

1328

ERLÄUTERUNGEN

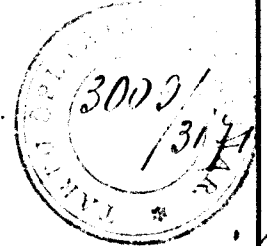
ZUR ZWEITEN AUSGABE DER

GEOGNOSTISCHEN KARTE

LIV-, EST- und KURLANDS,

von

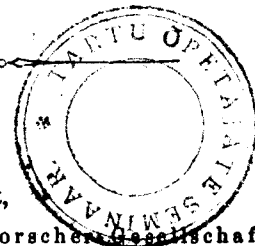
Dr. C. Grewingk,
Professor ord. der Mineralogie.



~~~~~  
**Mit einer Tafel.**  
~~~~~

(Separatabdruck aus dem Dorpater Archiv für Naturkunde.
Serie I. Band VIII.)

3171



Dorpat,
Verlag der Dorpater Naturforschergesellschaft.
1879.

In Commission bei K. F. Köhler in Leipzig, E. J. Karow u. Th. Henpe in Dorpat.

ERLÄUTERUNGEN

ZUR ZWEITEN AUSGABE DER

GEOGNOSTISCHEN KARTE

LIV-, EST- und KURLANDS,

von

Dr. C. Grewingk,
Professor ord. der Mineralogie.

Mit einer Tafel.

Dorpat,
Verlag der Dorpater Naturforscher-Gesellschaft.
1879.

In Commission bei K. F. Köhler in Leipzig, E. J. Karow und Th. Hoppe in Dorpat.

A-5328

Vorwort.

Bei Gelegenheit der Feier des 25-jährigen Bestehens der Dorpater Naturforscher-Gesellschaft, am 28. September 1878, legte ich eine neue Ausgabe der geognostischen Karte der Ostseeprovinzen Liv-, Est- und Kurland vor, die im laufenden Jahre 1879 zur Publication gelangte und in den nachfolgenden Blättern erläutert werden soll.

Den Gang dieser Erläuterungen betreffend, ist eine historische Skizze des Zustandekommens der Karte vorausgeschickt und folgt dann eine gedrängte Uebersicht der seit 1861, dem Erscheinungsjahr der ersten Kartenausgabe, in der Kenntniss der einzelnen Formationen gemachten Fortschritte, nebst zugehöriger Literatur. Den Hauptgegenstand der vorliegenden Arbeit bildet aber die Erörterung der altquartären, in die Eiszeit fallenden Bildungen des Ostbalticums, weil letztere nur unvollkommen bekannt sind und auf der neuen Karte nicht specieller verzeichnet werden konnten.

Die erste kartographische Darstellung der geognostischen Verhältnisse eines Theiles der Provinzen Liv-, Est- und Kurland findet man in Strangways' A^o 1822, im Massstabe von 1 : 7000000 herausgegebenen, 43 und 53 cm. Seiten messendem „Sketch, to serve as a basis for a geological map of Europæan Russia¹⁾“. Hier werden Estland und Nord-Livland als Uebergangskalkstein (Transitions lime) oder Plita-District (nach dem russischen plita, Steinplatte, Fliese) verzeichnet. Diesem District schliesst sich weiter südlich eine nicht breite Zone grüner Thone oder sandiger Gebilde an, und folgt derselben, auf der Insel Oesel, Kreide oder Kalkstein, d. i. ein in dunkelbrauner Farbe dargestellter chalk oder limestone, oder auch ein unter J. bezeichneter rother Mergel mit Gyps und Salz, welcher ausserdem an der Düna, von Riga bis Dönhof auftreten soll und als besondere Bildung von den weiter flussaufwärts anstehenden Kalksteinen getrennt wird.

Acht Jahr später (1830) erschien von M. v. Engelhardt und G. M. Ulprecht ein Umriss der Felsstructur Estlands und Livlands²⁾. Unterschieden werden auf der beigegebenen ersten, auch einen Theil Kurlands umfassenden

geognostischen Spezialkarte der Ostseeprovinzen von 22 und 29 cm. Seitenmaass (1 : 1,500,000): Kalkstein, Thon, Sandstein, Geröllsand und Gerölle, und liefert der erläuternde Text ein Verzeichniss der betreffenden Versteinerungen, ohne dass jedoch von Formationen die Rede wäre. Strangways' Dreitheilung der Glimtprofile in blauen Thon, Chamiten (Unguliten) Sandstein und Plita-, oder Orthoceratiten Kalkstein, macht hier einer genauern, bis auf den heutigen Tag beibehaltenen Gliederung Platz, und geschieht auch schon des „Pentameriten Kalksteins“ und des an gewissen kegelförmigen Zähnen (der Fischgattung *Dendrodus*) reichen Dorpater (devonischen) Sandes Erwähnung. Auf die Möglichkeit eines Altersunterschiedes zwischen den nordlivländischen (silurischen) und südlivländischen (devonischen) Kalksteinen wird hingewiesen, doch lässt man in dem beigegebenen Profil den Dorpater Sand von ersterem Gestein gerade so überlagert sein wie von letzterm. Gegen diese Anschauung und Darstellung wurde freilich bald zu Felde gezogen³⁾, doch bestimmte erst 1838 Fr. A. Quenstedt⁴⁾ die Zähne und Schildplatten des livländischen Sandsteins richtig als Fischreste und bezeichnete L. v. Buch zwei Jahr später⁵⁾ jenen Sandstein als devonischen und den estländischen Kalkstein als silurischen.

Bald nach dem Erscheinen des Umrisses von Est- und Livland, veröffentlichte Fr. Dubois eine kleine, 16 cm. Seiten messende geognostische Skizze Lithauens und Kurlands⁶⁾ im Massstabe von 1 : 1,800,000. Sie bringt das Anstehen oder Auftreten von Kalkstein, Kalktuff, Lehm- boden und Gyps zur Anschauung, ohne in Betreff Kurlands die Karte Engelhardts so zu ergänzen, wie es der Fall gewesen wäre, wenn der Verfasser die Arbeiten J. J. Ferbers⁷⁾ gekannt hätte.

Einen wesentlichen Fortschritt in der richtigen Darstellung der ältesten und den grössten Theil des vorquartären Bodens der Ostseeprovinzen einnehmenden Sedimentgebilde, bezeichnen aber zwei, von den Herrn G. v. Helmersen⁸⁾ und A. Baron Meyendorff⁹⁾ im J. 1841 herausgegebene „Uebersichtskarten der Gebirgsformationen im europäischen Russland“, die etwas kleiner als Strangways Sketch sind, indem erstere 34 und 40, letztere 42 und 52 cm. Seitenformat besitzt. Denn obgleich auf diesen beiden Karten das ganze Gebiet der drei Provinzen nur mit zwei Farben oder Formationen, d. i. im nördlichen, Drittel mit silurischen, und im Uebrigen mit devonischen, gypsführenden Gebilden, und dazu noch an der Windau mit einem Fleckchen Jura dargestellt ist, so erhielt man doch auf diese Weise, statt der früheren petrographischen Karte, zum ersten Male ein geologisches Bild jener Gegend.

Das Jahr 1845 brachte dann mit dem epochemachenden Werke von R. J. Murchison, E. de Verneuil und A. Graf Keyserling über die Geologie des europäischen Russlands¹⁰⁾, auch die erste lückenlos colorirte geognostische Karte dieses Areals im Maassstabe von 1 : 5,880,000 und mit 55 und 60 cm. Seiten, eine Karte die nur wenig grösser als Strangways Sketch war und die drei Ostseeprovinzen mit etwa 10 Quadratzoll Raum bedachte. Der Fortschritt dieser Karte bestand in der Zweitheilung der Silurformation, von welcher das untere Glied dem Festlande, das obere den Inseln zugewiesen wurde. Die Verzeichnung untersilurischer Schichten in der Umgebung von Schaulen, in der Nachbarschaft der russischen Grenze, beruhte aber auf einem leicht verzeihlichen Irrthum, indem man massenhafte Anhäufungen silurischer Geschiebe für anstehendes Gestein gehalten hatte.

Wenn die bisher erwähnten, Est-, Liv- und Kurland betreffenden geognostischen Arbeiten und Karten zur allgemeinen Orientirung im Auftreten dreier Formationen geführt hatten, so erübrigte nun noch die specielle Untersuchung des ganzen Areals der Ostseeprovinzen. Als Vorarbeit dazu entwarf ich 1855 eine, auf allen frühern palaeontologischen und geognostischen Arbeiten beruhende Skizze¹¹⁾ des baltisch silurischen Terrains, mit drei, Est- und Livland von Ost nach West durchziehenden Zonen, Gliedern oder Etagen. Drei Jahr später erschien dann Fr. Schmidt's, aus mehren Reisen und speciellen Studien sich ergebende Beschreibung und Karte¹²⁾ der Silurformation von Estland, Nordlivland und Oesel, mit acht auf letzterer verzeichneten Schichtenzonen. In derselben Zeit und in den nachfolgenden Jahren bereiste und erforschte ich das übrige aussersilurische Terrain Est-, Liv- und Kurlands, und wurde dadurch in den Stand gesetzt im Jahre 1861, d. i. sechzehn Jahr nach dem Erscheinen der geological map of Russia in Europe, die erste geognostische Specialkarte der genannten drei Ostseeprovinzen¹³⁾ zusammenzustellen und herauszugeben. Diese Karte war im Maassstabe von 1 : 1,200,000, mit 35 und 43 cm. Seiten angefertigt und brachte 7 Formationen (Quartaer, Jura, Zechstein, Devon, Silur, Porphyry und Granit-Gneis) mit 16 Gliedern und 11 Farben zur Anschauung.

Und abermals sechzehn Jahr gingen darüber hin, bis eine neue Ausgabe letzterer Karte nothwendig erschien. Denn obgleich die, während dieser Zeit, in dem bezeichneten, etwa 1750 Quadratmeilen messenden Areal angestellten neuen Beobachtungen und sonst erlangten Resultate geologischer Forschung keine sehr wesentlichen Veränderungen in den betreffenden frühern Grundanschauungen und Haupt-

darstellungen hervorriefen, so durfte immerhin das, was von denselben ins Gebiet genauerer kartographischer Darstellung fiel, nicht unberücksichtigt und unverzeichnet bleiben. Die Umständlichkeit und Schwierigkeit des Eintragens detaillirterer oder berichtiger Angaben auf den, nur noch in geringer Zahl vorrätigen Exemplaren der Karte vom J. 1861, steigerte sich schliesslich zur Unmöglichkeit. Ich ging daher an die Herstellung einer neuen Ausgabe derselben und präsentirte sie bereits im Januar 1877 der Naturforschergesellschaft zu Dorpat als Manuscript.

Der Maassstab dieser, hier vorliegenden, in dem lithographischen Institut von C. Schulz in Dorpat, auf Kosten der erwähnten Naturforschergesellschaft hergestellten Karte ist 1: 600,000, oder linear noch einmal so gross als der frühere. Dargestellt sind auf ihr 8 Formationen, mit 17 Gliedern und 14 Farben. Alle vorquartären Formationen wurden nur dort mit ihren Farben eingetragen, wo sie wirklich zu Tage gehen, oder der Oberfläche ganz nahe liegen und nicht durch mächtige Quartärgebilde versteckt werden. Letztere Gebilde erscheinen in den hellern Tönen derjenigen Farben, die den verschiedenen, sie in grösseren Gebieten unterlagernden Formationen oder Formationsgliedern zukommen. Diluvialschrammen und Schliefflächen sind wie früher durch Pfeile bezeichnet. Neu ist dagegen die Einführung von Zeichen für die Localitäten wo Meteorite fielen¹⁵⁾ und Bohrlöcher getrieben wurden.¹⁶⁾ Die der ältern Karte beigegebene Uebersicht der charakteristischen Versteinerungen wurde dagegen, um Raum zu ersparen, fortgelassen. Es konnten dafür im untern Theile der Karte drei Profile Platz finden, deren Grundlinie zur Höhe sich wie 1: 84 verhält. Das eine Profil verläuft

in WNW—OSO-Richtung von Libau bis zum Bohrloch von Rypeiki bei Birsen; die beiden andern erstrecken sich von SSW — NNO: das westliche von Nigranden an der Windau bis Ojo-Pank auf Oesel, und das östliche, an die nördliche Breite des vorigen anknüpfende, von Talkhof, nördlich Dorpat, bis zur Insel Hochland. Wegen mangelnder specieller Höhenbestimmungen, wurden in diesen Profilen nur die vorquartären Gebilde verzeichnet, deren Profilinien indessen doch auch noch zum Theil ideale sind. Der früheren, sehr unvollkommenen orographischen Kenntniss der drei Ostseeprovinzen wurde erst in jüngster Zeit, jedoch nur für Estland und Nordlivland, durch ein genaueres Nivellement und zahlreiche Höhenmessungen abgeholfen.¹⁷⁾ Leider blieb bei letztern die geologische Beschaffenheit des betreffenden Areals fast ganz unberücksichtigt und ist daher unsere Vorstellung vom silurischen und devonischen Relief Est- und Livland eine noch durchaus nicht vollkommen befriedigende. Wie die Profile und die Karte selbst lehren, weist der vorquartäre Untergrund des Ostbalticum, eine schwache, vornehmlich durch zwei Hauptsattelrichtungen repräsentirte Fältelung auf, die in Est- und Livland als eine NNW — SSO.liche und in West-Kurland als NNO — SSW.liche erscheint. Ausserdem macht sich eine dritte, noch schwächere Fältelung mit WSW—ONO Längsrichtung bemerkbar und ist schliesslich an die — in Folge lokaler jedoch zuweilen ausgedehnter unterirdischer Auswaschung thoniger und sandiger Schichten —, eingestürzten, oft steil einfallenden silurischen Kalksteine und Dolomite zu erinnern, wie sie z. B. bei Merreküll und Umgebung und am sogenannten Krater von Sall auf Oesel auftreten. In der Farbentafel der Karte ist den Bezeichnungen der Formationsglieder das Maass ihrer innerhalb

des Rahmens der Karte vertretenen grössten, zumeist wirklich gemessenen, und nicht allein abgeschätzten Mächtigkeit beigefügt.

Von der vorausgeschickten allgemeinen Orientirung im Entwicklungsgange und Darstellungsmodus der geognostischen Karte der Ostseeprovinzen, wollen wir uns nun zu einer Durchmusterung dessen wenden, was nach Herausgabe der ersten, 1861 erschienenen Ausgabe derselben, d. i. in den letzten 16 Jahren für die Vervollständigung letzterer geschehen und was noch zu thun übrig bleibt. Verfolgen wir in dieser Beziehung zunächst die einzelnen Formationen.

Archaisches Gestein, insbesondere Granit-Gneis, soweit derselbe im finländischen Antheil unserer Karte und auf den Inseln Hochland und Gross-Tütters dargestellt ist, wurde von N. Nordenskiöld etwas genauer ins Auge gefasst, und hat man weitere Angaben von der in Thätigkeit begriffenen finländischen geologischen Landesaufnahme zu erwarten.¹⁸⁾ Die Insel Hochland führt ausser dem Granit auch **eruptive** Porphyre, Diorit, Amphibolit und Serpentin, Gesteine, die chemisch von J. Lemberg¹⁹⁾ und microscopisch von A. Lagorio²⁰⁾ gründlich erforscht sind.

Die **Silurformation** der Karte ist von Fr. Schmidt²¹⁾, entsprechend seinen fortgesetzten, detaillirten geognostischen und paläontologischen Untersuchungen, noch specieller als früher gegliedert und erhielten die Schichtenzonen andere Zeichen und einige neue Benennungen. Statt der mit den Zahlen 1 bis 8 und mit drei Farben bezeichneten drei Hauptabtheilungen, — von welchen auf Nr. 1 bis 1. b., oder auf die Glintschichten nebst Brandschiefer und Jewe-Schicht, acht Glieder kamen, und Nr. 2. in zwei Abtheilungen (Wesenberger und Lyckholmer Schicht) zer-

fiel —, haben wir jetzt unter den Buchstaben A. bis K., zwei Haupt- und 10 Unterabtheilungen mit 20 Gliedern, von welchen 14 auf die untersilurischen Zonen A. bis F. und 6 auf die obersilurischen G. bis K., mit je zwei Farbetönen kommen. Die Glintschichten erscheinen auf der neuen Karte in den Gliedern A. 1. blauer Thon, A. 2. Ungulitensand (beide zusammen von Scandinaviern als primordiale Gebilde bezeichnet); A. 3. Dictyonema-Schiefer; B. 1. Glauconitsand, B. 2. Glauconitkalk, B. 3. Vaginatenkalk; C. 1. ist der neu aufgestellte Echinosphäritenkalk oder die oberste Glintschicht, an welche sich der paläontologisch sehr ähnliche Brandschiefer oder bituminöse Mergel C. 2. (ehedem 1. a.) schliesst. Zone D. bezeichnet, wie früher 1. b., die Jewe-Schicht, zerfällt aber jetzt mit selbstständiger Fauna in die eigentliche Jewe-Schicht D. 1., ferner die Kegel-Schicht D. 2. und die Wassalem-Schicht D. 3. Zone E, die Wesenberger Schicht ist identisch mit Nr. 2 der ältern Karte; Zone F. 1. entspricht aber mit ihren beiden, paläontologisch nahestehenden Gliedern F. 1. (Lyckholmer Z.) und F. 2. (Borkholmer Z.) den früheren Nrn. 2. a. und 3. und hat sich die Lyckholmer Schicht nach Osten bis in den unteren Lauf des Rannapungern-Baches, und weiter, bis 6 Werst vom Ufer des Peipus-See am Grunde desselben verfolgen lassen. Die obersilurischen, früher von mir als mittel- und obersilurisch bezeichneten Schichten zerfallen auf der neuen Karte in vier Abtheilungen mit 2 Farbetönen, und entspricht das Schichtensystem G (1. Jörden-, 2. Borealis-, 3. Raiküll-Zone) den alten Nr. 4 und 5; H (Estonus Zone) der Nr. 6 und J. und K. der untern und obern Öseler-Zone Nr. 7 und 8.

Was die fossilen Reste der ostbaltischen Silurformation betrifft, so wurden nach dem Jahre 1861 specieller

beschrieben: die Schwämme von Fr. Baron Rosen²²⁾ und K. A. Zittel²³⁾, Korallen von K. v. Seebach²⁴⁾ und W. Dybowski²⁵⁾; Strahlthiere von A. v. Volborth²⁶⁾, E. Eichwald²⁷⁾, E. Hofman²⁸⁾, Fr. Schmidt²⁹⁾ und mir³⁰⁾; Armfüsser von A. v. Volborth³¹⁾, V. Möller³²⁾ und A. v. d. Pahlen³³⁾; Pteropoden (sic!) von Ehrenberg³⁴⁾; Cruster von A. v. Volborth³⁵⁾, J. Bock³⁶⁾, W. Dames³⁷⁾ und von Fr. Schmidt, der auch einen neuen Beitrag zur Kenntniss der silurischen Fische lieferte³⁸⁾. E. Eichwald's Lethäa rossica darf hier nicht mit Stillschweigen übergangen werden. Ausserdem wäre im benachbarten Scandinavien an die Arbeiten von G. Lindström und J. G. O. Linnarsson³⁹⁾ zu erinnern, welchen sich jüngst noch eine Publication aus dem Nachlass N. P. Angelins⁴⁰⁾ anschloss.

Mit der microscopischen Untersuchung silurischer Gesteine beschäftigten sich A. Lagorio⁴¹⁾, Fischer-Benzon⁴²⁾ und C. W. Gümbel⁴³⁾; mit ihrer chemischen Analyse A. Schamarin⁴⁴⁾ und A. Kupffer⁴⁵⁾. Letzterer bestimmte auch die Mächtigkeit eines grossen Theiles der in Rede stehenden silurischen Formationsglieder, während ein anderer Theil, insbesondere die Schichten D. bis H. in dieser Beziehung bisher nur annähernd abgeschätzt wurden. Diese Mächtigkeit ist indessen keine constante, und werden die untersilurischen Schichten im Allgemeinen von W. nach Osten immer mächtiger. Namentlich bewies dieses ein jüngst im Gouv. Petersburg bei Jelisaphetino, der letzten baltischen Eisenbahnstation vor Gatschina, getriebenes Bohrloch, das von der Jewe-Schicht abwärts, in ca. 200 Fuss Tiefe den Glauconitkalk noch nicht erreichte. Sollte es aber auch in dieser Region wirklich an Glauconitbildung mangeln, so bliebe nichts destoweniger die Mächtigkeitszu-

nahme für das betreffende Schichtensystem, mit Einschluss des hier glauconitfreien Horizontes, bestehen.

Für das benachbarte, an Estland grenzende silurische Areal des Gouv. Petersburg lieferte J. Bock eine neue geognostische Karte nebst Beschreibung⁴⁶⁾. Nach letzterer erreicht dort der Glauconitkalk 12 M. und der Vaginatenkalk nebst *Echinosphäriten* — und bituminöser Schicht 40 M. Mächtigkeit. Ausserdem fand man, wie später erörtert werden soll, neuerdings auch in den Gouv. Nowgorod und Pskow zu Tage gehende, untersilurische Gesteine.

Die **devonische Formation** weist auf der neuen Karte eine nicht geringe Anzahl neuer Punkte ihrer Entblössung auf, doch ist im Uebrigen die Darstellung derselben, sowohl im Grenzgebiet der unterdevonischen und silurischen Gebilde, als in Betreff der verschiedenen Facies und gewisser Zonen der Dolomitetage gegen früher vereinfacht worden. In chemischer Beziehung wurden die baltisch-devonischen Gesteine von J. Lemberg, Fr. Baron Rosen und V. Lieven⁴⁷⁾ weiter erforscht.

Im Jahre 1862 publicirte A. Oranowski in seiner Statistik Kurlands⁴⁸⁾ eine, ihm von Chr. W. Engelmann übergebene geognostische Beschreibung und Karte dieser Provinz, welche sowohl überhaupt, als namentlich in Betreff der devonischen Gebilde, weder der bis dahin erlangten geognostischen Kenntniss jenes Areals, noch den wissenschaftlichen Anforderungen der Zeit Rechnung trug, wie eine von mir, unter der Chiffre ± veröffentlichte Abhandlung⁴⁹⁾ über die Geologie Kurlands dargelegt hat. Zur Entschuldigung eines Theils der gerügten Mängel kann indessen dienen, dass die sichere Erkenntniss und Gliederung der baltisch-devonischen Formation, wie wir

weiter unten sehen werden, zuweilen ganz bedeutende Schwierigkeiten macht.

Von nicht geringem Interesse für die Feststellung des Baues der in Rede stehenden devonischen Gebilde, war das im Jahre 1874, 140 Meter tief getriebene Bohrloch von Rypeiki bei Birsen⁵⁰⁾ nicht weit von der kurländischen Grenze, indem dasselbe sowohl die Richtigkeit der in dieser Richtung gewonnenen bisherigen Anschauungen, als diejenige der früher ausgesprochenen geringen Hoffnung auf Erbohrung sudwürdiger ostbaltischer Salzsoole bekräftigte. Das bezeichnete Bohrloch hat die untere devonische Sandsteinetage, mit 275 Fuss Mächtigkeit noch nicht durchsunken und ist dieses Maass, sowie die bis auf 250 Kilometer von der Küste des devonischen Meeres zu verfolgende Verbreitung der Reste grosser devonischer Panzerfische denjenigen Geologen in Erinnerung zu bringen, die der Ansicht sind⁵¹⁾, dass jene Fische nur längs dem Ufer eines flachen Meeres oder an den Mündungen der in dasselbe fallenden Flüsse gelebt hätten. Damit soll indessen nicht gesagt sein, dass sich von der Küste des Devonmeeres, — die z. B. bei Torgel am Pernauflusse mit Coniferen (*Aulacophicus*) bestanden war —, bis Kannakülla und Dorpat, wo überreich mit Wellenfurchen versehene, feste und lockere Sandsteine zu Tage gehen, nicht auch flaches Wasser befunden habe, da für letzteres sowohl jene Wellenfurchen, als das Vorkommen dünnschaliger Lingulen und Cruster, die den silurischen Eurypteren nahe stehen, sprechen. Andererseits darf aber nicht vergessen werden, dass die stark und dick gepanzerten grossen Placodermen (*Heterostius* und *Homostius*) nicht lediglich im Flachwasser leben konnten, und dass man sich bei der Vorstellung eines solchen Wassers nicht an

zu kleine Tiefenmasse zu halten hat. Der unterdevonische Sand besteht aus den ersten, vorherrschend mechanischen Absätzen des Devonmeeres und müsste, wenn er nur Flachwassergebilde wäre, zweckmässiger und natürlicher für eine Fortsetzung der obersilurischen Eurypterschichten gehalten werden. Weiter ist darauf hinzuweisen, dass ein gewisser, in seiner horizontalen und vertikalen Begrenzung nicht genauer bestimmbarer Theil des, auf der Karte als unterdevonisch bezeichneten Sandsystems, mit dem Dolomit der mittlern devonischen Gebilde zu ein und demselben Horizont gehört. Denn wie beispielsweise die Profile an der Welikaja bei Pskow und an der Windau bei Goldingen⁵²⁾ lehren, gehen daselbst in demselben Niveau sandige Schichten in thonige, mergelige, kalkige und dolomitische über, und befindet man sich somit dort an einer Scheide der, zur Küste hin sandigen mechanischen und seewärts kalkigen chemischen Absätze des Devonmeeres, oder an der Grenze einer litoralen und oceanischen Facies desselben. Die wahre obere Grenze der unteren Sande, oder die untere Grenze der mitteldevonischen Kalkniederschläge, liegt aber dort, wo der unterdevonische Sand in der Vertikalen, d. i. von unten nach oben durch Vermittelung des bekannten traubigen oder kugeligen, seinen Kalkgehalt der Auslaugung, resp. Dolomitirung der drüberlagernden dolomitischen Kalksteine verdankenden Kalksand (bei Goldingen, Kokenhusen, Rypeiki etc.) in Dolomit übergeht. Aus den oberflächlich zu Tage gehenden devonischen und silurischen Straten des ganzen Ostbalticum erkennen wir ferner, dass die mittlern, zumeist einem tieferen Seewasser entstammenden Gebilde der Devonformation, in der Richtung von W. nach O.

verfolgt, der aus silurischen Gesteinen bestehenden Küste des Devonmeeres immer näher rücken, so dass am Wolchow und Sijas⁵³⁾ — wo auch noch die höher lagernden oberdevonischen Schichten mit *Homostius* Resten angetroffen werden — die Breite der sandigen devonischen Küstenregion auf ein Minimum beschränkt ist. Bei Dorpat sieht man über einem weissen, mit dem an der Welikaja bei Pskow übereinstimmenden und hier die Grenze des Unterdevon am besten kennzeichnenden Glimmersande, ein nur wenige Faden mächtiges ebenfalls *Homostius* etc. führendes System rother thoniger, sandiger und weisser fester mergeliger Straten, das, dem Alter nach, vielleicht dem ihm bei Rauga am nächsten liegenden, etwa 10 Meilen entfernten, wenig entwickelten Dolomit entspricht. Ein thatsächlicher Zusammenhang der beiderseitigen Straten lässt sich jedoch nicht erweisen. Sollte indessen ein solcher Zusammenhang wirklich bestehen, so werden auf die, mit 200 Fuss Mächtigkeit noch nicht durchbohrten devonischen Sande bei Dorpat im Minimum noch immer über 25 Fuss ächte unterdevonische kommen, da die grösste Mächtigkeit der Dolomitetape im Bohrloch von Rypeiki nur 175 Fuss beträgt. Unter dieser Etage misst aber, wie bereits bemerkt wurde, der unterdevonische, noch nicht durchbohrte Sand mehr als 275 Fuss. Eine sichere Entscheidung der Frage, ob die obenerwähnten Küstensande mit Coniferen bei Torgel, obere, mittlere oder untere Gebilde sind, gestatten diese Daten nicht, doch spricht dafür, dass sie zu den untersten und ältesten gehören, die muthmassliche Analogie mit der Entwicklung silurischer Schichtenzonen, welche von Nord nach Süd einander derartig folgen, dass die jüngeren südlichen, einen freien unbedeckten Küstenrand der ältern nördlichen hinter sich liegen lassen.

Die kartographische Darstellung der mittleren oder dolomitischen Etage der baltischen Devonformation ist nach dem Vorausgeschickten so aufzufassen, dass die zu Tage gehende oder oberflächliche nördliche Grenze dieser Etage eigentlich nur das Aufhören mechanischer und den Anfang chemischer Absätze bezeichnet. Und da nun die devonischen Sandbildungen, wenn man sie von unten nach oben verfolgt, zur Küste hin an Ausdehnung oder Flächenraum verlieren, so wird es in dieser Region der Abnahme sandiger Straten oft den Anschein einer Auflagerung von Dolomiten über Sand haben, während die wahre Ueberlagerung sich erst in einer gewissen, grösseren Entfernung von der Küste einstellte. Das erwähnte Bohrloch von Rypeiki hat uns diese Dolomitetape in etwas grösserer Mächtigkeit als früher, d. i. in 175 Fuss messenden, und durchweg mehr oder weniger Gyps haltenden Schichten kennen gelehrt. Die Kenntniss der Ausdehnung derselben Etage in der Horizontalen, erweiterte sich durch den Nachweis des Vorkommens unterseeischen Dolomits in der Südecke des Rigaer Meerbusens, bei Majorenhof.

Im benachbarten Gouv. Witebsk untersuchte M. Antonowitsch⁵⁴⁾ 1871 die Ufer der Düna abwärts bis zur Ewst-Mündung und bestätigte die Richtigkeit der älteren Beobachtungen über die dortigen, in den Rahmen unserer Karte fallenden devonischen Gesteine.

Von einer besonderen Bezeichnung der von mir unterschiedenen drei Facies der devonischen Dolomitetape, durch Eintragung ihrer Namen (Welikaja-, Düna- und Kurische Facies) wurde auf der neuen Karte Abstand genommen, weil diese Art der Bezeichnung mehr störend als veranschaulichend wirkt und weil jener Verschiedenheit an und für sich kein allzugrosses Gewicht beigelegt wer-

den darf. Herr A. Stuckenberg ⁵⁵⁾ hat freilich entsprechende Unterscheidungen auf das ganze devonische Bassin Russlands auszudehnen versucht. Nachdem er die paläontologische Uebereinstimmung der in Livland, sowie im Gouvernement Witebsk und bei Orscha auftretenden devonischen Schichten bestätigt, findet er beim Vergleiche letzterer (oder der Düna-Facies) mit den entsprechenden, in den Gouvernements Orel und Woronesch etc. auftretenden Gebilden, dass in beiden, nicht allein dieselben Arten, sondern auch dieselben Gruppen von Versteinerungen vorkommen. Der Welikaja-Facies fehlen dagegen bekanntlich jene Versteinerungen, und ist sie durch besondere, nur ihr eigenthümliche Formen gekennzeichnet. Aus diesen Verhältnissen folgert Stuckenberg, dass wir es im Welikaja Gebiet mit einer nördlichen litoralen, und in dem übrigen grossen, südlichen Areal mit einer oceanischen Facies des Devon zu thun haben. Eine endgültige Beurtheilung der Anschauungen Stuckenbergs wird erst nach Herausgabe des zweiten Theiles seiner Arbeit erfolgen können, doch glaube ich schon jetzt darauf hinweisen zu dürfen, dass nicht gut einzusehen ist, warum die wenig mächtigen, in Livland auftretenden devonischen Dolomite an der Nordgrenze ihres Gebietes nicht gerade denselben litoralen oder oceanischen Character haben sollten, wie die an der entsprechenden Nordgrenze des Gouvernements Pskow. Der Erhaltungszustand und daher auch die Kenntniss der devonischen Dolomitversteinerungen ist eine noch zu mangelhafte, und kennt Herr Stuckenberg, die seit 1861 in unserem Balticum gemachten neuen Funde nicht. So kommen beispielsweise die von ihm dargestellten wurmförmigen Gebilde ^{56a.)} von Russki Brod im Gouvernement Woronesch, genau ebenso im Dolomit bei Kokenhusen, an

der Düna vor, ferner fand sich seine *Syringopora* ^{56b.)} am Ufer des Don im Gouvernement Woronesch und beim Dorfe Borki im Kreise Liwna des Gouv. Orel, sowie bei Darsenzeem in Livland, und zeigen sich die im Woronesch-Gebiet häufigen Cephalopoden, insbesondere *Gomphoceras* und *Orthoceras*, auch gar nicht selten in den Dolomiten der Dünafacies bei Steinholm, Uexküll, Keggum, Station Oger, Wenden etc. — Die Dreitheilung des Devon hat Herr S. beibehalten und fügt der obersten Abtheilung noch eine Uebergangsgruppe hinzu. Die Uferschichten der unteren und oberen Etage erscheinen nach ihm oft als Aequivalente der im centralen Gebiete des Bassins auftretenden mittleren Etage und der Uebergangsschichten.

