

Ueber

zwei Geschiebehügel

der Westküste Estland's

und deren Entstehungsweise

von

E. Grewingk.

(Separatabdruck aus den Sitzungsberichten der Dorpater Naturforscher-Gesellschaft vom 20. Novbr. 1880.)

Dorpat.

Druck von H. Laakmann's Buch- & Steindruckerei.

1880.

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
19452

Von der Censur gestattet. — Dorpat, den 9. Januar 1881.

Est. A

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu

19459

Die literarische Gesellschaft zu Reval hatte mich aufgefordert einen Hügel zu untersuchen, der bei Sastama, an der Südseite der Mağal-Bief, in der Nähe des Meeres belegen ist und nach den Ansichten und Publicationen von Fr. Kruse, J. v. Smiffen, C. Ruffwurm, Fr. Hasselblatt u. a. m., das Grab des Wifinger Seehelden und Königs Yngwar enthalten sollte. In Gesellschaft des Hrn. P. Jordan, Secretairs des estländischen statistischen Comité, ging ich im vorigen Sommer an die Lösung dieser archäologischen Aufgabe, über deren negative Ergebnisse Herr Jordan bereits Bericht erstattete. ¹⁾ Die nachfolgenden Mittheilungen gelten aber meinen gleichzeitig angestellten geognostischen Beobachtungen, bei welchen mich Herr C. v. R e n n e n k a m p f, Besitzer des Gutes Sastama, gefälligst unterstützte und dadurch zu lebhaftem Danke verpflichtete.

Zum Gebiete des Gutes Sastama gehört die ganze, an der Südseite des Einganges zur Mağal-Bucht belegene, NW.lich vorspringende, 4 Werst lange und $1\frac{3}{4}$ Werst breite Halbinsel. Entsprechend der geringen, nur an wenigen Punkten etwas über 10' messenden Tiefe des umgebenden Seewassers, ist die angrenzende Küste flach. Auch besteht das NW.liche Drittel sowie der SO.liche

1) Das Grab des Königs Yngwar. Revalsche Ztg. 1880 Nr. 191.

Hintergrund der Halbinsel aus Niederungen, von welchen der Boden schildförmig zu einigen Faden Höhe ansteigt und auf dieser, von $59^{\circ} 34\frac{1}{2}'$ Br. und $21^{\circ} 14\frac{1}{2}'$ L. v. Paris gekreuzten Erhebung die Hofsfelder und Gebäude des Gutes Sastama trägt.

Betritt man, vom Meere kommend, die erwähnten durch zahllose Steinblöcke gekennzeichneten und mit dünner Grasnarbe bekleideten Niederungen, so erhält man sofort den Eindruck, als seien sie vor nicht gar langer Zeit vom Meere bedeckt gewesen. Auch hört man allerseits von einer Zunahme des Festlandes und werden Küstenstriche gezeigt, die früher fast unausgesetzt unter Wasser standen, jetzt aber stets trockenliegende Weideplätze abgeben. Nach einer Mittheilung des verstorbenen Pastors zu Karusen, Fr. Hasselblatt²⁾ soll das Gut Sastama auch noch in historischer Zeit eine Insel gebildet haben.

Die einst größere Ausdehnung der Mahal-Wiet (Wit, vic, Meerbusen), wird aber dadurch ganz außer Zweifel gesetzt, daß sich, $22\frac{1}{2}$ Werst OSO.lich von ihrem östlichsten Winkel, beim Awaste-Gefinde des Gutes Fickel, im Hintergrunde der bis dahin ausgedehnten Niederung und an der Basis einer dort 25' hohen und steilen oberfilurischen Dolomitwand, ein Rücken erratischer Blöcke hinzieht, auf welchen dann noch einige niedrige, aus Sand und Gerölle bestehende Uferwälle folgen, die mit viel Schalen von *Cardium edule* und *Tellina baltica* versehen sind. Letztere sollen etwa 60' über dem Meere liegen³⁾, während die höchsten Punkte der Nachbarschaft, nach der Karte des Generalstabes $136\frac{1}{2}'$ Höhe erreichen. Selbst habe ich die Localität nicht kennen gelernt, und erinnere nur daran, daß die genannten Schaal-

2) Revalsche Zeitung a. a. D. 3) Schmidt, Fr. in den Protocollen der Petersburger Naturforscher-Ges. 1876. Oct. 9.

thiere nicht im Flachwasser, sondern in ein Paar Faden Meerestiefe leben.

Der bezeichneten Dolomitwand oder früheren Steilküste von Awaste entsprechend, sieht man im Süden der Sastama-Halbinsel, bei der Hoflage Friedrichsberg noch einen anderen alten, 3 bis 4 Faden hohen Glimt oder Bank, der den estnischen Namen Salle Werre Mäggi führt. Derselbe entstand dadurch, daß ein NW.—SO. streichender oberfilurischer Sattel, der Quere und einer Längsseite nach zerstört wurde. Er beginnt in 1½ Werst Entfernung vom Meere mit einer allmählig höher werdenden steilen Felswand, die sich, nach kurzem W.—O. Verlaufe, landeinwärts, d. i. SO.lich wendet und ein Paar Werst weiter fortsetzt. Der obere Theil dieses früheren Glimt besteht aus ziemlich festem gelblichen Dolomit, sein unterer aus grauen, dünngeschichteten, schiefrigen, schwefelkieshaltenden Mergel- und Thonlagen, welchen eisenhaltiges Wasser entquillt. Von Versteinerungen führen die erwähnten Schichten nur wenige, schlecht erhaltene Exemplare der *Rhynchonella Wilsoni*, *Spirigerina reticularis* und *Orthis Osiliensis*, die indessen genügen, um den ganzen Schichtencomplex als eine, zur unteren Deseler, oder oberfilurischen Etage J⁴) gehörige Bildung zu kennzeichnen. Die tiefer lagernden Mergel wurden bei der Zerstörung stärker afficirt, als die obern festern Dolomite und kamen daher letztere zum Ueberhängen und Herabstürzen. Die betreffenden Mergeltrümmer und einzelne größere Dolomitblöcke bilden am Fuße der Wand ein Hauswerk, dessen Quantum jedoch lange nicht hinreicht, um das ganze am

4) Grewingl, 2. Ausgabe der geogn. Karte der Ostseeprovinzen im Dorpater Archiv für Naturkunde. VIII. 1879, nebst Erläuterungen. S. 343.

