Kate Renfors im Dorf Köylöpolvi fand Lisitzin ebenfalls eine Sohle von Sandsteinfels.

Schon diese Beobachtungen liessen darauf schliessen, dass der Sandsteinfelsen in Kiukainen eine grosse Ausdehnung besitzt. Späterhin habe ich selbst an vielen Stellen Sandstein gefunden, sowohl in Brunnen wie auch in Abflussgräben.

Auf dem Hofe von Juhola stiess man beim Brunnengraben in 7 m Tiefe auf einen Sandsteinfelsen. Es wurde eine Vertiefung darin gemacht und ein 4 m tiefes Loch hineingebohrt, welches man

¹ J. J. Sederholm, Erklärung der Karte B 2. S. 113. Helsinki 1913.

² G. Lisitzin, Tagebuch 1887. Geol. Komm.

mit einer starken Dynamitladung sprengte. Erst danach hatten sich die Sandsteinschichten soviel geöffnet, dass Wasser in genügender Menge durch die Felsenritzen in den Brunnen dringen konnte. Auch in den Brunnen des Nachbarhofes bestand der Boden aus Sandstein.

Auf dem Hofe von *J a a k k o l a* stiess man beim Brunnen-graben schon in 1 m Tiefe auf Sandsteinfelsen. Der Brunnen wurde 6 m tief gemacht.

Im Brunnen auf dem Hofe von *M a a n t i l a* ist der Sandstein-felsen in der Brunnenwand etwa 4 m tief sichtbar. Man hat den Brunnen noch 5 m weiter in den Felsen hineingesprengt.

Im Brunnen neben dem Viehstall in *U s k a t i l a* stösst man schon in 1 m Tiefe auf einen Sandsteinfelsen. Der Hof liegt dicht bei einem Hügel und deshalb hat man den Brunnen vielfach bis 10 m tief graben müssen, um dauernd Wasser zu erhalten. Der Sandstein ist eine gebänderte rote Arkose mit zahlreichen Zwischenschichten von Tonschiefer. Auf dieser ganzen 9 m langen Strecke haben die Schichten eine wagerechte Lage. Der Sandstein ist an der Oberfläche und am Grunde des Felsens von derselben Beschaffenheit. Ich liess mich an einem Seil in den Brunnen hinabgleiten, um den Felsen untersuchen und von seiner Wand Proben entnehmen zu können. Dieses Profil ist das tiefste, welches man bisher im Satakunta-Sandstein kennt. Es ist zu bemerken, dass ziemlich nahe von hier, doch unter der Erddecke verborgen, ein Diabasfelsenzug verläuft. Sein Einfluss ist insofern wahrzunehmen, als der Sandstein hier eine ungewöhnliche Härte besitzt.

An der Grenze zwischen den Dörfern *P a n e l i a* und *L a i h i a* findet man südlich von dem den Diabasfelsenzug begleitenden Wege im Brunnen des Kleinguts *N i e m i n e n* von 2 m Tiefe an einen Sandsteinfelsen. Der Brunnen ist 1.5 m tief in den Felsen eingesprengt. Auf dem Hofe am Wohnhause in grösserer Nähe des Diabasfelsens beginnt der Sandstein schon in 1 m Tiefe. Etwa 200 m davon bei der *K a t e S a a r i n e n* besteht der Boden im Brunnen auch aus Sandstein. An beiden Stellen handelt es sich um Arkosesandstein.

Auf dem unweit des Wohnhauses liegenden Acker von *J u u s e l a*, *P a n e l i a*, sind Durchlassgräben auf einer Strecke von etwa 15 m durch den Sandstein gezogen. Dieser Fels besteht aus wagerecht geschichtetem, mittelkörnigem rotem Arkosesandstein. Auch der Brunnen am Wohnhause ist in den Sandsteinfelsen eingesprengt.

Reichlich 1.5 km westlich von der Station *K i u k a i n e n* unweit der Katen *J u h o l a* und *J ä r v i n e n* durchzieht der

Graben an der Eisenbahnböschung etwa 15 m weit einen Sandsteinfelsen. In den Kellern und Brunnen der besagten Katen stösst man in 1—2 m Tiefe auf Sandstein. Nicht weit davon liegt der Brunnen des Bahnwärters Kuusisto, wo in 2.5 m Tiefe gleichfalls ein wagerechtes Sandsteinlager beginnt. Der Brunnen ist etwa 1 m tief in den Felsen eingegraben. An diesen Stellen ist der Sandstein eine mittelkörnige rötliche Arkose.

Auf dem Hof Klemola in Hiirijärvi, Harjavalta, besteht der Boden im Brunnen auch aus Sandstein, doch ist es nicht sicher, dass er einem anstehenden Lager angehört.

Ein seit den Untersuchungen der achtziger Jahre bekannter Sandsteinfelsen liegt im Durchbruch des Leistikilänjärvi-Abflusses in Nakkila. An seinem oberen Ende führt der Abflussgraben etwa 50 m durch einen Diabasfelsen. Ungefähr an der tiefsten Stelle des Durchbruchs, wo der Graben etwa 5 m tief ist, befindet sich die Grenze zwischen Diabas und Sandstein. Der Kontakt ist senkrecht, macht jedoch einige scharfe Krümmungen. Der Sandstein ist in der Nähe des Kontakts hart und glasartig. Von hier erstreckt sich der Sandstein etwa 100 m den Graben entlang. In diesem ganzen Vorkommen zeigt er sich feinkörnig, rötlich und quarzreich. Der Diabas ist wie gewöhnlich in der Nähe des Kontakts sehr feinkörnig, um nach ein paar Metern allmählich seine normale Beschaffenheit anzunehmen.

Nördlich vom Leistikilänjärvi fand ich auf dem Hof Langen am Boden des Brunnens zwei Meter von der Erdoberfläche Sandstein. Derselbe war feinkörnig, violettbraun mit weissen Flecken. Der Ort befindet sich in der Nähe eines grossen Diabaszuges, und zwar südlich davon.

In den Brunnen der Gehöfte Lehto und Frank in Ulvila, Lattomeri, besteht der Boden aus Sandstein. An beiden Stellen beginnt der Sandstein etwa 5 m unter der Erdoberfläche und die Brunnen sind 1.5 m in den Felsen eingesprengt. Ich leerte den Frankschen Brunnen und konnte nun Proben aus der Brunnenwand nehmen und nachweisen, dass der Felsen aus wagerecht geschichtetem, rotem feinkörnigem Sandstein bestand. Dieser enthält viel weniger Feldspat als die vorerwähnten Arkosen und ist von derselben Art wie der in losen Blöcken häufig in Satakunta angetroffene rote sog. Quarzsandstein.

In Luvia kennt man recht viele Sandsteinfelsen. Die geologischen Kartographen (A. v. Christerson, Hj. Gylling) fanden in den neunziger Jahren einen etwa 1 ha grossen anstehenden Sandsteinfelsen in der Nähe eines Naskalinkallio genannten Diabas-

hügels in Peränkylä. Unmittelbar am Fusse jenes Hügels befindet sich ein grosser Sandsteinbruch, wo die Blöcke ihre ursprüngliche Lage einnehmen, nur losgebrochen sind. Von hier hat man sich Steine für seine Viehställe geholt. Der Sandstein ist eine rötliche, mittelkörnige Arkose.

In den letzten Jahren haben Dr. M. Sauramo und ich in Luvia mehrere neue Sandsteinfelsen entdeckt. Der wichtigste derselben ist ein bei den Absätzen des Abflussgrabens *Sassilanjuopa* sichtbarer Felsen, durch welchen der Graben etwa 50 m weit führt. Der Felsen ist von 1—1.5 m Erde bedeckt. Der Sandstein besteht hier aus grober Arkose und aus Konglomeraten. Die Gerölle darin sind rund, die grössten bis faustgross und fast ausschliesslich aus reinem Quarz. Die Lagen treten deutlich hervor. Die Sandsteinschichten wechseln ab mit grobem Konglomerat. Die Schichten haben eine genau wagerechte Lage.

An den Sohlen der Brunnen fand man im Kirchdorf Luvia Sandstein in *Iso- und Vähä-LöyTTY* und in *Seppä, Niemenkylä*. Auf dem Acker *Lappäng des Hofes Lang* im Dorfe *Hanninkylä*, ein paar Kilometer von der Stelle, wo sich der Weg von Niemenkylä nach Pori abzweigt, findet sich östlich vom Wege auf einem ausgedehnten Gebiet Sandstein am Boden der Ackergräben. Beim Graben von Abflussgräben ist Sandstein sogar gebrochen worden. Derselbe bildet hier ein ganz flaches Lager. An sämtlichen zuletzt erwähnten Stellen besteht der Sandstein aus mittelkörnigen oder ziemlich grobkörnigen Arkosen. Auf dem Acker *Lappäng* ist er härter als gewöhnlich, beinahe »glasartig«. Seine Härte beruht von der Nähe des Diabasfelsens.

DIE BLÖCKE IN SITU.

Ausser den obenerwähnten Felsbeobachtungen kennt man noch an mehreren Stellen Blockanhäufungen in situ. Solche finden sich z. B. in der Nähe der Landstrasse zwischen Säkylä und Eura, wo der zu den berühmten Säkylä-Mühlsteinen verwendete Sandstein geholt wird. Auf dem sandigen Heideboden liegt der in Platten zerfallene Fels unter einer dünnen Grusdecke. Die besagten Felsplatten sind etwa 1 m² gross und etwa ½ m dick. Das Material zu Mühlsteinen haben vor allem folgende Orte geliefert: Niemenkankare, Kökinniemi, Kotkaniemi, Murronsuontausta, Pitkäsanta und Piikkimäki. Der Sandstein ist ein spröder, heller Arkosesandstein.

Auch in Luvia gibt es in der Gegend von Niemenkylä, Hanninkylä und Kirkonkylä viele Sandsteinhaufen in ihrer ursprünglichen oder

fast ursprünglichen Lage. Neben der Dorfstrasse, die von Niemenkylä nach der Chaussee von Pori führt, lässt sich ein Sandsteinbruch in situ beobachten. Von dort sind Bausteine zur Kirche in Luvia genommen worden.

Weitere direkte Beweise dafür, dass Sandstein den Grund des betreffenden Gebiets bildet, besitzen wir gegenwärtig nicht. Es lassen sich aber dazu noch recht bedeutende indirekte Beweise anführen.

DIE BESCHAFFENHEIT DER LOSEN BLÖCKE IM SANDSTEINGEBIETE.

Überall, wo im Sandsteingebiete Grus und Geröll vorkommt, besteht der grösste Teil der losen Steine aus Sandstein. Es ist unnütz, ein Verzeichnis dieser Stellen anzuführen, sonst müsste man sämtliche Geröllsteinplätze aufzählen. Doch ist es angebracht, einige Stellen zu nennen, die weit von den direkten Felsbeobachtungsplätzen abliegen. Solches sind: in der Umgegend der Stadt Pori Yyteri und Reposaaari, dazu Viasvesi und die Leuchtturminsel Säppi in Luvia, das Kirchdorf Säskylä, Emäkari in Pyhäjärvi und überhaupt die Ufer des Sees Pyhäjärvi. Auch in Yläne, am Südende des Pyhäjärvisees, findet man Sandstein wie an den vorerwähnten Orten. Er bildet die Mehrheit oder herrscht fast ganz vor, häufig in grossen Blöcken auftretend. Nur auf den Diabasfelsen des Gebiets und an deren Abhängen ist der Sandstein reichlich mit Diabas untermischt, doch kommt auch hier viel Sandstein vor. Die Gesteine, welche das Grundgebirge ausmachen, sind sehr spärlich, aber doch fast überall vorhanden. Sie bilden nur 10—20% der gesamten Steinmenge. An den Grenzen des Gebiets kann ein scharfer Unterschied in der proportionalen Menge der losen Blöcke konstatiert werden. Z. B. in Luvia Niemenkylä Hannuksela herrscht bis Sassilanjuopa der Sandstein vor, aber sobald man über diesen Graben geht und in der Nähe des Hofes Sassila das Grundgebirgsgebiet erreicht, wird der Sandstein selten. Dasselbe ist in Yläne zu beobachten, wo an den Ufern des Pyhäjärvi der Sandstein vorherrscht, aber schon in der Gegend des Kirchdorfes ziemlich spärlich auftritt.

Das Verbreitungsgebiet der losen Blöcke ist also ein recht bedeutungsvoller mittelbarer Beweis für die Existenz eines Sandsteinfelsens im betreffenden Gebiete. Einen weiteren indirekten Beweis bildet

DAS VORKOMMEN VON QUARZSAND IM SANDSTEIN- GEBIETE.

Professor L. H. Borgströms¹ Untersuchung über das Vorkommen von Quarzsand in Finnland legt dar, dass quarzhaltiger Sand (Quarz > 60 %) nur im Sandsteingebiet von Satakunta zwischen Pori und Yläne gefunden worden ist. Der Unterzeichnete war dabei, als die nötigen Feldarbeiten im Satakuntagebiet im Jahre 1917 ausgeführt wurden. Schon damals hatte ich die Gelegenheit, an vielen Stellen Beobachtungen über die Verbreitung des Sandsteins daselbst zu machen und gleichzeitig festzustellen, dass das Vorkommen von Quarzsand direkt von der Existenz des Sandsteins abhängig ist. Borgström hält es für wahrscheinlich, dass der Felsgrund im grössten Teile des Gebiets, wo Quarzsand auftritt, aus Sandstein besteht. Über den Umfang des Sandsteingebiets schreibt Borgström: (Übersetz.) »Der Satakunta-Sandstein erstreckt sich von der Küste des Bottnischen Meerbusens ungefähr bis zwischen Pori und Luvia im NW und bis Säkylä und Köyliö im SO. Im NO wird das Gebiet ungefähr vom Flusstal des Kokemäenjoki begrenzt, während die SW-Grenze unsicher ist».

