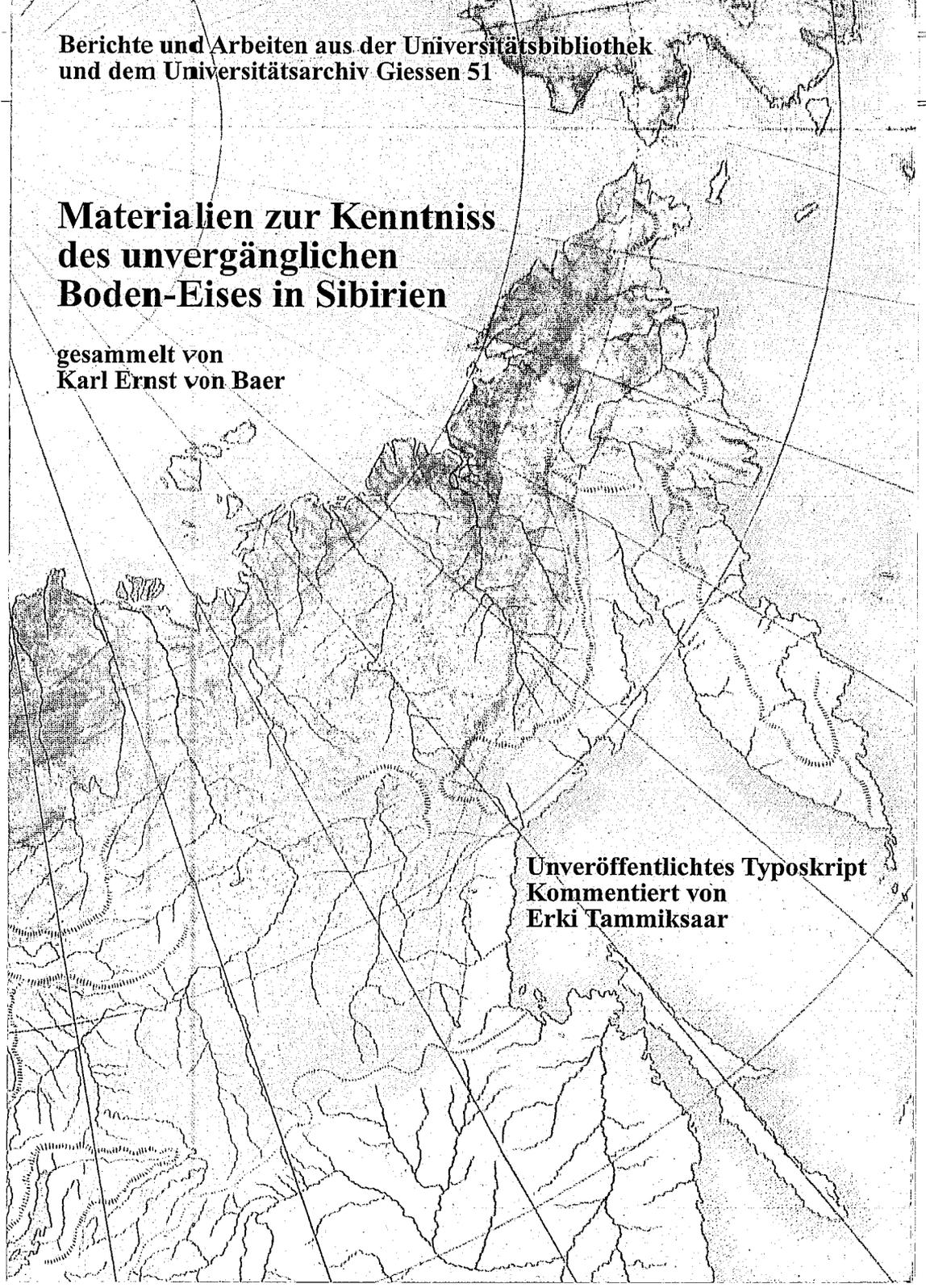


**Berichte und Arbeiten aus der Universitätsbibliothek
und dem Universitätsarchiv Giessen 51**

**Materialien zur Kenntniss
des unvergänglichen
Boden-Eises in Sibirien**

gesammelt von
Karl Ernst von Baer

**Unveröffentlichtes Typoskript
Kommentiert von
Erki Tammiksaar**



Materialien zur Kenntniss
des unvergänglichen
Boden-Eises in Sibirien

Gesammelt von

Karl Ernst von Baer

Unveröffentlichtes Typoskript von 1843
und erste Dauerfrostbodenkunde

Eingeleitet von Erki Tammiksaar
Hrsg. von Lorenz King

Giessen
Universitätsbibliothek
2001

Berichte und Arbeiten aus der Universitätsbibliothek
und dem Universitätsarchiv Giessen 51

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Baer, Karl Ernst von: Materialien zur Kenntniss des unvergänglichen
Boden-Eises in Sibirien : unveröffentlichtes Typoskript von 1843 und erste
Dauerfrostbodenkunde / Karl Ernst von Baer. Hrsg. von Lorenz King. –
Giessen: Univ.-Bibliothek, 2001

(Berichte und Arbeiten aus der Universitätsbibliothek und dem
Universitätsarchiv Giessen ; Bd. 51)
ISBN 3-9808042-0-8



Karl Ernst von Baer um 1840

Vorwort

In der deutschen und englischsprachigen Fachliteratur fehlt bisher gänzlich eine Arbeit über den Beginn der Permafrostforschung. Weitaus mehr ist darüber in der russischen Literatur geschrieben worden, da die Erforschung des Dauerfrostbodens in Russland ihren Anfang nahm. Fast übereinstimmend verbinden russische Autoren den Anfang der Permafrostforschung mit dem Namen Alexander Theodor von Middendorff, der in den Jahren 1842–1845 auf der Taimyrhalbinsel und in Ost-Sibirien vielseitige Forschungsarbeiten durchführte.

Noch heute bezeichnet man Middendorff üblicherweise als den ersten Permafrostforscher, obgleich sich viele Fachleute in Russland schon in den 1930er Jahren bewusst waren, dass der vielseitige Naturforscher Karl Ernst von Baer (1792–1876), Initiator der Middendorff'schen Expedition war, sich intensiv an der Bearbeitung von Middendorff's Resultaten beteiligte und Autor der "Materialien zur Kenntniss des unvergänglichen Boden-Eises in Sibirien" war.

Baer erfasste schon 1837 aufgrund von geothermischen Beobachtungen aus einem 116,7 m tiefen Schacht in Jakutsk die Bedeutung der Permafrostforschung. Ende der 1830er Jahre empfahl er daher die Entsendung einer Expedition zur Erforschung des Dauerfrostbodens in Sibirien und schlug von Middendorff als Leiter vor. Die dabei für ihn geschriebene Expeditionsanleitung umfasste 218 Seiten und enthielt fast alle damals bekannten Erkenntnisse über den Dauerfrostboden in Eurasien. Baer legt damit den Grundstein zur Permafrostterminologie, sah die zeitlich begrenzte Existenz des Dauerfrostboden, unterschied "kontinentalen" und "insularischen"

Dauerfrostboden, postulierte die Entstehung und Weiterentwicklung des Dauerfrostbodens als Ergebnis der komplexen physio-geographischen, geologischen und floristischen Standortbedingungen, zeichnete eine Karte der Südgrenze des Dauerfrostbodens in Eurasien und erstellte die erste Permafrostklassifikation. Leider blieb Baers Manuskript bis zu seiner Wiederentdeckung durch Herrn Tammiksaar ungedruckt.

Dr. Erki Tammiksaar ist Leiter des Karl Ernst von Baer Museums in Tartu. Er erhielt seinen Dokortitel an der dortigen Universität für seine umfassenden Studien über „Baers wissenschaftliches Werk in den 1830er und 1840er Jahren“. Auf zahlreichen Reisen in europäische Länder war er immer auf der Spurensuche nach Karl Ernst von Baer. Längere Forschungsaufenthalte an der Universität Giessen erlaubten ihm dabei die detaillierte Bearbeitung des von Baer'schen Nachlasses, der dort zu den wertvollsten Schätzen der Universitätsbibliothek zählt.

Die jetzt vorliegende, von Tammiksaar kommentierte Veröffentlichung des schon 1834 fertiggestellten Baer-Manuskripts ist eine wissenschaftliche Sensation und eine faszinierende Lektüre. Für seine jahrelange akribische Forschungsarbeit gebührt Dr. Tammiksaar großen Dank.

Butzbach, im April, 2001

Lorenz King,
Vorsitzender des Deutschen Nationalkomitees
Permafrost,
International Permafrost Association (DNP/IPA)

Preface

There are quite a number of studies in Russian about the origin of permafrost research. Russian authors usually relate the name A.T. Middendorff (1815-1894) with it, as he did much scientific work during the years 1842-1945 concerning permafrost on Taimyr peninsula and in East-Siberia. However, Russian scientists during the 1940's also realised, that it was K. E. Baer who initiated this expedition and that the origin of scientific permafrost research must be fixed with Baers' thorough earlier scientific work. They even believed, that the scepticism about the permafrost findings and publications of Middendorff would not have risen, if Baer's original "materials for the study of the eternal ground-ice" would have been published in 1842 as intended.

These facts were completely forgotten after the second world war. Therefore, the present publication of Baer's original book (never published before !) is not only a scientific sensation but still today of great scientific interest. With the compilation and analysis of all available data on ground ice and permafrost, with his ideas and hypothesis on the formation, existence and distribution of permafrost, Karl Ernst von Baer must be given the attribute "founder of scientific permafrost research".

Baer was a genius scientist covering not only the topics of geography and permafrost but many other sciences as botany, ethnology, zoology and embryology. Numerous of Baers' papers on permafrost were already published as early as 1837 and 1838. Well known was mainly his paper "On the Ground Ice or Frozen Soil of Siberia", published in the Journal of the Royal Geographical Society of London (1838, p.

210-213) and reprinted 1839 in the American Journal of Sciences and Arts by S. Silliman. However, Baers' first extended original textbook on permafrost with 218 pages (+ annexes) was never published until now, although ready for print in 1842.

The publication of the "materials for the study of the eternal ground-ice in Siberia" (original title: *Materialien zur Kenntniss des unvergänglichen Bodeneises in Sibirien*) is just sensational. This was realised also by the Russian Academy of Sciences, that honoured Baer with the publication of a tentative translation done already in 1942 by Sumgin (but not published then) for the academy's 275th anniversary.

Dr. Erki Tammiksaar is a scientist at the agricultural university and director of the Karl Ernst von Baer museum in Tartu, Estland. He got his Ph.D. degree for his study on "Baers' work in the 1830s and 1840s". He has done numerous research travels through many European countries in search of documents of Karl Ernst von Baers' life and work. A grant by the DAAD allowed him research work at the University of Giessen, Germany. Dr. Tammiksaar not only researched the original of Baers "Materialien" but more than 4000 letters to study the scientific work of Baer in detail. The scientific community will be very grateful for his careful historical research and his efforts to bring the life of Karl Ernst von Baer to a broader scientific public.

Lorenz King,
Chairman of German National Permafrost Committee,
International Permafrost Association (DNP/IPA)

Erki Tammiksaar:
Karl Ernst von Baers "Materialien";
die erste «Dauerfrostbodenkunde»

Inhalt:

| | |
|---|---------|
| Einleitung _____ | I |
| Karl Ernst von Baer und sein Interesse für die Nordpolargebiete _____ | II |
| Baers Plan zur Ausrüstung einer Expedition zur Erforschung des Dauerfrostbodens in Sibirien und die Natur der Taimyrhalbinsel _ | V |
| Die Vorgeschichte der Expedition von Middendorff _____ | VIII |
| Middendorffs Expedition und ihre Hauptergebnisse _____ | XI |
| Über das Los des Manuskriptes von Baer _____ | XVI |
| Baers Ansichten über die physikalischen Eigen- schaften und über die südliche Grenze des Dauerfrostbodens in Sibirien _____ | XXII |
| Baers Ansichten, die Middendorff in seinen Arbeiten aufnahm und erweiterte _____ | XXXVIII |
| Die Frage der Mächtigkeit des «sibirischen Eisbodens» _____ | XXXIX |

Permafrostforschungen in Russland in der
zweiten Hälfte des XIX. und zu

| | |
|---|-------|
| Beginn XX. Jahrhunderts _____ | XLI |
| Zusammenfassung _____ | XLIII |
| Danksagungen _____ | XLIV |
| Literatur _____ | XLV |
| Von Baer benutzte Literatur zu seinem Werk "Materialien zur Kenntniss des unver- gänglichen Bodeneises in Sibirien" _____ | LVI |
| Personenregister _____ | LXV |

Karl Ernst von Baer (1843):

**«Materialien zur Kenntniss des unvergänglichen
Boden-Eises in Sibirien»**

Inhalt:

| | | |
|------|--|----|
| I. | Veranlassung und Zweck dieser Sammlung von Materialien _____ | 3 |
| II. | Geschichtliches über die Kenntnis vom Boden- Eise | |
| §1: | <i>Erfahrungen bis zu dem neuen Jakutsker- Brunnen oder Schachte _____</i> | 7 |
| §2: | <i>Erfahrungen an dem neuen Schacht zu Jakutsk _____</i> | 19 |
| §3: | <i>Vorbereitungen zu neuen Untersuchungen ____</i> | 34 |
| III. | Über die Benennung „Boden-Eis“ _____ | 40 |
| IV. | Modifikationen, unter denen das Boden-Eis erscheint | |
| §1: | <i>In Bezug auf seine Dauer _____</i> | 43 |
| §2: | <i>In Bezug auf seine Verbreitung _____</i> | 44 |

| | | | |
|-------|---|-------|-----|
| §3: | <i>In Bezug auf seine physischen Formen</i> | _____ | 46 |
| I. | <i>Reines, unvermishtes Eis</i> | _____ | 48 |
| II. | <i>Das gemischte Boden-Eis</i> | _____ | 50 |
| §4: | <i>Geologische Verhältnisse des Boden-Eises</i> | ___ | 53 |
| | | | |
| V. | <i>Ausdehnung des großen Eis-Boden</i> | | |
| | <i>in der alten Welt</i> | | |
| §1: | <i>Allgemeines</i> | _____ | 121 |
| §2: | <i>Europäischer Anteil des großen</i> | | |
| | <i>Eisbodens der alten Welt</i> | _____ | 125 |
| §3: | <i>Bergzug des Ural und West-Sibirien</i> | _____ | 132 |
| §4: | <i>Mittel-Sibirien</i> | _____ | 142 |
| §5: | <i>Ost Sibirien</i> | _____ | 144 |
| §6: | <i>Kamtschatka, die Inseln, Nord-Amerika</i> | ___ | 164 |
| | | | |
| VI. | <i>Mächtigkeit des Sibirischen Eis-Bodens</i> | ___ | 167 |
| | | | |
| VII. | <i>Verhalten der Quellen und Flüsse</i> | | |
| | <i>im Eis-Boden</i> | _____ | 176 |
| | | | |
| VIII. | <i>Physische Bedingungen für die Boden-</i> | | |
| | <i>Temperatur überhaupt und das Vorkommen</i> | | |
| | <i>des bleibenden Boden-Eises</i> | | |

| | |
|---------------------------------------|-----|
| §1: Wärme-Quellen überhaupt _____ | 207 |
| §2: Eigene Wärme des Erdkörpers _____ | 208 |
| §3: Erwärmung durch die Sonne _____ | 212 |

Karl Ernst von Baer (1843):

**«Materials for the Study of Eternal Ground-Ice in
Siberia »**

Contents:

| | | |
|------|---|----|
| I. | Introduction _____ | 3 |
| II. | Research history | |
| § 1: | <i>Experiences before the new shaft in Jakutsk</i> _ | 7 |
| § 2: | <i>Experiences with the new shaft (111.7 m deep) in Jakutsk</i> _____ | 19 |
| § 3: | <i>Preparations for new explorations</i> _____ | 34 |
| III. | Ground-ice terminology _____ | 40 |
| IV. | Forms of ground-ice | |
| § 1: | <i>Stability and duration</i> _____ | 43 |
| § 2: | <i>Distribution</i> _____ | 44 |
| § 3: | <i>Forms of ground ice and permafrost</i> _____ | 46 |
| I. | <i>Massive ground ice</i> _____ | 48 |
| II. | <i>Permafrost/ice in sediments and bedrock</i> _ | 50 |
| § 4: | <i>Geological conditions of ground ice</i> _____ | 53 |

| | | |
|-------|--|-----|
| V. | Extent of permafrost in Europe and Asia | |
| §1: | <i>General</i> | 121 |
| §2: | <i>The European part of the cryosphere</i> | 125 |
| §3: | <i>Mountain range of the Ural and West-Siberia</i> | 32 |
| §4: | <i>Middle Siberia</i> | 142 |
| §5: | <i>East Siberia</i> | 144 |
| §6: | <i>Kamtschatka, the isles, North America</i> | 164 |
| VI. | Thickness of Siberian permafrost | 167 |
| VII. | Interaction of permafrost with springs and rivers | 176 |
| VIII. | Physical conditions for ground temperatures and the formation and existence of permafrost | |
| §1: | <i>Heat sources</i> | 207 |
| §2: | <i>Heat flow</i> | 208 |
| §3: | <i>Global radiation</i> | 212 |

Einleitung

In der deutsch- und englischsprachigen Fachliteratur fehlte es bisher an einer Arbeit über den Beginn und die Geschichte der Erforschung des Wissenschaftsobjektes Dauerfrostboden (Permafrost). Weit- aus mehr hingegen wurde darüber in der russischen Fachliteratur geschrieben, da die Erforschung des Dauerfrostbodens unbestritten in Russland ihren Anfang nahm. Fast übereinstimmend verbinden russische Autoren den Anfang der Frostbodenforschung mit dem Namen von Alexander Theodor von Middendorff, der in den Jahren 1842–1845 auf der Taimyrhalbinsel und in Ostsibirien vielseitige Forschungsaufgaben ausführte und der praktisch auch als Erster den Dauerfrostboden in Sibirien untersuchte. Dabei waren sich Fachkenner in Russland bereits in den 1940er Jahren dessen bewusst, dass der vielseitige Naturforscher Karl Ernst von Baer nicht nur der eigentliche Initiator der Middendorff-Expedition war und sich intensiv an der Bearbeitung der Middendorff'schen Resultate beteiligte, sondern auch der Autor der umfangreichen Arbeit «Materialien zur Kenntniss des unvergänglichen Boden-Eises in Sibirien» war (Obručev, 1945; 1946; Sumgin, 1940; Osnovy..., 1959; Suchova 1961, 1964). Diese Arbeit von Baer kann als erste Dauerfrostbodenkunde der Welt bezeichnet werden. Sie wurde von Baer als Anleitung für Middendorff geschrieben, und blieb seiner Zeit, obgleich die Publikation der Arbeit vorgesehen war, unveröffentlicht.

Obwohl Baer mit dieser Arbeit zum Begründer eines neuen Wissenschaftszweiges, der Geokryologie, wurde, blieben seine Verdienste für die Permafrostforschung in der russischen Literatur, abgesehen von

den Arbeiten V. F. Tumels (1945) und Natal'ja G. Suchovas (1993), weitgehend unbeachtet. Eine umfassende Darstellung der wissenschaftlichen Forschungsergebnisse von Karl Ernst von Baer in den 1830er und 1840er Jahren befindet sich in Tammiksaar (2000).

Karl Ernst von Baer und sein Interesse für die Nordpolargebiete

Aus der wissenschaftlichen Literatur ist der Zoologe Baer vor allem als Entdecker vom «Ei der Säugetiere»¹ (Verfasser des Werkes «*De ovi mammalium et hominis genesis*». Lipsiae, 1827) und als Begründer der vergleichenden Embryologie bekannt. Zu seiner Zeit war Baer jedoch ein führender Universalgelehrter und trug, v.a. in Rußland und Deutschland, aber auch in der restlichen Welt, wesentlich zur Entwicklung der vergleichenden Anatomie, Anthropologie, Ethnographie, Ichthyologie sowie der Entomologie als theoretische und praktische Wissenschaften bei. Einen weiteren maßgebenden Beitrag leistete Baer auch zur Entwicklung der physikalischen Geographie und Geologie in Russland. Baers Freund, der Akademiker Gregor von Helmersen, würdigte Baers Tätigkeit in der Geographie folgendermaßen: «[Baer war] einer der größten Geographen und Ethnographen seiner Zeit.» (Helmersen, 1877:255). Einige Jahre später ehrte Friedrich Ratzel Baer mit folgenden Worten: «Unter den großen Naturforschern dieser Zeit [XIX. Jahrhunderts] hat sich nur Karl Ernst von Baer /.../ selbständig als ein echt

¹ Baer verwendete den Begriff "Ei der Säugetiere", da zu seiner Zeit der Begriff der Eizelle noch nicht existierte und erst später durch Matthias Jakob Schleiden und Theodor Schwann (1838) geschaffen wurde.

geographischer Geist besonders in der zweiten Hälfte seiner tiefen Wirksamkeit erwiesen.» (Ratzel, 1901: 53).

Die Universität Dorpat absolvierte Baer als Mediziner im Jahr 1814. Neben vielerlei anderen Interessen besaß Baer schon von Kindheit an eine ausgeprägte Leidenschaft für die Botanik und Pflanzengeographie. Die Geologie begeisterte ihn in ähnlicher Weise wie schon die Botanik und bot Baer die Gelegenheit zu ausgedehnten Reisen und Erkundungen. Nur der völlige Mangel einer Perspektive, in Dorpat oder in St. Petersburg eine Botaniker- oder Geologenstelle zu bekommen, hinderten Baer daran, sich zugunsten der Botanik und Geologie zu entscheiden (Baer, 1866:162–163). Eher sah er hingegen eine Zukunft in der Zoologie. Hier widmete er sich der vergleichenden Anatomie sowie der Entwicklungsgeschichte der höheren Tiere und vernachlässigte dabei die ehemalige Liebe zur Botanik. Doch führte Baer in den Jahren 1815–1816 wiederum botanische Expeditionen durch, die ihn u.a. 1815 in die Alpen führten. Dann, ab Jahresende 1816 legte er seinen Schwerpunkt auf zoologische Expeditionen. Als Reiseziel lockte ihn besonders der hohe Norden. In den publizierten und unpublizierten Briefwechseln Baers, deren letztere sich in der Universitätsbibliothek Giessen befinden, zeigt sich deutlich, dass Baer zu Beginn seines Aufenthaltes und Wirkens in Königsberg (1819–1825)² ständig unterschiedliche Expeditionspläne zur Erforschung Lapplands und Nowaja Semljas zusammenstellte.

1834 siedelte Baer endgültig von Königsberg als ordentlicher Akademiker für Zoologie der Akademie

² Insgesamt arbeitete Baer 17 Jahre in Königsberg (1817–1834)

der Wissenschaften zu St. Petersburg nach Russland um. Bis 1836 beschäftigte sich Baer in St. Petersburg intensiv mit der Embryologie des Menschen sowie der Frösche. Im Winter desselben Jahres lernte er den jungen Polarforscher und Kapitän August Ciwolka kennen, der an der zweiten Expedition des Kapitäns Petr K. Pachtusovs nach Nowaja Semlja (1834–1835) teilgenommen und auf der Doppelinsel überwintert hatte. Dies erweckte in Baer wieder die Sehnsucht nach Reisen in den hohen Norden (Stieda, 1878:111–112). Im Jahr 1837, während der Vorbereitungen zu seiner eigenen Expedition nach Norden, veröffentlichte Baer infolge der mangelhaften Datenlage über Nowaja Semlja, ausgehend von den meteorologischen Tagebüchern von Pachtusov und Ciwolka, die erste klimatologische Übersicht der Doppelinseln (Baer, 1837a; 1837b; 1837c). Seine Darstellung zeigte, dass das Klima der West- und Ostküste von Nowaja Semlja ziemlich unterschiedlich war. Sein sechswöchiger Aufenthalt auf Nowaja Semlja im Sommer 1837 bestätigte seine Vorstellungen vollständig. Die umfangreichen mitgebrachten Sammlungen von Tier- und Pflanzenmaterial ermöglichten Baer die erste Charakterisierung der Doppelinsel hinsichtlich ihrer physikalischen Geographie nebst Flora, Fauna und Geologie zu verfassen (Baer, 1838a;b;c;d;e). Schnell verbreiteten sich Baers Forschungsergebnisse in den deutschen Fachzeitschriften und die Übersetzungen von Baers Ergebnissen ins Englische blieben über einen Zeitraum von 30 Jahren maßgebend für den Stand der Wissenschaft dieses Weltteiles.

Zwei Reisen, von der jede durchaus Expeditionsstatus hatte und die ihn zusammen mit A. T. v. Middendorf nach Lappland (1840) und an die Südküste Finnlands (1842) führten, betrachtete Baer

nach einigen Jahren lediglich als gründliche Vorbereitung für eine Exkursion in das Gebiet der Taimyrhalbinsel (Baer, 1855a:343–344).

Baers Plan zur Ausrüstung einer Expedition zur Erforschung des Dauerfrostbodens in Sibirien und die Natur der Taimyrhalbinsel

Ende 1837, als Baer schon von Nowaja Semlja zurückgekehrt war, erhielt er von seinem Freund Admiral Ferdinand von Wrangell die Nachricht von einem Schacht, den Fedor Šergin senior, seines Zeichens jakutzkischer Kaufmann und Mitglied der Russisch-Amerikanischen Kompagnie, 1827 auf der Suche nach schmackhafterem Trinkwasser als es die Lena bot, graben ließ. Wegen des gefrorenen Bodens blieb ein Anstieg des Grundwassers im Schacht jedoch aus. Der damals schon 382 engl. Fuss (116,7 m) tiefe Schacht stieß bei Baer auf lebhaftes Interesse, da er früher selbst in Nowaja Semlja gefrorenen Boden beobachtet, aber damals noch nicht die Bedeutung dieses Naturphänomens und dessen Zusammenhang mit dem kontinentalen Klima Sibiriens erkannt hatte. Inzwischen jedoch verstand Baer die Bedeutung der globalen Erforschung des Dauerfrostbodens, von dessen Verbreitung auch die Wachstumsverhältnisse der Pflanzen in Sibirien und im hohen Norden abhängen. Deshalb erklärte sich Baer auf Wrangells Wunsch hin sofort bereit, auf einer Sitzung der Akademie ein Manuskript des Geologen G. v. Helmersen über die Ergebnisse von Šergins Beobachtungen in seinem Schacht vorzulegen. Am 1. Dez. 1837 trug Baer den Inhalt dieses Aufsatzes von Helmersen (Helmersen, 1838) zu dieser Frage auf einer Sitzung der Akademie vor und schlug die Gründung eines speziellen Aus-

schusses zur Förderung der weiteren Erforschung des Schachtes vor.³ Die Kommission, deren Mitglieder der Physiker Georg Friedrich Parrot, der Meteorologe Adolph Kupffer und der Physiker Emil Lenz waren, fand, dass die weitere Vertiefung des Brunnens nicht zu vertreten sei, weil die Arbeitsbedingungen im Schacht für die Arbeiter lebensgefährlich werden könnten. Die Akademiker hielten die Erhaltung des Schachtes für wichtig, da es möglich war, ihn für regelmäßige geothermische Beobachtungen in den verschiedenen Tiefen luftdicht abzudecken. Der Ausschuss bot der Akademie an, Šergin, dem einzigen zuverlässigen Beobachter in Jakutsk, 30 Thermometer und eine genaue Beobachtungsinstruktion zu schicken.⁴ In der Beilage zu dieser Instruktion forderte Baer Šergin auf, in Jakutsk und Umgebung zu untersuchen, «wie tief man den Boden aufgethaut findet, und zwar wie tief an offenen, trockenen Stellen, in dicht begrasten Plätzen, in sandigen Gegenden und in Sümpfen, ferner wie hoch das Erdreich in der Höhe des Sommers 1 1/2 Fuss tief unter der Oberfläche in diesen verschiedenen Gegenden erwärmt wird /.../ und /.../ ob die kleiner[e]n Flösschen in der Umgegend von Jakutsk im Winter ohne Wasser sind, oder ob man Quellen kennt, die das ganze Jahr hindurch fließen?».⁵ Als Antwort auf Baers Fragen, teilte Šergin mit, dass er die Beobachtungen im Schacht leider nicht mehr durchführen könne, da er schon seinen Abschied von der Kompagnie genommen und Jakutsk verlassen habe (Baer, [1843a]:28).

³ Archiv der Russischen Akademie der Wissenschaften Abteilung St. Petersburg (ARAW Abt. St. Pbg.), B. 2, V. 1-1837, M. 13, Bl. 2.

⁴ ebenda Bl. 3.

⁵ ebenda Bl. 11.

Ungeachtet der Absage von Šergin hielt Baer es für unbedingt notwendig, die Beobachtungen im Schacht in Zukunft unter besseren Umständen fortzusetzen. Die Angaben über die geothermischen Beobachtungen im Schacht, die Šergin durchführte, hielt Baer für so wichtig, dass er sich entschloss, die europäischen Naturwissenschaftler darüber in Kenntnis zu setzen. Zehn Tage nach seinem ersten Bericht an die Akademie über die Frage des Dauerfrostbodens, teilte er Šergins Forschungsergebnisse Alexander von Humboldt mit und verwies darauf, dass der von dem deutschen Physiker Adolph Erman⁶ besuchte Schacht jetzt durchgegraben sei (Baer, 1838f). Ende des Jahres 1837 schickte er auch ein Schreiben an den Geographen Heinrich Berghaus, in dem sich Baer über seine eigenen Vorstellungen zur Ursache der geographischen Erstreckung des Dauerfrostbodens in Sibirien und seinen physischen Eigenschaften äusserte (Baer, 1839a). Ein weiteres deutschsprachiges Manuskript über den Dauerfrostboden übergab Baer im Dezember 1837 seinem Freunde, dem Weltumsegler Adam Johann von Krusenstern, der Baers Aufsatz ins Englische übersetzte und der Geographischen Gesellschaft in London schickte (Baer, 1838g). In diesem Aufsatz schlug Baer der Geographischen Gesellschaft in London vor, ähnliche geothermische Beobachtungen, wie sie die St. Petersburger Akademie der

⁶ Physiker Adolph Erman, der im Jahr 1828 den norwegischen Physiker Christopher Hansteen während seiner Reise nach Russland begleitete, dessen Hauptaufgabe die Messung der magnetischen Deklination in Russland war, reiste später allein durch Sibirien und besuchte auch den Schacht von Šergin. Dank Erman verbreitete sich in Europa die Nachricht über den Schacht und das Vorkommen von Dauerfrostboden in Sibirien (Erman, 1832).

Wissenschaften in Sibirien durchzuführen gedachte, auch in Nordamerika in Angriff zu nehmen.

Obwohl einige Mitglieder der Gesellschaft in London die Genauigkeit der geothermischen Beobachtungen von Šergin anzweifelten (Extract..., 1838a; 1838b), gaben sie der Hudson's Bay Company eine Empfehlung zur Durchführung von Luft- und Bodentemperaturbeobachtungen in Nordamerika, die von dem englischen Naturforscher und Kapitän Sir John Richardson entworfen wurde (Richardson, 1839). Er teilte der Wissenschaft als Erster das Vorhandensein des Dauerfrostbodens in Nordamerika mit (Richardson, 1838) und setzte auch Baer davon in Kenntnis.⁷ Je ein Aufsatz Baers über das Thema Dauerfrostboden erschien in England (Baer, 1838h) und in Amerika (Baer, 1839b). Er benachrichtigte auch die Gesellschaft für Erdkunde in Berlin über seine Forschungspläne.⁸

Die Vorgeschichte der Expedition von Middendorff

Die Diskussionen innerhalb der Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg über die Fortführung der von Šergin angefangenen Beobachtungen fielen zeitlich zufällig mit der Planung einer großen Expedition nach Westsibirien zusammen, deren Durchführung der Akademie im Winter 1838 von Petr D. Gorčakov, dem Generalgouverneur Westsibiriens,

⁷ UB Giessen, Nachlass von Baer, Bd. 42. Branston, G. On the Temperature of the soil at Martins Halls, Albany River, N. America; Richardson, J. Note. Rezension über Brantsons Werk. Harlem Hospital, 20. 01. 1841.

⁸ Museum für Naturkunde der Humboldt-Universität-Berlin, B. Zool. Mus., Signatur S. I, Baer, K. E. v., Bl. 55.



Abb. 1: A. Th. v. Middendorff um 1860

vorgeschlagen wurde.⁹ Die verschiedenen Expeditionspläne reichten die Akademiker A. Kupffer, G. F. Parrot, Christian Frähn und Johann-Andreas Sjögren im März 1838 bei der Akademie ein.¹⁰ Baer lehnte diese Pläne jedoch ab. Seiner Meinung nach musste zunächst erkundet werden, ob eine solche große Expedition in die dortigen unerforschten Gebiete überhaupt zu realisieren war (Baer,

⁹ ARAW Abt. St. Pbg., B. 2, V. 1-1838, M. 6.

¹⁰ ARAW Abt. St. Pbg., B. 2, V. 1-1838, M. 6, Bl. 1-11.

1855a:366–367). Die Akademiker stimmten der Ansicht von Baer zu und dieser schickte im Namen der Akademie Anfragen an P. D. Gorčakov,¹¹ um Informationen über die natürlichen und wirtschaftlichen Verhältnisse in den Gouvernements West- und Ostsibirien und insbesondere über das Gebiet der Taimyrhalbinsel¹² zu erhalten. Antworten auf seine Fragen trafen erst im Sommer 1841 in St. Petersburg ein (Baer, 1841a). Diese Angaben bestätigten, dass eine große Expedition in diese Gegend nicht durchführbar sei. Deshalb schlug er der Akademie Ende August 1841 eine kleine Expedition zur Taimyrhalbinsel und nach Jakutsk vor und empfahl von Middendorff¹³ als Expeditionsleiter.

Trotz der Bewilligung der Gelder Ende 1841 wurde beschlossen, erst 1842 die Expedition nach Sibirien zu schicken. Der Grund dafür war, dass Middendorff, der damals in Kiew als Professor für

¹¹ ebenda Bl. 28–29v.

¹² Die Bezeichnung Taimyrhalbinsel, die sich später in der geographischen Literatur festgesetzt hatte, verwendete erstmals Middendorff in seinen Berichten an die Akademie der Wissenschaften; vorher war die Halbinsel unter dem Namen Taimur bekannt.

¹³ Schon im Jahr 1839 fing er an, einen Naturwissenschaftler für die Führung der schwierigen und lebensgefährlichen Expedition zu suchen. Eigentlich wollte er selbst diese Expedition begleiten (UB Giessen, Nachlass von Baer, Bd. 24, Baer an die Akademiker d. Akademie der Wissenschaften, [St. Pbg.], 25. 09. 1841), doch der Rückblick auf seine eigenen Expeditionen überzeugten ihn, dass er für diese geplante Unternehmung schon zu alt war (Middendorff, 1847:XXIX). Deshalb bot Baer die Leitung der Expedition zuerst im Jahr 1839 dem Botaniker und Geologen Alexander von Schrenck an (ARAW Abt. St. Pbg., B. 2, V. 1–1841, M. 2, Bl. 5v; B. 129, V. 1, M. 651, Bl. 30v), der 1839 die nördlichen Gebiete des europäischen Russland untersuchte. Schrenck lehnte diesen Vorschlag jedoch ab. Dann hatte Baer den Vorschlag offensichtlich auch dem russischen Naturforscher Platon A. Čičačev gemacht, der aber auch ablehnte.

Zoologie arbeitete, von der dortigen Universität nicht freigestellt wurde. Unter seiner Führung wurde die Expedition nach Ostsibirien erst 1842–1845 durchgeführt. Die eigentlichen Forschungsarbeiten fanden in den Jahren 1843 und 1844 statt.



Abb. 2: An dieser Steilküste der Beaufort-See (Kanada) ist zu erkennen, daß unter der Vegetationsdecke der Strauchtundra viele Meter mächtiges Bodeneis über viele Kilometer hinweg vorkommt.

Middendorffs Expedition und ihre Hauptergebnisse

Middendorff bekam für die Durchführung der Forschungen in Sibirien eine umfangreiche Anleitung, die in drei Teile gegliedert war: Einen allgemeinen, einen zoologischen und einen botanischen Teil. Die Autoren der Anleitung waren die Akademiker K. E. v.

Baer und E. Lenz, der Botaniker Karl Meyer und der Zoologe Johann Friedrich Brandt. In einer allgemeinen Instruktion wurden die Hauptziele und die zwei Hauptaufgaben der Expedition — die Erforschung der Fauna und Flora zwischen den Flüssen Pjässida und Chatanga auf der Taimyrhalbinsel und besonders die Untersuchung des Dauerfrostbodens im Schacht Šergins und in anderen Gegenden Sibiriens, die die Reisenden besuchen sollten — bestimmt (Baer etc. al., 1843).

Baer war der eigentliche Autor der allgemeinen Instruktion. Neben dieser Anleitung verfasste Baer noch eine spezielle Sammlung von Quellen und Daten über den Dauerfrostboden, denn «es schien nämlich die Sammlung von Tatsachen [über den Dauerfrostboden] die beste Instruktion für einen unterrichteten Reisenden [von Middendorff] zu sein.» (Baer, [1843a]:4). Dies war die Grundlage zur Entstehung der «Materialien zur Kenntniss des unvergänglichen Boden-Eises in Sibirien», in denen Baer seine Ansichten über diese Naturerscheinung zusammenfasste.