Sattel fehlende Material zu ersetzen. Aehnliche, und noch jetzt hart am Meere liegende Steilabstürze finden sich an und zwischen den NW. - SO. streichenden Falten-sätteln der Inseln Schildau und Moon (Igo Pant). Die Pyrit- und Markasit-reichen untern Mergel der Friedrichsberger Felswand bilden auch den ganzen Untergrund der mit Quartärgebilden bekleideten Saastama-Halbinsel. An der Bodenerhebung, welche das Ackerland dieses Gutes trägt, bringt der Pflug nicht selten tafelförmige Bruchstücke jenes anstehenden Mergels zu Tage, und wirft das Meer viel ausgefüllten Pyrit und Leberlies an's Land. Hier und da zeigt sich zwischen den Mergeln auch eine 1—2" dicke, festere Dolomitlage.

Die, anscheinend nirgends sehr mächtige, Quartärdecke der Halbinsel besteht aus den Trümmern des bezeichneten oberfilurischen Untergrundes, verschiedenem anderen filurischen Detritus, Sand, Grand und zahllosen größeren, abgerundeten Blöcken krystallinischer Gesteine Finland's und Scandinavien's. Von dünner Grasnarbe bekleidet, oder mehr oder weniger frei zu Tage gehend, liegen diese großen Steinblöcke in der Niederung so zahlreich und dicht bei einander, daß man hier in der That von Steinfeldern reden könnte. Außerdem bilden sie auch noch einen wesentlichen Bestandtheil zweier kleiner Hügelrücken, die mit ihren steilen Abhängen und horizontalen Höhen, in auffälliger Weise die NW.liche Niederung der Halbinsel überragen. Der nördliche dieser beiden Hügel führt den estnischen Namen Porri-Mäggi und sollte König Yngwars Grab bergen; der südliche ist namenlos.

Beide, hier als Geschiebeshügel bezeichnete Hügelrücken liegen in der NW.—SO. streichenden Mittel- und Längslinie der Saastama-Halbinsel und nur 170

Faden auseinander. Es sind zwei ganz entsprechend gebaute, mit abschüssigen Seitengehängen versehene, nicht über 50 Faden lange Hügelrücken, die von SO. her allmählig an Höhe und Breite zunehmend, ein Maximum von noch nicht 3 Faden Höhe und 8 Faden Breite erreichen, und in demselben auf wenige Faden Erstreckung beharrend, mit steilen NW.-Abhängen aufhören. Ihre Grundrisse stellen angenähert dreieckige, nach SO. spitz auslaufende Figuren dar; ihre Aufrisse Linien, die nach NW. anfänglich ansteigen, dann horizontal verlaufen und zuletzt rasch herabsinken.

Der südliche, mit spärlichem Gebüsch bekleidete Geschiebehügel liegt 300 Faden NW.lich vom Wohngebäude Sastama's, streicht h. 10, ist 50 Faden lang und erhebt sich von SO. nach NW. zu $16\frac{1}{2}'$ Höhe und zu einem, im Maximum 8 Faden breiten, horizontalen Rücken, von welchem er in NW. unter 45° abfällt. Wo dieser Hügel in SO. beginnt, bemerkt man zuerst einige besonders große, aus der Niederung hervorragende Steinblöcke, dann mehrere andere, sich diesen anlehrende, gratartig zusammengestellte, größtentheils freiliegende, etwas kleinere Blöcke und hierauf, in Gesellschaft neuer Blöcke, auch Steinschutt, der mit dem Ansteigen des Hügelrückens derartig zunimmt, daß aus der Oberfläche des letzteren immer weniger Steinblöcke hervorragen. Dennoch gehen an den fortsetzenden Längsseiten des Hügel's noch immer recht viel große Steine zu Tage und berühren sich nicht selten. Bei einer größeren Abgrabung an der SW.-Seite des Hügel's wurden aber auch im Innern des Hügel's Steinblöcke bloßgelegt, die ganz und gar von Steinschutt umgeben waren. Auf dem horizontalen Rücken oder der kleinen Hochebene des Hügel's macht sich nur ein halbes Duzend nicht sehr tief im Boden steckender, 6' bis 32'

Umfang und 2' bis 5' Höhe messender großer Geschiebe bemerkbar. Am Fuße des steilen NW-Abhanges bilden dagegen zahlreiche, nahe bei einander liegende Blöcke ein Steinpflaster großartigen Maafstabes, dessen äußere Grenze einen Bogen macht, zu dem der NW.-Fuß des Abhanges die Sehne abgiebt. Alle diese Steinblöcke sind abgerundet und bestehen aus archaischem krystallinischen Gestein, zumeist aus Granit-Gneis. Der Steinschutt ist dagegen ein Local-Schotter, der bei den Esten einiger Gegenden die Benennung *Rick* oder *Plink* führt⁵⁾ und mir hier zum ersten Male als Bestandtheil eines isolirten Hügels entgegen trat. Er besteht vorherrschend aus kleinen, bis ein Paar Quadratzoll Oberfläche und $\frac{1}{3}$ Zoll Dicke messenden, mit ein wenig abgerundeten Kanten versehenen Bruchstücken, nebst etwas feinem Pulver und Mehl des obenerwähnten, unter der dünnen Quartärdecke der ganzen Halbinsel Sastama und des benachbarten Meeresbodens lagernden dünngeschichteten bis schiefrigen silurischen Mergels. Ausnahmsweise sind diesem Local-Schotter einige gegen ein Zoll dicke, festere und daher auch scharfkantigere oberfilurische Dolomitstücke beigemischt, und führt er hier und da auch Sand und ein wenig unterfilurisches und azoisches Gerölle. Beim geringen Gehalt an feinkörnigen bis mehllartigen und zu Lehm gewordenen Bestandtheilen, die das Bindemittel für die größeren Fragmente abgeben würden, bildet der *Rick* hier keine sehr fest zusammenhängende, sondern mehr lockere Masse, die aber nichtsdestoweniger die kleinsten Lücken zwischen den Steinblöcken vollkommen ausfüllt. Er weist keine

5) Baltische Wochenschrift. 1867. Nr. 21. Anm. S. 8. —
Sitzungsber. d. Dorpater Naturf.-Gesell. III. 329. — Erläuterungen
zur 2. Ausgabe d. geogn. Karte der Ostseeprovinzen im Dorpater Archiv
VIII. 423 und 440.