Die oberdevonischen Sande und Thone sind in dem, für die geognostische Kenntniss des Ostbalticum wichtigen preussischen Bohrloch von Purmallen ⁵⁶⁾ bei Memel mit 15 $\frac{1}{2}$ Meter Mächtigkeit vertreten. Dem Bohrloche von Rypeiki fehlen sie und könnten dort, nach der abgeschauerten Oberfläche der höchsten devonischen Dolomitschicht zu urtheilen, durch diluviale Eis- und Fluth-Bewegung fortgeführt worden sein, oder überhaupt nicht existirt haben, da wir entsprechende Schichten im Osten von 43 $^{\circ}$ Länge vermissen. Im Westen dieses Meridians ist an der Düna, kurischen Aa, Memel, Muhs und Windau die Existenz eines, die Dolomite überlagernden, lithologisch gut gekennzeichneten obersten devonischen Schichtensystems von mir festgestellt worden und habe ich die Region, in welcher dasselbe den meisten Zusammenhang aufzuweisen scheint, auf der vorliegenden Karte durch eine Zone angedeutet, die sich, — der Küste der Ostsee, vom innersten Winkel des Rigaer Meerbusens nach West hin, oder dem Nordrande der devonischen Dolomite parallel laufend, — etwa von 56 $\frac{1}{2}$ $^{\circ}$

Breite unterirdisch bis nach Memel (Bohrloch von Purmallen) verfolgen lässt. Die Bestimmung dieser Etage und deren Unterscheidung von den untern Sandsteinen ist aber nicht immer leicht. Denn so ausgezeichnet auch die Untersuchungen Chr. Panders⁵⁷⁾ über die devonischen Fische sind, so ist die Kenntniss der verschiedenen Arten ihrer Geschlechter und deren Vorkommen noch lange nicht so weit vorgeschritten, um mit ihnen, oder durch diese fast einzigen, in den devonischen Sanden enthaltenen Thierreste, die verschiedenen Horizonte der Formation bestimmen zu können. Beim häufigen Fehlen jeglicher Thierreste, oder bei deren gewöhnlich mangelhafter Erhaltung, sowie bei der geringen Beständigkeit des lithologischen Characters und den sparsamen Entblössungen, sowie der gleichzeitigen Fältelung ostbaltisch-devonischer Schichten, deren oberflächlichste Gebilde nicht selten entfernt oder zerstört worden sind, war namentlich das Alter der innerhalb des Dolomitgebietes auftretenden Sandablagerungen zuweilen äusserst schwierig festzustellen und sehe ich in dieser Beziehung Berichtigungen entgegen. Im Abau-Gebiet Kurlands bemerkt man z. B. zwischen Kandau und Rönne ein System dolomitischer thoniger, mergeliger und sandiger Schichten, die im obern Theile löchrige Dolomite mit *Spirifer Archiaci*, *Strophalosia subaculeata* und *Holoptichius*, im mittlern feste Mergel mit Lagen von Kochsalz-Pseudomorphosen und Fucoiden, im untern aber mergelige und kalkige Sandlager mit *Lingula subparallela* (Sandb.) und *Estheria Murchisoniana* (Jon.) führen. In der Nachbarschaft dieses Terrain finden sich beim Pastorate Kabillen ziegelrothe, 31 Procent Sand haltende Dolomite mit *Stroph. subaculeata* etc., die man zur Dolomitetage stellen muss, während bei dem kaum eine Meile entfernten Kingut, die Altersbestimmung des 20 Fuss mächtigen,

versteinerungsleeren devonischen Sandes unsicher ist. Aehnliches gilt für die Sandsteine im obersten Laufe der livländischen Aa und an der Peddetz etc.

Nicht ungern hätte ich die, im Rahmen der vorliegenden Karte, vorzugsweise auf West-Kurland beschränkten, wenig mächtigen obern devonischen Sandsteine, als besonderes drittes Glied des Devon ganz aufgegeben, und hier als oberste Schichten der Dolomitetage angesehen, doch schien mir ein solches Vorgehen nicht mehr gestattet, seitdem jenem dritten Gliede, auf der im Jahre 1872 von G. v. Helmersen publicirten Ausgabe der geognostischen Karte Murchissons etc., in den Gouv. Witebsk, Smolensk, Twer, Pskow, Nowgorod, Petersburg und Olonetz eine sehr grosse Ausdehnung verliehen wurde⁵⁸⁾. Letzteres Vorgehen mag zunächst dadurch veranlasst worden sein, dass man die am Sijass auftretenden, sowie andere nördlichere und südlichere, mit *Holoptichius*-Resten versehene, und dadurch an das von mir aufgestellte westkurische Oberdevon erinnernde Schichten, am natürlichsten als eine, zwischen den mitteldevonischen dolomitischen und den östlich davon ausgebreiteten carbonischen Gebilden zu Tage gehende Zone ansehen zu dürfen glaubte, eine Zone, die weiter östlich das ganze Kohlenbecken unterlagern sollte. Nach den vorliegenden bisherigen Untersuchungen⁵⁹⁾ lassen sich indessen im Dniepr- und Düna-Gebiet der Gouvernements Smolensk, Mohilew, Witebsk und Twer die oberdevonischen Sande nicht halten, und wurden in den Gouvernements Pskow und Nowgorod bisher nur im Gebiete der Lowat und Tula entschieden devonische Sande und Mergel beobachtet. Angeblich oberdevonische, jedoch als solche durchaus nicht sicher bestimmte Sande und Mergel zeigen sich dann über zwei, nach Karpinski⁶⁰⁾

an der Lowat, 50 Werst ober-, und 10 Werst unterhalb Cholm auftretenden schildförmigen Erhebungen, Gewölben oder Faltensätteln untersilurischen Vaginatenkalks (B³). Weiter östlich gehen aber im Gebiet der Pola, sowohl bei Moltawiza an der Schebericha, als oberhalb der Okunänka-Mündung, gypsführende Mergel zu Tage, die an letzterm Punkte von weissem Sande über-, und von buntem Thon unterlagert werden und mit den gypsreichen Gebilden der Dolomitetage bei Pskow (Isborsk) etc. zu parallelisieren wären. Noch weiter östlich lagern bei Fischowa und Demjansk unter der Kohlenformation devonische fischreiche Sande, Mergel und versteinungsleere Dolomite, deren Liegendes nicht bekannt ist⁶¹). Äusserst schwierig erscheint es ferner, die devonischen, 24 Meter mächtigen Gebilde bei Daragan an der Lowat, sowie die grünen Sandsteine, bunten Thone und Mergel am Polist bei Iwanowsk in Zusammenhang zu bringen mit den bei Staraja Russa erbohrten Schichten. Hier durchsank man von oben nach unten etwa 3 Arschin mächtige thonig sandige Lagen, die auf 40 Fuss mächtigem Kalkstein ruhten, der seinerseits auf 120 Fuss devonischen Thon nebst 10 Fuss Mergel lagerte. Die letztern Angaben mögen nicht ganz zuverlässig sein, doch sucht man auch an der Psischa bei Buregi — wo *Spirifer tentaculum*, *Productus*, *Lingula bicarinata* und *Holoptichius nobilissimus* zusammen vorkommen sollen — sowie bei Korostino, am Ufer des Ilmen-See, ebenso vergebens nach einer besondern obersten devonischen Sandsteintage. An der Prikscha, bei Scherechowizi liegen unter dem Kohlenkalk: Thon, Sand und eine gelbe brüchige Mergelschicht, die reich an *Holoptichius* ist. Doch wird erst bei Zuchori, Stolbowa und Strelzü am Sijass⁶²) der mitteldevonische, schiefrige Kalkstein mit *Aricula Wörthi*, *Rhynchonella livonica*, *Spirifer muralis*,

Spir. tentaculum, *Spir. Archiaci*, *Dimerocrinites oligoptilus*, in unzweideutiger Weise von einem etwa 16 $\frac{1}{2}$ M. mächtigen obersten System verschieden gefärbter Mergel, Thone und Sandschichten mit *Holoptichius nobilissimus*, *Dendrodus biporcatus*, *Dipterus Valenciensis*, *D. platicephalus*, *Homostius*, *Asterolepis*, *Cocosteus* und *Trochilisken* überlagert, das man wie bereits erwähnt, dem westkurischen oberdevonischen Sand und Mergel parallelisirt hat. Sehen wir aber auch davon ab, dass das Vorkommen von *Holoptichius*, *Homostius* etc. nicht allein auf die höchsten devonischen Schichten beschränkt ist, und dass die Trochilisken ebenfalls in allen drei Etagen, d. i. im Unterdevon bei Pawlowsk, im Mitteldevon bei Welsü am Wolchow und im Oberdevon von Krelzü am Sijass nachgewiesen wurden⁶³), so bleibt doch noch unentschieden ob und wie weit die Sijass-Schichten mit gewissen nordöstlichen (bei Andoma) und südwestlich auftretenden, als oberdevonisch bezeichneten Sanden übereinstimmen. Berücksichtigen wir schliesslich, dass erstens: die untersilurischen Gebilde B. 3. sowohl an der Lowat — wo sie einerseits in die Erhebungsrichtung der Porphyre Hochlands fallen und anderseits auf eine NNO—SSWliche Faltenrichtung hinweisen — als am Sijass vom Devon überlagert werden, und dass zweitens: einer frühen Hebung baltischen Untersilurs während der Devonzeit eine Senkung der Art folgte, dass von West nach Ost die devonischen Schichten über immer ältern silurischen Gebilden zur Ablagerung kamen, und dass drittens: weiter westlich von Cholm und Demjansk, im Gebiete der Msta, d. i. an der linken Seite der Twerza, zwischen Wischnei Wolotschok und Torshok, von J. Bock⁶⁴) eine flache, anscheinend schildförmige, 8 Quadratwerst einnehmende Erhebung untersilurischen Glauconitkalkes (B².) nachgewiesen wurde, die nicht

mehr von devonischen sondern von carbonischen Schichten bekleidet ist, — berücksichtigen wir alle diese Momente, so kommen wir zum Schluss, dass zwischen der Okunänka (Pola) und Twerza (Msta) ein östliches Grenzgebiet oder eine Küste des Devonmeeres existirt habe, die entweder nach NNO und SSW fortsetzte oder in eine seichte Region und Untiefe überging.*) Ob und wie weit der Raum zwischen der Linie Witebsk und Orscha einerseits, und Kaluga und Orel anderseits vom devonischen Meere eingenommen wurde, lässt sich vorläufig nicht feststellen.⁶⁵⁾ Wenig befriedigend und sicher ist ferner nach den vorausgeschickten Erörterungen die Bestimmung und Begrenzung jener langen, auf der neuesten geogn. Generalkarte des europ. Russlands verzeichneten, oberdevonischen, sich zwischen mitteldevonischen und carbonischen Gebilden, hinziehenden Zone oder Etage, welche einen Theil der Absätze des innersten, jüngsten und kleinsten Devonbeckens

*) Was Dr. E. Kayser in seiner Fauna der ältesten Devonablagerungen des Harzes, Berlin, 1878, als normales, typisches oder hercynisches Unterdevon bezeichnet ist im ostbaltischen Areal nicht vertreten. Die oben erörterte, früher, vor Entwicklung des Obersilur, in Folge von Hebung oder Fältelung statthabende Trockenlegung untersilurischer Schichten in den Gouv. Nowgorod und Pskow, und die dadurch entstehende Scheidung eines westlichen baltischen und eines östlichen, den Ural umfassenden Silurbeckens, wird aber bei der Frage, ob die im nördlichen Ural auftretenden Bogoslowsker Pentamerenkalksteine zweckmässiger als unterdevonische Tiefseegebilde, denn als besondere silurische Facies anzusehen seien, nicht unberücksichtigt bleiben dürfen. Von Ost nach West lassen sich als mehr oder weniger getrennte Silurbecken unterscheiden: zuerst ein asiatisches, dann ein osteuropäisches (incl. Ural), ferner ein, die entsprechenden Oeseler, Gotländer und Dniester Silurgebilde umfassendes mitteleuropäisches sowie in Westeuropa einerseits ein südliches böhmisch-, sächsisch-, fränkisch-, thüringisch-, harzisches und französisch-, spanisch-, portugisisches Silurbecken, anderseits ein nördliches grossbritannisches, welchem sich endlich die silurischen Territorien Nordamerikas anschliessen. Nächst der nicht zu läugnenden allgemeinen paläontologischen Uebereinstimmung gewisser asiatischer und baltischer Silurbildungen und ebenso auch gewisser uralischer und böhmischer, gebriecht es indessen doch noch sehr an der genauern Kenntniss eines grössern Complexes der asiatischen und uralischen Silur- und Devon Formation, insbesondere aber auch ihrer stratigraphischen Verhältnisse.

repräsentiren sollen. Im obern Düna- und Dniepr-Gebiete fehlen die sandigen Straten dieser Zone höchst wahrscheinlich ganz und scheint es mir — so lange keine ganz speciellen Untersuchungen vorliegen — gerathener, sie nicht als besonderes drittes Glied der Devonformation, sondern als Flachwassergebilde ihrer zweiten, durch Dolomite ausgezeichneten Etage anzusehen. Denn sie stehen zu letztern Gesteinen in engen Uebergangsbeziehungen und lassen nächst dem Niveauunterschiede keine wesentlichen und namentlich keine paläontologischen Verschiedenheiten erkennen. Die in Rede stehende, bandartige, von N. nach S. ziehende Zone des Devon ist endlich auch nicht mit Stuckenbergs (s. o.) nördlicher und südlicher Facies des Mitteldevon in Einklang zu bringen, und sind entweder beide Anschauungen oder eine derselben unrichtig.

Die Kenntniss des ostbaltischen **Zechsteins** ist neuerdings durch das Bohrloch von Purmallen bei Memel⁶⁶⁾ wesentlich erweitert worden. Zu den früher bekannten Schichten mit *Schizodus Schlottheimi*, *Pleurophorus costatus* und der Rajide *Janassa dicta* kamen auf diesem Wege noch muthmaasslich höher lagernde Straten mit *Productus horridus* hinzu, und entspricht das im Ganzen 90 Fuss mächtige System der ostbaltischen Dyas zunächst dem untern Zechstein Thüringens, Hessens und der Wetterau.

Ueber diesem Zechstein lagert im Purmallen-Bohrloch ein 481 Fuss mächtiger Complex versteinungsleerer dyassischer oder triassischer Schichten, die nirgends in der Nachbarschaft zu Tage gehen, und die auch nicht mit den versteinungsleeren sandigen und kalkigen Lagen unterhalb der Lehdisch-Mündung, bei der sogenannten hohen Wand an der Windau, parallelisirt werden können.

Durch das genannte Bohrloch ist auch die Ausbreitung des kurisch-litauischen **Jura** nach SW. festgestellt worden. Der Dogger von Popilány an der Windau hat indessen in der Umgebung Memels nur wenig an Mächtigkeit gewonnen und fehlen hier jegliche Anzeichen des weiter südlich entwickelten Malm oder weissen Jura.

Die **cretaceische** Formation, insbesondere die eigentliche Kreide, wurde bisher nur unterirdisch, im Bohrloch von Pulwerk an der Lehdisch, einem linken Zufluss der Windau (s. o.) und an einigen andern Punkten der Nachbarschaft, über dem Zechstein nachgewiesen, fehlt aber auffälliger Weise dem Bohrloch von Purmallen. — Ueber die geognostischen und paläontologischen Verhältnisse entsprechender, in den Gouvernements Kowno, Wilna und Grodno, z. Th. sporadisch, oder schollenartig auftretender Kreidegebilde, erschien von mir eine besondere Abhandlung ⁶⁷).

Auf der Kreide Kurlands lagern in der Umgebung von Meldsern (s. o. das Pulwerk-Bohrloch) sandige und thonige Schichten mit Braunkohle, die man, so lange keine vollgültigen Beweise ihrer diluvialen Natur geliefert sind ⁶⁸) für **tertiäre** zu halten hat. Die Zerstörung und Fortführung geringer, sowohl cretaceischer als glauconitführender tertiärer Ablagerungen dieser Gegend, während der ältern oder glacialen Quartärzeit, lässt sich mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen.

Die **Quartärformation** ist, wie bereits gesagt, nur dort auf der neuen Karte verzeichnet, wo sie grössere Mächtigkeit besitzt. Ihre mehr oder weniger enge Beziehung zu den darunterlagernden älteren Formationen wurde durch verschiedene Farbentöne angedeutet, und die Stellen, wo man Schrammen, Scheuer- und Schliff-Flächen

der Glacialzeit beobachtete, mit Pfeilen bezeichnet. Um die Deutlichkeit der zahlreichen Begrenzungslinien vorquartärer Gebilde nicht allzusehr zu beeinträchtigen, musste jegliche kartographische Scheidung der diluvialen und alluvialen Gebilde, und ebenso die Verzeichnung der Richtungen der Geröllzüge und der Verbreitungsgrenze subfossiler Ostseemollusken unterbleiben. Diese Unterlassungen beweisen aber am besten die Nothwendigkeit einer zweiten, vorzugsweise den Quartaerbildungen gewidmeten Karte. Zur Herstellung derselben und einer wo möglich gleichzeitig pedologischen, d. i. die land- und forstwirtschaftliche Bodenkunde berücksichtigenden Karte der drei Provinzen, bedarf es aber noch besonderer Arbeiten und namentlich einer, die bezeichneten Ziele verfolgenden, speciellen Aufnahme dieses Areals. Letztere lässt sich indessen nur durch eine ihr ausschliesslich und für längere Zeit gewidmete Arbeitskraft und nicht ohne grössere Geldmittel ausführen. Bereits vor 20 Jahren bezeichnete ich eine solche Aufnahme als dringendes, nationaloeconomisches Bedürfniss Liv- Est- und Kurlands. Ich bemühte mich, leider vergebens, sie ins Werk zu setzen und hat ihr Fehlen sich jüngst bei gewissen Besteuerungsfragen sehr fühlbar gemacht. In unserer preussischen Nachbarschaft ging man inzwischen auf demselben Gebiete mit dem besten Erfolge vor und publicirte seit d. J. 1866 eilf Sectionen oder Blätter einer speciellen geognostischen Bodenkarte der Provinz Preussen. Dort wurde die physikalisch-oeconomische Gesellschaft zu Königsberg vom Provinziallandtage mit Lösung der Aufgabe betraut und mit bedeutenden dazu dienenden Jahresbeiträgen versehen. Vielleicht empfiehlt es sich in ähnlicher, jedoch ein wesentlich modificirtes Endziel erstrebender

Weise, die Leitung der geognostisch-pedologischen Aufnahme und kartographischen Darstellung unserer drei Provinzen, der Naturforscher-Gesellschaft zu Dorpat anheim zu geben.

Beim Mangel einer speciellen Aufnahme und befriedigenden kartographischen Verzeichnung der ostbaltischen Quartärbildungen, machte sich in den hier vorzulegenden Erörterungen das Bedürfniss einer etwas eingehendern, besser orientirenden Darstellung derselben besonders geltend. Ich habe mich daher in den nachfolgenden Betrachtungen bemüht, sowohl die äussere und innere Beschaffenheit, als die Bildungsweise der ostbaltischen Quartärformation überhaupt und ihrer ältern Abtheilung insbesondere, nach dem gegenwärtigen Standpunkte unserer Kenntnisse und auf Grundlage eigener, langjähriger Studien möglichst übersichtlich darzulegen.

Das Verständniss der ostbaltischen Quartärgebilde ist nur dann zu gewinnen, wenn man dieselben in Beziehung setzt zu den entsprechenden Bildungen und dem geologischen Bau des gesammten übrigen Balticum und der germanisch-sarmatischen Ebene. Bei Darstellung der ältern Quartärformation Liv-, Est-, Kurlands, nebst angrenzenden Gebieten, werden wir nicht selten in genetisch mit ihnen mehr oder weniger engverbundene, weiter entfernte Areale hinüber zu greifen haben und die geognostische und orographische Kenntniss derselben als bekannt voraussetzen müssen.

Die Quartärformation des Ostbalticum zerfällt in eine ältere diluviale, oder glaciale und eine jüngere alluviale, oder postglaciale Abtheilung. Die ältern Quartärgebilde sind rücksichtlich ihrer animalischen und vegetabilischen Reste gekennzeichnet: erstens durch mehr oder weniger beschränkte Vorkommnisse von Mollusken, die (*Leda truncata*, *Valvata contorta*, *Dreissena*, *Cardium*) im Salz- oder

Brackwassør der heutigen Ost- oder Nordsee lebend angetroffen werden, oder die (*Paludina diluviana* Kunth) als Süsswasserbewohner ausstarben; ferner durch nicht sehr ausgedehnte Moor- und Torflager, sowie endlich durch spärliche und schlecht erhaltene Ueberbleibsel vom *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus* und *Bos primigenius*. Sie bestehen vorherrschend aus Gesteintrümmern, die durch Eis-Sprengung, Druck und Reibung, von sehr verschiedenen, mehr oder weniger weit in Nord ihres gegenwärtigen Auftretens anstehenden Felsmassen abgetrennt und dann, mittelst bewegten Eises oder Wassers, entweder als Moränen, oder unter Wasserbetheiligung südwärts abgelagert wurden. Nur ein geringer Theil der ältern Quartärgebilde ist ein sedentäres, d. i. aus Zerstörung des an der Stelle ihres Vorkommens anstehenden Untergrundes hervorgeganges Trümmermaterial, und erscheinen diese Gebilde entsprechend den bei ihrer Entstehung obwaltenden äussern Bedingungen, von N. nach S. immer mannigfaltiger zusammengesetzt und immer feinkörniger. Bei vollständiger Entwicklung derselben unterscheidet man an ihnen zwei Glieder oder Abtheilungen. Die untere Abtheilung besteht aus meist grauem kalkhaltigen, geschiebeführenden Thon oder Lehm (unterer Diluvialmergel mit *Paludina diluviana*, *Leda truncata* und *Valvata contorta*) und aus Sand (Spathsand, Mischsand), Grand oder grossen Geschieben und lokalisiertem Kalksandstein; — Lagen oder Massen, die in einander übergehen und miteinander, oder mit geschiebefreiem, geschichteten Sand- und Thonlagern wechseln, oder auch nur einseitig vertreten sind. Die obere Abtheilung weist dagegen vorherrschend röthlichen, kalkhaltigen, ungeschichteten Geschiebelehm (oberer Geschiebe-, Moränen-, oder Diluvial-Mergel, incl. Decklehm und Deck-

sand ohne *Paludina diluviana*, Richk, Plink z. Th. etc.) oder Gerölllager und Sand (oberer Diluvialsand, Geschiebesand) auf und erscheint bei vollständiger Entwicklung der Formation als Decke der unter ihr lagernden Abtheilung des ältern Quartär.

Die jüngern quartären, postglacialen, oder alluvialen Gebilde sind vorzugsweise durch Erosion und Umlagerung des ältern quartären Materials entstanden. Der Anfang ihrer Bildung fällt mit demjenigen der gegenwärtigen Oberflächengestaltung zusammen. Besonders deutlich entwickelt erscheinen sie, einerseits in dem nicht breiten Küstenstriche, zwischen den früher weiter, und jetzt enger begrenzten Ufern der Ostsee, als Dünen und Geröll-Anhäufungen oder Anschiebungen mit Resten von Ostseemollusken, anderseits, in analoger Begrenzung, an den Ufern sowie am Grunde von Landseen und Flüssen, als Anschwemmungen oder Absätze. Zu ihnen gehören ferner die jüngsten Bildungen von Kalktuff, Kalksinter, Wiesenmergel, Raseneisen, Torf- und Moorlagern. Sie bergen ausser den Resten der in ihrem Areal gegenwärtig lebenden Thierarten auch noch diejenigen local ausgestorbener Land- und Wasserbewohner, unter welchen hervorzuheben wären: Ren (selten), wildes Rind (*Bos primigenius*), Viellfrass, Wildschwein, Biber und sehr wahrscheinlich auch der grönländische Seehund.

Eines der wichtigsten Momente zum Verständniss der ältern Quartärgebilde beruht in dem Nachweis ihrer Beziehungen zu gewissen grossartigen glacialen Erscheinungen oder zur sogenannten Eiszeit, Beziehungen welche zur Bezeichnung der ältern Quartärgebilde als glacialer und der jüngern als postglacialer Veranlassung gaben. Es handelt sich dabei vornehmlich darum, wie weit die psam-

mitische Natur und das ursprüngliche Vorkommen oder die Herkunft und die Art der Verbreitung sowie der Bau oder die Lagerungsformen der ältern Quartärgebilde aus den Erscheinungen und Vorgängen der Eiszeit, d. i. durch Eisbildung und Eismassenbewegung zu erklären sind. Diesem Vorwurfe entsprechend werden wir in Nachfolgendem zunächst die Veränderungen ins Auge zu fassen haben, welche der, den ältern Quartärgebilden zur Unterlage dienende Boden erlitten, ferner dem bei Gelegenheit jener Veränderungen gebildeten Material nachgehen und verfolgen, in welcher Weise letzteres die ältere Quartärformation zusammensetzt, und welches die speciellen mineralogischen, chemischen und paläontologischen Merkmale derselben sind. Ueber die Vorgänge der glacialen oder ältern Quartärzeit des Balticum überhaupt und des Ostbalticum insbesondere hoffen wir auf solcher Grundlage zu einer möglichst richtigen Vorstellung zu gelangen.

Dafür, dass im Balticum zur ältern Quartärzeit weit ausgedehnte Eismassen existirten, spricht vor Allem die im ganzen Areal desselben zu verfolgende Furchung, Schrammung, Ritzung, Scheuerung, Glättung und Polirung massiger und sedimentärer, von ältern Quartärbildungen einst oder noch gegenwärtig bekleideter Felsoberflächen. Denn man beobachtet entsprechende Veränderungen fester Gesteinflächen, oder das sogenannte Frictionsphänomen, als Folge und im Gefolge gegenwärtig bewegten sowohl nicht sehr ausgedehnten Gletschereises mittlerer und äquatorialer Breiten, als hochnordischer weitausgebreiteter Gletscherdecken. Zu unterscheiden ist dabei die Wirkung von grössern Eismassen, die sich als Landeis in ununterbrochenem Zusammenhange auf trockenem oder unter Wasser stehendem Boden bewegen (Luft- und Wassereis) und solcher, die in

Einzelstücken (Eisbergen, Packeis, Eistafeln) frei im Wasser schwimmen (Schwimmeis). Die Frictionserfolge des sich bewegenden Landeises bestehen auf unebenem Felsboden hauptsächlich in Entfernung seiner Protuberanzen, d. i. mehr im Ausgleichen derselben, als in der weitem Vertiefung vorhandener Furchen, Thäler und Mulden oder Erzeugung neuer; auf ebenem Boden dagegen in Bildung flacher wellenartiger Vertiefungen. Unter schwimmenden Eismassen, die Gletschertheile oder Meereseis sind, kommt das Frictionsphänomen und insbesondere die Schrammung, mit grosser Continuität und Intensität nur über horizontalen oder der Bewegungsrichtung wenig Steigung entgegengesetzten Flächen zur Geltung.⁶⁹⁾ Bei bewegtem Jahreise (Eisschiebungen) ist die Frictionerscheinung nicht bedeutend und erstreckt sich nicht über grosse Räume. Einseitig bewegtes Wasser wirkt auf den Boden mehr thalbildend als ebenend oder ausgleichend. —

Die Allgemeinheit des baltischen Frictionsphänomens ersieht man am deutlichsten aus den Schrammkarten Scandinaviens, Dänemarks, Finnlands, der Gouv. Archangel und Olonetz⁷⁰⁾ und den Schrammzeichen unserer Karte. Was die allgemeine Verbreitung dieses Phänomens in der Vertikalen und Horizontalen betrifft, so verfolgen wir es in dem uns zunächst interessirenden Ostbalticum fast überall auf den azoischen Gesteinen Finnlands und dessen Nachbarschaft, und zwar bei Kuusamo (66° Lat.) bis 1100 Fuss über, bei Helsingfors 16 Ellen unter, auf der Insel Hochland⁷¹⁾ bis 500 Fuss, sowie auf Gross-Tütters⁷²⁾ 150' über dem Meeresniveau, und ebenso in den anscheinend horizontalen Schrammen einer verticalen Dioritwand der SW-Ecke des Onegasees, die in ein Paar Faden Höhe über dessen Spiegel hinziehen. Ferner zeigt sich das Frictionsphäno-

men im ganzen festländischen und Insel-Gebiete der silurischen Kalksteine und Dolomite Ingermanlands, Est- und Livlands, erreicht bei Borkholm in Estland 400 Fuss Höhe und fehlt auch nicht dem Silur der Insel Gotland und Oeland. In der grossen Zone ostbaltischer, unterdevonischer lockerer Sande vermisst man selbstverständlich die Erscheinung der Schrammen und Schriffe, die aber auf dem sich südlich anschliessenden Gebiete zu Tage gehender mitteldevonischer Dolomite sofort wiederkehrt. Bei der meist brüchigen Beschaffenheit letzteren Gesteins, haben sich auf ihm freilich die Schrammen und Schriffe nicht so gut erhalten wie auf den erwähnten silurischen Dolomiten, doch beobachtete ich geschliffene und geschrammte devonische Felsflächen im Gouv. Pskow an der Welikaja, im Gouv. Wittebsk bei Ostrow, in Livland bei Friedrichswalde an der Ewst sowie bei Ronneburg und Wenden in c. 300 Fuss, und in der Nähe der Riga-Dünaburger Eisenbahnbrücke über die Oger in c. 100 Fuss Höhe. In Kurland zeigen sie sich bei Stalgen an der Aa, oberhalb Mitau, und im Gouv. Kowno im Bohrloch von Rypeiki bei Birsen (56° Lat.) 200 Fuss über dem Meere. Noch weiter südlich und ausserhalb des Rahmens unserer Karte gebricht es der germanisch-sarmatischen Ebene sehr an zu Tage gehenden oder der Oberfläche naheliegenden, nur vom Quartär bedeckten, festen und zusammenhängenden Felsflächen und daher auch an auffälligen und leicht erkennbaren Frictionserscheinungen. In dem weichen Zechstein Kurlands⁷³⁾ und in dem Juragestein des Regierungsbezirkes Bromberg⁷⁴⁾ sind freilich angebliche oder muthmaassliche Gletschertöpfe oder Riienkessel beobachtet worden, die jedoch entsprechend derselben Erscheinung im Muschelkalk von Rüdersdorf⁷⁵⁾ bei Berlin (52 $\frac{1}{2}$ ° Lat.) noch nicht die

Beweiskraft der Schrammen haben. Letztere zeigen sich aber ausserdem in unverkennbarer Weise bei Rüdersdorf ⁷⁶⁾ und wurden zugleich mit Schliffflächen, auf den Porphyren der Umgegend von Halle ⁷⁷⁾ Leipzig und Wurzen ⁷⁸⁾ ($51\frac{1}{3}^{\circ}$ Lat., nachgewiesen. Im polnischen Mittelgebirge, an der Südseite der Karpathen, sowie in der Granitsteppe Russlands hat man dem Frictionsphänomen noch nicht die gehörige Aufmerksamkeit geschenkt und vielleicht aus diesem Grunde dasselbe dort noch nirgends beobachtet und nachgewiesen. Wir vermissen diesen Nachweis insbesondere auf den bis 850' ansteigenden Graniten, die an der Grenze zwischen dem Gouv. Kijew und den Gouv. Volhynien, Podolien und Cherson unter Diluvialgebilden versteckt liegen, oder frei zu Tage gehen. Sowohl in diesen Gouvts., als im Gouv. Poltawa fehlt es auch nicht an andern, später erörterten Argumenten der einstigen Existenz grosser schwimmender Eismassen und dürfen wir nicht vergessen, dass ein Gletscher auch über Geröllmassen und Schwemmland, ohne leicht nachweisbare Spuren seiner Bewegung, hinwegziehen kann.

Nächst der grossartigen Verbreitung dieser Frictionsphänomene fester Gesteine, ist die Oberflächengestaltung grösserer, aus azoischen Gebirgsarten bestehender Gebiete ein Beweis des einstigen Bestehens und des Einflusses ausgedehnter Eismassen oder Eisdecken. Auch ohne Finnland aus eigener Anschauung zu kennen, muss jeder, der mit den Gletschererscheinungen bekannt ist, durch die Darstellung der Oberfläche dieses Landes, wie M. von Engelhardt sie auf Tb. III seines geognostischen Umrisses gegeben ⁷⁹⁾, sofort an die bekannten rundlichen oder eiförmigen Rundhöcker (crag and tail, roches mou-

tonnées) der Schweiz erinnert werden*). Verstärkt wird aber in Finnland diese Erscheinung noch dadurch, dass zur Rundhöckerform und den „ellipsoidischen Kuppen“, welche die Köpfe der mehr oder weniger steil aufgerichteten, h. 3. bis $4\frac{1}{2}$ streichenden Schichtenzonen des Glimmer- und Hornblendgneises angenommen, hier und da auch noch die natürliche Kuppenform des Schalengranites ⁸⁰⁾ tritt, dessen Structur wunderlicher Weise ⁸¹⁾ für eine Folge des Eismassendruckes gehalten worden ist. In den Relief- und petrographischen Karten Finnlands, die der erwähnten Arbeit Engelhardts beigegeben sind, unterscheidet man unschwer eine niedrigere, kuppige Küstenregion, als Umgebung des höhern, dem Charakter einer Hochebene sich nähernden Landseegebietes, an welches letztere sich ein Ausläufer des Manselka-Gebirges schliesst, der weiter nördlich sowohl zum sanft aufsteigenden eigentlichen Manselka-, als dem lappländischen Gebirge führt. Ueberall stösst man in diesem Areal auf Rundhöckerbildungen, doch zeigen sie sich am grossartigsten an dem frei zu Tage liegenden Granit-Gneis der Südküste und nicht viel weniger deutlich an den entsprechenden Gesteinen des Imatra-Wasserfalls und des finnländischen Landseegebietes, namentlich in der Nähe der Seespiegel und an

*) Meine eigenen glacialen Studien betreffend, bereiste ich Finnland zum ersten Male A. 1839, nach Vorbereitung durch W. Böhlingk, als Student und Begleiter des spätern Samarkand-Reisenden A. Lehmann; 1843 im August lernte ich den Finsteraarhorn-Gletscher zu einer Zeit kennen, da Agassiz seine Hütte auf demselben erbaut hatte; 1848 befuhr ich das weisse und benachbarte Eismeer und traf 1852 in Jekatherinenburg am Ural, Nordenskiöld Vater und Sohn, von welchen ersterer (N. N.) Finnlands Frictionsphänomene durch Schwimmeis zu erklären suchte, während letzteren (A. N.) die Reisen nach Spitzbergen und Grönland zu einem der Hauptvertreter der Eisdeckentheorie machten. Die 1878 und 1879 von diesem berühmten Reisenden glücklich ausgeführte Durchfahrt an Asiens Nordküste vorbei ins Beringsmeer, wird für die genauere Kenntniss der glacialen Erscheinungen des hohen Nordens gewiss von grosser Bedeutung sein.