Middendorff und seine Reisegefährten, der dänische Naturforscher Thor Branth, der Topograph Vasilij V. Vaganov und der estnische Präparator und Diener von Middendorffs, Michael Fuhrmann, trugen während der Expedition umfangreiche geologische Pflanzen- und Tiersammlungen aus den besuchten Gegenden Sibiriens zusammen. Ferner wurden auf dieser Forschungsreise wesentliche ethnographische Materialien über die Urvölker Sibiriens, besonders die Jakuten, über die geographische Erstreckung und Mächtigkeit des Dauerfrostbodens in Sibirien sowie zahlreiche Beobachtungen der klimatologischen Ver-

hältnisse Ostsibiriens gewonnen. Neben der Sammlung so wichtiger Materialien besuchte die kleine Expedition weite, noch nie von einem Naturforscher betretene Gegenden Sibiriens auf der Taimyrhalbinsel, östlich des Jenissei (Sredne-Sibirskoe Ploskogor'e), viele Gebiete in der Umgebung von Jakutsk, die Küste des Ochotskischen Meeres bei den Inseln Šantar und das Amurgebiet (Suchova, 1961; 1964). Die im Laufe der Expedition gesammelten Materialien, die neben Middendorff auch zahlreiche Naturwissenschaftler in Russland und Deutschland auswerteten, erschienen 1847–1874 in der umfangreichen vierbändigen Monographie «Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens während der Jahre 1843 und 1844».

Die Forschungsergebnisse von Middendorff über den Dauerfrostboden in Sibirien, die im ersten Band seiner Monographie unter dem Titel «Geothermische Beobachtungen» erschienen (Middendorff, 1847), erweckten gleich nach dem Erscheinen nur wenig allgemeines Interesse. So erwähnt J. Richardson 1851 in seinem Buch «Arctic searching Expedition: a Journal of a Boat-Voyage through Rupert's Land and the Arctic, in search of the Discovery ships under command of Sir John Franklin», in dem er seine Aufmerksamkeit besonders der Frage des Vorhandenseins des Dauerfrostbodens in Nordamerika widmet (Richardson, 1851:215–218), Middendorff und seine Expedition mit keinem Wort. Erst nach dem Erscheinen von Humboldts «Kosmos» (1858:42–47, Fußnote 167–169), in dem der berühmte Naturforscher als Erster nach Baer die Wichtigkeit der Middendorffschen Forschungsergebnisse für die Physik der Erde betonte, wurden Middendorffs Forschungsergebnisse und sein Name in Verbindung mit dem Phänomen des

Dauerfrostbodens in der Wissenschaft allgemein bekannt. Dadurch wird der Name Middendorff meistens mit dem Beginn der theoretischen und praktischen Dauerfrostbodenforschung in der Welt in Zusammenhang gebracht.

Über die Hauptergebnisse der Middendorffschen Expedition, besonders über seine Dauerfrostbodenforschungen, wurden Europa und Russland schon im Laufe seiner Forschungsreise durch zahlreiche deutsch- und russischsprachige Aufsätze von Baer (Baer, 1843b; 1844a,b; 1845a,b; Bér, 1845) unterrichtet und durch seine Vermittlung erreichten sie auch die Zeitschrift «The Journal of the Royal Geographical Society of London» (Krusenstern, 1844). Baer veröffentlichte auch die Reiseberichte von Middendorff und die von ihm im Schacht Šergin gewonnenen geothermischen Resultate (Middendorff, 1844a,b; 1845a,b,c).

Die Grundlage der Middendorffschen allgemeinen Darstellung des Dauerfrostbodens in Ostsibirien und seiner Eigenschaften (Mächtigkeit, Temperaturanstieg mit zunehmender Tiefe und die geographische Erstreckung) waren Middendorffs eigene geothermische Beobachtungen in den Schächten in Turuchansk 1843 und im Schacht Šergin in Jakutsk 1844. Er stützte sich auch auf Branths Beobachtungen in Jakutsk (Ende 1844 bis Anfang 1845) und die auf Baers Vorschlag (Baer, 1845b) durchgeführten Beobachtungen von Fuhrmann und dem Jakutskischen Lehrer S. Davydov in den Jahren 1845–1846 in Jakutsk, Witimsk und Olekminsk (vgl. Middendorff, 1847:119–121).

Die Verdienste Baers, dessen Ideen die eigentliche Grundlage der wissenschaftlichen Erforschung des

Dauerfrostbodens sind, wurden aber neben denen von Middendorff nicht weiter bekannt. In Wirklichkeit ist Baer weltweit nicht nur der erste Autor von speziellen Artikeln über den Dauerfrostboden sondern auch der Verfasser der Instruktion, die die Basis für Middendorffs Erforschung des Dauerfrostbodens bildete. Dieses Manuskript «Materialien zur Kenntniss des unvergänglichen Boden-Eises in Sibirien», mit dem sich Baer in den Jahren 1838–1843 (besonders aktiv in den Jahren 1841–1842) beschäftigt hat, blieb als Korrekturbogen liegen und war den Wissenschaftshistorikern lange Zeit unbekannt!

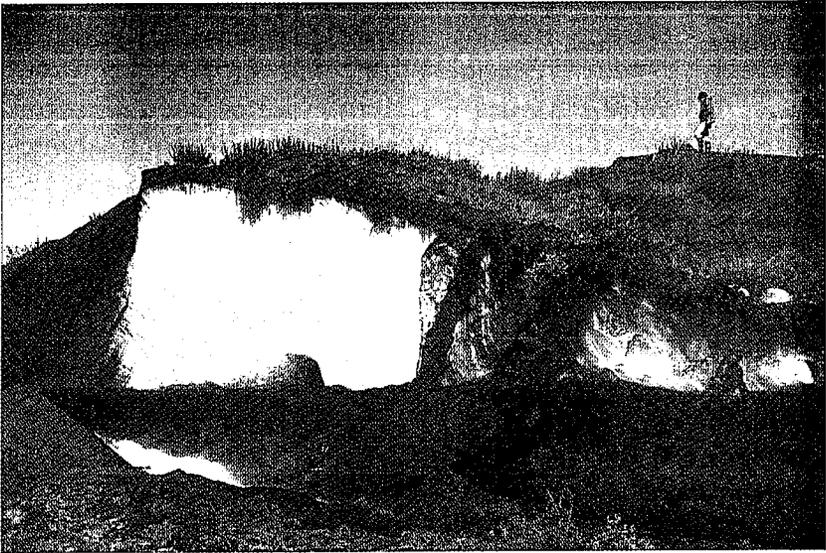


Abb. 3: Die Aufnahme eines im Zentrum zusammengebrochenen Pingos zeigt, daß unter einer nur rund 50 cm mächtigen Bodendecke, das Innere weitgehend aus Eis besteht. Der Basisdurchmesser des Pingos beträgt rund 55 m (Livingston Bay, N.W.T., Kanada).

Über das Los des Manuskriptes von Baer

Schon Ende 1837 fing Baer an, zielbewusst alle publizierten, handschriftlichen und mündlichen Angaben über die Naturerscheinung «Dauerfrostboden» zu sammeln.¹⁴ Er schrieb im März 1842 an F. v. Wrangell: «Ich bin beschäftigt eine vollständige Materialien-Sammlung für die Jakutsken Brunnen insbesondere für den Druck vorzubereiten.» (Lukina, 1970:196). Baer verfasste die erste Zusammenstellung von bereits vorhandenen Arbeiten, die sich mit dem Thema Dauerfrostboden befaßten. Diese Zusammenstellung ist bis heute die ausführlichste ihrer Art geblieben, dennoch wird von Baer als erster Autor nie mehr erwähnt. Sein Manuskript zeigt, welche umfangreiche Literatur Baer dafür durchgearbeitet hat. Ausserdem hat er zahlreiche handschriftliche Aufzeichnungen durchgesehen, die in den Archiven der Admiralität und der Akademie der Wissenschaften aufbewahrt wurden. Dazu zählen damals noch unveröffentlichte Tagebücher des Sibirienforschers Daniel Gottlieb Messerschmidt, des Entdeckungsreisenden Chariton P. Laptev,¹⁵ des Sibirienforschers Aleksandr F. Kaševarov usw., sowie auch die Aufzeichnungen von Michael Friedrich Adams über seinen Mammutfund. Viele mündliche Angaben über den Dauerfrostboden, die in seine Sammlung mit einfließen, bekam Baer von seinen Freunden, den Forschungsreisenden G. v. Helmersen, A. v. Schrenck, Franz Ruprecht und besonders viele von Pétr Anjou und F. v. Wrangell. Von Baer stammen auch gezielte Instruktionen zum

¹⁴ Diese umfangreiche Nachrichtensammlung befindet sich ARAW Abt. St. Pbg., B. 129, V. 1, M. 284.

¹⁵ Hessisches Staatsarchiv Marburg (HSM), B. 720, Nr. 320, Baer an Middendorff, [St. Pbg.], 18. und 26. 10. [1841].

Sammeln von Informationen über Dauerfrostböden, wie z.B. für den Erforscher des Petschoragebietes, Paul Theodor von Krusenstern (Sohn des A. J. v. Krusenssenstern).¹⁶ Als Ergebnis der fünfjährigen Arbeit standen Baer danach fast alle damals bekannten Berichte über den Dauerfrostboden zur Verfügung.

Ursprünglich wollte Baer sein Manuskript, das als Korrekturbogen erhalten geblieben ist,¹⁷ im IV. Band der Serie «Beiträge zur Kenntniss des Russischen Reiches und der angränzenden Länder Asiens»¹⁸ 1841, vor dem zunächst geplanten Expeditionsaufbruch von Middendorff, veröffentlichen. Wegen der obengenannten Gründe begann diese Expedition jedoch erst 1842. Auch Baer konnte sein Manuskript bis 1841 nicht fertigstellen (Baer, 1841b:III; Baer, 1866:515). Der Band VII. wurde teilweise Ende 1842 gedruckt,

¹⁶ UB Giessen, Nachlass von Baer, Bd. 24 (Schachtel), Baer an Paul von Krusenstern, St. Petersburg, 01. 11. [1842].

¹⁷ Es sind zwei Korrekturbogen mit verschiedener Paginierung vorhanden. Einen unterscheidet von dem Anderem nur ein Kapitel. Im Exemplar in St. Petersburg (ARAW Abt. St. Pbg., B. 129, V. 1, M. 290, Bl. 109v d.h. S. 560) ist angezeigt, welches Kapitel verändert werden muss. Im Exemplar, das sich in der Handschriftenabteilung der Universität Giessen befindet, ist dieses Kapitel (S. 218) verändert worden. Die Korrektur in St. Petersburg war bestimmt zum Druck im VII. Band der "Beiträge..." bestimmt, in dem diese jedoch nicht erschien. Die Korrektur in Giessen war offensichtlich (auf Grund der Paginierung) für ein separates Buch (Anhang?) bestimmt. Leider ist nicht zu ermitteln, wann diese Korrektur gesetzt wurde. Doch ist anzunehmen, dass diese Korrektur erst nach der Rückkehr von Middendorff von seiner Reise zu Stande gekommen ist.

¹⁸ Diese Serie gründete 1839 Baer zusammen mit Helmersen, um die russischsprachigen oder unbekannt gebliebenen Ergebnisse früherer russischer Expeditionen und auch zukünftige Berichte der Naturforscher Russlands europäischen Wissenschaftler zugänglich zu machen. Ironischerweise ist jedoch Baers wesentliches Forschungsergebnis, das Manuskript über den Dauerfrostboden, nicht in dieser Serie erschienen.

als Baer im Januar 1843 den Band mit seinem Manuskript über den Dauerfrostboden ergänzte. So lag es erst 1843 für die V. Abteilung des VII. Bandes «Beiträge...» als Korrekturbogen vor, blieb jedoch unveröffentlicht. Diese Korrekturbogen schickte Baer Middendorff während des Jahres 1843 nach Sibirien zu. Verschiedene Gründe verzögerten aber das Korrekturlesen durch Baer während der ersten Hälfte des Jahres 1843.¹⁹ Als die Korrektur ohne Beilagen²⁰ gesetzt war, schien es Baer zu umfangreich und er entschloss sich dann, sein Manuskript als einen selbständigen Anhang zu Band VII. herauszugeben (Baer, 1845c:V–VI). So erschien dieser erst 1845, als Middendorff schon von seiner Reise zurückgekehrt war und es klar wurde, dass der aus Sibirien zurückgekehrter Reisende nicht alle Informationen von Baers zur Erforschung des Dauerfrostbodens verwirklichen konnte. Auf Baers Vorschlag wurden die geothermischen Beobachtungen in Ostsibirien von den dort noch verbliebenen Fuhrmann und Davydov weitergeführt (Baer, 1845b). Baer entschloss sich, die

¹⁹ Verzögernd auf Baers Arbeit mit dem Manuskript wirkten sich die vernichtende Politik des Bildungsministers Sergei S. Uvarov gegen die Universität Dorpat und der Tod des Sohnes im Frühjahr 1843 aus (HSM, B. 720, Nr. 320, Baer an Middendorff, St. Pbg., 01. 09. 1843).

²⁰ Baer beabsichtigte seine «Materialien...» mit den umfangreichen Zitaten von den Arbeiten, in denen über den Dauerfrostboden Angaben vorhanden waren, zu ergänzen. Die Arbeit mit diesem Anhang wurde aber von ihm nicht zu Ende geführt und nur einzelne Zitate, die im Text zu lesen sind, wurden für den Band VII. der «Beiträge...» gesetzt. In diesem Buch wird der gesetzte Anhang des Baers Manuskripts nicht wiedergegeben, weil diese Texte publiziert sind (ausser die Mitteilungen F. Ruprecht und A. v. Schren(c)k) und sind *im Anhang (vgl. S. XXX)* im Literaturverzeichnis «Benutzte Literatur von Baer zu seinem Werk «Materialien zur Kenntniss des unvergänglichen Boden-Eises in Sibirien»» so weit es möglich war, aufgenommen.

Beobachtungen der Letztgenannten abzuwarten, die er für eine sehr wesentliche Ergänzung zu seinem Manuskript hielt.

Die Herausgabe des I. Bandes der Monographie von Middendorffs «Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens während der Jahren 1843 und 1844» im Jahr 1847, in der die geothermischen Beobachtungen der Expedition ausführlich analysiert wurden, ließen die Herausgabe der «Materialien...» von Baer wahrscheinlich schon weniger wichtig erscheinen. Andererseits war aber Baer nicht mit allen Middendorffschen Schlussfolgerungen über die physikalischen Eigenschaften des Dauerfrostbodens einverstanden und versuchte die Fehlerhaftigkeit derselben zu beweisen (Baer, 1850; 1855b). In diesen Aufsätzen publizierte Baer auch einige Ansichten, die er schon in seinen «Materialien...» äusserte.

In der zweiten Hälfte des XIX. Jahrhunderts waren Baers Arbeiten über den Dauerfrostboden, die er in den 1830er Jahre geschrieben hatte, schon lange in Vergessenheit geraten und kein Wissenschaftler war sich der Existenz von Baers «Materialien...» überhaupt bewußt, da das Manuskript unpubliziert blieb. Interessant ist zu bemerken, dass auch Middendorff in seiner Monographie an vielen erforderlichen Stellen Baers Manuskript nicht erwähnte. Der Name Baer wurde nur in Zusammenhang mit der Diskussion über die geothermische Tiefenstufe erwähnt (1850; 1855b).²¹

²¹ Vermutlich wies Middendorff auf Baers «Materialien...» nicht hin, weil er Baers Arbeit offensichtlich als eine Instruktion betrachtete. Doch musste Middendorff an einer Stelle im IV. Band seiner Monographie «Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens während der Jahren 1843 und 1844» in der Abteilung Ergänzungen zu der «Thierwelt Sibiriens», Baers

Im Jahre 1930 wurde auf Initiative Michajl I. Sumgins bei der damaligen Russischen Akademie der Wissenschaften ein Ausschuss zur Erforschung des Dauerfrostbodens in Russland ins Leben gerufen, aus dem später das Institut für Dauerfrostbodenforschung entstand. Diese Kommission beschäftigte sich neben den praktischen Aspekten der Dauerfrostbodenforschung in Sowjetrussland auch mit der Geschichte derselben. Zu diesem Zeitpunkt wurde im Akademiearchiv damit begonnen, den Baerschen Nachlass, der nach dem Tode Baers von dessen Erben an die Akademie der Wissenschaften übergeben wurde, zu ordnen (1931–1937) (Rajkov, 1951: 47, Fußnote) . Hierbei wurde auch Baers "Materialien..." entdeckt. Wie Vladimir A. Obručev, der Direktor des Institutes für Dauerfrostbodenforschung, schrieb, wurde das Manuskript ins Russische übersetzt und zum Druck vorbereitet (Obručev, 1945: 34). Es ist nicht zu ermitteln, wann genau die Übersetzung zu Stande kam, sie wurde jedoch von M. I. Sumgin in seinem Werk «Die Grundlagen der Dauerfrostbodenkunde» 1940 als Literaturquelle aufgenommen (Sumgin, 1940). Die Übersetzung sollte im Jahr 1947

“Materialien...” ausführlich zitieren, weil er unbedingt Baers Text ,M. F. Adams Mammutfund betreffend, genau angeben musste. In diesem Zusammenhang nannte Middendorff in seiner Monographie zum ersten Mal den genauen Titel der “Materialien...” (Middendorff, 1867: 1079–1080), gab aber nicht an, dass diese Arbeit nur unpubliziert vorlag. Diese Ergänzungen von Middendorff zitierte später Polarforscher Eduard von Toll in seinem Werk,. Toll beschäftigte sich u.a. intensiv mit den Gründen, die zum Aussterben des Mammut geführt hatten und leistete hier in der Ursachenforschung wichtige Beiträge. (Toll', 1897: 14).

erscheinen (Obručev, 1946:470), blieb aber wie auch das Original unpubliziert.²²

²² Das russische Manuskript wurde als II. Band in der akademischen Serie der Akademie der Wissenschaften "Wissenschaftlicher Nachlass" zur Publikation vorbereitet. In dieser Serie war seiner Zeit vorgesehen, unpublizierte Werke namhafter Wissenschaftler herauszubringen. 1951 schrieb Boris E. Rajkov, der sich damals sehr intensiv mit dem Nachlass von Baer beschäftigte, in einem seiner Werke sogar, dass Baers "Materialien..." bereits innerhalb dieser Schriftenreihe publiziert wurde (Rajkov, 1951: 68).

Die Gründe, warum es jedoch nicht geschah, sind bis heute unbekannt geblieben. Erst in diesem Jahr erschien die russische Übersetzung Baers Werkes in Jakutsk (Bér, 2000). Es ist sehr zu erfreuen, dass Baers Manuskript unter der Redaktion des Direktors des Instituts für Dauerfrostbodenkunde R. M. Kamensky letztendlich Russisch erschien. Von der anderen Seite ist zu bedauern, wie wenig der Redakteur Kenntnis davon gehabt zu haben scheint, wie man ein historisches Manuskript herauszugeben ist. So fehlen im Buch erforderliche Angaben, was für in Archiven (Bestand, Verzeichnis, Mappe) die Originalmanuskripte aufbewahrt werden, die zum Druck als Grundlagen gedient haben; der Herausgeber kennt wenig wissenschaftsgeschichtliche Literatur und scheint deshalb keine Ahnung von der Geschichte des deutschen und russischen Manuskripts sowie Geschichte der Dauerfrostbodenforschung in Russland gehabt zu haben; im Baers Manuskript vorkommende Personennamen sind häufig orthographisch falsch geschrieben, es kommen vor Translationsfehler aus Russisch ins Englische (z.B. Gumboldt statt Humboldt), es fehlen erforderliche Erklärungen zu den Personennamen, die im Baers Manuskript erwähnt sind (ausgerechnet 4 Personen) usw. Was aber in einem historischen Manuskript, das ein richtiger Fachkenner d.h. Dauerfrostbodenforscher herausgibt, vor Allem zu finden hoffen war — den sachkundigen Vergleich Baers Ansichten mit dem heutigen Stand der Kenntnis der Dauerfrostbodenforschung — dann fehlt es so eine Analyse im Buch leider fast völlig.

Baers Ansichten über die physikalischen Eigenschaften und über die südliche Grenze des Dauerfrostbodens in Sibirien

Schon in seinen ersten, 1837–1838 verfassten Aufsätzen (Baer, 1838f,g,h; 1839a,b) über den Dauerfrostboden, die sich auf lückenhafte Literaturangaben und Šergins Beobachtungen im Schacht stützten, bezeichnete Baer den Dauerfrostboden als ein besonderes Forschungsobjekt der Naturwissenschaften. Ungeachtet des mangelhaften Quellenmaterials umriss Baer schon 1837 die allgemeine geographische Verbreitung des Dauerfrostbodens in Sibirien und kam zur Schlussfolgerung, dass der Dauerfrostboden als Folge des kühlen kontinentalen Klimas von Sibirien betrachtet werden muss. Kritisch beurteilte Baer in seinen Aufsätzen die Rückschlüsse von A. Erman, die dieser²³ über die Permafrostmächtigkeit in Jakutsk zog und bewies, dass das Vorhandensein des Dauerfrostbodens in Sibirien damaligen geologischen Vorstellungen, nach denen die Temperatur gegen das Erdinnere hin regelmäßig zunimmt, nicht widerspricht,²⁴ sondern diese bestätigt.

²³ A. Erman beobachtete im Frühjahr 1828 in der Tiefe von 15 m im Schacht die Bodentemperatur. Auf Grund seiner Beobachtung hielt Erman es für möglich, dass ungefrorene Schichten in Jakutsk erst in der Tiefe von 600 engl. Fuss anzutreffen seien (Erman, 1832:542; Erman, 1838:251–252).

²⁴ So hielt der Deutsche Geologe Leopold von Buch alle Angaben des Sibirienforschers Johann Georg Gmelin, der als erster ausführlicher über den Dauerfrostboden in Sibirien schrieb "für ganz unzuverlässig /.../, welche behaupten, dass der Boden in vielen Fuss Tiefe sich, selbst im Sommer noch gefroren gefunden habe, in Gegenden, welche noch im Stande sind, strauchartige Gewächse zu ernähren" (Buch, 1828:95). Auch der Sibirienreisende C. Hansteen schrieb, dass die Angaben Gmelins um den ewig gefrorenen Boden in Sibirien richtig waren, obwohl diese mit den geologischen Vorstellungen über einen brennenden Erdkern nicht zusammenfallen (Hansteen, 1833:583–584).

Die neuen von Baer in den Jahren 1838–1842 gesammelten Informationen über den Dauerfrostboden in Sibirien veranlassten ihn dazu, nicht nur seine Kenntnisse über die Geschichte der Permafrostforschung, sondern auch seine Schlussfolgerungen über die Grundbedingungen der Bildung und Weiterentwicklung des Dauerfrostbodens (d.h. klimatologische, geologische und physikalisch-geographische Zusammenhänge) zu vertiefen. Gleichzeitig stellte Baer die erste Klassifikation des Dauerfrostbodens auf. Baer ist Schöpfer des Begriffes «Bodeneis». Wenn er damit «gefrorenes Wasser im Boden» und dessen physikalische Eigenschaften bezeichnete, so hatte der Begriff «Bodeneis» bzw. «Eis-Boden» analog zur Bedeutung der Wörter «Meer-Eis» und «Eis-Meer» nach Baer eine räumlich-geographische Bedeutung, d.h. Dauerfrostboden in seiner geographischen Ausdehnung (Baer, [1843a]:42). Beide von Baer verwendeten Bezeichnungen wurden später von Middendorff an Stelle des «gefrorenen Boden» gebraucht und der Begriff «Bodeneis» wird in der deutschsprachigen Fachliteratur noch heute benutzt.

Baer war der Meinung, dass das «Bodeneis» nicht «ewig» dauert, weil jede Naturerscheinung der Erde ihren Anfang hat und es deshalb richtiger sei von dem «unvergänglichen oder bleibenden Bodeneis» zu reden (Baer, [1843a]:43). Er unterschied auch dauernden und während des Sommers schwindenden Frostboden.

Andererseits betrachtete Baer den Dauerfrostboden als eine spezielle geologische Schicht und versuchte deren physikalische und geologische Formen festzustellen. So unterschied er im Boden reines, unvermisches- und gemischtes Eis (Schlammeis, Eis-

konglomerat, Eiskristalle und zusätzlich noch Eis mit Gestein, Geröll, Sand u.s.w.); dieses waren physikalische Formen des Dauerfrostbodens. Geologische Formen des Frostbodens waren: Eisgänge, Gletscher d.h. Tarynnen, Eisbänke und Eiskuppen d.h. Bulgunjachs. So sehen wir in der Arbeit von Baer den ersten Versuch die Bodeneisformen in Gebieten mit Dauerfrostboden zu klassifizieren.

Von seiner geographischen Ausdehnung her unterschied Baer den «kontinentalen und den insularischen» Dauerfrostboden, wobei die letztere Form besonders in den Hochgebirgen, weit entfernt von den kontinentalen Dauerfrostbodengebieten, vorkommen könne. Für die Hauptgründe, die zur Bildung von insularischen Dauerfrostböden führen, hielt Baer spezifische Lokalverhältnisse der Hochgebirge wie Klima, große Höhenschwankungen, Unterschiede zwischen Nord- und Südhängen der Gebirgszüge u.s.w.

Baer war der Meinung, dass sich die Dauerfrostbodenschicht in jenen Gegenden der Erde bildet, in denen die mittlere Jahrestemperatur unter 0°C liegt (Baer, [1843a]:162). Zusätzlich ließen Baers Vorstellungen vermuten, dass zu der geographischen Erstreckung des Dauerfrostbodens in Eurasien nicht nur das strenge nördliche Klima, sondern auch die kontinentale Lage und die absolute Höhe von Innerasien wesentlich beitragen (Baer, [1843a]:123). Auf Grund der gesammelten Informationen war Baer der Meinung, dass der Dauerfrostboden in dem nördlichen Teil der Halbinsel Skandinaviens (sehr selten und fleckig), in Kola und Kanin (östlich von Mezen), im nördlichen Teil des Urals, in Westsibirien von Berezovo bis Surgut, südlich von Turuchansk bis zum

Fluss Narym, im nördlichen Teil von Kamtschatka²⁵ und in fast ganz Ostsibirien vorkommt (Baer, [1843a]:126–164).

Die Entwicklung und die Verbreitung des Dauerfrostbodens hingen Baers Meinung nach von den folgenden sehr komplizierten lokalgeographischen Verhältnissen der Erde ab wie z.B. Relief, Klima, Charakter der Flora und Geologie der Gegenden ab. So war die Entstehung des Dauerfrostbodens ein Gesamtergebnis der vorgenannten Bedingungen. Baer stellte fest, dass die im Sommer entstehende Auftauschicht nicht nur für das Wachstum von Kräutern und Sträuchern, sondern auch von Wald ausreicht, da für das Pflanzenwachstum auf dem Dauerfrostboden der kontinentale warme Sommer während der kurzen Vegetationszeit ausreicht.

Zu Beginn der 1840er Jahre waren die meteorologischen Beobachtungen aus den Gebieten, für die Baer das Vorkommen des Dauerfrostbodens behauptete, sehr mangelhaft und entsprechende Angaben über Mittel- und Südsibirien fehlten vollständig. Vertrauenswürdige geothermische und meteorologische Beobachtungen standen Baer nur aus Jakutsk zur Verfügung, die die dortigen Kaufleute F. Šergin und A. D. Neverov angestellt hatten. Diese Daten bildeten den Ausgangspunkt der Vorstellungen Baers über die mittlere Jahrestemperatur ganz Sibiriens und bestätigten Humboldts Behauptung zum kontinentalen Charakter des Klimas Ostsibiriens. So trugen nach Baer die kontinentale Lage und die absolute Höhe von Zentralsibirien wesentlich zur Erstreckung des Dauerfrostbodens nach Süden hin bei. Dabei deuteten

²⁵ Die Richtigkeit dieser Behauptung von Baer bewies Karl von Ditmar am Anfang der 1850er Jahre (Ditmar, 1890–1900).

seine Angaben bereits darauf hin, daß im Gebiet um den Baikalsee Vorkommen von Dauerfrostboden fehlen; diese besondere Annahme konnte durch unmittelbar vor Ort durchgeführte Untersuchungen bestätigt werden. Andererseits war Baer von der Existenz des Dauerfrostbodens in Sibirien östlich von Witim «in seiner ganzen Breite bis an die Chinesische Gränze [eingerechnet auch Amurgebiet]» völlig überzeugt, weil in diesen Gegenden eine mittlere Jahrestemperatur von mehr als 0°C nicht zu erwarten ist. (Baer, [1843a]:161). Erst südlich der russischen Grenze steigt die mittlere Jahrestemperatur über 0°C und so ist der Dauerfrostboden noch im «Daurischen Hochland bis in die Mongolische Hochsteppe» und in China bis 50 Grad nördlicher Breite vorhanden (Baer, [1843a]:163). Baer war überzeugt, dass das kontinentale Dauerfrostbodengebiet auch in Nordamerika vorkommt. Die Frage: «Ob die Süd-Spitze von Süd-Amerika Eis-Boden enthält», konnte Baer nicht beantworten, bezweifelte aber nicht, dass der «neu entdeckte antarktische Kontinent ganz oder fast ganz aus dem Eis-Boden besteht» (Baer, [1843a]:45). Nach Baer erstreckten sich die ausgedehnten Dauerfrostbodengebiete auch unter dem Meeresgrund des Ochotskischen Meeres. Darauf wiesen ihn viele Messungen von Wassertemperaturen (bis -3°C) nahe des Meeresbodens hin. Nur an der Küste ist kein Dauerfrostboden vorhanden, weil die obere Wasserschicht des Meeres wesentlich wärmer ist, als die untere (Baer, [1843a]:163; 173-175). (Die Frage, ob sich unter dem Meeresboden Dauerfrostboden befindet, wird noch heute lebhaft diskutiert).

Baer legte nicht nur in Texten die südliche Grenze des Dauerfrostbodens in Sibirien fest, sondern trug entsprechende Angaben auch auf einer Karte ein

(Baer, [1843a]:123). Baer selbst äusserte sich über seine Karte folgendermaßen: «Die Karte, auf welcher wir versucht haben, die Ausdehnung des Eis-Bodens darzustellen /.../ [kann] nur ein geographisches Verzeichniss einer langen Reihe von Fragen sein [und] hat nur den Zweck, berichtigt zu werden /.../» (Baer, [1843a]:123).

Diese Karte, die bisher als verloren galt, wurde erst kürzlich wieder in St. Petersburg aufgefunden (Karte 1).²⁶ Die Karte, bei der eine bezeichnende Überschrift fehlt, befindet sich in einer Mappe, die auch die anderen Karten, mit denen Baer während seiner Forschungsprojekte arbeitete, enthält. Zur Darstellung der Permafrostverbreitung, benutzte Baer unterschiedliche Blautöne, die offensichtlich die verschiedenen Arten bzw. Mächtigkeiten des Dauerfrostbodens wiedergeben. Der in der Karte eingezeichnete südliche Verlauf der Permafrostgrenze²⁷, ist ein eindeutiges Indiz dafür, daß die Karte auf Initiative Baers angefertigt wurde. So zeigt die Karte fast in ganz Ostsibirien, im nördlichen Teil Kamtschatkas und in China Dauerfrostboden; nicht aber rund um den Baikalsee. Eine solche geographische Verbreitung des Permafrostes in Sibirien stimmt mit den Angaben in Baers Manuskript überein.

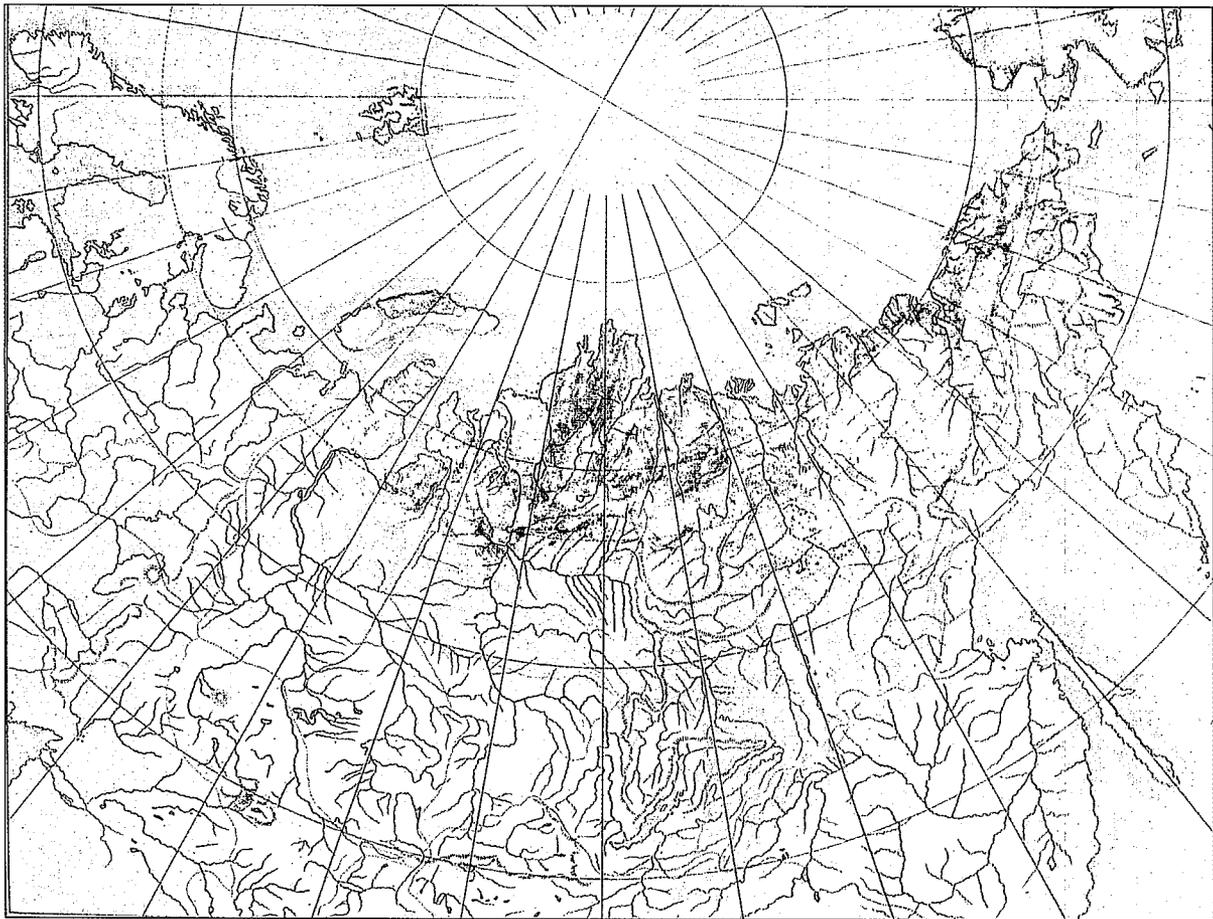
Ein besonderes Interesse hatte Baer für das Vorkommen von Gewässern (Quellen, Flüssen, Seen) und deren physikalische Eigenschaften in Permafrostgebieten. Entsprechende Informationen fehlten damals in der Literatur fast völlig. Doch deuteten die von

²⁶ ARAW Abt. St. Pbg., B. 129, V. 1, M. 759, Bl. 1.

²⁷ Erstaunlich ist die gute Übereinstimmung des südlichen Verlaufs der Permafrostgrenze mit den heutigen Erkenntnissen (vgl. Karte 2).