Schichtung auf und erscheint als eine mit dem Abiage der großen Steinblöcke Hand in Hand gehende Anschüttung, in welcher sich keine Spur von Schalthierresten der Ostsee nachweisen ließ.

Der nördliche, von den Esten Porri-Mäggi genannte Hügel hat 43 Faden Länge, beginnt in SO. ebenfalls mit einzelnen auffallend großen Steinblöcken, steigt dann, in h. $8\frac{5}{8}$, mit zahlreichen, hier deutlicher als am ersten Hügel hervortretenden mittelgroßen Geschieben und einem besonders großen, der Gipfelhöhe naheliegenden Exemplare bis zu 19 Fuß Höhe an, um nun unter kleiner Wendung nach links, oder unter h. $8\frac{3}{8}$, in einer zwei Faden breiten horizontalen Ebene, 5 Faden weit fortzusetzen und endlich vorne jäh abzufallen. Die auch hier durchweg abgerundeten Steinblöcke bestehen ausschließlich aus azoischen, krystallinischen Gesteinen Finland's und Schweden's und sucht man zwischen ihnen vergebens nach größern Kollstücken festen silurischen Dolomits oder Kalksteins. An diesem Hügel treten die großen Steinblöcke viel zahlreicher und deutlicher zu Tage als am südlichen, so daß hier wirklich Block an Block, oder Stein auf Stein lagert. Die Mehrzahl größter Blöcke bemerkt man allseitig im untern Theile des Hügel's. An der Vorder- oder NW-Seite desselben breitet sich, ganz wie am Süd- hügel, eine franzartige Zone sehr großer, bis 28' Umfang und $4\frac{1}{3}$ ' Höhe messender Blöcke aus, auf welche aber dann ein etwa ein Faden hoher Wall auch noch gewaltiger, jedoch etwas kleinerer, fast ganz freiliegender Blöcke folgt, dem sich nun erst der eigentliche, steil unter 45° ansteigende Abhang anschließt. Letzterer besteht aus mittelgroßen, 1' bis 3' Durchmesser besitzenden, ziemlich gleichmäßig übereinander gelagerten Geschieben und zeigte sich auf der Höhe des Hügel's, am Rande der obenbe-

zeichneten Hochebene, noch einige kleinere Blöcke, die zur irrigen Annahme einer künstlichen Steinsetzung Veranlassung gegeben hatten. Außerdem trägt diese Ebene noch mehrere, nicht ganz freiliegende Steinblöcke, von welchen die beiden größten bei 3' und 2' 6" Höhe einen Durchmesser von 4' 4" und 8' 4" besitzen. Unter der $\frac{3}{4}$ ' mächtigen schwarzen dichten Grasnarbe der Hochebene lagen zahlreiche 1 bis 1 $\frac{1}{2}$ ' dicke abgerundete Steine ziemlich nahe beieinander und zwischen ihnen ein Schotter, der dem des ersten Hügels vollkommen entsprach und ebenfalls keine Spur von Schalthierresten der Ostsee aufwies. Die anderorts für diesen Schotter gebräuchliche Bezeichnung Riech oder Blint ist hier unbekannt, doch scheint der Ausdruck „Porri“ (Dreck) auf die Kenntniß dessen hinzuweisen, daß der betreffende Mergelschotter, wenn er längere Zeit mit Wasser in Berührung steht, einen lehmigen Dreck oder dreckigen Lehm abgiebt, wofür die benachbarte Meeresküste den besten Beweis liefert. — Steinblöcke und Schotter des Hügels wurden mit nicht geringer Mühe bis auf 4 $\frac{1}{2}$ ' Tiefe entfernt, und da keine Veränderung des Materials eintrat, die weitere Ausgrabung aufgegeben. In seiner Längsaxe machte sich kein dichteres Zusammenliegen besonders großer Blöcke bemerkbar.

Bei der Art und Weise, wie hier die kleinsten Lücken zwischen den Steinblöcken dicht mit Bergschutt ausgefüllt waren, fiel es um so mehr auf, daß dieser Schutt zwischen den Außenwänden der, an den Seitenabhängen des Hügels, rei zu Tage gehenden Steinblöcke entweder ganz eblte, oder erst tiefer zur Innenseite des Hügels hin zwischen ihnen vertreten war. Aus diesem Umstande erklärte es sich auch, warum die stattlichsten Bäume des Hügels mit einem Theile ihrer mächtigen Wurzeln die bloßliegenden Steinblöcke

ihrer Basis fest umklammerten. Im Gegensatz zum fast fahlen, baumlosen, südlichen Hügel weist der Porri Mäggi eine ungewöhnlich üppige und wohlerhaltene Vegetation auf, und erklärt sich dieses daraus, daß dessen, viel zahlreicher als dort, neben- und übereinander lagernden, beinbrecherischen Steinblöcke, dem weidenden und den Schößlingen Verderben bringenden Vieh — zu dem hier die Ziege nicht gehört — keinen Zutritt gestatten. Im untern Drittel des Porri-Mäggi hatte eine Eiche in 2' Höhe 7' 11", eine Linde in 3' Höhe 5' 8¹/₂" und ein Kreuzdorn 1' 11" Umfang. Die Dimensionen oder das Alter der bezeichneten Bäume beweisen aber, daß der Fuß des Porri-Mäggi vor etwa 150 Jahren ganz ohne Zweifel trocken lag.

Zwischen dem vordern oder NW-Abhange des Porri-Mäggi und der in NW. nächstliegenden Küste, zeigt die 220 Faden oder ²/₃ Werst breite Niederung weder Blockreihen noch Geröllhaufen und Wälle. Auch bemerkt man nicht, daß dieser Landstreifen weniger Steinblöcke als die übrige Niederung aufweist, doch wäre hier ein Irrthum möglich, da die Steinblöcke meist unter einer dünnen Grasnarbe versteckt liegen und kleine Erhabenheiten oder Hügelchen darstellen, die leicht mit ähnlichen, auf Weideplätzen vorkommenden Pimpeln anderer Art zu verwechseln sind. In der bezeichneten Gegend bildet die Meeresküste eine Bucht, deren NO und SO gerichtete Seiten ziemlich gerade verlaufen. Das Ufer ist meist ganz flach und zeigen sich in seiner Nähe mehr freiliegende große Steinblöcke als landeinwärts. Wo die Küste etwas höher ansteigt und etwas mächtigere Quartärgebilde besitzt, da werden letztere von den Wogen der Ostsee benagt und entstehen 1 bis 1¹/₂ Faden hohe Abhänge, an welchen sich das ausgewaschene gröbere Material des alten Ufers mit den aus

dem Meere neu an's Land geführten Steinen zu festen Gerölllagen vereinigt.