Hügeln, die bis 150 Meter Höhe besitzen. ⁸²⁾ Sie fehlen auch nicht den Graniten am Ostufer des Onega-Sees, und den Porphyren und Graniten der Inseln Hochland und Gross-Tüters.

Auf Friction einer mächtigen Eisdecke weist die vorherrschend NW—SOliche, zum Streichen der Schichtenzonen rechtwinklige Richtung der Seen oder Seethäler Finnlands, doch soll damit nicht gesagt sein, dass sich an diesen Thalbildungen nicht auch eine viel ältere Erosion und das Wasser betheilig hätten. Die auffällige Aehnlichkeit Finnlands und des zwischen Hjelmars See und Götterborger Küste befindlichen schwedischen Areals, mit Grönland hob bereits A. Nordenskiöld ⁸³⁾ hervor.

Die im Ganzen nur wenig geneigten silurischen und devonischen Dolomite und dolomitischen Kalksteine des Ostbalticum zeigen keine Rundhöcker, sondern nur flach- und breitwellig ab- oder ausgeschliffene Oberflächen.

Unter den verschiedenen Momenten der glacialen Frictionserscheinungen ist die Schrammung, das auffälligste. Bei etwas aufmerksamerer Betrachtung der oben-erwähnten, nicht das Detail der Erscheinung wiedergebenden Schrammkarten, fallen sofort gewisse Eigenthümlichkeiten in der Anordnung und Vertheilung der Schrammen auf. In Betreff ihrer Anordnung, oder der sie darstellenden Striche, erhält man in Scandinavien und Finnland, durch dieselbe — selbst wenn man sich die Pfeilzeichen der Striche fortdenkt — den Eindruck, als hätte die Bildung der Schrammen sowohl überhaupt, als in einzelnen grösseren Gebieten, mit gewissen ihrer stets vorherrschenden und constanten Richtungen, in causaler Beziehung gestanden zu einem damals wie jetzt Norwegen, Schweden und das finnische Lappland durchziehenden Gebirge. Un-

schwer lassen sich an den Abhängen dieses Gebirges Gletschereismassen denken, die thalabwärts bewegt, mit den in oder an ihnen befindlichen Grundmorainen Schrammen erzeugten, welche ungeachtet mancher lokaler Abweichungen, doch im grossen Ganzen gewissen Hauptrichtungen folgten. Im Sinne der gegenwärtigen Vertheilung des Festen und Flüssigen führen die an den NW-, N-, NO- und O-lichen Gehängen des bezeichneten Gebirges befindlichen Schrammen in die Nordsee, das Eismeer und weisse Meer; die an den SW-, S- und SO-lichen Abdachungen liegenden, in den östlichen Winkel der Nordsee, das Skagerack, Kattegat, die Ostsee und den baltischen Meerbusen. Fassen wir aber das uns hier zunächst interessirende Balticum ins Auge, und berücksichtigen dabei dessen allgemeine geognostische Verhältnisse, so erkennen wir eine vom Haupteismassendruck und von der Hauptabdachung des scandinavisch-lappländischen Gebirges abhängige, vorherrschend SO-liche bis S-liche Richtung der Schrammen, welche sich auf kuppigen und mit mehr oder weniger grossen Erhabenheiten und Vertiefungen versehenen Oberflächen massiger Felsarten zeigt und uns sowohl über den baltischen Meerbusen und die Ålands-Inseln, als über ganz Finnland und die Inseln des finnischen Meerbusens, sowie über die des Ladoga- und Onega-Sees hinweg, in das verhältnissmässig ebene, ostbaltische Gebiet silurischer und devonischer Gesteine führt und geleitet. Beim Eintritt in das letztbezeichnete Areal stellen sich aber häufig Schrammen ein, die zwischen NNO—SSW- und ONO—WSW schwanken, dann als solche weiter südwestlich, wie namentlich auf den Inseln Oesel und Gotland, noch grössere Bedeutung gewinnen und im Südbalticum, insbesondere auf dem Muschelkalk von Rüdersdorf bei Berlin, O—W. Richtung annehmen. Von den beiden, im Mittel

als SSO.liche und SW.liche zu bezeichnenden Hauptrichtungen der Schrammen, lässt sich erstere sowohl zu den gleichgerichteten, bedeutenderen Thälern Finnlands, als den flachen Längsfalten Est- und Livlands in Beziehung setzen, während die zweite Richtung in nicht so augenscheinlichem, jedoch, wie später erörtert werden soll, durchaus nicht ganz fehlenden Zusammenhänge mit dem betreffenden Bodenbau steht.

Das quantitative Verhältniss der Schrammen oder deren Frequenz belangend, treten uns nicht wenig auffällige Verschiedenheiten entgegen. In dem Gebiete, das ungefähr mit den höchsten Erhebungen des scandinavischen Gebirges zusammenfällt, vermissen wir die Schrammen fast ganz und haben es daher dort mit einer sowohl schramm- als eisfreien Firn- und Schneeregion oder Eisscheide zu thun. Die grösste Frequenz der Schrammen zeigt sich dagegen an den Küsten des Meeres und in den seereichen Gebieten Schwedens und Finnlands. Die Ursache dieser Erscheinung lässt sich zunächst darin finden, dass in dem Raume zwischen den durch Seemuscheln gekennzeichneten, in Scandinavien 400 bis 600, in Finnland bis 120 Fuss über dem Meere liegenden alten und den heutigen Küsten- und Uferlinien die Schrammen länger unter Wasser lagen und sich daher besser erhielten, als an blossliegenden höhern, der Verwitterung und dem Einflusse der Vegetation, insbesondere der Flechten und Moose, längere Zeit ausgesetzten Stellen. Eine solche Erklärung genügt aber nicht, wenn man einerseits berücksichtigt, wie gross und auffällig z. B. in Finnland der Unterschied zwischen der Quantität der Meeresküsten- und Landseeufer-Schrammen und derjenigen ist, die sich im N. des 63^o. Lat. und namentlich im Gebiete der Haupterhebung

des finnländischen Lapplands zeigen, und wenn man anderseits dessen gedenkt, dass an den Gletschern der Jetztzeit die Schrammung der Felsen in dem Maasse abnimmt, als man sich der Firn-Region und dem Anfange oder dem Heerde einer Gletschereismasse nähert. Selbst wenn wir ausser den Unterschieden der Verwitterung, auch noch die mit der Unwirthlichkeit des finnländischen Nordens verbundene geringere Kenntniss der schrammfreien Region in Rechnung bringen, reichen diese Momente doch nicht hin um das bezeichnete Fehlen oder Ausfallen der Schrammen zu erklären. Und es genügen solche Erklärungsgründe um so weniger, als sich im Terrain der sedimentären Gesteine Est- und Livlands noch kein Unterschied in der Frequenz der Schrammen nachweisen liess, und als hier, unter der schützenden Decke eines fetten Geschiebelehmes oder Richk und Plink, überall Schrammen vorzukommen scheinen. Aus diesen Erscheinungen wird man aber folgern dürfen, dass die Verschiedenheit der Schrammfrequenz eines grössern Areals vorzugsweise vom Relief des, den ältern quartären Gletschereismassen zur Basis dienenden Bodens abhängig ist. Der bis 1200 Fuss aufsteigende Felsboden Finnlands zeigt, je nach der geringern oder grössern Unebenheit desselben, einen Unterschied in der Rundhöckerbildung (s. oben) und Schrammfrequenz, während auf den Oberflächen der wenig geneigten sedimentären Gesteine des übrigen Ostbalticum weder Rundhöckerbildung noch ein Unterschied in der Schrammfrequenz beobachtet wurde.

Nachdem ich die Eindrücke dargelegt, welche sich aus den allgemeinsten Verhältnissen, oder den im grossen Maassstabe vertretenen Erscheinungen der Friction und deren Beziehungen zum äussern und innern Bau des Balti-

cum ergaben, wollen wir uns jetzt zu einer etwas specielleren Betrachtung des ostbaltischen Frictionsphänomens wenden.

Dass die Erhaltung der Schriffe und Schrammen vorzugsweise davon abhängt, ob ein Fels frei zu Tage liegt, oder mit einer ihn vor Vermittelung schützenden Hülle bekleidet ist, wurde bereits oben bemerkt. Der Verschiedenheit des Gesteines entsprechend findet man aber die Oberfläche desselben verschieden afficirt. Der Quarzit erscheint am wenigsten, Porphyr, Diorit und Granit-Gneis mehr, Dolomit und Kalkstein am stärksten abgeseuert, geritzt, geschrammt und gefurcht. Dahingegen wächst die Stärke und Schönheit der Glättung und Politur dieser Gesteine in umgekehrter Reihenfolge, d. h. mit ihrer steigenden Härte. Ferner zeigt sich, dass die härtern Stellen eines Gesteines gewöhnlich mit den weichern auf ein und dasselbe Niveau gebracht oder fortgeschafft sind und bemerkt man auf Kalksteinen nur selten leistenartige oder in anderer Weise hervortretende, aus härterem Material bestehende Erhabenheiten. Dagegen macht sich oft eine Verschiedenheit der geseuerten Oberfläche bemerkbar, die abhängig ist von der Richtung, aus welcher der Angriff erfolgte. Es lässt sich nämlich an den Rundhöckern der massigen Gesteine Finnlands, wenn auch nicht immer, so doch nicht gar selten eine nördliche, d. i. nach S. allmählig ansteigende, stärker geseuerte, mit ausgeschliffenen Vertiefungen versehene Stossseite, von der südlichen, oft steiler abfallenden, bis schroffen, ungeschliffenen Leeseite unterscheiden, woraus folgt, dass man es an solchen Stellen mit einer, im Allgemeinen südwärts gerichteten Bewegung des reibenden Mediums zu thun hat. Letzteres ersieht man ferner aus der vorherrschenden SO.

Richtung der zum Theil durch Gletscher hervorgerufenen, obenerwähnten Seethäler Finnlands und daraus, dass sowohl die Längsaxen der finnländischen Rundhöcker oder ellipsoidischen Kuppen, als die Wellenkämme geseuerter silurischer und devonischer Gesteinsoberflächen Est- und Livlands den Hauptschrammrichtungen entsprechen. Bei diesen Erscheinungen wäre aber noch daran zu erinnern, dass in Finnland die SO. lichen bis S. lichen Hauptrichtungen der Schrammen, Rundhöcker und Thäler, rechtwinklich zum Streichen der azoischen Gesteine (h. 3 bis $4\frac{1}{2}$) stehen, dass ferner im Kreise Pownetz des Gouv. Olonetz das Streichen der Schrammen mit demjenigen der Sedimentgesteine ziemlich übereinstimmt und dass endlich dieselbe Uebereinstimmung im obenbezeichneten silurischen und devonischen Gebiet für die Sattel- und Muldenlinien des gefalteten Bodens, oder die Streichlinien der Mulden- und Sattelflügel gilt.

Am lehrreichsten und der Untersuchung besonders werth sind die Schrammen an sich. Ihr Studium bietet indessen manche Schwierigkeit dar, indem sie uns, in Folge von Nachschliff und Verwitterung, gewöhnlich nicht mehr in der ursprünglichen Form entgegenreten. Auf jeder geschliffenen Felsoberfläche hat es im Laufe der Glacialzeit nicht an Schrammen gefehlt, von welchen ein grosser Theil ganz verschwunden ist, während der nachbleibende Theil mehr oder weniger stark verändert d. i., geebnet, geglättet, vertieft und verwittert ist, und sich lediglich die jüngsten Schrammen, jedoch auch nur dort gut und frisch erhielten, wo sie durch thonige Decken oder Wasser vor Erosion geschützt waren. Sowohl an ein und derselben als an verschiedenen Localitäten können die Schrammen von ganz verschiedenem Alter sein. Ob und wo sich etwa Felsoberflächen finden, welche

uns Schrammungen der ganzen Glazialzeit vorführen ist nicht leicht zu entscheiden. Ausgedehnte Flächen mit Schrammen, die seit der jüngern Quartärzeit unverändert blieben, stehen nur selten zu Gebote, und sind ausserdem die Frictionsphänomene nicht überall oder eigentlich nur ausnahmsweise recht genau studirt worden.

In Betreff ihrer Dimensionen verfolgt man die Schrammen, wie überall so auch im Ostbalticum, von den zartesten Ritzungen und feinern oder gröbern eigentlichen Schrammen bis zu den mehr oder weniger breiten und tiefen Rinnen, Furchen und Gruben, so dass bei etwaiger, zur Definition dieser Ausdrücke erforderlicher Breiten- und Tiefenangabe, der Spielraum ein ziemlich weiter und schwankender ist. Nur die Maximalmaasse dieser durch das Vorherrschen der Längsdimension und deutliche Anfangs- und Endpunkte gekennzeichneten Frictionserscheinung lassen sich mit etwa 6 Meter Länge, 60 cm. Breite und 25 cm. Tiefe feststellen. Im Allgemeinen herrschen die kürzern $\frac{1}{2}$ bis 1. M. langen Schrammen vor, und erklärt sich diese Kürze aus der Abnutzung der Reibsteine und daraus, dass letztere in Folge von Druck und Reibungswärme tiefer ins Eis gedrückt wurden oder sich bei der Eisbewegung in die Höhe hoben. Der Härtegrad der Unterlage und des Reibsteines, sowie das Maass des Druckes und die Art der Bewegung der teigartigen Eismasse machen das Längenmaass der Schrammen zu einem sehr veränderlichen. Statt der kurzen aufeinanderfolgenden Schrammen, liessen sich, unter Voraussetzung horizontalen Untergrundes, ungestörten einseitigen Druckes und sich nicht abnutzender Schrammsteine, zusammenhängende, lange eine grössere Strecke der Gletscherbahn, oder die längere Bewegung eines bestimmten Gletschertheiles darstellende

Schrammlinien denken. Die Kürze der Schrammen beweist aber gerade, wie mannigfaltig und wechselnd die Umstände waren unter welchen sich Schrammen bildeten. Aus demselben Grunde ist es unmöglich sicher zu bestimmen, ob und wie weit wir bei den in einer Richtung und Linie auf einanderfolgenden Schrammen, oder bei einer grössern Furche die Wirkung ein und desselben ritzenden Steines vor uns haben. Der ersten Schramme kann eine zweite genau entsprechende, oder nur parallele, oder von ihr abweichend gerichtete und sie, bei nicht zu entferntem Auseinanderliegen, kreuzende Schramme folgen.

Die Anfangs- und Endpunkte der Schrammen weisen auf geneigten Ebenen, wegen Verschiedenheit der Böschungswinkel und Böschungsrichtungen, keine constanten Unterschiede auf und hängt ihre Breite und Tiefe von der Härte der reibenden und geriebenen Medien ab, wenn auch im Allgemeinen die Intensität der Erscheinung an den Einsatzpunkten der Schrammen grösser ist als an den Ausgangs- oder Endpunkten. Auf ganz oder nahezu horizontalen Flächen zeigen sich nicht selten Schrammen, die in N., dem Anfangspunkte, am tiefsten sind, zuweilen hohlkehlig einsetzen und südwärts flacher werdend allmählig verschwinden, doch fehlt es auch nicht an Beispielen, wo eine Schramme in N. linienartig beginnt und in S. plötzlich sackartig aufhört.

In Hinsicht des grad- oder krummlinigen Verlaufes der Schrammen, herrscht, entsprechend den zur Controle der Schrammbildung angestellten Experimenten (Tresca) der gradlinige vor. An sehr langen Schrammen würden sich jedenfalls Curven herausstellen, während an den gewöhnlich kurzen, in kleinem Raume befindlichen, die Abweichung von der Graden nur ausnahmsweise eintritt.

Deutliche Krümmung der Schrammen bemerkte ich namentlich dort, wo sie aus einer Vertiefung in eine horizontale Ebene übergangen oder hinaufstiegen, und ist es nicht zweifelhaft, dass sowohl die graden als die krummen Schrammen Folge der Bewegung fest in Eis eingebackener Steine sind und dass bei den gekrümmten, das Eis seine Bewegungsrichtung veränderte. In Finnland folgen oder entsprechen, wie gesagt, die Richtungen der Hauptschrammen denjenigen der Längsaxen der Rundhöcker. Hier sieht man ausserdem, dass an den westlichen und östlichen Seiten der abgescheuerten niedrigen Granit-Gneis-Kuppen, und auch dort, wo sich Vertiefungen zwischen denselben befinden, die Schrammen nicht mehr bei der Hauptrichtung bleiben. Man bemerkt ferner, wie parallele, nicht weit von einander entfernte Schrammen diese Anordnung aufgeben und fächerartig an und auseinander rücken, um beim Aufhören der Vertiefungen oder stärkern Unebenheiten des Bodens, d. h. dieser Hindernisse, in die alte Hauptrichtung zurückzukehren. Das Aufsteigen der Schrammen an Erhabenheiten der Felsen ist in Finnland bis auf 65° verfolgt worden. Es genügen indessen schon bedeutend geringere Steigungswinkel um zu beweisen, dass an solchen Stellen die Schrammen nicht bei der Bewegung schwimmenden Eises gebildet werden konnten.

Das Verhältniss der auf einer Fläche zusammen vorkommenden Schrammen zu einander anlangend, finden wir letztere entweder in derselben oder in verschiedenen Richtungen hinter und neben einander und mehr oder weniger weit von einander entfernt, oder sich kreuzend. Wie bereits erwähnt, verfolgen wir gewisse constante oder Hauptrichtungen der Schrammen, die in verschiedenen grössern Gebieten nicht unwesent-

lich von einander abweichen. Dieselbe Erscheinung zeigt sich aber auch in enger begrenzten Arealen und muss hier die Bewegung des teigartigen und halbfüssigen Landeises oder auch des schwimmenden Eises, den verschiedenen äussern und innern Bedingungen entsprechend, die Verschiedenheit der Schrammrichtungen erklären, ein Thema das später umständlicher abgehandelt werden soll.

Uebertragen wir die erwähnten, nicht selten auf und zwischen Finnlands niedrigen Felskuppen und Rundhöckern anzutreffenden Erscheinungen der Schrammung auf die Felsflächen des ganzen Balticum, so sind damit zunächst die nach SO., SSO. und S. gerichteten Schrammen dieses Areals leicht erklärt. Denn wie es eine, durch die Allgemeinheit des Frictionsphänomens bewiesene, weitausgedehnte Gletschereisdecke gab, so musste diese Decke alle ihrer Bewegung entgegretende Hindernisse, insbesondere an Erhebungen des Bodens, so lange überwinden, als diese Erhebungen nicht das mittlere Niveau der ganzen Eismasse an Höhe übertrafen. Selbst die gegenwärtige Höhe des finnländisch-lappischen Gebirgskammes würde genügen, um einer von demselben herabkommenden Gletschereismasse das Uebersteigen der südwärts vorliegenden Bodenunebenheiten zu ermöglichen. Durch die flachen, heut zu Tage unter Wasser stehenden bottnischen und finnländischen Mulden, und über die sich aus denselben erhebenden Ålands-Inseln, Hochland und Tütters hinweg, konnte die Eisdecke ihren Weg in und über die wenig undulirte Oberfläche der sedimentären Gesteine des Ostbalticum fortsetzen. Die höchsten Schrammen weist Nord-Finnland in 1000' Höhe auf und verfolgt man sie auf Hochland bis gegen 500 Fuss hoch über dem Meere.

Bei der Verschiedenheit des Bodenbaues und des damit zusammenhängenden Eismassendruckes, konnten und mussten sich Eisbewegungen einstellen, die von den aufgeführten Hauptrichtungen bis nach Ost und West abwichen. Was indessen in dieser Beziehung an Beobachtungen vorliegt, ist von geringer Bedeutung und nicht vielmehr als eine Anpassung der Hauptschrammrichtungen an den Verlauf der Thäler, in welchen bekanntlich das Schrammeis-Phänomen sich weniger bemerkbar macht, als an Protuberanzen des Bodens. Als Beispiel auffälliger, in dieser Art erklärter Eisbewegungs- und Schrammrichtungs-Veränderungen möge hier eine Angabe dienen⁸⁴⁾, nach welcher die SO-liche Hauptbewegung des Eises in SW. Finnland, im flachen Thal der Loima, in eine OSO-liche übergeht, dann für kurze Zeit oder Strecke wieder erscheint um schliesslich im Puijoki und Wanda Thal zu einer südlichen zu werden. Liegen aber nur die Richtungs-Angaben der mehr oder weniger weit von einander entfernten Schrammen und nicht auch diejenigen des Fels-Reliefs vor, so wird man nur mit grosser Vorsicht aus jenen Richtungen Rückschlüsse auf den Bau des Untergrundes machen dürfen. Setzen wir z. B. von den SO-lich bis S-lich gerichteten Schrammen zwischen Lovisa und Frederikshamm⁸⁵⁾ nach Hochland¹⁹⁾ hinüber, so finden wir hier gleichgerichtete Schrammen sowohl nahe dem Meere, als bei Pochjakörkjä bis 307 Fuss, und am Haukawor bis 440 Fuss über demselben, dagegen auf den etwa 150 Fuss hohen Felsen der weiter südlich belegenen Insel Gross-Tütters⁸⁶⁾ WSW. und SW. streichende. Der Unterschied zwischen den Schrammrichtungen der Inseln Hochland und Tütters, oder die Abweichung von der Hauptstreichrichtung, die im Minimum 25°

beträgt, ist nicht so bedeutend, um den Gedanken auszuschliessen, dass alle diese Schrammen nicht demselben Gletscher zugeschrieben werden könnten. Die naheliegende Annahme, dass ein Thal zwischen diesen Inseln die Veranlassung jener Ablenkung gab, wird aber dadurch illusorisch, dass in dem bezeichneten Areal thatsächlich zwei durch die Untiefe Wikkala getrennte, 240 und 250 Fuss tiefe Thäler⁸⁷⁾ liegen. In anderm Lichte erscheint dagegen die Schrammung der Insel Tütters, wenn wir deren nach SW. und WSW. gerichtete Schrammen an mehreren Punkten des gegenüberliegenden estnischen Festlandes und weiter südlich, sei es nun allein herrschend, oder wie bei Narwa und auf Oesel und Gotland, von SO. streichenden beherrscht, oder im Gleichgewicht vertreten finden, und wenn wir endlich jene Ablenkung in Beziehung setzen zu dem Widerstande, den vielleicht einst der brüchige Nordrand des estländischen Silur der Eisbewegung entgegensetzte. Wünschenswerth wäre indessen, dass man die harten Quarzite von Gr-Tütters, auf welchen sich die Frictionserscheinungen besonders gut erhalten haben müssen, noch etwas genauer studirte und sich namentlich nach solchen Schrammen umsähe, die zum Kreuzen kommen und eine relative Altersbestimmung zulassen. Für den Kreis Powenez des Gouv. Olonetz erwähnt Inostranzew⁸⁸⁾ der Uebereinstimmung der Schrammrichtungen mit dem Bau des Untergrundes und insbesondere dem Streichen der Gesteine, von welchem sie nur um 20 bis 25° abweichen.

Aus dem obenaufgeführten Beispiele ersehen wir, welche Bedeutung die Kreuzschrammen für die Erkenntniss der Phasen der Glacialzeit haben und wollen daher an ihre speciellere Betrachtung gehen. — Wenn die meisten auf einer enger begrenzten Felsfläche nebeneinander auftreten-

den, parallelen oder auf einanderzulaufenden, jedoch nicht zusammenkommenden Schrammen, als solche angesehen werden können, die während ein und desselben oder eines nicht sehr lange dauernden Zeitraumes entstanden, so müssen dagegen zwei sich schneidende Schrammen, oder Kreuzschrammen von mehr oder weniger grösserer Verschiedenheit des Alters sein. Es lässt sich ferner annehmen, dass im Allgemeinen, der Grösse des Kreuzungswinkels entsprechend, auch die Schrammen in der Zeit, mehr oder weniger auseinanderliegen. Geringe Winkeldifferenzen werden wir dem Spielraum der Eisbewegung ein und derselben Gletscherphase zuschreiben können. Bei grösserer 90° bis 150° betragender Differenz wird aber — und insbesondere wo es sich um starke Vertretung gewisser constanter Schrammrichtungen handelt — zu entscheiden sein, ob man es mit einem veränderten Bewegungsmodus desselben Gletschereises, d. i. mit festländischen oder schwimmenden Eise, oder aber mit zweien, in der Verbreitung und Bewegung verschiedenen Gletschern zu thun hat.

Von den zahlreichen Localitäten, wo sowohl gewölbte als ebene Oberflächen massiger Gesteine Alt- und Neu-Finnlands, unbeschadet ihres teilweise härtern und weichern Materials auf dasselbe Niveau herabgescheuert sind und Kreuzschrammen führen, hebe ich beispielsweise folgende hervor: die Umgebung von Tammerfors, und namentlich die Kirchspiele Wesilaks, Tyrvis und Karkku, wo sich die Schrammen bis in 300 Fuss Höhe über dem Meer, unter einem Winkel von 65° d. i. zwischen $S25^\circ O$ und $S40^\circ W$ schneiden, während im Kirchspiel Messuby das Kreuzen mit nur halb so grosser Differenz, d. i. zwischen $S42^\circ O$. und $S70^\circ O$. erfolgte ⁸⁹⁾. Im nördlichen Theile des Ladoga Sees schneiden sich auf den Gneis der Insel Rekkala die Schrammen

in h. $9\frac{1}{2}$ und h. 12. Im Kreise Powenetz, am Nordende des Onega-See beobachtete Inostranzew ⁹⁰⁾ in der Umgebung der Dörfer Kus-Nawolok, Padansk, Listja Guba und Schunsk „zwei Schrammensysteme“ und betrug dort die grösste Abweichung der Schrammrichtungen, die im westlichen Theil des Kreises vorherrschend NNW—SSO, im östlichen vorherrschend N—S, oder NNO—SSW ist nicht über 20° . Auf dem Diorit der Onegassee-Insel Klimetzkoi verlaufen die Schrammen in h. $7\frac{1}{2}$, 9, $10\frac{1}{2}$ und $11\frac{1}{2}$ oder kreuzen sich, mit andern Worten, zwischen OSO. und SSW. unter 90° Grad ⁹¹⁾. Die Winkeldifferenz erscheint hier schon zu gross um sie durch blosse Modification der Bewegung ein und desselben Gletschers zu erklären. Zu bedauern ist aber, dass man noch nicht daran gedacht in den bezeichneten Gegenden, behufs der genauern Untersuchung geschliffener Felsflächen, die sich unter einer schützenden, insbesondere thonigen Hülle befinden, von derselben zu befreien. Auf diesem Wege wird man sehr wahrscheinlich das relative Alter der Schrammen oder den Entstehungsmodus derselben genauer nachweisen und bestimmen können: wo auf Frictionsflächen reines, oder Sand und Grand etc. führendes Wasser, wo reines Eis oder gefrorener thoniger oder lehmiger Schlamm mit und ohne eingeschlossene Steine, oder wo nicht gefrorener Detritus ohne Wasser wirkte. Mehr Aufschluss als Finnlands azoische Felsen geben in dieser Beziehung die wenig geneigten oder ganz schwach gewölbten Flächen der im Ostbalticum zu Tage gehenden devonischen und silurischen Gesteine. Sehr lehrreich waren mir insbesondere die horizontalen, an mehreren Stellen auf 2 bis 3 Meter Ausdehnung der Beobachtung zugänglich gemachten, geschliffenen und geschrammten Oberflächen devonischer Dolomite beim Dorfe Obraschtschina, zwischen

der Nikita und Panteleimon Kirche, ein Paar Werst oberhalb Pskow. Hier untersuchte ich im Verlaufe von 20 Jahren, bei mehrmaligem Besuche, einen auf der Höhe der rechten Seite des Welikaja-Thales, in etwa 100 Schritt Länge ausgedehnten, nicht bedeutenden Steinbruch und die z. Th. in meiner Gegenwart und auf mein Geheiss vom drüberlagernden festanhaftenden ungeschichteten, $\frac{1}{2}$ bis 1 M. mächtigen obern rothen Geschiebelehm befreiten, überall geschliffenen und geschrammten Dolomitflächen, die zu den höchsten Schichten der bei Pskow auftretenden Dolomitetage ⁹²⁾ gehören. An einer Stelle machte sich hier zunächst eine $\frac{3}{4}$ M. lange, 15 bis 20 mm. tiefe und bis 120 mm. breite, h. $3\frac{1}{2}$ verlaufende geglättete Concavität bemerkbar und traten die Schrammen, wenn man sie in ihren verschiedenen Richtungen von W. nach O. ordnet, folgendermaassen auf: in h. 7 und 8 *) einige wenige, nicht starke Ritzungen, dann in h. $9\frac{1}{2}$ und $10\frac{1}{4}$ die stärksten und auffälligsten, mehr oder weniger deutlich geglätteten in N. hohlkehlartig einsetzenden, bis 45 mm. breiten und 4 mm. tiefen Furchen; ferner in h. $10\frac{3}{4}$ und $11\frac{3}{4}$ sowohl 3–6 mm. breite, als ganz schmale, sowie endlich in h. $1\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$ und 5 vorherrschend feine rauhe, gleichsam frische und jüngste Schrammen. Der Altersunterschied dieser meist kurzen, nicht immer zur Kreuzung kommenden und selten deutlich ausgeprägten Schrammen liess sich nicht für alle Richtungen gleich gut feststellen, doch lagen die der Intensität nach vorherrschenden, zwischen h. 9 und 12 streichenden ohne Zweifel unter denjenigen in h. $1\frac{1}{2}$ bis 5

*) Bei Angabe der Streichrichtungen blieb die W—O.liche Declination unberücksichtigt, weil sie z. B. für St. Petersburg zwischen den Jahren 1854 und 1874 von $4^{\circ}48'$ auf $1^{\circ}37'$ sank und für unser Terrain zu gering ist um bei den bedeutenden Schwankungen der Schrammrichtungen wesentlich ins Gewicht zu fallen.

An einer anderen Stelle des Steinbruches beobachtete ich flache, breite, geglättete Hauptfurchen in h. $10\frac{1}{2}$ und schmale Striche oder Schrammen in h. 7 bis 9, über welche letztere zahlreiche, ganz feine und jüngste h. 12 streichende Ritzungen hinwegzogen. Wie hier, so fehlten auch anderorts die h. $1\frac{1}{2}$ bis h. 5 gerichteten feinen Ritzungen, oder es zeigten sich ebenso feine, die aber die Richtung der in h. $9\frac{1}{2}$ bis h. 12 streichenden Hauptfurchen einhielten und z. Th. in deren geglätteten Vertiefungen verliefen. Hier und da machten sich endlich an den Seiten der horizontalen Frictionsflächen freiliegende vertikale Aussenränder oder Bruchflächen der obersten Schicht bemerkbar, die bis auf 50 mm. Tiefe abgeschliffen waren und an deren obern Rande und der sich daran schliessenden Ebene die Schrammlinien dann und wann eine Krümmung oder Curve zeigten. Dass diese Bruchflächen schon vor der Friction existirten unterliegt keinem Zweifel, doch konnte ich sie leider nicht in grösserer Ausdehnung verfolgen und nur feststellen, dass einige derselben zum offenen Welikaja-Thal hin bloss lagen. Hervorzuheben wäre endlich noch, dass der, die geschrammte Dolomitebene hier zuletzt und jetzt überlagernde, obere rothe Geschiebelehm nicht oder nicht immer die Ritzung seiner Unterlage veranlasste, da an der Basis der in ihm enthaltenen, fest auf dem Dolomit liegenden Quarz-, Feldspath-, und Kalksteinstücke an zwei Plätzen keine Spur von zugehöriger Schrammung oder Vertiefung zu entdecken war.