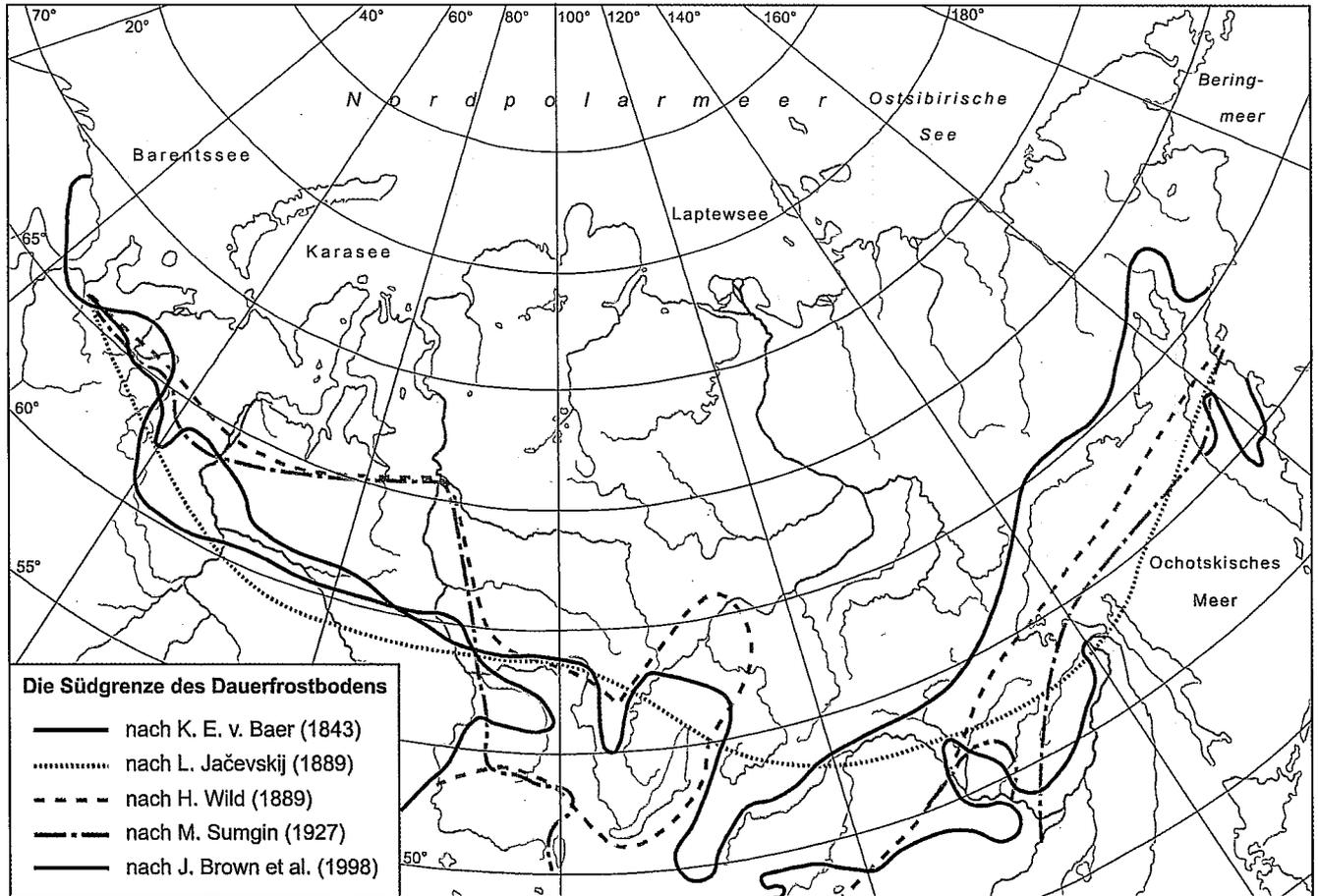
Karte 1: Südgrenze der Permafrostvorkommen
nach K. E. v. Baer (1843)

Map 1: Southern border of permafrost according to
K. E. v. Baer (1843)



Karte 2: Verbreitung des Dauerfrostbodens in
Eurasien nach verschiedenen Autoren

Map 2: Distribution of permafrost in Eurasia
according to several authors



Baer gesammelten Informationen darauf hin, dass auch im Permafrost Quellen vorhanden sein müssen, weil die auf dem Frostboden fließenden Flüsse ohne solche «Ernährung» während des lange dauernden Winters leer bleiben würden. Baers Materialsammlung bewies, dass fließendes Wasser über Dauerfrostboden unterschiedlichen Charakter hat. Er war der Meinung, dass als Grenze des Vorkommens von Quellen auf dem Dauerfrostboden nicht die Linie des nördlichen Polarkreises oder die 0°C-Isotherme in Frage kommen kann, weil fließendes Wasser später als stehendes gefriert. Mächtige Quellen fehlen in Permafrostgebieten fast völlig. Meistens stammt das Quellwasser aus Bodenschichten unterhalb des Permafrostes, von wo aus es durch Erdspalten, die durch schnelles Gefrieren des Bodens entstanden, an die Oberfläche des Dauerfrostbodens gelangt. Eine andere Möglichkeit besteht darin, daß die Flüsse durch Quellen im Gebirge gespeist werden. Baers Meinung nach können am Südrand der dort dünnen Dauerfrostbodenschicht vorhandene Quellen durch hydrostatischen Druck und die Erdwärme entstanden sein und so die Erdoberfläche erreicht haben.

Das Vorkommen von Quellen auf Dauerfrostboden gab Anlaß zur Frage, ob Flüsse unter Permafrostbodenbedingungen das ganze Jahr hindurch Wasser führen können? Hinsichtlich dieser Frage unterschied Baer drei Arten von Flüssen über Dauerfrostboden: Flüsse, die ausserhalb des Dauerfrostbodengebietes entstanden sind und nur teilweise auf demselben fließen; die Flüsse, die ihre Entstehung thermalen Quellen in Gebirgen oder Seen (getarnte Quellen) verdanken, und drittens Flüsse ohne ständige Ernährung. Die zwei erstgenannten Flussarten fließen perennierend, die meisten sibirischen Flüsse ohne Ernährung

aber frieren während des Winters über ihre gesamte Tiefe hin durch (Baer, [1843a]:196–197) und fließen somit periodisch.

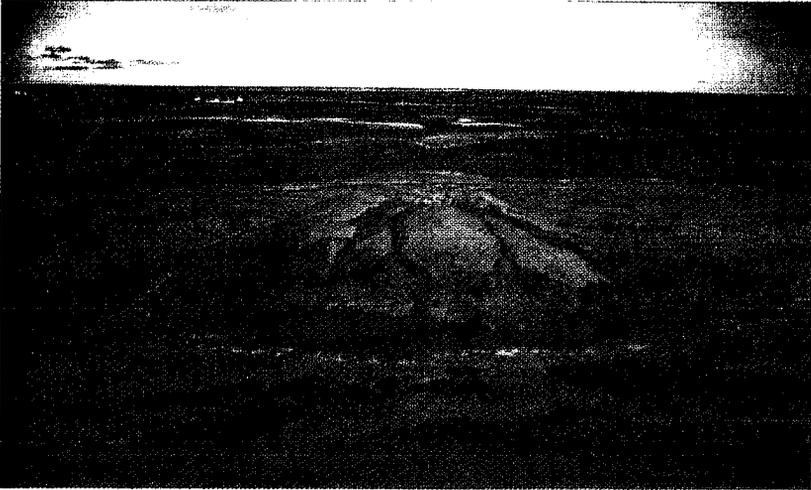


Abb.4: Die Aufnahme zeigt einen kegelförmigen Pingo mit einer Höhe von rund 30 m und einem Alter von rund 1000 Jahren. Durch das langsame Wachstum von Bodeneis ist die Vegetationsdecke an der Spitze kraterförmig aufgebrochen (Küste der Beaufort-See, kanadische Arktis).

Die Existenz von Seen und deren physikalische Verhältnisse in Permafrostgebieten hatte vor Baer keinen Naturforscher interessiert. Die Seen versuchte Baer auf Grund ihres Gefrierens während des Winters zu klassifizieren. So unterschied er untiefe Seen — Laidy's, die sich im Frühling während der Schneeschmelze bilden und im Winter wieder über ihre gesamte Tiefe hin gefrieren. Unter welchen Bedingungen die tiefen Seen im Winter zufrieren und bis in welche

Tiefe, konnte Baer nicht eindeutig beantworten. Andererseits zeugen seine theoretischen Gedanken davon, dass er ungeachtet der sehr komplizierten physikalischen Fragenkomplexe das Gefrieren von Wasser unter Permafrostbedingungen ziemlich genau beurteilen konnte.

Baer erwähnt in seinen «Materialien...» gelegentlich nur folgende typische Landschaftsformen auf Dauerfrostboden, die durch die Wassertätigkeit entstanden: Eistäler (Taryn's), Eiskuppen (Bulgunjach's oder Pingo's), Laidy's und ihr Verschwinden im Winter durch Erdspalten, Spalten und Eisadern im Boden (Baer, [1843a]: 61–62; 202–203). Forschungsergebnisse dazu wurden erst viel später gewonnen.

Die Beantwortung der zahlreichen in den «Materialien...» gestellten Fragen über die physikalischen Bedingungen von Quellen, Seen und Flüssen auf dem Dauerfrostboden wurde eine der Hauptaufgaben der Expedition von Middendorff. So schrieb Baer Middendorff folgendes darüber: «Das sind Dinge über die Sie durchaus ganz Neues finden müssen. Denn dass es im Eis-Boden gar keine Quellen gibt, wie [Friedrich Ludwig] Käm[p]tz und andere glauben, scheint mir barer Unsinn [zu sein], so lange es Flüsse gibt. Wie soll denn Wasser abfließen, wenn kein neues zufließt? Das wäre ja der Oelkrug der Witwe aus der Bibel. So etwas können nur fromme Theologen glauben. Aus demselben Grunde interessi[e]rt mich sehr zu erfahren, wie die Temperatur der Seen in verschiedenen Tiefen ist, denn ich begreife nicht recht, warum sie nicht da, wo das Boden-Eis große Mächtigkeit hat, sämtlich ausfrieren. Ich weiss wohl, dass Messungen der Wasser-Temperatur in großen Tiefen bedeutende Schwierigkeiten machen, doch scheint mir die Sache

so wichtig und interessant, dass ich Ihnen auch zugemuthet habe wenigstens einige solche Messungen anzustellen, denn es scheint nicht, dass man jemals desgleichen im höhern Norden gemacht hat.»²⁸

Besonderes Interesse zeigte Baer in seinem Manuskript für das vom Adjunkten der Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg, M. F. Adams, gefundene Mammut, das dieser, in massives Bodeneis eingebettet, an der Küste des Polarmeeres nahe der Lena-Mündung entdeckt hatte. In Zusammenhang damit stellte Baer die scharfsinnige Hypothese auf, dass das Problem des Dauerfrostbodens mit der neuen Theorie von Louis Agassiz (1837, 1838 ins Deutsche übersetzt) über die Eiszeiten in Verbindung gebracht werden könnte. Baer schrieb: «[Die von mir gemachte Sammlung muss] um so mehr veröffentlicht werden, als die Kenntniss vom Boden-Eise ausser dem früher[e]n Interesse durch die neue Glätscher-Theorie von Agassiz ein ganz neues [Gewicht] gewinnt, was Jedermann in die Augen springen muss, man mag nun diese Ansichten für begründet halten oder nicht.» (Baer, [1843a]:7). Ungeachtet dessen, dass es für Baer fast unmöglich war sich vorzustellen, dass Europa und Sibirien in historischen Zeiten von mächtigen Gletschern bedeckt waren, brachte er, beim Schreiben über den Adamschen Mammutfund, das Problem des Dauerfrostbodens mit der Agassiz-Theorie in Zusammenhang. Er schrieb: «Sollte sich hier [Fundort des Mammut] wirklich ein mächtiges Eislager finden, das man nicht dem Schwimm-Eise zuschreiben kann, nun so hätte man ja hier vielleicht einen Rest jener vorweltlichen Eis-Massen, von Diluvial- oder Alluvial-Massen überdeckt und durch

²⁸ HSM, B. 702 Nr. 320. Baer an Middendorff, [St. Pbg., 01. 1843].

günstige Verhältnisse aufgeschlossen, zur Beglaubigung einer Theorie, die durch die kühne Supposition einer solchen weit verbreiteten Eisbildung erschreckt, und mit Recht Zweifel und Widerspruch erregt hat, von der man aber gestehen muss, dass sie die Bildung, der Schrammen, Furchen, Abglättungen und Abschleifungen der Skandinavischen Felsen verständlich macht, wenn man einmal das Vorhandensein einer Eis-Masse, die nicht von hohen Gebirgen herabsteigt, sondern auch geringe Höhen oder Flächen bedeckt, zugestehen kann oder muss.» (Baer, [1843a]:120). Von dieser Äusserung von Baer könnte man schlüssen, dass Baer Agassiz «Theorie über die Eiszeiten» übernahm. Dem ist aber nicht so, obgleich Baer in Russland der erste Gelehrte war, der während seiner vier Expeditionen in den Jahren 1837-1842 nach Finnland und auf den Inseln des Finnischen Meerbusens eiszeitliche Spuren fand (Baer, 1843c; 1863). Baer lehnte Agassiz' Theorie nicht ab, konnte sie aber auch nicht voll anerkennen (Baer, 1866:410-411). Es fehlte ihm an Beweisen, denn Middendorff konnte in Sibirien, trotz intensiver Suche, keine Spuren der Eiszeit finden, obwohl er dort nach diesen gesucht hatte (Middendorff, 1860:296-297).²⁹

Basierend auf literarischen und mündlichen Materialien systematisierte Baer nicht nur Fakten über den Dauerfrostboden in Sibirien, sondern formulierte darauf aufbauend auch offene Forschungslücken und ausführliche Forschungsziele. Obgleich Middendorff während seiner Expedition Baers theoretische Ansichten über die physikalischen Verhältnisse des Dauerfrostbodens größtenteils bestätigte, hatte er

²⁹ In Wirklichkeit hatte Middendorff solche Spuren gefunden, konnte sie aber mit der Eiszeit nicht in Zusammenhang bringen.

doch nicht immer Recht. Entsprechend der damaligen geologischen Vorstellungen hielt er es für möglich, dass sich bei dafür günstigen Umweltbedingungen ziemlich schnell bis zu 100 Fuß mächtige Dauerfrostbodenschichten bilden können und dieser Prozess recht jung sei.

Baers Ansichten, die Middendorff in seinen Arbeiten aufnahm und erweiterte

Leider blieben Baers «Materialien...» für die meisten seiner Zeitgenossen unbekannt, dennoch gelangten viele von Baers theoretischen Forschungsergebnissen über den Dauerfrostboden durch von Middendorffs «Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens während der Jahre 1843 und 1844» zu einem hohen Bekanntheitsgrad. Die Analyse dieser Monographie von Middendorff macht das ersichtlich. Viele Gedanken Baers wurden durch Middendorff in die Wissenschaft eingeführt, so die von Baer entwickelte Terminologie des Dauerfrostbodens («Bodeneis» und «Eisboden»), der Entstehungsgrundlagen und der Weiterentwicklung des Dauerfrostbodens, die von ihm gesammelten Materialien über die Geschichte der Dauerfrostbodenforschung und die Klassifikation des Dauerfrostbodens.

Viele von Baer in den «Materialien...» formulierten Gedanken und Forschungsfragen wurden für Middendorff zu einem wichtigen Ausgangspunkt seiner eigenen Forschungen, die Baers Vorstellungen wesentlich ergänzten und vertieften, z.B. die Abhandlungen über die physikalischen und physikalisch-geographischen Verhältnisse des Dauerfrostbodens; über die Landschaftsformen auf Dauerfrostboden wie z.B. Taryny, unterirdisches Eis, Laidy's, Erd-

spalten, die Mächtigkeit und Dauer des Eises auf Seen und Flüssen, das Grundeis der Flüsse, die Temperatur der verschiedenen Gewässer in den verschiedenen Tiefen u.s.w. Ein besonderes Interesse lenkte Middendorff auf das Problem des Klimas in Sibirien sowie das Wachstum und die Entwicklung der Flora auf Dauerfrostboden, worüber schon Baer sich ausließ. Er erweiterte wesentlich Baers Ansichten über den Einfluss der floristischen, geologischen und physikalisch-geographischen Verhältnisse bei der Entwicklung des Dauerfrostbodens.

Baers Permafrostkarte stand auch Middendorff zur Verfügung, um die genaue Grenze der Verbreitung des Dauerfrostbodens zu bestimmen. Obgleich Middendorff selbst keine Permafrostkarte zusammenstellte, wurden die von ihm veröffentlichte Angaben über die Verbreitung des Dauerfrostbodens für die Gelehrten des XIX. und XX. Jahrhunderts zu einem wichtigen Ausgangspunkt bei analogen Forschungsansätzen. Erst Dank Middendorff wurden auch Baers Angaben über die Grenze des Dauerfrostbodens in Sibirien bekannt.

Frage der Mächtigkeit des «sibirischen Eisbodens»

Für das bedeutendstes Forschungsergebnis von Middendorff hielten seine Zeitgenossen (z.B. A. v. Humboldt, Heinrich Wilhelm Dove, Leonard A. Jačevskij) die Feststellung der gesetzmäßigen Temperaturzunahme³⁰ des Dauerfrostbodens mit der Tiefe.

³⁰ Temperaturzunahme = heute geothermische Stufe – die Distanz in Metern, mit der die Temperatur gegen das Erdinnere hin um 1°C zunimmt. So verstanden auch Baer und Middendorff die Temperaturzunahme im Dauerfrostboden (Baer, [1843a]:193; Middendorff, 1847:131–132). Die

So errechnete Middendorff auf Grund der im Schacht Šergin gewonnenen geothermischen Beobachtungen eine allgemeine Temperaturzunahme zum Erdinneren hin von 1° R pro 100–117 engl. Fuss (30.5–35.6 m) (Middendorff, 1847:178) [Anmerkung zur Einheit Reaumur: 1° R = 1.25° C]. Daraus folgerte er, dass nicht gefrorenes Untergrundmaterial in Jakutsk erst in einer Tiefe von 600 Fuss (ca 183 m) vorhanden sei. Diese geothermischen Angaben, die aus dem Schacht Šergin und aus den drei Schächten³¹ (vgl. Middendorff, 1847:110–118) in der Nähe von Jakutsk gewonnen wurden, stimmten nicht gut miteinander überein und gaben die Veranlassung zu grundsätzlichen Auseinandersetzungen zwischen Baer und Middendorff. Nach Baers Meinung war der Middendorffsche Wert der Temperaturzunahme nicht richtig, weil er eher die Abkühlung der Wand des Schachtes Šergin wiedergab als die Temperatur des gefrorenen Bodens (Baer, 1850; 1855b). Middendorff seinerseits widmete in seiner Monographie mehrere Seiten und eine umfangreiche Fußnote seiner Rechtfertigung und bezeichnete Baers Zweifel als fehlerhaft (vgl. Middendorff, 1861:414–428). Obgleich die Frage über die Temperaturzunahme des gefrorenen Bodens zwischen beiden Freunden eine heftige Diskussion auslöste, stimmten ihre Ansichten über den Dauerfrostboden in den übrigen Punkten gut überein.

Diese Streitfrage blieb noch während des XIX. Jahrhunderts ein lebhaftes Diskussionsthema zwi-

Tiefe der Nullamplitude lag bei beiden in der Tiefe von 100 engl. Fuss (30,46 m).

³¹ Die drei zusätzlichen Schächte waren auf Baers Vorschlag abgeteuft worden, um vergleichbare Beobachtungen zum Schacht Šergin durchzuführen (vgl. HSM, B. 702, Nr. 320, Baer an Middendorff, St. Petersburg, 08. 09. 1843).

schen den verschiedenen Naturforschern. In der zweiten Hälfte des XIX. Jahrhunderts hielt der russische Dauerfrostbodenforscher L. A. Jačevskij (1889) Baers Ansichten für falsch, hingegen waren der Meteorologe Heinrich Wild (Vil'd, 1889) und der Dauerfrostbodenforscher Gerhard von Maydell (1896) Befürworter von Baers Theorien. Der Begründer der russischen Dauerfrostbodenkunde M. I. Sumgin schlug 1927 zur endgültigen Lösung der Frage vor, neue, entsprechende Beobachtungen im Schacht Šergin durchzuführen, war aber dabei überzeugt, dass die neuen Temperaturmessungen im Schacht Middendorffs Behauptungen nicht bestätigen würden (Sumgin, 1927:127). In einem der ausführlichsten russischsprachigen Werke über den Dauerfrostboden «Die Grundlagen zur Geokryologie» (1959) schrieb aber Petr Filimonovič Švecov, dass diese neuen geothermischen Beobachtungen im Schacht Šergin nicht Baers sondern Middendorffs Behauptungen bestätigten (Osnovy..., 1959).

Permafrostforschungen in Russland in der zweiten Hälfte des XIX. und zu Beginn des XX. Jahrhunderts

Russische Naturforscher, die in der zweiten Hälfte des XIX. und zu Beginn des XX. Jahrhunderts in Sibirien unterschiedliche Permafrostforschungen durchführten, bauten ihre Arbeiten häufig auf Middendorffs Forschungsergebnissen auf. Dabei stießen sie auch auf Fragen, die schon Baer in seinen «Materialien...» behandelte. So betrachtete Innokentij A. Lopatin den Dauerfrostboden als eine spezielle geologische Schicht und hielt diese Naturerscheinung für ein eiszeitliches Relikt. Er versuchte auch den

Dauerfrostboden, ähnlich wie Baer, zu klassifizieren (Eiskonglomerate, Eis mit Sand u.s.w.) (Lopatin, 1877). L. A. Jačevskij beschäftigte sich andererseits intensiv mit der Festlegung der südlichen Grenze des Dauerfrostgebietes in Sibirien und dank seiner Arbeit wurden Baers und Middendorffs Angaben über die Erstreckung des Dauerfrostbodens in Sibirien allgemein bekannt und auf einer Karte verzeichnet (Jačevskij, 1889). K. v. Ditmar und G. v. Maydell im XIX. Jahrhundert und S. A. Pod'jakonov am Anfang unseres Jahrhunderts untersuchten sehr ausführlich die Geomorphologie der Taryny und ihre Entstehungsgrundlagen (Ditmar, 1853; Maydell, 1896; Pod'jakonov, 1903); N. M. Koz'min erforschte die Grundlagen der Bildung von Dauerfrostboden in den Gebirgen (Koz'min, 1892); Stanislav J. Zalesskij beschäftigte sich mit der Frage: Hält sich Dauerfrostboden permanent und bildet sich Permafrost auch heutzutage noch neu, mit ungefrorenen Bereichen (Taliks) im Dauerfrostboden (Zalesskij, 1895). Im Jahr 1895 wurde auf Bitte des Bauunternehmers der Transsibirischen Eisenbahnlinie in der Russischen Geographischen Gesellschaft eine besondere Anleitung zur Erforschung des Dauerfrostbodens in Sibirien ausgearbeitet (Instrukcija..., 1895).

Obgleich in Russland schon während des XIX. Jahrhunderts sehr bemerkenswerte Schritte in der Permafrostforschung gemacht wurden, erschien das erste alle Forschungsergebnisse zusammenfassende Werk — «Dauerfrostbodenkunde» — von M. I. Sumgin erst im Jahre 1927. Der Begründer der «Dauerfrostbodenkunde» kannte damals Baers «Materialien...» nicht, behandelte aber in seiner Arbeit genau den gleichen Fragenkomplex, mit dem sich Baer bereits schon 100 Jahre zuvor intensiv beschäftigt hatte (ob-

gleich seine Arbeit im Vergleich mit Baers Manuskript natürlich ausführlicher war).

Zusammenfassung

Das Manuskript «Materialien zur Kenntniss des unvergänglichen Boden-Eises in Sibirien», das Baer als eine Anleitung für Middendorff zusammengestellt hatte, war keine bloße Instruktion für eine Expedition, sondern ging weit darüber hinaus. Baers theoretische Arbeit über den Dauerfrostboden in Sibirien war ein ausführliches wissenschaftliches Werk und weltweit die Erste auf diesem Gebiet. Die Voraussetzungen zur Entstehung einer solch weitsichtigen Arbeit schon im Jahre 1843 waren der von Baer verwendete vergleichende, historische Forschungsansatz und die geologischen, physikalischen und physikalisch-geographischen Vorstellungen seiner Zeit. Aufgrund dieser umfangreichen Materialsammlung definierte Baer den Dauerfrostboden als eigenständiges Forschungsobjekt der Naturwissenschaften. Er formulierte nicht nur die zukünftigen Aufgaben der Permafrostforschung, sondern wies auch den Weg zu Lösungen. Diese Konzeption wurde zur Grundlage der Middendorffschen Forschungen und seiner Schlussfolgerungen über den Dauerfrostboden in Sibirien. Es ist erstaunlich, wie genau Baer schon jene Fragenkomplexe in der Permafrostforschung herausarbeitete, die erst am Ende des XIX. Jahrhunderts wissenschaftliches Interesse erweckt haben. Seine Forschungen waren noch im XX. Jahrhundert aktuell, d.h. zu einer Zeit, als die Permafrostforschung schon lange eine große praktische Bedeutung gewonnen hatte.

Karl Ernst von Baer muss heute unbestritten als erster Permafrostwissenschaftler und Begründer der Geokryologie als eigenständiger Wissenschaftszweig angesehen werden.

Danksagungen

Meine herzliche Danksagung gehört Frau Helene von Schilling aus Tönisvorst, die mir bei der sprachlichen Korrektur des Manuskripts unschätzbare Hilfe geleistet hatte, ebenso Herrn Dr. Bernhard Friedmann, Universitätsbibliothek Giessen. Mein besonderer Dank geht an Frau Dr. Natal'ja G. Suchova aus St. Petersburg und Prof. Dr. Lorenz King aus Giessen für die fachlichen Beratungen, dem letzteren auch für die sprachliche Korrektur des Manuskriptes und Hilfestellung bei der Drucklegung.

Literatur

Agassiz, L. 1837. Des glaciers, des moraines, et des blocs erratiques. — Bibliothèque universelle de Genève, 12: 369–394.

Agassiz, L. 1838. Über Gletscher, Moränen und Geschiebe (Rede, gehalten zu Neuchatel am 24. Juli 1837, bei Eröffnung der Sitzungen der Helvetischen Gesellschaft für die Naturwissenschaften). — Annalen der Erd-, Völker- und Staatenkunde, 3 Reihe, 6(3): 193–207.

Baer, K. E. v. 1837a. Ueber das Klima von Nowaja-Semlja und die mittlere Temperatur insbesondere. — Bulletin scientifique publié par l'Académie Impériale des Sciences de St.-Petersbourg, 2(15): 225–238.

Baer, K. E. v. 1837b. Ueber den jährlichen Gang der Temperatur in Nowaja Semlja. — Bulletin scientifique publié par l'Académie Impériale des Sciences de St.-Petersbourg, 2(16/17): 240–254.

Baer, K. E. v. 1837c. Ueber den täglichen Gang der Temperatur in Nowaja-Semlja. — Bulletin scientifique, publié par l'Académie Impériale des Sciences de St.-Petersbourg, 2(19): 289–300.

Baer, K. E. v. 1838a. Expédition a Novaia Zemlia et en Laponie. — Bulletin scientifique publié par l'Académie Impériale des Sciences de St.-Petersbourg, 1838, 3(5–7): 96–107.

Baer, K. E. v. 1838b. Expédition a Novaia Zemlja et en Laponie. Les bords de la mer Blanche et la Laponie. — Bulletin scientifique, public par l'Académie Impériale des sciences de St.-Petersbourg, 3(5–7): 132–144.

Baer, K. E. v. 1838c. Expédition a Novaia-Zemlia et en Laponie. Table physique des contries visitées. Constitution géognostique de Novaia-Zemlia. — Bulletin scientifique publié par l'Academie Impériale des Sciences de St.-Pétersbourg, 1838, 3(10): 151-159.

Baer, K. E. v. 1838d. Expédition a Novaia-Zemlia et en Laponie. Table physique des contries visitées. Végétation et climat de Novaia Zemlia. — Bulletin scientifique publié par l'Academie Impériale des Sciences de St.-Pétersbourg, 1838, 3(11-12): 171-192.

Baer, K. E. v. 1838e. Expédition a Novaia-Zemlia et en Laponie. Table physique des contries visitées. Vie animale à Nowaia-Zemlia. — Bulletin scientifique publié par l'Academie Impériale des Sciences de St.-Pétersbourg, 1838, 3(22): 343-352.

Baer, K. E. v. 1838f. Ueber die Bodentemperatur von Jakutsk. Aus einem Schreiben des Hrn. K. E. v. Baer an Hrn. A. v. Humboldt. — Annalen der Physik und Chemie, 43: 191-192.

Baer, K. E. v. 1838g. On the Ground Ice or Frozen Soil of Siberia. — The Journal of the Royal Geographical Society of London, 8: 210-213.

Baer, K. E. v. 1838h. Intelligence upon the frozen ground in Siberia. — The Journal of the Royal Geographical Society of London, 8: 401-406.

Baer, K. E. v. 1839a. Über den gefrorenen Boden in Sibirien. Aus einem Schreiben des Herrn Akademikers v. Bär an Berghaus. — Almanach für das Jahr 1839. Den Freunden der Erdkunde gewidmet, 3: 56-64.

Baer, K. E. v. 1839b. On the Ground Ice or Frozen Soil of Siberia. — *The American Journal of Science and Arts* by B. Silliman, 36: 210–212.

Baer, K. E. v. 1841a. Neueste Nachrichten über die nördlichste Gegend von Sibirien zwischen den Flüssen Pjässida und Chatanga. — *Beiträge zur Kenntniss des Russischen Reiches und der angränzenden Länder Asiens*, 4: 271–300.

Baer, K. E. v. 1841b. Vorwort. — *Beiträge zur Kenntniss des Russischen Reiches und der angränzenden Länder Asiens*, 4: III–IX.

Baer, K. E. v. [1843a]. Materialien zur Kenntniss des unvergänglichen Boden-Eises in Sibirien. Manuskript. [St. Petersburg]. (UB Giessen, Nachlass von Baer, Bd. 1).

Baer, K. E. v. 1843b. Bericht über die Reise des Herrn von Middendorff. — *St. Petersburger Zeitung*, № 272–275.

Baer, K. E. v. 1843c. Bericht über kleine Reisen im Finnischen Meerbusen in Bezug auf Diluvial-Schrammen und verwandte Erscheinungen. — *Bulletin de Classe physico-mathématique publié par l'Académie Impériale des Sciences de St.-Petersbourg*, 1(7): 108–112.

Baer, K. E. v. 1844a. Neuere Nachrichten über die Expedition des Herrn v. Middendorff. — *St. Petersburger Zeitung*, № 13 und 16.

Baer, K. E. v. 1844b. Bericht über die Reise des Herrn von Middendorff. — *Bulletin de Classe physico-mathématique publié par l'Académie Impériale des Sciences de St.-Petersbourg*, 2(9–10): 140–160.

Baer, K. E. v. 1845a. Antrag für die Fortsetzung der Reise bis nach Udskoi Ostrog. Rapport adresse a la Classe par la Commission chargée de diriger les travaux de l'expédition de Sibirie. — Bulletin de Classe physico-mathématique publié par l'Académie Impériale des Sciences de St.-Pétersbourg, 3(4): 56–60.

Baer, K. E. v. 1845b. Vorschläge zu ergänzenden Beobachtungen über die Boden-Temperatur. Rapport fait a la Classe, au nom de la Commission de Sibérie. — Bulletin de Classe physico-mathématique publié par l'Académie Impériale des Sciences de St.-Pétersbourg, 4(15–16): 251–253.

Baer, K. E. v. 1845c. Vorwort. — Beiträge zur Kenntniss des Russischen Reiches und der angränzenden Länder Asiens, 7: V–VII.

Baer, K. E. v. 1850. Ueber nothwendig scheinende Ergänzungen der Beobachtungen über die Boden-Temperatur in Sibirien. — Bulletin de Classe physico-mathématique publié par l'Académie Impériale des Sciences de St.-Pétersbourg, 1850, 8(14): 209–224.

Baer, K. E. v. 1855a. Middendorff's denkwürdiger Expedition in das arktische Sibirien. — Beiträge zur Kenntniss des Russischen Reiches und der angränzenden Länder Asiens, 9(2): 314–416.

Baer, K. E. v. 1855b. Zusammenstellung der Ergebnisse aus den Beobachtungen über Luft- und Boden-Temperatur, welche durch diese Reise gewonnen sind. — Beiträge zur Kenntniss des Russischen Reiches und der angränzenden Länder Asiens, 9(2): 641–689.

Baer, K. E. v. 1863. Zusatz zu der Notiz des Grafen Keyserling «Notiz zur Erklärung des erraticen Phänomens». — Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Pétersbourg, 6: 195–217.

Baer, K. E. v. 1866. Nachrichten über Leben und Schriften des Herrn Geheimraths Dr. Karl Ernst von Baer, mitgetheilt von ihm selbst. St. Petersburg: Schmitzdorff.

Baer, K. E. v.; Brandt, F.; Lenz, E.; Meyer, C. 1843. Instructions donnees a M. le docteur de Middendorff, pour son voyage en Sibirie. Instruction generale. — Bulletin de Classe physico-mathematique publié par l'Académie Impériale des Sciences de St.-Pétersbourg, 1: 177–185.

Bér, K. 1845. Putešestvie Middendorfa v Severnuju Sibir' dlja fizičeskich issledovanija. — S-Peterburgskie vedomosti, № 105–108. (Russisch)

Bér, K. M. 2000. Materialy k poznaniju netajuščego počvennogo l'da v Sibiri. Pod. red. R. M. Kamenskogo. Jakutsk: Institut merzlotovedenija SO RAN. (Russisch)

Buch, L. v. 1828. Einige Bemerkungen über Quellen-Temperatur. — Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin aus dem Jahre 1825: 93–105.

Ditmar, K. v. 1853. Ueber die Eismulden im Sibirien. — Bulletin de Classe physico-mathematique publié par l'Académie Impériale des Sciences de St.-Pétersbourg, 19: 305–312; 20: 241–254.

Ditmar, K. v. 1890, 1900. Reisen und Aufenthalt in Kamtschatka in den Jahren 1851–1855. — Beiträge

zur Kenntniss des Russischen Reiches und der angränzenden Länder Asiens, Folge III. Bd. 7(1-2).

Erman, A. 1832. Zur Bodentemperatur von Jakutzk. — Annalen der Erd-, Völker- und Staatenkunde, 5(5): 541-543.

Erman, A. 1838. Reise um die Erde durch Nord-Asien und die beiden Oceane in den Jahren 1828, 1829 und 1830. Berlin: Reimer. Bd. 2.

Extract from a letter from Mr. Adolph Erman, dated Berlin, March 5, 1838. 1838a. — The Athaenum, 546: 274-275.

Extract from a letter of Prof. Adolph Erman, dated Berlin March 5, 1838 by paper of Baer, K. E. v. On the Ground Ice or frozen Soil of Siberia. 1838b. — The Journal of the Royal geographical Society of London, 8: 212-213.

Hansteen, C. 1833. Ueber das magnetische Intensitätssystem der Erde. — Annalen der Physik und Chemie, 28: 578-586.

Helmersen, G. v. 1838. Notiz in der Stadt Jakutzk angelegten Brunnen. — Bulletin scientifique publié par l'Academie Impériale des Sciences de St.-Pétersbourg, 1838, 3(13): 193-198.

Helmersen, G. v. 1877. Karl Ernst von Baer (Nekrolog). — Baltische Monatsschrift, 25(4): 250-257.

Humboldt, A. v. 1858. Kosmos. Entwurf einer physischen Weltbeschreibung. Stuttgart und Tübingen: J. G. Cotta. Bd. 4.

Instrukcija dlja izučenija merzloty počvy v Sibiri. 1895. — Izvestija imperatorskogo Russkogo geografičeskogo občestva, 31(1).

Jačevskij, L. 1889. O večno merzloj počve v Sibiri. — Izvestija imperatorskogo Russkogo geografičeskogo občestva, 25(5): 341–355.

Koz'min, N. M. 1892. O javlenijach večnoj merzloty v nekotorych mestnostjach Vostočnoj Sibiri. — Izvestija Vostočno-sibirskogo otdela imperatorskogo Russkogo geografičeskogo občestva, 23(4–5): 46–71. (Russisch)

Krusenstern, A. J. v. 1844. Narrative of M. Middendorff's Journey in Northern Siberia. — The Journal of the Royal Geographical Society, 14: 247–259.

Lopatin, I. A. 1877. Nekotorye svedenija o ledjanych slojach v Vistočnoj Sibiri. — Zapiski imperatorskoj Akademii nauk. Priloženie 27(1). (Russisch)

Lukina T. A. 1970. Perepiska Karla Béra po problemam geografii. Leningrad: Nauka. (Russisch und Deutsch)

Maydell, G. v. 1896. Reisen und Forschungen im Jakutskischen Gebiet Ostsibiriens in den Jahren. 1861–1871. St. Petersburg: Akademie der Wissenschaften. Bd. 2.

Middendorff, A. T. v. 1844a. Bericht über die Expedition in das nordöstliche Sibirien während der Sommerhälfte des Jahres 1843. — Bulletin de Classe physico-mathématique publié par l'Académie Impériale des Sciences de St.-Pétersbourg, 2(16): 241–256.

Middendorff, A. T. v. 1844b. Bericht über den Schergin-Schacht zu Jakutsk. — *Annalen der Physik und Chemie*, 2, Dritte Reihe: 404–415.

Middendorff, A. T. v. 1845a. Bericht über den Schergin-Schacht. — *Bulletin de Classe physico-mathématique publié par l'Académie Impériale des Sciences de St.-Pétersbourg*, 3(16–17): 259–270.

Middendorff, A. T. v. 1845b. Expédition de Sibérie a Oudskoï; lettre à M. Fuss. — *Bulletin de Classe physico-mathématique publié par l'Académie Impériale des Sciences de St.-Pétersbourg*, 4(1–2): 18–32.

Middendorff, A. T. v. 1845c. Bericht über die Beendigung der Expedition nach Uds koy Ostrog, auf die Schantaren und durch das östliche Grenzgebirge. — *Bulletin de Classe physico-mathématique publié par l'Académie Impériale des Sciences de St.-Pétersbourg*, 4(1–2): 231–250.

Middendorff, A. T. v. 1847. Geothermische Beobachtungen. In: Middendorff, A. T. v. *Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens während der Jahren 1843 und 1844*. St. Petersburg: Eggers & Comp. Bd. 1: 85–183 + Tafeln XI–XV.

Middendorff, A. T. v. 1860. Uebersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens. Orographie und Geognosie. In: Middendorff, A. T. v. *Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens während der Jahren 1843 und 1844*. St. Petersburg: Eggers & Comp. Bd. 4(1), Lieferung 2.