Nicht weit vom innersten Winkel der erwähnten Meeresbucht erweckt ein in h. $8\frac{1}{8}$ vom Porri-Mäggi ruhender Steinblock besonderes Interesse. Er hat $22\frac{1}{2}$ ' Umfang und $4\frac{1}{2}$ ' Höhe, liegt etwa 2' über dem Seespiegel und ist mit Hinterlassung einer deutlichen Wegspur, im Frühjahr 1873 aus dem Meere an's Land gekommen. Soweit diese Wegspur sich im Laufe von 8 Jahren erhalten hat, bestand sie jetzt in einem 5' breiten, meist ganz flachen, nirgends über 2' tiefen, 165' oder $23\frac{1}{2}$ Faden langen Graben, der mit Ausnahme eines kleinen, in der Mitte seiner Länge befindlichen, nach rechts oder Süd gerichteten Hafens, unter gradliniger Begrenzung von WSW. — ONO. (h. $4\frac{1}{2}$) verlief und dessen Anfang sich auch noch eine Strecke weit unter Wasser verfolgen ließ. Der Grund und Boden dieses, nach seiner Entstehung mit feinem Thonschlich zum Theil erfüllten und keine Spur eines aufgetriebenen Randes zeigenden Grabens, ist ein grauer Lehm, welchen der Block mit seiner ganzen Breite und anfänglich mindestens mit der Hälfte seiner Höhe durchfurchte, gegen das Ende seines Weges dagegen weniger tief durchschnitt, um schließlich, ziemlich oberflächlich, mit und hinter einer, durch seine Bewegung hervorgerufenen, landwärts liegenden, etwa einen halben Fuß hohen Auftreibung des Bodens zur Ruhe zu kommen.

Daß größere Steinblöcke vom Meeresgrunde gehoben und an's Land gebracht werden, ist bei den Eisschiebungen unserer Küsten und insbesondere ihrer Buchten, keine seltene Erscheinung. Dagegen geschieht es nur ausnahmsweise, daß dabei der Boden auf längere Erstreckung gestreift oder ausgefurcht wird und waren dergleichen Fälle bisher im Ostbalticum nur von Ueberschwemmungsfeldern

und Teichen bekannt. So wurde an der Grenze der kurländischen Oberhauptmannschaft Goldingen und des Gouv. Rowno um d. J. 1850 herum, auf einem im Frühjahr und Herbst gewöhnlich 1 bis $1\frac{1}{2}$ Fuß unter Wasser gelegten Felde, beim Dorfe Villaiten, ein 3' Höhe und 16' Umfang messender Granit-Block, aus seinem 1' tiefen Bette, mit einer ebenso tiefen, nicht geraden, sondern etwas gezackten 47' langen Furche, von S. nach N. geschoben und dabei 6 bis 9 Zoll gehoben.⁶⁾ Von einigen, in der Nähe der Samländer Küste befindlichen Teichen, liegen ferner mehre Angaben über Blockbewegungen bei Eisbedeckung, Hochwasserstand und Seestürmen vor, unter welchen hier folgende Fälle hervorzuheben wären.⁷⁾ In einem Teiche des zum Germauer Kirchspiel gehörigen Dorfes Ratteinen hatte im Mai 1665 ein mächtiger, von 10 Pferden kaum zu bewegender Block seinen Standpunct verändert. „Man bemerkte, daß er sich nordwärts bewegte und einen Ellenbogen in Nord gemacht hatte; die Merkmale aber, wie er sich geschleifet, betrugten auf $72\frac{1}{2}$ Werkschube, in gerader Linie aber hielten sie nur 65 Schuhe. Indem er viele Schuhe fortgewandert, ist er wirklich sogar bergauf (höchstens 3—4 Fuß) als von der Seekante zu rechnen, gegen das Dorf Germau gegangen, woselbst er ganz bloß und wohl mit der Spitze voraus und mit seinem Ende, worauf er ehemals gelegen, gegen seine vorige Lagerstätte gekehrt liegen geblieben, so daß sich vor der Spitze ein kleines Hügelchen gleichsam auf-

6) Rawall im Correspondenzblatt des Naturforsch.-Vereins zu Wiga. Jhg. 1853/54. S. 89. Vgl. auch in Walchner's Geognosie. 2. Aufl. Carlruhe, 1846—51, S. 627: über die Bewegung eines Steinblockes auf der Wiese von Rabillen, im nördlichen Theile der Oberhauptm. Goldingen. 7) Neue Mannigfaltigkeiten, herausgegeben von J. H. Hagen. 2. Jhg. 1. Vierteljahr. Berlin, 1774. S. 562.

geschoben.“ — Offenbar wurde der zum Theile im Gise steckende Block von Sastama anfangs nur geschoben, dann aber gleichzeitig gehoben, weil er sonst nicht, gegen das Ende seiner Bahn, fast ganz aus dem Boden herausgekommen, sondern immer tiefer in denselben hineingedrückt worden wäre. Auf die Combination von Schiebung und Hebung und vielleicht auf den Beginn derselben, weist auch die Leichtigkeit mit welcher der Block eine kurze, beinahe halbkreisförmige oder hakenartige Bewegung ausführte. Letztere wurde nicht durch unterirdische Ursachen bedingt, weil der Boden dort kein besonderes Hinderniß, wie einen großen Stein oder viel kleine aufwies, und konnte auch nicht die Folge einer Umwälzung des Wanderblockes sein, weil dann der Graben und dessen Ränder an jener Stelle doch wol einige Veränderungen ihrer frühern und spätern Dimensionen aufweisen würden.

Von der Bewegung dieses Steinblockes werden wir unwillkürlich zur Frage über die Entstehung der beiden, aus ähnlichen Blöcken und aus Steinschutt zusammengesetzten Sastama-Hügel geführt und wird zu erörtern sein, ob und wie sie sich in der postglacialen oder glacialen Zeit gebildet haben.