Da das Sandsteingebiet ein ebenes Flachland ist, unterscheidet es sich in seinem Charakter bedeutend von dem übrigen Finnland und ganz besonders scharf von dem daran grenzenden Grundgebirgsgebiet sowie auch vom Rapakiwigebiet. Diese beiden bilden eine unebene, hügelige und felsige Gegend, wo das Grundgebirge hier und da zutage tritt. Im Sandsteingebiet reicht dasselbe, wie schon erwähnt, nur äusserst selten bis an die Oberfläche heran, — eine wesentliche Folge davon, dass der Sandstein in wagerechten Schichten auftritt. Nur dort, wo Diabasgänge im Sandsteingebiet vorkommen, sind auch Felszüge zu finden. Der Diabas erscheint dort als hügeliges Land, genau so wie im Rapakiwi- und Grundgebirgsgebiete. Die Diabasfelsen überragen im Rapakiwigebiet die Rapakiwifelsen, und auch sonst ist das Diabasgebiet hügeliger als das Rapakiwigebiet. Ebenso verhält es sich mit den Diabasfelszügen im Grundgebirgsgebiete. Das ebene Gelände einer Sandsteingegend, verglichen mit ihrer Umgebung, ist also ein sicherer Beweis für die Beschaffenheit des Felsgrundes. Nach diesem topographischen Belege sind denn auch, wenn keine anderen Beweise vorlagen, die Grenzen des Sandsteingebiets in die Karte eingetragen. Und anderseits wurden stellenweise auf der Karte Diabaszüge miteinander verbunden, falls die

¹ L. H. Borgström, Suomen Kvartsihiekkä. Geol. Kom. Geotekn. Julkaisuja N:o 23. Helsinki 1924.

Topographie deutlich die Verlaufsrichtung des Zuges darlegte. Wäre das fragliche Gebiet in seiner Gesamtheit Diabas, wie Sederholm angegeben hat, so wäre es sicher ein hügeliges und felsiges Land und noch unebener als die Umgegend. Und hätte man es hier mit dem Grundgebirge zu tun, so wäre keine Ursache vorhanden, warum dieses nicht hier wie anderenorts dann und wann über die Erdoberfläche emporragen könnte. Die meisten Sandsteinfelsen hat man in der Nähe von Diabasfelsen gefunden. Dies beruht zum Teil darauf, dass der Diabas den Sandstein in seiner Umgebung hart gemacht hat, zum Teil aber auch auf dem Schutz, den die Diabasfelsen gegen das Zerstörung bringende Landeis der Eiszeit gewährt haben.

DER OLIVINDIABAS VON SATAKUNTA.

Wie die Karte zeigt, erscheint der Diabas in der Natur als 1—2 km dicke, lange, einwenig geschlängelte, aber im grossen ganzen doch verhältnismässig gerade Gänge sowohl in dem Rapakiwi- wie auch in dem Sandsteingebiete. In beiden tritt der Diabas in gleicher Weise auf. Er hat beim Empordringen aus dem Erdinnern die Felsenspalten gefüllt, und diese Spalten hatten, trotz der Sandsteindecke, in beiden Teilen des Gebiets die gleiche Beschaffenheit.

Auf der Karte sind sämtliche Diabasbeobachtungen zusammengestellt. Es ist fast garnicht nötig gewesen, die Phantasie zur Hilfe zu nehmen, denn die Beobachtungspätze liegen sehr dicht und dazu gab es topographische Karten von der Gegend, deren Höhenlinien bei der Zusammenstellung der Beobachtungen benutzt werden konnten.

Im Rapakiwigebiet war es an einigen Stellen möglich, den direkten senkrechten Kontakt zwischen Diabas und Rapakiwi zu erkennen. In Haukkavuori z. B., am Westufer des Pyhäjärvi etwa 25 m von der Wassergrenze, gewahrt man deutlich die senkrechte Kontaktwand teils als senkrecht stehende Wand, teils als schmale senkrechte Spalte. Ein ähnlicher Kontakt findet sich in Lammijärvi, an der Grenze zwischen Eura und Honkilahti. Bei Hinnerjoki Rivanmaa und Laitila Leinmäki sind die senkrechten Kontakte der schmalen Diabasgänge ebenfalls sichtbar. Auch die gleichmässig schmale Form und die jäh abfallenden Felswände der Diabasgänge zeugen davon, dass die Grenzflächen auch im allgemeinen senkrecht sind. Diese Diabaszüge sind also an der Erdoberfläche sichtbare Partien der senkrechten Diabasgänge. Im Sandsteingebiete sind an den Abflussgräben von Kiperjärvi und Leistilänjärvi und auf dem Murronmäki

die Kontakte zwischen Sandstein und Diabas sichtbar. Sie sind senkrecht gestellt und legen dar, dass die Diabasgänge auch im Sandsteingebiete von der gleichen Beschaffenheit sind wie im Rapakiwigebiete.

An einigen Stellen dieses Gebiets findet man den Diabas stärker ausgebreitet. Man darf vermuten, dass das Diabasmagma sich hier zwischen den Felslagen zu einem Lagergang oder deckenförmig über dem Felsen ausgebreitet hat. Im Rapakiwigebiet gibt es solche Stellen in Hinnerjoki und in Lappi.

Im Gebiete des Grundgebirges, im Dorf Sorkka nördlich von Rauma, gibt es grosse Areale, wo der Diabas wahrscheinlich deckenförmig oder als Lagergang auf seiner Unterlage ruht. Jenes Areal umfasst einen Flächenraum von 4×6 km. Der Kontakt gegen das Grundgebirge ist in den nordwestlichen und südöstlichen Teilen des Gebiets sichtbar. Das Grundgebirge verschwindet schräg unter dem Diabas. Der Diabas ist in der Nähe des Kontakts dicht. In der Nord-

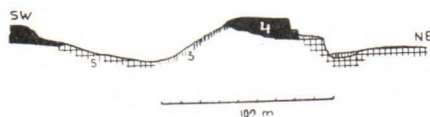


Abb. 1. Profil vom NE-Rande des Diabasgebiets Sorkka unweit des Kleinguts Heikkilä. 3 = Erdecke, 4 = Diabas, 5 = Rapakiwi.

ostecke des Gebiets, wo dieses an den Rapakiwi stösst, kann man wahrnehmen, dass der Diabas deckenförmig auf dem Rapakiwi ruht. Unweit des Kleinguts Heikkilä finden sich niedrige Felsen am Rande des Lapinjoki Flusstals. Südwestlich vom Wohnhause ist ein steil ab-

fallender Felsen, wo der halbe Abhang aus Rapakiwi besteht, mit einer Decke von Diabas darüber. Siehe das Profil, Fig. 1.



Abb. 2. Absonderung im Diabas am SW-Rande des Gebiets Sorkka in der Nähe des Kontakts mit dem Grundgebirge.

Die ganze Felskuppe ist Diabas, aber der Talboden hinter ihr besteht wieder aus ähnlichem Rapakiwi, wie man ihn neben dem Wohnhause sieht. An der SW-Seite des Tals ist der Kontakt zwischen Rapakiwi und Diabas sichtbar. Der Diabas bedeckt hier also deckenförmig den Rapakiwi. In der SE-Hälfte des Gebiets von Sorkka

scheint der Diabas in derselben Weise auf dem Grundgebirge zu ruhen. Die Absonderung des Diabases verläuft in der Richtung der Oberfläche und senkrecht zu derselben, wie die Abbildung 2 darlegt. Es ist sehr wahrscheinlich, dass ehemals entweder Sandstein oder irgendeine andere Felsart den Diabas bedeckt hat. Ausserdem ist zu bemerken, dass der Diabas von Sorkka bis zu mikroskopischen Einzelheiten genau von derselben Beschaffenheit ist wie der Diabas im übrigen Satakunta. Im Sandsteingebiet sind solche ausgedehnte Diabasgänge nicht gefunden worden, doch haben früher zwischen den Sandsteinschichten Diabasschichtengänge vorkommen können, die später wegerodiert worden sind.

In Schweden erscheint der bekannte Äsby-Diabas als ein über 40 km langer Gang im Porphyritgebiet von Elfdal, seine Fortsetzung im Sandsteingebiete verläuft aber deckenförmig.¹ In Satakunta sind die Verhältnisse zum Teil umgekehrt. Das ist aber nur ein Ausdruck dafür, dass die jetzige Erdoberfläche nur ein zufälliges Profil des Gesteinsgrundes darstellt.

Im Gebiet Nordingrå² an der Westküste des Bottnischen Meerbusens findet man einen deckenförmig über dem Sandstein ausgebreiteten Diabas. Auch anderswo in Schweden, z. B. im Sandsteingebiet von Dalekarlien, liegen über mächtigen Sandsteinschichten Diabasdecken und zwischen den Sandsteinschichten Diabaslagergänge.³

Der Diabas von Satakunta ist ein Olivindiabas vom Äsbytypus. Er ist im allgemeinen ein mittelkörniges Gestein, doch findet man an gewissen Stellen grobkörnige, ja sogar pegmatitische Varietäten, wie z. B. in Säppi. An den Ganggrenzen ist er ein feinkörniges und in den Kontakten selbst ein dichtes schwarzes Gestein, welches kleine Einsprenglinge von Plagioklas enthält.

Prof. Dr. P. Eskola hat eine Spezialuntersuchung über den Diabas von Satakunta bewerkstelligt, welche in Kürze im Druck erscheinen wird. Ich verweise darauf in allem, was die Petrographie des Diabasgesteins betrifft. Mit der Erlaubnis des Verfassers gebe ich hier in dessen eine von Marcel Arousseau ausgeführte Analyse vom Satakunta-Diabas wieder:

¹ R. Looström, Äsbydiabasens fältgeologi. G. F. F. Stockholm 1919. Bd. 41, S. 513.

² José M. Sobral, Contributions to the Geology of the Nordingrå region. Upsala 1913.

³ H. Olivecrona, Om Västerdalarnas sandstensformation och dess tektonik. G. F. F. Stockholm 1920. Bd. 42, S. 323—362.

SiO ₂	46.68
Al ₂ O ₃	15.94
Fe ₂ O ₃	2.59
FeO	10.50
MgO	6.27
CaO	11.06
Na ₂ O	2.90
K ₂ O	1.02
TiO ₂	2.18
P ₂ O ₅	0.29
ZrO ₂	0.03
MnO	0.17
H ₂ O	0.64
	100.27

Am SE-Rande des Diabasgebiets von Sorkka finden sich im groben Olivindiabas unter 20 cm breite Diabasgänge. Das Gestein ist hier feinkörnig, schwarz und etwas porphyrisch. Die Gänge verlaufen geradlinig, in sehr dünne Ritzen eindringend. Es lassen sich Apophysen wahrnehmen, die schmaler sind als 1 mm. Dieser Umstand beweist, dass das Diabasmagma fast so dünnflüssig wie Wasser gewesen sein muss.

Der in schmalen, höchstens ein paar Meter breiten Gängen auftretende Diabas ist durch und durch dicht und feinkörnig und enthält Einsprenglinge von Plagioklas. Man kennt schmale Diabasgänge in den Südteilen des Rapakiwigebiets, z. B. in Hinnerjoki und Laitila. Der für sie charakteristische porphyrische Diabas hat in der Steinzeit zu steinernen Waffen grosse Anwendung gefunden.

DIE VERWENDUNG DER DIABASES VON SATAKUNTA ZU STEINWAFFEN WÄHREND DER STEINZEIT.

In einem ausgedehnten Gebiet in Finnland hat man aus Diabas gefertigte Äxte aus der Steinzeit gefunden, und zwar grösstenteils sog. kahnförmige Hammeräxte. Besonders zahlreich sind diese Funde im Diabasgebiete von Satakunta und nahe davon. Auf der Karte, wo die Funde vermerkt sind, gruppieren sie sich in der Nähe des Diabasgebiets, am Rande des steinzeitlichen Meeres und an dem damaligen Gestade nach Norden und Süden von diesem Gebiet sowie auch in den Ufergegenden des Kokemäenjoki-Wassersystems.

Die gefundenen Gegenstände sind zum grössten Teil aus einem eigenartigen porphyrischen Diabas, der dem Diabas von Satakunta ähnlich, aber nicht vollkommen gleich ist. Seine Struktur ist fein und ophitisch, aber zugleich porphyrisch. Er enthält in geringer Anzahl verhältnismässig grosse Einsprenglinge von Plagioklas. (Abb. 3.)