Middendorff, A. T. 1861. Uebersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens. Klima. In: Middendorff, A. T. v. *Reise in den äussersten Norden und Osten*

Sibiriens während der Jahren 1843 und 1844. St. Petersburg: Eggers & Comp. Bd. 4(1). Lieferung 3.

Middendorff, A. T. v. 1867. Die Thierwelt Sibiriens. In: Middendorff, A. T. v. Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens während der Jahren 1843 und 1844. St. Petersburg: Kaiserliche Akademie der Wissenschaften. Bd. 4(2), Lieferung 1.

Obručev, V. A. 1945. Puti razvitija merzlotovedenija v SSSR. — Izvestija Akademii nauk SSSR, serija geologičeskaja, 3: 34–44.

Obručev, V. A. 1946. K 100-letiju pervoj akademičeskoj ékspedicii po izučeniju večnoj merzloty. — Izvestija Russkogo geografičeskogo občestva, 58(5–6): 469–474. (Russisch)

Osnovy geokriologii (merzlotovedenija). 1959. Moskva: Nauka. T. 1. (Russisch)

Pod'jakonov, S. A. 1903. Naledi Vostočnoj Sibiri I pričiny ich vzniknovenija. — Izvestija imperatorskogo Russkogo geografičeskogo občestva, 39(geografičeskije izvestija): 305–337. (Russisch)

Rajkov B. E. 1951. Karl Maksimovič Bér. In: Rajkov, B. E. Russkie évoljucionisty do Darvina. Materialy k istorii évoljucionnoj idei v Rossii. Moskva-Leningrad: Akademija nauk SSSR. Bd. 2: 9–150. (Russisch)

Ratzel, F. 1901. Die Erde und das Leben. Eine vergleichende Erdkunde. Leipzig und Wien: Bibliographisches Institut. Bd. 1.

Richardson, J. 1838. Boden-Eis in Nordamerika. — Annalen der Physik und Chemie, 43: 360.

Richardson, J. 1839. Notice of a few Observations which it is desirable to make on the Frozen Soil of British North America; drawn up for distribution among the Officers of the Hudson's Bay Company. — The Journal of the Royal geographical Society of London, 9: 117–120.

Richardson, J. 1851. Arctic searching Expedition: a Journal of a boat-Voyage through Ruperts Land and the Arctic Sea, in search of the Discovery ships under command of Sir John Franklin. London: L. Reeve. Vol. 2.

Solov'ev, M. M. 1927a. Putevoditel' po vystavke v pamjat' akademika K. M. Béra. Leningrad: Izdatel'stvo Akademii Nauk, 1927. (Russisch)

Stieda, L. 1878. Karl Ernst von Baer. Eine biographische Skizze. Braunschweig: Vieweg und Sohn.

Suchova, N. G. 1961. Sibirskaja ékspedicija Middendorfa. — Vestnik Leningradskogo universiteta. Serija geologičeskaja i geografičeskaja, 1: 144–151. (Russisch)

Suchova, N. G. 1964. Fiziko-geografičeskie issledovanija Vostočnoj Sibiri. Moskva-Leningrad: Nauka. (Russisch)

Suchova, N. G. 1993. Karl Bér i geografičeskaja nauka v Rossii. — Izvestija Russkogo geografičeskogo občestva, 125(2): 27–35. (Russisch)

Sumgin, M. I. 1927. Večnaja merzlota počvy v predelach SSSR. Vladivostok: Izdanija Dal'ne-Vostočnoj Geofizičeskoj Observatorii. Bd. 23. (Russisch)

Sumgin, M. I. 1940. Obščee merzlotovedenie. Moskva: Akademija nauk SSSR. (Russisch)

Tammiksaar, E. 2000. Geografičeskie aspekty tvorčestva Karla Béra v 1830–1840 gg. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.

Toll', É. 1897. Iskopaemye ledniki Novo-Sibirskich ostrovov. Zapiski imperatorskogo Russkogo geografičeskogo obščestva. Bd. 32(1).

Tumel', V. F. 1945. Merzlotovedenie v rabotach Akademii nauk po večnoj merzlotě. In: Očerki po istorii Akademii nauk. Geologo-geografičeskie nauki. Moskva-Leningrad, 96–102. (Russisch)

Voejkov, A. I. 1904. Meteorologija. Sankt-Peterburg: Il'in. (Russisch).

Vil'd, G. 1889. O zimnich izotermach i o mnimom povyšennii temperatury s vysotoju v Vostočnoj Sibiri. — Priloženie k LX^{mu} Zapisok imeratorskoj Akademii nauk. Sanktpeterburg. T. 3. (Russisch)

Zaleskij, S. 1895. Po voprosu o merzloj počve. — Izvestija imperatorskogo Russkogo geografičeskogo obščestva, 31(2): 207–211. (Russisch)

**Von Baer benutzte Literatur zu seinem Werk
 "Materialien zur Kenntniss des unvergänglichen
 Boden-Eises in Sibirien"**

(zusammengestellt von Erki Tammiksaar)

- Adelung, J. Chr. 1768. Geschichte der Schiffahrten und Versuche, welche zur Entdeckung des Nordöstlichen Weges nach Japan und China von verschiedenen Nationen unternommen worden sind. Halle: Gebauer.
- Agassiz, L. 1837. Des glaciers, des moraines, et des blocs erratiques. — Bibliothèque universelle de Genève, 12: 369–394.
- Baer, K. E. v. 1838a. On the Ground Ice or Frozen Soil of Siberia. — The Journal of the Royal Geographical Society of London, 8: 210–213.
- Baer, K. E. v. 1838b. Intelligence upon the frozen ground in Siberia. — The Journal of the Royal Geographical Society of London, 8: 401–406.
- Baer, K. E. v. 1841. Neueste Nachrichten über die nördlichste Gegend von Sibirien zwischen den Flüssen Pjässida und Chatanga. — Beiträge zur Kenntniss des Russischen Reiches und der angränzenden Länder Asiens, 4: 271–300.
- Beechey, F. W. 1831. Narrative of a voyage to the Pacific and Beering's Strait, to-cooperate with the polar expeditions: performed in his Majesty's ship Blossom, under the command of Captain F. W. Beechey in the years 1825, 26, 27, 28. London: Colburn and Bentley.

- Beechey, F. W. 1832. Reise nach den Stillen Ocean und der Beeringsstrasse zur Mitwirkung bei den Polarexpeditionen: ausgeführt im koenigl. Engl. Schiffe Blossom unter dem Commande des Capitain F. W. Beechey in den Jahren 1825, 26, 27, 28. Hrsg. im Auftrage der Lords-Commissaere der Admiralitaet. Weimar: Verlag d. Landes-Industrie-Comptoirs. Neue Bibliothek der wichtigsten Reisebeschreibungen. Bd. 59.
- Buch, L. v. 1828. Einige Bemerkungen über Quellen-Temperatur. — Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin aus dem Jahre 1825, 93–105.
- Buckland, W. 1838. Die Urwelt und ihre Wunder, oder allgemeine Darstellung der Geschichte des Erdkörpers. Stuttgart: Neff.
- Buckland, W. 1838–1839. Geologie und Mineralogie. Nach der 2ten Ausgabe übersetzt mit Anmerkungen und Zusätzen von L. Agassiz. Neuchâtel. 2 Bde.
- Chamisso, A. v. 1829. Vorerinnerung zu dem zweiten Bericht über eine Excursion auf den Gipfel des Werstovoi bei Neu-Archangel im Norfolksund, in einem Schreiben an einen Freund in St. Petersburg von Dr. Heinrich Mertens. — *Linnaea*, 4: 58–61.
- Chamisso, A. v. 1836–1839. Werke. Leipzig: Weidemann.
- Chappe d'Auteroche, J. 1769–1770. Voyage en Sibérie. Amsterdam: Marc Michel Ray. 2 vols.
- Du Halde, J. B. 1749. Ausführliche Beschreibung des Chinesischen Reichs und der grossen Tartarey. Rostock: Koppe. Bd. 4.

- Erman, A. 1832. Zur Bodentemperatur von Jakutzk. — *Annalen der Erd-, Völker- und Staatenkunde*, 5(5): 541–543.
- Erman, A. 1835–1838. Reise um die Erde durch Nord-Asien und die beiden Oceane in den Jahren 1828, 1829 und 1830. Berlin: Reimer. 2 Bde.
- Extracts from a letter from Mr. Adolph Erman, dated Berlin, March 5, 1838. 1838a. — *The Athenaeum*, 546: 274–275.
- Extract from a letter of Prof. Adolph Erman, dated Berlin March 5, 1838 by paper of Baer, K. E. v. On the Ground Ice or frozen Soil of Siberia, 1838b. — *The Journal of the Royal Geographical society of London*, 8: 212–213.
- Franklin, J. Sir. 1828. Narrative of a Second Expedition to the Shores of the Polar Sea in the Years 1825, 26 and 1827. London: John Murray.
- Fuss, G. v. 1838. Geographische, magnetische und hypsometrische Bestimmungen abgeleitet aus Beobachtungen auf einer Reise, die in den Jahren 1830, 1831 und 1832 nach Sibirien und dem Chinesischen Reiche, auf Kosten der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften, unternommen wurde. — *Mémoires de l'Académie de St. Pétersbourg*, 6 Série (mathématiques et physiques), 1: 59–129.
- Gmelin, J. G. 1751–1752. Reise durch Sibirien von dem Jahre 1733 bis 1743. Göttingen: Vanderhoecks Wwe. 4 Bde.
- Gmelin, J. G. 1747. *Flora Sibirica sive hitoria plantarvm Sibiriae. Petropoli: Academiae scientarvm. Bd. 1.*

Georgi, J. G. 1797–1802. Geographisch-physikalische und naturhistorische Beschreibung des Russischen Reiches zur Uebersicht bisheriger Kenntnisse von demselben. Königsberg: Nicolovius. 4 Bde.

Gilbert, L. W. 1819. Zusatz /zu dem Aufsatz von A. Marcet «Ueber das specifische Gewicht, die Temperatur und die Salze des Meerwassers in verschiedenen Theilen des Weltmeeres»/. — Annalen der Physik und Chemie, 63 :254–258.

Hansteen, C. 1833. Ueber das magnetische Intensitätssystem der Erde. — Annalen der Physik und Chemie, 28: 578–586.

Hedenström, M. v. 1832. Bemerkungen über Sibirien. — Annalen der Erd-, Völker- und Staatenkunde, 5(3): 258–278.

Hedenström, M. v. 1842. Fragmente, oder etwas über Sibirien. St. Petersburg: Kaiserlich Akademie der Wissenschaften.

Helmersen, G. v. 1838. Notiz ueber die in der Stadt Jakutsk angelegten Brunnen. — Bulletin scientifique publié par l'Academie Impériale des Sciences de Saint-Petersbourg, 1838, 3(13):193–198.

Horner, J. C. 1812. Temperatur des Meerwassers in verschiedenen Tiefen. In: Reise um die Welt in den Jahren 1803, 1804, 1805 und 1806 unter dem Commande des Capitains von der kaiserlichen Marine A. J. v. Krusenstern. St. Petersburg: Schnoorsche Buchdruckerey. Bd. 3, S. 131–146.

Humboldt, A. v. 1831. Betrachtungen über die Temperatur und den hygrometrischen Zustand der

- Luft in einigen Theilen von Asien. — Annalen der Physik und Chemie, 23: 74–109.
- Humboldt, A. v. 1832. Fragmente einer Geologie und Klimatologie Asiens. Übersetzt v. J. Loewenberg. Berlin: List.
- Izvlačenje iz zapisok Mediko-chirurga Figurina, vedennyh vo vremya opisi beregov Severo-Vostočnoj Sibiri. 1823. — Zapiski, izdavaemyja gosudarstvennym Admiralteiskim Departamentom odnosjaščijasja k Moreplavaniju, Naukam i Slovestnostjam, 5: 259–328.
- Kämtz, L. F. 1832. Lehrbuch der Meteorologie. Leipzig: Gebauer. Bd. 2.
- Karamzin, N. M. 1819–1829. Istorija Gosudarstva Rossijskago. S.-Peterburg:. 12 tt.
- Kotzebue, O. v. 1821. Entdeckungsreise in die Süd-See und nach der Berings-Strasse zur Erforschung einer nordöstlichen Durchfahrt. Weimar: Hoffmann. 2 Bde..
- Kupffer, A. T. 1829. Ueber die mittlere Temperatur der Luft und des Bodens auf einigen Punkten des östliche Russlands. — Annalen der Physik und Chemie, 1829, 15(2): 159–192.
- Kupffer, A. T. 1834. Bemerkungen über die Zunahme der Temperatur in den tieferen Erdschichten. — Annalen der Physik und Chemie, 1834, Zweite Reihe, 32(1–5):284–288.
- Lange, L. 1781. Lorenz Langes Tagebuch zweier Reisen in dem Jahre 1727 und 1736 von Kjachta und Zwuchaitu durch die Mongoley nach Peking gethan. Leipzig: Logan.

- Langsdorff, G. H. v. 1812. Bemerkungen auf einer Reise um die Welt in den Jahren 1803 bis 1807. Frankfurt am Mayn: Wilmans. 2 Bde.
- Leonhard, K. C. v. 1835. Lehrbuch der Geognosie und Geologie. Naturgeschichte der drei Reiche. Stuttgart: Schweizerbart. Bd. 3.
- Lyell, C. 1841. Die neuen Veränderungen der unorganischen Welt, oder Geschichte der durch Überlieferung nachgewiesenen Einwirkungen des Wassers und des Feuers auf die Gestaltung des festen Theils der Erde, zu Erläuterung geologischer Erscheinungen. Übersetzt von V. Hartmann. Weimar: Voigt.
- Mackenzie, A. 1802. Reisen von Montreal durch Nordwestamerika nach dem Eismeer und der Süd-See in den Jahren 1789 und 1793. Hamburg: Hoffmann.
- Mairan, J.-J.-D. de 1757. Dissertation sur la glace, ou Explication physique de la formation de la glace, et de ses divers phenomenes. Bordeaux: Lucques Benedini. 2 vols.
- Marcet, A. (frei dargestellt von L. W. Gilbert) 1819. Ueber das specifische Gewicht, die Temperatur und die Salze des Meerwassers in verschiedenen Theilen des Weltmeers. — Annalen der Physik und Chemie, 63: 235–254.
- Martens, F. 1675. [Spitzbergenische oder Groenländische Reisebeschreibung] Friedrich Martens von Hamburg Spitzbergenische oder Groenländische Reise-beschreibung, gethan im Jahr 1671, aus eigener Erfahrung beschrieben, die

- dazu erforderte Fig. nach dem Leben selbst abgerissen. Hamburg: Schultze.
- Muncke, G. W. et. al. 1838. Johann Traugott Gehler's Physikalisches Wörterbuch. Leipzig: Schwickert. Bd. 9, Th. 1.
- Narborough, J., Tasman, J., Wood, J., Martin, F. 1694. An account of several late voyages and discoveries to the south and north. Towards the Streights of Magellan, the South Seas, the east tracts of land beyond Hollandia Nova, [et]c. also; towards Nova Zembla, Greenland or Spitsberg, Groynland or Engronland, [et]c.; to which are annexed a large introduction and supplement giving an account of other navigations to those regions of the globe. London.
- Nekotoryja izvlečenija ob Okhotskom porte i uezde onago, dostavlennyja Kapitan-Lejtenantom Minickim v 1809 g. 1815. — Zapiski, izdavaemyja gosudarstvennym Admiralteiskim Departamentom odnosjaščijasja k Moreplavaniju, Naukam i Slovestnostjam, 1823, 3: 87–103.
- Pallas, P. S. 1769–1778. Naturgeschichte merkwürdiger Thiere. Berlin und Stralsund: Lange. 10 Sammlungen.
- Pallas, P. S. 1771–1776. Reise durch verschiedenen Provinzen des Russischen Reichs. St. Petersburg: Kayserliche Akademie der Wissenschaften. 3 Thle
- Pallas, P. S. 1782. Nachricht von D. Daniel Gottlieb Messerschmidts siebenjähriger Reise in Sibirien. — Neue Nordische Beyträge, zur physikalischen und geographischen Erd- und Völkerbeschreibung, Naturgeschichte und Oekonomie, 3: 97–158.

- Pallas, P. S. 1798. G. W. Steller's Reise von Kamtschatka nach Amerika mit dem Commandeur-Capitän Bering. St. Petersburg: Johann Zacharias Logan.
- Parry, W. E. 1826. Journal of a Third Voyage for the Discovery of a North-West Passage from the Atlantic to the Pacific in the Years 1824–25 in His Majesty's Ships Hecla and Fury... London: John Murray.
- Parry, W. E. 1828. Narrative of an attempt to reach the North Pole, in boat fitted for the purpose, and attached to His Majesty's ship Hecla, in the year MDCCCXXVII. London: Murray.
- Phillips, J. 1835. The Yorkshire coast. London: Murray. 2 ed.
- Reich, F. 1834. Beobachtungen ueber die Temperatur des Gesteins in verschiedenen Tiefen des Saechsischen Erzgebirges. Freiberg.
- Richardson, J. 1839. Notice of a few Observations which it is desirable to make on the Frozen Soil of British North America; drawn up for distribution among the Officers of the Hudson's Bay Company. — The Journal of the Royal geographical Society of London, 9: 117–120.
- Ritter, C. 1832–1833. Die Erdkunde von Asien. In: Ritter, C. Die Erdkunde, im Verhältniss zur Natur und zur Geschichte des Menschen, oder allgemeine vergleichende Geographie als sichere Grundlage des Studiums und Unterrichts in physicalischen und historischen Wissenschaften. Berlin: Reimer. Th. 2–3, Buch 2, Bd. 1–2.

- Rose, G. 1837–1842. Mineralogisch-geognostische Reise nach dem Ural und dem Kaspischen Meere. Berlin: Sander. 2 Bde.
- Sarytschew, G. A. 1805–1815. Gawrila Sarytschew's Rußisch-Kaiserlichen Generalmajors von der Flotte achtjährige Reise im nordöstlichen Sibirien, auf dem Eismeere und den nordöstlichen Ozean. Robert Hall's und Billings Reisen im nordöstlichen Ozean und durch das nördliche Sibirien nebst einem Wörterbuche dortiger Völkerschaften und dem Kapitain Billings ertheilten Instrumenten. Leipzig: Wilhelm Rein und Comp. 3 vols.
- Schleusing, G. A. 1692. Neu-entdecktes Siveria, worinnen die Zobeln gefangen werden, wie es angitzo angebauet und bewohnt ist, nebst desselbigen Landes abgefasster Charta, in welcher alle Graentzen so wohl biss an Kithaiskia, und die gantze asiatische tartarey, als auch Samojeden, Nova Zembla und Cazaner Land. Dantzig: Stolle.
- Schleusing, G. A. 1720. Der allerneueste Staat von Sibirien. Nürnberg.
- Scoresby, W. 1820. An Account of the Arctic Regions, and with a History and Description of the northern whale-fishery. Edinburgh: Achibald Constable and Co. 2 vols.
- Š[čukin], N. 1832. Nabljudenija v otečestve s reki Leny. — Severnaja pčela, Nr. 19. 25. 01.
- Š[čukin], N. 1833. Poezdka v Jakutsk. Sanktpeterburg: Wingeber.
- Simpson, T., Dease W. 1839. An Account of Arctic Discovery on the Northern Shore of America in the

- Summer of 1838. — Journal of the Royal Geographical Society of London, 9: 325–330.
- Strahlenberg, F. J. 1730. Das Nord- und Östliche Theil von Europa und Asia. Stockholm: Selbstverlag.
- Tilesius von Tilenau, W. G. 1815. De skeleto mammonteo Sibirico ad maris glacialis littora anno 1797, effosso, cui praemissiae elephantini generis specie, sum distinctiones. — Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg, 5: 406–513.
- Wahlenberg, G. 1812. Flora Lapponica exhibens plantas geographice et botanice consideratas, in Lapponiis Svecicis scilicet Umensi, Pitensi, Lulensi, Tornensi et Kemensi nec non Lapponiis Norvegicis scilicet Nordlandia et Finmarka utraque indigenas, et itineribus annorum 1800, 1802, 1807 et 1810 debuo investigatas. Berolini: in taberna libraria scholae realis.
- Witsen, N. 1785. Noord en oost Tartaryen. Amsterdam: Schalekamp. 2 vols.
- Wrangel[l], F. v. 1839. Reise längs der Nordküste von Sibirien und auf dem Eismeere in den Jahren 1820 bis 1824. Hrsg. G. v. Engelhardt. Berlin: Voss'sche Buchhandlung. 2 Bde.
- Wrangell, F. v. 1839. Statistische und ethnographische Nachrichten über die Russischen Besitzungen an der Nordwestküste von Amerika. — Beiträge zur Kenntniss des Russischen Reiches und der angränzenden Länder Asiens. Bd. 1.
- Wrangell, F. v. [Wrangel', F. P.] 1841. Putešestvie po severnym beregam Sibiri i po Ledovitomu morju,

soveršenoe v 1820, 1821, 1822, 1823 i 1824 g., ekspedicieju, sostojavšeju pod načal'stvom flota lejtenanta Ferdinanda fon Vrangelja. Sankt-Peterburg: A. Borordin. 2 Bde.

Zorgdrager, C. G. 1723. Alte und neue Grönländische Fischerey und Wallfischfang mit einer kurzen historischen Beschreibung von Grönland, Island, Spitzbergen, Nova Zembla, Jan Mayen Eiland, der Strasse Davis u.a. ausgefertigt durch Abraham Monbach. Übersetzt v. E. Reusch. Leipzig: Monath.

V.

M a t e r i a l i e n

zur Kenntniss

des unvergänglichen Boden-Eises

in Sibirien.

Gesammelt von

K. E. VON BAER.

Materialien zur Kenntniss des unvergänglichen
Boden-Eises in Sibirien. Gesammelt von
K. E. von Baer.

I. Veranlassung und Zweck dieser Sammlung
von Materialien.

Es ist bereits öffentlich bekannt geworden, dass die Akademie seit längerer Zeit eine wissenschaftliche Reise beabsichtigt, von der ein Hauptzweck sein soll, die Zunahme der Boden-Temperatur in dem zu Jakutsk fast 400 Fuss tief in das Boden-Eis getriebenen Schacht genauer zu ermitteln, als bisher geschehen ist. Dieselbe Reise soll auch anderweitige Nachrichten über das Boden-Eis in Sibirien sammeln. Die Akademie hatte einer Kommission übertragen, Instruktionen für diese Reise zu entwerfen. Als Mitglied dieser Kommission übernahm ich es, die Nachrichten über das Vorkommen und die andern Verhältnisse des Boden-Eises in diesen Gegenden, in wie weit sie mir bekannt geworden waren, zu sammeln. Es schien nämlich die Sammlung von Thatsachen die beste Instruktion für einen unterrichteten Reisenden zu sein, da aus ihr nicht nur die wichtigern Beobachtungspunkte,

sondern auch die Aufgaben für neue Untersuchungen von selbst hervorgehen. Für den Reisenden aber, der keine grossen Bibliotheken mit sich führen kann, ist es sehr erwünscht, wenn er die Beobachtungen Anderer in mehr oder weniger vollständigen Kopien bei sich hat, um sie an Ort^h und Stelle, wie sich die Gelegenheit bietet, vergleichen zu können. Deshalb wurden die wichtigern früheren Beobachtungen mehr oder weniger vollständig kopirt, um sie dem Reisenden mitgeben zu können. In dem vorliegenden Falle war diese Maassregel besonders nothwendig, da es nach dem ursprünglichen Plane schien, dass die Expedition bereits mit dem Eintritte des Winters 1841 — 42 abgehen würde, in welchem Falle der Reisende kaum Zeit gehabt haben würde, die Materialien selbst zu sammeln. Die Abreise ist nun zwar um ein Jahr verachoben worden, da Herr von Middendorff, der für diese Reise erwählt ist, seine Stellung in Kiew nicht früher verlassen konnte. Jedenfalls wird er aber auch jetzt die Zeit der Vorbereitungen auf die mannigfachen andern Gesichtspunkt verwenden können.

So viel über die Veranlassung zur Sammlung dieser Nachrichten über das Boden-Eis oder den sogenannten gefrorenen Boden. Später schien es für den Zweck nur nützlich, sie durch den Druck zu publiciren, weil dann in Sibirien selbst die Aufmerksamkeit auf mehrfachen Punkten erregt werden könnte. Hierzu war eine allgemeine Einleitung, in welcher die wichtigsten Aufgaben und noch zu lösenden Fragen hervorgehoben würden, nicht undienlich. Das wissenschaftliche Publikum der gesammten Welt erwartete überdiess Nachrichten über die Maassregeln, welche

die Akademie zu St. Petersburg zur nähern Kenntniss des angeregten Gegenstandes ergreifen würde. Deshalb wurde es passend erachtet, den gesammelten Notizen eine allgemeine historische Einleitung und aufgestellte Fragepunkte vorzuschicken, und so das Ganze in der Form, die man hier finden wird, der vorliegenden Sammlung von Beiträgen zur Kenntniss des Russischen Reiches einzuverleiben.

Nachrichten über das Vorkommen von Boden-Eis in Nord-Amerika wird man hier nur gelegentlich angeführt finden. Es schien mir überflüssig, in Reisebeschreibungen und geographischen Werken alle auf diesen Gegenstand bezügliche Stellen zusammenzusuchen, da doch über Ausdehnung und Mächtigkeit des Boden-Eises in Amerika kein vollständiges Bild sich gewinnen lassen würde, und an ermüdenden Wiederholungen schon die Sibirischen Nachrichten allzu reich sind. Auch ist bei uns noch nicht bekannt, welche Berichte auf die von der *Geographical Society* vertheilten Anfragen und Aufgaben (vergl. Absch. II. § 3.) aus Nord-Amerika bereits eingelaufen sein mögen.

Dass auch aus Sibirien die Nachrichten über die Ausbreitung des Boden-Eises noch sehr unvollständig sind, geht aus diesen Blättern von selbst hervor, die sich zur besondern Aufgabe machen, die Lücken hervor zu heben. Kann man doch nicht einmal angeben, ob Daurien nur in einzelnen Bezirken oder im grössten Theile seines Umfanges bleibendes Eis in der Tiefe hat, und ob dieses Boden-Eis mit dem ausgedehnten Eis-Boden Nord-Sibiriens zusammenhängt oder nicht! (Vergleiche hierüber den Abschnitt V. § 5.) Alle übrigen Verhältnisse sind aber noch so

wenig bekannt, dass unsere Abschnitte V bis X nichts anderes sein sollen und können, als Ueberschriften über Kapitel, deren Inhalt noch auszufüllen ist, oder Fragen, die an künftige Beobachter gerichtet werden.

Es ist einleuchtend, dass auch die Fragen und Gesichtspunkte, die wir hier aufstellen, nur vorläufige sein können und sollen, und dass die fortgesetzte Untersuchung selbst, sie genauer bestimmen, und mannigfacher gliedern wird. Ueberhaupt scheint es ganz unnöthig gegen die Kundigen die Unvollkommenheit und Unvollständigkeit dieses Aufsatzes entschuldigen zu wollen. Die Kenntniss des hier besprochenen Gegenstandes wird noch lange eine unvollständige bleiben, da sehr günstige Verhältnisse dazu gehören, um durch unmittelbare Beobachtungen bedeutende Schritte vorwärts zu machen, auch nothwendig noch theoretische Untersuchungen und wissenschaftlich geregelte Experimente werden angestellt werden müssen. So viel wir daher auch von der eingeleiteten wissenschaftlichen Reise erwarten, über die wir II. § 3. näher berichten, so glauben wir doch, dass damit die bestimmtere Kenntniss nur beginnen wird.

Dennoch hoffen wir, dass diese Sammlung, die nicht mehr sein kann, als eine vorläufige, den Physikern nicht ganz überflüssig scheinen wird. Nicht nur sind die ältern Nachrichten sehr zerstreut, sondern es werden hier auch mehrere noch nicht öffentlich bekannt gewordene Beobachtungen mitgetheilt, namentlich aus dem Europäischen Theile Russlands, so wie die Nachrichten, wo südlich von Jakutsk zuerst Brunnen vorkommen. Auch von den Erfahrungen über das Boden-Eis bei Nertschinsk hatte ich

nur ganz summarisch der *Geographical Society* erzählt. Schon den Freunden, welche mir solche Nachrichten zukommen liessen, war ich es schuldig, dass diese bereits im vorigen Jahre gemachte Sammlung veröffentlicht werde. Sie mussten um so mehr veröffentlicht werden, als die Kenntniss vom Boden-Eise ausser dem frühern Interesse durch die neue Glätscher-Theorie von Agassiz ein ganz neues gewinnt, was Jedermann in die Augen springen muss, man mag nun diese Ansichten für begründet halten oder nicht. — Auf Fragen, die nach Sibirien versendet wurden, sind die sehnlich erwarteten Antworten noch nicht eingegangen. Leider kennen wir hier auch noch nicht die neue Aufl. von Humboldt's *Fragmens de Geol. et Clim. Asiat.* Vielleicht können wir beide in einem Nachtrage benutzen.

II. Geschichtliches über die Kenntniss vom Boden-Eise.

§ 1. *Erfahrungen bis zu dem neuen Jakutsker-Brunnen oder Schachte.*

Die Russen mussten, als sie anfangen an der Petchora sich anzusiedeln, und nachdem sie, von Jermak an den Ob geführt, mit dem Uebergange des 16. Jahrhunderts in das 17., diesen Fluss hinabzogen, und im Jahre 1601 sogar am Flusse Tas ein Städtchen anlegten, ohne Zweifel bald gewahr werden, dass in diesen Gegenden der Boden in der Tiefe immer gefroren bleibt. Sie waren daher wenig erstaunt, als sie während des 17. Jahrhunderts weiter nach Osten zogen, und allmählig die Gränzen von Sibirien erreichten, auch in viel geringeren geographischen Breiten dieselbe Erfahrung zu machen. Die

Hefigkeit der Winterkälte liess sie die geographische Breite verkennen, um welche die Kosaken und Promyslenniks ohnehin wenig sich kümmern mochten. Statt zu bemerken, dass weiter nach Osten bei derselben geographischen Breite die Witterung des ganzen Jahres und besonders die des Winters kälter werde, schloss man umgekehrt aus der Temperatur auf die geographische Breite. So findet man auf allen Karten bis zu der Beringschen Expedition, welche eine Menge Ortsbestimmungen mitbrachte, alle östlichen Gegenden viel zu weit nach Norden gerückt. Tobolsk z. B. hat auf den Karten des 17. Jahrhunderts gleiche Breite mit Archangelsk.

Das wissenschaftlich gebildete Europa hatte allerdings durch einige in den höchsten Norden gemachte Reisen vernommen, dass auf denjenigen Inseln und Küsten, welche, vom Eismeere umspült, sich am meisten dem Pole nähern, der Boden während des Sommers nur wenig an der Oberfläche aufthaut, in der Tiefe aber gefroren bleibt. Dahin gehört die Erfahrung von Wood, der im Jahre 1676 an der Westküste von *Nowaja-Semlja* strandete und zwischen dem 29. Juni und 8. Juli in einer Tiefe von 2 Fuss „Eis so hart wie Marmor“ gefunden hatte. Wood scheint übrigens diesen Zustand durchaus nicht erwartet zu haben, sondern nennt ihn eine Sache, von der man vorher nichts gehört habe. (Vergl. Anh. 1.) Ohne Zweifel hatte man auch von dem tiefen Eindringen des Frostes in den Polargegenden im 17. Jahrhunderte keine Vorstellung, denn der sonst umsichtige Martens, der eine Beschreibung von Spitzbergen lieferte, die nicht nur für die damalige Zeit ganz vor-

trefflich war, sondern noch jetzt neben dem Werke von Scoresby benutzt werden muss, glaubt, dass die Kälte wegen der felsigen Beschaffenheit dieses Landes nicht tief eindringen könne (Anh. 2). In der That wird man auch in andern ältern Werken, welche die arktischen Gegenden beschreiben, wie im Zörgdrager und ähnlichen, kaum eine Andeutung finden, dass sie an das in der Tiefe liegende, nie aufthauende Eis gedacht hätten, ein Beweis, dass die Erfahrungen einzelner Reisenden, die in hoch nordischen Gegenden tiefer zu graben veranlasst waren, die Aufmerksamkeit nicht allgemein auf dieses Phaenomen gerichtet hatten. So geben auch die ältesten im Auslande erschienenen Beschreibungen von Sibirien, z. B. „Schleusing's Neu entdecktes Sieweria 1692“ und „Der allerneueste Staat von Sibirien, Nürnberg 1720“ keinen Fingerzeig über bleibendes Boden-Eis, man müsste ihn denn in der gelegentlich gemachten Bemerkung der letztern Schrift (S. 52), dass der Eisgang zuweilen das Erdreich der Ufer abstösst, welches durch und durch gefroren ist u. s. w. finden wollen. Dass einzelne Winke oder selbst bestimmte Nachrichten von bleibendem Boden-Eise vorkommen mögen, will ich keinesweges in Abrede stellen, überlasse es aber gern Andern sie zusammen zu suchen. In dem Werke von Witsen z. B. können sie kaum fehlen, wenn man sich die Mühe geben will, es für diesen Zweck durchzulesen. Wer weiss nicht, dass selbst sehr viele Aeusserungen der Alten über den in ewigem Froste erstarrten Norden so gedeutet werden können. Aber solche Angaben sind Ausdrücke unbestimmter Vorstellungen. Hierauf also Rücksicht nehmen,

hiesse mehr in ihnen suchen, als in ihnen liegen kann. Es scheint vielmehr, dass bis zu den Reisen, welche die Kaiserinn Anna unter Berings oberster Leitung durch ganz Sibirien unternahmen liess, keine feste Vorstellung von stets gefornem Boden verbreitet war. Allerdings hatte schon vorher Peter der Grosse durch Messerschmidt eine sehr ausgedehnte Reise durch Sibirien unternehmen lassen und dieser unermüdete Mann war weit in den Norden und nach Osten vorgedrungen. Er scheint aber gar nicht zu der Ueberzeugung gekommen zu sein, dass er weite Strecken über einen in der Tiefe stets durch Frost erstarrten Boden zurück gelegt habe. In einem noch bei uns aufbewahrten Manuskripte, welches unter dem Titel: *Sibiria perlustrata s. Pinax triplicis regni* eine allgemeine Naturgeschichte Sibiriens gibt, führt es ausser andern Fossilien verschiedene Arten von Wasser an — aber bleibend gefornes Wasser kommt dabei nicht vor. In den Tagebüchern, die ich allerdings nur eilig durchblättert habe, stiess ich auch auf keine Angabe dieser Art. Iedenfalls ist sie wohl nicht bekannt geworden, da Messerschmidt's Manuskripte nicht veröffentlicht wurden. Auch in dem Werke von Strahlenberg scheint keine Nachricht über Bodeneis vorzukommen. So blieb also Sibirien in der Hinsicht, die wir jetzt im Auge haben, bis zu der zweiten Beringschen, oder wegen der Theilnahme mehrerer Mitglieder der Akademie, sogenannten ersten Akademischen Expedition, unbekannt, -- nicht nur für das Ausland, sondern auch für das Europäische Russland. Einige später aufgefundene Schriften über Sibirien aus dem 17. Jahrhundert waren nur in seltenen Manuskripten vor-

handen, und daher so gut als nicht bestehend. Jedenfalls konnte man weder von der weiten Verbreitung des bleibenden Boden-Eises, noch von seiner Mächtigkeit eine Vorstellung haben, bis die zweite Beringsche Expedition und besonders die viel gelesene Reisebeschreibung von Gmelin und dessen *Flora Sibirica* aus Gegenden, die sehr weit vom Eismeere abliegen, Erfahrungen über nicht aufthauenden Boden mittheilten. Gmelin erzählt nämlich von Versuchen, welche De l'Isle de la Croyere im hohen Norden machte, durch den gefrorenen Boden mit Brechstangen zu dringen, wobei zwei dieser Werkzeuge zerbrachen (Anh. 3.), und von Eisthälern zwischen Jakutsk und Ochotsk (Anh. 14). Lehrreicher sind seine eigenen Beobachtungen, nach denen er bei Jakutsk den Boden kaum 4 Fuss tief aufgethaut fand (Anh. 4), und eingezogene Nachrichten, dass man viel früher (1685—86) schon daselbst, um einen Brunnen zu graben, 13 Klafter tief in den Boden gedrungen war, ohne ihn aufgethaut zu finden (Anh. 5). Sogar am Argun (bei *Argunskoi Ostrog*), fast unter dem 50. Grade der Breite hatte man mehrere Klafter tief mit demselben Erfolge gegraben. (Anh. 7.) Seine meteorologischen Erfahrungen gaben die bestimmtesten, und sogar, wegen des noch nicht gekannten Gefrierpunktes des Quecksilbers, übertriebenen Zeugnisse von der heftigen und ausdauernden Winterkälte im Innern von Sibirien*), und nun erst entwickelte sich die Ueber-

*) Es ist auffallend, wie sehr die Vorstellungen von Sibirien nach Erscheinung von Gmelins *Flora Sibirica* fast plötzlich sich veränderten. Die frühern Schilderungen waren aus der Kenntniss von

zeugung von einem ununterbrochen gefrorenen Zustande in dem Erdboden, von welchem der Sommer nur die obersten Schichten aufthauen lässt.