Der Bau der Hügel lehrt uns, daß sie in ganz entsprechender Weise von SO. nach NW. vorrückend gebildet wurden und daß daher der SOliche Hügel der ältere ist. Für beide gab die Ablagerung eines Riesensteins oder einiger, besonders großer Blöcke den Anfangspunct der Entstehung ab, indem solche Blöcke sowohl den herankommenden neuen großen Geschieben, als den Trümmergebilden des nächsten, oder nicht gar weit in NW. lagernden silurischen Untergrundes als erste Stütz-, Anzah- und Sammelpuncte dienten. Auf diese Weise bildete sich ein, anfänglich fast nur aus größeren Steinblöcken bestehender, dann aber

durch Zutritt des localen Schotterz, sowohl an der Basis als an der schief ansteigenden Höhe immer breiter werdender Hügelrücken, der nach Erreichung einer gewissen Höhe und Breite, mehr oder weniger lange in einem, was Quantität, Beschaffenheit und Ablagerungsrichtung des Materials betrifft, auffallend gleichmäßigen Bildungsgänge verharrte. Während aber die Horizontalität des vordern Rückentheiles der Hügel diesem Verharren entspricht, erscheint das durch den jähen Abfall des vordern Abhanges bezeichnete, mehr oder weniger rasche Aufhören der Hügelbildung, als eine Folge des, aus irgend einem Grunde, mehr oder weniger schnellen Nachlassens der Zufuhr neuen Baumaterials. Beim ältern südlichen Hügel, dessen NW-Ende ohne Unterbrechung fast bis auf seine Basis, d. i. die Niederung, steil abfällt, erfolgte dieses Nachlassen ziemlich rasch, indem sich 170 Faden NWlich von ihm, oder vor ihm, ein neuer Anhaltspunct für die Ansammlung von Steinblöcken und Steinschutt einstellte und zur Bildung des Porri-Mäggi führte. Ohne jenen Umstand hätten beide Hügel wahrscheinlich einen einzigen gebildet, der in seiner Richtung allmählig aus h. 10 in h. $8\frac{5}{8}$ und $8\frac{3}{8}$ übergegangen, und mit ebenen etwas ansteigenden Rücken versehen gewesen wäre. Der Steinwall am NW-Ende des Porri-Mäggi scheint aber einerseits auf ein nicht ganz plötzliches Nachlassen der Steinzufuhr, andererseits auf eine Veränderung des Modus der Zufuhr hinzuweisen.

Da der Riß nicht geschichtet ist, so wurde er auch nicht unter Wasser abgelagert. Dasselbe gilt für die mit ihm gleichzeitig abgesetzten Steinblöcke, welche aus diesem Grunde auch nicht auf schwimmendem Eise herangelommen sein können.

Bemerkenswerth ist der Umstand, daß zwischen den großen, stets abgerundeten Steinblöcken und dem, aus

kleinen, aber doch noch verhältnißmäßig wohlerhaltenen Fragmenten bestehenden, nicht aus großer Entfernung kommenden Riß, ein durch Größe vermittelndes Material an Gerölle fast ganz vermißt wird. Unwillkürlich erweckt dieser Umstand den Gedanken, als seien die silurischen Mergel zum Theil durch die Blöcke aufgewühlt und gleichzeitig mit denselben soweit fortbewegt worden, bis beide Materialien hinreichenden Widerstand fanden und zur Ruhe kamen.

Die Bestandtheile des Riß und die geognostischen Verhältnisse der in Rede stehenden Gegend lehrten ferner, daß die Bildung der Hügel zu einer Zeit erfolgte, da die, ursprünglich an Stelle derselben lagernden, obern, gelblichen Dolomite schon durch Erosion entfernt worden waren.

Daß der Riß zwischen den äußern Lücken der an den Seitenwänden des Porrimäggi zu Tage gehenden Steinblöcke fehlt, weist darauf hin, daß die Hügel, nach ihrer Bildung, vom Wasser berührt und oberflächlich ausgewaschen wurden. Dem Vorkommen von Resten des *Cardium edule* zc. bei Awaste, entnehmen wir aber, daß diese Auswaschung durch das Wasser der heutigen Ostsee erfolgte.

Da beide Hügel nicht durch eine von unten nach oben zunehmende, mehr oder weniger gleichmäßige Ablagerung, sondern durch eine fast ganz gradlinig, von SO. nach NW. vorrückende Anhäufung entstanden, so bedarf es zur Erklärung ihrer Bildung nicht der Annahme einer Bodensenkung.

Gehen wir nach diesen Erörterungen nun zur Beleuchtung und Beantwortung der Frage, auf welche Weise und durch welche Mittel die Bewegung der Steinblöcke und des Riß in's Werk gesetzt wurde.

Berücksichtigen wir zunächst die gegenwärtig im Ostbalticum statthabenden Vorgänge, so ist die Hebung und Bewegung größerer, mehr oder weniger tief im Boden und ganz oder theilweise unter Wasser befindlicher Steinblöcke mit schwimmendem Ober- und Untereis, (Grundeis), insbesondere bei Eisschiebungen ein allbekanntes Phänomen. In Betreff der Größe und Lagerungshöhe der Geschiebe wird auf jenem Wege mehr geleistet, als zur Bildung des Porri-Mäggi erforderlich war, und mögen nachfolgende, der Ostseeküste und den Ufern unserer Landseen entnommene Beispiele dies beweisen. Beim Pastorate St. Johannis, auf Desel, wurden im Frühjahr 1803 zwei Blöcke von 5—6' und 7—8' Höhe, 15 Faden landeinwärts getrieben⁸⁾ und sollen sie noch jetzt daselbst zu beiden Seiten der Landstraße liegen. Westlich von der Bernauer Bucht und vom Gute Testama erstieg ein Stein von 7 $\frac{1}{2}$ ' Durchmesser im J. 1810 die niedrige Küste.⁹⁾ An die Insel Lawensaar im finnländischen Meerbusen wurde zu Anfang dieses Jahrhunderts ein 15' langer, 11 $\frac{1}{2}$ ' breiter und 10' hoher Block 2 $\frac{1}{2}$ ' hoch hinaufgetrieben.¹⁰⁾ Bei Neubad, am Rigaer Meerbusen, nördlich von Riga, bemerkte man, daß im Frühjahr 1850 ein 5' langer, 4' hoher und fast ebenso breiter Granitblock nebst 14 andern Blöcken von 2—4' Durchmesser, bis auf 20—30' Entfernung vom Ufer und zu 7' bis 8' Höhe über den Meeresspiegel bewegt worden waren.¹¹⁾ In der Umgebung von Ubla am Bernauer Busen wurde im Jahre 1863 (I. 15—16.,) ein 1' hoher und 2' breiter Stein, 30' gehoben