Nach dem Vorausgeschickten lassen sich also hier unter den von W. durch N. nach O., in ihrer Richtung um 150° differirenden Schrammen zwei Gruppen unterscheiden: eine ältere, die durch stärkere, längere, mehr veränderte, insbesondere geglättete, zwischen NW—SO. und N—S. streichende Furchen oder Schrammen vertreten ist und eine

jüngere, in welcher im Allgemeinen schwächere, kürzere, weniger veränderte, ungeglättete, rauhe Ritzungen ihre Richtung zwischen WNW—OSO. und ONO—WSW. haben. Da aber bekanntlich Schrammen nur durch Steine hervorgerufen werden, die fest in bewegtem Eise oder gefrorenem Schlamm stecken, so fragt es sich nun, ob oder wie weit wir es hier mit Gletschereis zu thun haben, das sich auf dem Festlande oder im Wasser bewegte. Zunächst ist es wenig wahrscheinlich, dass auf einem ausgedehnten, beinahe horizontalen Felsboden, selbst im Laufe längerer Zeit die Bewegungsrichtung ein und derselben festländischen Gletschermasse oder Eisdecke um 150° geschwankt haben sollte. Auch wenn wir ferner annehmen, dass das Landeis beim Vorrücken ins Wasser gelangte, letzteres verdrängte und dadurch etwas leichter über den Boden glitt, so handelte es sich dabei doch um ausgedehnte, zusammenhängende Eismassen, deren Bewegung nur wenig von einer gewissen Hauptrichtung abweichen konnte. Berücksichtigen wir endlich das stete Vorhandensein oder beständige Vorkommen der SO. bis S. gerichteten ältern Schrammen, sowie die Krümmung und das stellenweise Fehlen oder Vorherrschen bald dieser bald jener, zwischen WNW—OSO und ONO—WSW streichenden jüngern Ritzungen, so liegt es nahe, erstere dem Landeise und letztere dem Schwimmeise zuzuschreiben. Ein Zurückführen der beiden Schrammgruppen auf zwei verschiedene Eisperioden ist aber deshalb schwierig, weil wir dann für unsern fast horizontal erscheinenden sedimentären Boden ein früher wesentlich anderes Relief annehmen müssten und weil in der Zwischenzeit zweier solcher, was die Configuration des Bodens betrifft, sehr verschiedener Perioden, sowie während des dabei statthabenden Vergehens alter und Werdens neuer Eiscom-

plexe, doch wohl an ein und derselben Stelle, wenn diese unbedeckt blieb, die Erscheinungen der ersten Frictionsperiode von denjenigen der zweiten verwischt worden wären. Die Schwimmeis- oder Driftzeit kann lange gewährt haben und erhielten sich deren Schrammen unter Wasser- oder Thonbedeckung besonders gut. Der undurchlassende rothe ungeschichtete Geschiebelehm war im vorliegenden Falle die letzte, beim Aufhören der Gletscherbewegung und nach dem Schmelzen des Eises zum Stillstand gekommene ursprüngliche Grundmoraine, die aus oberm, d. i. von der Oberfläche des Gletschers auf seinen Boden gelangten, und aus unterm, durch Friction der Gletscherbasis entstandenen Detritus gebildet wurde.

Noch besser belehrt uns über die Art und Weise der Schrammung und Friction überhaupt eine, mit nicht mächtigem Kalkstein-Schotter und anderm Detritus bedeckte, ebenfalls in grösserer Ausdehnung gescheuerte, fast horizontale silurische Kalkstein- oder Dolomitfläche bei Orriak auf der kleinen Insel Kassar, an der Südseite Dagdens. Der beiliegende Lichtdruck stellt den in der Natur 225 mm. langen und 165 mm. breiten Theil einer im geologischen Cabinet der Universität Dorpat befindlichen, grössern Steinplatte dar, die uns folgende Erscheinungen vorführt. Auf der geglätteten und mit verschiedengerichteten Schrammen versehenen Fläche bemerken wir, im Gegensatz zu den obenerwähnten hohlkehlig einsetzenden Furchen des devonischen Dolomites an der Welikaja, mehre bei a, b und c wie mit einem Stabmeissel hergestellte, von zwei parallelen gradlinigen Rinnen begrenzte, 3, 5 und 12 mm breite, bis 100 mm. lange, und die Umgebung bis $\frac{1}{2}$ mm. überragende Leisten. An der nördlichen, ziemlich steil aufsteigenden Stossseite dieser Leisten, zeichnet sich das Ge-

stein durch grössere Härte aus, eine Härte die z. B. bei c durch das deutliche Gerüst einer *Calamopora* hervorgehoben wird. Das scheuernde und furchende Medium war hier nicht im Stande den Widerstand zu überwinden, und könnte man geneigt sein die Entstehung der Erhabenheiten bei a, b und c dadurch zu erklären, dass einige, 3 bis 12 mm. von einander im Eis oder gefrorenen Schlamm steckende Steinchen die seitlichen Rinnen hervorriefen, während das zwischen ihnen liegende Eis durch die härtern Stellen des Gesteines fortgerieben wurde. Die auffällige, oft und z. B. bei d. und e. wiederkehrende Paarigkeit der Rinnen, beweist aber eine derartige Abhängigkeit letzterer von der Breite der mehr Widerstand leistenden Stelle, dass man diese Rinnen weder zweien Steinchen zuschreiben, noch auch als gewöhnliche Schrammen bezeichnen darf, sondern sie als Reibungsgrenzen ein und derselben Scheuermasse anzusehen hat. Dagegen werden wir sowohl die, gleich unterhalb der steil aufsteigenden Stossseite der Protuberanz sich zeigende, spitzwinkelige Begrenzung letzterer, als auch die, inmitten der Längserstreckung von a. 1, ein neues Obstaculum umgehende, gekrümmte Vertiefung oder Furche, für das Ergebniss der Thätigkeit eines mit feinem Schleifmaterial versehenen Wassers halten müssen, welches sich in der Art des Schlammwassers eines Wascheerdes bewegte. Dass die härtern Stellen der Platte, z. B. an der *Calamopora* bei c, besser polirt erscheinen als die weichern, kann uns nicht wundern. An der Stelle, wo sich zwischen a. und c. eine rauhe Vertiefung zeigt, ist ein geschliffenes Stück der Platte herausgefallen.

Die Richtung der beschriebenen, an einigen Stellen, wie bei d. und e., durch spätere Friction ganz entfernten

bandartigen Erhabenheiten ist vorherrschend h. $11\frac{1}{4}$ und zeigen sich in derselben Richtung auch einfache lineare Schrammen. Ausserdem verfolgt man Schrammen in h. 9, $10\frac{1}{8}$, $10\frac{7}{8}$, (f. 1) $12\frac{1}{8}$ (f. 2) $12\frac{3}{8}$, $1\frac{5}{8}$ — $\frac{7}{8}$ (g) die somit um 73° differiren. Fassen wir aber das gegenseitige Verhältniss aller dieser Schrammen etwas genauer ins Auge, so erkennen wir am Maass ihrer Tiefe und Veränderung, resp. Glättung, sowie am Modus ihrer Kreuzung, dass die in h. $10\frac{7}{8}$ und h. $11\frac{1}{4}$ die stärksten sind und unter den in h. $12\frac{1}{8}$ und $1\frac{7}{8}$ gerichteten liegen. Hier überzeugt man sich ganz ebenso gut wie auf dem devonischen Dolomit bei Pskow davon, dass die Schrammen von W. nach O. hin im Allgemeinen nach einander gebildet wurden, und dass deshalb die jüngern östlichern weniger verändert und weniger geglättet erscheinen als die westlichern ältern. Die auffällige Glättung der in h. $11\frac{1}{4}$ streichenden Furchen ist freilich, wie gezeigt wurde, nicht allein ihrer längern Existenz zuzuschreiben; zu den zarten rauhen und frischen Ritzungen in h. $1\frac{5}{8}$ bis $1\frac{7}{8}$ kommt aber (bei g1.) auch noch eine deutliche Streifung hinzu. Nach dem Vorausgeschickten finden wir auf den silurischen Dolomiten von Kassar, fast gerade so wie auf den weit entfernten devonischen Dolomiten von Pskow, gewisse vorherrschende und stärkere NNW—SSO. streichende Schrammen die dem Landeis, und andere N—S. und NNO—SSW. gerichtete schwächere, die dem Schwimmeis zugeschrieben werden können.

Verfolgen wir die Frictionserscheinungen auf der Kassar gegenüberliegenden Insel Dagden, so haben wir hier beim Pühhalep Kirchenkrüge, am Wege zum Meere, auf einer geglätteten, etwa 6° nach N. abfallenden Kalksteinfläche zahlreiche h. $11\frac{2}{8}$, $11\frac{5}{8}$, $11\frac{6}{8}$, 12 und $12\frac{3}{8}$

streichende, in ihren Richtungen im Ganzen um 17° differierende Schrammen. Leider fehlt es mir für diese Localität an genauern Aufnahmen oder Belegstücken und bin ich auf die bildliche Darstellung der Schrammen angewiesen, der ich entnehme, dass die in h. $12^{3/8}$, 12 und $11^{6/8}$ die stärkeren, 7 bis 8 mm. breiten, die in h. $11^{5/8}$ und $11^{2/8}$ die schwächeren, 2 bis 3 mm. breiten sind, und dass die in h. $11^{2/8}$ sich mit denjenigen in h. $11^{5/8}$ kreuzen. Während somit die Schrammen auf der Insel Kassar und beim Pühhalep Krüge auf Dagden in Betreff ihrer Richtung und Kreuzung eine gewisse Uebereinstimmung aufweisen, soll eine im J. 1853, nicht weit von jenem Krüge, im Garten des Pastorates Pühhalep blosgelegte Schlißfläche eines entsprechenden Kalksteines (⁹³) ältere, schwächere h. $4^{1/8}$ (WSW.) und diese kreuzende jüngere, tiefere oder stärkere, h. 3 (SW.) streichende geführt haben. Im Gebiete des Pastorates und Kirchenkruges von Pühhalep differierten hiernach die Schrammen um etwa 80° . Die stärksten derselben lagen um h. 12 herum und erschienen die in h. 3 jünger als die in h. $4^{1/2}$.

Für die Schlißflächen des übrigen Ostbalticum und ebenso des Südbalticum fehlt es an genauen Beobachtungen und z. Th. wohl auch an Localitäten wo die Friction recht deutlich und lehrreich in die Erscheinung tritt, oder gut erhalten ist. Auf Oesel und Moon sollen sich Kreuzschrammen zeigen, unter welchen die NO—SW.lichen auffälliger sind und findet man in Nord-Gotland NW—SO-Schrammen, während im übrigen Areal der Insel die NO—SW.lichen vorherrschen. Vom Rüdersdorfer Muschelkalk sah ich in der Sammlung der Berliner Universität Schlißflächen mit parallelen Hauptschrammen von etwa 30 cm.

Länge und 2 mm. Breite, die in h. 6, und dem Bau der Riesenessel entsprechend ⁷⁵) vielleicht von O. nach W. gezogen wurden, ferner jüngere, feine Ritzungen von 5—6 cm. Länge in h. $7^{1/2}$ (OSO—WNW) und ausserdem zahlreiche ganz kurze, kommaähnliche, sowie auch einige viel längere in h. 12. (N—S.) Nach einer Mittheilung der Vossischen Zeitung zu Berlin, vom 2. Juli 1879 herrscht am Alvensleben Bruch zu Rüdersdorf, in 250 Fuss über dem Meere, die dem Streichen der Schichten entsprechende O—W. Richtung (h. 6 bis 3) der Schrammen vor und macht sich nur an tiefer gelegenen Stellen des 12° bis 25° nördlich ein fallenden Kalksteins, die N—S.liche (h. 1 bis 2) mehr bemerkbar. Die Schrammrichtungen differiren hier somit zusammengenommen zwischen h. 12 und h. $7^{1/2}$, um 115° . An den Gletscherschlißen des Quarzporphyrs in der nähern und weitem Umgebung Halle's ⁷⁷) wären zu erwähnen: die Streifen oder Schrammen bei Landsberg in h. $10^{3/4}$ bis 11; ferner die am Rainsdorfer Berge in h. 12 furchenartig und zolltief gehobelten, sowie die am Pfarrberge ebenso gerichteten, welche sich mit andern unter 30° kreuzen.

Die Erscheinungen der Friction und namentlich der Schrammung devonischer und silurischer Gesteine des Ostbalticum lehrten uns zwei Bewegungsarten des Eises und zwei besondere, damit zusammenhängende Gruppen von Bewegungsrichtungen kennen, von welchen Gruppen die eine, dem Landeise zugeschriebene, Schrammen zeigt, die zwischen NW—SO. und N—S streichen, und die andere, auf Wasser-, Schwimm- oder Drifteis zurückgeführte, einen viel grössern, zwischen WNW—OSO. bis ONO—WSW. schwankenden Spielraum der Richtungen aufweist. In der ersten Gruppe mussten die Schrammen im Allgemeinen stärker ausgeprägt sein als in der zweiten, doch

fehlte es nicht an Ausnahmen, wie bei Pühalep auf Dagen, wo die NO—SW-lichen, und bei Rüdersdorf, wo die O.—W-lichen die stärkern waren. Die verschiedene Entstehungsweise der Schrammen kann nur dort festgestellt werden, wo sie sich unter grössern Winkeln schneiden und eine relative Altersbestimmung zulassen, doch sind diese Bedingungen nur selten in hinreichendem Maasse erfüllt und ist daher der genetische Nachweis oft eine unsicherer. Wenn wir z. B. geneigt sein müssen die O—W-Schrammen von Rüdersdorf als Schwimweis-Schrammen anzusehen, die jünger sind als die daselbst und auf dem Porphyrt bei Halle N—S. gerichteten, so würde sich für sie gerade das umgekehrte Verhältniss ergeben, wenn auf Süd-Gotland, Oesel etc. die NO—SW-Schrammen als Landeis-schrammen erkannt wären, mit welchem sich feine N—S-Ritzungen kreuzen. An einem gut beobachteten und vollkommen festgestellten Beispiele letzterer Art gebricht es überhaupt noch ganz, doch finden wir in den auf Gotland thatsächlich und auf Oesel angeblich vorherrschenden NO—SW-Schrammen eine gewisse Uebereinstimmung mit den NNO—SSW. gerichteten Längsfalten des kurländischen und ostpreussischen Festlandes und des benachbarten Ostseegebietes. Dieselbe Uebereinstimmung gilt für die O—W-Schrammen von Rüdersdorf und das OSO—WNW-liche, namentlich in der märkischen Braunkohle ausgesprochene Streichen der Bodenfalten Norddeutschlands. In Finnland nebst östlicher Nachbarschaft, bemerkt man bis zur Südgrenze der azoischen Gesteine, welche durch den finnischen Meerbusen, Ladoga- und Onega-See zieht, ein unzweifelhaftes Vorherrschen der im Mittel NNW—SSO. gerichteten, dem gesammten Bodenbau entsprechenden Schrammen. Mehr oder weniger stark von dieser Richtung abweichende Schrammen konnten zumeist auf eine

Veränderung der Landeisbewegung zurückgeführt werden, die vom Relief des Untergrundes abhing. In der Mitte der Längserstreckung des Onega-Sees erscheinen aber auf der Insel Klimetzkoj die zahlreichen Schrammen mit einer Richtungs-Differenz die zu gross ist, um sie, und namentlich die SW-lichen Schrammen, auf die veränderte Bewegung ein und desselben Gletschers zurückzuführen. Ein solches Zurückführen wird noch schwieriger im schwach und flach undulirten silurischen und devonischen Terrain Ingermanlands, Est-, und Livlands, wo zu der, im Ganzen vorherrschend NNW—SSO-lichen, mit dem Streichen der Bodenfalten übereinstimmenden Schrammrichtung hier und da eine SO-liche tritt und an einigen Localitäten sogar den Vorrang erhält. Mit der Grenzregion der bezeichneten azoischen und sedimentären Gesteine erhebt sich die Frage, ob es sich hier, und beispielsweise auf Gr. Tütters und bei Narwa, um den veränderten Modus der Eisbewegung einer Gletscherperiode oder um die verschiedenen Eisbewegungen zweier Perioden handelt. Wie schwierig es ist die Erklärung dafür zu finden: wie sich auf dem sedimentären, beinahe horizontalen Felsboden des Ost- und Südbalticum so bedeutende Veränderungen der Bewegungsrichtungen ausgebreiteter Gletschermassen oder Landeisdecken, sei es in einer oder zwei Eisperioden vollzogen, liegt auf der Hand. In Betreff desselben Problems glaube ich aber, vorgreifend, schon hier daran erinnern zu müssen, dass alle die oben aufgeführten Beispiele geschliffener und geschrämter Felsflächen uns keinen Fall kennen gelehrt haben, wo diese Flächen unter zweifellos ältesten Gebilden der Eiszeit und insbesondere unter grauem Geschiebelehm ruhten. Eine solche Localität ist soviel ich weis, überhaupt noch unbekannt und fehlen daher die Mittel um auf diesem directen Wege zu erfahren,

ob es eine besondere erste oder ältere Glacialperiode gab, da dann unter jenem Lehm weder Landeis- noch Driftschrammen fehlen dürften. An gewissen Localitäten liessen sich freilich unter dem ungeschichteten grauen Geschiebelehm auch nur Landeisschrammen denken, die denjenigen entsprechen könnten, welche wir soeben auf den, von oberm rothen Geschiebelehm überlagerten, devonischen Dolomitflächen als ältere bestimmten. Ebenso schliessen zwei in ein und demselben grossen Gebiete aufeinanderfolgende Eisperioden nicht die Möglichkeit aus, dass sich in einzelnen Regionen und insbesondere näher zum Eisheerde hin, das Eis nicht während beider Perioden erhalten habe. Wie es aber nach dem Verlaufe zweier Eisperioden nicht an Stellen fehlen konnte, wo sich nur die, unter ältern Quartärgebilden liegenden, Frictionserscheinungen der ersten Periode zeigen, so wird die Frictionsarbeit der zweiten Periode, nicht selten über derjenigen der ersten fortgesetzt haben. Eine unter grauem Geschiebelehm ruhende geschliffene Felsfläche muss unter sonst gleichen Bedingungen stets weniger afficirt erscheinen, als eine unter oberm rothem Geschiebelehm befindliche. Ausser der Erörterung dieses Problems wird aber noch zu bestimmen sein, ob und wie weit jede entweder mit muthmaasslicher Wasserverdrängungs- oder Schwimm-Eisschrammung versehene Stelle dem Schlussacte einer Eisdecken-, und damit verbundenen von N. nach S. zunehmenden Schmelzwasser Existenz angehörte, oder ob und wo das von Nord her SO-lich bis S-lich bewegte Landeis in ein Wassergebiet trat und hier, je nach der Tiefe und Ausdehnung des Wassers, in demselben zusammenhängend vordrang oder zum Kalben gebracht, als Schwimmeis in verschiedenen südlichen, temporär vorherr-

schenden, oder durch den Bau eines grossen oder mehrerer kleinerer Wasserbehälter bestimmten Richtungen weiterzog.

Wir dürfen das Thema ostbaltischer Schrammen nicht verlassen, ohne vorher noch zu erörtern, wie weit dieselben dem Einflusse der Jahreseisbewegung zugeschrieben werden könnten. Es handelt sich dabei zunächst um gewisse Eisschiebungen die wir heut zu Tage an unsern Flüssen, Landseen und den Küsten der Ostsee in zuweilen grossartigem Maassstabe auftreten sehen und von welchen man, in Rücksicht dessen, dass zur Schrammung einer Kalksteinfläche kein grosser Druck erforderlich ist, wohl eine Wirkung dieser Art erwarten durfte. Dennoch liegt noch keine Beobachtung über eine Schrammung silurischer oder devonischer fester Gesteine durch Jahreseisschiebung vor. Eine devonische Dolomitfläche der Düna-Insel Dahlen, oberhalb Riga, zeigte mir an der Stelle, wo ein 2—3 Fuss dicker Granitblock beim Eisgange aufs Ufer geschoben worden, nur einen, wenn auch deutlichen, so doch äusserst schwach ein- oder abgeriebenen bandartigen Streifen. Wie leicht anderseits aber Kalksteine und Dolomite von einem nicht harten jedoch continuirlich linear reibenden Körper gefurcht wurden, lehrte mich eine devonische Kalksteinwand zwei Kilometer unterhalb der Ewst-Mündung in die Düna. Hier wurde ich anfänglich sehr überrascht, durch zahlreiche, 3—4 mm. tiefe und breite Furchen oder Rinnen, die sich nach weiterer Nachforschung, daraus erklärten, dass Leitseile, an welchen die Böte wegen starker Stromschnelle flussaufwärts gezogen werden, sich an einer vorspringenden Stelle des Felsufers in dasselbe hinein rieben. Für die den Dolomit an Härte bedeutend übertreffenden massigen Gesteine des Ostbalticum liegen nur wenige Beobachtungen vor. Am Ostufer des Onega-See bemerkte ich in der Nähe

des Bessow-Noss (Teufels-Cap), auf dem mit zahlreichen NW—SO. streichenden Glacialschrammen versehenen Granit, einen 2 Fuss Durchmesser besitzenden Granit-Block, der bei seiner, durch Eisschollen bewerkstelligten, NO-lich gerichteten Hinaufschubung, nur eine durch hellere Färbung vom übrigen Granit verschiedene Wegespur hinterlassen hatte. Auf dem Quarzit der, südlich von Hochland, im finnischen Meerbusen belegenen Insel Gross Tütters konnte Krapotkin ⁹⁴⁾, selbst dort nur eine kurze Furche finden, wo riesige bis 14 Fuss hohe und dicke, 1240 Cub. Fuss besitzende und 6000 Pud wiegende Steinblöcke, bei einem NW-lichen, im Februar 1869 statthabenden Sturme und einer gleichzeitig 40 Fuss Höhe erreichenden Zusammen- und Fortschiebung der Eisschollen, aus dem Meere gehoben und gegen 100 Fuss weit aufs trockene Ufer geschoben worden waren. Warum bei solchen Gelegenheiten nicht mehr und auffälligere Schrammen gebildet werden, erklärte mir eine Eisschiebung am flachen livländischen Landsee "Wörz-Järw" im April 1868 ⁹⁵⁾. Bei Bildung der dort 30 Fuss Höhe erreichenden Eiswälle fand anfänglich ein durchaus nicht gewaltiges und weitreichendes Vorsicherschleichen und Zusammenschleichen von Erde und Steinen durch eine einfache Jahreseislage statt, doch folgten dann mehre, über die, als Basis dienende erste Eislage leicht hingleitende, und vorher, vom Boden des flachen Sees, kleinere und grössere Geschiebe heraufhebende Eisschichten, welche diese Geschiebe mit der letzten Schicht fast bis zum Gipfel des Eiswalles hinautbrachten und bei der Eisschmelze zu Boden sinken liessen. Von der Wirkung eines fest in Eis eingebackenen und unter dem vertikalen Drucke einer mächtigen Eismasse stehenden und bewegten Steines fehlte hier jegliche Andeutung. Dass aber unter gewissen seltenen

Bedingungen auch bei dergleichen Eisschiebungen Schrammung erfolgen konnte, wies bereits Lyell ⁹⁶⁾ in der Fundy Bay Neu Schottlands und Lopatin ⁹⁷⁾ am Jenissej nach. An letzterm Flusse, und zwar an seinem untern, nördlichen Theile, bemerkte Lopatin auf dem aus Kalkstein, Dolomit, Variolit und festen Sandstein bestehenden Ufer, zuweilen ganz regelmässige gerade und parallele Schrammen, und erklärte diese Erscheinung aus dem wiederholten Zufrieren und Aufgehen des Flusses und dessen Eisgängen und Eisschiebungen bei erhöhtem Wasserstande. Behält man aber nur die in grössern Arealen des Ostbalticum erscheinende Continuität der Schrammrichtungen im Auge und beispielsweise die auf der obengenannten Insel Tütters, an verschiedenen Stellen von NNO—SSW. oder NO—SW. über den Granit und Quarzit hinziehenden Schrammen, so wird man die Wahrscheinlichkeit einer grössern Bedeutung der Eisschiebungsschrammen aufgeben müssen. Die grossartigen Schiebungen und Pressungen arctischer Eisfelder, über welche die österreichisch-artische Expedition der Jahre 1872—1874 berichtete, fanden nicht an der Küste, sondern am Grenzgebiete eisbedeckten und offenen Meerwassers statt.

Als Zeugen einer, durch Schliff und Schrammung gekennzeichneten Friction der Eiszeit, haben wir ferner der sogenannten Scheuersteine zu gedenken, d. i. der Geschiebe mit einseitiger Scheuer- und Schrammfläche, welche im ganzen Ost- und Südbalticum und bis hart an den Rand des Riesengebirges ⁹⁸⁾, sowie bis in die Gouvernements Tambow, Tschernigow und Wätka ⁹⁹⁾ verfolgt wurden. Denn sie entsprechen den unter die Sohle heutiger Gletscher gerathenen und dort in deren Eis eingebackenen Steinen, welche bei ihrer Bewegung, nicht die Felsunterlage schuerten und furchten, sondern von derselben ge-

schliffen und gefurcht wurden. Zu solchen Scheuersteinen mag auch ein Granitgeschiebe gehören, das zwischen Kerro und Lelle in Nordlivland gefunden wurde ¹⁰⁰⁾. Es können aber Frictionserscheinungen auch an grossen Geschieben vorkommen, die entweder einen Theil des anstehenden Untergrundes eines Gletschers bildeten, oder sehr fest in dem gefrorenen Untergrunde steckten. Zu den Geschieben ersterer Art scheint mir der, wahrscheinlich aus Gotland stammende, angeblich scharfkantige, 20 Fuss lange und 12 Fuss hohe obersilurische Kalkstein-Block zwischen Jacobowo und Gorshdü (Garsden) im Gouv. Kowno (39° 8' Lat. und 55° 47' Long.) gehört zu haben, an dessen Resten und Bruchstücken ich deutlichen Schliff beobachtete. Von Geschieben, die nur an einer Seite Furchen und Schrammen führten, welche dadurch entstanden dass diese Geschiebe fest in dem, die mineralische Hülle ersetzenden Bodeneise steckten und durch Flusseisschiebungen afficirt wurden, berichtete der obenerwähnte Herr Lopatin in seinen Jenissej-Beobachtungen. Dass aber die wie mit einem Stabmeissel hergestellten Erhabenheiten der obenbeschriebenen Kassarplatte nicht mit dem Phänomen der Scheuersteine zusammenhängen können, bedarf hier kaum weiterer Auseinandersetzung.

Zu den in der Quartärzeit stattgehabten Veränderungen fester vorquartärer Felsoberflächen gehören auch die bekannten cylindrischen Riesentöpfe oder Riesenkessel. Als Wassersturz- und Wirbelgebilde hatten sie an und für sich nichts mit dem Eise zu thun, entstanden aber grösstentheils in der Glacialzeit und innerhalb des Gletschergebiets. Unter den zahlreichen Riesentöpfen Finnlands ¹⁰¹⁾ befinden sich bei Lovisa einige auf der Höhe einer Kuppe und in der Nähe wohlerhaltener N. 17° W—S. 17° O strei-

chender Schrammen. In den silurischen und devonischen Gesteinen, die gewöhnlich stark zerklüftet sind, kenne ich sie nicht und habe nur an den Gipfeln wenig umfangreicher und niedriger schildförmiger Erhabenheiten des devonischen Dolomites im Bette der Düna, bei Keggum oberhalb Riga, unbedeutende, durch Wasserbewegung verursachte Löcher bemerkt. Im sehr weichen Zechstein Kurlands wurde bei Lukken ein 5 Fuss tiefer und 1 Fuss weiter Riesentopf gefunden ⁷³⁾, der mit rothem Geschiebelehm erfüllt gewesen sein soll. Der jurassische Gyps von Wapno im Regierungsbezirk Bromberg zeigte ⁷⁴⁾ eine Menge geschlossener, kesselartiger Vertiefungen, von ein Paar Fuss, bis zu 12 Fuss Durchmesser, welche sich mit ihren steilen, glatten Wänden, vollständig geschlossen, bis zu 6 Fuss Tiefe in die Oberfläche des Gypses einsenkten. In einigen dieser Kessel wurden nördliche Geschiebe gefunden, deren Durchmesser kleiner als der des Kessels war. Bei Rüdersdorf treten nach Nötling ⁷⁵⁾ im Diluvium geologische Orgeln und im Schaumkalk (Muschelkalk) bis 4, 6 M. tiefe und 1, 2 M. breite Riesenkessel in grösserer Anzahl auf. Dass letztere, wie Nötling meint, entstanden sind als das Diluvialeis den Boden bedeckte und das Wasser der Gletscherbäche in die, parallel der Eisbewegung, von O. nach W. gerichteten Gletscherspalten, stürzte und mit Reibsteinen die Höhlungen erzeugte, ist freilich noch nicht hinreichend bewiesen, doch spricht das gleichzeitige oder benachbarte Vorkommen der Schrammen wenigstens für einen Vorgang der in der Glacialzeit statthatte. Wie gering der Reibungseffect strömenden Wassers auf Kalksteinflächen ist, lehrten mich die ausserordentlich gut erhaltenen, gleichsam frischen Diluvialschrammen im geschiebereichen Bette der flachen, ziem-

lich rasch fließenden Ewst bei Friedrichswalde, an der Ostgrenze Livlands. Es erinnerte mich diese Erscheinung an Agassiz' Erstaunen¹⁰²⁾ darüber, dass an der Mündung des Handeck-Wasserfalls, durch das Wasser der schuttreichen Aar, weder eine Glättung des Gneises noch eine Abrundung der scharfen Kanten seiner Tafeln hervorgerufen worden waren. Unter gewissen Bedingungen des Bodenbaus bewirkt dagegen ein bewegtes, sandführendes Wasser sofort Glättung der Felsen. Diese Erscheinung lässt sich an einigen Granitflächen bei Helsingfors und Wiborg und in der Umgebung der Riesentöpfe am Imatra-Wasserfall gerade ebenso verfolgen wie am Granit der Kataracten des Nils bei Theben.

Nächst den oben erörterten, in der Glacialperiode erfolgten augenfälligsten Veränderungen älterer fester Gebilde, haben wir nun noch den in derselben Zeit und in Folge entsprechender Ursachen sich vollziehenden, wegen allmählichen Verlaufes und wegen späterer Beeinflussung, oder aus anderen Gründen, weniger deutlich in die Erscheinung tretenden Oberflächenveränderungen des vorquartären Bodens nachzugehen.

Die durch Eisbewegung hervorgerufene Schleifung Scheuerung und Schrammung des festen Untergrundes musste im Laufe längerer Zeit die Unebenheiten desselben ausgleichen, da bei diesem Prozesse die Erhabenheiten mehr entfernt, als die Vertiefungen vertieft wurden. Das Maass dieses Effectes darf aber nicht überschätzt werden und kann z. B. dort nicht bedeutend gewesen sein, wo die Schrammen in der Entstehungszeit muthmasslich weit auseinanderlagen und auf ein und derselben Kalkstein-Fläche mehr oder weniger guterhalten und erkennbar neben- und über-

einanderliegen. Auch dürfen wir dabei nicht vergessen, dass die massigen Gesteine Finnlands und der Nachbarschaft bis zur Quartärzeit weder vom Wasser noch von dessen Sedimenten bedeckt wurden und daher in dieser ausserordentlich langen Zwischenzeit stets der Erosion unterworfen waren. An einem Maassstabe letzterer fehlt es zwar, doch wissen wir wenigstens, dass mit Ausnahme des Quarzes und vielleicht auch einiger glimmerartiger Mineralien, das Erosionsmaterial jenes Zeitraumes nicht mehr in mechanisch zerkleintem sondern in vorherrschend zersetztem Zustande angetroffen wird. Wie die Analysen der blauen untersilurischen Thone (nach Struve und Lemberg) und der rothen devonischen Thone (nach C. Schmidt) lehren, steht die Zusammensetzung dieser Gebilde mit derjenigen des finnländischen Granites und insbesondere auch seiner Feldspäthe derartig im Einklange, dass man die Bildung ersterer vorzugsweise auf das Material des letzteren zurückführen zu können glaubte. Das Fehlen unzersetzter Feldspathbrocken wird für ein bezeichnendes Merkmal der klassischen Tertiärgebilde Ostpreussens gehalten, doch kamen in letztern, wengleich selten, auch silurische Kalksteingeschiebe vor. Es mag daher immerhin ein gewisses Quantum des vorquartären Detritus azoischer Gesteine der beginnenden Gletscherzeit zur Disposition gestanden haben. Ferner wäre hier in Erinnerung zu bringen, dass während der ältern Quartärzeit die massenhafte Abtrennung kleinerer und grösserer Fragmente anstehender archaischer Gesteine Finnlands und der Nachbarschaft, nicht allein durch Gletschereisbewegung¹⁰³⁾ sondern auch durch Verwitterung und Eissprengung hervorgerufen wurde. Wo sich das Gebirge am höchsten erhob und frei dalag, musste es den letzbezeichneten Veränderungen am meisten ausgesetzt sein.

Ein Rabbakiwi war diesem Prozesse zugänglicher als ein Porphyry, doch werden wir bei einer Dioritzerstörung, die z. B. im Kreise Powenetz des Gouv. Olonez so erfolgreich gewesen sein soll, dass sich dabei NNW—SSO. gerichtete Hügelrücken bildeten⁸⁸⁾, kaum zu entscheiden wagen, wieviel von der Zerstörung auf die vorquartäre Zeit, wieviel auf Gletscherthätigkeit und wieviel auf postglaciale Erosion kommt. Vor fortgesetzter Verwitterung schützte den vorquartären Fels Wasserbedeckung und jede stärkere und namentlich undurchlassende mineralische Hülle.

Die in ihrem Tiefsten mit mehr oder weniger Gesteintrümmern versehene Gletschereismasse zog über jeden festen Felsboden scheuernd und furchend hin, griff die weichen Gesteine mehr an als die harten und bildete, wie wir sahen, in Finnland Rundhöcker, in Est- und Livland wellige Oberflächen. Sie wirkte dort, wo der Boden grössere Niveauunterschiede aufwies und ihr mehr Widerstand bot, energischer als über ganz flachen Bodenfallen oder schwach geneigten Flächen. Auch über weniger feste und brüchige Kalksteine und Geschiebelager, sowie selbst über einen lockern, schiefrigen, lehmigen oder sandigen Untergrund konnte das Gletschereis hinweggehen, unbekümmert darum, ob der Boden — wie im untern Jenissej-Gebiet Ost-Sibiriens — gefroren, oder — wie in der Schweiz unterhalb der Schneegrenze — ungefroren war.