Den besten Beweis hierfür scheint uns das Werk von Mairan über das Eis zu liefern, welches als Repräsentant der damaligen Kenntniss von der Eisbildung gelten kann. Es erschien zu Paris unter dem Titel: *Dissertation sur la glace* im Jahre 1749; also vor der Gmelinschen Reisebeschreibung, die 1751—52 gedruckt wurde, aber bald nachdem der erste Band der *Flora Sibirica* (*Petropoli* 1747) in Paris bekannt geworden sein konnte. In diesem Buche nun fehlt im Allgemeinen die Kenntniss eines bleibenden Boden-Eises. Vielmehr scheint der Verfasser geneigt zu glauben, dass der Frost wenig in den Boden eindringe, in Russland aber, setzt er hinzu, dringe er diessseits des Polar-Kreises 6 — 10 Fuss tief (Anh. 9). An einer andern Stelle jedoch spricht er, der Vorrede von Gmelin's *Flora Sibirica* folgend, von der heftigen Kälte in Sibirien und gibt als Grund an, dass der Boden dieses Landes sehr erhöht, mit Salpeter und andern Salzen geschwängert sei, so dass man in mehreren Gegenden fast immer Eis einige Fuss unter der Oberfläche finde, und dieses Eis wahrscheinlich sehr tief gehe. Man könne daher sehr schwer daselbst Brunnen graben u. s. w. (Anh. 10). Das Boden-Eis ist ihm also Grund, nicht Folge der heftigen Kälte. Man sieht, wie mir scheint, dass er erst während der Ausarbeitung des Werkes von

Südwest-Sibirien entnommen, und erschöpften sich in Darstellung des Reichthums. Jetzt ward Sibirien plötzlich ein Land des Frostes.

Gmelin's Beobachtungen Kenntniss erhielt, und die Vorstellung von bleibendem Boden-Eise noch nicht mit seinem übrigen Wissen zu einem Ganzen sich verschmolzen hatte. Dazu kommt, dass Gmelin des auffallendsten Zeugnisses, jenes ältern Jakutsker Brun- nens in der Einleitung zu der *Flora Sibirica* noch nicht erwähnt hatte, obgleich dieser das grösste Maass für das Boden-Eis abgeben musste. Aus diesem Um- stande darf man wohl schliessen, dass Gmelin selbst, obgleich er die feste Ueberzeugung von bleibendem Boden-Eise in einem bedeutendem Theile Sibiriens von seiner Reise mitgebracht hatte, an die Wahrheit der Erfahrungen der Kosaken bei Grabung des Brun- nens von 13 Faden Tiefe selbst nicht recht glauben mochte. Er führt sie nur in der später erschienen Reisebeschreibung als eine erhaltene Nachricht an, ohne ein festes Vertrauen zu verrathen, (Anh. 5), aber auch ohne sie in Zweifel zu ziehen. Nur die Ueberzeugung von einer bedeutenden Mächtigkeit der gefrorenen Schicht blickt an mehreren Stellen seines Reiseberichtes hervor.

Nachrichten über nie aufthauendes Eis im Boden hat- ten aus Nord-Amerika allerdings nicht gefehlt. (Anh. 1.) Aber sie fanden erst Aufmerksamkeit, nachdem die Erfahrungen der Beringschen Expedition bekannt ge- worden waren. So wird die Versicherung Middle- ton's, der zur Zeit der Gmelinschen Reisen an der Hudsons-Bay überwintert hatte, dass daselbst das Erdreich in der Tiefe nie aufthauete, als Bestätigung der Sibirischen Erfahrungen von dem Geographen De l'Isle de la Croyere, dem Bruder des Reisen- den, hervorgehoben. (*Histoire de l'Acad. de Paris*

1749. p. 13 etc.) Man suchte den Grund der strengen Kälte Sibiriens meistens in einer ausserordentlichen Erhöhung des Bodens und berief sich auf Lorenz Lange, der die Werchoturischen Berge auf 9 Werst hoch taxirt hatte. Der Abbé Chappe d'Au-terroche, der im Jahre, 1761 ganz Sibirien durchreiste, zeigte durch seine freilich sehr unsichern Höhenbestimmungen das Irrige dieser Vorstellungen. (*Voyage en Sibérie. T. I. p. 164 etc. Ed. d'Amst.*) De l'Isle hatte aber schon den allgemeinen Satz aufgestellt, dass je weiter nach Osten, um so mehr die Kälte in derselben Breite zunehme.

Die spätern Akademischen Expeditionen, welche unter der Kaiserinn Katharina II. das Russische Reich durchzogen, brachten eine Menge neuer Nachrichten von Eislagern zurück. Sujew hatte an der Küste des Eis Meers die geringe Tiefe bis zu welcher der Boden aufthaut, gemessen. (Anh. 12.) Pallas hatte mitten im Europäischen Russland ein Eislager gefunden, das im Sommer zu oekonomischen Zwecken benutzt wird. (Anh. 11.) In den Umgebungen des Baikal-Sees und in Daurien hatte man Eislager, überirdische und unterirdische, den ganzen Sommer hindurch beobachtet. (Anh. 13.) Georgi, einer der jüngern Theilnehmer dieser Reisen, sammelte später in seiner Beschreibung des Russischen Reiches die zerstreuten Nachrichten. Der gefrorne Boden des Nordens hatte viele vorweltliche Thierreste, einzelne sogar mit den weichen Theilen aufbewahrt, die zu Tage gefördert wurden. Bei dem allgemeinen Interesse, welches die Berichte von Pallas über die Menge vorweltlicher Thierreste im Norden Sibiriens er-

regten, konnte es nicht fehlen, dass man allmählig an die Vorstellung sich gewöhnte, der ganze Nordrand dieses weiten Landes thauete in der Tiefe nie auf. Berichte aus Amerika befestigten in dieser Ansicht, und das berühmte, durch Adams herbeigeschaffte Mammuth, bestätigte nicht nur was wiederholte Reisen in den höhern Norden gelehrt hatten, sondern führte die Kenntniss vom unvergänglichen Boden-Eise bei allen Gebildeten ein. (Anh. 15.)

Indessen schienen sich die Vorstellung von den baumlosen Flächen, welche das Eismeer mehr oder weniger breit umsäumen, und die Vorstellung von dem in der Tiefe nie aufthauenden Boden so mit einander zu verbinden, dass man geneigt wurde, beide für unzertrennlich zu halten. Man fing an, die Beobachtungen um den Baikal-See zu bezweifeln oder für völlig lokal anzusehen, man berief sich seltener auf die von Gmelin erzählte Erfahrung der grabenden Kosaken in Jakutsk. Eines Theils mochte das Ausbleiben einer neuen Bestätigung von der grossen Mächtigkeit und Ausdehnung des Boden-Eises diesen Zweifeln Raum geben, andern Theils aber die nähere Kenntniss der Art, wie der Boden die Temperaturen der Luft fortpflanzt. Die alltägliche Erfahrung hatte gelehrt, dass in mittleren Breiten die heftigste Kälte wenig tief eindringt, besonders wenn der Erdboden mit einer Schneedecke überzogen ist, dass der jährliche Wechsel von Sommer und Winter in der Tiefe von 15 Fuss wenig, und zweimal so tief fast gar nicht mehr merklich wird. Allerdings bezogen sich diese Erfahrungen nur auf den Wechsel, bestimmten aber nicht an sich das Maass der bleibenden Temperatur

in den verschiedenen geographischen Breiten, und man konnte noch nicht abmessen, in welchem Verhältnisse der heisse Sommer Sibiriens zu dem kalten Winter stehe. Die Temperatur des Bodens in einiger Tiefe war aber in Sibirien von den Reisenden nicht gemessen. Ueberdiess wurden die Beobachtungen von einer in der Tiefe zunehmenden Temperatur in den verschiedensten Gegenden der Erde immer zahlreicher und wiesen mit immer grösserer Bestimmtheit auf einen grossen Wärme-Vorrath, der im Innern der Erde, unabhängig von der Einwirkung der Sonne, besteht. Obgleich die Ansicht von einem Glühzustand des Innern der Erde keinesweges den Eis-Zustand bis zu mehr als 100 Fuss Tiefe an einem Theile ihrer Oberfläche ausschliesst, so mag dennoch die Ueberzeugung von der eigenen Wärme des Innern der Erde veranlasst haben, dass man zweifelhaft über die Dicke der gefrorenen Schicht wurde, und neue Bestätigungen abwartete.

Am bestimmtesten hat sich in diesen Zweifeln L. von Buch ausgesprochen, dessen Aeusserungen wir hier besonders hervorheben, — nicht als ob sie vereinzelt da ständen, denn z. B. Herr Prof. Hantsteen erklärt, auch gezweifelt zu haben, (Anh. 17), sondern als die Meinung eines Mannes, in welchem sich der jedesmalige Zustand der wissenschaftlichen Kenntniss vom Erdkörper repräsentirt. Es ist aber nicht die Rücksicht auf den Glühzustand vom Innern der Erde, welche Herrn von Buch bestimmt, sondern die Beobachtungen über die Quellen-Temperatur in Skandinavien, welche Wahlenberg und er selbst gemacht hatten. Aus diesen ging hervor, dass je

weiter man sich nach Norden begibt, um so mehr die Temperatur des Bodens (durch die Quellen gemessen) höher steht als die mittlere Luft-Temperatur derselben Gegend. Herr von Buch sucht den Grund in dem Eindringen der atmosphärischen Niederschläge, wodurch die wärmere Temperatur so schnell in die Tiefe dringe, während im Winter, weil keine Wässer fließen, die strenge Kälte des Nordens nur wenig wirke. Er erklärt sich daher völlig überzeugt, „dass alle Nachrichten, welche behaupten, dass der „Boden in vielen Fuss Tiefe, selbst im Sommer, sich „noch gefroren gefunden habe, in Gegenden, welche „noch im Stande sind, strauchartige Gewächse zu ernähren, für ganz unzuverlässig angesehen werden „müssen, und Gmelin's Nachrichten, dass man in „Brunnen in Jakutsk noch in 100 Fuss Tiefe den „Boden gefroren fand, sollten nicht mehr in physikalischen Lehrbüchern, wie es doch so oft geschehen „ist, wiederholt werden. Was Cosacken ausgesagt „haben, die, als Gmelin diese Nachrichten aus den „Acten in Jakutsk zog, lange todt waren, und denen „es sehr leicht zu beschwerlich seyn konnte, eine „harte Brunnenarbeit fortzusetzen, sollte nicht gebraucht werden, eine so auffallende und so wenig „glaubliche physikalische Thatsache zu bestätigen“. Herr von Buch schliesst mit dem Zusatze, auf den wir später zurückkommen werden: „In der Hudsonsbay, deren Mittel-Temperatur tief unter dem Gefrierpunkte steht, laufen Quellen den ganzen Winter „hindurch unter einer Decke von Schnee und Eis“. „(Capt. James 1631)“. Abhandl. der Akademie zu Berlin. 1825. S. 95.

Erinnert muss werden, dass die mittlere Jahres-Temperatur der Luft bei Jakutsk noch nicht annäherungsweise bekannt war, als dieser Vortrag in der Akademie zu Berlin (im J. 1825) gehalten wurde. Hätte man diese gekannt, so würde man vielleicht mehr Wahrscheinlichkeit für das tiefe Eindringen des Frostes gefunden haben.

Nach dem hier Mitgetheilten ist wohl die neue Erfahrung von einem Brunnen, den man in Jakutsk 382 Fuss tief gegraben hat, ohne über den gefrorenen Zustand des Bodens hinaus gekommen zu sein, wichtig genug, um ausführlich darüber zu sprechen, was in dem folgenden § geschehen soll.

In der neuesten Zeit hatte die wissenschaftliche Bearbeitung der Meteorologie nicht nur die Frage über die Temperatur des Bodens jenseits der Tiefe, in welche die Jahreszeiten wirken, hervorgerufen, sondern auch die Coincidenz der magnetischen Kräfte mit dem Wärmezustande verschiedener Gegenden dem Eisboden beider Welttheile ein neues Interesse gegeben. Unmittelbare Messungen der Boden-Temperatur in Sibirien waren also dringendes Bedürfniss geworden. Diese hatten aber die Akademischen Reisenden nicht mitgebracht. Herr Kupffer hat zuerst Boden-Temperaturen aus dem Ural mitgetheilt. Den Herrn Erman und Humboldt verdankt man zahlreiche Beobachtungen dieser Art, die sie auf ihren Reisen in Sibirien in den Jahren 1828 — 1850 anstellten. Wir werden sie weiter unten einzelnen aufführen. (Anh. 36 — 44.)

Mancherlei Nachrichten über Eislager im Boden, die der Admiral Wrangell auf seiner Reise in

Nordost-Sibirien gesammelt hatte, wurden erst später bekannt. (Anh. 29 — 30.)

§ 2. *Erfahrungen an dem neuen Schacht zu Jakutsk.*

Ein in Jakutsk ansässiger Russischer Kaufmann Fedor Schergin verwaltete das an diesem Orte bestehende Händlungs-Komptoir der Russisch-Amerikanischen Kompagnie. Um immer gutes Wasser zu seiner Disposition zu haben, begann er im Sommer des Jahres 1828 im Hofe dieses Komptoirs einen Brunnen graben zu lassen. Es wäre nicht uninteressant, mit Bestimmtheit zu wissen, ob Schergin nie von den Erfahrungen vom Jahre 1685 — 1686 gehört hatte, oder ob er ihnen nicht traute, oder endlich, ob er vielleicht überzeugt war, bei tieferem Vordringen bald zu seinem Ziele zu gelangen. Zwar ist Schergin nicht aus Jakutsk gebürtig, wie hie und da gesagt ist, sondern aus Ustjug, wohin er sich auch später zurück begeben hat, und wo er vor Kurzem verstorben ist. Allein er war schon einige Zeit in Jakutsk ansässig, und dass dort jene ältern Erfahrungen völlig vergessen waren, ist durchaus nicht glaublich. Im höhern Norden, wo man von allgemeinem Interessen wenig abgezogen wird, erhalten sich die Nachrichten von Lokal-Ereignissen sehr lange, auch wenn sie nicht in Bücher niedergelegt sind. Davon habe ich an der Europäischen Küste des Eismees Beweise genug erhalten, in Gegenden, wohin ausser Gebet-Büchern und Volks-Mährchen kaum andere gedruckte Bücher kommen. Der ältere Jakutsker Brunnen musste aber nicht nur das Interesse der Bewohner ganz besonders in Anspruch nehmen, sondern seine Geschichte war auch

in die Russischen Uebersetzung von Gmelin's Reisebeschreibung und aus dieser in andere Werke derselben Sprache übergegangen. An Lesenden kann es in Jakutsk nicht fehlen*), und so musste diese Nachricht wohl dem Grabenden zu Ohren kommen, als er seine Arbeit begann. Allerdings ist jetzt von jenem ältern Brunnen in Jakutsk keine Spur mehr zu sehen, wie ich ganz kürzlich aus einem Briefe des jüngern Schergin erfahren habe, mit der Sache schwindet aber nicht gleich das Andenken an sie. Jedenfalls musste er wissen, dass in Jakutsk überall Keller sind, die man als Eiskeller gebraucht, in die man Fleisch, Fische, Milch und Früchte bringt, um sie gefrieren zu lassen, und sie jeder Zeit des Jahres frisch geniessen zu können. Das Fleisch gefriert in ihnen schnell und thaut nie auf. Ja man servirt in Jakutsk, wie vielleicht sonst nirgends in der Welt, Beeren, die mehrere Jahre alt sind. (Поездка въ Якутскъ. Ст. 128.)

Dennoch hatte Schergin nach eigenem Zeugnisse und nach den Aussagen gegen Personen, die ihn während der Arbeit besuchten, die Hoffnung, in nicht allzu bedeutender Tiefe Wasser zu erhalten, obgleich wahrscheinlich nie ein Wasserbrunnen in Jakutsk gewesen war. Zwar spricht Langsdorff, der 1807 durch Jakutsk reiste von Schöpfbrunnen, als ob er

*) Als Gmelin vor mehr als 100 Jahren das Unglück hatte, nebst andern Effekten fast alle Bücher durch Brand in Jakutsk zu verlieren, bedauerte er besonders den Untergang von Tournesort's *Institutiones rei herbariae*, er erhielt aber bald ein anderes Exemplar dieses Werkes aus Shigansk, das um 5 Grad weiter nach Norden an der Lena liegt. Gm. Reise Bd. II. S. 448.

sie gesehen habe; allein er steht in dieser Behauptung allein da. Nach dem aus Gmelin's Reiseberichte mitgetheilten Bruchstücke scheint es, dass man damals wenigstens keine Schöpfbrunnen in Jakutsk hatte. Auch der Admiral von Wrangell, der drei Mal in Jakutsk war, ist der Meinung, dass daselbst zu seiner Zeit keine Schöpfbrunnen gewesen seien, und Herr Schtchukin, der sich im Jahre 1830 in Jakutsk aufhielt, und die erste Nachricht von dem werdenden Scherginschen Schacht durch einen Brief aus Jakutsk nach Europa brachte, beginnt dieselbe mit der Bemerkung, dass es in Jakutsk an Brunnen fehle. (Anh. 18.) Dass sie auch jetzt völlig fehlen, ersehe ich aus dem erwähnten neuesten Briefe des jungen Schergin. (Anh. 24.) Wir müssen es also bezweifeln, dass jemals welche da gewesen sind. Nun nimmt aber die Lena während des Sommers so sehr an Wasser ab, dass der Seitenarm, an dem Jakutsk liegt, austrocknet und der Wasserspiegel des Hauptstromes zwei Werst von der Stadt entfernt sein soll. Es ist deshalb sehr beschwerlich, das Wasser so weit bringen zu lassen. Dazu kommt, dass die nordischen Flüsse zur Zeit des Eisganges ein sehr unreines Wasser führen, das kaum geniessbar ist. Brunnen sind also in Jakutsk ein dringendes Bedürfniss. Man ersetzt den Mangel derselben einigermaassen dadurch, dass man in die Keller im Winter Eis einsammelt, das man während der warmen Jahreszeit aufthauen lässt. Um dieser Umständlichkeit überhoben zu sein, mochte man auch bei dem frühern Versuche so beharrlich gewesen sein. Herr Schergin konnte aber glauben, und zwar nicht ganz ohne Grund, dass da-

mals nur ein unglücklicher Zufall nicht auf die im Winter fließenden Wasser-Adern stossen liess, und dass an einem glücklichern Punkte der Zweck zu erreichen sei. Es gibt nämlich in der Gegend von Jakutsk Quellen, welche auch im Winter fließen, und bis an die Oberfläche dringen. Er selbst hat der Akademie hiervon später Anzeige gemacht. (Anh. 23.) Solche Quellen sind aber wohl selten.

Der Brunnen war im Jahre 1828 begonnen. Man gab ihm eine Weite von $3\frac{1}{2}$ Arschin (8 Fuss P. M.) im Quadrat und es wurde mit Ausnahme des ersten (oder der beiden ersten) Sommers, nur im Winter darin gearbeitet, weil man gefunden hatte, dass im Sommer die Lichter in der Tiefe verlöschten und die Arbeiter von Schwindel und Kopfweh befallen wurden. Aehnliches hatten die Kosaken bei der ersten Unternehmung erfahren. Es hatte sich also wohl Kohlensäure angehäuft, die im Winter durch die kältere obere Luft verdrängt wurde, nicht aber im Sommer. Man pflegte deshalb in den spätern Jahren den Brunnen im Sommer zugedeckt zu halten.

Nur so weit, als die erste Sommer-Arbeit ging, hatte man die Wände des Schachtes ausgezimmert, später aber die Zimmerung als überflüssig weggelassen, da das Erdreich so hart war, dass man statt der Spaten zuweilen Keilhaue gebrauchen musste.

Als Herr Professor Erman im April 1829 durch Jakutsk reiste, war die Arbeit bis 50 Tiefe getrieben worden, und er fand die Temperatur des Bodens in dieser Tiefe — 6° R., während das Thermometer in freier Luft — $15^{\circ},9$ zeigte. (Anh. 22.)

Im Sommer 1830 war man bis zu einer Tiefe

von 13 Russische Faden gelangt, und im folgenden Winter ging man um 2 Faden tiefer. (Anhang 18.) Herr Schergin hatte die Hoffnung schon aufgegeben, Wasser zu erreichen, als der jetzige Admiral von Wrangell auf seiner damaligen Reise in die Russisch - Amerikanischen Kolonien, die er durch Sibirien machte, nach Jakutsk kam. Der Baron von Wrangell, gegen den man, vor seiner Reise nach der Küste des Eismees, in Dorpat den Wunsch ausgesprochen hatte, dass er untersuchen möge, wie tief daselbst der Boden aufthau, und wo möglich auch, bis zu welcher Tiefe der Boden gefroren sei, da man hierüber gar nichts wisse, sah sogleich ein, dass an diesem begonnenen Brunnen die schönste Gelegenheit sei, die Dicke des bleibenden Boden-Eises zu ermitteln. Auf der frühern Reise hatte er die Tiefe bis zu welcher die Erde dort aufthaut, leicht bestimmt, aber seine Mittel viel zu schwach gefunden, um die Mächtigkeit der gefrorenen Schicht zu messen. (Anh. 29.) Es redete also Herrn Schergin zu, das Unternehmen fortzusetzen und versprach ihm, bei der Kompagnie sich zu verwenden, dass sie die Kosten trage.

So wurde denn auch in den folgenden Wintern die Arbeit fortgesetzt, und bis zum Jahre 1835 trug die Kompagnie die Kosten. Die Berichte über den Fortgang des Unternehmens wurden nach St. Petersburg der Direktion der Kompagnie eingeschickt.

Unterdessen waren einige Nachrichten durch die Zeitungen bekannt geworden. Herr Schtschukin, der den Winter 1830 — 31 in Jakutsk zubrachte, schrieb in einem Briefe nach St. Peterburg über die

Witterung zu Jakutsk und die dortige Brunnen-Unternehmung. (Anh. 18.)

Es ist nicht ohne alles Interesse zu sehen, wie die hiesigen Zeitschriften sich bei Ankunft dieses Briefes benahmen. Die nordische Biene gab von dem ganzen Briefe einen gedrängten Auszug unter dem 25 Januar 1832. (Anh. 19.) Von diesem Auszuge gab das *Journal de St.-Petersbourg* nur die letzte Hälfte, den Brunnen betreffend, in ihrer No. 14 desselben Jahres. Die (Deutsche) St. Petersburgische Zeitung, welche offenbar das Original vor sich gehabt haben muss, gibt drei Wochen später (No. 39 u. 40) *in extenso* die Bemerkungen über die Winterwitterung, aus denen gar nichts zu entnehmen ist, als dass in Jakutsk im Winter eine grosse Kälte herrscht, was man billiger Weise als bekannt hätte voraus setzen können, sagt aber kein Wort über den Brunnen, der damals doch schon 15 Faden tief war, und immer noch im Eise stand. Man muss also die Sache wohl bezweifelt haben, denn an Raum fehlte es nicht, da man in derselben Nummer als „eine allen Freunden der Naturforschung und Meteorologie höchst anziehende Nachricht“ mittheilt, dass im verflorbenen December am Rheine Störche und zu andern Zeiten an andern Orten anderes Geflügel sich gezeigt hat, — woraus, so möchten wir hinzusetzen, erweislich wird, dass die Vögel Flügel haben und zuweilen recht weit fliegen.

Der Artikel des *Journal de St.-Petersbourg* ging über in die (Berliner) Vossische Zeitung, wurde vom Herrn Professor A. Erman in Bezug auf die Temperatur, die man jetzt auf dem Boden des Brunnes bei 15 Faden Tiefe zu -1° R. angab, bezweifelt, und

ging mit diesem Zweifel über in „Berghaus Annalen der Erd-, Völker- und Staatenkunde Bd. V. S. 541“. Wir glauben diesen Artikel hier in den Anhängen (19) wieder geben zu müssen wegen der Vergleichung mit der mittleren Temperatur des Ortes, die hier zum ersten Male vorkommt. Der Verfasser jenes Briefes, von dem ein Auszug wahrscheinlich durch die Zeitungen aller Länder gewandert ist, hat nach einigen Jahren seine Reisebeschreibung unter den Titel: **Пѣздка въ Якутскъ изд. Н. Ш. С. II. 1833. 8.** herausgegeben, in welcher dieser Brief wieder abgedruckt ist.

Später ist, nachdem der Brunnen schon bedeutend tiefer gegraben war, nochmals eine Nachricht über ihn nach Europa gekommen. Ich erinnere mich, sie in einem Englischen Journale gelesen zu haben, auch in einem Deutschen, doch glaube ich nicht, dass sie so allgemein verbreitet wurde, als die frühere.

Im Jahre 1836 kam der Admiral von Wrangell aus den Russischen Kolonien nach Europa zurück. So wie er die Fortsetzung der Brunnen-Arbeit veranlasst hatte, so wurde er jetzt Veranlassung, dass die durch diese Arbeit gewonnenen Resultate allgemeiner beachtet wurden, und künftigen genauern Beobachtungen zur Basis dienen konnten. Es war nämlich im Jahre 1837 von Schergin ein neuer Bericht eingegangen, dass der Brunnen im vorhergehenden Winter bis 382 Fuss Engl. tief getrieben sei, mit Angabe seiner Temperatur-Beobachtungen und der genauen Berechnung der im letzten Winter darauf verwendeten Kosten. Diese betragen für eine Tiefe von 10 Sashen und $2\frac{1}{2}$ Arschin, (worunter 2 Arschin

einer sehr festen Schicht) die Summe von 1362 Rub. 50 Kop. B. Ass. Ich lasse auch diese Kostenberechnung hier unter Anhang 20. folgen, da sie künftig bei ähnlichen Arbeiten in Sibirien benutzt werden könnte. Auch waren Proben der durchsunkenen Schichten eingesendet worden. Der Admiral von Wrangell theilte diese Proben und die eingelaufenen Berichte Herrn von Helmersen mit, und ersuchte ihn, über die ganze Brunnen-Arbeit und deren bisherige Resultate einen Bericht abzufassen, und beauftragte mich, da er bei mir ein lebhaftes Interesse für diese merkwürdige Erfahrung über die Mächtigkeit des Boden-Eises bei Jakutsk und die noch ferner zu hoffenden Resultate fand, den Bericht der Akademie vorzulegen, die ohne Zweifel die nöthigen Schritte für fernere Untersuchungen einleiten würde. Diesen am 1 December 1837 überreichten Bericht des Herrn von Helmersen theile ich als den vollständigsten über die ganze Unternehmung, und den einzigen der über die geognostischen Verhältnisse der tiefern Schichte gegeben ist, aus dem *Bulletin scientifique de l'Académie Tom. III.* unter Anhang 21 vollständig mit.

Von meinem daran geknüpften Antrage mag nur erwähnt werden, dass ich die Akademie ersuchte, über die Art der ferner zu nehmenden Schritte einen Beschluss zu fassen, da es sich aus den Scherginschen Beobachtungen ergab, dass er den Einfluss der in den Schacht eingedrungenen Luftmasse nicht genug vermieden habe, um über die Zunahme der Bodentemperatur nach der Tiefe ein sicheres Maass zu gewinnen.

Es schien der Akademie höchst wünschenswerth, dass die Arbeit noch weiter fortgesetzt würde, bis man das Boden-Eis ganz durchsunken haben würde. Allein die bedeutenden Kosten, welche eine solche Arbeit noch verursachen würde, liessen sich nicht einmal annäherungsweise berechnen, so lange nicht mit mehr Sicherheit das Gesetz der Temperatur-Zunahme sich zu erkennen gab, als aus den bisherigen Beobachtungen. Ueberdiess war es nicht unmöglich, dass man auf eine Quelle stiess, welche einen Theil des Schachtes unter Wasser setzen konnte. Es wurde daher beschlossen, zuvörderst diese Temperatur-Zunahme mit Genauigkeit zu ermitteln. Zu diesem Zwecke wurde eine Instruktion entworfen, nach welcher in die Wände des bereits gegrabenen Schachtes in Abständen von 1, 3, 5, 10, 20, 50, 100, 150, 200, 250, 300 u. 380 Fuss von der Oberfläche Thermometer, umgeben mit schlechten Wärmeleitern, in horizontaler Richtung eingetrieben werden sollten, und zwar für jede der angegebenen Höhen zwei Thermometer, das eine nur einen Fuss, das andere aber 6 Fuss tief in die Wand hinein. Diese Thermometer sollten ein Jahr hindurch beobachtet werden, um nicht nur die mittlere Temperatur der horizontalen Schichten, und den jährlichen Wechsel in den obern derselben, sondern auch den Einfluss der in dem Schacht befindlichen Luftsäule zu ermitteln. Da die Akademie von keinem Physiker wusste, der bereit war, für diesen Zweck nach Jakutsk zu reisen und sich dort ein Jahr hindurch aufzuhalten, sie auch Herrn Schergin als einen eifrigen und ziemlich genauen Beobachter kannte, (denn er hatte auf eigenen Antrieb fortge-

setzte Beobachtungen über die Luft-Temperatur in Jakutsk angestellt und dieselbe der Akademie mitgetheilt), dem es nur an genauen Instrumenten und einer guten Instruktion fehlte, so beschloss sie, ihn zum Einsetzen der 26 Thermometer, die sie überschicken wollte, und zur fortgesetzten Beobachtung derselben anzufordern. Zugleich ward noch die Bitte hinzugefügt, Schergin möge im Spätherbst, oder wenn der neue Winter sich einstellt, untersuchen, wie tief man den Boden aufgethaut findet, und zwar wie tief an offenen, trockenen Stellen, in dicht begrasten Plätzen, in sandigen Gegenden und in Sümpfen, ferner wie hoch das Erdreich in der Höhe des Sommers $1\frac{1}{2}$ Fuss tief unter der Oberfläche in diesen verschiedenen Gegenden erwärmt wird? Auch sollte er anzeigen, ob die kleinern Flösschen in der Umgegend von Jakutsk im Winter ohne Wasser sind, oder ob man Quellen kennt, die das ganze Jahr hindurch fließen?

Diese Bestellungen gingen am 16. Februar 1838 ab. Die Antwort kam den 26. November desselben Jahres an, und brachte auf die letztern Fragen, die in No. 23 der Anhänge mitgetheilte Auskunft, auf die wir noch späterhin zurückkommen werden. In Bezug auf die fortgesetzte Untersuchung der Bodentemperatur in den Wänden des Schachtes erklärte Herr Schergin aber, dass er sie nicht übernehmen könne, da er schon seinen Abschied von der Amerikanischen Kompagnie genommen habe, und im Laufe des Winters in das Europäische Russland abzureisen gedenke.

Um die Geschichte dieser Brunnen-Arbeit vollstän-

dig zu geben, muss bemerkt werden, dass bis zu dem Winter $\frac{1835}{1836}$ die Amerikanische Kompagnie die Kosten derselben übernommen hatte, obgleich der ursprüngliche ökonomische Zweck schon lange aufgegeben war. Sie fand sich aber nicht veranlasst, die in dem darauf folgenden Winter verwendeten 1362 Rubel zu ersetzen, da Herr Schergin zu dieser Fortsetzung der unternommenen Arbeit nicht autorisirt war, und überdiess noch andere Misshelligkeiten sich entsponnen hatten, von denen der so eben erwähnte Zurücktritt des letztern die Folge war. Die Akademie ihrerseits trug Bedenken, diese nicht unbedeutende Summe für eine Arbeit zu tragen, die nicht von ihr angeordnet war, und für den wissenschaftlichen Zweck zu kostspielig fortgeführt war, da die Weite des Schachtes für die zu gewinnenden Resultate nur störend war. Bald aber hatte das Ergebniss dieses Schachtes ein lebhaftes Interesse der Geologen, namentlich in England erregt, und sie zu vergleichenden Untersuchungen in Nord-Amerika aufgefordert. Sr. Majestät der Kaiser, hiervon Kenntniss nehmend, beschlossen auf den Bericht des Präsidenten der Akademie und Ministers der Volksaufklärung W. Geh. Rath von Uwarow: dass ein Kaufmann in Jakutsk, ohne Zusage des Ersatzes, mit bedeutenden Geldopfern diese für die Geologie so wichtige Erfahrung herbeigeführt habe, ihm einen kostbaren Brillantring und eine goldene Medaille zukommen zu lassen. Ich kann es mir nicht versagen, hinzu zu fügen, dass Schergin, diese Art des Ersatzes, verbunden mit ehrender Auszeichnung auf keine Weise veranlasst, sondern

willig sich in das ihm auferlegte Opfer gefügt hatte. Der Akademie musste es aber um so mehr erfreulich sein, dass ein solches Opfer von Sr. Majestät eine ehrende Auszeichnung erhielt, als sie von der Compagnie die künftige Verfügung über den gegrabenen Brunnen sich erbeten und bewilligt erhalten hatte.

Noch ehe die neuen Anfragen an Herrn Schergin abgegangen waren, hatte ich Veranlassung genommen, eine kleine Notiz über die Jakutsker Erfahrungen der *Geographical Society* in London mitzutheilen (Jan. 1838), theils weil ich überhaupt in dieser Gesellschaft Theilnahme an dieser Nachricht erwartete, vorzüglich aber um anzufragen, ob sie nicht durch ihre weit verbreiteten Relationen im Britischen Nord - Amerika ähnliche Beobachtungen veranlassen wollte? Wenn ein so tiefes Graben sich nicht ausführen liesse, so konnten wenigstens zahlreiche Beobachtungen über die Boden-Temperatur in verschiedenen Gegenden gesammelt werden, aus denen man über die Ausdehnung des dortigen Eis-Bodens Nachricht erhalten und auf die Mächtigkeit desselben schließen könnte, wenn das Gesetz der Temperatur-Zunahme in Jakutsk ermittelt sein würde. Die Lösung dieser letztern Frage durfte man damals bald erwarten. — Diese Mittheilung hatte vollkommen den erwünschten Erfolg. Sie erregte nach einer brieflichen Aeusserung des damaligen Sekretairs der *Geographical Society*, Herrn Capt. Washington und dem öffentlichen Berichte im *Athenaeum* No. 540 (vom 5. März 1838) eine lebhafte Discussion, in welcher die Herrn Murchison, Capt. Back, de la Bèche und Ainsworth sich aussprachen. Man schien im Allge-

meinen der Meinung, dass die Beobachtungen in Jakutsk nicht mit hinlänglicher Sorgfalt angestellt seien, um zu erweisen, dass der Frost bis 350 Fuss eindringen könne, die Erfahrung aber, dass mit der Tiefe die Temperatur im Boden zunehme, würden durch Schergin's Beobachtungen nur bestätigt.

Capt. Back bemerkte, dass während seines mehrjährigen Aufenthaltes in den kalten Regionen von Nord-Amerika, selbst in der Höhe des arktischen Sommers er nie erfahren habe, dass der Boden bis über vier Fuss unter der Oberfläche aufthauete, und dass Versuche hierüber sehr zu wünschen wären.

Eine lebhaftere Verwunderung hatte ich erwartet, auch wohl Zweifel — sie haben auch hier nicht gefehlt — und Niemand wird verkennen, dass die Frage, in wie weit die Dicke des Eises bei Jakutsk auf lokalen, und in wie weit sie auf allgemeinen Verhältnissen beruht, noch gar nicht entschieden ist. Dass Schergin's Beobachtungen noch nicht genau sind — darauf hatte ich in meinem Schreiben selbst hingewiesen und mitgetheilt, dass die Akademie eben deshalb die Sache wohl genauer würde untersuchen lassen, und zu ähnlichen Beobachtungen in Amerika auffordert. Die Zunahme der Temperatur nach der Tiefe sprang aus den mitgetheilten Zahlen in die Augen. Einen Tadel, irgend einer Art oder auch nur einen begründeten Zweifel habe ich also in dieser Veröffentlichung über die Sitzung der *Geogr. Society* durchaus nicht finden können. Ich war daher nicht wenig erstaunt, in der Preussischen Staatszeitung vom 23 April 1838 No. 112 unter der Rubrik: Wissenschaft, Kunst und Literatur zu lesen (angeblich als

einen Bericht aus London): In der Sitzung der geographischen Gesellschaft daselbst vom 9 April, sei ein Schreiben des Herrn Prof. Adolph Erman verlesen, worin derselbe seine Beobachtungen über die Temperatur des gefrorenen Bodens bei Jakutsk und über das dortige Klima überhaupt mitgetheilt habe. Es seien nämlich in meinen Bemerkungen über den gefrorenen Boden (von mir fälschlich Boden-Eis genannt) mancherlei Unrichtigkeiten enthalten gewesen, weswegen sie auch bei mehreren Mitgliedern Zweifel erregt hätten. Herr Erman habe sich daher auch zur Mittheilung seiner eigenen Beobachtungen veranlasst gesehen. Berichtigungen ähnlicher Art würden für Deutsche Leser in Kurzem auch in dem geographischen Almanach von Berghaus erscheinen.