8) Wangenheim v. Quaken. Ueber Fortbewegung! der errat. Blöcke. Bull. de Moscou 1852. p. 227—251. 9) Baer R. G. v., Zusatz zu einer Notiz von A. Graf Kerserling über das erratiche Phänomen im Bull. de l'Ac. des sc. de St. Pétersbourg. T. V. 1863. IV. 24. 10) Baer a. a. D. 11) Wangenheim a. a. D.

und andere Geschiebe 146 Faden weit in's Land getragen.¹²⁾ Bei Reval brachte in der Nacht vom 2—3. Februar 1869, eine Eisschiebung Blöcke von 4½' Durchmesser zu 9', und andere von 6—7' Durchmesser zu 6' Höhe,¹³⁾ auch wurde bei demselben Sturm ein 14' hoher und dicker Block 14 Faden weit an's Ufer der Insel Groß Lütters getrieben.¹⁴⁾ In Betreff unserer Landseen erinnere ich für den Peipus an einen 1½ Faden hohen Steinblock, der in einem der Jahre 1815—1818, beim Gefinde Tiriko des Kirchspiels Torma bei Ostwind in 4 Faden Entfernung vom Wasser zur Ruhe kam¹⁵⁾; auch zeigte man mir im J. 1862 an demselben Ufer des Peipus, bei Minnal, (südlich von Krassnaja Gora) einen großen Stein, der bei einer Eisschiebung auf's 20' hohe Ufer und den daselbst befindlichen Kirchhof gehoben worden war. Die Eisschiebungen am Burtneckschen, Berroschen See und Wörzjärw (1868 IV. 24)¹⁶⁾ erzielten, soviel bekannt, keine so bedeutende Resultate, doch wäre für letztern See ein markirter Grenzblock hervorzuhoben, der von der Insel Wennasaar 4½ Werst weit westlich an's gegenüberliegende Ufer des Sees getragen wurde.¹⁷⁾ Die höchsten, 70' messenden Eiszwälle (Torosse) beobachtete man bisher im J. 1871. (III. 17) an der Dünamündung, wo die beim Eisgange der Düna und bei einem aus West kommenden Seesturm bewegten Eisschollen und Tafeln gegeneinander getrieben wurden.¹⁸⁾

12) Kehlerling, Graf A. Notiz zur Erklärung des errat. Phänomens. f. o. Nr. 9. 13) Revalsche Zeitung 1869. Nr. 63 u. Beiträge zur Statistik Estland's II. 1871. 14) Krapotkin, P., Untersuchungen der Eisperiode. Russisch in Zapiski der geogr. Ges. zu St. Petersburg. VII. 1876. S. 380. Fig. 75. 15) Bertram. Geologisches aus der Ostsee Livland's. Dorpat bei Gläser 1868. 16) Grewingk. Ueber Eisschiebungen am Wörzjärw. Dorpater Archiv f. Naturkunde, V. 1869. S. 1—24. 17) Grewingk a. a. O. 18) Rigasche Zeitung 1871. III 22 und Neue Dörptsche Zeitung 1871 Nr. 70.

Das Maß dieser Blockbewegungen in der Horizontalen hat hier, wo es sich um eine Hügelbildung handelt weniger Bedeutung. Zu bemerken wäre indessen, daß an unsern Küsten fast überall der allmähliche Rückzug des Wassers, oder die Zunahme des Festlandes zu verfolgen ist und daß daher die Grenze der Bewegungszone der Blöcke seewärts vorrücken mußte und deren Anfang, in einem flachen Terrain, schließlich weit von der Küste zu liegen kommen konnte.

Auf unüberwindliche Schwierigkeiten stößt man aber, wenn man den Bau und die Form der Sastamahügel aus dem Zusammentreten von Steinblöcken erklären will, die mit Jahreseis und bei Eisschiebungen bewegt wurden. Solche Steinblöcke breiten sich an einer flachen Küste, innerhalb einer bestimmten Zone und bis zu deren Grenze unregelmäßig aus, und treten an Steilküsten zu Reihen und Wällen, die der Küste parallel laufen, zusammen, oder setzen sich an Riffe an, die in's Meer reichen. Die Steinfelder am Fuße der Samastahügel und der Steinwall vor dem Porri-Mäggi könnten bei Eisschiebungen entstanden sein, nicht aber die Hügel selbst, mit ihrer im Haupttheile continuirlichen Breite, Höhe und Richtung. Große Eisschiebungen erfolgen nur bei einer gewissen Dicke der Eisdecke, bei Hochwasser und Stürmen. Sie ereignen sich in unserer Breite nicht gerade häufig, sind aber freilich nicht so selten wie am Rhein, wo sie z. B. am rechten Ufer desselben, gegenüber Worms, während eines Jahrhunderts nur zweimal (1774 und 1880) zu einiger Bedeutung gelangten. Um ihre gegenwärtig fast in jeder Beziehung äußerst unregelmäßige Erscheinung in eine regelmäßige zu verwandeln, müßte man sehr merkwürdige und schwer zu begründende, frühere, in Richtung und Stärke continuirliche Winde oder Wasser-

strömungen annehmen und könnte denselben noch die Hypothese eines längern Winters oder einer länger anhaltenden Eisdecke hinzufügen. Wären aber die Sastama-Hügel auch wirklich dadurch entstanden, daß Steinblöcke, die auf den gegenwärtigen Meeresboden ruhten, anhaltend und fortdauernd zu deren Aufbau verwendet wurden, so hätte sich schließlich doch eine Abnahme dieser Blöcke insbesondere vor und in der Umgebung des Porri-Mäggi bemerktbar machen müssen, was, wie oben gezeigt wurde, nicht der Fall zu sein scheint.