Dass eine Eisbewegung von Finnland her über das Areal des heutigen finnländischen Meerbusens hin stattgefunden hat, beweisen die auf beiden Seiten und im Innern des Busens beobachteten nach SO. gerichteten Schrammen. Bei Helsingfors zeigen sie sich auch unter dem Meeresspiegel; auf der Insel Hochland in der Nähe desselben und bis in etwa 500 Fuss Höhe; auf dem Granit und Quarzit

der Insel Gross Tüters 150 Fuss hoch, sowie auf dem, bei Ontika 200 Fuss hohen, Vaginatenkalk Estlands. Der sogenannte Glint oder Klint, d. i. der zum Meere gerichtete vertikale Bruchrand silurischer Straten an der Südseite des finnischen Meerbusens, oder der Nordküste Estlands, lehrt aber, dass die silurischen Gebilde sich hier einst weiter nach N. erstreckten. Anzeichen davon oder Beweise dafür liefert, 5 Kilometer nördlich von Ontika, der dort in 100 Fuss Tiefe bemerkte Fliesengrund (vielleicht feste Zwischenlagen des blauen Thons) und das Anstehen silurischen Kalksteins auf der benachbarten Insel Lawensaar.

Nahe liegt nun die Frage, wie und wann die bezeichneten, jetzt fehlenden Silurgebilde entfernt wurden. Den azoischen Gesteinen Finnlands entsprechend, ging auch der untersilurische, sich nach N. verjüngende Beckenrand Estlands bis zur Quartärzeit ungeschützt und unbedeckt zu Tage, und musste in diesem langen Zeitraum steter Erosion ausgesetzt sein. Ebenso blieb die Porphyrerhebung Hochlands, die nach Ausbildung des Vaginatenkalkes erfolgte, nicht ohne Einfluss auf den Zusammenhang oder die Zerklüftung der untern silurischen Gebilde. Das Relief des finnländischen Meerbusens, oder besser das relative Höhenverhältniss des finnländischen Granit-Gneises zum estländischen Silur, hat sich seit jener Zeit aber kaum verändert. Vergegenwärtigen wir uns, wie die aus N. kommende und südwärts vordringende mächtige Eisdecke Finnlands sich im Areal des heutigen finnischen Meerbusens erst abwärts am Granit und dann aufwärts gegen den gehobenen, ansteigenden Nordrand des Silurbeckens drängte, dann werden wir uns auch leicht vorstellen können, wie die betreffenden Schichten aufgerichtet, zertrümmert und fortgeschoben oder fortgetragen wurden. Die später

erörterte massenhafte und ungemein weit ausgedehnte Verbreitung gewisser untersilurischer Gesteintrümmer beweist eine schon während der ältern quartären oder diluvialen Periode stattgehabten Zerstörung jenes Beckenrandes. Die Glintprofile oder die senkrechten ziemlich frischen Bruchflächen untersilurischer Straten, wie sie die heutige Küste Estlands aufweist, sind selbstverständlich dem Einflusse postglacialen Wassers, oder postglacialer Erosion überhaupt zuzuschreiben. Welchen Spielraum die Auswaschung des Ostseewassers gehabt, lässt sich daran bemessen, dass Reste noch jetzt lebender Ostseemollusken bis in 80 Fuss Höhe und bis 4 Meilen landeinwärts von der Westküste Estlands gefunden wurden, und dass daher die Ostsee um ebensoviel Fuss sank, oder das entsprechende Landgebiet sich um ebensoviel erhob. Dass indessen die postglaciale Erosion nicht die Ursache der ganzen Zerstörung des silurischen Beckenrandes war, ersieht man daraus, dass mit den, am Fusse des Glints, sowohl auf dem Festlande, als unter Wasser liegenden Kalkstein- und Dolomit-Trümmern, nur ein kleiner Theil der fehlenden Masse ersetzt werden kann. Die Trümmer des silurischen Beckenrandes müssten sich, wenn sie nicht schon in der ältern Quartärperiode fortgeführt worden wären, oder wenn die Zertrümmerung jenes Randes vorzugsweise in der Alluvialzeit stattgefunden hätte, in ganz anderer Weise an der Küste zeigen als es der Fall ist. Die geringere Vertretung von Kalksteinblöcken in den meisten jener Steinriffe, die sich an der Küste Estlands ins Meer erstrecken, beweist aber am besten, dass diese Riffe nicht in der postglacialen oder alluvialen Zeit durch Eisschiebung und Jahreiseisbewegung überhaupt entstanden, sondern dass sie die Reste von alten Morainen sind, welche in jener Zeit durch Ausspülung und Auswaschung deutlicher bloss-

gelegt wurden und erst als solche, durch Umlagerung und Zufuhr von Steinen, gewisse geringe Veränderungen erlitten.

Die h. 2 $\frac{1}{4}$ streichenden Schrammen einer einige Fuss unter der höchsten Oberfläche des Vaginatenkalks bei Narwa liegenden Stufe desselben Gesteins lehren, dass hier eine lokale Zerstörung oder Entfernung der Straten vor jener Schrammung statthatte, und dass hier eine Eisbewegung gegen den heutigen Lauf der Narowa gerichtet war. Für die am Glint Estlands (z. B. bei Kunda) und Ingermanlands zu beobachtende grosse obere Terrasse wird wohl dasselbe gelten, was wir oben in Betreff des Glintes überhaupt bemerkten. In die jüngere quartäre oder alluviale Zeit gehört aber die Bildung des Narowa-Thals mit Thalsporn unterhalb des Wassersfalls von Joala. Dieses, zwischen dem etwa 100 Fuss hohen Peipusspiegel und der Ostsee belegene Erosionsthal stellt die Verhältnisse des Niagarafalles zwischen Erie- und Ontario-See im Kleinen dar, und ist namentlich der Einschnitt zwischen der Stadt Narwa und Joala mit der von Leviston zurückschreitenden Schluchtbildung zu vergleichen. Gewisse, NW—SO. gerichtete, nicht auf heutige Meeres- oder Flussthätigkeit zurückzuführende Ausfurchungen und Ausbuchtungen der silurischen Felsküste entstanden dagegen in der ältern Glacialzeit. Hierher gehören z. B. der Harri- und Moon-Sund, sowie die Buchten an der Küste von Cap Spitham bis Rochonem (Wiems) und die in O. des Narwaer Busens. Letztere werden leicht erkannt, wenn man auf Bocks geognostischer Karte des Gouv. St. Petersburg ⁴⁶⁾ die nördlichsten Punkte anstehenden Gesteines mit einander verbindet. Die Buchten zwischen Cap Rochonem und dem Narwaer Busen liegen aber ganz im Quartär und befinden sich an ihren Vorsprüngen nicht selten Anhäufungen grosser Geschiebe und

Geröllmassen. Die Ausdehnung des finnischen Meerbusens von O. nach W. entspricht der Richtung des ursprünglich existirenden und später zerstörten nördlichen Randes der Silurformation, dessen Entfernung man die Vertiefung im südlichen Theile dieses Meerbusens zuzuschreiben hat. Einen zur Glacialzeit erfolgten Angriff auf tieferliegende bereits vom drüberlagernden Kalkstein befreite, untersilurische Gebilde, scheinen mir die vor Kurzem, bei Gelegenheit einer grössern Abgrabung, an der alten Wismar-Station Revels gemachten Beobachtungen¹⁰⁴⁾ zu beweisen. Hier folgten Lagen ziemlich steil nach W. einfallenden von seinem ursprünglichen Lagerplatz nicht weit entfernten Glauconitsandes und Lagen, die aus scharfkantigen Bruchstücken des Glauconitkalkes und andern Geschieben bestehen, derartig aufeinander, dass man deren Aufrichtung und Zusammenschiebung einer von O. kommenden Eis- und Grundmoränenbewegung zuschreiben könnte. Ob aber das, an der Küste Wierlands, $\frac{1}{2}$ Kilometer vom Glint zwischen Merreküll und Montplaisir auf 1 Meile Erstreckung beobachtete 60° betragende, südliche Einfallen des Glauconitkalks, Folge von lokaler Auswaschung des Glauconitsandes und bituminösen Schiefers etc. ist, oder auf Gletschereisdruck und Aufrichtung zurückzuführen ist, kann erst nach genauerer Untersuchung der Localität entschieden werden. Die Glintschichten weisen gewöhnlich ein sehr geringes Fallen nach S. auf, und müssten sich am Fusse der erwähnten stark aufgerichteten Schichten — wie bei der Wismar-Bastion Revels — grössere Trümmersmassen angehäuft haben.

Der Beweis einer in der älteren Quartärzeit erfolgten Zerstörung des vorquartären Bodens wird durch ältere Quartärgebilde geliefert, welche Geschiebe führen, die

nachweisbar aus den darunter liegenden Gesteinen stammen. Ein solcher Nachweis ist aber nicht immer leicht und sollte man sich hüten ohne denselben, Gebilde wie den Krosstengrus, oder Lager mehr oder weniger kantiger azoischer oder paläozoischer Gesteintrümmer, nur weil sie vorherrschend kantige Geschiebe führen, für sedentäre zu halten. Die Gegenwart lehrt, dass grosse Massen wenig veränderter Gestein-Bruchstücke, auf dem Rücken bewegter Eismassen, weit von ihrer ursprünglichen oder anstehenden Lagerstätte fortgeführt und abgelagert werden, und habe ich für die vergangene Eiszeit mehre Fälle ähnlicher Art weiter unten nachgewiesen. Als Beispiel unzweifelhaft sedentärer Bildung der ältern Quartär- oder Glacialzeit, erwähne ich hier aber aus dem silurischen Terrain, einer von den Esten Richk oder Plink genannten Grundmoräne bei Pörafer im Pernauschen Kreise Livlands. Dieser mit scharfkantigen Bruchstücken und wohlerhaltenen Versteinerungen des naheliegenden ober-silurischen Untergrundes¹⁰⁵⁾ verschene Richk ist ohne Zweifel ein zur Ruhe gekommenes, nicht unter Wasser abgesetztes, weil ungeschichtetes, lokales Trümmergebilde der Glacialzeit. In den mit scharfkantigen kleinen gleich-grossen silurischen Kalksteinfragmenten überaus reich versehenen, horizontal und diagonal geschichteten und Scheuersteine führenden Spathsand- und Grandlagern bei Nemme und Selli, an der Eisenbahn Dorpat-Taps, haben wir aber ein, wenn auch nicht ganz sedentäres, so doch aus nicht all-zugrosser Entfernung stammendes, vor seiner Ablagerung in Wasser gesichtetes Material derselben Eisperiode. Ebenso verdankt ein richkähnliches Gebilde bei Kardis, (in der Nähe der ebengenannten Bahn, zwischen Station Weggewa und Laisholm) das aus Kalkmehl, Kalkpulver und Kalkknollen

besteht, seinen Ursprung sehr wahrscheinlich einer Zerkümmern der benachbarten weissen obersilurischen Borealis-Schichten.

Wenden wir uns nun zur Zone der unterdevonischen lockern, hier und da Thon- und Dolomitmergel führenden und etwas festern Sande, die, wie die Karte lehrt, zwischen silurischen und devonischen, in entsprechender Weise geschliffenen und geschrammten Dolomiten zu Tage geht. Hier musste zur Glacialzeit die Zerstörung bedeutender sein als an dem einstigen Nordrande des Silurbeckens, doch sind dabei keine auffälligen und tiefen Thäler gebildet worden. Wir finden in diesem Terrain nämlich nur die in ihrer Längsausdehnung zwischen NNW—SSO. und NNO—SSW. schwankenden, auffällig flachen Becken des Peipus, Wörzjärw und des nicht über 17 Meter tiefen Burtneck-See, sowie auch die beiden nicht gerade sehr tiefen Rigaer und Königsberger Meerbusen. An der Südseite der genannten Becken bemerkt man die auffälligen, zum nicht geringen Theil auf unterdevonischen Sand zurückzuführenden, grossartigen Anhäufungen steriler, sandiger, spatharmer Diluvialgebilde Ost- und Süd-Livlands, SW-Kurlands und der Provinz Preussen und namentlich auch der Danziger Umgebung, in welchen sich die höchsten, über 1000 Fuss hohen Punkte des bezeichneten Areals befinden. Die vorherrschend NNW—SSO.liche Richtung jener Becken fällt mit der Hauptbewegungsrichtung der Landeis- masse und dem Streichen der schwachen Längsfalten des devonischen Untergrundes zusammen, während die weniger deutliche NO—SW. Richtung unserer Hauptwasser- behälter sowohl der Richtung der Schwimmeis-Schrammen als der Bodenfältelung Kurlands und Preussens nahe kommt. Dass aber die Thalbildungen der ältern Quartärzeit eine,

den alluvialen Auswaschungen entgegengesetzte Richtung verfolgten, lehrt ein Blick auf die Karte. Denn man ersieht aus derselben leicht, wie die in N. breiten und in S. spitzen grössern Wasserbecken nichts mehr als erweiterte Flussläufe, oder Folgen einer, der Eismassenbewegung entgegengesetzten, im Allgemeinen nordwärts gerichteten Wasserströmung sind. Und dass diese Beckenbildung und Auswaschung erst in der Alluvialzeit, oder nach Ablagerung des obern rothen Geschiebelehms statthatte, beweist das Ostufer des Wörzjärw bei Tammenhof, wo der über dem devonischen Sande lagernde rothe Geschiebelehm und ein Theil dieses devonischen Sandes vom Wasser fortgespült wurde, wobei sich die gegenwärtige ein Paar Faden hohe Steilküste bildete. Ebenso tritt an unsern Kesselthälern und Landseen viel weniger Circus-Bildung als Bodenveränderung der jüngern Quartärzeit in die Erscheinung. So zeigt beispielsweise der 175 Fuss hohe, durch die Abflüsse vier anderer Seen gespeiste, und wie diese von NNW. nach SSO. ausgedehnte Ellistfer-See, nördlich von Dorpat, zwei durch Blockreihen kenntliche Uferstufen, von welchen die tiefere den jetzigen Hochwasserstand bezeichnet, die andere, etwa 3 Meter höhere, dagegen einem der Alluvialzeit angehörigen Ufer entspricht, das beim Durchbruch des lockern Sanddammes oder Sandrückens am Südende des Sees plötzlich aufgegeben wurde.

Ein Beispiel vorquartärer, NO—SW. gerichteter, auf mehre Kilometer Längenausdehnung zu verfolgender, $\frac{1}{2}$ Kilometer breiter und 30 Meter tiefer Ausfurchung des unterdevonischen Sandes findet man bei Dorpat. Dass es sich hier wirklich um eine zur Glacialzeit gebildete nicht tiefe Längsfurche des Bodens handelt, erkennt man an der vollständigen Ausfüllung derselben mit reinem Sand

oder Spathsand und der Bekleidung des letztern mit Geschiebelehm. Diese Erkenntnis verdanken wir sowohl dem NW—SO. gerichteten, in der Alluvialzeit entstandenen, die Devonschichten durchschneidenden Embachthale, als zahlreichen Brunnenbohrungen und Abgrabungen, ohne welche eine Orientirung in dem ebenen Terrain zu beiden Seiten des Embachs und an dessen verstürzten Abhängen fast unmöglich gewesen wäre. Zunächst lässt sich der Unterschied zwischen den tiefern, im Embachthal und namentlich auch in dessen Sohle auftretenden diluvialen und alluvialen Sand- und Grandlagen feststellen. Soweit nämlich das Wasser des heutigen oder des, mit seinem ältesten Bettgrunde, 5 Meter tiefer als gegenwärtig liegenden Embachs reichte und soweit es sich in die diluviale Ausfüllungsmasse der devonischen Ausfurchung hineinarbeitete, findet man, nach Bohrproben, die Schalen der jetzt lebenden Süßwasser- und Land-, resp. Uferstrand-Mollusken: *Pisidium obliquum*, Pfeiff. *Planorbis marginatus* Drap., *P. vortex* Müll., *Valvata obtusa* Müll., *V. piscinalis* Lam., *Bithynia tentaculata* L. *Palaudina impura* Lam., *Succinea oblonga* Drap., *Limnaeus vulgaris* Pfeiff., während weiter NO-lich und SW-lich, d. i. im Innern der Thalgehänge oder ihrer Ausfurchung, der diluviale Spathsand und Sand keine Spur von Conchilienresten aufweist. Die erwähnte NO—SW. gerichtete Ausfurchung befindet sich in einer flachen NNW—SSO streichenden Sattelhöhe des Unterdevon, dessen Schichten ausserhalb ihres Luftsattels nach ONO. und WSW. fallen. Ihre beiderseitigen, die Schichtenköpfe der devonischen Sande und Thone entblösenden Wandungen führen wenig Anzeichen eines gewaltigen Druckes, da sich über denselben entweder ein diluvialer geschichteter Sand und Grand oder ein ungeschichteter Geschiebelehm, meist ganz gleichmässig ausbreitet. Aehnliche,

jetzt unsichtbare, weil ausgefüllte alte unterdevonische Mulden der Gletscherzeit konnte ich an einigen andern Stellen desselben Gebietes dort erkennen, wo im August des J. 1869, in Folge eines wolkenbruchartigen Regens neue und deutliche Profile blosgelegt worden waren: so z. B. 20 Kilometer SW.lich von Dorpat, nahe der Rigaeer Strasse, beim Gesinde Watt, an dem in die Elwa fallenden Keri-Oia Bach, in einer ebenfalls NO—SW. gerichteten unterdevonischen Längsfurche; ferner nicht gar weit davon am Wina-Merdi, oberhalb der Woika-Mühle, sowie endlich beim Gute Hellenorm.

Auch dem oberdevonischen Sandgebiete fehlt es nicht an hierher gehörigen Beispielen der Zerstörung und Veränderung. Bei Bersmünde an der Düna, oberhalb Riga, überlagert der rothe Geschiebelehm einen schwach NNO—SSW. gefalteten oberdevonischen Sand dergestalt, dass er die wenig veränderte Faltenmulde erfüllt. Am Tuckumer Bahnhof ruht dagegen ein altquartäres Gerölllager derartig auf den horizontalen, seitlich entfernten und in der Mitte stehengebliebenen, hervorragenden, nicht festen Schichten des Oberdevon, dass man sich vergebens nach den Erscheinungen eines stärkern Druckes oder nach sonstigen Beziehungen der beiden Formationsgebilde zu einander umsicht, und schliesslich zur Annahme gedrängt wird, dass hier die Abladung einer auf schwimmendem Eise herangeführten Trümmersmasse statthatte. Bei Nigranden an der Windau beobachtete ich, wie sich in die Lücken des dort von diluvialen Sand und Grand bedeckten Zechsteins eine wahrscheinlich diluviale Kohle hineingepresst hat. Endlich wäre noch zu erwähnen, dass bei Grösen, weiter aufwärts an der Windau, ganz wie im Samlande, die tiefsten Diluvialgebilde Glauconit führen und

dass sie bei Kowno und Wilna mit Foraminiferen der Schreibkreide versehen sind, wodurch dort die Zerstörung nahegelegener anstehender oligocäner, hier diejenige oberer cretaceischer Schichten bewiesen wird. Ebenso kommen die, das untere Diluvium Ostpreussens kennzeichnenden, meist in Schalentrümmern angetroffenen Reste von Meeres- und Brackwasser-Conchilien nicht von weitem her, sondern ruhen in der Nähe ihrer primären Lagerstätte da unversehrte Schalen derselben Molluskenarten an benachbarten Punkten gefunden wurden ¹⁰⁶).

Aus allen diesen Beispielen einer, während der Glacialzeit, die Oberfläche ostbaltischer vorquartärer Sedimentgebilde treffenden Veränderung ergibt sich, dass letztere und insbesondere die Entfernung und Zerstörung von Schichten, nur ausnahmsweise einer instantanen Kraftäusserung zuzuschreiben ist und gewöhnlich ganz allmählig erfolgte. Stärkere Aufwühlungen und Aufrichtungen der Schichten haben im Laufe der Zeit ihr Ansehen eingebüsst.

Nachdem wir die Veränderungen und Zerstörungen, welche der ostbaltische vorquartäre Boden in der Glacialzeit erlitt, durchmustert haben, wenden wir uns zur genauern Betrachtung der dabei gebildeten Gesteintrümmer. Die mineralogischen und paläontologischen Merkmale dieser Trümmer gestatteten den Nachweis der Beziehungen ihres ursprünglichen und gegenwärtigen Vorkommens und lieferten einen der Schlüssel zur genetischen Erkenntniss der quartären klastischen Gebilde. Hier wollen wir uns zunächst mit der Verbreitung des den vorquartären Gebilden entstammenden Detritus in der Horizontalen beschäftigen und uns dabei in Erinnerung bringen, dass unter den Erscheinungen der Glacialzeit und der Eismassenbewegung, die Zerstörung des Untergrundes

nicht immer nachzuweisen ist, dagegen die Weiterbeförderung des dazugehörigen Trümmermaterials überall verfolgt werden kann. Sowohl riesige Wanderblöcke, als kleinere, durch Versteinerungen oder Mineralien besonders gekennzeichnete Geschiebe sind es gewesen, deren nordische Herkunft und deren, im allgemeinen südwärts, über das ganze Balticum und den grössten Theil der germanisch-sarmatischen Ebene ausgedehnte Verbreitung, nächst der Schrammung und Schleifung, ein Hauptargument früher bestehender, auf dem Festlande oder im Wasser bewegter Gletschereismassen abgaben.

Im norddeutschen Flachlande finden wir Geschiebe ausschliesslich nordischer Herkunft bis zum Gebiet zwischen Saale und Oder, wo sich auch schon Geschiebe einstellen, die von Süden her kommen ¹⁰⁷). Als Südgrenze erraticischer Blöcke Russlands wären zu bezeichnen: der Nordabhang des Gallizisch-Volhynisch-Podolischen Plateau; ferner die Nordgrenze der Gouv. Cherson und Jekatherinoslaw; dann die Südgrenze der Gouv. Kursk und Woronesch, sowie endlich der Lauf der Medweniza und im Anschluss an denselben eine Linie, die Serdobsk, Pensa und Ardatow verbindet und im Gouv. Kasan durch die Kreise Lubensk, Balaschewsk und Morshansk zieht ¹⁰⁸). Fragmente massiger und versteinierungsführender Gesteine des scandinavischen und russischen Balticum verfolgen wir bis nach Sachsen ($51^{\circ} 10'$ Lat.), Schlesien ¹⁰⁹) ($50^{\circ} 20'$) und ins nordöstliche Mähren ¹¹⁰) ($49\frac{1}{2}^{\circ}$), sowie in die Gouv. Kijew und Poltawa ¹¹¹) ($50\frac{1}{2}^{\circ}$). Für die silurischen, aus Estland, Nord-Livland und den zugehörigen Inseln stammenden Geschiebe, habe ich deren Verbreitung im ausser-silurischen Terrain Livlands und Kurlands nebst Nachbarschaft, auf einer besondern Karte dargestellt ¹¹²). Ohne

auf diese Karte und spätere Ergänzungen derselben specieller einzugehen, will ich hier nur die Hauptergebnisse aller in dieses Capitel gehöriger Beobachtungen vorführen. NO—SW. bewegte Bruchstücke obersilurischer, insbesondere bei Jörden in Estland (Zone G—H) auftretender Dolomite setzten sich in einer Region, welche zwischen und in die Quellgebiete der Windau und Dubissa (Niemen-System) fällt, so massenhaft ab, dass man solche Niederlagen längere Zeit für anstehendes Gestein gehalten hat. In derselben Richtung wurden Trümmer silurischer Schichten Est- und Livlands, devonischer Liv- und Kurlands und jurassischer des Gouvernement Kowno bis nach Oels und Kosel in Schlesien verfolgt. Unter den Geschieben von Sadewitz bei Oels fallen insbesondere solche auf, die petrographisch und paläontologisch dem untersilurischen Gestein (Zone F.) von Magnushof auf der estländischen Insel Worms entsprechen. Aus der untersilurischen Schicht F. 1. Dagdens könnte auch eine *Catenipora catenularia* (Fougt) stammen, die im Diluvium bei Priesa in der Umgegend Meissens gefunden wurde und die ich in der Dresdener Sammlung sah. Bei Kosel sind es dagegen jurassische *Lamberti* Geschiebe die auf den Dogger des kurländischen Windau-Gebietes hinweisen. Devonische Mergel, mit *Lingula bicarinata* (Kut.) die aus Ingermanland stammen und in einem Geröllhügel bei Allatzkiwi an der Westseite des Peipus vorkommen, sowie Geschiebe der Kohlenkalkformation Russlands, die man bei Alt-Kaipen in Süd-livland und bei Pokroj im Gouv. Kowno fand, zeigen ebenfalls eine von NO. kommende Bewegung an. Die gleiche Richtung spricht sich endlich an devonischen im Gouv. Orel gesammelten Geschieben und in Versteinerungen aus, welche man im Gouv. Kijew fand. N—S. bis NNW—

SSO liche Geschiebeverbreitung ergeben einige aus Estland nach Orscha am Dniepr geführte, etwa 800' hoch lagernde silurische Geschiebe, und fehlt es den Gouvernements Poltawa und Kijew auch weder an unter-, noch an obersilurischen, namentlich aber *Pentameren* führenden Dolomitstücken. Entschieden NW—SO.-Bewegung beurkunden die bei Moskau angetroffenen Fragmente des Petersburger Vaginatenkalksteins. Bewegungsrichtungen, die zwischen NNW—SSO. und NO—SW. fallen, erkennt man besonders deutlich einerseits an den Trümmern obersilurischer *Beyrichien*-Kalke Oesels, die ich östlich bis zu einer Linie verfolgte welche Schlock, Schadow und Kowno, oder Mitau und Kowno verbindet und andererseits an den *Beyrichien*-platten, die aus dem Areal zwischen Ohhesaare Pank auf Oesel und Oestergarn auf Gotland stammen und unter den Geschieben der Umgebung Berlins angetroffen werden. Sehr anziehend sind auch die wahrscheinlich aus NW., möglicherweise aber auch aus NO. kommenden Porphyr- und Melaphyr-Geschiebe an der Westküste Kurlands und auf Gotland, deren ursprüngliches Vorkommen oder Anstehen ich, ungeachtet mehrfach in Schweden und Finnland angestellter mündlicher und schriftlicher Umfrage und Nachforschung, noch nicht kenne. Andeutungen eines W—O-lichen, jedoch nicht nothwendigerweise durch Gletschereismassen vermittelten Transportes bringen die kleinen, nicht sehr häufigen, der Kreide entstammenden Feuerstein Geschiebe an den Küsten Kur- und Livlands, doch hat man neuerdings bei Hasenpot in Kurland (56° 42' Lat. und 39° 17' Long.) ein Kinderkopf-grosses Flinsgeschiebe in 3—4' Tiefe gefunden.

Die zwischen NW—SO. und NO—SW. schwankenden Verbreitungsrichtungen der silurischen, Est- und Livland entstammenden Geschiebe fallen in die Richtungen beider

obenerörterter Hauptgruppen der Schrammen. Der anscheinende Unterschied in der Intensität jener Schrammsysteme macht sich in den Richtungen der Geschiebeverbreitung nicht bemerkbar. Denn wenn auch etwas grössere, d. i. bis 3 Meter Durchmesser besitzende scandinavische oder finnländische Steinblöcke weiter nach SO., d. i. in die Gouv. Kijew und Poltawa, als nach SW., d. i. nach Mitteleuropa hinein geführt sind, so erklärt sich dieser Unterschied leicht daraus, dass Südrussland ein ebenes, offenes Areal ist, in Mitteleuropa dagegen der Boden früher d. i. in höherer Breite als dort ansteigt. Die Verbreitung der Geschiebe von W. nach O. spielt in der germanisch-sarmatischen Ebene eine unbedeutende Rolle und liegen für eine O—W.liche Wanderung der Geschiebe noch keine Beobachtungen vor. In diesen Richtungen würden daher, was die Intensität der Erscheinung betrifft, Geschiebeverbreitung und Schrammsysteme ziemlich übereinstimmen.

Die Verbreitung der Geschiebe in der Vertikalen belangend, fehlen dieselben weder den etwa 300 M. über dem Meeresspiegel liegenden höchsten Punkten (Hanhof Höhen Livlands) noch den ebenso viel betragenden tiefsten unterseeischen Stellen des Ostbalticum. Aus den vorherrschenden Richtungen der Geschiebeverbreitung ergibt sich, dass die Bestandtheile der ältern quartären Gebilde von N nach S. an Mannigfaltigkeit gewinnen müssen, während die Geschiebe selbst, der Länge und Dauer des zurückweges entsprechend an Grösse und Scharfkantigkeit abnehmen. Einzelne grosse, dem Norden entstammende erratische Blöcke werden freilich im ganzen Verbreitungsgebiete baltischer Geschiebe gefunden, doch ist es recht auffällig wie z. B. an Finnlands Südküste noch zahlreiche riesige und scharfkantige Felsblöcke vorkommen, und wie

sie an der Nordküste Estlands schon seltener werden, hier jedoch immer noch häufiger sind als weiter südlich in Est-, Liv- und Kurland. Dieselbe Erscheinung spricht sich auch darin aus, dass in Nord-Estland der Felsboden oft von einem Steinschutt oder Schotter bedeckt wird, der reich an kantigen Bruchstücken silurischer Kalksteine und Dolomite (Kantensteine, Crossten) ist, während die in Nord-Livland, über devonischem Sande ruhenden Geschiebelager und Grandhügel entsprechende, doch vorherrschend abgerundete, kantenlose Geschiebe (Rollsteine, Rullsten) führen. Einen horizontal und diagonal geschichteten Spathsand mit kleinen, nach dem Korn gesichteten Dolomitfragmenten, wie er 300 bis 350' hoch bei Nemme und Selli an der Eisenbahn Dorpat-Taps auftritt (s. o.), oder ein Kalkpulver und Kalkmehl, wie es sich im Richk bei Pantifer (59° 10' Lat. und 44° Long.) und Kardis (58° 53' Lat. und 44° Long.) zeigt, wird man vergebens im aussersilurischen Gebiete Livlands suchen. Ebenso wiesen die Schlämmrückstände zweier, aus Dorpat und Wilna stammender Proben des obern rothen Geschiebelehms, für das erste, nördlichere Vorkommen mehr scharfkantige Mineraltrümmer auf, als für das zweite südlichere. Die Zunahme mechanisch stärker angegriffenen, mehr zerkleinten, feinkörnigern, gepulverten, zerriebenen, mehl- oder schlammartigen Materials von N. nach S., spricht sich endlich darin aus, dass z. B. der obere Geschiebelehm in Finnland und Nordestland nicht, oder schwach vertreten ist, dann in Südostland und Nordlivland zusammenhängender und etwas mächtiger wird, hierauf an der Düna bereits mehre Faden, und bei Kowno schon 10 Faden Mächtigkeit besitzt und in Ostpreussen endlich so entwickelt erscheint, dass es dort einer Scheidung desselben in zwei Abtheilungen ¹¹³⁾ bedurfte. Der untere

3419

graue Geschiebelehm tritt bei Dorpat in geringer Mächtigkeit und nur sporadisch auf, hat in Kurland viel grössere Verbreitung und Bedeutung und bildet bei Wilna 6—7 Faden mächtige Massen etc.

Der fehlenden oder vorhandenen gleichförmigen und gleichkörnigen Anordnung der Gerölle, Geschiebe oder Gesteintrümmer entsprechend, haben wir es mit ungeschichteten oder geschichteten klastischen Quartärgebilden zu thun. Zu erstern gehören Anhäufungen von Geschieben verschiedener Art sowie der untere und obere Geschiebelehm, zu letztern die meisten der übrigen, aus Sand, Spathsand, Lehm oder Thon bestehenden Ablagerungen. Die Schichtung und Sichtung des Trümmermaterials nach der Grösse des Kornes konnte nur unter Betheiligung des Wassers erfolgen, und gewannen, bei bedeutender Zunahme des mechanisch zerkleintem Materials von N. nach S., in derselben Richtung auch die geschichteten Massen an Mächtigkeit. Die ungeschichteten, nicht aus dem Wasser suspendirten Diluvialgebilde sind Morainen oder Morainenreste, welche dort, wo die Eisbewegung und Eisexistenz am längsten währte, sich als jüngste am besten erhalten mussten, während an denselben Stellen jede Spur der ältesten Morainen verwischt sein konnte.

Die Verschiedenheit der innern Structur macht sich schon am äussern Bau der Diluvialgebilde kenntlich, indem die ungeschichteten Massen oberflächlich mehr oder weniger uneben sind, die geschichteten dagegen überall die Ausgleich der Unebenheiten ihres Untergrundes, oder die Bildner mehr oder weniger horizontaler Flächen abgeben. Wo wir daher einen unebenen altquartären Boden vor uns haben, können wir im Allgemeinen auf ungeschichtete,

wo dagegen einen ebenen, auf geschichtete Diluvialgebilde schliessen.