Der andere, viel seltener vorkommende Steinaxtdiabas ist feinkörniger als der vorige. Die ophitische Struktur kann nicht mit dem blossen Auge wahrgenommen werden, die Einsprenglinge treten aber in derselben Weise hervor. Keiner von diesen Typen war in der Natur angetroffen worden, als Prof. Eskola 1919 und ich 1921—22 die Gestein der Steinwaffen im finnischen Nationalmuseum bestimmten. Da man in einem grossen Teil von Satakunta einen ähnlichen Diabas kannte, erhielt ich zum Teil durch die Steinwaffenuntersuchung die Anregung zum Studium des Gebirgsgrundes von Satakunta. Endlich im Sommer 1923 entdeckte ich im Walde von Rivanmaa Hinnerjoki einen 5 m breiten Diabasgang im Rapakiwi. Das Gestein war ein feinkörniger porphyrischer Diabas und genau von derselben Beschaffenheit wie der zuletzt erwähnte Steinaxtdiabastypus. Archäolog A. Europaeus hat in Lammila Hinnerjoki einen Wohnplatz aus der Steinzeit mit einer ganzen Fuhre solchen Gesteins in Stücken und halbfertigen Waffen gefunden. Ich habe den Gangdiabas von Rivanmaa Hinnerjoki und eine der

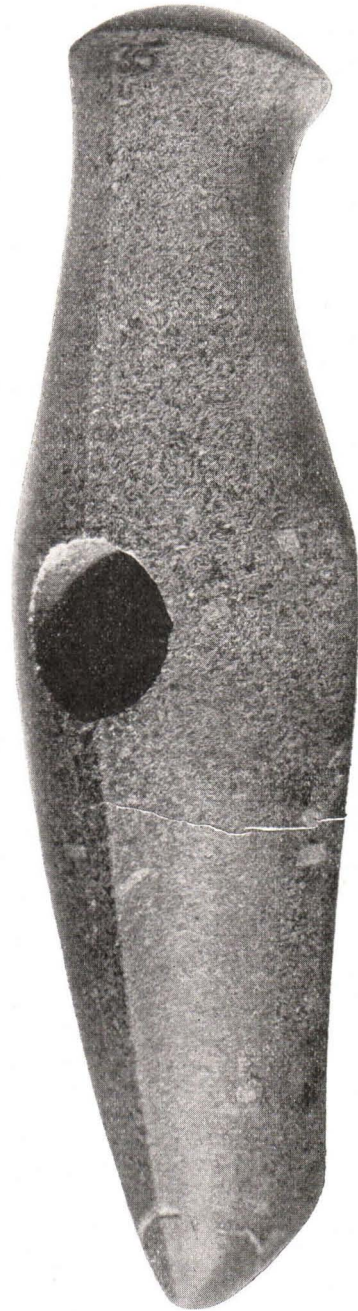


Abb. 3. Kahnförmige Steinaxt von porphyrischem Diabas Aus den Sammlungen des finnischen Nationalmuseums.

Steinäxte analysiert¹ und bin dabei zu dem Ergebnis gekommen, dass beides ein und derselbe Stein ist. Auch die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass sie bis in die kleinsten Einzelheiten sich gleichen. Ähnliche Diabasgänge gibt es in den Dörfern Kusni und Leinmäki im Kirchspiel Laitila. Die Analysen vom Gangdiabas aus Kusni und von dem ebenso aussehenden Material einer Steinwaffe legen gleichfalls eine so grosse Übereinstimmung dar, dass ein Zweifel an ihrer Herstammung von denselben Gängen ausgeschlossen ist. Bis jetzt kennt man jenen zuerst erwähnten feinkörnigen ophitischen, aber porphyrischen Olivindiabas nur an Steinwaffen. Doch stammt auch jener Typus sicher aus dem Satakuntagebiet, aus irgendeinem ziemlich schmalen Gang, den man einstweilen noch nicht entdeckt hat.

DAS RAPAKIWIGEBIET.

Das Sandstein-Diabasgebiet grenzt im Südwesten an das Rapakiwgebiet von Uusikaupunki. Die Berührungspunkte jener Felsarten werden im Kapitel von den Grenzen zwischen Diabas und Sandstein erörtert. Die Kontaktverhältnisse gehen anschaulich aus den betreffenden Profilen hervor. In diesem Zusammenhang sei nur noch erwähnt, dass das Rapakiwgebiet auf der Karte dem Sandstein und Diabas, zum Teil auch dem Grundgebirge gegenüber einwenig vergrössert ist. Es reicht von Irjanne nordwärts bis zum See Pinkjärvi. Die Veränderung fusst auf zwei neuen Beobachtungen. Im Südteil des Pinkjärvi wurden zwei kleine Inseln gefunden, deren Gesteinsgrund aus Rapakiwi besteht. Westlich vom Kyläjärvi ist ebenfalls ein kleiner Rapakiwgranitfelsen an der Landstrasse zu sehen. In Eura ist das Rapakiwgebiet nordwärts bis in die Nähe des Gutes Vaani ausgedehnt worden, weil man westlich davon grosse Rapakiwifelsen fand.

In diesem Zusammenhang muss erwähnt werden, dass nordwestlich von Irjanne mitten im verlandeten Kyläjärvi im Innern des Rapakiwgebiets eine ziemlich grosse Klippe liegt, die aus grauem Migmatitgneis mit groben Granitgängen besteht. Das Streichen des Gneises ist E—W und sein Fallen 40—50° N. Der Kontakt mit dem Rapakiwi befindet sich unter Erdbedeckung. Es ist unmöglich zu entscheiden, ob dieser alleinstehende Felsen ein grosses Fragment im Rapakiwi darstellt, oder ob hier vielleicht das Grundgebirge unter dem Rapakiwi zutage tritt.

¹ Ich arbeite eben an einer vollständigeren Darstellung über den zu Steinäxten benutzten Diabas von Satakunta. Dieselbe wird vermutlich schon dieses Jahr im Druck erscheinen.

DER SANDSTEIN.

Der grösste Teil des Gebiets besteht aus rötlicher Arkose, wo die Schichtung sehr deutlich hervortritt. Nach Schichten spaltet sich der Stein leicht zu dünnen Tafeln. Die einzelnen Schichten haben sich im grossen ganzen aus gleichkörnigem Material gebildet, doch schwankt die Korngrösse in den einzelnen Schichten bedeutend (Abb. 4). Alle Stufen vom groben Konglomerat bis zum feinsten Tonschiefer sind vertreten. Am gewöhnlichsten ist der mittelkörnige Sandstein mit konkordanten Schieferschichten (Abb. 5). Die Bestandteile des Arkosesandsteins sind ausser Quarz die für das Grundgebirge charakteristischen: Mikroclin und Plagioklas, dazu aber fast immer vom rostbraunem Pigment erfüllter, ansehnlich verwitterter Feldspat, wo man manchmal ein einzelnes Plagioklaskörnchen erkennt, der aber bisweilen ein pigmentierter Kalifeldspat ist, in welchem sich die für die verschiedenen Kalifeldspate charakteristischen Struktureigenschaften, wie Mikroklingitstruktur oder Perthitstruktur, nicht genauer unterscheiden lassen. Soweit man sehen kann, gleichen

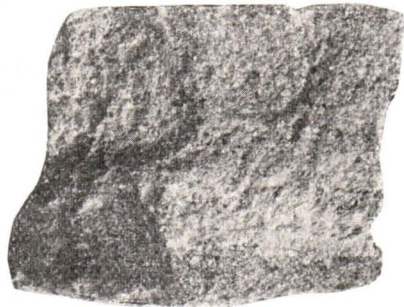


Abb. 4. Geschichteter Arkosesandstein. Kuusisto. Brunnen. Kiukainen. $\frac{1}{2}$ der natürl. Grösse.

jene verwitterten Feldspate bis in die kleinsten Details den Feldspaten im Rapakiwi des Rapakiwigebiets von Usikaupunki. Am deutlichsten zeigt sich das färbende Pigment im Orthoklas des Rapakiwi. In Dünnschliffen betrachtet schwankt die Farbe des Pigments zwischen Braun und Grau. Es ist ein sehr fein zerteilter Stoff, der in demselben Individuum in ungleichmässigen Flecken auftritt. Stellenweise findet man es fast garnicht und stellenweise in so grossen Mengen, dass der Feldspat fast undurchsichtig ist. Der pigmentierte Teil verwandelt sich allmählich von trübe in klar. Sehr häufig kommen in der am dun-

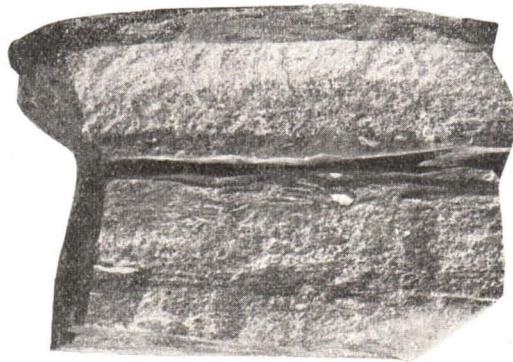


Abb. 5. Arkosesandstein mit Zwischenschichten von Tonschiefer. Uuskatila. Brunnen. Kiukainen. $\frac{1}{2}$ der natürl. Grösse.

kelsten pigmentierten Partie gerade, schmale, helle Striche vor, die in der Richtung der Spalten verlaufen. Sie sind sehr charakteristisch für die beschriebene Erscheinung. An diesen und einigen anderen kleinen Details erkennt man fast immer Bestandteile des naheliegenden Rapakiwi. In einigen Dünnschliffen von Arkosen dieses Gebiets sind jene Details dermassen übereinstimmend und typisch, dass sie keinen Zweifel an der Herkunft des betreffenden Feldspats aufkommen lassen. Diese Gleichartigkeit wird sehr überzeugend, wenn man im Dünnschliff die betreffenden Gesteine untereinander und mit dem Gestein des umgebenden Grundgebirges vergleicht, wo jener charakteristische, von Pigment erfüllte und gefärbte verwitterte Feldspat nicht dieselbe Beschaffenheit hat, wie fast immer im Sandstein und Rapakiwi. In einem Konglomeratgestein aus Reposari wurde ein Geröll gefunden, das dem Rapakiwi von Usikaupunki vollkommen gleicht. Es weist alle charakteristischen Rapakiwistrukturen auf. Der Quarz des Sandsteins ist zum grössten Teil zerbröckelt, ähnlich wie der Quarz in den Gesteinen des Grundgebirges.

Auf Grund des Untersuchungsmaterials lässt es sich also nachweisen, dass, abgesehen vom Grundgebirge, auch die nahen Rapakiwigebiete an der Erdoberfläche zur Zeit der Entstehung des Sandsteins der Erosion ausgesetzt gewesen sind.

Obschon man in Satakunta keinen Sandstein als Lager auf dem Rapakiwi angetroffen hat, darf man doch aus den vorerwähnten Umständen folgern, dass der Sandstein jünger als der Rapakiwi ist; denn die Erosion war ja zur Entstehungszeit des Sandsteins schon so weit fortgeschritten, dass der Rapakiwi an der Oberfläche bloss lag. In Schweden hat man an vielen Stellen den Sandstein unmittelbar auf einer Rapakiwiunterlage angetroffen.¹

Sandsteinkonglomerate sind im anstehenden Gestein nur ein einziges Mal gefunden worden. Dieser Fundort ist Sassilanjuopa in Luvia, unmittelbar an der Grenze des Sandsteingebiets. Ein direkter Kontakt war auch hier nicht nachzuweisen, doch liegt ein Gneissfelsen verhältnismässig nahe. Dieses Konglomerat dürfte zu den untersten Lagern der Sedimentformation gehören, die allerunterste bildet es jedoch nicht. Als lose Blöcke findet man ähnliche Konglomerate an vielen Stellen, namentlich in den Randteilen des Gebiets, z. B. in Reposari, im Flusstal des Kokemäenjoki und an den Ufern des Pyhäjärvi. Diese Konglomerate sind deutlich geschichtet. Gewöhnlicher mittelkörniger Arkosesandstein wechselt mit Schichten

¹ P. Geijer, Problems Suggested by the Igneous Rocks of Jotnian Age. G. F. F. Stockholm. Bd. 44, S. 411.



Abb. 6. Sandsteinkonglomerat. Sassilanjuopa, Luvia. Etwa $\frac{1}{3}$ der natürl. Grösse.

ab, die runde Quarzstücke in grosser Menge enthalten (Abb. 6). Die Grösse der Gerölle schwankt von winzig klein bis faustgross. Meist sind sie eiförmig und im allgemeinen gut abgerundet. Ihr Quarz ist zerbrochen. Ähnlich beschaffen sind die Konglomerate, die als lose Blöcke auch anderswo in diesem Gebiete vorkommen. In Reposaaari wurde ein Konglomerat gefunden, das Geröll von Rapakiwigranit in sich einschliesst, und am Ufer des Pyhäjärvi ein Stein, der ein Geröll von rotem Mikroklingranit enthält. Im allgemeinen bestehen die Gerölle aus lauter Quarz.

An den Ufern des Pyhäjärvi findet man in losen Blöcken vielfach einen besonders groben Arkosesandstein, der aus zerbröckeltem Quarz und recht unverwittertem roten Mikroklin in sogar grossen Stücken besteht. Ein solcher Stein ist hier unten abgebildet (Abb. 7.)