Ich bitte den Leser in der No. 25 des Anhanges nach diesen Belehrungen zu suchen, und mir zu verzeihen, dass ich überhaupt dieser Kleinigkeiten erwähne. Ich hätte am liebsten dieses saubere Probchen von Vorwitz oder Rufmacherei ganz liegen lassen, wozu ich ohnehin dringend aufgefordert bin. Allein ich bin zuvörderst der *R. G. Society* Nachricht über die Veranlassung zu den bei ihr gehaltenen Nachfragen schuldig, die nur durch eine solche Publikation gegeben werden kann. Dann schien es mir aber auch Pflicht, wenn ich überhaupt einen Bericht über den Fortgang unserer Kenntniss von der Dicke des Boden-Eises in Sibirien geben wollte, anzuerkennen, dass Herr Prof. Erman zuerst die grosse Mächtigkeit desselben vermuthet hat, und ihn vor der Verbesserung zu bewahren, die er — ohne hinlänglichen Grund, wie es scheint, — gegen sich selbst in

dem Briefe an die *Geographical Society* angebracht hat. Fragt man nämlich, warum denn fast überall der neue Jakutsker Brunnen so viel Erstaunen erregt hat, so springt in die Augen, dass man bisher die Frage wohl kaum sich vorgelegt hatte: wie tief wohl das Erdreich gefroren sein könne? und dass man hierüber keine Meinung hatte, liegt wohl offenbar darin, dass man über die jährliche Quantität der Wärme oder die mittlere Temperatur dieser Gegenden keine Nachricht hatte, und noch weniger die Zeit abmessen konnte, seit welcher diese mittlere Temperatur bestanden hat. Herrn Prof. Erman gebührt nicht nur das Verdienst, zuerst eine, wenigstens annähernde, Kenntniss von der mittleren Temperatur in Jakutsk — zwar nicht nach eigenen Beobachtungen, sondern nach Beobachtungen dortiger Einwohner, wie es denn nicht anders sein konnte — mitgetheilt zu haben. Diese erste Mittheilung geschah fast gleichzeitig in der *Hertha* und in *Kämtz Meteorologie* Bd. II. S. 5. Auf diese ihm mitgetheilten Temperatur-Beobachtungen gestützt, hatte Erman in seiner Reisebeschreibung, nach Analogie der Wärmezunahme in der Tiefe, wie sie in andern Gegenden beobachtet ist, angenommen, dass erst in 600 Fuss Tiefe flüssiges Wasser zu erwarten sei. In dem Briefe an die *Geograph. Society*, welchen die *somnambule Staatszeitung* in Berlin las, als er in London angekommen war, nimmt derselbe Naturforscher als ein *Factum (actual fact)* an, dass bei Jakutsk in der Tiefe von 400 Fuss Wasser in flüssigem Zustande sei. Worauf beruht dieses *Factum*?

Dass ich in einer spätern Mittheilung an die *R.*

Geogr. Society einige Erfahrungen über Ausdehnung des Eis-Bodens in Sibirien und über die Boden-Temperatur daselbst zusammen stellte, die man in Vol. VIII. p. 401 ihres Journalles abgedruckt findet, wäre hier nicht zu erwähnen, wenn nicht dadurch die correspondirenden Untersuchungen vorzüglich veranlasst wären, über die ich im nächsten*§ berichten werde.

Dass ich in neuester Zeit einige Mittheilungen über das Vorkommen oder Nicht-Vorkommen von Boden-Eis im Russischen Reiche durch die Güte der Herren von Helmersen, Schrenk, Schergin jun., Ruprecht und Anderer, so wie über dieselben Verhältnisse in Amerika durch die *R. Geograph. Society* erhalten habe, verpflichtet mich nicht nur zu lebhaftem Danke, sondern auch zur Veröffentlichung derselben in dem Anhang.

§ 3. *Vorbereitungen zu neuen Untersuchungen.*

Es sind Vorbereitungen getroffen worden, um über das Vorkommen und andere Verhältnisse des Boden-Eises, verbunden mit Messungen der Boden-Temperatur überhaupt, in beiden Kontinenten neue Untersuchungen anzustellen.

Die *R. Geogr. Society* hat im Jahre 1839 eine Aufforderung zu Beobachtungen in Beziehung auf diese Verhältnisse an die Beamten der Hudsons-Baikompagnie vertheilen lassen, begleitet von einer Anzahl Thermometer und einer zweiten Aufforderung zur Beobachtung der Luft-Temperatur. Diese Aufforderungen und die Instruktionen sind von Herrn Dr. Richardson entworfen, der durch eigene Reisen und langjähriges Studium der Werke Anderer die

vollständigste Kenntniss vom arktischen Amerika besitzt. Ich theile beide Papiere hier in Deutscher Uebersetzung unter Anh. 26 und 27 vollständig mit, da sie auch bei Untersuchungen im Russischen Reiche nützlich werden können. Es ist sehr zu wünschen, dass wissenschaftlich gebildete Personen die Gelegenheiten, die sich ihnen etwa darbieten, nicht unbenutzt lassen, um über das Vorkommen oder Nicht-Vorkommen von bleibendem Boden-Eise, besonders aber über die Temperatur des Bodens in einer Tiefe von 30 Fuss, wo möglich, über das Vorkommen von Quellen im gefrorenen Boden u. s. w. Beobachtungen zu sammeln und zu veröffentlichen. Sehr selten aber kommen wissenschaftliche Personen in die höchsten nordischen Breiten, und auch in den mittlern Gegenden haben sie wenig Veranlassung, die Hauptstrasse zu verlassen. Es ist daher sehr zu wünschen, dass niedere Beamte und Jassak-Einnehmer, die man als verständig und zuverlässig erkannt hat, angewiesen werden, in wenig besuchten Gegenden Beobachtungen dieser Art anzustellen.

Für diesen Zweck ist eine Instruktion in Russischer Sprache entworfen, die in Sibirien und im Europäischen Theile Russlands vertheilt werden soll, und die hier am Schlusse angehängt wird.

Vor allen Dingen hat die Akademie zu St. Petersburg den Wunsch, die Temperatur-Zunahme im Schachte von Jakutsk genauer ermitteln zu lassen nicht aus dem Auge verloren, da diese Ermittlung für jetzt der wichtigste Beitrag zur Kenntniss der Boden-Temperatur scheint, und eine ähnliche Gelegenheit weder in Nord-Amerika noch in Nord-Asien

in langer Zeit sich finden dürfte. Nachdem sie gegen den Schluss des Jahres 1838 die Anzeige erhalten hatte, dass Herr Schergin die verlangten Beobachtungen nicht anstellen könne, (siehe oben Abschnitt II. § 2) leuchtete die Nothwendigkeit ein, einen Physiker nach Jakutsk zu senden.

Da aber schon früher Einleitungen getroffen waren, die noch als völlig unbekannt zu betrachtende nördlichste Gegend von Sibirien, zwischen den Flüssen Pjässida und Chatanga in geographischer, ethnographischer und naturhistorischer Hinsicht bereisen zu lassen, für diese Reise aber vorläufige Anfragen nach Turuchansk abgegangen waren, so ward beschlossen, bis zum Eingange der Antworten auf diese Fragen, die Expedition nach Jakutsk zu verschieben, um dann viellleicht beide wissenschaftliche Aufgaben zu verbinden, da vergleichende Beobachtungen auf dem Wege nach Turuchansk für die Kenntniss der Boden-Temperatur jeden Falls sehr wichtig werden mussten.

Die erst im Jahre 1841 hier eingegangenen Antworten, welche wir im 4. Bande dieser Beiträge vollständig mitgetheilt und näher besprochen haben, liessen die Möglichkeit, eine grössere Expedition mit mannigfachem wissenschaftlichem Apparate bis an das Eismeer, anders als auf dem Jenissei zu befördern, sehr zweifelhaft. Da nun der Jenissei zuweilen an seiner Mündung vom Eise ganz verschlossen bleibt, und dann keine Aussicht wäre, aus dem Bereiche des süssen Wassers zu kommen, so schien es einer Kommission, welche ein Projekt für diese Reise-Unternehmung entwerfen sollte, räthlicher, einen einzelnen

Reisenden, höchstens mit einem oder zwei Begleitern, die Pjässida oder die Chatanga hinabreisen zu lassen. Die Kommission zweifelte nicht, dass, bei gehöriger geistiger und körperlicher Ausdauer, trotz der gemeldeten Schwierigkeiten, auf diesem Wege das Meer erreicht werden könne, und dass, wenn der Reisende eine Mannigfaltigkeit von naturhistorischen Kenntnissen in sich vereinigt, er über die physische Beschaffenheit und die Naturprodukte dieser Gegenden reichliche Belehrungen erlangen könne, die um so wichtiger sein müssen, als man von den Produkten des Eismeers in der Mitte der Sibirischen Küste gar keine, und auch von dem dortigen Feslande so gut wie keine Kenntniss hat. — Die Kommission fand, dass die Untersuchung des Jakutsker Brunnens mit den korrespondirenden Beobachtungen am füglichsten demselben Reisenden zu übertragen sei, dass aber bei der Wahl desselben vorzüglich die Requisite für die Reise nach der Chatanga berücksichtigt werden müssten.

Alle erforderlichen körperlichen, moralischen und intellectuellen Eigenschaften fand die Akademie vereint in dem *Prof. extraordinarius* der Universität zu Kiew, Herrn von Middendorf, der sich auch bald bereit erklärte, und mit dem Beginne des bevorstehenden Winters 1842 — 43 abreisen wird, nachdem die für die Expedition erforderlichen Mittel auf die theilnehmende Verwendung des Herrn Ministers von Uwarow und des Grafen Cancrin von Sr. Majestät huldreichst bewilligt sind.

Es ist dieser Expedition also eine doppelte Aufgabe gestellt:

I. Ueber die Gegend zwischen der Pjässida und Chatanga in geographischer, ethnographischer und naturhistorischer Hinsicht eine allgemeine Kenntniss zu erlangen, mit dem besondern Auftrage, die Küste wenigstens an einem Punkte zu erreichen, und einige Zeit daselbst zu verweilen, um über die See-Produkte dieser Gegend in der Mitte des Eismees einige Beobachtungen zu machen.

II. Die Temperatur-Verhältnisse des durch den Schacht aufgeschlossenen Eis-Bodens bei Jakutsk zu ermitteln, und aus andern Gegenden über Ausdehnung Mächtigkeit und Beschaffenheit des Boden-Eises in Sibirien Nachrichten zu sammeln, die Temperatur bis zu welchem im Sommer die Sonne und das meteorische Wasser den Boden über dem Eise in verschiedenen Tiefen nach den verschiedenen Gegenden erwärmt, zu messen, die Vegetation, die durch diese Erwärmung möglich wird, zu bestimmen, das Verhältniss der Quellen zu dem Boden-Eise zu ermitteln und überhaupt zur Kenntniss der Boden-Temperatur, von der der gefrorne Zustand des Wassers nur eine einzelne Erscheinung ist, so viel möglich beizutragen, und überdiess auf der ganzen Reise taugliche Personen für ähnliche Beobachtungen in Gegenden, die er nicht selbst bereisen kann, zu instruiren.

Der Plan der Reise, welchen Herr von Middendorff aber nach Befinden der Umstände zu verändern berechtigt ist, wurde vorläufig so festgesetzt, dass die Expedition im Winter 1842 — 1843 bis Turuchansk, in dem darauf folgenden Sommer von Turuchansk an das Eismeer und zurück nach Turuchansk reisen wird. In dem folgenden Winter

wird derselbe nach Jakutsk gehen, dort die Thermometer in den Schacht einsetzen, einige Wochen hindurch selbst beobachten, und irgend einen zuverlässigen Mann instruiren um in seiner Abwesenheit diese Beobachtungen fortzusetzen. Es wird nämlich gewünscht, dass Herr von Middendorff den Sommer 1844 benutze, um weiter im Osten oder Süd-Osten vergleichende Beobachtungen zu machen, dann aber nach Verlauf des Sommers wieder selbst an dem Schachte beobachte.

Ueberhaupt muss bemerkt werden, dass die Akademie, da sie weiss, dass Herr von Middendorff ein ausgezeichnete Zoolog ist, ihn nicht zu sehr an die Untersuchung des Boden-Eises hat fesseln wollen, sondern geglaubt hat, seine Reise würde der Wissenschaft mehr nützen, wenn er für diesen Gegenstand nicht zu sehr in Anspruch genommen würde, der nur allmähig und durch vielseitige Untersuchung gefördert werden kann.

Die Aufgaben, welche Herr von Middendorff ausser der Boden-Temperatur auf dieser Reise noch berücksichtigen wird, gehören nicht hierher. Unerwähnt dürfen wir aber nicht lassen, dass — etwa ein Jahr später — auch eine Reise in den Norden von West-Sibirien unternommen werden wird, welche zwar vorzüglich linguistisch-ethnographischen Zwecken gewidmet sein, die aber auch wohl nicht unterlassen wird, uns noch einige Nachrichten über unsern Gegenstand mitzubringen.

Beide Expeditionen werden es sich angelegen sein lassen, zuverlässige Personen auf die wichtigsten Fragen in Bezug auf das Vorkommen vom Boden-Eise

aufmerksam zu machen, um von ihnen theils auf der Reise, theils später Nachrichten zu erhalten und die zu diesem Zwecke entworfene Instruktion zu vertheilen.

Es leuchtet ein, dass es auch interessante Resultate geben würde, in dem Jakutsker Brunnen weiter zu bohren, um endlich das Boden-Eis völlig zu durchsinken. Allein auf diese kostspielige Unternehmung soll das Augenmerk erst gerichtet werden, wenn man an dem jetzt schon gegrabenen Theile diejenigen Beobachtungen wird angestellt haben, zu denen er auffordert.

III. Ueber die Benennung „Boden-Eis“.

Sowohl in meinen Berichten an die Akademie als in den Mittheilungen an die Geographische Gesellschaft in London hatte ich das Wort „Boden-Eis“ gebraucht. In der erwähnten Aeußerung eines Unberufenen (Anh. 25) wird diese Benennung getadelt, indem es heisst: „der gefrorne Boden sei von mir fälschlich Boden-Eis genannt“.

Ich gestehe, dass ich noch jetzt diese Benennung zweckmässig, und das gewählte Wort sprachrichtig finde. Nicht der gesammte Boden ist gefroren, sondern nur das Wasser in ihm. Gefrorenes Wasser heisst Eis, und wenn wir nun das Eis im Meere — „Meer-Eis“, das Eis im Flusse — „Fluss-Eis“ nennen dürfen, warum nicht das Eis im Boden — „Boden-Eis“? Dieser Ausdruck scheint mir aber insbesondere deswegen passend, weil er alle Modifikationen des Eis-Zustandes umfasst, von den reinen Eislagern die bald

wie Fels - Schichten mit Erd - oder Sand - Schichten wechseln , bald in Form von Gängen das aufgeschwemmte Land und selbst den Fels durchsetzen, seine Temperatur beurekundend , bis zu dem gefrorenen Schlamm und den geringern Quantitäten von gefrorenem Wasser. Für den letztern Zustand wird dabei das Wort Eis - Krystalle vermieden , das nicht völlig richtig scheinen könnte. Unter der nordischen Moosdecke ist oft im aufgethauenen Zustande mehr Wasser mit vegetabilischen Resten gemischt als Detritus, so dass die Benennung „gefrorener Boden“ für den winterlichen Zustand nicht recht passend ist, endlich aber kommen Lokalitäten vor , wie wir sie durch Pallas kennen , in denen unter einer starken, schützenden Decke, einen grossen Theil des Sommers hindurch, Eis aufbewahrt wird, das ursprünglich gar nicht dieser Lokalität angehörte , sondern im Herbst oder Winter hineingedrängt wird und dann zu dichtem Eise gefriert. Ist ein solcher natürlicher Eiskeller auch gefrorener Boden zu nennen? Dagegen scheint überall die Gegenwart des Boden-Eises, unter welcher speciellen Form es auch vorkomme, die in dieser Lokalität unter dem Gefrierpunkte sich erhaltende Temperatur anzudeuten und dafür ein einziges Wort zu gebrauchen , schien mir wünschenswerth. Hierzu kommt , dass das Wort Boden-Eis entfernt von jeder Hypothese, nicht einmal die Annahme eines ursprünglich flüssigen Zustandes voraussetzt, und dass von bleibendem oder unvergänglichem Boden - Eise mit mehr Recht gesprochen werden kann , als von sogenanntem ewigem Schnee oder Eise über der Erde, so wie es einen bestimmtern kürzern Ausdruck gibt,

wenn man von der Mächtigkeit des bleibenden Boden-Eises in einer Gegend spricht, als wenn man erläutern muss, bis zu welcher Tiefe daselbst der Boden das ganze Jahr hindurch gefroren bleibt. Ich stehe also nicht an, den Gebrauch dieses Wortes beizubehalten, und freue mich, es schon vom Herrn Professor Poggendorff angewendet zu finden. Das durch den Gebrauch bereits geheiligte Wort Grund-Eis für das auf dem Boden der Flüsse gebildete Eis wird durch das neue in seinen Rechten nicht beeinträchtigt.

Noch ein anderes Wort erlaube ich mir anzuwenden, das vielleicht weniger Eingang findet, dessen Gebrauch mir aber sehr bequem ist. Ich bezeichne nämlich mit dem Worte „Eis-Boden“, solche Theile der Erdoberfläche, welche bleibendes Boden-Eis enthalten. Das Boden-Eis ist mir also eine Substanz, gefrorenes Wasser im Boden — ein Objekt der allgemeinen Physik, ein Eis-Boden dagegen ein geographisches Individuum — ein Objekt der physischen Geographie, — alles nach Analogie der Wörter Meer-Eis und Eis-See. Man gewinnt durch den Gebrauch des jetzt vorgeschlagenen Wortes den Vortheil von dem grossen Eis-Boden Sibiriens und Nord-Amerikas kurzweg zu sprechen, statt von demjenigen Theile der Erdoberfläche zu reden, welcher in der Tiefe bleibendes Boden-Eis enthält. Das Wort „Eis-Boden“ ist übrigens von Chamisso schon gebraucht.

IV. Modifikationen unter denen das Boden-Eis erscheint.

§ 1. In Bezug auf seine Dauer.

Der bequeme Gebrauch des Wortes Boden-Eis zeigt sich am augenscheinlichsten, wenn wir die wesentlichsten Modifikationen, unter denen es vorkommt, ins Auge fassen.

Es ist zuvörderst in Bezug auf seine Dauer vergänglich oder bleibend. So wenig das Wort „ewig“ für Verhältnisse vollkommen passt, welche höchst wahrscheinlich einmal geworden sind, so könnte man doch auf das bleibende Boden-Eis dieses Wort jedenfalls mit viel mehr Recht anwenden, als auf den sogenannten „ewigen Schnee“, der vielmehr ohne Aufhören durch Verdunstung und Flüssigwerden sein Dasein als Schnee verliert, so dass jede Schneeflocke als Individuum nur eine gar kurze Dauer hat, und nur das Collectivum der Schneeegrube oder des Schneefeldes bleibt, während jedes einzelne Quantum desselben bald schwindet. Nicht viel dauernder ist das sogenannte ewige Eis der Glätscher, das unten verliert, was ihm oben aus aufgelösten Schneemassen zukommt. Dagegen scheint das unvergängliche Eis im Boden dieses *Epitheton* zu verdienen, denn durch Wärme wird es nicht flüssig, so lange es in seinen natürlichen Verhältnissen bleibt, und durch Verdunstung wird es in diesen Verhältnissen auch wohl nichts verlieren, wie das Eis an der Luft, weil das im Boden Verdunstete sogleich an derselben Stelle wieder zu Eis werden müsste. — Dennoch spreche ich lieber von *bleibendem* oder *unvergänglichem* Boden-Eise, als

von *ewigem*, da die letztere Benennung, streng genommen, die Behauptung enthält, dass hier das Wasser niemals aus dem flüssigen Zustande in den festen übergegangen ist.

Das vergängliche Boden - Eis ist entweder regelmässig vergänglich, wenn es in jedem Sommer aufgelöst wird, oder nur in grösseren unregelmässigen Intervallen vergänglich, wenn es nämlich nur von ungewöhnlich warmen Sommern flüssig wird.

§ 2. *In Bezug auf seine Verbreitung.*

In Bezug auf die Verbreitung bildet das Boden-Eis theils grosse, kontinuierliche, theils kleinere, isolirte Massen. Es kann keinem Zweifel unterworfen sein, dass sowohl im höhern Norden der alten, als der neuen Welt das Boden-Eis ein grosses, zusammenhängendes Ganzes bildet, da die niedrige jährliche Luft - Temperatur auf eine grosse Ausdehnung des Bodens wirkt, und es wohl nirgends an Bodenfeuchtigkeit ganz fehlt, welche in dieser Temperatur in festem Zustande verharrt. Nur der harte Fels wird in diesem Zustande einer bleibenden Erkältung unter 0°, so weit er ohne Klüfte ist, kein Eis enthalten. Selbst auf den trocknen Sand schlägt sich, wenn er unter den Gefrierpunkt erkältet wird, aus der Luft so viel Feuchtigkeit nieder, dass wenigstens die obere Lage desselben in Schollen gefriert, in welchen unsichtbares Eis die einzelnen Sandkörner zusammenhält. Dieser Niederschlag aus der Luft ist freilich ein geringer, der allein nicht tief dringen kann. Da aber im höhern Norden dem Eintritte des Winters eine Zeit des Regens voran geht, so wird wohl die

oberste Schicht immer Eis enthalten, wenn sie unter dem Gefrierpunkt abgekühlt ist. Dasselbe lässt sich auch von den grössern Tiefen, bis zu welchen der Frost dringen kann (also abgesehen von den ganz tiefen, sehr erhitzten) erwarten, denn wo auch eine für das meteorische Wasser undurchdringliche Thonschicht andere etwa deckt, wird man doch diese wohl nicht ohne Wasser oder Eis finden.

Ob dieses Eis immer ein solides, zusammenhängendes Kontinuum bilde, werden wir weiter unten näher besprechen.

Jedenfalls gibt es sehr ausgedehnte Abschnitte der Erdrinde, welche in einer gewissen Tiefe, statt flüssigen Wassers, bleibendes Boden-Eis enthalten. Ich nenne einen solchen Theil der Erdrinde, wie oben (Absch. III.) gesagt wurde „Eis-Boden“. Mit diesem Worte bezeichne ich besonders die grossen, sehr ausgedehnten Ländermassen, welche bleibendes Boden-Eis enthalten, und die sich zu kleinern isolirten Distrikten mit derselben Substanz, wie Kontinente zu Inseln verhalten. So gibt es also einen grossen Eis-Boden in Sibirien, und einen in Nord-Amerika. Ob die Süd-Spitze von Süd-Amerika Eis-Boden enthält, ist mir nicht bekannt, dass aber der neu entdeckte antarktische Kontinent ganz oder fast ganz aus Eis-Boden besteht, kann wohl nicht bezweifelt werden.

Die Nothwendigkeit den grossen (kontinentalen möchte ich sagen, wenn dieses Wort nicht zu Missverständnissen Veranlassung gäbe) Eis-Boden der Welttheile von insularischem Eis-Boden zu unterscheiden, fühlte ich, als ich die Nachrichten über Boden-Eis in Daurien zusammentrug, und dem Zweifel begegnete,

ob sie insularisch beständen, oder mit dem „grossen Eis-Boden“ Sibiriens zusammen hängen? Dieselbe Frage wird aber jeder Beobachter zu beantworten haben, welcher bleibendes Boden-Eis in einer Gegend trifft, die nicht schon als zu dem grossen Eis-Boden gehörig bekannt ist; und wir werden Beobachtungen vom Boden-Eise aus Gegenden anzuführen haben, welche höchst wahrscheinlich nicht mit dem grossen Eis-Boden zusammen hängen. Hat doch eine — freilich unverbürgte — Zeitungs-Nachricht vor Kurzem verkündet, es sei, mitten in Deutschland Eis in der Tiefe gefunden.

Die Bedingungen von der Existenz insularischer Massen von Boden-Eis sind im Allgemeinen zwar dieselben, wie von dem Dasein des grossen Eis-Bodens, nämlich dass die Erwärmung über den Eispunkt nicht so tief in den Boden dringt, als die Abkühlung unter 0° ; im Einzelnen aber können die Gründe, weswegen solche Inseln von Boden-Eis durch nicht gefrorne Theile der Erdrinde von dem grossen Eis-Boden getrennt sind, sehr verschieden sein — geringere Entwicklung von Wärme an der Oberfläche, also auch Erhöhung der letztern; schlechtere Wärmeleitung, fortgehende Abkühlung durch den Hinzutritt von kaltem Wasser während des Sommers, oder durch eine sehr starke Verdunstung in besonderen Lokalitäten ohne Erhöhung des Bodens.

§ 3. *In Bezug auf seine physischen Formen.*

Was die physischen Formen anlangt, unter denen das Boden-Eis vorkommt, so scheint es einleuchtend, dass dieselben, die man im vergänglichen beobachtet, auch im unvergänglichen vorkommen. Das Gefrieren

des Wassers muss ja auf dieselbe Weise erfolgen, und das Gebilde dasselbe sein, es möge nun später wieder flüssig werden oder nicht. Ich stehe daher nicht an, zu glauben, dass Formen, die ich im Boden-Eise Lapplands und in viel geringeren Breiten gesehen habe, auch im bleibenden vorkommen, und umgekehrt wird man, wenn man Eis unter irgend einer Form in dem Boden, der nie aufthaut, zu finden glaubt, sich fragen müssen, ob es wohl in dem vergänglichen Boden-Eise unter dieser Form erscheinen könne? und erst dann, an eine Differenz im Vorkommen glauben dürfen, wenn eine sorgfältige Untersuchung dazu nöthigt. Diese letztere Bemerkung ist vielleicht nicht so ganz müssig, als sie auf den ersten Anblick scheinen mag. Kotzebue hätte wohl kaum von Eisbergen im Innern der Erde, oder von *Ur-Eis* als Gebirgs-Art gesprochen und Andere würden diese Beobachtungen nicht als „Eishügel“ im Innern der Erde in spätern Schriften wiederholt haben, wenn sie sich bestimmt gefragt hätten, ob sie damit eine andere Entstehungsweise als die gewöhnliche Eisbildung, wie sie in jedem Winter in mittleren Breiten vorkommt, behaupten wollten. Auch Adams würde, wenn er diese Frage vor Augen gehabt hätte, uns höchst wahrscheinlich einen ganz andern Bericht hinterlassen haben, als den unverständlichen, der uns jetzt vorliegt. Ob Buckland in diese Räthsel das volle Licht geworfen habe, wollen wir im nächsten § zu fragen uns erlauben.

Für jetzt möchten wir nur auf die Nothwendigkeit hinweisen, die verschiedenen Formen, unter denen das Boden-Eis vorkommt, zu unterscheiden. In

der That scheint diesen Modifikationen nie eine ernstere Untersuchung gewidmet zu sein. Doch würde sie gewiss nicht ohne Erfolg bleiben. Namentlich würde die ausserordentliche Verschiedenheit im Fortgange des Aufthauens dadurch mit mehr Bestimmtheit verstanden werden können. Diese Verschiedenheit ist so gross, dass man 7—8 Zoll von einer noch nicht geschmolzenen dünnen Eiswand den Boden auf zwei Fuss aufgethaut finden kann, wie ich in Nowaja-Semlja erfahren habe (Anh. 31. b.) Zuvörderst nur von der Aufgabe geleitet, zu bestimmen, wie tief dort der Boden im Sommer aufthaut, war ich überrascht von diesen Verschiedenheiten und erst allmählig hat sich mir dadurch die Ueberzeugung aufgedrängt, dass man die Verbindungen von Eis und andern Gemengtheilen genauer unterscheiden müsse. Hätte ich diese Ueberzeugung und namentlich eine Klassifikation der verschiedenen Formen schon mitgebracht, so würden meine eigenen Beobachtungen mir jetzt mehr genügen.

Um Andere auf diese Unterschiede aufmerksam zu machen, will ich die grössten Verschiedenheiten, die ich aus eigener Beobachtung kenne, hier aufführen.

I. Reines, unvermisches Eis.

Die strenge Kritik, welcher Buckland die Beobachtungen im Kotzebue-Sunde unterworfen hat, könnte jetzt Zweifel erregen, ob wirklich reines Eis im Boden vorkomme, und vielleicht beruht der Angriff auf das Wort Boden-Eis auf einem solchen Zweifel. Deswegen bemerke ich ausdrücklich, dass ich ein Lager von reinem Eise in Nowaja-Semlja

am Ufer eines tief eingerissenen Schneebaches gesehen habe. Seine Mächtigkeit war aber nur gering, da sie nur einen Fuss betrug, auch liessen die Lokalverhältnisse erkennen, dass es nicht sehr ausgedehnt sein konnte. Doch habe ich, mit dem Einwürfen gegen Chamisso's Beobachtungen bekannt, nicht unterlassen, mich zu überzeugen, dass ich nicht eine blossе Eis-Bekleidung des Bach-Ufers, sondern eine im Boden befindliche horizontale Schicht vor mir hatte. Das Eis war völlig rein, wie die Eis-Decke eines Sees nur sein kann, und eben so fest und zusammenhängend. Da es sich am Fusse eines ansehnlichen Berges befand, und von Detritus überdeckt war, so zweifle ich nicht, dass hier eine offene, im Winter gefrorne Wasserfläche, vor dem Aufthauen einst im Frühlinge oder angehendem Sommer so hoch überschüttet worden war, dass der aufgeschwemmte Boden nicht mehr die Sommerwärme durchdringen liess. Die nähere Bezeichnung der Lokalität findet man im Anhangе unter No. 31. a.

Auf eine mächtigere Eis-Bank stiess man vor hundert Jahren am Flusse Kara-Ulach, nicht weit von seiner Mündung. Mit 5 Fuss Tiefe war sie noch nicht durchsunken, und es blieb unerforscht, wie tief sie noch ging. Sie war nur einen halben Schuh hoch mit zähem Letten überdeckt. (Anh. 6.)

Reines Eis habe ich auch in Spalten des Bodens, also gangförmig vorkommend, und zwar häufig gesehen. Diese Beobachtungen, in denen reines Eis gefunden wurde, berechtigen uns, in vielen Nachrichten, in denen kurzweg vom „Eise“ im Boden gesprochen wird, auch ungemischtes Eis zu vermuthen.

Wir kommen auf sie im nächsten § zurück, wo wir die *Eis-Bänke* und *Eis-Gänge* näher erörtern werden.

Hier bemerke ich nur noch, dass das ungemischte Boden-Eis, welches ich gesehen habe — und ohne Zweifel auch das Eis am Kara-Ulach ein festes Eis war, wie auf Wasserflächen. Auch kenne ich keine Beobachtung anderer Art. Doch wäre es möglich, dass man hie und da in der Nähe von Bergen auch körniges oder richtiger *schwammiges Eis* fände, wie es sich bildet, wenn eine Schneemasse durch allmähliges Thauen und Frieren in Eis übergeht. Demselben Berge, an dessen Fuss ich die oben erwähnte Eis-Schicht im Boden gesehen hatte, noch näher, sah ich eine offene, vom Wasser durchzogene Schneefläche, die durch den Felsenschutt leicht hätte überdeckt werden können. Wenn eine solche Ueberdeckung hinlänglich hoch wäre, um die Sommerwärme abzuhalten, so würde man schwammiges Boden-Eis hier finden*).

II. Das gemischte Boden-Eis ist wegen der unendlichen Abstufungen allerdings sehr schwer zu klassifiziren. Doch wird man dazu schreiten und besondere Namen für die einzelnen Modifikationen wählen müssen. Ich will nur einige Extreme hervorheben.

Schlamm-Eis kann man dasjenige Eis nennen, welches aus gefrorenem Wasser, dem nur sehr fein

*) Nicht eigentlich körniges, denn körnig ist der Schnee nur, wenn die Umgebung über den Gefrierpunkt erwärmt ist.

vertheilte organische Substanzen beigemischt sind, entsteht. Es ist sehr hart und sieht dunkel, in grossen Massen fast schwarz aus. Wenn man kleine Theile ablöst, so erscheinen diese durch Lichtreflex weisslich und zeigen eine Art muscheligen Bruches. Es thaut sehr langsam auf und gibt dann natürlich nur ein schmutziges Wasser, in welchem die fremde Beimischung schwebt. So zeigt sich das Eis unter der Decke von kleinen Riedgräsern, wo diese in Vertiefungen stehen, und ich vermüthe, dass die schnappenden Tundren, im hohen Norden, die ich nicht aus eigener Ansicht kenne, auf diesem Eise ruhen. Ist es wirklich eine Moosdecke, welche diese Tundra überzieht, wie gewöhnlich angegeben wird, oder sind es nicht vorherrschend Riedgräser, die eine Torfschicht bilden, welcher allerdings die Moose nicht fehlen werden?

Wenn die Beimischung der organischen Substanzen ungewöhnlich gross ist, so scheint mir dieses Schlamm-Eis viel schneller aufzuthauen. Wenigstens sank ich in Lappland in eine kleine Vertiefung, aus der ich einige Exemplare von *Ranunculus Pallasii* holen wollte, bis an den halben Leib ein, zu einer Zeit, in der man sonst überall ohne Besorgniss tief einzusinken, mit Zuversicht gehen konnte. In jener Grube war ein dicker Schlamm.

Schneller scheint das Eis in eigentlichen Sümpfen in denen grössere lebende oder abgestorbene Pflanzen sich befinden, aufzuthauen. An der Oberfläche wenigstens verliert es ziemlich bald seine Festigkeit, was ich mir dadurch erklärte, dass dicht um einen Pflanzenstengel herum, sei er todt oder lebendig, das Eis schneller

aufthaut, wenn auch zuvörderst nur in einer dünnen Schicht. Hervorragende Rasen, welche von den Sonnenstrahlen frühzeitig erwärmt werden, tragen auch zum raschen Schmelzen der obern Schichten bei. In der Tiefe, wird aber dieses Eis, für welches man den Ausdruck Sumpf-Eis gebrauchen könnte, sehr langsam aufgelöst.

Eis-Conglomerat kann man eine Verbindung von losem Gestein, Gerölle oder Grus durch Eis nennen. In Bezug auf die Gemengtheile gleicht diese Mischung den Trümmer-Gesteinen, wobei das Eis das Bindemittel abgibt.

Aehnlich ist die Bindung der Sandkörner, wenn die zwischen ihnen liegende Feuchtigkeit durch Frost erhärtet; doch sind die Eislagen zuweilen so dünn, dass das Auge sie nicht erkennt. Ich habe befeuchteten Sand gefrieren lassen, und zuweilen in den Sand-schollen, weder durch den Lichtreflex noch durch die Loupe das Eis unmittelbar zu erkennen vermocht, einzelne kleine Lücken ausgenommen in denen das Eis drusenförmig sich fand, ohne die Lücke ganz auszufüllen. Nur das Zusammenhalten der Körnchen wies das Dasein desselben nach.

Zuweilen sieht man in einem Boden, der nicht fest zusammenhält, sondern mit der Schaufel auseinander geworfen werden kann, so dass er in kleine Schollen zerfällt, die bei dem geringsten Druck des Fingers zerbrechen, kleine Eismassen, wahrscheinlich dieselben, die man Eis-Krystalle (Anh. 31 c.) genannt hat. Erst später hat sich mir die Vermuthung aufgedrängt, dass, wo das Eis so erscheint, schon das Aufthauen begonnen hatte. Diese kleinen Eis-Massen

schiene nämlich die benachbarten Theilchen nicht zusammen zu halten, weswegen ich vermuthe, dass eine dünne Schicht flüssigen Wassers die Eis-Massen umgab.

§ 4. *Geologische Verhältnisse des Boden-Eises.*

Es ist einleuchtend, dass, wo die dem Eise beige-mischten Theile vorherrschend sind, das Lagerungsverhältniss des Gemisches durch diese Theile bestimmt wird, deren Zwischenräume nur von dem festgewordenen Wasser ausgefüllt werden.

Anders ist es bei denjenigen Formen des gemischten Eises, welche im aufgelösten Zustande eine Flüssigkeit mit geringen Beimischungen bilden, und mit dem reinen Eise.

Wenn dieses Eis früher in flüssigem Zustande war, so müssen seine Lagerungsverhältnisse durch die Gesetze für das Gleichgewicht der Flüssigkeiten bedingt sein. In der That kennt man so wohl das reine Eis als das Schlamm-Eis und das Eis mit geringer Beimischung von *Detritus*, wo seine Lagerung mit Sicherheit bekannt ist, nur in Schichten mit horizontaler Oberfläche, die wir Eis-Bänke genannt haben, oder in Gängen, oder — in seltenen Fällen — in Form von unterirdischen Glätschern.

a) *Eis-Bänke* von geringerer Mächtigkeit, die mit Schichten von aufgeschwemmtem Boden wechseln, scheinen an den Seen und Flüssen des nördlichen Sibiriens nicht selten zu sein, denn ihrer wird oft von Reisenden gedacht. Ich führe im Anhang (unter No. 28 a, 29 b, 30 a und b) einige Beobachtungen von Hedenström, Wrangell und den Beglei-

tern des letztern auf. Wrangell beobachtete noch in einer Tiefe von 4 Faden solche Eis-Bänke, von 1 Zoll bis zu einem Fuss Mächtigkeit, mit denen gefrorne Detritus-Massen, bis vier Fuss mächtig wechselten. Die Ufer der Flüsse Kolyma und Alaseija, wie es scheint auch der beiden Flüsschen Kuropatotschnaja und gewiss vieler andern, sind von dieser Beschaffenheit. Auch an den Gehängen abgeflossener Seen soll man sie sehen.