Für die in Südost und Süd des scandinavisch-finnischen Gebirges befindlichen altquartären Bildungen lässt sich der Satz aufstellen, dass in einem beliebigen Areal letzterer der äussere und innere Bau, oder die Beschaffenheit gleichalter Gebilde, abhängig ist sowohl von der Entfernung dieses Areals vom Gebirge, oder dessen geographischer Breite, als vom Relief und den geognostischen Verhältnissen ihres Untergrundes. Am besten spricht sich diese Erscheinung in den äusserlich auffälligsten Gebilden der Glacialzeit aus, d. h. an der Art und Weise wie wir von den Åsar des Granit-Gneis-Gebietes Finnlands zu den Grandrücken des silurischen Fliesbodens Estlands und von hier zu den meist rundlich begrenzten, über devonischem Sand und brüchigem Dolomit lagernden Hügelformen Liv- und Kurlands geführt werden. Unsere Betrachtung des speciellen Baues der ostbaltischen ältern Quartärformation knüpft sich aber zunächst an die bezeichneten äusserlich auffälligsten Gebilde derselben, weil diese besser bekannt und studirt sind als die oberflächlich ebenen, oft zur Ausfüllung von Bodenvertiefungen dienenden Ablagerungen.

Ueber die vielfach untersuchten und beschriebenen scandinavischen und finnländischen Åsar werde ich mich hier nur kurz und unter besonderer Berücksichtigung letzterer auslassen. Es sind sehr verschieden lange und hohe, im grossen Ganzen einer Hauptrichtung folgende, jedoch in Verlaufe längerer Erstreckung temporär mehr oder weniger stark von derselben abweichende, vereinzelte oder parallel neben einander verlaufende, zuweilen auf kurze Zeit unter- oder durchbrochene Hügelzüge, die in ihrem typischen äussern Bau an Eisenbahnaufschüttungen mit

20 bis 40° abfallenden Seiten erinnern und Terrassen besitzen, die auf frühere Wasserstände hinweisen. Sie bestehen entweder nur aus ungeschichteten Massen oder es werden diese auch noch von geschichteten bekleidet. Erstere weisen in Finnland einen grauen oder gelben Lehm oder Thon mit runden und scharfkantigen Geschieben (rullsten und krossten) auf, und ist sowohl der Mangel ihrer Schichtung, oder der Sichtung ihrer Bestandtheile nach Korngrösse, als ihr Gehalt an feinsten mehl- und staubartigen Gesteintrümmern der Beweis ihrer Morainennatur. Die geschichteten Massen, — zu welchen die ungeschichteten den richtungsbestimmenden Kern des Ås abgeben, — bestehen aus feinkörnigen Grand-, Spathsand-, Sand- und Thonlagen mit welliger und diagonaler oder horizontaler Schichtung, oder überhaupt ungleichförmiger Parallelstructur, und sind sie in Scandinavien durch ihren Gehalt an Resten arctischer, oder noch jetzt in der Ostsee lebender Mollusken gekennzeichnet. Zur ersten Kategorie, mit einfacherem Bau gehören die zahlreichen, vereinzelt hinziehenden oder parallel gruppirten, bis 100 Fuss Höhe über dem ältern Untergrunde erreichenden Åsar in der Hochebene des finnländischen Seegebietes, während die andere Kategorie in den höhern und höchsten und grössten, vornehmlich in der Küstenregion Finnlands befindlichen Åsar vertreten ist, deren innerer Bau z. B. an den Åsarn von Rüttilä und Dikursby genauer bekannt wurde.

Ein Blick auf die Åsar-Karten Schwedens¹¹⁴⁾ und Finnlands¹¹⁵⁾ überzeugt uns davon, dass ungeachtet mannigfacher Richtungsveränderungen, die sich sowohl im Verlaufe ein und desselben Ås als in demjenigen verschiedener Åsar zeigen, dennoch in der Gesamtheit letzterer eine Hauptrichtung in die Erscheinung tritt. Mit dieser Hauptrichtung wird

uns, in einfacherer Weise als durch die zwischen NW—SO. und N—S. schwankenden Schrammen, zur Anschauung gebracht, welches die Hauptbewegung einer grossen zusammenhängenden Eismasse, oder einiger von einander getrennter kleinerer Eisdecken war. Hier und da müssen sich die Veränderungen der Åsrichtungen in der Schrammung abspiegeln, doch fehlt es in dieser Beziehung an speciellen Beobachtungen. Dennoch erkennt man leicht, dass sowohl Åsar als Schrammen bald der Richtung der Felsthäler und Höhen folgen, bald ohne Berücksichtigung dieser Richtungen und der Unebenheiten des Bodens, über den letztern hinziehen. Ganz wie wir z. B. in der Umgebung von Tammerfors, nach Nordenskiöld⁷⁰⁾, auffällig von einander abweichende Schrammrichtungen antreffen, so finden wir nach Krapotkin⁷²⁾ und Åkerblom¹¹⁵⁾ dort und weiter SW.lich, kleinere Åsar, die sowohl in W—O. als N—S. streichen. Am regelmässigsten verlaufen die Åsar in den Ebenen, erleiden jedoch auch hier Veränderungen ihrer Hauptrichtungen, die wohl zunächst durch den Felsbau ausserhalb der Ebene zu erklären sein werden.

Die ungeschichteten Åsar der Seeplatte Finnlands repräsentiren die einfachste Form dieser, den archaischen Felsboden ganz besonders kennzeichnenden Erscheinungen der Glacialzeit. An der Bildung der aus ungeschichtetem und geschichtetem Material bestehenden Åsar betheiligte sich das Wasser und ist deren Entstehungsweise daher eine combinirte. Die genauere Altersbestimmung der finnländische Åsar hat aber bedeutende Schwierigkeiten und gelingt nicht an den Gebilden selbst. Nach Angabe Krapotkins¹¹⁶⁾, der sich mit den Åsarn Finnlands als letzter Forscher eingehend beschäftigte, besteht das Innere derselben entweder aus grauem, oder aus gelbem Geschiebe-

lehm und kann man ¹¹⁷⁾ stets eine untere graue thonreiche Abänderung desselben, von einer obern gelblichen bis röthlichen, Steinmehl- oder Steinstaub-reichern unterscheiden, welche letztere jedoch auch in dünnen Lagen zwischen ersterer vorkommt. Sehr wahrscheinlich hat man aber unter jenen beiden Abänderungen des Lehms ein einheitliches Gebilde zu verstehen, und nicht die beiden im Alter wesentlich verschiedenen untern grauen und obern rothen, oft durch geschichtete Massen getrennten, sogenannten Diluvialmergel südlicherer Gebiete, doch fragt es sich weiter, welchem dieser beiden einstmaligen Grundmorainen-Gebilde, der Kern der finnländischen Åsar entspricht. Die Åsar der Seeplatte Finnlands lassen keine, oder nur geringe Mitwirkung des Wassers erkennen, die der Küste näherliegenden mehr, ohne dass sich indessen grössere, mit Thierresten versehene altquartäre Wasserbehälter bemerkbar machen. Aus diesem Grunde darf man die geschichteten Lagen über dem Kern der finnländischen Åsar nicht unbedingt mit dem Glacialthon und Sand der Åsar Schwedens parallelsiren, und hat nicht zu übersehen, dass man in den ungeschichteten Åsar Finnlands die letzten und jüngsten Gebilde der Glacialzeit vor sich haben könnte.

Setzen wir über den finnischen Meerbusen, so fallen uns an der Nordküste Estlands und Ingermannlands zunächst gewisse Blockriffe auf, für welche ich bereits oben nachzuweisen suchte, dass sie während der Glacialzeit und nach der Hauptzerstörung des silurischen Beckenrandes entstanden sind, jedoch im postglacialen Wasser, sowohl durch Ausspülung als durch Zufuhr neuer Blöcke oder Umlagerung der alten, einige Veränderungen erlitten. Die letztere Erscheinung, d. i. die Blosslegung von Steinwällen, Steinreihen und Steinfeldern durch Auswaschung

lässt sich aber viel besser an kleinern Wasserbecken, und z. B. am Wörzjärw in Livland verfolgen, dessen schon früher bei ähnlichen Fragen gedacht wurde. Wie man den finnischen Meerbusen als grossartige Erweiterung des Nawa-Bettes ansehen könnte, so gilt dasselbe Verhältniss für den obern Embach und den Wörz-See. Wie dort der Glint am Silur erscheint so hier, insbesondere an der Ostseite des Sees, eine bis 4 1/2 M. hohe vertikale Entblössung des in Maximum 3 M. mächtigen devonischen Sandes nebst darüber lagernden rothen Geschiebelehms. Letzterer bedeckte am Schlusse der Glacialzeit das ganze Gebiet des später gebildeten Wörz-Järw und wurde durch das Wasser desselben und namentlich bei dessen allmähligem, zum wenigsten 4—5 M. betragendem Sinken, mehr oder weniger stark ausgewaschen. Die Folgen dieser Auswaschung zeigen sich in verschiedener Weise. Auffällig sind zunächst die nicht seltenen Blockreihen des jetzigen Sceufers, die z. B. bei Tammenhof, an der Ostseite des Sees, in der Weise entstanden, dass, allem zuvor, der dort auf der Höhe des Steilufers, einige Meter über dem gewöhnlichen Wasserstande lagernde und in einer Ebene ausgebreitete, rothe Geschiebelehm, bei vorschreitender Erosion, sein Material so weit am Steilufer herabstürzen liess, bis es am Fuss des letztern, d. i. in der beinahe horizontalen Uferbank zur Ruhe kam. Dieses Material wurde aber dann durch das bewegte, bald höher bald niedriger stehende Seewasser seiner feinern Bestandtheile beraubt und blieben nur grössere Steine nach, welche schliesslich durch die gegen das Steilufer gerichteten und dort Widerstand findenden Eisschiebungen zu einer mehr oder weniger zusammenhängenden Reihe zusammengetrieben wurden. Wo der Geschiebelehm in den Seespiegel zu liegen

kam, findet man die grossen Steinblöcke desselben gewöhnlich in unveränderter Lage und nur deutlicher blossgelegt. Auf diese Weise erklären sich die Steinfelder, oder die zahllosen, nicht weit aus einander liegenden einzelnen, bis einige Fuss Durchmesser besitzenden Granit-Gneis-Blöcke in der Umgebung des Sees, und z. B. am Wege von Oio nach Fellin. Denselben Vorgang erkennt man aber namentlich an gewissen, halb unter-, halb überseeischen oder ganz unter Wasser liegenden, zahlreichen, entweder von N. nach S. verlaufenden Steinwällen, oder rundlich begrenzten Steinanhäufungen des Wörz-Järw. Den Fischern sind diese Stellen auch als Laichstätten des Sandart (*Lucioperca sandra L.*) bekannt und führen sie bei den Esten besondere, mit der Bezeichnung Ware (Steinhaufen) verknüpfte Namen. Unter etwa 20 dieser Ware zeichnen sich der Wetka oder Ruuna Ware und der Lubja-Ware aus. Ersterer beginnt beim Dorf Ware am Nordufer des Sees mit einem 50 Faden langen, grossartigen Steinpflaster oder Steinfeld, der sogenannten Teufelsbrücke (estnisch Kuradi sild), überragt hierauf als Wall von 14 Fuss Höhe und 15 Faden breiter Basis das flache Wasser des Sees und setzt dann unterseeisch, bald bis zu 50 Faden Breite erweitert, bald nur aus wenigen Steinblöcken bestehend, noch 6 Kilometer weiter nach SSW. fort, um sich mit dem am Westufer des Sees befindlichen Saba-Ware, von $\frac{1}{2}$ Kilometer Länge und 40 Faden Breite, zu vereinigen. Während diese beiden und die Mehrzahl der Ware aus Granit-Gneis-Blöcken bestehen, weist der 1 Kilometer lange und 50 Faden breite Lubja-Ware, wie schon der Name anzeigt, vorherrschend Kalkstein- oder Dolomit-Geschiebe auf. Diese Verschiedenheit des Materials und die nicht seltene rundliche Begrenzung der Ware beweist aber wohl am besten, dass

sie nicht durch Eisschiebung der Alluvialzeit zusammengebracht wurden, sondern dass sie die ausgespülten Reste einer alten Grundmoraine sind, q. e. d. Als zweites Beispiel derselben Erscheinung mag hier der kleine Ruskak-See bei Orellen, im Kirchspiel Roop des Kreises Wolmar dienen, wo man einen N—S. gerichteten, auf 1 Kilometer Länge zu verfolgenden, bis 7 Fuss hohen, 11 Fuss breiten Steindamm sieht, der unmöglich durch das Jahreseis dieses ganzen flachen Sees zusammengeschoben sein kann. Nicht weniger deutlich zeigt aber Kurlands Küste, z. B. im Cap Mesheraggezeem am Rigaer Meerbusen und an dem, nördlich von Libau, unter dem Namen „Steinort“ bekannten, in 18 Fuss unter dem Meeresspiegel zu verfolgenden langen Riff über einander gethürmter Steinblöcke¹¹⁸⁾, Gebilde die in der Glacialzeit entstanden sind. Im Gegensatz zu letztern sieht man aber der Küste zwischen Libau und Windau entlang längere oder kürzere Reihen von Steinblöcken, deren Anordnung nur der Alluvialzeit angehört und deren Material, den Vorgängen am Ostufer des Wörzjärw entsprechend, gewöhnlich einem glacialen Geschiebelehm entstammt. Wo dem heutigen Ufer der Ostsee grössere Steinblöcke fehlen, da hat es auch den ältern Quartärgebilden an denselben gefehlt. Bei W—O. verlaufendem Ufer stehen die Steinanhäufungen der Glacialzeit gewöhnlich senkrecht zu demselben und bilden Riffe. Wo aber die Längserstreckung eines Beckens, wie am Wörzjärw, eine N—S.liche ist, da fällt die Mehrzahl der diluvialen und alluvialen Blockreihen in ein und dieselbe Richtung.

Kehren wir nach dieser Abschweifung zur Nord-Küste Estlands zurück und erheben uns vom Gestade des Meeres entweder allmählig oder am steilen Glint zur

Höhe des silurischen Untergrundes Estlands, um weiter südlich zum devonischen Terrain Livlands herabzusteigen. Die vorspringenden NNW—SSO gerichteten quartären Halbinseln und Anhäufungen klastischen Materials, oder die oben erwähnten Blockriffe, kommen anfänglich nicht zu recht deutlich ausgesprochener Fortsetzung. Mit Ausnahme einiger, bei Fall, Isenhof und Ontika auftretender kleinerer Höhenzüge, zeigen sich erst in grösserer, mehre Meilen betragender Entfernung vom Strande zahlreiche, vorherrschend langgestreckte quartäre Hügel, die aus grössern Geschieben, Gerölle, Grand, Sand, Lehm und Thon bestehen, und unter dem Namen Grandrücken zusammengefasst werden. Sie sind äusserlich, d. i. am eigentlichen Rücken und den Seiten nicht so deutlich abgegrenzt, wie die Åsar Finnlands und überhaupt nicht so auffällig gestaltet, dass das Volk ihnen eine besondere oder einheitliche Benennung gegeben hätte, indem sie von den Esten bald als mäggi Berg, oder kungas Erhöhung, selg Rücken, roun längliche Höhe, rôngas rundlicher Hügel, oder saar Insel bezeichnet werden.

Ihre Richtung ist nach der Grandrückenkarte Est- und Nord-Livlands von Fr. Schmidt ¹¹⁹⁾ eine vorherrschend NNW—SSO.liche, doch sieht man sie auch nicht selten (z. B. bei Bogorodize, Isak, Heinrichshof, St. Matthäi, Weissenstein, St. Johannis, Hanehl und Oesel) von NO. nach SW. streichen. Ein genaueres Verfolgen dieser Grandrücken hat bisher weder von geographischer noch von geologischer Seite stattgefunden. Man ersieht dies sofort beim Vergleich der erwähnten Karte, mit der jüngst von der livländischen öconomischen Societät herausgegebenen, das Generalnivelement Livlands begleitenden Karte ¹²⁰⁾, da auf letzterer die Richtungslinien der Grandrücken auffallend

wenig zur Anschauung kommen. Tragen wir die Grandrückenstriche der erstern Karte auf die letztere, so ersehen wir sofort, dass jene Striche ziemlich unabhängig sind von den Contouren der Höhengschichten. Ein ähnliches Verhältniss zeigen die Richtungen der quartären Hügel und der Höhengschichten auf der Karte des Olonezker Kreises Powenez. Hier unterschied Inostranzew ¹²¹⁾ drei verschiedene Arten der bis 10 Kilometer langen, mit mehr oder weniger breiten Rücken versehenen, grad oder krumm verlaufenden, meist parallelen, zuweilen jedoch auf einander zulaufenden und sich vereinigenden, oder durch Querrücken verbundenen Landrücken. Von den sedentären Steinwällen, wie sie dort aus der Verwitterung anstehender archaischer Gesteine hervorgingen ¹²²⁾, kann in unserm silurischen und devonischen Areal nicht die Rede sein. Die beiden andern „Kategorien“ Inostranzews bestehen in sandigen, ungeschichteten, steinblockreichen und sandigen, geschichteten, geschiebefreien Hügelrücken. Letztere könnten, nach der Ansicht des genannten Forschers, zu deckenartigen Ablagerungen der Glacialzeit gehören, die ihre Rückenform späterer Auswaschung verdanken, eine Entstehungsweise die G. v. Helmersen sowohl für die Form der Åsar als der übrigen quartären Grandrücken anzunehmen geneigt ist. In Betreff der Åsar möchte es indessen nicht ganz leicht sein, sich Finnland mit Diluvialgebilden bekleidet zu denken die so mächtig waren, wie es für jene Theorie die beträchtliche Höhe der Åsar erheischen würde. Bewirkte fliessendes Wasser die Auswaschung einer gewaltigen altquartären Ablagerung, dann müssten sich ungleich tief einschneidende Thäler zeigen, wie sie im Kleinen in den sogenannten Klingen und Tobeln erscheinen und nicht dammartige oder wallförmige, mit gleich hohen ziemlich

ebenen Gehängen verschene Asar. War aber das Agens eine allgemeine Wasserdecke oder mehre grössere Wasserbehälter, so müsste sich die Existenz derselben auch in Thierresten nachweisen lassen, was bekanntlich bisher nicht gelang.

An der Bildung der Grandhügelformen hat sich jedenfalls die postglaciale Auswaschung in nicht geringem Maasse betheilig. Es bedarf nur eines Blickes auf die erwähnte Nivellements-Karte oder auf ältere orographische Darstellungen¹²³⁾ um den Einfluss zu erkennen, welchen die Flussläufe und Seebecken auf die Richtung der Thäler und Höhen ausübten, und wie so mancher der Grandrücken in seiner Richtung mit derjenigen der Flussläufe zusammenfällt, welche in Nord-Estland vorherrschend SSO—NNW., in Süd-Estland und Nord-Livland NNW—SSO. verlaufen, und ausserdem sich auch noch in NO—SW.licher Richtung bemerkbar machen. Zur Beantwortung der Frage wie weit die Form eines Grandrückens, oder eines quartären Hügels überhaupt, eine altquartäre oder neuquartäre ist, bedarf es jedoch eingehenderer Untersuchungen als sie bisher für die Gesamtheit dieser Gebilde vorliegen.

Wie bereits erwähnt wurde, ist das Äussere der meisten Grandrücken Est- und Livlands von demjenigen der Åsar Finnlands verschieden. Die Trümmer archaischer Gesteine mussten in Finnland, wo sie ihrem primären Vorkommen näher waren als in Est- und Livland; wo sie ferner in einem Areal auftraten, das als nördlicheres der Eisbedeckung länger unterworfen war als die genannten Provinzen, und wo sie endlich sich auf einem bedeutend unebenern Boden als im letztbezeichneten Areal befanden, sie mussten, sage ich, in jenem Gebiete, am weniger veränderten und einfacher zusammengesetzten Material auch

in ursprünglicherer und charakteristischerer Form in die Erscheinung treten, als in Est- und Livland, wo zu den entsprechenden Trümmern noch diejenigen leichtzerstörbarer silurischer und devonischer Sedimentgesteine hinzukamen und wo daher sowohl ein massenhafteres Auftreten, als auch eine, wegen des ebenen Bodens gleichmässigerer Vertheilung des Detritus statthatte. Die Orientirung in dem allgemeinen Bau der Quartärgebilde wird in Est- und Livland zunächst dadurch erschwert, dass beim Nivellement dieser Provinzen der Unterschied quartärer und vorquartärer Gebilde unberücksichtigt blieb und wir uns daher eine nur sehr mangelhafte Vorstellung vom Relief des silurischen und devonischen Bodens machen können. Zu welcher Mächtigkeit die Quartärbildungen an und in den bekannten NNW—SSO. gerichteten Sätteln und Mulden des Silur und Devon gelangten, lässt sich nicht genauer bestimmen, und wissen wir z. B. nicht, wie es sich in dieser Beziehung mit dem auf unserer geognostischen Karte dargestellten bis 300 Fuss hohen Gebiete verhält, das sich in der Mitte Estlands von NO—SW. erstreckt, und innerhalb dessen bei Eppo Silurschichten zu Tage gehn. Die allgemeine Regel, dass die durch Wasser hervorgerufene Abtragung oder Entfernung klastischer Gebilde auf Höhen am stärksten in die Erscheinung tritt, und dass dort die Gebilde weniger mächtig sind als in den Thälern, kann im vorliegenden Falle die Erkenntniss des Baues unserer Quartärformation nicht wesentlich fördern.

Soweit ich die Provinzen Est-, Liv- und Kurland kenne, ist deren älterer sedimentärer Untergrund fast durchweg mit Quartärgebilden bekleidet, welche ausser den durch postglaciale Auswaschung entstandenen, hier nicht weiter zu erörternden Hügelformen, zwei Arten mehr oder weniger

selbstständiger altquartärer Hügelrücken aufweisen. Zu der einen Art gehören gewisse nicht häufige, meist kurze, den Åsarn am nächsten stehende Hügelrücken, welche aus ungeschichteten, abgerundeten und kantigen Geschieben bestehen und an den Crosstengräs erinnern. Die andere viel häufiger vertretene Art zeigt uns sowohl deutlich als undeutlich geschichtetes und ungeschichtetes klastisches Material, welches in den Fällen, wo deutlich geschichtete oder mit ungleichförmiger Parallelstructur versehene oder auch ungeschichtete Sand-, Grand- und Geröllmassen von ungeschichtetem Geschiebelehm Calotten-artig bekleidet werden, nicht daran zweifeln lassen, dass man es mit Gebilden und Formen derselben zu thun hat, die bereits zur Glacialzeit bestanden. Es hat den Anschein, als wenn dergleichen Lehmdecken in Finnland und einem Theile Nordestlands nur schwach angedeutet sind und erst mit Beginn des unterdevonischen Sandgebietes zu grösserer Entwicklung gelangten. Der abgerundete Rücken solcher Höhen unterscheidet sie von den wall- oder dammförmigen Åsarn.

Wie schwierig es ist zum vollen Verständniss des Gesamtbaues der altquartären Gebilde unserer Provinzen zu gelangen, will ich an einem Beispiel darlegen, das ich der bereits erörterten Umgebung Dorpats entnehme, wo der lockere unterdevonische Sand die Einwirkungen der Glacialzeit in mancher Beziehung deutlicher erkennen lässt als die silurischen und devonischen Dolomite. Das devonische Relief besteht hier aus einem NNW—SSO streichenden, bis 180 Fuss hohen, den Embach-Pegel um 70 Fuss überragenden, mit seinen Schichten 1 bis 3^o einfallenden Faltsattel oder länglichem Schilde. Die breite Höhe dieses sehr flachen Sattels wurde zur Diluvialzeit auf $\frac{1}{2}$

Kilometer oder etwa 1800 Fuss Breite*) und 100 Fuss Tiefe in NO—SW. Richtung ausgefurcht und lässt sich die entsprechende mit ganz allmählig abfallenden Wänden versehene Ausfurchung zu beiden Seiten des Embachthales, d. i. nach NO. und SW. hin, auf mehrere Kilometer verfolgen. Erfüllt wurde die Ausfurchung des devonischen Sandes mit diluvialen Sand, Spathsand, Grand und Geschiebelehm und zeigen sich in NO. und SW. von Dorpat, über dem höchsten Niveau dieser Ausfüllung, noch verschieden mächtige und verschieden angeordnete Sand-, Grand- und Geröll- oder Geschiebe-Massen und eine sie bedeckende, nicht mächtige Lage rothen Geschiebelehms.

Fassen wir zuerst die Ausfüllungsmasse der Ausfurchung etwas genauer ins Auge. Ein ungeschichteter Geschiebelehm bekleidet nur den obern oder höhern Theil der beiden Furchenwände bis zu ungleicher Tiefe und setzt auch nicht sehr weit in das Innere der Ausfurchung fort, der übrige Raum ist aber mit mehr oder weniger regelmässig geschichtetem feinkörnigem Grand, Spathsand und feinstem Sande erfüllt, über welchen Gebilden sich noch hier und da die Reste einer Geschiebelehm-Decke namentlich durch grössere Steinblöcke bemerkbar machen. Die Ostseite der Ausfurchung zeigt bis auf 450' Horizontaldistanz von der Wandhöhe, unten einen gelblichgrauen mit grössern und kleinern Geschieben versehenen, 2 bis 3 Faden mächtigen Lehm, der auf- und abwärts in Betreff der Geschiebe feinkörniger und ausserdem sandreicher und

*) Zwischen der Berg- und Sandstrasse, die am linken Abhange des Embachthales, heraufsteigend, rechtwinklig in die, dem Rande der Thalhöhe entlang, von NW. nach SO. verlaufende Alléstrasse münden. Eine grössere mit Karte und Profilen versehene Abhandlung über die Geologie Dorpats und seiner Umgebung, hoffe ich bald publiciren zu können, glaube aber dass sich der in Geognosticis bewanderte Leser auch ohne Profile unschwer in den obigen Angaben orientiren wird.

blättriger wird. An seiner Basis bemerkt man eine 2 bis 3 Zoll dicke, gleichmässig über den Köpfen der hier Thon- und Dolomitmergel haltenden devonischen Schichten ausgebreitete, sehr wenig Scharfkantner führende Spathsandlage von $\frac{1}{4}$ bis 2 mm. Korn; über ihm lagert ein etwa ein Fuss mächtiger feiner rother geschichteter Spathsand und Thon nebst darauf folgendem, ein Faden mächtigem rothen Geschiebelehm; neben ihm ruht aber, sowohl in gleichem Niveau nach NO. und NW., als zum Tiefsten der Ausfurchung hin, der oben erwähnte geschichtete feinkörnige Grand und Sand. Bemerkenswerth ist am Geschiebelehm die auf Durchtränkung mit Wasser hinweisende Blätterung, welche, ganz wie der zwischenlagernde geschichtete Sand, nach SW. einfällt und den Eindruck hervorrufen, als wenn sich die ganze Masse in der bezeichneten Richtung abwärts bewegt hätte. An der Westseite der Ausfurchung, gegenüber der soeben beschriebenen Localität, findet man nur den obern rothen Lehm mit z. Th. grossen Granitblöcken, die bis zur Hälfte im rothen devonischen Thon stecken, d. h. in denselben hineingepresst sind. Wir werden nicht anstehen allen Geschiebelehm der Ausfurchung für Grundmoränengebilde zu halten, erkennen aber an dem vorherrschenden, horizontalgeschichteten, oder mit ungleichförmiger Parallelstructur versehenen Sand- und Grandablagerungen eine Beeinflussung durch Wasser, die viel deutlicher in die Erscheinung tritt als am blättrigen Geschiebelehm. Die Beziehungen zwischen dem geschichteten Sand und dem Geschiebelehm sind indessen noch nicht hinreichend klar gemacht.

Verfolgen wir nun die altquartären Gebilde noch weiter nordöstlich von Dorpat, unter Hinzuziehung der orographischen Uebersichtskarte von C. Hellmann¹²⁴⁾ nebst

Profilen. Ueber dem höchsten Niveau der Furchenausfüllung lagern in der bezeichneten Richtung Sand-, Grand- und Geröllmassen, die an regelmässiger Schichtung mehr und mehr einbüssen und sich zu Hügeln anthürmen, welche 80—100 Fuss Höhe über jenem Niveau erreichen und mehr oder weniger deutlich eine oberste Lage rothen Geschiebelehms aufweisen. Von der linken Uferhöhe des Embachs, die ganz eben ist, und an welcher sich die Furchenausfüllung äusserlich nicht bemerkbar macht, gelangen wir auf einer Strecke von 7 Kilometer Luftlinie über zwei Höhen und zwischenliegende Vertiefungen zu einer dritten Haupthöhe. Nach 900 Fuss Entfernung zeigt sich zuerst ein kleiner rundlich begrenzter, inselartiger, oberflächlich aus rothem Geschiebelehm bestehender, 192 Fuss hoher und daher die Furchenausfüllung nur um 12 Fuss überragender Hügel, der sogenannte Galgen- oder Mühlenberg; dann eine auf 125 Fuss herabsinkende Vertiefung in welcher sich der kleine Quellsee von Rathshof befindet; hierauf nach 4200 Fuss vom Ausgangspunkte, die grandreiche 260 Fuss messende Höhe auf welcher das Gut Rathshof liegt; endlich nach abermaliger, in $3\frac{1}{3}$ KM. oder 12250' eintretender, und nicht viel weniger als früher betragender Vertiefung und dann folgender allmählicher Erhebung des Bodens: nach 24500 Fuss oder 7 KM., der verhältnissmässig rasch von 250 zu 275 Fuss ansteigende, NW—SO verlaufende Elmo-Mäggi (Berg), über welchen die Landstrasse führt. Dieser Elmoberg erscheint auf seiner Höhe um 10 Fuss vertieft und besteht aus einer kappenartigen, bis 4 Fuss mächtigen Lage Geschiebelehm, oder statt deren aus Decksand oder ausgewaschenem Material, unter welchem dann folgen: zuerst ein 10 bis 14 Fuss mächtiges Geröllager, hierauf 2—4 Fuss feiner rother Sand, dann 3 Fuss Gerölle und

endlich ein gleichkörniger Grand mit eigenthümlichen in denselben eingeschlossenen, gradlinig und rechtwinklig begrenzten Sandschollen. Was unter diesen 4 bis 5 Faden messenden Gebilden liegt, ist unbekannt. Die Fortsetzung der Elmo-Höhe wird in NW. vom Thale der Amme, deren Spiegel dort etwa 130 Fuss hoch liegt, durchschnitten und erhebt man sich aus diesem Thal zu einer Hochebene mit nicht auffälligen Erhöhungen, die bei der Windmühle von Sotaga 312 Fuss Höhe erreichen. Auch hier sieht man oberflächlich einen 3—4 Fuss mächtigen Geschiebelehm, unter welchem sich entweder ein 1—2 Fuss starkes Gerölllager oder statt dessen ein Wechsel von Sand und Grandlagen, etc. befindet. Kehren wir nun wieder zu unserm Ausgangspunkte, der Furchenausfüllung des Devon bei Dorpat, zurück und wandern von hier nach NW., so bemerken wir bei der Irrenanstalt einen nur wenige Fuss mächtigen rothen Geschiebelehm, der unmittelbar auf devonischem Sande lagert, dessen Oberfläche kleine NW—SO. gerichtete wellenartige Vertiefungen aufweist und keine Anzeichen starken Druckes führt. Zwei KM. von Dorpat sieht man dann an der Strasse nach Reval, beim Dorfe Arrokkülla, statt jenes Geschiebelehms ein Lager fest zusammenliegender kleinerer und bis kopfgrosser, nicht kantiger sondern abgerundeter archaischer und silurischer Geschiebe, zwischen welchen sich auch ein *Dendrodus* Zahn des darunter liegenden devonischen Sandes fand. Solche mit der Schaufel nicht zu beherrschende und dazu der Brechstange bedürftige Gerölllager werden von den Esten, je nachdem sie ein lehmiges Bindemittel besitzen oder nicht, Richk, Räck und Plink genannt, und erinnere ich an den Räck von Wätz in Estland¹⁰⁵⁾ und den oben erörterten sedentären Richk oder die Grundmoraine von Pörafer, welche zahlreiche kantige

Gesteintrümmer ihrer Basis führt. In 9 Kilometer Luftlinie von Dorpat geht an derselben Revaler Strasse und an dem bereits erwähnten Ammefluss devonischer Sand in 123 Fuss Höhe zu Tage und wird von 30 Fuss mächtigen Diluvialgebilden überlagert, die in der Nähe des Wasulakruges unter einer schwachen Lage rothen Geschiebelehms mächtige Geröllbänke aufweisen, welche reich an sogenanntem Lesekalk sind. In ganz ähnlicher Weise finden wir weiter westlich, an der linken Seite der Laiwa, bei Laiwäkülla, einen NO—SW. verlaufenden Grandhügel. Im Bette des Flusses liegen bei jenem Dorfe massenhaft grosse Geschiebe und auf der Höhe des Ufers eine Kalkgeröllanhäufung, Erscheinungen die an die „Ware“ des Wörzjärw erinnern.

Aus diesen Darstellungen der geologischen Verhältnisse der Dorpater Umgebung ergibt sich vor Allem, dass der ganze unterdevonische Sandboden des Ostbalticum zur Glacialzeit flachen Ausfurchungen des bewegten Gletschereises ausgesetzt war, die an einigen Localitäten NO—SW. Richtung hatten und von welchen eine 100 Fuss tief und 18 Mal breiter war. Erfüllt wurden diese Furchen vorzugsweise mit geschichtetem Sand, Spathsand, Grand und einem sich aufwärts eng dranschliessenden, nicht mächtigen, ungeschichteten Geschiebelehm, der jedoch an vielen Stellen durch Alluvialwasser bis auf die nachbleibenden grössern Steinblöcke fortgewaschen wurde. Ueber dem Niveau jener Furchenausfüllungen und wohl auch derjenigen anderer Vertiefungen des unterdevonischen Reliefs, traten zum geschichteten sandigen und grandigen Material, unter Abnahme der Wasserbetheiligung und daher auch der Schichtung, grosse Massen von Gerölle und Geschieben hinzu, und breiteten sich diese Gebilde in mehr oder weniger mächtiger, mit undulirter Oberfläche verschener Decke über das Land aus.