Mitten im Sandsteingebiete hat man in Lattomeri sog. Quarzsandstein gefunden, der bedeutend ärmer an Feldspat und zudem feinkörniger ist als die gewöhnlichen Arkosen des Gebiets. Der Quarzsandstein ist von rötlicher Farbe in verschiedenen Schattierungen, von ziegelrot und braunrot bis hellrot und weiss. Ein bläulich-



Abb. 7. Grober Arkosesandstein. Loser Stein aus Emäkari, Pyhäjärvi. $\frac{1}{3}$ der natürl. Grösse.

ter Farbenton kommt häufig vor. Verhältnismässig oft sieht man auch bunte Quarzsandsteine, an welchen rundliche, hellere oder weisse Flecken hervortreten. Ihre Grösse schwankt von winzig klein bis zu 10 cm Durchmesser. Die Flecken lassen sich am besten an den Schichtenflächen erkennen, doch kann man sie wegen ihrer runden Form auch an anders gerichteten Querschnitten sehen. Der Quarzsandstein bildet offenbar eine über der Arkose liegende Schicht, die nur im Zentrum des Gebiets festanehend erhalten geblieben ist. In losen Steinen findet man den Quarzsandstein ganz allgemein im ganzen Gebiet, und südlich davon in ganz Südwestfinnland kommt er sogar häufiger vor als der Arkosesandstein. In diesem Quarzsandstein ist Rapakiwimaterial nur wenig nachzuweisen. Vielleicht war zu der Zeit, als der Quarzsandstein sich ablagerte, die Sedimentation schon so weit fortgeschritten, dass die angrenzenden Rapakiwigebiete schon zum grössten Teil von Arkosen bedeckt waren. Jener Quarzsandstein hat dafür seine Bestandteile aus dem weiter davon entfernten Grundgebirgsgebiete enthalten, wo die letzten Überreste des zweitältesten Gebirgszuges, der karelischen Schieferzone, gerade erodiert wurden.

Eine ungewöhnliche Erscheinung im Sandstein von Satakunta (nur in losen Steinen angetroffen) sind 1—5 cm dicke, unreine Kalksteinschichten.

Die jetzigen Feldbeobachtungen, so mangelhaft sie auch sind was die senkrechte Richtung betrifft — das tiefste Vertikalprofil des betreffenden Gebiets ist das 9 m tiefe Brunnenprofil von Uuskatila — erlauben immerhin gewisse Wahrscheinlichkeitsfolgerungen.

Das Konglomerat von Sassilanjuopa befindet sich nahe dem Boden der Formation und der Arkosesandstein mit seinen Tonschieferschichten vertritt ebenfalls recht tiefliegende Partien der Sedimentserie. Der Quarzsandstein gehört zu den obersten der erhalten gebliebenen Schichten. Aber auch er dürfte, nach der überall flachen Lagerform zu schliessen, nicht mehr als etliche zehn Meter vom Grundgebirge entfernt sein. Auch in Kiukainen zeugt das fensterförmig aus dem Sandstein aufragende Grundgebirge davon, dass der Sandstein nur ein relativ dünnes Lager auf der peneplanartigen Oberfläche des Grundgebirges ausmacht.

In Schweden sind vielerorts recht mächtige Sandsteinlager nachgewiesen worden.¹ So gibt es in Dalekarlien 800 m dicke Lager und

¹ J. Sobral, Contributions to the Geology of the Nordingrå Region. Uppsala 1913.

der Sandstein erscheint dort in Bergen, die bis 2 000 m hoch sind. Man hat daselbst sichere und beleuchtende Profile erhalten können.¹

Eine Übersicht des Sandsteinlagers von Satakunta, so, wie es sich nach unseren jetzigen Kenntnissen darbietet, liefern die Profile in der Abbildung 8. Inbetreff der daselbst sichtbaren Verwerfungen verweise ich auf das Kapitel von den Grenzen des Sandsteingebiets auf Seite 31.

Ein Bild in grossen Zügen von den Verhältnissen, die zur Entstehungszeit der Sandsteinsedimente herrschend gewesen sind, gibt uns die Natur der Sedimente selbst. Insbesondere das Auftreten von Diagonalschichten, aber auch andere Züge weisen auf eine kontinentale Entstehung hin. Ausserordentlich deutlich und schön zeigen sich die Diagonalschichten des Arkosesandsteins in einem ziemlich grossen Stein in der Wand des Kuhstalles der Pfarrei von Ulvila.²

Weiteres Licht auf die Frage werfen die zahlreich im Gebiet vorkommenden Steine mit Wellenfurchen. Typische schöne Wellenfurchen (Abb. 9) gibt es an losen Steinen im ganzen Gebiet, jedoch nur an Quarzsandsteinen. Am gewöhnlichen Arkosesandstein hat man solche meines Wissens nie gefunden; dieser Umstand findet aber seine natürliche Erklärung darin, dass die Arkosen im allgemeinen zu grob sind, um Wellenfurchen sichtbar werden zu lassen. Eine

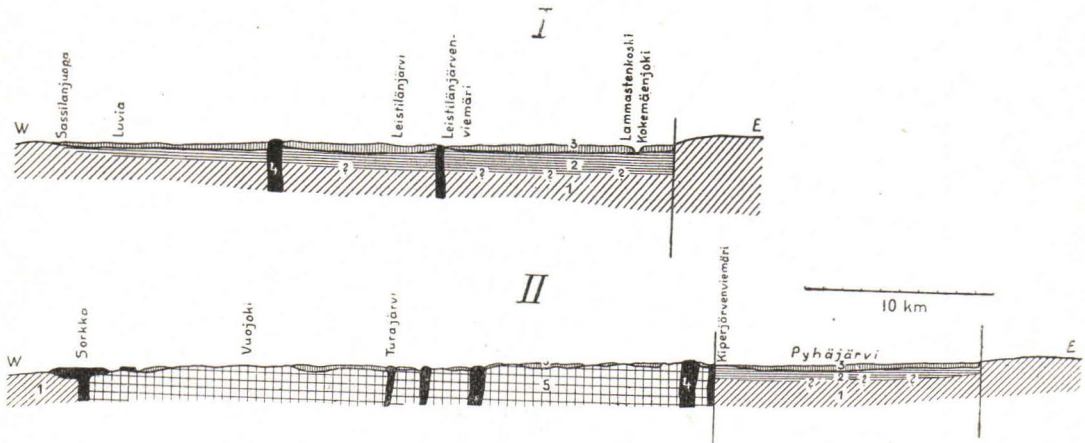


Abb. 8. I. Profil des Sandsteingebiets, Sassilanjua Luvia — Lammastenkoski Kokemäenjoki.

II. Profil vom Rapakivi-Diabas-Sandsteingebiet, Sorkka nördlich von Rauma—Pyhäjärvi
1 = Grundgebirge, 2 = Sandstein, 3 = Erddecke, 4 = Diabas, 5 = Rapakivi.
bezeichnet, dass die Grenze zwischen Sandstein und Grundgebirge unbekannt ist.

¹ W. Olivecrona, Om Västerdalarnas sandstensformation och dess tektonik, G. F. F. Bd. 42, S. 323. Stockholm 1920.

² Mitteilung von Prof. Dr. P. Eskola.



Abb. 9. Wellenfurchen im Quarzsandstein von Satakunta.
 $\frac{1}{7}$ der nat. Grösse. Loses Gestein aus Reposaaari.



Abb. 10. Trockenrisse im Sandstein von Satakunta.
 $\frac{1}{2}$ der natürl. Grösse. Loses Gestein aus Reposaaari.

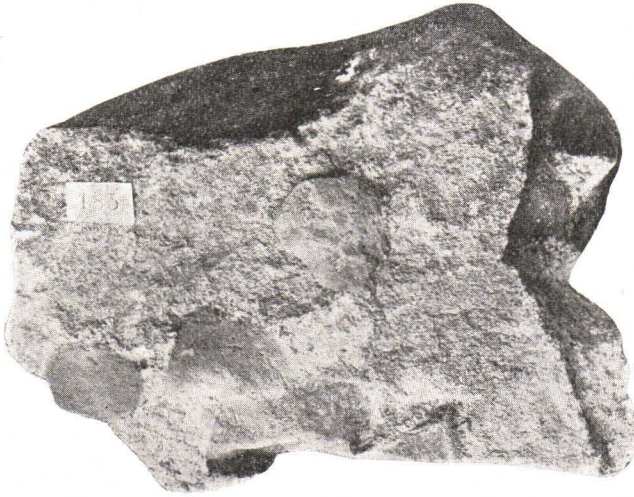


Abb. 11. Harte Tongesteinsklumpen im Sandstein. $\frac{1}{2}$ der natürl. Grösse. Loses Gestein aus Reposaaari.

Diagonalschichtung kommt dagegen im Sandstein beider Arten vor, insbesondere aber in den Arkosen.

Die Wellenfurchen sehen ebenso aus wie man sie heutzutage an den Ufern findet oder wie sie der Wind an den Dünen hervorbringt. Ferner gewahrt man am Sandstein Trockenrisse (Abb. 10) und Spuren nach Regentropfen, die ebenfalls den zu unserer Zeit entstehenden ähnlich sind, genau wie die Trockenrisse im Tonschiefer.

Die im Sandstein vorkommenden dunkelgrauen oder braunen linsenförmigen Tonklumpen (Abb. 11) legen dar, dass sich gleichzeitig irgendwo in der Nähe Ton gebildet hat, von welchem Stücke in den Sand hineingeraten sind. Die dünnen Tonschieferschichten im Sandstein zeugen wiederum davon, dass im Verlaufe der Sedimentation sich an denselben Stellen Sand und Ton abgelagert haben. Auch in Tonschieferschichten sind Trockenrisse angetroffen worden.

Man hat im Sandstein von Satakunta lange vergebens nach Fossilien gesucht. Im Sommer 1924 fand indessen P. Eskola in Luvia in der Wand des aus Sandstein gebauten Viehstalles der Pfarrei gewisse Bildungen, die vielleicht Spuren eines Lebewesens sind. Jedenfalls ist es schwer, sie anders zu erklären. Im groben Arkose-sandstein finden sich Röhren von einigen mm Durchmesser. Sie sind nicht vollkommen geradlinig, aber auch nicht stärker gekrümmt. Das in der Mitte befindliche Loch ist offen und das Material der Röh-

renwände besteht aus rötlichem, offenbar ursprünglich mit Eisenoxyden vermischem feinem Lehm (Abb. 12). Bildungen, die in unseren jetzigen Bodenarten an jene erinnern, sind gewisse von Würmern oder Raupen erzeugte Löcher. Auch beim Verfaulen von Wurzeln können ähnliche Löcher im Boden entstehen. Einstweilen ist es noch unmöglich zu sagen, was jene Bildungen eigentlich sind, doch können neue Beobachtungen von ähnlicher Art wohl Licht auf diese Frage werfen.

Die im allgemeinen rötliche Farbe des Sandsteins von Satakunta dürfte schon eine ursprüngliche Eigenschaft des Sandes gewesen sein und lässt sich auf das im Sandstein vorhandene rötlich braune Eisenhydroxydpigment zurückführen. Doch ist nicht einmal hier aller Sandstein rot, man hat sogar ganz helle Varietäten gefunden, und zwar treten beide auf derselben Stelle wechsellagernd miteinander auf.



Abb. 12. Wie Fossilien aussehende Bildungen im Sandstein von Satakunta. Wand des Viehstalles der Pfarrei in Luvia. Um das in Bildung begriffene Loch besser sichtbar zu machen, wurde ein Strohalm hineingesteckt. Etwa $\frac{1}{8}$ der natürl. Grösse.

Ähnliche rote fossillose Sandsteinarten werden in ganz Fennoskandia, von Russisch-Karelien bis Dalekarlien, zur jotni-

schen¹ Formation gezählt. Charakteristisch für sie alle ist ihre rote Farbe. Vermutlich sind sie Teile eines grossen Sandsteinlagers, welches gleichzeitig ganz Nordeuropa bedeckt hat. Dies ist in mancher Beziehung eine ähnliche Bildung, wie der »Old Red Sandstone« und der »New Red Sandstone«.² Die Entstehungsverhältnisse dieser Sandsteine sind auf Grund der Fossilfunde besser bekannt als die des jotnischen Sandsteins. Ihre Ergebnisse lassen sich auch auf den Sandstein von Satakunta anwenden, sobald man über diesen Details kennen lernt, die es erlauben, in betreff des »Old Red Sandstone« gewonnene Tatsachen auf den jotnischen Sandstein von Satakunta überzuführen.

Ich will nicht, solange der petrographische Teil meiner Untersuchung noch halbfertig ist, die Entstehung des Sandsteins von Satakunta erörtern. Soviel darf aber gesagt werden, dass die vorliegenden Tatsachen eine aride, kontinentale Entstehungsweise wahrscheinlich machen. Asklund³ führt als Beweise für eine derartige Natur des jotnischen Mälarsandsteins u. a. folgende Umstände an: Feldspatgehalt des Sandsteins, diskordante Lagerung, Wellenfurchen an den Schichtenflächen, Konglomerate mit ihren runden Steinen, häufiges Vorkommen von Tonlinsen. Alle diese Umstände findet man im Satakuntagebiet wieder.

DIE GRENZEN DES SANDSTEINGEBIETS.

An den Rändern des Sandsteingebiets von Satakunta kommen Verwerfungen vor und das ganze Gebiet ist, wie zuerst Sederholm angenommen hat, im Vergleich zu seiner Umgebung eine eingesunkene Vertiefung.

Nordwestlich der Stadt Pori befindet sich die Grenze des Gebiets unterhalb des Bottnischen Meerbusens, aber gleich nordöstlich von Pori in den Dörfern Hyvelä, Harjunpää usw. ragen die Gneisgranitfelsen des Grundgebirges steil und hoch aus dem Flachlande von Satakunta empor. Längs dem Felsenabhang zieht sich eine ganz besonders deutliche Verwerfung hin.⁴ Die Felsen liegen etwa 40—50 m oberhalb der Ebene. Hier wurde in der Nähe der Stadt Pori 32 m tief ein Loch durch den Lehm und Ton gebohrt. Unterhalb des Tons

¹ J. J. Sederholm, Om indelningen af de prekambriiska formationerna i Sverige och Finland och om nomenklaturen för dessa äldsta bildningar. G. F. F. Stockholm. Bd. 19, S. 20—53.