Wenden wir uns nun von den Steinblöcken zum Riß oder Local-Schotter der Sastama-Hügel, so werden wir, behufs Erklärung seiner Bildung, zunächst an die Furche denken müssen, die der obenbeschriebene, nicht gar weit entfernte Steinblock in den Boden der Küste grub. Nehmen wir aber auch an, daß dergleichen Ausfurchungen bei frühern Eisschiebungen häufiger oder in größerm Maßstabe stattfanden, und daß die Blöcke nicht, wie jetzt, zum größten Theil mit und auf dem Eise derartig geschoben und gehoben wurden, daß sie schließlich von demselben auf den Erdboden herabsanken oder herabroslen, — so fragt es sich doch noch, wie die durch die Blockbewegung entstandenen Trümmergebilde weiter und höher geschafft wurden.

Soweit unsere Kenntniß der Eisschiebungen reicht, schieben sich bei denselben die Eis tafeln nicht unter, sondern übereinander und ist die Veränderung des unter einem Eiswall lagernden Erdbodens, wenn letzterer sich wenig erhebt, auffallend gering. Es ist mir keine Eisschiebung bekannt, bei welcher man die Entstehung einer größern Anhäufung oder eines Walles aus Erde, Sand, Grand &c. beobachtet hätte. Wenn Grus und Schutt in höhern Horizonten eines Eiswalles bemerkt wurden, so waren

es geringe Quantitäten, die an den Steinblöcken, oder an der untern Fläche einiger Eisfelder haften. Eine Schuttmasse wie sie sich mit dem in ihr steckenden Steinblocke, am südlichen Sastama-Hügel zeigte, kann aber unmöglich bei einer Jahreseischiebung bewegt und gehoben worden sein. Ebenso wenig darf ferner bei einem ganz im Schotter steckenden Steinblocke an eine dünenartige Anschüttung oder ein Herauswerfen von Steinbrocken gedacht werden. Von letzterer Bewegung dürfte hier nur in sofern die Rede sein, als z. B. bei Packerort, in der Nähe von Baltichsport, am 60' hohen Glint und dem darauf stehenden Leuchthurm, seiner Grus bei Seestürmen bis zu den Fenstern desselben, d. i. zu etwa 125' Höhe hinaufgeschleudert wird. Denn es kann dieser Vorgang in einigen Fällen, das auf der Höhe des Glints bemerkte Vorkommen von Schalenrümern des *Cardium edule* und der *Tellina baltica* in anderer Weise als durch entsprechend hohen Wasserstand oder tieferes Liegen des Festlandes erklären.

Von einer gegenwärtig sich vollziehenden, den Hügeln Sastamas entsprechenden Bildung haben unsere Küsten noch keine Andeutung geliefert. An präexistirenden überseeischen Rissen, wie sie Hochlands Nord- und Südspitze und die Vorsprünge Lawensaars aufweisen, werden neu ankommende Steinblöcke unregelmäßig abgelagert und später in ihrer Lage verändert. Soweit diese Risse dem Meerwasser zugänglich sind, erfolgt an ihnen keine Bildung compacter Massen und viel weniger Ansammlung feinkörnigen Materials als Auswaschung. Unterseeische Blochhügel, wie sie bei St. Johannis auf Desel und bei Steinort ¹⁹⁾ an der Küste Kurlands, nördlich von

19) Brewingf. Erläuterungen zur 2. Ausgabe d. geogn. Karte d. Ostseeprovinzen. S. 431.

Libau, zu sehen sind, scheinen durch Abfuhr von Blöcken an Umfang zu verlieren.

Nach diesen Erörterungen bedarf es kaum weiterer Beweise dafür, daß Geschiebehügel in Art der Sastamaschen, nicht unter den geologischen Bedingungen der Gegenwart und der ganzen neuquartären oder postglacialen Periode entstanden sein können und daher Gebilde der altquartären oder Eiszeit sein müssen. Wer aber mit dem Wesen der Gletscher einigermaßen vertraut ist, wird jene Hügel nicht für Stirn-, Seiten- oder Mittelmorainen ansehen können, und erübrigt daher nur noch sie für Grundmorainen oder eine mit denselben in engstem Zusammenhange stehende Erscheinung zu halten. Soweit die subglacialen Grundmorainen alpiner Gletscher bisher untersucht wurden, erklären sie die Entstehung sowohl der ungeschichteten decken- und lagerartigen, als der mit ihnen wechselnden geschichteten altquartären Gebilde, nicht aber die Entstehung von Hügelrücken. Doch liegt es nahe, letztere im Gefolge jener großartigen Eisdecken- und Grundmorainen-Bewegung zu suchen, mit welcher die, bis in die Nähe des schwarzen Meeres reichende, Verbreitung scandinavischer Felsbrocken eng verbunden ist.

In dem uns hier beschäftigenden Areal wurde bei der nach SO. gerichteten Bewegung der Eisdecke, ein nicht gerade sehr großes, stellenweise höchstens einige Faden Mächtigkeit besitzendes Quantum silurischer Schichten zerstört und der Detritus der höher lagernden festeren Dolomite, nebst einem Theile der Trümmer des tiefer liegenden Mergels ganz fortgeschafft, ein anderer Theil der letzteren dagegen ihrer Bildungsstätte nicht sehr weit entrückt. Die flache Ausfurchung der Sastama- und Magal-Niederung weist mit ihrem zum Theil liegengebliebenen Trümmergebilden auf das Ende der Glacialzeit hin. Zu dieser

Zeit war es, wo die aus großen abgerundeten archaischen Steinblöcken Scandinaviens und lokalen silurischen Trümmern bestehende Grundmoraine am eigenen Material, d. i. an einigen ihrer größten Blöcke, zur Anstauung und zur Bildung zweier, sich in der Sastama-Niederung erhebenden Hügelrücken kam. Ursprünglich an der Außenseite wol mit mehr Gebirgsschutt als jetzt versehen, mögen diese Hügel in der nachfolgenden Schmelz-, Brack- und Salzwasserzeit jenes Schutttes durch Auswaschung zum Theil entledigt worden sein, während anderseits ihnen mit Eisschiebungen und schwimmendem Eise neues Material an Blöcken zugeführt wurde. Im Laufe der vorschreitenden Trockenlegung stellte sich aber die letzte große Veränderung der Hügel, d. i. ihre vegetabilische Bekleidung ein.