Die Undulation dieser Decke wurde aber hervorgerufen durch meist niedrige Hügel und breitrückige Hügelzüge oder die obenerörterten Grandrücken, welche in der Dorpater Umgebung vorherrschend NNW—SSO. und daher parallel verlaufend, mehr oder weniger weit auseinander liegen. Und wie solche, der Glacialzeit angehörige Grandrücken dort über devonischem Untergrunde 80' (Elmo-Berg) und 150' (Sotaga Mühle) messen, so steigt das Maass derselben etwa 5 Meilen weiter nördlich, über dem obersilurischen, kiesereichen Dolomit von Laisholm (228') oder richtiger, nicht gar weit davon, beim Sotaga-Krüge (476'), auf 248'. Die letztbezeichnete, beiderseitig von 300' ziemlich steil zu 476' ansteigende Höhe könnte einer grossen Äsbildung näher stehen als die oben aufgeführten, über devonischem Sande ruhenden Grandrücken. Eine genauere Untersuchung solcher Höhen, oder auch des bei Allatzkiwi, in der Nähe Peipus liegenden bekannten Kalewipoeg-Säng (Bett des Riesensohnes Kalew) und seines viel Kalkgeschiebe führenden kleinen Nachbarn, ist besonders wünschenswerth.

Zwischen den, über unterdevonischem Sande befindlichen, NNW—SSO. gerichteten Hügelzügen der Glacialzeit, fanden die alluvialen Tagewasser ihre Sammelplätze in Seen, deren Abflüsse, bei Abnahme des Wassers, immer tiefer in den Boden schnitten. Das Wasser der Amme löste die in NNW—SSO. gestreckten Seen von Jensel (249'), Kaiafer (179'), Raigast, Soitz (190') und Ellistfer (175'), um sich dann in NO—SW. Richtung, mit steilen Gehängen oder Terrassen, tief in die Diluvialmassen hineinzuarbeiten. Letzteres that auch der Laiwafluss, während der Embach den devonischen Faltensattel und dessen quartäre Furchenausfüllung bei Dorpat in NNW—SSO. Richtung durchbrach und die Verbindung des Wörz-järw und Peipus herstellte.

Was die Genesis der hier betrachteten altquartären oder diluvialen klastischen Gebilde betrifft, so müssen wir geneigt sein, letztere zum grössten Theil auf Grundmorainen zurückzuführen, die sich unter grossen Gletschereisdecken bildeten und bewegten. Diese Grundmorainen waren in ihren tiefern Theilen dem Einfluss der Gletscherbäche und des Schmelzwassers mehr ausgesetzt als in den höhern, doch erhielt sich der ungeschichtete und undurchlassende Geschiebelehm am besten. Die Verschiedenheit der von NO. nach SW. gerichteten altquartären Ausfurchungen des Devon und der NNW—SSO-lichen Längserstreckung der diluvialen Grandrücken, entspricht den verschiedenen Richtungen der beiden ostbaltischen Schrammgruppen. Der letztere Umstand führt aber zur Frage: ob nicht in der Dorpater NO—SW. Ausfurchung und Ausfüllung des Devon, der, nur am obern Theil der Furchenwände vertretene, ungeschichtete Geschiebelehm, einer ersten Eiszeit angehört hat, zwischen welcher und einer zweiten Eisperiode, er zum grössten Theil entfernt und durch geschichteten Sand und Grand ersetzt wurde. An der Schichtung dieser Sand und Grandlagen theilte sich ein weder tiefes noch ausgedehntes und kein Thierleben bergendes Süsswasserquantum, wie aus dem Mangel an Molluskenresten und auch daraus hervorgeht, dass wir in entsprechenden, weiter südlich auftretenden Sandbildungen, Torflagen mit *Betula nana* und *B. alba* und auch Reste vom *Elephas primigenius* und *Bos primigenius* kennen.

Die Verhältnisse der altquartären Bildungen im N. Dorpats wiederholen sich im übrigen Gebiete des Unterdevon. Es fehlt hier nicht an Flüssen die ihr heutiges Bett in den mit Diluvialgebilden erfüllten alten Furchen des devonischen Sandes haben, und an ihren Abhängen

deutlich horizontal und diagonal geschichteten Sand und Grand (z. B. am Keri Oia, einem Nebenfluss der Elwa, südlich von Dorpat) und darüberlagernden ungeschichteten Geschiebelehm aufweisen. Erhebt man sich aus dem Thale eines solchen Flusses auf die Höhe, so kann man sicher sein, in den dort etwa aus der Ebene hervortretenden rundlichen oder länglichen Hügeln, ungeschichteten oder sehr unvollkommen geschichteten Sand, groben Grand, Gerölle und grössere Geschiebe, mit Anzeichen einer Geschiebelehm-Decke zu finden. Im Gebiete des devonischen Dolomituntergrundes, zeichnen sich zwischen dem untersten Laufe der livländischen Aa und der Düna, 25 bis 30 KM. vom Meere entfernt, zwei W—O.lich gerichtete, ungemein regelmässig gebaute Hügelrücken aus, die den Namen Kangern (lettisch Kangeri, Dünen) führen. Sie sind 3 und 7 KM. lang, bis 30 M. hoch, fallen mit steilen Seiten ab und besitzen auf dem Rücken bis 20 M. Breite. — In Betreff Südlivlands und Kurlands will ich mich hier nicht auf weitere Betrachtungen der altquartären Gebilde einlassen, da sich dieselben bekanntlich, und wie auch J. G. Ludwigs¹²⁵⁾ zeigte, unschwer mit denjenigen der Provinz Preussen parallelisiren lassen, und da letztere von G. Zaddach, G. Berendt und A. Jentzsch vielfach beschrieben und kartographisch dargestellt worden sind.

Wir haben nun noch den speciellen mineralogischen, chemischen und paläontologischen Merkmalen der ältern Quartärgebilde unsere Aufmerksamkeit zu schenken.

Die vorausgeschickten Untersuchungen lehrten uns, dass das klastische Material dieser Gebilde von N. nach S. an Mannigfaltigkeit, Kleinheit und, bis zu einer gewissen südlichen Grenze, auch an Quantität zunehmen musste, dass ferner

der anscheinend ganz besondere Reichthum des rothen Geschiebelehms an grossen Steinblöcken sich zum Theil durch die Auswaschung und Freilegung dieser Blöcke in der Alluvialzeit erklärte, und dass gewisse Geschiebe- und Geschiebelehm-Ablagerungen, durch Trümmer der unmittelbar unter ihnen ruhenden ältern, vorquartären Gesteine gekennzeichnet wurden. Die graue Färbung des untern Geschiebelehms könnte man geneigt sein auf den Gehalt an silurischem, dem Fusse des Glintes von Nord-Estland entstammendem blauen Thon zurückzuführen, während man die rothe Färbung des obern Geschiebelehms, welcher in der That erst im Gebiete des unterdevonischen Sandes deutlicher in die Erscheinung tritt, diesem Sande und dem zugehörigen Thone zuzuschreiben Grund hätte. Noch näher liegt es aber freilich, den Unterschied der Färbung daraus zu deuten, dass im rothen Geschiebelehm eine gewisse Menge Eisenoxydul in Oxyd verwandelt wurde. Ausserdem muss ich jedoch darauf hinweisen, dass mir der geschlämmte graue Geschiebelehm in mehren Fällen vorherrschend Fragmente vom Hornblendgneis, Sienit, Diorit, Diabas und grauem Kalkstein oder Dolomit und nur wenige vom rothen Orthoklas lieferte, während der letztere, unserm Old Red fehlende Feldspath, nebst rothem Sandstein und weissem Kalk oder Dolomit im rothen Geschiebelehm vorwaltet. Hätten der graue und rothe Geschiebelehm ihre Färbung den genannten silurischen und devonischen Gebilden zu verdanken, dann müsste der blaue silurische Thon, nach Bildung des untern Geschiebelehms, im weitern Verlaufe der Glacialzeit unangetastet geblieben, und der Old Red erst seit Bildung des obern Geschiebelehms zum Aufbau der altquartären Formation verwerthet worden sein, was wenig wahrscheinlich ist. Scheursteine finden sich in allen Horizonten der ältern Quartär-

gebilde, vorherrschend jedoch im Geschiebelehm und zwar granitische und kalkige nicht weit von einander. Ueber eine Kennzeichnung der verschiedenen Horizonte altquartären Materials durch Geschiebe verschiedener Herkunft lässt sich nur wenig sagen. Im untern Geschiebelehm bei Wilna schienen mir obersilurische, aus Oesel stammende Geschiebe vorzuherrschen, woraus folgen würde, dass bereits im Beginn der Quartärzeit die Region des heutigen silurischen Inselgebietes stark afficirt wurde. Am Gerölllager beim Tuckumer Bahnhof (siehe oben) fiel mir sowohl die Seltenheit silurischer Geschiebe, als das häufige Vorkommen eines kieselreichen Dolomites auf, dessen Anstehen ich nicht genauer anzugeben weiss. Von einer Scheidung der ostbaltischen Geschiebelehme und Thone in zwei Gruppen, die Geikie's schottischem „till“ und „boulders clay“ entsprechen, kann vorläufig kaum die Rede sein.

Was die chemische Zusammensetzung des altquartären grauen und rothen Geschiebelehms und die sich daran knüpfenden Folgerungen betrifft, verweise ich auf die, sich diesen Blättern anschliessende Abhandlung von Th. Senff, Assistenten am chemischen Laboratorium der Universität Dorpat. Bei der Mannigfaltigkeit des klastischen Materials und der sehr verschiedenen, mechanischen und chemischen Veränderung desselben ist der Nachweis einer verschiedenen Zusammensetzung des Geschiebelehms, sei es nun in der Horizontalen oder Vertikalen ebenso schwierig, wie die Bestimmung besonderer, die beiden Horizonte dieses Gebildes kennzeichnenden Geschiebe.

An fossilen Resten haben uns die altquartären Gebilde des Ostbalticum nur wenig geliefert. Die meist sehr schlecht erhaltenen, in Finnland, Estland und bis zur Südgrenze Livlands bisher äusserst selten angetroffenen

Bruchstücke von Stoss- und Mahlzähnen des Mammuth ¹²⁶⁾ und vom Schädel des *Bos priscus* ¹²⁷⁾ weisen darauf hin, dass diese Thiere in jenem Areal nur vereinzelt lebten; Dafür dass sie dort wirklich existirten spricht aber namentlich das Zusammenliegen ihrer Reste im altquartären Sandsystem bei Mentzen ($57\frac{1}{2}^{\circ}$ Lat.) im Kirchspiel Harjel des livländischen Kreises Werro. Hier erhielten sie sich in einer Kalksandbank, die dadurch entstand, dass Kohlensäure haltiges Wasser, den über dem Sande lagernden Geschiebelehm auslaugte, dadurch kalkhaltig wurde, und beim Niedergehen seinen Kalk fahren und zum Bindemittel des Sandes werden liess. Weiter südlich setzt aber das Vorkommen eines wohl erhaltenen Femur vom *Rhinoceros tichorhinus* im Geschiebelehm bei Ringmundshof an der Düna, und der Befund zahlreicher zusammengehöriger Knochen des *Elphas primigenius*, 25 Werst von Witebsk an der Düna, die in jener Gegend einst statthabende Existenz dieser Thiere ganz ausser Zweifel. Auch werden in Kurland die Mammuthreste häufiger und fand man im Gouv. Kowno bei Retowo ein riesiges Ren-Geweih im altquartären Grand, wobei zu bemerken, dass Reste des Ren und des *Bos primigenius* sowohl in alt- als neuquartären Bildungen des Ostbalticum angetroffen wurden. Wenn schon die Funde an der Düna auf das Bestehen eines eisfreien altquartären Festlandes hinweisen, so thun es ebenso die dortigen Anzeichen einer spärlichen nordischen Vegetation. Die NO—SW streichende devonische Faltenmulde zwischen Dünaburg und Drissa ist nämlich mit altquartären Gebilden erfüllt, zu welchen, bei Kreszlaw an der Düna ¹²⁸⁾, ein blauer und gelblicher Thon gehört, welcher unter einem Kalksande, der dem obenerwähnten von Mentzen entspricht, und über einem weissen Sande lagert und mit Torflagen und

Resten von *Betula alba* und *B. nana* versehen ist. Unter ähnlichen Verhältnissen zeigt sich Torfkohle am hohen Ufer der Windau, über dem verlassenen Zechsteinbruch von Wormsaten, und ist ferner eine altquartäre Braunkohle bei Purmallen in der Nähe Memels bekannt. Dergleichen Kohlenbildungen erfolgten gewöhnlich am Grunde von Gewässern und unter einer abschliessenden Decke von Thon. Der Kalksand von Mentzen und Kreszlaw ist sehr verbreitet und kenne ich ihn z. B. im Gouv. Kowno bei Keidani und an der Minia bei Ragowischki, sowie am Niemen bei Wilki, oberhalb Georgenburg, und an der Losossna bei Grodno.

Mit 55° Lat. erscheinen in der untern Abtheilung der altquartären Gebilde die ersten Schalentrümmern von Mollusken, die nicht weit von diesem Vorkommen gelebt haben. Ostpreussens geschiebeführender und geschiebefreier Lehm und ebenso der dortige Kies oder Grand lieferten die Reste vorherrschend mariner, und zwar wie die *Leda truncata*, in der heutigen Nordsee lebender Mollusken, ausserdem aber auch noch, wie die Gattungen *Dreissena*, *Cardium* und *Valvata* u. a. m. lehren, die Zeugen einer Brack- und Süswasserfauna¹²⁹⁾. Weiter westlich erscheinen in Pommern und der Mark geschiebefreie Süswasserthone des dortigen Quartär mit *Paludina diwiana* etc. In Sachsen wurde bei Weimar ein Süswasserkalk mit Resten des *Elephas antiquus* und noch lebender Landschnecken bekannt. Im Gouvernement Kijew wird, wie bereits oben erwähnt wurde, ein unterer Geschiebelehm und Sand von geschiebefreiem Thon (Löss) überlagert und zeigt sich im Gouvernement Poltawa ausserdem noch über letzterm ein oberer gelblicher Blocklehm. Alle diese Ablagerungen sollen sowohl Reste vom Mammuth, Rhinoceros und Ren als von Süswasser-

Mollusken führen. Von letztern leben *Pupa Muscorum* L., *Lucina oblonga* Drap. und *Helix hispida* L. gegenwärtig in unserm Balticum.

Endlich wäre auch noch zu bemerken, dass man im Ostbalticum, von Nord her kommend, mit 56¹/₂° Lat. ein Gebiet betritt, in welchem die Diluvialgebilde auf oligocänen Braunkohlen (bei Meldsern in West-Kurland) und Bernstein-führendem Tertiär ruhen. Ueber Schichten, deren Bernsteinfauna ein Mittelmeer-Klima andeutet, lagern hier, ohne Vermittelung des Pliocän, untere Quartärgebilde mit Resten arctischer Mollusken.

Auf Grundlage aller vorausgeschickten Betrachtungen wird schliesslich die oben gegebene Skizze ostbaltischer Gebilde altquartärer oder glacialer Zeit in genetischer Beziehung folgendermassen zu ergänzen sein.

Im Beginn der Quartärzeit war das scandinavisch-finnländische Gebirge und Bergland um soviel höher als es später durch glaciäre Einflüsse und sonstige Erosion an Material verlor. Das noch nicht genauer zu bestimmende Maass dieser Höhe muss bedeutend gewesen sein,¹⁰³⁾ genügt aber nicht um den alleinigen Erklärungsgrund der klimatischen Unterschiede der Glacial- und Jetztzeit abzugeben. Jedenfalls bedeckten sich alle Höhen des bezeichneten Areals mit bleibendem Schnee, der zur Bildung von Gletschereis führte, das unter allmählicher Zunahme und gleichzeitigem Vorrücken, endlich eine grosse zusammenhängende Eisdecke bildete. Dem Hauptabfall der baltischen Gehänge des nördlichen Gebietes jenes Berglandes entsprechend bewegte sich die Eisdecke in SO. bis S. Richtung über die höher als jetzt und trockenliegenden Vertiefungen des baltischen und finnischen Meerbusens und der Ostsee in die Ebenen

des Ostbalticum und Innerrusslands. Bei dieser Eisbewegung wurde der zu Tage gehende vorquartäre Boden, seinem Relief und seiner mineralischen Natur nach, verschieden afficirt, d. i. zertrümmert, gescheuert, geschrammt, geschliffen, moutonnirt, steil oder flach ausgefurcht oder geebnet. Finnlands azoischer Felsgrund wurde moutonnirt; der WSW—ONO. verlaufende silurische Beckenrand Estlands und Ingermannlands aufgewühlt oder zertrümmert und die sich daran schliessende wenig undulirte kalkige Oberfläche der Silurformation Est- und Nord-Livlands weiter geebnet; der darauf folgende schwach gefaltene devonische Sand Livlands und der östlichen Nachbarschaft vornehmlich in NNW—SSO. Richtung ausgefurcht und der nun erscheinende letzte weiter ausgedehnte, aus festem Gestein, und zwar aus devonischem Dolomit bestehende Boden, wie früher der silurische, mehr und mehr planirt. Noch weiter südlich bot die germanisch-sarmatische Ebene mit ihren vorherrschend weichen Oberflächen jüngerer Formationen dem Eise abermals Gelegenheit zu flachen Ausfurchungen, die aber dort nicht so deutlich in die Erscheinung treten, wie im erwähnten silurischen Rand- und unterdevonischen Sand-Gebiete, wo durch die Gletscherwege und das vorquartäre Relief die Gestaltung der heutigen ostbaltischen Salz- und Süsswasserbecken vorgezeichnet wurde.

Das bei jener Eismassenbewegung gebildete Trümmermaterial blieb am Schlusse der altquartären Zeit als mehr oder weniger mächtige Bekleidung des vorquartären Bodens zurück. Während dieser Periode hatte sich dasselbe vorzugsweise als Grund-, Stirn- oder Seitenmoraine, zunächst in SO. bis S.licher Richtung bewegt. — Die mineralische Beschaffenheit und Quantität des bezeichneten Morainenmaterials war aber abhängig von der Länge des

Gletschereis-Weges und von den, im Verlaufe desselben erscheinenden, neuen Gebirgsarten oder Formationen. In Finnland bildete sich aus den durchweg azoischen oder archaischen und eruptiven Gesteinen, vorherrschend grober, psephitischer, weniger psammitischer und am wenigsten pelitischer Detritus, der von Sichtung und Schichtung verhältnissmässig wenig aufwies. In Estland kam zu jenem klastischen Material, oder dem Krosstens- und Rullstengrus Finnlands ein weiches kalkiges und anderes feinkörniges und thoniges silurisches Material, das nicht allein die Masse, sondern auch die pelitische Substanz der Moraine vermehrte und durch letztern Umstand auch die Sichtung der Bestandtheile erleichterte. In Livland wuchs mit dem unterdevonischen lockern Sande das Quantum der altquartären Gebilde noch mehr an und trat, neben dem gröbern Detritus, auch schon der graue untere, durch pelitisches Material gekennzeichnete Geschiebelehm sehr deutlich in die Erscheinung. Immer neues Material erhielten aber die Morainen, bei ihrer Fortbildung und Fortbewegung durch Südlivland, Kurland und das Gouv. Kowno, aus dem Mittel- und Oberdevon, dem Zechstein, Jura, der Kreide und dem Tertiär, und setzte die entsprechende Erscheinung bis in die Gouvernements Kijew und Poltawa fort, wo Trümmer anstehender ostbaltischer, mittel- und südrussischer vorquartärer Formationen zusammenkamen.

Die Beschaffenheit der Morainen hing indessen noch von andern Momenten ab, und zwar sowohl von der in N—S. Richtung zunehmenden Betheiligung des Wassers, als von der Scheidung der Eisdecke in einzelne kleinere Theile und der Entstehung eisfreien Festlandes. Ein solches Festland bildete sich z. B. am altquartären Spathsand und Grand Mittellivlands, in $57\frac{1}{2}^{\circ}$ Lat. (Mentzen) mit Resten

vom Mammuth und *Bos priscus*, und im Düna- und Windau-Gebiet mit Torfkohlen- und Braunkohlen-Lagern. Die wachsende Betheiligung des Wassers, d. i. der Gletscherbäche und des Schmelzwassers, sowie die Entstehung lebensfähiger Wasserbehälter beurkundete sich an der Zunahme geschichteten Materials und an Wasserthierresten der altquartären Gebilde. Die Zunahme der Schichtung erfolgte in den präexistirenden oder durch Eisbewegung erzeugten Bodenvertiefungen und kamen ausserdem, wie an Grönlands grossen Gletscherflüssen, geschichtete Zwischenmoränen zur Ablagerung. In etwa 55° Lat. traten aber die Morainen und das sie deckende oder tragende Gletschereis in ein salziges, brackiges bis süsses molluskenführendes Wassergebiet, das nicht überall tief genug war um die Eismasse, in der Weise wie wir es von Grönland wissen, zum Kalben, und Theile derselben zum Schwimmen zu bringen. *) Die Existenz eines solchen Wassergebietes ist im russischen Areal noch nicht nachgewiesen, jedoch sehr wahrscheinlich, und erstreckte sich dasselbe westlich über Nord-Deutschland, Schonen — wo der tiefste, geschichtete Diluvialera, Hvitäsand und Hvitälera darauf hinweisen, — Seeland und Jütland mit der Grenzlinie Aarhus-Lennvig.¹³⁰⁾

Nächst dem verschiedenen Relief des vorquartären Untergrundes sind somit sowohl die von N. nach S. ein-

*) Spitzbergen mit seinen 1500 bis 3600 Fuss hohen Bergen liefert keine schwimmenden Eisberge. Der unebene, 5000 Fuss Höhe erreichende Boden Grönlands ist dagegen mit einer 200 bis 300 M. mächtigen Eisdecke bekleidet, die, wie der Jakobsgletscher lehrte, in den Thälern jährlich bis 4 Kilometer vorrückt, mit ihren Zungen ins Meer dringt, dessen Grund reibt oder scheuert, und dessen Wasser so lange verdrängt, bis der Gletscher kalbt, d. h. bis jene Zunge oder das Gletscherende vom Wasser gehoben wird, ein Stück desselben abbricht und auf diese Weise ein schwimmender Eisberg entsteht, der mit bis 200 M. hoher Morainenmasse beladen, weit nach Süd, bis über die Azoren hinaus getrieben wird und sich seiner Last früher oder später entledigt.

tretenden petrographischen Veränderungen desselben, als die Zunahme der Wasserbetheiligung und die Theilung der Eisdecke und Bildung eisfreien Festlandes, als diejenigen Momente zu bezeichnen, welche den innern und äussern Bau der altquartären Morainen und sonstiger Gebilde vorzugsweise bedingten. Aus diesen Momenten ergibt sich die Verschiedenheit der vorherrschend NNW—SSO. gerichteten Äsar Finnlands und der Grandrücken Est- und Nordlivlands, sowie der in S. des unterdevonischen Sandgebietes auftretenden, im Ganzen mehr rundlich begrenzten altquartären Hügel, unter welchen der Waldai, die Haanhof- und Aa-Höhen Livlands und die westkurischen und preussischen, resp. Danziger Höhen, die mächtigsten und höchsten den Meeresspiegel um mehr als 350 M. überragenden Ansammlungen altquartären Materials vertreten. Ebenso einfach erklären jene Momente ferner den Wechsel ungeschichteten grauen Geschiebelehms und geschichteter sandiger Gebilde in der Horizontalen und Vertikalen, oder das Fehlen eines dieser beiden Glieder der ältern Glacialzeit. Und nicht weniger verständlich wird es auf derselben Grundlage, wie nächst der SO., SSO. bis S.lichen, durch Schrammen gekennzeichneten Hauptbewegungsrichtung ostbaltischen Gletschereises, sich jenseits der Vertiefungen des finnländischen Busens sammt Ladoga- und Onega-See, auf dem ziemlich ebenen Boden sedimentärer Formationen die Neigung zu einer mehr aus Ost kommenden, nach SSW. (Kreis Powenetz, Stadt Pskow, Inseln Moon und Kassar) bis SW. (Gotland) und W. (Berlin) gerichteten Bewegung des Eises einstellte. An jenes Verständniss schliesst sich aber endlich noch die Deutung und Erklärung der Verschiedenheit der Haupt- und untergeordneten Richtungen der Äsar und Grand-

rücken sowie der Verbreitung grosser nordischer Geschiebe und Trümmergebilde überhaupt, die nach SW. bis zur Südgrenze der norddeutschen Ebene und nach SSO. bis $48\frac{1}{2}^{\circ}$, d. i. bis auf zwei Grad Entfernung von der heutigen Küste des schwarzen Meeres gebracht wurden.

Die bisherige Darstellung der genetischen Verhältnisse altquartärer Bildungen bezog sich vornehmlich auf eine erste Phase derselben, oder die ältere Glacialzeit, bei deren Schluss eine bedeutende Abnahme der Eismassen und Zunahme des Wassers und eisfreien Landes stattgehabt zu haben scheint. Dieser ersten Phase der altquartären Periode folgte diejenige der jüngern Glacialzeit, mit erneuter Eis- und Morainendecke und dem Absatze vom rothem obern Geschiebelehm und gewissen pelitischen und psammtischen Gebilden, eine Phase die weniger lange dauerte und weniger Bedeutung hatte als die erste. An sie schloss sich endlich die neuquartäre, alluviale oder postglaciale Zeit, mit Bildung der heutigen Ostsee und der grossen ostbaltischen Landseen, deren Thierleben, bis auf einige ausgestorbene Formen, dem gegenwärtigen stets entsprach, deren Ausdehnung jedoch einst bedeutender als jetzt war, da sich z. B. das westliche Festland Estlands im Laufe der Zeit um etwa 80 Fuss hob, oder der entsprechende Ostseespiegel um ebensoviel sank. Bei letzterm Vorgange afficirte das Wasser nicht allein jene altquartären Gebilde, die im finnischen Meerbusen im Areal des zerstörten und entfernten silurischen Beckenrandes deponirt worden waren, oder die den Boden der flachen Mulden des Peipus, Wörzjärw, Burtneck-See und des Rigaer Meerbusens bildeten, sondern es setzte das aus der Glacialzeit stammende Werk der Zerstörung vorquartärer Straten noch weiter und tiefer fort, wie

solches die unter- und obersilurischen, Glint und Pank genannten Steilküsten der Ostsee und die hier und da erscheinenden, senkrechten devonischen Sandufer der erwähnten Landseen beweisen. Wirkte aber das Wasser grosser Becken, vorzugsweise innerhalb der Region ihrer enger werdenden Grenzen, ausspülend, Steilufer- und Dünen bildend, so arbeiteten Flüsse und sonst bewegte Tagewasser unermüdlich und überall zunächst an der Ausfurchung und Umlagerung der oberflächlichen jüngsten und dann der darunter lagernden tiefern und ältern Formationen.

Fortgesetzte Untersuchungen werden ohne Zweifel zum vollen Verständniss der Genesis altquartärer Bildungen führen. Es sind insbesondere die Grundmorainen gegenwärtiger, sowohl alpiner als hochnordischer Gletscher, namentlich in Betreff ihrer Bewegungen zu studiren, und anderseits die unter den Åsarn, Grandrücken und grossen Steinblöcken ruhenden Schrammen genauer als bisher zu beobachten und zu verfolgen. Vor Allem werden wir aber an der Hand einer speciellen Aufnahme der Quartärbildungen Finn-, Est-, Liv- und Kurlands — und in diesem Terrain besser als in irgend einem andern baltischen — zur Entscheidung der Fragen gelangen: wie, wo und wann sich das altquartäre Gletschereis massenhaft auf trockenem oder mit flachem (d. h. weniger als $\frac{7}{8}$ der Eisdicke tiefem) Wasser bedeckten Boden, oder in Bruchstücken, resp. Eisbergen, schwimmend im Wasser bewegte; auf welche Weise ferner die verschiedenen Moränen gebildet wurden und welches die Beziehungen der Schrammrichtungen, Ausfurchungen, Rundhöckerbildungen, Åsar und Grandrücken etc. zum Relief des vorquartären Untergrundes waren. Hat man inzwischen auch noch die Hinterlassenschaften und Zeugnisse der, einerseits am Westabhange des Ural ¹³¹⁾ und ander-

seits am Nordabhange der Karpathen, ¹³²⁾ einst herabgestiegenen alten Gletscher weiter erforscht, erst dann wird sich schliesslich ein richtiges Gesamtbild geben lassen von der Glacialzeit der germanisch sarmatischen Ebene und ihrer gebirgigen Umwallung.

Die vorliegenden Erörterungen sollten zunächst als Vorarbeit oder Vorbereitung zu der dringend erheischten speciellen Aufnahme der Quartärbildungen Est-, Liv- und Kurlands dienen und andeuten, worauf man bei zukünftigen Beobachtungen besonderes Augenmerk zu richten hat. Dass aber mit einer solchen Aufnahme nicht allein der Wissenschaft, sondern noch viel mehr dem nationalökonomischen Interesse der genannten drei Provinzen ein wesentlicher Dienst erwiesen werden wird, ist bereits früher hervorgehoben worden.

Literaturangaben.