Ein künftiger Reisender muss es sich zur besondern Aufgabe machen, bei Ansicht von Eisstreifen an einem Thalgehänge irgend einer Art, zu ermitteln, ob diese Streifen die Ausgänge von wirklichen Eislagern (Schichten) sind, oder ob er bloss Eisbekleidungen vor sich habe, da Kapt. Beechey und seine Begleiter in der Eschscholtz-Bai, nur Eisbekleidungen fanden, wo man früher ein sehr grosses Eislager erkannt zu haben glaubte. Wir werden über diese Lokalität weiter unten noch besonders handeln.

Hier bemerken wir nur, dass nach den eigenen Erfahrungen in Nowaja-Semlja, wo wir uns überzeugten, dass eine Eis-Bank in dem Boden lag (Anh. 31 a), und nach denen am Kara-Ulach wir keinesweges zweifeln, dass auch Hedenström und Wrangell die Ausgänge von Eis-Bänken beobachtet haben. Ihre Entstehung an Flüssen ist ja auch sehr leicht dadurch verständlich, dass diese frühere Ueberschwemmungen, welche gefroren und noch nicht wieder aufgethaut waren, mit Anspülungen überdeckt hatten. — Zuweilen mag der Ursprung der Eismassen etwas verschieden sein, indem nämlich Wasser unter die Rasendecke gedrängt wird. Pallas hat uns Lager von

vergänglichem Eise unter der Rasendecke der Flussufer kennen gelehrt, auf die ich mich berufe, da sie hier im Anh. 11 wiederholt sind. Ich glaube aber dass dieses Verhältniss in unsern Breiten nicht eben sehr selten ist. An unsern Flussufern, die mit Riedgräsern besetzt sind, sieht man häufig, dass die dicht verfilzten Wurzeln derselben eine zusammenhängende Masse bilden, welche mit dem zwischen ihnen liegenden Humus oder Torf von aufgestautem Wasser gehoben wird und auf ihm schwimmt. — (Hat man doch schwimmende Inseln!) Ist nun die Kälte stark genug um durch diesen schwimmenden Torf hindurch zu dringen, so bleibt im nächsten Frühlinge und mehr oder weniger in den Sommer hinein ein Eis-Lager unter dem Torf-Lager. So sah ich in Esthland nach dem ungewöhnlich strengen und schnee-armen Winter von 1837 — 38, noch am Ende des Juli Monats, Eis unter dem Ufer eines im Herbste vorher aufgestauten Flusses. Dieses Ufer, das sonst mit *Carex acuta*, *vesicaria* und andern grossen Riedgräsern sehr hoch und dicht bewachsen zu sein pflegt, trug im genannten Sommer nicht einen Halm von einigen Zoll Höhe. — Andere haben, ebenfalls in Esthland, noch im August desselben Jahres solches Eis gesehen. Es ist daher sehr möglich, dass es in diesem ganzen Sommer nicht ganz schwand. — Denken wir uns nun Gegenden, in denen die mittlere Temperatur unter dem Gefrierpunkte steht, so braucht der aufgehobene Rasen oder Torf nur eine mässige und in den höchsten Breiten auch nur eine geringe Dicke zu haben, um ein unter ihm gebildetes Eis-Lager bleibend zu erhalten, zumal wenn es, am Ufer

eines grössern Flusses mit Anschwemmungen überdeckt wird. Doch mögen einige Eis-Bänke auch den merkwürdigen Boden-Glätschern (*Taryni* der Eingebornen) ihren Ursprung verdanken, von denen Wrangell uns ebenfalls erzählt (Anh. 29 c) und die weiter unten (Abschnitt VII.) näher zu besprechen seien werden. — Wird nämlich eine solche Eismasse mit Erde überschüttet, so muss sie ein Eis-Lager im Innern des Bodens bilden. — Ist die Kälte überhaupt erst allmähig in den Boden eingedrungen, wie wir annehmen müssen, so lange zu der entgegengesetzten Ueberzeugung kein Grund ist, so können auch Ansammlungen von Wasser im Boden, kleine unterirdische Seen, wie die im Anh. 33 erwähnte, sich in Eis-Lager verwandelt haben, ohne vor dem Gefrieren Tag-Wasser gewesen zu sein.

Es kann der Geologie nur Gewinn bringen, wenn man bei vorkommenden Eis-Bänken zu bestimmen sucht, ob einer von den hier genannten Bildungs-Weisen oder einer noch andern ihr Ursprung zugeschrieben werden kann.

b) *Eis-Gänge* finden sich bleibend überall wo der Boden nicht über den Gefrierpunkt erwärmt wird, in den Felsen so wohl als auch im aufgeschwemmten Lande, das durch den Frostzustand zum Felsen wird. Kleine Eis-Gänge sind in sehr hohen Breiten, wo nur wenig von der Oberfläche aufthaut, ungemein häufig. In Nowaja-Semlja z. B. sieht man in manchen Lokalitäten die Fläche mit einem Netze von Figuren überzogen, welche die maschenförmig zusammenstossenden Eis-Gänge bezeichnen. (Anh. 31 b.)

Grosse Eis-Gänge habe ich nur in Felsen gesehen. Nach den vielfachen Erfahrungen Anderer kann man aber nicht zweifeln, dass ansehnliche Gänge dieser Art auch im gefrorenen Boden vorkommen, und wo dieser aufgeschossen ist, beobachtet werden können. Der Boden Sibiriens soll oft vom Froste weit aufreissen (Anh. 29 *b. d.*), ja sogar der Boden Dauriens (Anh. 8 *a.*) und der Hochebene Mittel-Asiens (Anh. 48) Wie tief diese Spalten gehen, und wie ausgedehnt sie sein mögen, lässt sich daraus abnehmen, dass zuweilen flache Seen durch dieselben einen Theil ihres Wassers verlieren oder ganz abfliessen. Dadurch entstehen flache Kessel, welche die Jakuten *Oibuty* nennen und in denen sich dieses Volk, der fetten Weide wegen, die auf dem ehemaligen See-Boden sich bildet, vorzüglich gern anbaut. (Anh. 29 *b.*) Zuweilen fließt das Wasser in ein benachbartes Flussthal ab, in andern Fällen aber verläuft es sich ohne Seitenrisse in die Tiefe, wonach dann Spalten im Boden des Sees erscheinen. Was Wrangell in der Anmerkung zu der im Anhang wiederholten Stelle von der Umgegend der Alaseischen Niederlassung sagt — muss wohl auch in andern Lokalitäten vorkommen. Vielleicht sind hier nur die Wasser-Ansammlungen häufiger, daher auch diese Folge der Spaltungen bemerklicher. Die Spalten selbst aber, wenn sie einmal sich bilden, müssen allgemeiner sein, wie auch die Erwähnung aus Daurien und der Mongolischen Hochebene lehrt.

Es ist nicht nöthig, anzunehmen, dass das Wasser durch die Spalten in unterirdische leere Räume sich verliert. Vielmehr hat die Annahme solcher leeren

Räume im aufgeschwemmten Boden Schwierigkeiten. Wenn die Spalten tief gehen und lang sind, so können sie das Wasser eines flachen Sees wohl fassen. Ueberdiess sagt man, dass manche Seen nur absatzweise im Verlaufe einiger Jahre abfliessen. Auch bleiben nicht selten die tiefsten Theile als kleine Seen zurück. Einige *Olbuty* sind freilich sehr gross, wie Wrangell einen solchen, Miörö genannt, in der Nähe von Jakutsk sah, der 8 Werst im Durchmesser hat. Die Russen haben für dergleichen Lokalitäten gar keinen andern Namen als den der abgeflossenen Seen, obgleich von den Wenigsten das Abfliessen als eine historische Thatsache bekannt ist. Diese Ansicht bei Leuten, die in einer gewissen Vertrautheit mit den Natur-Begebenheiten leben, ist immer sehr beachtungswerth.

Auf den ersten Anblick scheint die Bildung dieser Spalten im Eis-Boden auch sehr leicht verständlich. Wir Nordländer nämlich wissen, dass die Eisdecke unsrer Seen und Flüsse Spalten bekommt, die erst durch neue Eis-Bildung geschlossen werden können, und schreiben diese Spalten-Bildung der Zusammenziehung des Eises, wenn es unter den Nullpunkt erkaltet wird, zu. So scheint nun die Spaltung des Sibirischen Bodens ganz aus demselben Grunde zu erfolgen. — Allein abgesehen davon, dass die Kontraktion des Eises bei stärkerer Erkältung noch nicht durch bestimmte Experimente erwiesen zu sein scheint, und nur nach der Analogie anderer Körper angenommen wird, so ist, auch wenn wir diese Kontraktion des Eises als ausgemacht annehmen, doch ein Umstand nicht zu übersehen. Die Eisdecken unsrer Seen platzen

wenn ihr Temperaturzustand sich verändert. Der Eis-Boden Sibiriens kann aber in grössern Tiefen die Abwechselungen der Jahres-Zeiten nicht empfinden. Ist er in Bezug auf seine Temperatur im Zustande der Ruhe, so muss er auch in Bezug auf die Raumverhältnisse, so weit diese von der Temperatur abhängen, in Ruhe sein. Die obersten Schichten des Bodens, deren Temperatur nach den Jahreszeiten wechselt, müssen offenbar, wenn das Boden-Eis mit strengerer Kälte sich zusammenzieht, Risse bekommen — allein es scheint nicht, dass diese sehr tief gehen werden, da schon in 15 Fuss Tiefe der Wechsel der Temperatur ein sehr geringer ist. Noch weniger lassen sie sich so lang erwarten als in dem Eise unsrer Landseen, wo ein einmal entstandener Riss wegen der geringen Dicke des Eises im Verhältniss zu seiner Oberfläche sich sehr weit verlängert. Es scheint also nicht, dass eine irgend bedeutende Wassermasse in eine solche Spalte sich verlaufen kann. Es sollen aber diese Lachen oft einige Werst lang und breit sein, freilich bei sehr geringer Tiefe. (Die Wasser-Ansammlungen, welche Hedenström unter dem Namen *Laidy* beschreibt, (Anh. 28, a) sind offenbar dieselben, welche ausgetrocknet bei den Jakuten *Olbuty* heissen.) Wenn aber auch eine solche Spalte oder mehrere zugleich das Wasser einer Lache fassen, wie kommt es, möchten wir fragen, dass nicht im nächsten Jahre, oder im darauf folgenden, die Lache sich wieder füllt? Die Bedingungen für den Zusammenfluss des meteorischen Wassers bleiben doch. Dasselbe Wasserquantum muss also nochmals abfliessen können*),

*) Wenigstens so viel als während eines Sommers, so lange die

obgleich das vorher in der Spalte angesammelte Wasser wahrscheinlich den Eis-Boden nicht hat verlassen können, wenn die Spalte nicht in eine tiefere Niederung auslief. Wenn nun aber in der That ansehnliche *Laidy* sich durch Spalten entleeren, die nicht in Flussthäler oder benachbarte Niederungen das Wasser abführen, sollte man da nicht zu untersuchen haben, ob nicht entweder die Spalten allmählig vergrössert werden — oder ob sie vielleicht schon Anfangs sehr tief gehen? — Für die allmählige Erweiterung haben wir eine Kraft, welche die grössten mechanischen Wirkungen hervorzubringen im Stande ist, die Verwandlung des eingedrungenen Wassers in Eis. Man weiss, dass das Wasser durch die Kraft seiner Ausdehnung im Momente des Gefrierens Bomben sprengt, wenn es an dieser Ausdehnung gehindert wird. Man hat diese Kraft zu mehr als 2000 Pfund auf den sphärischen Kubikzoll berechnet. Nun ist zwar eine offene Spalte nicht unmittelbar mit einer verschlossenen Bombe zu vergleichen, allein die Spalten verschliessen sich wahrscheinlich bis zu einem gewissen Grade selbst, indem das Wasser in ihnen oben zuerst gefrieren muss. Das zuletzt gefrierende muss mit grosser Kraft nach allen Seiten drücken, und es scheint mir keinem Bedenken unterworfen, dass dadurch die Spalte vergrössert wird*) und all-

Lache bestand, verdampfte. Das Quantum des verdampfendes Wassers mag an der Küste des Eis-Meers allerdings nicht sehr gross sein, allein im Innern von Sibirien, selbst unter ziemlich beträchtlichen Breiten dürfen wir es doch nicht gering anschlagen.

*) Dass in die kleinen Gänge das Eis die Seitenwände (die Sahlbänder dieser Gänge) auseinander treibt glaubte ich an den aufgeworfenen Rändern deutlich zu erkennen.

mäßig vielleicht durch die ganze Mächtigkeit des Eis-Bodens dringen kann, auch wo diese mehrere hundert Fuss beträgt. Ist aber die gefrorne Erdkurste in ihrer ganzen Mächtigkeit durchgerissen, so hat das eindringende Wasser einen Zugang zu Tiefen, in denen Wasser fließen können, und es kann den hier vorgeschriebenen Wegen folgen, oder es muss, wenn es nicht abfließen kann, sich sammeln und nach oben zurückwirken. Die *Taryni* oder Boden-Glätscher (Anh. 29, c.) dürften Produkte solcher Wirkungen sein.

Die allmälige Erweiterung der Frost-Spalten scheint in Daurien, wo sehr wenig Schnee fällt, von den Eingebornen beobachtet zu sein, (Anh. 8, a.) und ich gestehe, dass es mir nicht unwahrscheinlich ist, dieses fortgehende Auseinanderkeilen des Eis-Bodens durch Eis-Gänge gehe in höhern Breiten in viel grösserem Maasstabe vor sich.

Sollte es sich durch Beobachtung erweisen lassen, dass gleich Anfangs neu entstandene Spalten sehr tief gehen, so würde mir darin ein Beweis zu liegen scheinen, dass die Boden-Temperatur in Sibirien noch keinesweges in Ruhe ist, sondern die Abkühlung, wenn auch sehr langsam, fortschreitet. Es müssten freilich sehr günstige und höchst selten zusammen-treffende Verhältnisse sein, welche durch Beobachtung nachweisen liessen, dass ein neu entstandener Erdsplalt im hohen Norden sehr tief geht. Allein weil sie doch vorkommen können, so sollte man eine solche Gelegenheit zur Messung der Tiefe einer Spalte, die noch wenig oder gar keine Ausfüllung erhalten hat, ja nicht unbenutzt lassen. Eine Beobachtung dieser Art würde für die in Sibirien selbst herrschende

Ueberzeugung, dass dieses Land (auch an der Oberfläche) allmählig kälter wird, sehr ins Gewicht fallen*).

Man sieht, dass die Spalten oder Sprünge im Boden Sibiriens einer vielfachen Berücksichtigung bedürfen. Sind sie häufig? und in welcher Häufigkeit ungefähr? Welche Breite und nachweisbare Tiefe haben sie gewöhnlich? Kommen sie in einzelnen Fällen sehr lang und tief vor? Bemerkt man an einigen wenigstens eine fortgehende Erweiterung? Werden sie bald unkenntlich (durch Ueberdeckung)? Sind die abgeflossenen Lachen häufig? In welchen Gegenden besonders? Kennt man unter ihnen viele, die ohne sichtbare Seiten-Risse abgeflossen sind? Bei denjenigen *Olbuty's*, wo von dem Abfliessen des Wassers noch eine bestimmte Sage sich erhalten hat, oder Augenzeugen noch am Leben sind, sollte man genau nach allen Umständen des Vorganges sich erkundigen. Verlor sich das Wasser in einem Winter oder im Verlaufe mehrerer Jahre? Wie gross ist der Umfang und die Tiefe der Becken? Kommt es vor, dass entleerte Wasserbecken sich wieder mit Wasser füllen, und

*) Es ist mir nicht unbekannt, dass von den Untersuchungen über die allmähliche Temperatur-Veränderung des Erdkörpers und seiner obern Kruste, die gründlichsten sich dahin entschieden haben: in historischer Zeit habe keine merkliche Abnahme der Temperatur statt gefunden. Allein in diesen Untersuchungen hat man entweder die gesammte Erdkugel oder niedere und höchstens mittlere Breiten (z. B. Kopenhagen) besonders vor Augen gehabt. Was Sibirien und vielleicht überhaupt den hohen Norden anlangt, so fehlen freilich ganz positive Beweise, aber es gibt so viel Andeutungen von fortgehender Abnahme der Temperatur, dass sie zusammen doch einige Wahrscheinlichkeit für diese Abnahme geben.

nicht bloss im Frühlinge, sondern, so wie früher, dieses Wasser den Sommer hindurch bewahren? Sind solche wieder gefüllte Becken häufig? Oder bilden sich statt ihrer neue in der Nähe?

Die Eis-Gänge können auch der horizontalen Richtung sich nähern, doch wird dann keine Fläche ganz eben seyn. Ueberhaupt besteht der Unterschied zwischen ihnen und den Eis-Bänken nur darin, dass jene Klüfte ausfüllen, diese aber Mulden, welche fast ohne Ausnahme, einst oberflächliche gewesen sein werden.

c) Nur ganz kurz mag erinnert werden, dass auch *Glätscher* durch Ueberschüttung zu unterirdischen Eismassen werden können, wenn auch die Bedingungen dazu sich gewiss selten vereinen werden. In der That ist man geneigt, eine Eis-Masse, welche Gemellaro auf der Spitze des Aetna unter Lava fand, für einen mit dieser Masse übergossenen Glätscher zu halten. (Anh. 51.) Ob diese Ansicht die richtige sei, darf vielleicht bezweifelt werden, denn mag auch diejenige Schicht der Lava, welche hier den Glätscher oder die angehäuften Schneemasse berührte, sogleich erhärtet und abgekühlt sein, so musste sie aus dem reichen Wärmequell der Lava doch wohl noch lange Wärme hierher leiten, die sehr viel Schnee und Eis in Wasser verwandelt haben würde. Sollte es nicht wahrscheinlicher sein, dass die Lava, schnell abgekühlt durch die Schnee-Masse, die sie hier vorfand und in Wasser verwandelte, ein Gewölbe über eine Spalte bildete, und dass diese Spalte erst nachdem die Lava völlig erkaltet war, sich mit Eis füllte? War der Vorgang ein solcher,

so könnte man mit demselben Rechte sagen, dass hier ein unterirdischer Glätscher sich gebildet oder dass ein leerer Gang mit Eis sich gefüllt habe. Aus dieser Bemerkung wird, wenn ich nicht irre, einleuchtend, dass ein Glätscher oder ein Theil eines Glätschers, der von beweglichen Boden-Massen in so grossen Breiten oder solchen absoluten Höhen, dass er sich bleibend erhalten kann, überschüttet würde, im Wesentlichen mit den Eis-Gängen übereinstimmen müsste. Er wäre ein Eis-Gang, der an dem Abhange unterirdischer Gebirgs-Massen herabliefe. Ueberhaupt kann man einen gewöhnlichen, freien Glätscher einen zu Tage gehenden Eis-Gang nennen. Dass nun im höhern Norden noch jetzt Glätscher überschüttet werden können, lässt sich wohl nicht bezweifeln. Die schwere Last des Schnees drückt bedeutende Massen verwitternden Gesteins im Sommer von den Höhen nach den Tiefen, — und wer kann abmessen, wie gross die Vorgänge einst gewesen sind? Jetzt sieht man im höchsten Norden im Allgemeinen weniger unbedecktes Glätscher-Eis, als man gewöhnlich wohl glaubt. Fast nur wo die Thäler gegen das Meer auslaufen, scheinen solche Glätscher, wie in den Alpen vorzukommen. Desto allgemeiner ist Glätscher-Eis vom Schnee bedeckt. Aber auch dieser Schnee wird nach seiner Ueberdeckung mit Schutt-Massen meistens in Glätscher-Eis übergehen.

d) Noch lässt sich ein viertes Lagerungs-Verhältniss denken, indem *Eis-Blöcke* wie Nüsse von andern Massen des Bodens umschlossen werden, ohne dass die Entstehung dieses Eises von den gewöhnlichen

Arten verschieden angenommen werden müsste; wenn nämlich ein Eis-Block oder ein Haufen von Eis-Blöcken so überschüttet würde, dass er von der Sommerwärme nicht mehr erreicht werden kann.

Es macht keinen wesentlichen Unterschied, wenn das überschüttete Eis ein Bruchstück eines Glätschers war.

Unter den Anhängen gibt N. 50 eine Nachricht von dem Kupferflusse in Nordwest-Amerika, der einen Gebirgszug durchbricht, so dass Glätscher nach dem Flussbette ausgehen und grosse Theile von ihnen in das Flussthal stürzen sollen, die sich sehr lange erhalten. Durch Abstürze beweglicher Bodenmassen, ja selbst durch Ueberschwemmung könnten diese leicht überschüttet werden und im Falle der Boden hier unter dem Gefrierpunkt erkältet bleibt, worüber man noch keine Nachricht hat, sich bleibend erhalten.

Ich kenne zwar keine deutliche Beschreibung eines solchen Vorkommens, allein da ich schon in Lappland Blöcke von gebrochenem Fluss-Eise gesehen habe, welche einen ganzen Sommer hindurch nicht völlig schwinden, und an der Nordküste Sibiriens solche Blöcke viel grösser und häufiger sind, so kann ich nicht zweifeln, dass sie zuweilen durch Abstürzen der Ufer bedeckt werden und sich bleibend erhalten, wo der Boden in geringer Tiefe nie aufthaut. Sie liessen sich an den Ufern höchnordischer Flüsse sogar mit einiger Häufigkeit erwarten, wenn nicht, je mehr Dicke das Eis erlangt, um so weniger der Frost in den Uferwänden während des Sommers gelöst wird. Indessen stürzen doch die Uferwände zuweilen durch Spalten, die durch Eis-Gänge erweitert werden, oder durch Unterwaschungen in bedeutenden Massen herab.

Solche Abstürze von hundert Fuss Höhe hat Franklin am Mackenzie-Flusse gesehen (Anh. 26). — Unmittelbar an der Meeresküste werden an einzelnen Stellen zuweilen sehr grosse Massen von Meer-Eis aufgehäuft. Wenn nun das Ufer hoch und steil, aber nicht felsig ist, so können solche Massen wohl überdeckt werden, und das Ansehen gewinnen, als ob sie seit einer unbestimmten Urzeit dem Boden angehört hätten, in welchem sie jetzt gefunden werden.

Man wird errathen, dass ich mit diesen Bemerkungen auf die Eismasse ziele, in welcher nach Adams das berühmte Mammuth lag. Bevor wir aber den Bericht von Adams näher untersuchen, müssen wir noch die Frage aufwerfen:

c) Ob *Eis-Kuppen* im Innern des Bodens vorkommen mögen, d. h. Eis-Massen, welche den statischen Gesetzen der Flüssigkeiten ganz entgegen, konvexe, hügelartige Oberflächen haben, und zwar solche, die nicht durch spätere Ueberschüttung eingeschlossen sind, (wie etwa überschüttete Glätscher), sondern ursprünglich so sich gestaltet haben? Wir würden diese Frage aufzuwerfen gar nicht wagen, wenn man nicht ein solches geologisches Phaenomen beobachtet zu haben geglaubt hätte.

Als der Kapt. v. Kotzebue in dem nach ihm benannten Sunde an der Nordwest-Küste von Amerika sich befand, sah Dr. Eschscholtz am steilen Ufer einer Seiten-Bucht, die später seinen Namen erhielt, eine Eis-Wand von beinahe 80 Fuss Höhe und er sowohl als Chamisso und der Kapitain glaubten, hier die Wand eines Eis-Felsens zu sehen,

der im Boden verborgen liege. Wir haben im Anhang unter No. 16. a. den Bericht mitgetheilt, welchen der Kapt. v. Kotzebue in seiner Reisebeschreibung hierüber gibt und auch was Chamisso in den Anhängen zu dieser Beschreibung sagt unter No. 16. b. Wiederholt nennt Chamisso nicht allein in diesen Bemerkungen, sondern auch an andern Orten z. B. in der *Linnaea* (Anh. 16. c.) das Eis, die „Gebirgs-Art“ dieser Gegenden. Ein solcher Ausdruck ist allerdings auch auf horizontale Bänke und Gänge anwendbar. Allein da Chamisso in seinem Berichte zugleich von „angenen Eishügeln“ spricht, mit dem Zusatze (in der *Linnaea*) dass die Oertlichkeiten mit Glätschern nichts gemein haben, so scheint er damit andeuten zu wollen, dass im Boden Massen von Eis sich befinden sollen, welche nicht Lücken ausfüllen, sondern ganz selbstständige Formation haben, und zwar eine kuppenförmige. Es bleibt dabei unklar, ob er einen benachbarten Höhenzug nicht auch als aus Eis bestehend und nur überdeckt sich dachte. So scheinen ihn in der That einige Geologen verstanden zu haben. Leonhard z. B. gibt in seinem Lehrbuche der Geologie und Geognosie S. 606 den Chamissoschen Eishügeln eine Höhe von mehr als 100 Fuss, obgleich Chamisso ausdrücklich sagt, dass die am Ufer sichtbare Wand höchstens 80 Fuss betrug. Der höchste Rücken des Hügels hatte nach ihm kaum die doppelte Höhe. Leonhard hat also wohl, was allerdings auch Chamisso's Ansicht gewesen zu sein scheint, die Masse des Hügels als aus Eis bestehend oder eine kuppenförmige Oberfläche der „Eis-Felsen“ (auch ein Ausdruck von Chamisso) angenommen.

Die Ausdrücke Eis-Hügel, Eis-Felsen, Ur-Eis (nach Kotzebue) sind so oft in geologischen Schriften wiederholt worden, dass sie ganz geläufig wurden. Ob man dabei einen bestimmten Bildungs-Hergang dieser Eis-Hügel sich dachte, ist schwer zu bestimmen. Alle kuppenförmigen Bildungen kann ich mir nur auf dreifache Weise entstanden denken: 1) durch plutonische Wirkung, die man doch bei der Bildung von Eis-Hügeln nicht zu Hülfe rufen wird; 2) durch Zusammenschwemmungen, in welchem Falle das Eis doch geschichtet sein müsste; 3) mit Hülfe von Agassiz Hypothese allgemein verbreiteter Glätscher. Mit dem Ausdrucke Ur-Eis weiss ich gar keinen bestimmten Begriff zu verbinden. Wollte man auch glauben, dass der Erdkörper unter einer sehr niedrigen Temperatur sich bildete, so wird man doch aus der Kugelgestalt und der Abplattung desselben folgern müssen, dass er aus dem flüssigen Zustande in den festen überging.

Jedenfalls verdienten die so auffallend dargestellten geologischen Verhältnisse der Eis-Masse in der Eschscholtz-Bai eine neue Untersuchung. Diese ist ihr durch die Expedition von Beechey im Jahr 1826 und durch Buckland's Würdigung der Berichte von Kotzebue's und Beechey's Reisegesellschaft geworden.

Was Beechey berichtet, haben wir ebenfalls im Anhang wiederholt (Anh. 16, *d*, *e*, *f*). Er und seine Begleiter sahen nicht mehr ausgedehnte Eismassen, sondern nur kleine Abtheilungen der Uferwand glänzend durch einen Eis-Ueberzug, dessen Dicke nicht angegeben wird. Es scheint aber, dass der Ueberzug

dünn genug war, um den Boden durchschimmern zu lassen. Ein Begleiter von Beechey, der Wundarzt Collie, bohrte in horizontaler Richtung durch die Eis-Wand und gelangte bald auf gefrorne Detritus-Massen. Er schürfte auch in senkrechter Richtung, drei Fuss entfernt von der aufrechten Ufer-Wand und fand in der Tiefe von 11 Zoll dieselben gefrorenen Massen, und dann 4 Ellen von der Wand, wo er auf 22 Zoll dieselbe Substanz antraf.

Buckland folgert in einem geologischen Anhang zu Beechey's Reise hieraus, dass die fossilen Knochen keinesweges im Eise lagen, wie Kotzebue gesagt hatte, und dass hier überhaupt keine solche Masse von reinem Eise sich befindet, oder befand, welche den Namen eines Eis-Berges verdient hätte. Hierin wird ihm gewiss Jedermann beistimmen müssen*). Eine Ansicht über die Art, wie die Eis-Ueberzüge, welche Kotzebue und Beechey sahen, sich gebildet hatten, spricht er jedoch nicht bestimmt aus. Buckland führt nämlich an dem so eben erwähnten geologischen Anhang ausführlich Stellen aus dem Tagebuche des Wundarztes Collie an, die wir ebenfalls, so weit sie instructiv sind, in den Anhang No. 16. unter g aufgenommen haben. Es finden sich darunter auch dreierlei Möglichkeiten für die Entstehungsart der Eis-Ueberzüge, die sich kurz so ausdrücken lassen: Die Eis-Bekleidung entsteht entweder

*) Chamisso hat zwar später seine frühere Darstellung vertheidigt, aber doch nur theilweise. Wenn er dabei bleibt, dass die fossilen Knochen aus dem Eise kamen, so konnte er hierzu wohl keinen andern Grund haben, als die Analogie der Angaben von Adams. Hiervon später.

1) durch Ausammlung von Schnee in Vertiefungen unter der überhängenden sumpfigen Masse, die den Rand des Abhanges bildet, oder 2) durch Spalten, in welchen sich Wasser sammelt, das zu Eis gefriert und einen Eis-Gang bildet, oder 3) durch Wasser, welches aus der aufgethauten Schicht an der gefrorenen Wand herab rieselt und auf dem Wege gefriert. Die letztere Ansicht von der Entstehung der Eis-Bekleidung hat Beechey angenommen (Anh. 16, c), aber Buckland erklärt sich nicht (Anh. 16; g).

Ich gestehe, dass diese Entstehungsweise mir nicht viele Wahrscheinlichkeit zu haben scheint, da sie im Widerspruche nicht nur mit Dem steht, was ich im höhern Norden selbst bemerken konnte, sondern auch Dem, was ich in den Beobachtungen anderer gelesen zu haben mich besinne. Ja ich muss gestehen, dass ich sie mit den allgemeinsten Verhältnissen der Erwärmung nicht recht in Einklang zu bringen weiss. Es ist doch in den höchsten Breiten — und um wie viel mehr im Kotzebue-Sunde, wo noch hohes Gras wächst, die Temperatur der Luft im Sommer im Allgemeinen über 0°. Es ist also nothwendig auch die äusserste Schicht eines unbedeckten Abhanges einige Zoll tief aufgethaut, auch wenn er nie von der Sonne getroffen wird. Das Südufer der Eschscholtz-Bai muss aber, mit Ausnahme tieferer Einsprünge, von der Abend- und Nacht-Sonne getroffen werden, welche hier allerdings nicht sehr hoch steht. Ich glaube daher, dass diese Wand auch ausser der obern Schicht, in ihrer ganzen Höhe vielleicht über einen Fuss, gewiss mehrere Zoll weit aufgethaut sein muss, wo keine besondern Hindernisse sind, und bedauere sehr,

dass die Reise-Gesellschaft von Beechey nicht ausdrücklich darüber sich ausspricht, ob die Wand in einiger Entfernung von den Eisbekleidungen an der Oberfläche gefroren oder aufgethaut war. Ich habe in Nowaja-Semlja senkrechte Erdwände gesehen, welche von der Sonne nie erreicht werden, und sie dennoch etwas aufgethaut gefunden, obgleich sie sogar von dem erwärmenden Meere einige Werst ablagen. Der Ausfluss eines Sees hatte nämlich, ziemlich tief für die dortigen Gegenden, den Boden eingesnitten — bis 12 Fuss tief etwa. In einzelnen Abschnitten ist das Flussbette stark gewunden und eng. Hier gibt es deswegen Stellen, welche von den Sonnenstrahlen nie erreicht werden. Die Sonnenstrahlen können über das gegenüber liegende Gehänge weg nur etwa vier bis fünf Fuss von dem disseitigen bescheinen. Was tiefer liegt kann in gewissen Buchten nie die Sonne sehen. Dennoch war das gesammte Gehänge in diesen Buchten nicht nur ein wenig aufgethaut, sondern ich glaubte auch in Schneemassen, welche hier sich zeigten, den Beweis zu finden, dass es bis auf mehr denn einen Fuss Entfernung erwärmend wirke. Es standen hier nämlich drei Schneefelsen von der Form abgestutzter Pyramiden, 7 — 8 Fuss hoch, nahe bei einander, aus festgefrorenem Schnee bestehend. Nur an der Basis, mit der sie auf der Sohle des Fluss-Thales ruhten, war ein sehr langsames Schmelzen durch das wenige abfliessende Wasser kenntlich. Die Flächen, die sie einander zuehrten, entsprachen sich, so dass sie deutlich durch Zerklüftung gebildet schienen. Die dem Flüsschen zugekehrten Flächen aller drei Pyramiden bildeten nur

eine gemeinsame Fläche und ebenso die dem Ufer zugekehrten, mit dem einzigen Unterschiede, dass die eine Pyramide sich ein wenig geneigt hatte, offenbar weil sie unten etwas stärker abschmolz als die andern. Alle drei musste man also als durch Zerklüftung getrennte Theile Eines Ganzen betrachten. Alle drei standen mit ihren Gipfflächen von der senkrechten Uferwand fast drei Fuss ab, mit der Basis aber kamen sie der letztern sehr nahe. Ob sie früher höher gewesen, ist gleichgültig, jetzt aber konnte ihr Gipfel kaum von der Sonne jemals erreicht werden, der untere Theil nie. Da nun Niemand glauben wird, dass diese Schnee-Felsen ursprünglich sich so gebildet haben können, so wird man die Annahme wohl nicht gewagt finden, dass sie die Reste einer ehemaligen Schnee-Lehne waren, die einst in dieser Bucht stand. In dem Umstande aber, dass sie an der Basis sehr wenig und höher hinauf immer mehr von der Wand abstanden, glaubte ich die erwärmende Wirkung der Wand zu erkennen, wie sie unter den mannigfachsten Formen auch sonst überall sich zeigte. Hier war aber eine der wenigen Wände, von denen ich gewiss zu sein glaubte, dass die Sonne sie nie erreichen könne. Allein es scheint mir auch nothwendig, dass eine freie Wand im Sommer an der Oberfläche aufgethaut ist, denn sie steht mit der Luft in steter Berührung und von oben fließt Wasser an ihr herab, das nur dann gefrieren könnte, wenn die gesammte Atmosphäre unter 0° abgekühlt ist *).

*) Man wird mir vielleicht einwenden, dass sich im Anhang Beobachtungen von ganz gefrorenen Ufern finden, und dass oben von

Nun könnte man freilich einwenden: in so hohen Breiten kommen ja auch im Sommer Frost-Tage vor. Das ist richtig, allein, wenn die Uferwand so tief aufgethaut gewesen wäre, als sich erwarten liesse, so würde ein mehrtägiger Frost erforderlich gewesen sein, bis die Kälte aus dem Innern des Abhanges und die der äussern Luft die ganze aufgethaute Schicht bis zu den Frostpunkt abkühlen könnte, besonders am Ufer des Meeres. Dagegen hat Beechey's Expedition hier bei dreimaligem Besuche Eisüberzüge gesehen und Kotzebue sogar eine dicke Eislage, ohne dass von eingetretenem Frost gesprochen würde.

Ich kann also nicht glauben, dass an einer freien unbedeckten Wand, während des Sommers, oder gar

horizontalen Eisstreifen an verschiedenen Gehängen gesprochen ist, die ich als Ausgänge von Eis-Bänken betrachte, dass diese Ausgänge aber bald schwinden müssten, wenn alle freistehenden Wände aufthauten. Ich antworte hierauf: dass eine zusammenhängende Eisschicht ausserordentlich viel langsamer aufthaut als das in kleinen Lücken befindliche Boden-Eis, dass deswegen der freie Rand einer Eis-Schicht während eines arktischen Sommers sehr wenig verlieren wird, vielleicht nur so viel als im Frühlinge und Herbst durch Wasser, das von oben zuliesst, sich wieder ansetzt, und berufe mich auf Anh. 31, a. Auch ist zu berücksichtigen, dass durch die Eisschichten, die darüber und darunter liegenden Schichten von der Erwärmung über 0° abgehalten werden. Auch zweifle ich nicht, dass wo der Sommer mehr Wärme entwickelt, z. B. bei Jakutsk, die Ausgänge solcher Schichten stark genug schwinden, um die Boden-Massen über ihnen sinken zu lassen, wodurch kleine Abstürze sich bilden müssen, die entweder vorübergehend oder bleibend die Ausgänge der Eisschichten verdecken werden. Was aber die gefrorenen Abhänge anlangt, so sind mehrere Beobachtungen dieser Art im Spätherbst oder Frühlinge angestellt und fast nirgend wird ausdrücklich gesagt, dass die äusserste Schicht gefroren war, worauf es hier ankommt, wenn herabfliessendes Wasser zu Eis werden soll.

des Herbstes, herabrieselndes Wasser gefrieren sollte, oder gefroren sich erhalten könnte, wenn nicht vorher Frostwetter eingetreten war, oder wenn nicht etwa durch besondere Verhältnisse eine bedeutende Verdunstungs-Kälte erzeugt wird. Nach dem Grunde einer solchen Verdunstungs-Kälte mich umsehend, ist mir eine Möglichkeit eingefallen, die ich künftigen Beobachtern ähnlicher Lokalitäten nur als einen Fragepunkt zur Erregung ihrer Aufmerksamkeit hinstellen möchte.