Blockanhäufungen, die an Sastama's Hügel erinnern, jedoch nicht genauer untersucht wurden, sind im silurischen Küstengebiet nicht gar selten. Sie finden sich z. B. bei Testama, dann in der Nähe der Werpelkirche (Kurradi palloja kocht oder Teufelsanbeterstelle) und bei der Rõthelkirche (Lubbri-Mäggi), sowie in einem Pastoratsfelde von St. Johannis auf Desel etc. Zu ihnen gehören wohl auch die unterseeischen, obenerwähnten Blockhügel bei St. Johannis und Steinort, sowie die zahlreichen Ware (estn. Steinhausen) des Wörzjärv²⁰⁾ und insbesondere der Wetka Ware. Diese Ware fallen in's Gebiet der untern devonischen Sandsteinetage, in welchem sich selbstverständlich kein Schotter in der Art der silurischen Dolomit- und Mergel-Trümmer erwarten läßt. Der devonische lockere Sand zwischen den großen Blöcken

20) Griewingk. Erläuterungen zur 2. Ausg. der geogn. Karte der Ostseeprovinzen, im Dorpater Archiv für Naturkunde VIII. 430.

jener Ware wurde leicht ausgewaschen; nur wo ihn Thon und dünne Dolomitmergel begleiteten, erhielten sich compactere Hügelformen. In demselben unterdevonischen Areal weisen die bekannten Niesenbetten oder Sänge der estnischen Kalewipoeg-Sage Formen auf, die an den Hauptkörper der Sastama-Hügel erinnern, während das Material jener Sänge, z. B. bei Allakivi, am Peipus, aus Sand, Grand und sehr verschiedenartigen weit herkommenden größeren Geschieben besteht. Unter den Geröllhügeln, die bei den Esten den Namen Saar, d. i. Insel, führen, weil sie sich aus moorigen Niederungen erheben, scheinen auch solche vorzukommen, die den Sastamaschen analog gebaut sind. — Nicht gar weit von Sastama, d. i. 4 Werst südlich von Hapsal, zieht an der Westseite der Landstraße, ein niedriger, gleichfalls von NW. — SO. streichender Rücken oder Wall hin, der große Granit-Gneis-Blöcke und mittelgroßen bis feinkörnigen archaischen und silurischen Geröllschotter führt.

Der silurische Riffel oder Kantenschotter Sastamas entspricht dem archaischen Crosstengrus Scandinaviens. Und wie dem letzteren der Kullstengrus gegenübersteht, so in unserm Balticum dem Kantenschotter ein Geröllschotter²¹⁾. Eine scharfe Grenze dieser Gebilde ist nicht vorhanden, wie jedes sorgfältigere Schlämmen der betreffenden Materialien lehrt.

Die mit horizontalem Rücken versehenen Haupttheile der Sastamahügel haben die normale Wall- oder Eisenbahndam-Form der Åsar Scandinaviens und Finlands. Auch fehlt es nicht an Åsarn, deren ganzer äußerer Bau mit demjenigen jener Hügel übereinstimmt.

21) Ich habe diese Bezeichnung den richtigern aber weniger gefälligen Ausdrücken: Kantner- und Riffschotter vorgezogen.

Die Crosstens-Äsar archaischer Gebiete müssen in ähnlicher Weise entstanden sein, wie die Kantenschotter- oder Nicht-Hügel des baltisch-silurischen Areal's, und sind sowohl jene wie diese als Gebilde anzusehen, die mit den Grundmorainen der letzten Glazialzeit²²⁾ genetisch auf engste verbunden waren. Auf derselben Grundlage erklärt es sich warum an dergleichen Äsarn und Hügeln auch geschichtete Lagen vorkommen und mit ungeschichteten wechseln können. Veränderungen, die in Auswaschung und Zufuhr neuen Materials bestanden, erlitten diese Hügel in der postglacialen Zeit.

Zum Schlusse mögen im historischen und archäologischen Interesse hier noch nachfolgende geognostische Bemerkungen Platz finden.

Von einem riesigen, allgemein als größten bezeichneten erratischen Blocke habe ich auf der Saastama-Halbinsel weder etwas gesehen, noch in Erfahrung gebracht, und doch bedarf es eines solchen Blockes, wenn die Annahme richtig sein soll²³⁾ daß der Portus Sottesattema, „bei welchem sich der große Stein befindet“²⁴⁾, an der Maagal-Wiek und zwar an der Stelle gelegen habe, wo auch jetzt die Fahrzeuge, nämlich $\frac{1}{2}$ Werst vom Gute Saastama (estnisch Taastna maa) anlegen. Einige Hundert Schritt von diesem Landungsplatze liegt in der Nähe des Ufers von 390 Faden NO.lich vom Gutsgebäude ein größerer Block von 37' Umfang und 7' Höhe. Der größte Stein des ganzen Gebietes befindet sich im Acker-

22) E. Ann. 20. S. 427. 23) Holzmayer, das Kriegswesen der Defeler. Arensburg 1867. S. 72. 24) Schirren 25 Urkunden 1866. Nr. 18, vom 13. Mai 1254.

lande, 390 Faden SO.lich vom Gute und hat bei 47' Umfang 8' 7" Höhe. Beiden Steinblöcken stehen aber mehrere andere dieses Areals in den Dimensionen ziemlich nahe. Einen Block von 2 Faden Höhe und Durchmesser giebt es im ganzen Umfange der Magal-Bief nicht.

Da die Niederungen dieser Gegend mit Steinblöcken gleichsam übersät sind, und es daselbst auch nicht an Anhäufungen derselben fehlt, so erklärt sich leicht, warum man in heidnischer Zeit sich nicht veranlaßt sah, hier Gräber mit wenig auffälligen Steinblöcker zum umstellen oder über ihnen Steinhügel zu errichten. Die ebene Höhe des sehr auffälligen und nahe am Meere liegenden Porri-Mäggi konnte in der That zur Bestattung eines Seehelden einladen. Auch wäre an ihm die Schwierigkeit der Herstellung einer Gruft zu überwinden gewesen. Wie wenig der Hügel aber besucht worden, ergab sich daraus, daß seine vorsichtig abgehobene und sorgfältig untersuchte Grasnarbe nur einige Vogelfknochen, nicht aber Kohlen, Topfscherben oder andere Culturartikel enthielt. Gewisse, in der Umgebung von Baltischport und Leek belegene Steinhügel, welche den Namen Leina-Mäggi (Trauerhügel) führen, hat man ebenfalls für Grabstellen und künstliche Steinsetzungen gehalten, doch erwiesen sie sich nach kurzer Untersuchung als durchaus natürliche Blockanhäufungen.