1. Strangways, W. H. F. An outline of the Geology of Russia, with sketch, to serve as a basis for a geological map of European Russia. Transactions of the geological Society. Second Series. Vol. I. Part I. London 1822. 4^o.
2. Engelhardt, M. v. und Ulprecht, E. Umriss der Felsstructur Ebstlands und Livlands mit Karte und Profilen, in Karstens Archiv f. Mineralogie etc. B. II. Berlin 1830. p. 94—113.
3. R. T. S. Bemerkungen über das geognostische Gemälde von Ebstland und Livland. A. a. O. S. 174—176.
4. Quenstedt, Fr. A. im Jahrbuch f. Mineralogie von Leonhard und Bronn. Jhg 1838. S. 13.
5. Buch L. v. Beiträge zur Bestimmung der Gebirgsformationen Russlands. Berlin 1840 und Karstens Archiv f. Mineralogie etc. XV. 1841 Heft 1. p. 75.
6. Dubois, Fr. Geognostische Bemerkungen über Lithauen. Ebenda B. II. 1830 p. 135—159, mit Karte,
7. Ferber, J. J. Anmerkungen zur physischen Erdbeschreibung von Kurland, in J. B. Fischers Zusätzen zum Versuche einer Naturgeschichte von Livland. Riga 1784. p. 209—305.
8. Helmersen, G. v. Uebersichtskarte der Gebirgsformationen im europäischen Russland, nebst Anzeige, im Bulletin scient. de l'Academie des sciences de St. Pétersbourg IX. Suppl. Nr. 1. St. Petersburg März 1841. — Dsgl. im russ. Bergjournal 1841. II. 29. — Zweite kleinere, doch vervollständigte Ausgabe, von 34 und 24 cm. Seiten, im Massstabe von 1 : 11,000,000, im Annuaire du Journal des mines de Russie 1841. p. 345—381 cont. l'explication à l'appui d'une carte géologique de la Russie d'Europe.
9. Meyendorff, A. Baron, Uebersichtskarte der Gebirgsformationen im europ. Russland, angefertigt nach Angaben der Herrn Murchison, Verneuil, Keyserling, Blasius und Sinowjeff; vorgelegt Herrn Elie de Beaumont im Januar 1841 und erschienen im April 1841 als Beilage zur Abhandlung A. Erman's über den dermaligen Zustand etc. der geogn. Kenntnisse vom europ. Russland, im Archiv f. wissenschaftl. Kunde von Russland B. I. Berlin 1841. p. 59 und 254.
10. Murchison, R. J., Verneuil. E. de, et Keyserling, Count A. v., the Geology of Russia in Europe and the Ural Mts. Vol. I. Geology. London 1845. 4^o w. 5 pl. prof. et 2 geolog. maps. Vol. II. Géologie de la Russie d'Europe et des montagnes de l'Oural. Paléontologie,

- Londres et Paris 1845. 4^o avec 50 pl. — Mit russ. Schrift veröffentlichte die Hauptkarte dieses Werkes zuerst E. Eichwald in seiner russ. abgefassten Geognosie, St. Petersburg 1846. Die deutsche Uebersetzung des I. Bandes mit Karte publicirte G. Leonhard, Stuttgart 1848. Eine russ. Uebersetzung des I. B. mit Ergänzungen lieferte A. Osersky in 2. Bänden mit Karte, im russ. Berg-Journal St. Petersburg 1849.
11. Grewingk, C. Einiges über die Ergebnisse der Arbeiten im NW-silurischen Gebiete Russlands, mit Karte, im Correspondenzblatt des Naturforschervereins zu Riga VIII. 1855 Nr. 10. Dasselbst auch eine Uebersicht der betreffenden Literatur.
 12. Schmidt Fr. Untersuchungen über die silurische Formation von Ebstland, Nord-Livland und Oesel, mit Karte im Archiv für die Naturkunde Liv- Ebst und Kurlands. Erste Serie. B. II. Dorpat 1858. p. 1–249.
 13. Grewingk, C. Geologie von Liv- und Kurland mit Inbegriff einiger angrenzenden Gebiete; mit 4 Profiltafeln, einer Geschiebekarte und der geogn. Karte von Liv-, Est- und Kurland. Archiv für die Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands. Erste Serie. Band II Dorpat 1861 S. 479 — 774.
 14. Grewingk, C. Aussichten eines baltischen Vereins zur Erbohrung nutzbarer Fossilien, in den Sitzungsberichten der Dorpater Naturforscher-Gesellschaft. 1877. Jan. 13. p. 346 Anmerkung.
 15. Meteoritenfälle haben im Areal von Liv-, Est- und Kurland nebst Umgebung an folgenden Punkten stattgefunden: *Lixna* bei Dünaburg, gefallen 1820. VII. 12; Kuhlberg, A. Analyse und Beschreibung der Meteorite von Nerft, Honolulu und Lixna etc. Archiv für Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands I. Serie B. IV. 1868 p. 2–14 und Anhang 15–22. — Insel *Oesel*, Kaande Gesinde an der Ostküste der Pidul-Bucht. Göbel, A. Untersuchung eines am 11. Mai 1855 auf *Oesel* niedergefallenen Meteorsteins. Ebenda. I. 1854–1857. S. 447. — Forstei *Buschhof* in Kurland, Hauptmannschaft Friedrichstadt, gefallen 1863 VI. 2. Grewingk C. und Schmidt C. Ueber die Meteoritenfälle von Pillistfer, Buschhof und Igast in Liv- und Kurland. Ebenda B. III 1864. S. 420–553 mit 2 Tafeln und 1 Karte. *Pillistfer* bei Oberpahlen in Livland, gefallen 1863 VIII. 8. A. a. O. *Igast* bei Walk in Livland, gefallen 1855. V. 17. A. a. O. — *Nerft* in Kurland, Hauptm. Friedrichstadt, gefallen 1864. IV. 12; Kuhlberg a. a. O. — Gut *Allenküll* im Kreise Jerwen Estlands, gefallen 1872. VI. 28. Schilling, Baron G. Mittheilungen über den am 28. Juni 1872 beim Dorfe Tennesilm niedergefallenen Meteoriten. Ebenda B. VIII. 1873. S. 2–20 mit 1 Tafel.
 16. Innerhalb des Rahmens der hier erläuterten geognostischen Karte sind an folgenden Punkten Bohrlöcher getrieben worden: bei Reval, (290') s. Bulletin phys.-math. de l'Academie des sc. de St. Pétersbourg T. IX. 1851. Nr. 4. — Dorpat, (200') Archiv für Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands 2. Serie, B. II. 491. — Pullandorf bei Allasch (240') zwischen Wenden und Riga, Wochenschrift Inland Dorpat. Jhg. 1833. p. 130 und J. 1839. p. 416. — Riga (250', Wochenschrift Inland Jhg. 1844. Nr. 21 und Correspondenzblatt des Naturforschervereins zu Riga Jhg. IV. 1850 p. 17. — Mitau, (180') Engelmann, Chr. die Mitausche

- Niederung. Mitau 1842. Steffenhagen 4^o; Mittheilungen, landwirthschaftl. für Kurland. 1842 Nr. 8 und 9; 1847. p. 189. — Gouvernementszeitung, kurländische. Jhg. 1863. Nr. 90. Beilage; Jhg. 1864 Nr. 39. Beilage. Warwen bei Windau (83'). Archiv für Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands. 1. Serie B. II. S. 625; Meldsarn im Kirchsp. Amboten Kurlands, (91') A. a. O. p. 679 und 688; und B. V. p. 195. — Rypeiki bei Birsen im Gouv. Kowno. (460') Sitzungsber. der Naturf. Gesellschaft zu Dorpat 1877. Januar p. 352. Retowo im Kreise Telsch d. Gouv. Kowno (180') Privatmittheilung; Purmallen bei Memel (938'). Schriftau der phys.-öcon. Ges. zu Königsberg 1876. S. 167. 1878. S. 187. — Zeitschrift d. D. geolog. Ges. 1877 p. 423; Sitzgsber. der Dorpater Naturf. Ges. 1878. Jan. — Von Bohrlöchern, die ausserhalb des Rahmens unserer Karte, in deren Nachbarschaft getrieben wurden, wären ausser den 3 letztgenannten hervorzuheben das in St. Petersburg, (657'), s. Romanowski, im russ. Bergjournal 1864. VII. 45 und Helmersen, G. v. im Bull. de l'Ac. des sc. VIII. 1864. p. 185–203, sowie das von Staraja Russa (826') am Ilmensee im Gouv. Nowgorod, nach dem russ. Bergjournal, 1840. III. 201; Schmidt, C. im Archiv für Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands I. 293 und Grewingk, C. Geologie von Liv- und Kurland (Nr. 13) S. 768 ff.
17. Müller, F. Beiträge zur Orographie und Hydrographie von Estland, St. Petersburg 4^o mit Karten. Th. I 1869. Th. II 1872. — General-Nivellement von Livland. Lieferung I mit Karte. Dorpat 1877 4^o. Für Süd-Livland und Kurland siehe: Rathlef, Dr. K. Skizze der orographischen und hydrogr. Verhältnisse von Liv-, Est- und Kurland mit 2 Karten und 9 Profilen. Reval 1852.
 18. Nordenskiöld, N. Beitrag zur Kenntniss der Schrammen in Finnland. Acten der finnländischen Societät der Wiss. Helsingfors 1863. 4^o 39 S. mit Karte. Wiik, F. J. Öfversigt af Finlands geologiska förhållanden, med en geologisk öfversigtskarta in Bidrag till Kännedom af Finlands Natur. Häftet 26. Helsingfors 1877. — Die vor einigen Jahren unter Moberg begonnene und unter J. Thoreld's Leitung fortgeführte geologische Aufnahme Finnlands hat jüngst zum Erscheinen der ersten Karte oder Section derselben nebst Erläuterungen geführt, die in den vorliegenden Blätter leider nicht verwerthet werden konnten. Im obencitirten Bidrag till kännedom af Finlands Natur och Folk, utgifna af Finska Vetenskaps Societeten und in den Akten dieser Societät findet man die wichtigsten, in Schwedischer Sprache erschienenen geognostischen Abhandlungen über Finnland.
 19. Lemberg, J. Die Gebirgsarten der Insel Hochland, chemisch geognostisch untersucht. Archiv für Naturkunde von Liv-, Est- und Kurland Serie I. B. IV. 174–222 und 337–392 Dorpat 1867 und 1868.
 20. Lagorio, A. Microscopische Analyse ostbaltischer Gebirgsarten A. a. O. B. VIII. 1876 S. 145–299 mit 5 Tf.
 21. Schmidt, Fr. Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten. Lief. I. Phacopiden. Mém. de l'Academie des sc. de St. Pétersbourg VII. Série T. XXVI. Unter der Presse.
 22. Rosen, Fr. Baron. Ueber Stromatoporen. Doctordissertation. Dorpat 1867 und Verhandlungen d. Miner. Ges. zu St. Petersburg IV. 1869 S. 1–99.

23. Zittel, K. A. Studien über fossile Spongien. Abhandlungen d. K. bayerischen Academie d. Wiss. II. Kl. XIII. Bd. I. Abth. 1877. II Abth. 1878.
24. Seebach K. v. Zoantharia perforata. Zeitschrift v. d. geol. Ges XVIII. 1866 p. 304.
25. Dybowski, W. Monographie d. Zoantharia sclerodermata rugosa. Magisterdissertation Dorpat 1873 und Archiv für Naturkunde Serie I. Band V. Dorpat 1874 Lief. 3 und 4 S. 257—526. Die Chätetiden der ostbaltischen Silurformation. Doctordiss. Dorpat 1878. 124 S. mit 4 Tf. und Verhandlg. d. min. Ges. zu St. Petersburg B. XIV. S. 1.
26. Volborth A. v. Bärocrinus. Bulletin de l'Academie des sc. de St. Pétersbourg V. 1864 Oct. Bulletin de Moscou 1868 Nr. IV. und 1866 Nr. IV. — Cystoblastus; Sammlung von Abhandlungen zum 50-jährigen Jubiläum d. min. Ges. zu St. Petersburg. 1867 S. 666. — Achradocystites und Cystoblastus: Mém. de l'Ac. des sc. de St. Pétersbourg XVI. 1870 Nr. 2.
27. Eichwald, E. Homocrinus dipentas. Bulletin de Moscou 1866 Nr. 1.
28. Hoffmann, E. Mesites. Verhandlungen d. min. Ges. zu St. Petersburg. Jahrgang II. 1866 p. 1.
29. Schmidt, Fr. Glyptocistites, Blastoidocrinus, Asteroblastus, Agelacrinus, Bothriocidaris, Tetradium, in Mém. de l'Ac. de St. Pétersbourg T. XXI. Nr. 11.
30. Grewingk, C. Bärocrinus. Archiv. f. Naturkunde von Liv-, Est- und Kurland, Serie I. B. IV. Dorpat 1868 S. 100.
31. Volborth, A. v. Schmidtia und Acritis. Verhandlg. d. min. Ges. zu St. Petersburg B. IV. Jhg. 1868.
32. Möller, V. Volborthia. Sammlung (Sbornik) von Abhandlungen zum 100 jähr. Jubiläum d. Berginstituts in St. Petersburg 1873 p. 35.
33. Pahlen, A. v. d. Orthisina. Mém. de l'Academie des sc. de St. Pétersbourg T. XXIV. 1877 Nr. 8.
34. Ehrenberg, C. G. Panderella, Cymbulia, Tidemannia, Creseis. Monatsber. d. Academie d. Wiss. zu Berlin 1861 S. 444.
35. Volborth, A. v. Trilobiten: Mém. de l'Ac. des sc. de St. Pétersbourg VI. 1863 N. 2. — Illänen: ebenda VIII. 1864 Nr. 9.
36. Bock, J. Beyrichia. Neues Jahrb. f. Mineralogie 1867. S. 592.
37. Dames, W. Hoplochias, Conolichas. Zeitschrift d. Deutschen geolog. Ges. XXIX. 1878 S. 793.
38. Schmidt, Fr. Phacopiden. Mém. de l'Ac. de St. Pétersbourg. T. XXVI 1878. Thyestes verruosus. Verhandlg. d. min. Ges. zu St. Petersburg Neue Serie I. 1866 p. 217. Pteraspiden, Ebenda III. 1873 p. 132 und p. 150.
39. Lindström G., et Linnarsson, J. G. O. in Öfversigt af kongl. Vetenskaps-Academiens Förhandlingar und Aftryck ur geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar.
40. Angelin, N. P. Paläontologia scandinavica, cura et auspiciis academiae regiae scientiarum Suecanae, additamentis instructa, post mortem auctoris iterum emissa Part. I. Crustacea fasc. I. et II. Holmiae 1878.
41. Lagorio. A. Microscopische Analyse. (Nr. 20.)
42. Fischer-Benzon, Abhandlungen aus dem Gebiete der Naturwissenschaften des Naturforschervereines zu Hamburg B. IV. 2, Abth.

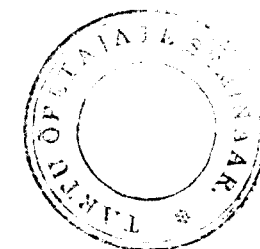
43. Gümbel, C. W. Coccolithen der Conodonten-Mergel. Jhrb. f. Min- 1870 S. 766.
44. Schamarin, A. Chemische Untersuchung des Brandschiefers von Kukkers. Archiv f. Naturkunde von Liv-, Est- und Kurland I. Serie B. V. 1870 S. 25.
45. Kupffer, A. Ueber die chemische Constitution der baltisch-silurischen Schichten. A. a. O. B. V. 1870 S. 69—194 mit 2 Tf.
46. Bock, J. geogn. Beschreibung des untersilur. und devonischen Systems im Gouv. Petersburg. Materialien zur Geologie Russlands herausg. von d. miner. Ges. zu St. Petersburg I. 1869 S. 101—189 mit Karte.
47. Lemberg, J. Chem. Untersuchung eines unterdevon. Profiles an der Bergstrasse in Dorpat. Archiv f. d. Naturkunde von Liv-, Est- und Kurland B. IV. 85—99. — Rosen, Fr. Baron. Die chem.-geogn. Verhältnisse der devonischen Formation des Dünathales. Magisterdissertation. Dorpat 1863 und Archiv f. Naturkunde B. III. 1864 p. 105—205. Lieven, V. Anwendbarkeit der Dolomithone des Dünathales zu Wassermörtel. Ebenda B. IV. 1868 p. 45—85.
48. Oranowski, A. Materialien zur Geographie und Statistik Russlands, gesammelt von Officieren des Generalstabes. Das Gouvernement Kurland. St. Petersburg 1862 p. 18—28 (russisch) mit Karte.
49. ± Geologie Kurlands. I. Historischer Theil. Herausgegeben von der kurländischen Gesellschaft f. Literatur und Kunst Mitau 1873. S. 22.
50. Grewingk, C. Sitzungsber. der Naturforscher Ges. zu Dorpat 1877 Januar S. 352.
51. Jnostranzew, A. geolog. Untersuchungen im Norden Russlands 1869 und 1870. St. Petersburg 1872 (russ.) S. 114.
52. Grewingk, C. Geologie von Liv- und Kurland (Nr. 13) Tf. C fig. 3.
53. Bock, geogn. Beschreibung (Nr. 45.) S. 177.
54. Antonowitsch, M. geogn. Skizze der Düna-Ufer im Gouvernement Witebsk. Russisch im Berg. Journal 1873 II. 55.
55. Stuckenberg, A. Das devonische Bassin des europäischen Russlands I. Systemat. Verzeichniss der Thiere und Pflanzen mit Angabe ihrer vertikalen und horizontalen Verbreitung. Russisch in den Trudü (Arbeiten) der Petersburger Naturforschergesellschaft T. IX. 1878. S. 447—493 mit 2 Tafeln: Nr. 55a. A. a. O. Tf. II. fig. 2 b. Nr. 55b. A. a. O. Tf. II. fig. 5 und 6.
56. Jentzsch, A. Schriften d. phys.-öcon. Ges. zu Königsberg 1876. S. 167; 1878 S. 187. Grewingk, C. das Bohrloch von Purmallen im Lichte der geognostischen Kenntniss seiner Umgebung. Sitzungsber. d. Dorpater Naturforscher Ges. 1878 Jan. — Vgl. auch Nr. 16 dieser Literaturangaben.
57. Pander Chr. H. Ueber die Placodermen des devon. Systems. St. Petersburg 1857. — Ueber die Ctenodipterinen d. dev. Syst. Ebenda 1858. — Ueber die Saurodipterinen, Dendrodonten und Glyptolepiden d. dev. S. Ebenda 1860.
58. Helmerson, G. v. Zweite Ausgabe der geologischen Karte des europäischen Russlands von Murchison, Verneuil und Keyserling. St. Petersburg 1870—1872 nebst Erläuterung auf 8 S. — Etage 11 b.
59. Den ältern Arbeiten von Tschalkowski, Warwinski, Olivieri, Helmerson, Eichwald, Pander, Kutorga, Murchison, Verneuil, Keyserling Simaschko und Pacht, schlossen sich nach 1861 an: Ditmar, A.

- Bericht über geolog. Untersuchungen im Gouv. Smolensk, russ. in Materialien zur Geologie Russlands B. V. 1873 p. 146. — Dokutschajew in den Protokollen d. Petersb. Naturforscher Ges. 1875 Dec. S. 43; Antonowitsch s. Nr. 54. — Ditmar, A. Bericht über d. geogn. Untersuchung von 5 Kreisen des Gouv. Twer, in Materialien zur Geologie Russlands (russ.) B. III. 1871 p. 67—140. Lahusen, J. Bericht über geogn. Untersuchungen im Gouv. Nowgorod. Ebenda. B. V. 1873 S. 1—120.
60. Karpinski. Protokolle der Naturf. Ges. zu St. Petersburg. 1877 Mai p. 93.
61. Lahusen. Bericht (Nr. 59) p. 115 ff. — Helmersen, G. von, Bull. sc. de l'Ac. des sc. de St. Pétersbourg VII. 74; VIII. 168.
62. Bock. Geogn. Beschreibung (46). S. 177.
63. Lagorio. Microscop. Analyse (20). S. 40. — Bock. Geogn. Beschreibung (46). S. 170 und 176.
64. Bock, J. Geolog. Untersuchungen in den Kreisen Wischnewolozk und Nowotorshok im Gouv. Twer. Materialien zur Geologie Russlands. B. III. St. Petersburg 1871. S. 187.
65. Nächste den vor d. J. 1861 ausgeführten Untersuchungen des russischen Devon von Helmersen, Pacht u. a. wären unter den neuern zu erwähnen: Semenow und Möller über die obere devonischen Schichten des mittlern Russlands im Bulletin de l'Académie des sc. de St. Pétersbourg T. VII. 1864. p. 227—264, ferner Lewakowski, über devonische Sedimente an den Ufern der Sosna und Timm, russ. in Sammelwerk: die Mineralogie und Geologie im J. 1875. St. Petersburg 1875.
66. Das Bohrloch von Purmallen bei Memel Nr. 16. und 56.
67. Grewingk, C. Zur Kenntniss ostbaltischer Tertiär- und Kreide-Gebilde. Archiv für Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands B. V. 1872. p. 195 und 256.
68. Grewingk, C. Das Bohrloch von Purmallen bei Memel, im Lichte der geognostischen Kenntniss seiner Umgebung. Sitzgsber. der Naturf. Ges. zu Dorpat. B. IV. 1878 Jan. S. 559.
69. Croll, J. On geol. time. Philosophical Mag. Vol 35 (1868) 363. Vol. 36. (1869) 141; 362.
70. Erdmann, A. Exposé des formations quaternaires de la Suède. Stockholm 1868. Atlas Tf. 3. — Hörbye, J. C. Observations sur les phénomènes d'érosion en Norvège. Christiania 1857. — Forchhammer, G. Oversigt over det K. Danske. Vid. Selsk. Forhandl. Aaret 1843. Kjøbenhavn 1844. p. 103. ff. — Nordenskiöld, Beitrag etc. s. Nr. 18. — Helmersen, G. v. Die Wanderblöcke und Diluvialgebilde Russlands 1867. S. 135: über die Schrammen in Finnland und im Olonetz-Gebiet. Inberg, J. J. Bidrag till Uleåborgs läns geognosi, mit 8 Tafeln und einer Karte, in Bidrag till Kännedom af Finnlands Natur och Folk. Heft 20. Helsingfors 1876. — Inostranzew, A. A. Geologische Skizze des Powenetzker Kreises des Gouv. Olonetz, (Russisch) in den Materialien zur Geologie Russlands B. VII. St. Petersburg 1877. G. 637 bis 657, nebst Tabelle im Anhang und Karte I. Grewingk, C. Geognostische Karte der Ostseeprovinzen, 2. Ausgabe, im Archiv für Naturkunde von Liv-, Est- und Kurland. B. VIII Lief. 4. Dorpat 1879.
71. Lemberg, die Gebirgsarten Hochlands. Nr. 19. S. 174—222.

72. Krapotkin, P. Untersuchungen der Eisperiode. Russisch, in den Sapiski der geographischen Gesellschaft zu St. Petersburg B. VII 1876 mit Atlas. Cap. XIII.
73. Nach mündlicher Mittheilung des Akademikers G. v. Helmersen.
74. Runge, Zeitschrift d. D. geolog. Gesellschaft XXI. 53.
75. Nötling, F. Zeitschrift d. D. geolog. Ges. XXXI. 339.
76. Rose, G. Poggendorffs Annalen. B. 43. S. 564. — Zeitschrift d. D. geol. Ges. Jhg. 1875. S. 961. — Orth, A. Correspondenzblatt der Ges. für Anthropologie. 1877. S. 125, im Archiv für Anthropol. B. XI. 1878.
77. Luedeke, O. Neues Jahrbuch für Min. 1879. S. 567.
78. Naumann, Fr. Neues Jahrbuch für Min. 1874 S. 337; Jentzsch, A. Bericht über die geologische Durchforschung der Provinz Preussen im J. 1877, Königsberg 1878. 4^o S. 45. Schriften der phys.-öcon. Ges. zu Königsberg XVIII. 1877. S. 229. — Credner, H. Verhandlungen der Ges. für Erdkunde zu Berlin 1878. Nr. 3.
79. Engelhardt, M. v. Zur Geognosie. Darstellungen aus dem Felsgebäude Russlands. I. Lief. Geogn. Umriss von Finnland. Berlin 1820 fol. mit Tf. und dazu: Helmersen G. v. Wanderblöcke (Nr. 70) fig. 1, 10, 37, 39, 40, 42 sowie Krapotkin, P. Untersuchungen der Eisperiode, St. Petersburg 1876 fig. 13, 14 und 70.
80. Helmersen. Wanderblöcke (Nr. 70) fig. 2 von Schalskoj. — Krapotkin Untersuchungen. (Nr. 72) fig. 3. Tüters. — Vgl. auch Böttlingk, W. Bericht einer Reise durch Finnland und Lappland, im Bull. scientifique de l'Ac. des sc. de St. Pétersbourg. VII. 1840.
81. Krapotkin. Untersuchungen (Nr. 72.) S. 695. Anm.
82. Krapotkin a. a. O. S. 696.
83. Nordenskiöld, A. Redog. Exped. till Grönland år 1870 in Öfversigt. Vet. Ak. Förhandl. Vol. 27. 1870. p. 1001. = Geolog. Mag. of London Vol. IX. 1872. p. 289.
84. Krapotkin. Untersuchungen (Nr. 72) p. 457.
85. Nordenskiöld. Beitrag (Nr. 18).
86. Krapotkin a. a. O. Nr. 72 Cap. XIII.
87. Grewingk. Geologie von Liv- und Kurland (Nr. 13). Tb. A. Profil I
88. Inostranzew, geolog. Skizze des Kreises Powenetz (Nr. 70). S. 652.
89. Nordenskiöld. Beitrag (Nr. 18) Tb. I fig. 2 bis 4.
90. Inostranzew, geol. Skizze (Nr. 70). S. 656.
91. Helmersen, Wanderblöcke (Nr. 70). p. 108—112 und fig. 36 bis 44.
92. Grewingk, Geologie von Liv- und Kurland (Nr. 13). S. 716.
93. Schrenk, A. Silurisches Schichtensystem Liv- und Estlands. Archiv für Naturkunde Serie I. B. I. Lief. 1. Dorpat 1854. S. 100.
94. Krapotkin, Untersuchungen. (Nr. 72) p. 289. fig. 75.
95. Grewingk, C. Ueber Eisschiebungen am Wörzjärw. Archiv für Naturkunde von Liv-, Est und Kurland. Serie I. B. V. S. 1—24 m. Tf.
96. Lyell, Ch. Reisen in Nordamerika. Halle 1846. S. 316.
97. Lopatin, J. A. Ueber Eisschrammen und Schiffe an Geschieben und Felsen des Jenissej Ufers, nördl. vom 60° Lat.; russisch in Sapiski der geogr. Ges. zu St. Petersburg B. IV. 1871.
98. Orth, A. Correspondenzblatt. (Nr. 76.)
99. Protokolle der Petersburger Naturf. Gesellschaft (russisch) 1877. Mai 13. S. 111.

100. Schmidt, Fr. *Melanges de l'Ac. des sc. de St Pétersbourg* T. VI. 238.
101. Helmersen G. v. *Riesenkessel in Finnland. Mém de l'Ac. des sc. de St. Pétersbourg* XI, 1867. Nr. 12. — Nordenskiöld, N. *Beskrifning af on ovanligt star Jättegrytta*, in *Föredragen för Vetensk. soc.* 1840. April 25 und Beitrag (Nr 18) S. 15. Inberg, *Bidrag* (Nr. 70): Karte. Jernström M. *Strödda geognostiska anteckningar in Bidrag till kändedom af Finlands Natur*, Heft. 20. p. 79.
102. Agassiz, L. J. R. *Glacial Theory. Edingburg N. Philos. Journ.* Vol. XXXIII. 1842 p. 242 ff
103. Kämtz, L. *Mittheil. d. k. k. geogr. Ges. in Wien.* Juni 1858.
104. *Revalsche Zeitung* 1878. Nr. 39.
105. Grewingk, C. *Baltische Wochenschrift.* Jhg. 1867 Nr. 21. Anm. p. 8; — Derselbe über den Räckh von Wätz in Estland. *Sitzungsberichte der Naturf. Ges. zu Dorpat* III 329.
106. Jentzsch, N. *Neues Jhrb. für Mineralogie.* Jhg. 1879. S. 145.
107. Jentzsch, A. *Bericht* (Nr. 78) S. 44 oder 228.
108. *Protokolle der Petersb. Naturf. Ges.* (Nr. 91)
109. Römer, F. *Fauna der Geschiebe von Sadewitz.* Breslau 1861 4^o. Derselbe über Diluvial-Geschiebe von nordischen Sediment-Gesteinen *Zeitschrift der Deutschen geol. Ges.* XIV. 575–638. — Derselbe über das Vorkommen von Diluvialgeschieben. *Sitzungsberichte der schles. Ges. für vaterl. Cultur* vom 26. Juni 1878. — Ueber Geschiebe der norddeutschen Ebene schrieben ferner Kunth 1865, Heidemann 1868, Giebel 1872, Liebisch 1874, Krause 1877; Haupt 1878.
110. Rzehak, A. *Ablagerung jurassischer Gerölle in Mähren.* *Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsanstalt.* XXVIII. Jhg. 1878. S. 1–6.
111. Theophilaktow, K. M. *Geogn. Karte des Gouv. Kijew.* 1872. Derselbe über die Diluvialgebilde in den Gouv. Kijew und Poltawa, in *Trudü der Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität Charkow.* T. IX 1875. S. 1–32 und in den *Trudü der Petersburger Naturf. Ges.* T. VII. 1876. S. XLI.
112. Grewingk. *Geologie von Liv- und Kurland* (Nr. 13) p. 660–677 nebst Geschiebekarte.
113. Jentzsch. *Bericht für 1877.* (Nr. 78) XVIII. S. 185 ff.
114. Erdmann. *Exposé des form. quatern.* (Nr. 70) Tab. 8 und *Sveriges geologiska Undersökning* vom J. 1858 an.
115. Krapotkin, *Untersuchungen* (Nr. 72) Cap. XIX. Karte I. Solitander, C. P. *Några geologiska iakttagelser vid en vandring längs Hyvinge – Hangö jernvägsanläggning*, mit 4 Tb. Prof. im *Bidrag till Kändedom af Finlands Natur.* Heft 24 Helsingfors 1875. Jernström, A. M. *Om Quartärbildningarna längs Åbo-Tammerfors – Tavastehus jernvägslinie*, med 9 Tf. *Ibidem* Häft. 20, Helsingfors 1876. Åkerblom, V. L. *Bidrag till Tammerfors traktens geognosi*, med. en *Karta.* *Ibidem* p. 117. — Inostranzew, *Skizze* (Nr. 70) Karte 1.
116. Krapotkin. *Untersuchungen* (Nr. 72) Cap. XIX § 49.
117. Krapotkin a. a. O. Cap. XVIII. § 16–18.
118. Grewingk. *Geologie von Liv- und Kurland* (Nr. 13. S.) 620 und 276.
119. Schmidt, Fr. *Untersuchungen über die Erscheinungen der Glacialformation in Estland und auf Oesel. Mélanges ph. et ch. tirés du Bulletin de l'Academie des sc. de St. Pétersbourg* VI. 1865 p. 207–248 mit Karte.

120. *General-Nivellement von Livland*, herausgegeben von der livländ. öcon. Societät. Erste Lieferung mit einer hypsometr. Karte Estlands und Nord-Livlands nebst Tafeln mit 20 Höhenprofilen. Dorpat 1877.
121. Inostranzew, *Skizze* (Nr 70) S. 644.
122. Derselbe a. a. O. S. 655. *Holzschnitt bei c.*
123. Rathlef Dr. K. *Skizze der orogr. und hydrogr. Verhältnisse von Liv-, Est- und Kurland*, mit einer orogr. und hydrogr. Karte und 9 Höhenprofilen Reval 1852.
124. Hellmann, C. E. H. *Beiträge zur Orographie und Hydrographie des NO.lichen Livland.* Mit Uebersichtskarte und einer Profiltafel. Dorpat 1876. 4^o
125. Ludwigs, J. G. *Ueber baltische Quartärbildungen. Sitzungsberichte der Naturforschergesellschaft zu Dorpat.* B. IV. 135–156.
126. Dybowski, W. *Notiz über einen Mammuthzahn-Fund. Verhandlungen der mineralsog. Ges. zu St. Petersburg* 1874.
127. Grewingk, C. *Ueber ein neues ostbaltisches Vorkommen der Reste des Bos priscus*, in *Sitzungsber. der Naturforschergesellschaft zu Dorpat* B. III. 475 und des *Bos primigenius*, ebenda Band IV 370.
128. Grewingk, C. *Geologie von Liv- und Kurland* (Nr. 13) S. 653 und derselbe über das Bohrloch von Purmallen (Nr. 68). Dokutschajew, W. *Die Entstehung der Flussthäler des europ. Russlands*, in *Arbeiten (Trudü) der Petersburger Naturf. Ges.* B. IX. 166. *Verfasser ist der unmotivirten Ansicht, dass der Spathsand, Kalksand und Geschiebelehm über dem Torf führenden Thon bei Kreszlaw von den benachbarten Höhen herabgeschwemmt sei.*
129. Jentzsch, A. *Neues Jahrbuch für Min.* (Nr. 106). Berendt, Dr. G. *Marine Diluvialfauna in West- und Ostpreussen. Schriften der phys.-öcon. Ges. zu Königsberg* VI 203. VIII 69 und XV 25. — Kunth, A. *Die losen Versteinerungen im Diluvium von Tempelhof.* *Zeitschrift d. D. geol. Ges.* XVII 331.
130. Forchhammer, G. *Geologische Uebersichtskarte von Dänemark* 1835. Berendt, G. *Gletschertheorieo der Drifttheorie in Norddeutschland?* *Zeitschrift der D. geol. Ges.* XXXI. 1. mit Tafeln. *Verfasser erörtert einige alte Thal- und Rinnenbildungen des norddeutschen Flachlandes.*
131. Stuckenberg, A. *Bericht über eine Reise ins Petschoraland. Materialien zur Geologie Russlands* VI. *St. Petersburg* 1875. S. 119. Poläkow, J. S. *Briefe und Berichte über eine Reise im Thal des Flusses Ob.* Beilage zu B. XXX des *Bulletin de l'Academie des sc. de St. Pétersbourg* p. 122.
132. Tietze, Dr. E. und Paul, C. M. *Ueber das Vorkommen von Eiszeit Spuren in den Ostkarpathen.* *Verhandlungen der k. k. geolog. Reichsanstalt.* Jhg. 1878. Nr. 7. S. 142.



I n h a l t.

Vorwort S. 1. Geschichte der geognostischen Karte von Liv-, Est- und Kurland S. 2. Fortschritte der geogn. Kenntniss genannter Provinzen seit 1861: archaische, eruptive und silurische Gebilde S. 8; devonische Formation S. 11; Zechstein, problematische Trias, Kreide und Tertiär 23; Quartärformation: Gliederung und Uebersicht ihres ostbaltischen Materials 24. Die altquartären Gebilde und deren Beziehungen zur Eiszeit, bewiesen durch Ausdehnung des glacialen Frictionsphänomens und Veränderung der Oberfläche fester vorquartärer Gesteine 28. Schrammen: deren Anordnung 34. Frequenz 36. Erhaltung 38. Dimensionen 40. Verlauf und Richtungen 41. Kreuzschrammen 45. Erscheinungen der Schrammung bei Pskow 48; auf den Inseln Kassar und Dago 51, auf Oesel, Moon, Gotland, bei Berlin und Halle 54. Schrammen als Beweise zweier Bewegungsarten und Hauptbewegungsrichtungen der Eismassen 55. Jahreseisbewegungen oder Eisschiebungen 59. Scheuersteine 61. Riesentöpfe 62. Weitere, durch Gletschereisbewegung erfolgte Veränderungen der Oberflächen vorquartärer Gebilde 64. Zerstörung des silurischen Beckenrandes und anderer Localitäten der Silurformation 67. Ausfurchung devonischen Sandes 72. Das Trümmermaterial vorquartärer Gebilde in seiner Verbreitung in der Horizontalen und Vertikalen 76. Anordnung desselben 82. Äsar 83. Blockwälle, Blockreihen und Blockfelder 86. Grandrücken; deren Richtungen und sonstige Verschiedenartigkeit 90. Die altquartären Gebilde bei Dorpat als Beispiel des Baues ostbaltischer altquartärer Gebilde 94. Mineralogische, chemische und paläontologische Merkmale der altquartären Formation des Ostbalticum 102. Darstellung ihrer genetischen Verhältnisse 107. Aeltere und jüngere Glacialzeit und die neuquartäre oder postglaciale Periode 112. Erfordernisse einer erweiterten genetischen Kenntniss der baltischen altquartären Gebilde 113. Literaturangaben 115.

Berichtigungen.

- S. 11. Zeile 9 von oben für Nowgorod — Twer.
" 21. " 6 von unten für westlich — östlich.
" 27. " 6 von oben nach Bos primigenius — und priscus.
" 28. " 1 von unten für psammitisch — klastisch.
" 77. " 5 " " " 50 1/2° — 48 1/2°.

Von der Censur gestattet. — Dorpat, den 15. November 1879.

Druck von H. Laakmann in Dorpat 1879.

Kalkstein-Platte

mit
FRICTIONS ERSCHEINUNGEN
DER GLACIALZEIT
von
der estländischen
INSEL KASSAR.



a1. a2.

f1. e