² J. J. Sederholm. Helsingin Geologisen yhdistyksen tiedonantoja 1923. Helsinki 1924.

³ B. Asklund, Mälarpöryrnas läge och sandstensområdet på Eckerö. G. F. F. Stockholm. Bd. 46, S. 301.

⁴ M. Sauramo, Karttalehti B 2 maalajikarta selitys. Geol. Kom. Helsinki 1924.

stieß man auf festen Grusboden, dessen Mächtigkeit wahrscheinlich höchstens wenige Meter beträgt. Somit liegt die Oberfläche des Sandsteins in der Senkung über 70 m tiefer als die Oberfläche des Grundgebirges in der Umgebung. Da die Sandsteinschicht wenigstens etliche zehn Meter dick sein dürfte, beträgt die Höhe der Verwerfung offenbar mehr als 100 m. Dieselbe Verwerfungszone setzt sich von hier nach Südosten längs der Nordseite des Kokemäenjoki fort. Das beweist u. a. die Lage des Sandsteins im Lammastenkoski bei Nakkila. Dort nehmen die Sandsteinschichten eine schräge, von der Verwerfung abgekehrte Lage ein. Ihr Streichen ist N 25° W und ihr Fallen 30° W. Als das Sandsteingebiet sich im Verhältnis zu seiner Umgebung senkte, haben die Sandsteinschichten in der Nähe der Verwerfung nachgegeben und sich geneigt.

Es ist anzunehmen, dass die Verwerfungen in Analogie mit denjenigen in Dalekarlien ¹ auf mehreren Stellen ungefähr in der gleichen Richtung vorkommen. Ein scharfer Unterschied zwischen der Topographie des Sandsteingebiets und der Grundgebirgsgegend ist beinahe längs der ganzen Nordostgrenze von Pori bis Yläne bemerkbar. Am Ostufer des Pyhäjärvi fand W. W. Wilkman ² bei niedrigem Wasserstande an den flachen Uferfelsen Reibungsbreccien. Diese Felsen liegen halbwegs zwischen Yläne und Säkylä auf eine Strecke von beinahe 2 km verteilt. Der rote, von Pegmatiten durchsetzte Mikroklingranit ist in Stücke zerbrochen. Die einzelnen Teile sind aus ihrer Lage verrückt und darauf hat sich die ganze Trümmerzone zu einem festen Gestein verkittet. Diese Reibungsbreccie ist wahrscheinlich gerade dann entstanden, als das Sandsteingebiet in seine jetzige Lage versank. Wilkman hat eine ähnliche Breccie als loses Gestein auch 10 km nördlicher von diesem Platze gefunden. Man kann also folgern, dass die Verwerfung sich recht weit erstreckt. Ich habe an den Ufern des Pyhäjärvi gewöhnliche Arkosesandsteine von Satakunta gesehen, die breccienartig zu eckigen Stücken zerbrochen waren. Weisser Quarz hat sie nachher zu einem festen Gestein verkittet. Waren die Ritzen mehr als einige mm breit, so hat sie der Quarz nicht vollständig ausgefüllt, sondern von Quarzkristallen umrandete Kristalldrusen gebildet. Auch jene Sandsteinbreccien beweisen, dass eine Verwerfungsbewegung nach der Ausbildung des Sandsteins stattgefunden hat.

¹ W. Olivecrona, Om Västerdalarnas sandstensformation och dess tektonik. G. F. F. Bd. 42, S. 323. Stockholm 1920.

² W. W. Wilkman, Karttalehden Nr. 32 Selitys, S. 51. Geol. Kom. Helsinki 1898.

Die Grenze zwischen dem Sandstein und dem Rapakiwi ist wenigstens zum Teil eine Verwerfungsgrenze. Die Oberfläche des Sandsteins befindet sich im allgemeinen auf einem niedrigeren Niveau als die des Rapakiwi, und an der Grenze enden die Rapakiwifelsen

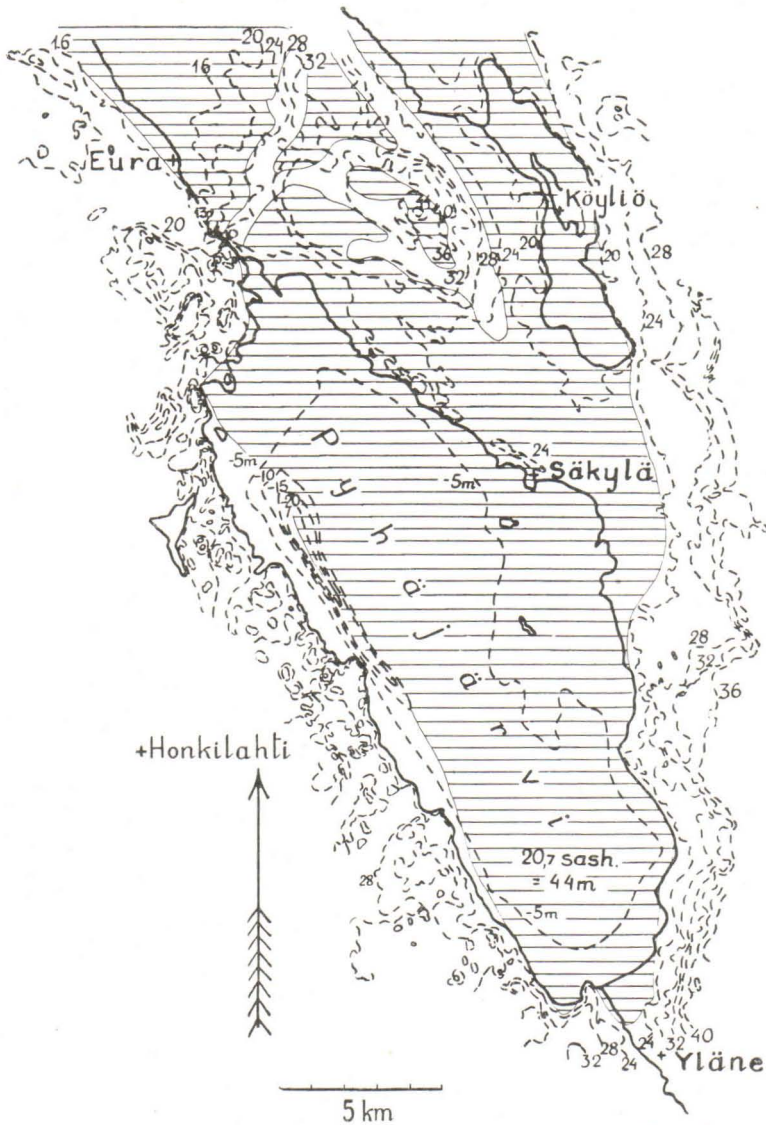


Abb. 13. Topographische Karte von Pyhäjärvi nebst Umgebungen nach Messungen von B. Ahlström und russischen topographischen Karten gezeichnet von A. Laitakari. Dar gestrichelte Gebiete sind Sandstein.

beinahe in einer geraden Linie und in der Form von steilen Abhängen. Einen guten Beweis für die Verwerfungen dort, in der Südwesthälfte des Gebiets, gegen den Rapakiwi liefern die Tiefenverhältnisse des Pyhäjärvi. Die Grenze der Gesteine verläuft augenscheinlich längs einer tiefen Kluft im SW-Teil des Pyhäjärvisees, deren Existenz deutlich aus der Tiefenkarte Abb. 13 hervorgeht.

Es hat den Anschein, als würde der von den Verwerfungen verursachte Höhenunterschied nach Nordwesten hin kleiner werden. In Luvia liegt die Oberfläche des Grundgebirges und des Sandsteins ungefähr in gleicher Höhe, und da die Mächtigkeit des Sandsteins auch in Luvia gering sein dürfte, ist die Verwerfung, insoweit eine solche stattgefunden hat, jedenfalls von wenig Belang gewesen. Mehr weiss man einstweilen noch nicht von den Verwerfungen, doch geht schon aus diesen Tatsachen der Senkungscharakter des Gebiets deutlich hervor. In der Profilskizze, Abb. 8, sind diese Umstände anschaulich dargestellt. An der Küste des Bottnischen Meerbusens hat das Gebiet überhaupt keine Grenze, sondern es versinkt in dem ebenen Boden des allmählich tiefer werdenden Meeres und setzt sich noch nach Süden und Norden hin fort.

Das Gestade des Bottnischen Meerbusens ist im Sandsteingebiet zwischen Reposaari und Säppi bedeutend ärmer an Inseln und die Uferlinie zeigt viel weniger Krümmungen als in der Umgegend, wo das Grundgebirge bis an den Wassersaum hinabreicht.

DIE AUSDEHNUNG DES SANDSTEINGEBIETS AUSSERHALB DER GRENZEN VON SATAKUNTA.

Zwischen Reposaari und Säppi verschwindet das Sandsteingebiet von Satakunta unter dem Bottnischen Meerbusen, wo der Boden eben und das Wasser seicht ist, um sich dort ebenso wie auf dem Festlande weiter fortzusetzen. Direkte Beobachtungen über seine dortige Ausdehnung sind natürlich unmöglich. Doch lassen die an der Küste liegenden Steine gewisse Schlüsse in bezug auf die Ausdehnung des Sandsteingebiets zu.

Nördlich von Reposaari in den äusseren Schären von Ahlainen, Merikarvia und Sideby sowie an den dortigen Ufern findet man reichlich Sandstein in losen Stücken. Ebenso verhält es sich mit der Küstengegend bis nach Waasa. Die betreffenden Steine sind meistens klein, doch kommen hier und da auch grosse Blöcke vor. Grösstenteils findet man feinkörnigen, roten Quarzsandstein, doch ist auch die mittelkörnige Arkose überall vertreten. Sämtliche Sandstein-

typen von Satakunta kommen hier vor. Häufig gewahrt man am roten Quarzsandstein Wellenfurchen. An den Küsten des Meeres ist es leicht, Beobachtungen über die Verbreitung des Sandsteins zu machen, doch gibt es auch im Binnenlande so viel Sandstein, dass man ihn fast in jedem Steinhaufen vertreten findet. Im vorigen Sommer konnte ich meine Untersuchungen nordwärts nicht weiter als bis Waasa erstrecken. Nach einigen Einzelbeobachtungen zu schliessen, finden sich lose Sandsteinstücke jenseits Waasa noch weit nach Norden hin. P. Eskola fand im vorigen Sommer in Kokkola Sandsteine und als ich mich bei Geologen, welche Pohjanmaa studiert haben, nach der dortigen Verbreitung des Sandsteins erkundigte, erfuhr ich, dass H. Väyrynen Sandstein der verschiedenen Satakunta-Typen in grosser Menge in Kurikka, J. N. Soikero in Haapavesi und W. W. Wilkman in Piippola gesehen hat. Ich selbst kann Lappajärvi als einen weiteren Fundort nennen. M. Sauramo berichtet über einen grossen Sandsteinblock im Dorf Möttönen, Perho.

Südlich von Luvia kommen lose Sandsteinstücke im ganzen südwestlichen Finnland vor. Es ist zu bemerken, dass man solche auch auf sämtlichen Ålandsinseln und in den Schären von Turku findet, wie ich im vorigen Sommer konstatieren konnte. Alle Typen von Satakunta sind vertreten. Auf den Ålandsinseln hat H. Hausen¹ vielerorts diesbezügliche Berechnungen gemacht. Davon seien folgende hier erwähnt:

Hammarland	Sandstein im Moränenboden	29 %
Eckerö	» »	Grusboden 19 »
Jomala, Västansunda	» »	Moränenboden 41 »
Jomala, Ingby	» »	» 31 »
Finström	» »	» 24 »
Finström, Geta	» »	» 18 »
Saltvik	» »	» 21 »
Hammarland, Kattby	» »	Grusboden 34 »

Die Verbreitung des Sandsteins in losen Stücken und Blöcken im südwestlichen Finnland verdient noch besondere Beachtung. Angenommen, dass alle losen Steine dieses Gebiets von dem jetzigen Sandsteingebiet in Satakunta herkommen, wäre das Verbreitungsgebiet jener Steine relativ bestimmt. Es würde eine vom Satakuntagebiet in südöstlicher Richtung sich fächerförmig ausbreitende Gegend umfassen, an deren NW-Ende, dem anstehenden Gestein am nächsten,

¹ H. Hausen, Stenräkningar på Åland. G. F. F. Stockholm. Bd. 33, S. 495.

die Steinmenge am grössten wäre, um dann mit der wachsenden Entfernung allmählich abzunehmen. In Südwestfinnland ist der Sandstein nicht in dieser Weise verbreitet. Erstens ist das Gebiet, in welchem er auftritt, viel grösser als jene fächerförmige Gegend. Nach Osten hin findet man den Sandstein bis zum Helsinki herum und im Westen vereinigt er sich mit den Verbreitungsgebieten des Sandsteins in Schweden. Zweitens stimmt die Menge der losen Sandsteine nicht mit der Annahme überein. Weitab von dem jetzigen festen Felsen, z. B. in der Gegend von Kisko, ist der Sandstein sehr zahlreich, bis 15 % von der Menge der losen Steine. Ebenso weit vom Rapakiwigebiet Uusikaupunki gibt es bei weitem nicht so viel lose Rapakiwigesteine. In der Gegend von Kisko ist er z. B. sehr spärlich vorhanden.

Wir dürfen also schliessen, dass der in losen Stücken vorkommende Sandstein im allgemeinen nicht vom Satakuntagebiet her stammt, sondern dass der Ausgangspunkt grösser sein und näher liegen muss. Die losen Sandsteine in Südwestfinnland stammen wie diejenigen auf den Ålandsinseln vom Boden am Südende des Bottnischen Meerbusens.

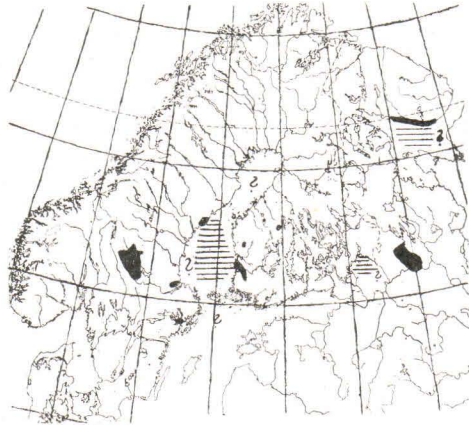
Ausserdem ist zu bemerken, dass der Sandstein eine ungleichmässige Verbreitung besitzt. In gewissen kleinen Gebieten ist er viel zahlreicher als in der Umgegend. Derartige örtliche Anhäufungen von losen Sandsteinen finden sich in den südwestlichsten Gegenden des Landes z. B. in Bromarv, Perniö, Kisko u. a. Östlich vom Kirkkojärvi in Kisko findet sich ein kleines Gebiet, wo über 15 % Sandstein vorhanden ist. Es handelt sich grösstenteils um Quarzsandstein, doch sind auch die anderen Typen vertreten, sogar die grobe Arkose. Hier tritt der Sandstein auch in ziemlich grossen Blöcken auf. Derartige Beobachtungen lassen darauf schliessen, dass irgendwo in der Nähe sich die Überreste einer ehemaligen Sandsteindecke befinden oder noch in ziemlich später Zeit befunden haben. Diese Sandsteinüberreste können eben noch am Boden eines in der Senkung entstandenen Sees existieren, z. B. Kirkkojärvi in Kisko. Fast aller auf dem Festlande früher anstehende Sandstein ist jedoch zur Zeit wegerodiert.

Es ist noch zu erwähnen, dass der Olivindiabas vom Satakunta-Typus in losen Blöcken ungefähr in demselben Gebiet wie der Sandstein vorkommt. H. Hausen fand auf den Ålandsinseln, dass dieser Diabas an vielen Stellen 1—2 % der ganzen Steinmenge ausmachte, und ungefähr ebenso viel davon findet man auch auf dem Festlande in Südwestfinnland.

Aus den Beobachtungen über das Vorkommen von losen Sandsteinen kann gefolgert werden, dass das Sandsteingebiet weit über

seine jetzigen Grenzen herausreicht oder es jedenfalls noch in ziemlich später Zeit getan hat. Höchst wahrscheinlich existiert noch am Boden des Bottnischen Meerbusens ein ausgedehntes Sandsteingebiet (s. Abb. 14). Vielleicht bildet das ganze Becken des Busens eine ähnliche Senkung wie Nieder-Satakunta mit seinem erhalten gebliebenen Sandstein.

Was die Mächtigkeit der Sandsteinablagerung von Satakunta anbetrifft, sind unsere Kenntnisse recht mangelhaft, denn einen direkten Kontakt zwischen dem Sandstein und dem Grundgebirge hat man nirgends gefunden und nur an zwei Stellen liegt das Grundgebirge im Sandsteingebiet bloss. Diese Plätze befinden sich unweit der Grenze des Gebiets beim Gehöft Pero in Kiukainen und auf Reposaari. Die betref-



fenden »Fenster« sind ganz kleine Felsen, der erstgenannte etwa 20×15 m und der letztgenannte grösser. Sie bestehen aus Adergneis; $1 \frac{1}{2}$ km von Pero ist ein Sandsteinfelsen sichtbar, westlich von der Station Kiukainen, sonst gibt es keine Felsen in der Nähe. Das Fenster auf Reposaari liegt auf der Grenze zwischen Sandstein und Diabas.

Abb. 14. Die nach der Auffassung des Verfassers jotnischen Sandsteingebiete in Fennoskandia.

Das Konglomerat von Sassilanjua, welches wahrscheinlich eine der untersten Schichten des Sandsteins, wünschon nicht die allerunterste vertritt, liegt ebenfalls ganz am Rande des Gebiets. Die im ganzen Gebiet allgemein vorkommende Arkose dürfte auch zu den untersten Schichten der Sandsteinablagerung gehören. Nur in der Mitte des Gebiets ist Quarzsandstein gefunden worden, der die oberen Schichten bei dieser Sedimentation repräsentiert. In Satakunta hat man freilich keine hohen Profile von verschiedenartigem Sandstein angetroffen, das 9 m tiefe Brunnenprofil in Uuskatila ist ja das tiefste in diesem Gebiet, aber in Schweden wurde ein ähnlicher Quarzsandstein als oberste Schicht gefunden, und hier dürften analoge Zustände herrschend sein.

Die oben angeführten Umstände lassen mit einiger Gewissheit darauf schliessen, dass die Sandsteinablagerung in Satakunta relativ

dünn ist. Wäre die Grundgebirgsfläche unter dem Sandstein nicht ziemlich eben, so dürfte man erwarten, sie an manchen Stellen emporragen zu sehen. Das ist jedoch nicht der Fall. Wahrscheinlich war also die Oberfläche des Grundgebirges peneplanartig, als der Sandstein sich auf ihm ablagerte.

In Schweden hat A. G. Högbom am Ufer des Wettersees die Unterlage des kambrischen Sandsteins, eine Denudationsfläche mit ihren erhalten gebliebenen Sandsteinresten, nachweisen können.¹ Diese Peneplanfläche des Grundgebirges ist relativ eben. Der Sandstein, der sie bedeckt hat, ist zum grössten Teil wegerodiert. Nur an den Kliffen ist Sandstein noch in grösseren Mengen zurückgeblieben, aber auf dem ebenen Seeboden findet man nur noch kleine Überreste davon. Wahrscheinlich ist die Unterlage des Sandsteins von Satakunta ein ähnliches Peneplan. Finnland hat in Süd- und Mittel-Pohjanmaa ein derartiges altes Peneplan. Obwohl das Gebiet ein von Erdschichten bedecktes Flachland ist, ragt der Felsen hier und da im ganzen Gebiet hervor, namentlich am Boden der Flüsse und Bäche und an den Rändern der Hügel, doch sind die Felsen in der Regel ganz niedrig. Dies beweist, dass die Unebenheiten des Grundgebirges sehr gering sind. Das Peneplan taucht an der Küste unverändert unter den Bottnischen Meerbusen, genau so, wie die Sandsteinfläche von Satakunta.

An den Rändern des Flachlandes von Pohjanmaa hat man an zwei Stellen Sandstein angetroffen. Die eine derselben befindet sich am Südrande in Isojoki,² die andere am Ostrande in Karstula.³ Beide sind nur kleine Überreste grösserer Sandsteingebiete. Es ist sehr wahrscheinlich, dass sie Teile desselben, einst ganz Pohjanmaa bedeckenden Sandsteingebiets ausmachen. Ebenso kann man aus guten Gründen annehmen, dass der Sandstein von Pohjanmaa und Satakunta ehemals zu derselben Sandsteindecke gehört hat, von welcher jetzt Reste in Pohjanmaa, im Boden des Bottnischen Meerbusens und in Satakunta, dazu an mehreren Stellen jenseits des Busens in Schweden übrig sind. Das Sandsteingebiet von Satakunta ist nur eine kleine, in das jetzige Festland einschneidende Zunge davon.

Der Sandstein von Pohjanmaa gilt allerdings für eine kambrische Formation, einen sicheren Beweis dafür gibt es aber nicht. Sederholm⁴

¹ A. G. Högbom und N. G. Ahlström, Über die subkambrische Landfläche am Fusse von Kinnekulle. Bull. of the Geol. Instit. Of Upsala. Bd. XIX, S. 55.

² J. J. Sederholm, Karttalehden B 2 selitys. Geol. Komm. 1913. S. 115.

³ Matti Sauramo, Über das Vorkommen von Sandstein in Karstula in Finnland. Fennia 39, Nr. 7. 1916.

⁴ J. J. Sederholm, Les roches préquaternaires de la Finlande. Bull. Comm. Géol. Finlande. Nr. 28.

erklärte den Sandstein von Isojoki erst für jotnisch, neigte aber später dazu, ihn wegen der petrographischen Ähnlichkeit mit dem in Gängen in Süd-Finnland vorkommenden fossilführenden Sandstein für eine kambrische Bildung zu halten. Auch das Alter des Karstula-Sandsteins hat nicht sicher bestimmt werden können. Sauramo kommt zwar zu dem Resultat, dass jener Sandstein, nach gewissen damals bekannten Umständen zu urteilen, am ehesten eine kambrische, wenn nicht gar eine noch jüngere Bildung sei. Er stützt seine Annahme u. a. auf die für den kambrischen Sandstein charakteristische graue Farbe, die merkbar von der in Satakunta allgemein vorkommenden rötlichen abweicht. Doch ist zu bemerken, dass es auch in Satakunta ganz hellen Sandstein gibt. Auch die Struktur des Sandsteins, insoweit ich mich bis jetzt mit ihr vertraut gemacht habe, dürfte keine erwähnenswerteren Unterschiede aufweisen. Wenn man die Verbreitung des Sandsteins sowohl in anstehendem Gestein als auch in losen Blöcken und dazu die Peneplane von Satakunta und Pohjanmaa berücksichtigt, so macht es den Eindruck, als wären die Sandsteingegenden in Westfinnland durchweg Teile desselben grossen jotnischen Sandsteingebiets, welches auch mit dem jotnischen Sandstein Schwedens bis an das norwegische Gebirge heran in Verbindung gestanden hat. Inwiefern dieses Gebiet ursprünglich auch einen ununterbrochenen Zusammenhang mit den Sandsteingebieten am Ladoga-¹ und am Onegasee ² aufwies, ist eine andere Frage, zu deren Entscheidung sichere Beweise nicht leicht zu finden sind. Da alle des gleichen Alters und von sehr ähnlicher Art sind, so ist es recht wahrscheinlich, dass alle zusammen ein einheitliches Gebiet gebildet haben.

In Satakunta und namentlich südlich davon in Südwestfinnland findet man auch einen ganz anderen Sandstein. Das ist ein hellgrauer, feinkörniger Quarzsandstein, wo das Bindemittel häufig aus Kalkspat besteht. Die kleinen losen Steine sind sehr spröde, weil der Kalkspat in ihnen aufgelöst ist; das Innere der grösseren ist fester und unverwittert. In denselben Gegenden, wo dieser Sandstein vorkommt, findet man auch lose Stücke silurischen Kalksteins. In diesem Sandstein hat man auch keine Fossilien gefunden, doch wird er sicher

¹ W. Ramsay, Tiefenkarte des Finnischen Meerbusens und des Ladogasees. Suomen kartasto 1910. Erklärung des Kartenblattes Nr. 11.

² W. Ramsay, Beiträge zur Geologie der präkambrischen Bildungen im Gouvernement Olonez I. Fennia 22, Nr. 7.

³ W. Wahl, Beiträge zur Geologie der präkambrischen Bildungen im Gouvernement Olonez II, 3. Fennia 24, Nr. 3.

für eine kambrische oder vielleicht noch jüngere Bildung gehalten. Er bildet, oder bildete wenigstens, ein anstehendes Lager im Boden am Südende des Bottnischen Meerbusens. Da an derselben Stelle auch jotnischer Sandstein vorkommen dürfte, wie die losen Steinfunde auf den Ålandsinseln darzulegen scheinen, muss der jotnische Sandstein noch vorhanden gewesen sein, als die kambrischen Kalksteine und Kalksandsteine sich ablagerten. Nachher sind sie infolge der Erosion fast gänzlich verschwunden und der jotnische Sandstein hat am Ende der Eiszeit auf einem grösseren Gebiete als der kambrische blossgelegen. Dies geht z. B. aus den Hausenschen Steinzählungen auf den Ålandsinseln hervor. Silurische Steine gibt es im Vergleich zu den jotnischen sehr wenig. Das kann man sofort konstatieren, wenn man diese Umstände dort ins Auge fasst.

DER EINFLUSS DER TOPOGRAPHIE AUF DIE BESIEDLUNG DES GEBIETS.

Satakunta schneidet wie ein niederes Flachland an der Küste des Bottnischen Meerbusens in das Binnenland ein und reicht im Südosten bis an den Pyhäjärvi. Die Oberfläche des Sandsteins ist sehr eben und denselben Charakter hat auch die darüberliegende Bodendecke. Nur an wenigen Stellen erheben sich Ose und Moränenhügel bedeutend über den ebenen Boden. Eine Ausnahme bilden im wesentlichen nur die Diabasrücken, die im ganzen Gebiet als Hügel-land aus der niederen Ebene hervorragen. Zu der Zeit, als die Gegend gerade aus dem Meere aufstieg, waren diese Hügelketten lange Inseln und Halbinseln, und noch lange nachher bildeten sie inmitten niederer Moore und verlandeter Seen die einzigen trocknen und zu Verkehrsstrassen taugenden Plätze. Deshalb folgen viele Wege noch heutigen Tages in tausend Windungen und Steigungen jenen Felsenzügen. Man sieht auf der Karte, wie z. B. der von Nakkila nach Irjanne führende Weg zum grössten Teil einem Diabasgange folgt. In Kiukainen läuft ein solcher gewundener und hügeliger Weg längs Diabasfelsen, und um diese böse Strecke von Vaani westwärts zu vermeiden, ist nunmehr ein neuer, gerader Weg in der Ebene gebaut worden. Noch früher, während der Stein- und Bronzezeit, konzentrierte sich alles Leben in Satakunta auf jene aus dem Wasser aufgestiegenen Landstriche. Das beweisen die Altertumsfunde aus jener Zeit. Erst nachdem das Land so viel aufgestiegen war, dass auch die Ebene trocken dalag, konnte die Besiedelung der auf Tonboden ruhenden Täler einsetzen. Noch eben folgt die Besiedelung dem zurückweichenden

Meer und der Mensch sucht sogar durch das Anlegen von Abflussgräben aus den ehemaligen Meeresbuchten die Verlandung zu beschleunigen. Ein solcher Abflussgraben ist z. B. Sassilanjuopa in Luvia.

DIE SEEN IM SANDSTEINGEBIET.

Das Sandsteingebiet ist seiner Flächenbildung nach ein niederes Flachland, welches von der Küste des Bottnischen Meerbusens sanft nach Südosten hin ansteigt. Die hier befindlichen Diabasgänge ragen als Felsen- und Hügelketten aus ihrer Umgebung hervor. Ausser ihnen stören Ose und Moränenhügel die Gleichmässigkeit der Ebene. Den ebenen Sandsteinboden bedecken dicke Ton- u. a. Erdschichten. Noch in verhältnismässig später Zeit war das Gebiet vom Meere bedeckt und allmählich aus dem Meere aufsteigend verwandelte es sich nach und nach in trockenes Land. Damals, als das Gebiet noch eine seichte Meeresbucht war, bildeten jene Unebenheiten Inseln und Halbinseln. Beim immer weiteren Aufsteigen des Landes und Zurückweichen des Wassers bildeten sich hinter den Diabasfelsenzügen und Hügelketten seichte Stauseen, deren Tiefe von der niedrigsten Stelle jener Gesteinsschwelle bestimmt wurde. Anfangs hatten sie den Charakter von Meeresbuchten, wurden aber später zu über dem Meeresspiegel liegenden Seen. Im Sandsteingebiete gibt es drei solche grössere Stauseen, nämlich Pyhäjärvi, Köyliönjärvi und den ehemaligen Leistilänjärvi. Diese Seen liegen ganz und gar im Sandsteingebiete und nordwestlich von jedem derselben befindet sich als Damm ein Diabasgangzug. Hätte es keine derartige verdämmende Schwellen gegeben, so befände sich an der Stelle der Seen die gleiche Ebene wie rings umher.

Der nördlichste jener Seen ist der Leistilänjärvi in Nakkila. Er wurde im Jahre 1801 trockengelegt. Jetzt ist also sein Boden sichtbar und der Charakter des ehemaligen Sees deutlich zu erkennen. Nordwestlich vom See, wohin die Ebene sanft abfällt, windet sich in einem Bogen ein verhältnismässig hoher Diabasfelsenzug. Über diesen vermochten die Wasser des Sees nicht abzufließen. Der Diabasfelsen auf der SE-Seite ist niedriger und über ihn hinweg strömte das Wasser aus dem Leistilänjärvi in den Kokemäenjoki. Diese Schwelle war überdies schmal und hier hat man den Abflussgraben aus dem See durch den Diabas und den ihm zur Seite liegenden Sandsteinfelsen hindurch angelegt. (Gerade hier befindet sich einer der besten Kontakte zwischen Diabas und Sandstein). Dieser See ist nur wenige

Meter tief gewesen, eine Weite mit ebenem Boden, ohne Inseln und Halbinseln und etwa 12 km² gross. Heute ist der See eine von einem Entwässerungsgraben durchzogene Wiesenfläche mit Hunderten von Scheunen.

Am Ostrande des Sandsteingebiets nördlich vom Pyhäjärvi liegt der Köyliönjärvi. Er ist relativ seicht und wird von einem Moränenhügel in seiner Mitte in zwei Teile geteilt. Sonst sind die Seeufer gleichmässig, ohne Buchten und Halbinseln. Zwischen den Diabasfelsen und dem Grundgebirge ist eine Vertiefung zurückgeblieben, an deren Boden der jetzige Köyliönjärvi liegt. Bei Tuiskula, wo der Köyliönjoki die Diabasschwelle durchbricht, ist zufällig eine niedrige Stelle, eine schmale Vertiefung im Diabasfelsen gewesen. Ohne sie wäre der Köyliönjärvi heute ansehnlich grösser. Sein Flächenraum beträgt etwa 15 km².

Der grosse Pyhäjärvi bedeckt ganz und gar das südöstlichste Ende der Sandsteinebene. Bei Kauttua dämmt eine Diabasschwelle die Wasser der Pyhäjärvi, und eine andere dämmende Schwelle ist der schmale Os zwischen Kauttua und Säskylä. Der hinter ihnen liegende Pyhäjärvi ist eine über 25 km lange und durchschnittlich 7 km breite Wasserfläche ohne Inseln und Halbinseln; das gesamte Areal des Sees beträgt 165 km². Der Staudamm ist am niedrigsten bei Kauttua, wo das Wasser aus dem See als Stromschnellen über die Diabasfelsenkette nach dem Eurajoki auf der Ebene Euraniitty strömt. Die Topographie des Sees und seiner Umgebung (s. die Karte, Abb. 13), legt u. a. dar, dass der Boden des Pyhäjärvi flach und eben ist und sich bedeutend von dem umgebenden Grundgebirgsgebiet wie auch von dem Rapakiwgebiet unterscheidet, die beide eine unebene hügelige Gegend sind, während er sich aber an das gleichartige Sandsteingebiet eng anschliesst. Dieser flache Seeboden bildet den südöstlichsten Teil des flachen Sandsteingebiets. Der See ist im allgemeinen äusserst seicht. Seine grösste Tiefe beträgt 7 m, wenn man von einer schmalen kluftartigen Vertiefung um Ufer von Honkilahti absieht, wo das Wasser stellenweise bis 25 m tief ist. Längs dieser Kluft haben sicher Verwerfungen an der Grenze des Sandsteingebiets stattgefunden. Da der See am oberen Ende des flachen Sandsteingebiets liegt und der Höhenunterschied zwischen dem Seeboden und der Ebene des Eurajoki über 7 m ausmacht, wäre es verhältnismässig leicht, den ganzen See — bis auf die erwähnte Vertiefung — trockenzuliegen.¹ Der Seeboden besteht aus Ton wie

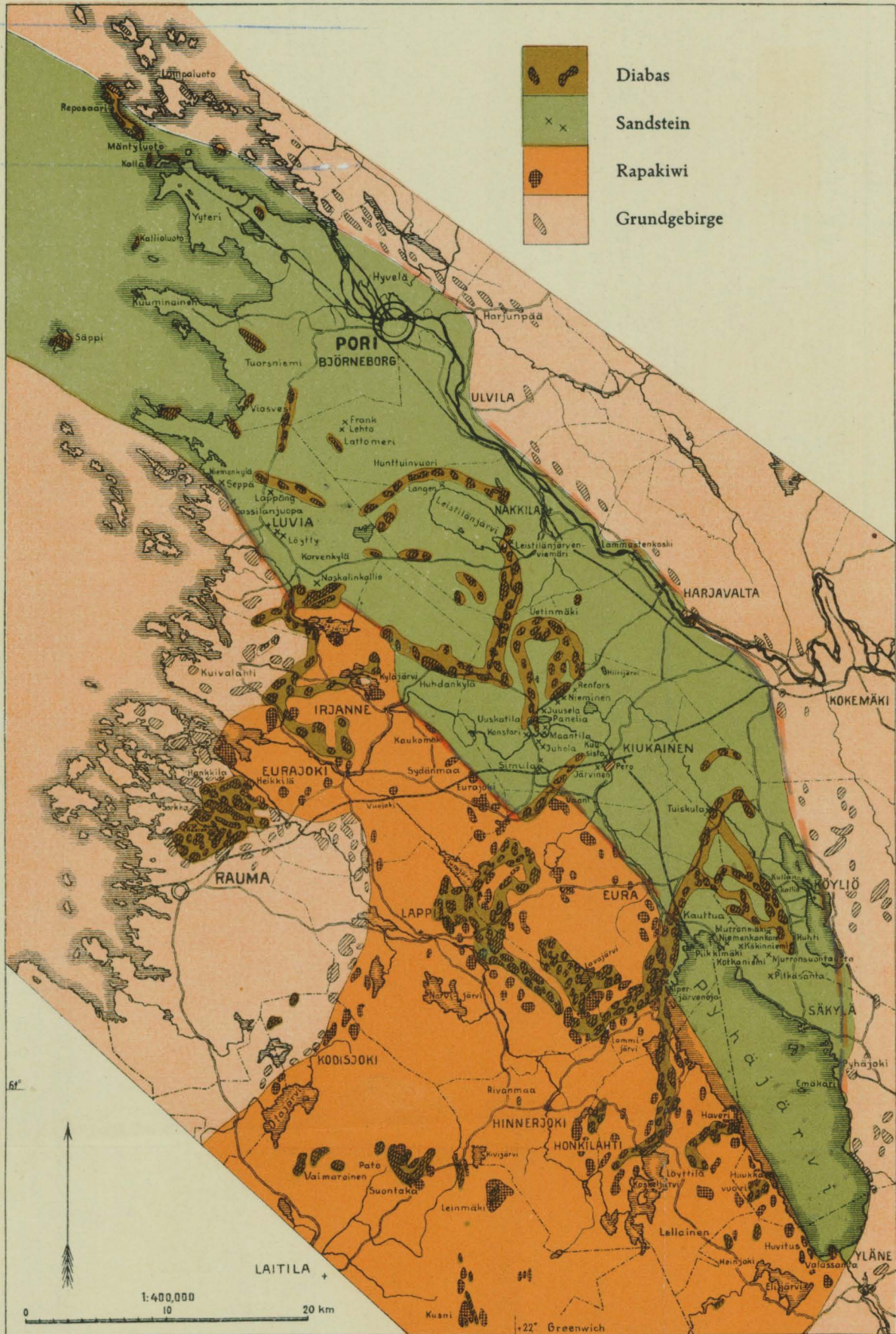
¹ Ich habe in einer Schrift »Onko Säskylän Pyhäjärven kuivaus mahdollinen?» in Teknillinen Aikakauslehti Nr. 1, 1925, diese Frage näher erörtert.

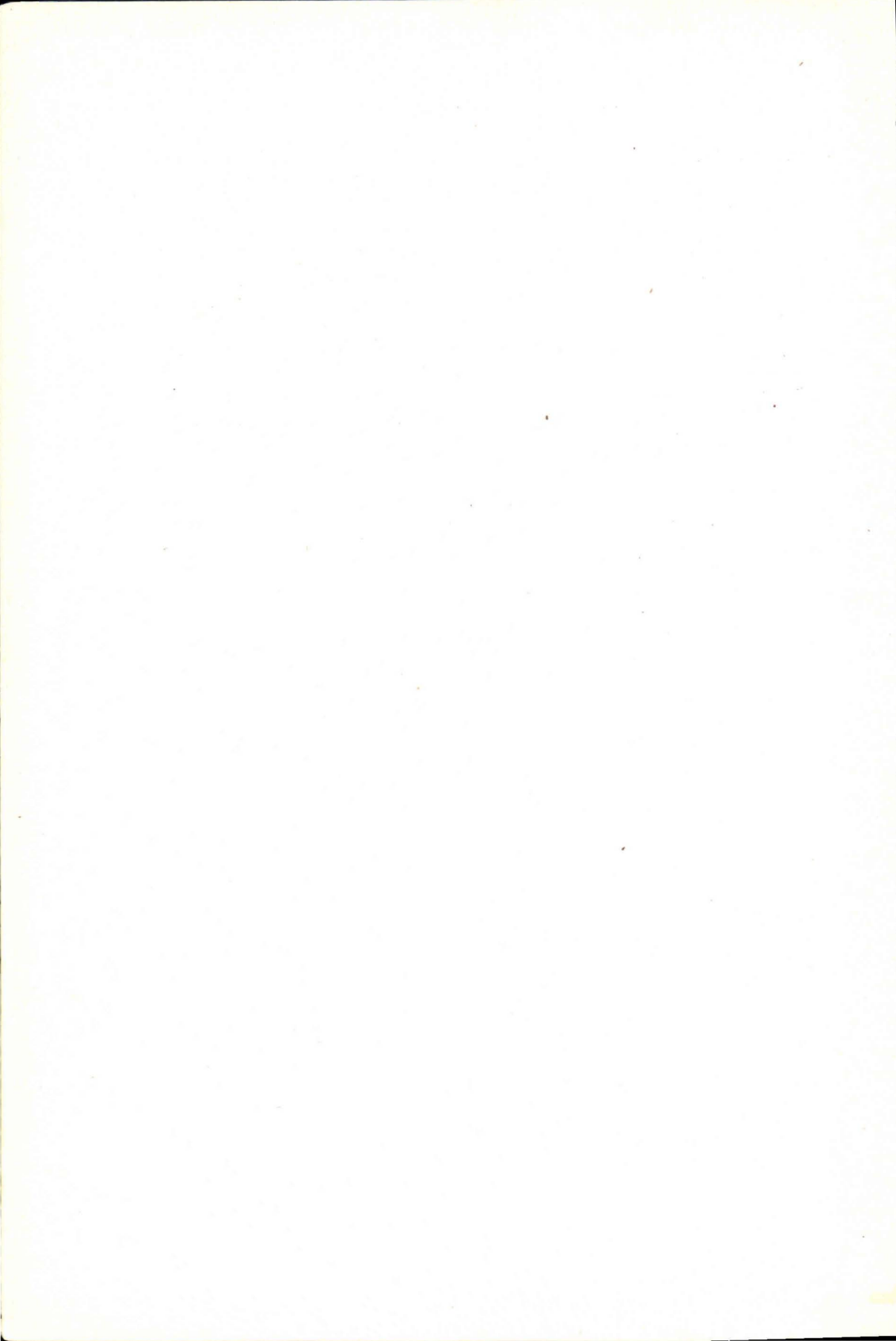
der übrige Teil der Sandsteinebene, wenn einige steinige Moränenflecken unberücksichtigt bleiben. Diese Stellen ragen hier und da aus dem Wasser empor. Durch Trockenlegung des Pyhäjärvi würde man eine grosse Kulturfläche gewinnen, deren Areal ich auf 12 000 ha geschätzt habe. Der übrige Teil würde steiniger Waldboden werden; überdies bliebe noch ein tiefer See von knapp 1 km Breite und 7 km Länge zurück. Diese Anbaufläche wäre etwa 10mal so gross wie die Wiese von Leistikälvi.

Leistikälvi, Kyyliönjärvi und Pyhäjärvi bilden einen besonderen Seentypus. Sie unterscheiden sich in betreff ihres Charakters und ihrer Entstehungsweise bedeutend von den gewöhnlichen Seen Finnlands, indem sie hinter Felsschwellen in der Ebene eingedämmte seichte Staubecken ausmachen.

Geologische Karte des jötnischen Gebiets von Satakunta

von
AARNE LAITAKARI





N:o 22.	Granitporphyr von Östersundom, von L. H. BORGSTRÖM. Mit 3 Figuren im Text und einer Tafel. Juni 1907	6:—
N:o 23.	Om granit och gneis, deras uppkomst, uppträdande och utbredning inom urberget i Fennoskandia, af J. J. SEDERHOLM. Med 8 taflor, en planteckning, en geologisk öfersiktskarta öfver Fennoskandia och 11 figurer i texten. English Summary of the Contents: On Granite and Gneiss, their Origin, Relations and Occurrence in the Pre-Cambrian Complex of Fenno-Scandia. With 8 plates, a coloured plan, a geological sketch-map of Fenno-Scandia and 11 figures. Juli 1907	16:—
N:o 24.	Les roches préquaternaires de la Fenno-Scandia, par J. J. SEDERHOLM. Avec 20 figures dans le texte et une carte. Juillet 1910	7:—
N:o 25.	Über eine Gangformation von fossilienführendem Sandstein auf der Halbinsel Långbergsöda-Öjen im Kirchspiel Saltvik, Åland-Inseln, von V. TANNER. Mit 2 Tafeln und 5 Fig. im Text. Mai 1911	5:—
N:o 26.	Bestimmung der Alkalien in Silikaten durch Aufschliessen mittelst Chlorkalzium, von EERO MÄKINEN. Mai 1911	4:—
N:o 27.	Esquisse hypsométrique de la Finlande, par J. J. SEDERHOLM. Avec une carte et 5 figures dans le texte. Juillet 1911	6:—
* N:o 28.	Les roches préquaternaires de la Finlande, par J. J. SEDERHOLM. Avec une carte. Juillet 1911	6:—
N:o 29.	Les dépôts quaternaires de la Finlande, par J. J. SEDERHOLM. Avec une carte et 5 figures dans le texte. Juillet 1911	6:—
N:o 30.	Sur la géologie quaternaire et la géomorphologie de la Fenno-Scandia, par J. J. SEDERHOLM. Avec 13 figures dans le texte et 6 cartes. Juillet 1911	10:—
N:o 31.	Undersökning af porfyrblock från sydvästra Finlands glaciala aflagringar, af H. HAUSEN. Mit deutschem Referat. Mars 1912	6:—
N:o 32.	Studier öfver de sydfinska ledblockens spridning i Ryssland, jämte en öfersikt af is-recessionens förlopp i Ostbaltikum. Preliminärt meddelande med tvenne kartor, af H. HAUSEN. Mit deutschem Referat. Mars 1912	5:—
N:o 33.	Kvartära nivåförändringar i östra Finland, af W. W. WILKMAN. Med 9 figurer i texten. Deutsches Referat. April 1912	6:—
N:o 34.	Der Meteorit von St. Michel, von L. H. BORGSTRÖM. Mit 3 Tafeln und 1 Fig. im Text. August 1912	9:—
N:o 35.	Die Granitpegmatite von Tammela in Finnland, von EERO MÄKINEN. Mit 23 Figuren und 13 Tabellen im Text. Januar 1913	10:—
N:o 36.	On Phenomena of Solution in Finnish Limestones and on Sandstone filling Cavities, by PENTTI ESKOLA. With 15 figures in the text. February 1913	7:—
N:o 37.	Weitere Mitteilungen über Bruchspalten mit besonderer Beziehung zur Geomorphologie von Fennoskandia, von J. J. SEDERHOLM. Mit einer Tafel und 27 Figuren im Text. Juni 1913	9:—
N:o 38.	Studier öfver Kvartärsystemet i Fennoskandias nordliga delar. III. Om landisens rörelser och afsmältning i finska Lappland och angränsande trakter, af V. TANNER. Med 139 figurer i texten och 16 taflor. Résumé en français: Etudes sur le système quaternaire dans les parties septentrionales de la Fennoscandia. III. Sur la progression et le cours de la récession du glacier continental dans la Laponie finlandaise et les régions environnantes. Oktober 1915	50:—
N:o 39.	Der gemischte Gang von Tuutijärvi im nördlichen Finland, von VICTOR HACKMAN. Mit 4 Tabellen und 9 Figuren im Text. Mai 1914	6:—
N:o 40.	On the Petrology of the Orijärvi region in Southwestern Finland, by PENTTI ESKOLA. With 55 figures in the text, 27 figures on 7 plates and 2 coloured maps. October 1914	26:—
N:o 41.	Die Skapolithlagerstätte von Laurinkari, von L. H. BORGSTRÖM. Mit 7 Figuren im Text. August 1914	5:—
N:o 42.	Über Camptonitgänge im mittleren Finnland, von VICTOR HACKMAN. Mit 3 Figuren im Text. Aug. 1914	5:—
N:o 43.	Kaleviska bottenbildningar vid Mölönjärvi, af W. W. WILKMAN. Med 11 figurer i texten. Résumé en français. Januari 1915	6:—
N:o 44.	Om sambandet mellan kemisk och mineralogisk sammansättning hos Orijärvi-traktens metamorfa bergarter, af PENTTI ESKOLA. Med 4 figurer i texten. With an English Summary of the Contents. Maj 1915	12:—
N:o 45.	Die geographische Entwicklung des Ladogasees in postglazialer Zeit und ihre Beziehung zur steinzeitlichen Besiedelung, von JULIUS AILIO. Mit 2 Karten und 51 Abbildungen. Dezember 1915	15 —

N:o 46.	Le gisement de calcaire cristallin de Kirmonniemi à Korpo en Finlande, par AARNE LAITAKARI. Avec 14 figures dans le texte. Janvier 1916.....	6:—
N:o 47.	Översikt av de prekambriska bildningarna i mellersta Österbotten, av ERRO MÄKINEN. Med en översiktskarta och 25 fig. i texten. English Summary of the Contents. Juli 1916	14:—
N:o 48.	On Synantetic Minerals and Related Phenomena (Reaction Rims, Corona Minerals, Kelyphite, Myrmekite, &c.), by J. J. SEDERHOLM. With 14 figures in the text and 48 figures on 8 plates. July 1916.....	17:—
N:o 49.	Om en prekalevisk kvartsitformation i norra delen af Kuopio socken, af W. W. WILKMAN. Med 7 figurer i texten. Résumé en français. Oktober 1916	5:—
N:o 50.	Geochronologische Studien über die spätglaziale Zeit in Südfinnland, von MATTI SAURAMO. Mit 4 Tafeln und 5 Abbildungen im Text. Januar 1918	10:—
N:o 51.	Einige Albitepidotgesteine von Südfinnland, von AARNE LAITAKARI. Mit 5 Abbildungen im Text. Januar 1918	4:—
N:o 52.	Über Theralit und Ijolit von Umptek auf der Halbinsel Kola, von TH. BRENNER. Mit 4 Figuren im Text. März 1920	5:—
N:o 53.	Einige kritische Bemerkungen zu Iddings' Classification der Eruptivgesteine, von VICTOR HACKMAN. Mit 3 Tabellen. September 1920	5:—
N:o 54.	Über die Petrographie und Mineralogie der Kalksteinlagerstätten von Parainen (Pargas) in Finland, von AARNE LAITAKARI. Mit 3 Tafeln und 40 Abbildungen im Text. Januar 1921	11:—
N:o 55.	On Volcanic Necks in Lake Jänisjärvi in Eastern Finland, by PENTTI ESKOLA. With 1 figure. Januar 1921.....	4:—
N:o 56.	Beiträge zur Paläontologie des nordbaltischen Silurs im Ålandsgebiet, von ADOLF A. TH. METZGER. Mit 2 Abbildungen im Text. Oktober 1922	4:—
N:o 57.	Petrologische Untersuchungen der granito-dioritischen Gesteine Süd-Ostbothniens, von HEIKKI VÄYRYNEN. Mit 20 Figuren im Text und 1 Karte. Februar 1923	8:—
N:o 58.	On Migmatites and Associated Pre-Cambrian Rocks of Southwestern Finland, I The Pelling Region, by J. J. SEDERHOLM. With one map, 64 figures in the text and 31 figures on VIII plates. November 1923	17:—
N:o 59.	Über den Quarzit von Kallinkangas, seine Wellenfurchen und Trockenrisse. Nach hinterlassenen Aufzeichnungen von HUGO BERGHELL zusammengestellt und ergänzt von VICTOR HACKMAN. Mit 19 Figuren im Text. April 1923. ..	5:—
N:o 60.	Studies on the Quaternary Varve Sediments in Southern Finland, by MATTI SAURAMO. With 22 figures in the text, 12 figures, 1 map and 2 diagrams on 10 plates. September 1923	15:—
N:o 61.	Der Pyroxengranodiorit von Kakskerta bei Åbo und seine Modifikationen, von VICTOR HACKMAN. Mit 2 Figuren und 1 Karte im Text. April 1923	5:—
N:o 62.	Tohmajärvi-konglomeratet och dess förhållande till kaleviska skifferformationen, av W. W. WILKMAN. Med 15 figurer och en karta. Deutsches Referat. September 1923	6:—
N:o 63.	Über einen Quarzsyenitporphyr von Saariselkä im finnischen Lappland, von VICTOR HACKMAN. Mit 2 Figuren im Text. Mai 1923	4:—
N:o 64.	Die jatulischen Bildungen von Suojärvi in Ostfinnland, von ADOLF A. TH. METZGER. Mit 38 Abbildungen im Text, 1 Taf. u. 1 Karte. Januar 1924	10:—
N:o 65.	Über die Petrologie des Otravaargebietes im östlichen Finnland, von MARTTI SAXÉN. Mit zwei Karten, 13 Abbildungen im Text und 5 Figg. auf 1 Tafel. Dezember 1923.....	10:—
N:o 66.	On Relations between Crustal Movements and Variations of Sea-Level during the Late Quaternary Time especially in Fennoscandia, by WILHELM RAMSAY. With 10 figures in the text. February 1924	6:—
N:o 67.	Tracing of Glacial Boulders and its Application in Prospecting, by MATTI SAURAMO. With 12 figures in the text. March 1924	6:—
N:o 68.	Jordskredet i Jaarila av V. TANNER. Med 2 figurer och 10 Bilder. Résumé en français.....	6:—
N:o 69.	Die postglaziale Geschichte des Vanajavesisees, von VÄINÖ AUER. Mit 10 Textfiguren, 10 Tafeln und 11 Beilagen. Juli 1924	15:—
N:o 70.	The Average Composition of the Earth's Crust in Finland, by J. J. SEDERHOLM.	6:—
N:o 71.	Om diabasgångar i mellersta Finland, av W. W. WILKMAN. Med 8 figurer och en karta. Deutsches Referat. November 1924	6:—
N:o 72.	Das Gebiet der Alkaligesteine von Kuolajärvi in Nordfinnland, von VICTOR HACKMAN. Mit 6 Figuren im Text, 12 Tabellen und einer Tafel. Februar 1925	10:—
N:o 73.	Über das jotnische Gebiet von Satakunta von AARNE LAITAKARI. Mit einer Karte und 14 Abbildungen im Text. 1925.	10:—