Sollte der Rasen oder die oberste Torfschicht überhängend sein, so dass das herabtröpfelnde Wasser eine bedeutende Höhe zu durchfallen hat, bevor es den Abhang erreicht? Die einzeln durch die Luft fallenden Tropfen werden im Fallen so stark verdunsten als in diesen Gegenden möglich ist, und da sie schon beim Beginne ihrer Reise wenig über den Gefrierpunkt erwärmt sein können, so ist es wohl möglich, dass sie, sobald sie den Abhang berühren, in Eis übergehen. Wenn die Eisblendungen diesem Grunde ihren Ursprung verdanken, so müssten sie da sich finden, wo der Abhang unter dem überhängenden Rande ist, überhaupt an den vorragenden Stellen. Doch gestehe ich, dass ich wenig Glauben an eine solche Eis-Bildung in dieser Lokalität habe, obgleich ein Wasserfall am Baikalsee (Anh. 13, c) beständiges Eis unterhält. Eine solche Traufe könnte zwar mit einem sehr vertheilten Wasserfall verglichen werden, allein ich zweifle, dass diese Tropfen und ihre Verdunstung hinreichen würden, die allmälige Erwärmung des Abhanges zu hindern. Und dann kann die Luft in diesen Gegenden nur zuweilen so durstig nach Feuchtigkeit sein,

dass sie einem fallenden Tropfen viel entzieht, im Frühlinge etwa, wenn das Meer noch mit Eis bedeckt ist, später wohl nur bei Landwinden. Müsste nicht dagegen die Eisbildung, wenn sie allein dieser Ursache zuzuschreiben ist, im Herbste aufhören und die dünne Eisschicht schnell schwinden?

Auch ist es sehr möglich, dass zu einer andern Zeit, als im Sommer und Herbste, Eis-Ueberzüge nach der von Beechey angenommenen Weise sich bilden mögen, im Frühlinge nämlich, wenn die Temperatur der Luft anhaltend, oder wenigstens während der Nacht noch unter 0° sich erhält, der Sonnenschein aber den Schnee zum Schmelzen bringt, besonders wo dieser eine geneigte Fläche bildet, so wie von unsern Dächern der Schnee beim Sonnenschein zu schmelzen anfängt, wenn auch die Luft-Temperatur noch lange nicht über dem Gefrierpunkte steht, dann aber, sobald das herabfliessende Wasser den Rand des Daches erreicht hat, zu Eiszapfen gefriert. Durch die völlige Unmöglichkeit, im hohen Norden die Gränze des bleibenden Schnees, oder die Höhe zu bestimmen, in der dieser nach den gewöhnlichen Ansichten, nie thauen soll, aufmerksam gemacht, habe ich angefangen, über die unmittelbare Wirkung der Sonnenstrahlen auf den Schnee der Dächer unserer Stadt Beobachtungen zu sammeln, die ich gelegentlich bekannt zu machen gedenke. Hier bemerke ich nur, dass lange bevor die Luft-Temperatur über den Thaupunkt sich erhebt, die Sonnenstrahlen den Schnee zum Schmelzen bringen. In St. Petersburg ist das Schmelzen auf den Dächern von dem $15/27$ ten Febr. an schon sehr merklich, sobald die Sonne in den Mittagstunden scheint. Im Jahre 1838 währte

es über vier Wochen, bevor die Luft-Temperatur über den Gefrierpunkt stieg. Lange vor dem Eintritt des Thauwetters waren die nach Süden geneigten Hälften der Dächer vom Schnee entblösst, bald folgten die nach Osten und Westen gerichteten und auch die nach Norden geneigten hatten grösstentheils ihren Schnee verloren, als es im Schatten thaute. Auch Schneehaufen auf der Erde waren sehr beträchtlich zusammengesunken, ohne dass, selbst um Mittags-Zeit, einige Zoll über ihnen die Luft über den Thaupunkt erwärmt gewesen wäre. Dieser Unterschied zwischen der unmittelbaren Einwirkung der Sonnenstrahlen auf Schneeflächen und deren Einwirkung auf Erwärmung der Luft muss im höhern Norden noch grösser sein, und ihm ist es zuzuschreiben, dass Abhänge und Flächen in arktischen Gegenden, wo der Schnee nicht sehr hoch zusammengeweht ist, viel früher entblösst werden, als man gewöhnlich glaubt. Man sieht dort viele unbedeckte Stellen ehe das Thermometer Thauwetter anzeigt.

Rieselt nun das durch den Schnee dringende Wasser vor der Zeit des allgemeinen Thauwetters an einer Wand herab, so kann es allerdings Ueberzüge von Eis bilden. Diese Schicht wird von oben nach unten sich verlängern, gleichsam als ein blattförmig ausgebreiteter Eis-Zapfen, und könnte, wenn sie im Sommer von oben nach unten wegthaut, wie es wahrscheinlich ist, allerdings Flecken zurücklassen, wie die von den Engländern beschriebenen. Allein ganz eigenthümlich müsste immer der Abhang zuge richtet sein, wenn nicht das abfliessende Wasser nach einzelnen Stellen mehr zusammenlaufen soll, als an

ändern, wodurch mehr oder weniger vorspringende Säulen von Eis sich bilden würden. Beim Wegthauen würden dann zuletzt, statt Flecken (*patches*), doch wohl senkrechte Eis-Streifen zurückbleiben. Oder sollte der Grund einer gleichmässigeren Vertheilung des Wassers in einem Verhältnisse zu suchen sein, dessen Buckland erwähnt? Er sagt, Ueberzüge von Eis kämen an den Abhängen nur da vor, wo oben eine Lage Torf ist. Möglich, dass der Torf, der sich wie ein Schwamm mit Wasser vollsaugt, unten so viel an der Wand, gleichmässig vertheilt, abfliessen lässt als oben zufließt. Reisende, welche ähnliche Eisbekleidungen sehen, bitte ich auf solche Verhältnisse nicht nur aufmerksam zu sein, sondern auch die Eingebornen zu befragen, wie diese Bekleidungen im Frühlinge aussehen mögen, und wie sie sich allmählich verändern.

Noch eine andere Erklärungsweise vom Ursprunge der bekleidenden Eisschicht ist mir beigefallen, die ich hier zur Prüfung vorlegen will. Sie leitet das Eis nicht sowohl von herabfliessendem Wasser als aus der Feuchtigkeit der Atmosphäre ab. Wenn nach anhaltendem Froste in St. Petersburg Thauwetter eintritt, so bedecken sich jedes Mal *) die hiesigen Monumente, die Alexander-Säule, die Rumänzow-Säule, der Granitblock Peters des Grossen mit Reif, der während des ersten Tages des Thauwetters sich noch zu vermehren pflegt, so dass die verästelten Eiskry-
stalle mehrere Linien lang werden. Es ist sehr auffallend, diese Monumente während einer oft sehr ne-

*) Vielleicht machen nur heftige Winde eine Ausnahme.

belreichen Atmosphäre schneeweiss zu sehen. Am zweiten Tage erscheinen gewöhnlich die vier eisernen Platten, mit denen die Rumänzow-Säule belegt ist, ganz schwarz, die steinerne Spitzsäule selbst behält ihren Reif gewöhnlich noch am zweiten Tage, immer aber verliert sie den Reif früher als die mächtige Alexander Säule, die ihn 3 bis 5 Tage behält, wenn sie nicht von der Sonne beschienen wird. Die Luftschicht also, welche diese Stein-Massen zunächst umgibt, bleibt noch eine Zeit lang unter dem Gefrierpunkte erkaltet, und macht die Dünste in Form von Reif fest. Zuerst erwärmt sich das gut leitende Metal der überdiess vorspringenden Platten. Man muss aber nicht glauben, dass wenn der Reif unsichtbar geworden ist, alle Eis - Bildung aufgehört hat. Vielmehr sind alle diese Monumente, wenn sie ihre gewöhnliche Farbe wieder erhalten haben, eine Zeit lang mit einer dünnen, völlig durchsichtigen Eisdecke bekleidet. Die feuchte und warme Luft hat also offenbar die vorspringenden Spitzen der Krystall - Bäumchen zuerst zum Schmelzen gebracht, das Wasser aber ist unmittelbar am Stein wieder gefroren. Es ist derselbe Eis-Ueberzug, den wir auf dem Erdboden Glatteis (*Verglas*) nennen. Die Bildung des Reifes ist an dicken Mauern unter dem Namen des „Ausschlagens der Kälte“ bekannt genug, ob man aber die darauf folgende durchsichtige Eis-Kruste bemerkt hat, weiss ich nicht. An der Wand eines Brunnens habe ich sie aber nach dem strengen Winter 1837 — 38 sehr deutlich gesehen. Nachdem in diesem Brunnen die sehr dicke Eis-Bekleidung, die sich, wie gewöhnlich an der Mündung desselben aus vergossenem Wasser und aus

Schnee während des Winters gebildet hatte, im Frühlinge schon geschwunden war, sah man etwas tiefer, von allen Seiten der Brunnenwandung unter der Oeffnung bis in die Nähe der Wasseroberfläche, baumförmig verzweigte Eis-Krystallisationen, die sich während des Märzmonats und noch in der ersten Hälfte des Aprils bedeutend vergrösserten und zum Theil über eine Spanne vorragten. Fast plötzlich sah ich an diesem Brunnen, der in dem Hofe meiner damaligen Wohnung sich befand, die vorragenden Eis-Krystalle verschwinden, die Brunnen-Wand aber mit einem ziemlich dicken, durchsichtigen Eis-Ueberzuge bekleidet, der dann auch bald schwand. Ich glaube, dass er nur wenige Tage bestand, kann aber leider nichts Bestimmtes hierüber angeben, da ich um diese Zeit nur selten an den Brunnen ging, und nicht mehr regelmässig notirte, weil aller Schnee verschwunden war. Hier hatte ich also eine Eis-Bekleidung an einer Wand des noch gefrorenen Bodens. Die Wand in der Eschscholtz-Bai mag sich auf ähnliche Weise mit Eis bekleiden, und wohl mit viel stärkerem. Dann wird aber wohl das Fehlen oder Dasein einer obern Torflage ziemlich gleichgültig sein. Auch würde es mich wundern, wenn eine solche Bekleidung bis in den Herbst sich erhielt.

Ich wiederhole, dass alle diese Möglichkeiten nur als Fragepunkte für künftige Beobachter von Eis-Ueberzügen hingestellt werden. Sie lassen nicht begreifen, wie Kotzebue und seine Begleiter glauben konnten, den Abhang eines Eis-Felsens zu sehen, wie Chamisso sogar noch gegen den Einspruch Beechey's und Buckland's bei dieser Ansicht verharren

konnte. Nur die zweite der von Collie für die Bildung der Eis-Bekleidungen aufgestellten Möglichkeiten scheint alle diese Berichte und Ansichten zu vereinigen. Bevor wir zu dieser übergehen, wollen wir aber noch die erste Erklärungs-Art Collie's in's Auge fassen. Sie hat die wenigste Wahrscheinlichkeit für sich. Nach ihr sollen nämlich die Eis-Ueberzüge durch offene Ansammlungen von Schnee entstanden sein. Zugegeben, dass eine Ansammlung von Schnee, je nach ihrer Ausdehnung und nach den Verhältnissen der Lokalität im Verlaufe des Sommers alle Abstufungen von dem lockersten Schnee bis zum harten Eise durchlaufen kann; zugegeben, dass eine einigermaßen ausgedehnte Ansammlung von Schnee, möge sie nun als Schnee-Lehne, Schnee-Grube oder als ebene Schnee-Fläche erscheinen, die Wirkung hat die Erwärmung des Bodens durch die Sonne, die Luft und die atmosphärischen Wasser zu hindern, so bleibt doch zu berücksichtigen, dass nur in der Mitte der Schnee-Masse die Oberfläche des Eis-Bodens unter 0° erkaltet bleiben kann, nicht aber am äussersten Rande. Mir ist wenigstens keine Schnee-Grube vorgekommen, welche nicht im Sommer an den Rändern etwas vom Boden abgestanden hätte, einzelne Berührungspunkte ausgenommen, die durch Nachsinken des vom Wasser durchzogenen Schnees oder Eises entstehen, aber dann bald wieder durch Auflösung schwinden. Die Lücke, welche unter dem Rande der Schnee- oder Eis-Masse sich bildet, ist eine nothwendige Folge davon, dass die Erwärmung des entblösten Theils des Bodens sich fortwährend nach der Schnee-Masse verbreitet und diese zum Schmelzen

bringt. Das flüssig gewordene Wasser mehrt die Schmelzung und sehr bald bildet sich an der tiefsten Stelle der Berührungs-Fläche ein Abfluss von Wasser, der den ganzen Sommer über anhält, und fast niemals fehlt. Diese Verhältnisse sind so bekannt und so einfach, dass es mehr als überflüssig wäre, bei ihnen zu verweilen, ich erwähne ihrer auch nur, um folgende Bemerkungen daran zu knüpfen.

Der Abstand des Randes einer Schneemasse von dem Erdboden und noch mehr von einem Felsen ist während des Sommers immer kenntlich. Bei ganz flach liegenden Schnee-Massen ist er zwar etwas weniger bemerklich, aber er fehlt doch nie ganz, weil hier nicht lockerer Schnee liegt, sondern von Wasser durchzogener, der schon dadurch einigen Halt in sich hat, und nicht in jedem einzelnen Theilchen, wie im Winter, dem Gesetze der Schwere folgt. Friert der durchnässte Schnee, so ist der Abstand um so beharrlicher. Ist die Neigung der Berührungsfläche grösser, so wird der Abstand am Rande ganz deutlich, und schon aus der Ferne sichtbar, obgleich er im Verlaufe des Sommers zuweilen sich verringert, da die Schneemasse durch ihre eigene Schwere von Zeit zu Zeit bricht und in einzelnen Bänken niedersinkt. Nähert sich nun gar die Berührungs-Fläche dem rechten Winkel, so ist der Abstand am Rande sehr auffallend, wenn auch entfernt vom Rande noch die vollständigste Berührung Statt finden sollte. Daher der oben erwähnte Abstand der drei kleinen Schnee-Felsen von der senkrechten Wand*).

*) Ich habe dieser kleinen Schnee-Felsen oben nur gedacht, weil ich gewiss zu sein glaube, dass hier keine unmittelbare Einwirkung

Dieses vorangeschickt, finde ich es ganz ungläublich, dass nicht allein Kotzebue, sondern auch seine Begleiter eine Eismasse, die durch geschmolzenen Schnee entstanden und an einer senkrechten, oder fast senkrechten, Wand zurückgeblieben war, für eine in den Berg sich hineinziehende Eis-Masse gehalten haben sollten. Uebrigens gehören besondere Verhältnisse dazu, um Schnee in eine kompakte Eis-Masse zu verwandeln, zum wenigsten ist abwechselndes Schmelzen und Gefrieren erforderlich. Im Schmelzen begriffener Schnee muss aber gut unterstützt sein, um nicht herabzufallen. Hier scheinen dagegen nur kleine hängende Schnee-Lehnen gemeint zu sein, die nur so lange haften, als sie noch kein Aufthauen erfahren haben. Unter den Vertiefungen (*hollows*) nämlich, in denen der Schnee zu Eis geworden sein soll, kann nach der ganzen Schilderung der Lokalität, ausser den Spalten nichts Anderes gemeint sein, als flachmüldige Aushöhlungen in der senkrechten Uferwand. Aus ihnen würde der Schnee herabstürzen bevor er zu Eis werden kann.

der Sonnenstrahlen auf die Wand Statt gefunden hatte. Einen bedeutend grösseren Schnee-Felsen, von wenigstens 12 Fuss Höhe sah ich an der Küste von Nowaja-Semlja, nördlich von der Ausmündung der Nechwatowa, der sich wohl noch einige Jahre erhalten haben wird, obgleich er in jedem Sommer bedeutend abnehmen muss. Dieser stand von einem benachbarten, den Sonnenstrahlen ausgesetzten Schiefer-Felsen so weit ab, dass ein Paar Personen ganz bequem zwischen beiden durch gehen konnten. Seine Entstehung ist aber doch nicht anders denkbar, als durch eine ungewöhnliche Menge von Schnee, die hier in einem Jahre gegen den Felsen zusammengeweht war, und durch Erwärmung des Felsens an seiner Wand am schnellsten schwand.

Ich komme auf die letzte Erklärungs Weise, welche mit der gesammten Beschreibung der Lokalität in Uebereinstimmung steht, und nichts enthält, was nicht an andern Orten beobachtet wäre. Es ist die Annahme eines Eis-Ganges. Sie allein lässt begreifen, wie Kotzebue's Begleiter die Wand eines Eis-Hügels zu sehn glauben konnten. Sie allein bringt die Berichte der frühern Expedition mit denen der spätern in Harmonie. Nach ihr könnte man sogar zugeben, dass die fossilen Knochen, welche Kotzebu's Expedition anfas, aus dem Eise kamen, wenn irgend etwas nöthigte, diese blosse Supposition zu vertheidigen. Sie allein lässt verstehen, wie Chamisso noch nach den Einsprüchen von Béechey und dessen Gefährten bei seiner frühern Ansicht verharren konnte, eine dicke Eislage und nicht eine blosse Anblendung gesehen zu haben. In seiner erst 1836 im ersten Bande seiner gesammelten Werke erschienenen, Reisebeschreibung glaubt er nämlich, die frühere Darstellung vertheidigen zu müssen und spricht von ruhiger Lagerung des Eises in wagrechten Schichten (Anh. 16, *h*).

Dass hier der Boden voll Spalten ist, wird an vielen Stellen der neuern Berichte gesagt. Diese Spalten sind häufig dem Ufer parallel (*parallel to the external face of the cliff*), sie füllen sich mit Wasser, das sich in Eis verwandelt. Fortgehend bilden sich Abstürze. Sie sind sogar so häufig, dass man nicht lange auf der Höhe stehen kann, ohne solche Abstürze zu sehen. Es versteht sich von selbst, dass bedeutende Abstürze selten sind, es lässt sich auch erwarten, dass die meisten Spalten oder Eisgänge nicht sehr tief gehen. Es ist aber kein Grund da, anzunehmen, dass

überhaupt diese Eis-Gänge nur bis gegen den Theil des Bodens vordringen, der unvergängliches Bodeneis enthält. Oben (S. 402) haben wir die Möglichkeit und Wahrscheinlichkeit nachgewiesen, dass solche Gänge allmählig immer tiefer einkeilen. Wir haben gehört, dass man auch am Mackenzie-Flusse sehr tief gehende Abstürze am hohen Ufer erkannt hat. Den Grund dieser Abstürze kann man in der Kraft des Eises vermuthen. Es liegt also sehr nahe, anzunehmen: dass kurz vor der Ankunft Kotzebue's ein solcher Eis-Gang durch Herabstürzen des nach Aussen anliegenden Erdreichs blossgelegt war, und zwar ein Eis-Gang von ansehnlicher Dicke, der die verdeckte Erd-Masse nicht durchscheinen liess; dass, als Beechey im Jahre 1826 hierher kam, nur noch unzusammenhängende Reste von diesem Eise nicht aufgelöst waren, und dass noch im Jahre 1827 geringe Reste sich vorfanden. Bei den spätern Besuchen fand die Beecheysche Expedition diese Bekleidungen sehr verändert. Es wird leider nicht angegeben, worin die Veränderungen bestanden, allein am wahrscheinlichsten ist doch, dass man Verminderung sah.

Geringe Unterschiede zwischen der Bildungs-Geschichte der Eis-Gänge und der Bildung von Eis aus offenen Schnee-Lagern machen, dass die erstern, wenn sie einmal zu Tage kommen, sehr viel länger der auflösenden Wirkung der Wärme widerstehen. Bedenkt man nur, dass offene Schnee-Gruben, wenn sie in Eis übergehen sollen, vorher aufthauen müssen, so springt in die Augen, dass so lange der Boden, an dem sie liegen, erkältet bleibt, der Schnee nicht zu

Eis werden kann, sondern Schnee bleiben muss. Wird aber der Schnee durchnässt, so wird schon dadurch der Boden bis zum Gefrierpunkt erwärmt, am Rande der Schnee-Grube muss dann die Erwärmung des Bodens über 0° steigen. Daher die Entstehung der oben besprochenen Lücke, welche durch das herabfließende Wasser und die Luft noch mehr erweitert wird. Tritt nun auch heftige Winterkälte ein, so kann das Anfrieren des Eises immer nur an einzelnen Punkten erfolgen, zu welchen die Lücke im nächsten Sommer Wasser und Luft hinzutreten lässt. Durch Abstürze von aufgethautem Boden kann diese Lücke nur theilweise zugedeckt werden und nur nachdem die Wasser schon eine Zeit lang zu fließen angefangen haben. Vor allen Dingen ist aber das Eis, das aus durchnässtem Schnee gebildet wird, viel lockerer und löst sich viel leichter auf, als das Eis aus flüssigem Wasser. Von einer Schnee-Grube kann aber nur so viel zu festem Eise werden, als sich zu völlig flüssigem Wasser umgewandelt hat. Daraus wird nothwendig Eis mit unbedeckter horizontaler Oberfläche. Dieses Eis ist zwar fest, allein wegen der unbedeckten horizontalen Oberfläche thaut es sehr viel schneller auf, als Eis, das nur mit einer senkrechten Fläche der Luft und dem Wasser ausgesetzt ist, weil durch das erstere das Wasser allmähig senkrechte Gänge sich bildet, durch das letztere nicht.

Ganz anders ist es mit den Spalten im Innern des Eis-Bodens. Das Wasser, welches sich in ihnen sammelt, möge es rein oder gemischt sein, muss zu festem Eise gefrieren, in der Tiefe zu jeder Jahreszeit, oben wenigstens im Winter. Immer wird es an den

Wänden der Spalte mit dem Eis-Boden zu einem Ganzen sehr fest verwachsen, und bald die Temperaturen, welche dem Boden zukommt. Eine mit Eis ausgefüllte Spalte kann nur zu leicht in spätern Jahren oben mit Grus, Torf, Erde oder andern beweglichen Bestandtheilen, welche die aufthauenden Schnee-Massen vor sich hertreiben, überdeckt werden. Dass aber in der Lokalität, die wir jetzt vor Augen haben, in der That die Schnee-Massen die oberste Schicht von den Höhen herab nach dem Ufer allmählig verschieben, oder diese wegen des schmelzenden Boden-Eises herabsinken, scheint aus den Schilderungen der Beechey'schen Expedition hervorzugehen. Wenn die Abstürze nur einigermassen so häufig sind, als diese Berichte andeuten, (d. h. an manchen Stellen stündlich), so können sie in dieser Häufigkeit nur in den obersten Lagen vorkommen. Dann müssten aber längst schon die senkrechten Ufer völlig abgeflacht sein wenn man nicht entweder annimmt, dass hier ein Grund zur Neubildung ist, oder dass die oberste Lage des Bodens, so viel davon jährlich beweglich wird, von Süden nach Norden, d. h. von der Höhe nach der Senkung der Oberfläche vorgeschoben wird. Betrüge dieses Verschieben für die oberste Schicht jährlich auch nur einen halben Fuss, so können im Verlaufe des Sommers eine Menge kleiner Abstürze sich bilden, welche die eingeschlossenen fossilen Thierreste zu Tage fördern. Von Zeit zu Zeit, vielleicht in ziemlich langen Zwischenräumen, mögen durch tiefgehende Abstürze neue Uferwände entstehen. Veranlassung zu ihnen scheinen eben die Eis-Gänge zu sein.

Nun denken wir uns einen solchen Gang, nur von der Mächtigkeit eines Fusses, durch Absturz bloss gelegt. Es wird eine Reihe von Jahren darüber hingehen, bevor er ganz schwindet, wenn er oben etwas überdeckt ist, so dass zwischen ihm und dem Boden an dem er fest angefroren ist, keine Lücke entstehen kann. Allerdings wird er an der äussern Fläche allmählig aufgelöst. Allein das aufgethauete Wasser fliesst sogleich an der mehr oder weniger senkrechten Wand herab, ohne über den Gefrierpunkt sich erwärmen zu können. Die abgekehrte Wand wird immer unter dem Gefrierpunkte bleiben und lässt die Luft-Temperatur nicht auf das Erdreich wirken, dessen mittlere Temperatur hier mehrere Grade unter 0 sein muss. Das Meer ist seicht und wenig bewegt in der sehr ungeschlossenen Eschscholtz-Bai, bedeckt sich also in jedem Winter ohne Zweifel mit dickem, lange stehendem Eise, wodurch die Ufer der Bucht während des Winters gar sehr der allgemeinen, Einwirkung des Meeres entzogen werden und mehr der Temperatur der innern Gegenden sich nähern müssen, als an der offenen Küste.

Einen direkten Beweis dafür, dass hier ein Eis-Gang bloss gelegt war, glaube ich in der angeführten Beobachtung des Herrn Collie zu finden, nach der er vier Ellen von dem Rande des Ufers den Boden bis auf 22 Zoll, und drei Fuss von dem Rande nur bis 11 Zoll aufgethaut fand. Diese Beobachtung ist durchaus gegen die Regel, denn sonst findet man den Boden in der Nähe einer freistehenden Wand tiefer aufgethaut, als in grösserer Entfernung von ihr. Es scheint hier also eine besondere Ursache gewirkt zu

haben. Als solche lässt sich, so lange man keine andere kennt, das längere Beharren einer Eislage dicht an dieser Wand annehmen, wie man schon dicht an den kleinen mit Eis gefüllten Spalten den Boden weniger aufgethaut findet als in einiger Entfernung. Ist die Beobachtung genau, woran zu zweifeln kein Grund ist, so möchte ich glauben, dass noch im Frühlinge desselben Jahres, in welchem Beechey hier war, der Eis-Gang bis dicht an den Ort reichte, wo diese Schürfung angestellt wurde.

Dass Chamisso, wenn dieser Eis-Gang nur einige Mächtigkeit hatte, glauben konnte, die Wand eines Eis-Berges zu sehen, wird man begreiflich finden, dass er 20 Jahr später, ohne die Ansicht von Eis-Bergen fest zu halten, doch gegen die Ansicht von Eis-Ueberzügen durch herabrinnendes Wasser sich erklärt und rubig horizontale Schichtung des Eises behauptet, bestätigt die Richtigkeit unserer Annahme eines Ganges. Dass 10 Jahr nach Chamisso's Anwesenheit Beechey's Begleiter nur noch einzelne Lamellen fanden, ist natürlich, denn nur sehr langsam konnte diese Gang-Masse aufgelöst werden; es ist viel wahrscheinlicher, als dass herabrinnendes Wasser an einer freien Wand zu Eis-Lamellen gefriert und sich so den ganzen Sommer hindurch erhält.

So scheint also die Annahme eines bloss gelegten Ganges von Eis alle Beobachtungen zu vereinigen, und ich kenne keine Veranlassung, nach einer andern Erklärungs-Art zu suchen.

Buckland wendet sich in dem angeführten geologischen Anhang zu Beechey's Reise auch an die Lagerungs-Verhältnisse des viel besprochenen Mam-

muths von Adams, und wir wollen dem grossen Geologen auf diesem Wege folgen, wenn wir gleich fürchten müssen, dadurch von dem eigenen abgelenkt zu werden. Er scheint geneigt zu glauben, dass diese Verhältnisse ganz eben so waren, wie in der Eschscholtz-Bai. Auch Adams sah in der Nähe der Küste eine Wand von Eis und spricht von einem Eis-Felsen (*roc de glace claire pure*) auf der Höhe bedeckt mit einer *couche de mousse et de terre friable*, eine halbe Arschin mächtig. Während des Juli-Monats thaut ein Theil dieser Decke auf, der übrige bleibt gefroren. Hundert Fuss von dieser Wand lag das Mammoth als Adams es sah. Diese Stelle bildete selbst einen kleinen Hügel auf welchem Adams ein Kreuz aufrichtete. Er bestieg auch noch andere Hügel, die vom Meere weiter ablagen, sie bestanden aus derselben Substanz (also auch aus Eis). Das sind ungefähr die Auszüge, welche Buckland gibt (Anh. 16, g). Man muss gestehen, dass nach diesen die Uebereinstimmung mit den Darstellungen Kotzebue's und Chamisso's auffallend scheint. War nun in diesem letztern Falle kein Eis-Berg da, sondern ein blosser Ueberzug nach Beechey, so muss man glauben, dass Adams auf dieselbe Weise getäuscht wurde. Sahen dagegen, nach unserer Ansicht, jene Beobachter einen blossgelegten Eis-Gang, so wird man annehmen dürfen, dass auch Adams einen solchen vor sich hatte.

Allein es kommen in dem Berichte von Adams auch Angaben vor, welche, für sich betrachtet, auf eine ganz andere Ansicht leiten, und man muss bedauern, dass die Beschreibung der Lokalität nicht bestimmt genug ist und dass sie in einer Sprache ge-

ben wurde, der Adams keinesweges völlig Herr war. Sie erschien nämlich in Französischer Sprache im *Journal du nord*, Jahrgang 1807 und ist aus diesem in Auszügen übergegangen in die bekannte Abhandlung von Tilesius im fünften Bande der *Mémoires de l'Acad. de St.-Pétersbourg*, Tome V. Ich habe im Anhang No. 15 Alles wiederholt, was sich auf die Beschreibung der Lokal-Verhältnisse bezieht, und was über die erste Entdeckung durch die Tungusen aufgezeichnet ist.

Da heisst es nun: der Tunguse Schumachow habe im Jahr 1799, als er in einem Boote an der Küste hinfuhr, eine unförmliche Masse, die in spätern Jahren sich als ein unverwestes Mammuth zu erkennen gab, *au milieu des glaçons* (oder besser wohl *de glaçons*) gesehen. Schon die Anwendung des Wortes „*glaçons*“, das doch nur die Bedeutung von Eis-Scholten oder Eis-Blöcken hat, muss auf die Frage führen, ob hier nicht solche Blöcke vom Meere aufgeworfen waren? Nun hören wir aber etwas später, derselbe Schumachow habe im folgenden Sommer an derselben Stelle ein todtcs Wallross gefunden. Dieses wird doch wohl vom Meere ausgeworfen, und nicht aus dem Boden frei geworden sein. Also wirft das Meer hierher aus, und die Vermuthung, jene *glaçons* seien Schwimm-Eis gewesen, erhält dadurch eine Bestätigung. Ferner heisst es in jener Aussage des Tungusen: Er habe, um den unförmlichen Gegenstand besser zu sehen, eine Höhe erstiegen, (*il grimpa sur un rocher*, sagt Adams), er konnte aber nichts deutlich unterscheiden.

Wir werden dieses Ersteigen eines Felsens später

einer besondern Kritik unterwerfen müssen. Für jetzt ist es nur wichtig zu bemerken, dass der Tunguse, nachdem er so nahe gekommen als möglich, und von allen Seiten (*dans toutes ses faces*) seinen Gegenstand betrachtet hatte, doch nicht unterscheiden konnte, was er eigentlich vor sich hatte. Hieraus folgt doch unleugbar, dass das Mammuth weder im gefrorenen Boden, noch aus demselben ausgeschmolzen frei lag, wie es hätte liegen müssen, um mit der Lagerung im Kotzebue-Sunde übereinzustimmen. Lag es noch im Abhange, auch nur mit einem kleinen Theil vorragend, so musste Schumachow das Haar, oder wenn die Haut vielleicht an der vorragenden Stelle zerstört angenommen wird, das gefrorne Fleisch, das jeder Tunguse in diesem Zustande nur zu gut kennt, durch Auge und Getast erkennen. War es vom gefrorenen Boden ganz bedeckt, so könnté es weder aus der Ferne, noch in der Nähe gesehen werden. Vergeblich würde man seinen Scharfsinn aufbieten, um etwa wahrscheinlich zu finden, dass der Tunguse, aus abergläubiger Furcht, dem unbekanntem Gegenstande sich nicht habe nähern wollen, oder dass dieser so hoch in einem Abhange befestigt war, dass er sich ihm nicht genug habe nähern können, um ihn ganz in der Nähe zu betrachten und zu betasten. Obgleich später von abergläubiger Furcht etwas vorkommt, nachdem der unverständliche Gegenstand sich als ein grosses Thier zu erkennen gegeben hatte, so war im Anfange doch gar kein Grund dazu da. Unser Tunguse war ja als *Promyschlennik* ausgefahren, um zu sehen, was der Strand ihm wohl bieten könne. Auch scheint er zuvörderst nur an Treibholz gedacht zu

naben. Er musste also ohne Zweifel, wenn er etwas erblickte, näher hinzugehen, um nachzusehen, was es sei. Das that er auch, denn ausdrücklich sagt er, dass er ans Land ging. Dass das Thier zu hoch in der Bergwand hing, um von einem beutelustigen Tungusen erreicht zu werden, ist schon an sich höchst unwahrscheinlich, allein man wird auch diese spitzfindige Annahme aufgeben müssen, da der Tunguse seinen Gegenstand von der See aus erblickte, indem er zu Wasser fuhr. Von dem Wasser war die untere Uferstufe, auf der später Adams das Thier sah, 60 Schritt entfernt, so wie diese wieder vom nächsten Abhange 100 Schritt. Nehmen wir nun an, dass der Tunguse auch nur 40 Schritt entfernt vom Ufer fuhr, als er das Objekt gewahr wurde, so müsste er 200 Schritt entfernt gewesen sein, als er erkannte, dass etwas Ungewöhnliches da war. Ist es wahrscheinlich, dass er, auf wenige Schritte genähert, doch nicht unterscheiden konnte, was es sei? Steckte das Thier in einem mit Erde bedeckten Eis-Abhange, so konnte es wohl nicht auf 200 Schritt weit erkannt werden, da kein Theil frei war und ein solcher oben und hinten bedeckter Eis-Abhang nicht durchscheinend sein konnte. Noch weniger hätte der Einschluss von allen Seiten betrachtet werden können. Und was bedeutet denn das Wort *glaçons*, das in dem Berichte des Tungusen gleich zu Anfange gebraucht wird? Müssen wir nicht glauben, das Thier habe in einem grossen Haufen von Eisblöcken gelegen?

Ein solcher Haufen ist halb durchsichtig. Man kann also schon aus der Ferne erkennen, dass er einen dunklern Inhalt besitzt, der nicht das Ansehn von Treib-

holz hat. Ist aber ein solcher Berg aus Eisschollen so gross, und sind die Schollen so durch Frost zu einem Ganzen verbunden, dass man den Inhalt von keiner Seite erreichen kann, so wird man auch in der Nähe die Form desselben nicht deutlich sehen, da die einzelnen Eisschollen das Bild brechen, auch das Bindemittel derselben gewöhnlich undurchsichtiger, gefrorener Schnee ist. Diese Ansicht muss man nach dem Anfange des Berichtes auffassen, besonders jetzt, nachdem wir aus Wrangells Beobachtungen wissen, zu welchen Bergen und Bergzügen das Schwimm-Eis an diesen Küsten aufgehäuft wird. Es wird darauf ankommen, ob der weitere Verfolg des Berichtes mit dieser Annahme stimmt.

Nun aber heisst es sehr umständlich in unserm Berichte, in dem Sommer, welcher der vorläufigen Entdeckung folgte, sei das Thier etwas mehr von den *glaçons* entblösst, aber immer war noch nichts kenntlich geworden; in dem darauf folgenden Sommer sei die ganze Seite des Thiers und einer seiner Stosszähne deutlich aus dem Eise (immer *glaçons*) hervorgetreten. Während der beiden ersten Jahre war also das Thier ganz bedeckt gewesen, da man es dennoch sah, muss jeder Gedanke, dass es in Erdmasse eingeschlossen war, schwinden. In dem vierten Jahre verringerte sich das Eis wenig und das Thier blieb in ihm eingeschlossen, aber im fünften wurde es ganz entblösst, *car la partie des glaces, qui se trouvait entre les terres et le Mammouth ayant fondu plus vite que le reste, le niveau devint pente, et cette masse énorme, poussée par son propre poids, vint s'échouer à la côte sur un banc de sable.* Hier wird doch deutlich gesagt, dass zwi-

schen dem Leichnam und dem Boden Eis war. Dieses Eis thaute früher auf als das übrige, also war auch noch zur Seite Eis und zuerst hatte man es auch oben von Eis oder Eis-Blöcken bedeckt gesehen, aus denen es erst allmählig heraus schmolz. Ich weiss nicht, mit welchem Rechte man leugnen dürfte, dass nach diesem Berichte es von Eis umschlossen oder umgeben gefunden wurde, so lange man nicht Grund hat, den Bericht selbst für eine Fabel zu erklären. Er kommt überdiess aber von einem Tungusen, der nicht daran denken konnte, ob er über ein geologisch wichtiges Faktum berichtete, dem dagegen die Haufen aufgeschichteter Eis-Blöcke, *Torrossy* der Russen, sehr bekannt waren. Aber, dürfte man fragen, war es Adams möglich sich dem Tungusen verständlich zu machen, und, da dieses offenbar nur durch Dolmetscher geschehen konnte, ist nicht zu befürchten, dass die Erzählung mehr die Vorstellungen wiedergibt, die Adams sich gemacht hatte? Ich antworte hierauf, dass der Bericht des Tungusen gar nicht mit den Ansichten, die Adams sich selbst über die erste Lagerstätte des Mammuths gebildet hatte, in Einklang zu bringen ist, und dass eben darin ein Beweis für seine Aechtheit zu liegen scheint. Wenigstens ist er nicht aus Adams's Phantasie hervorgegangen, auch nicht aus seinem Verstande. Nach ihm soll das Kadaver, als es zuerst von dem Tungusen bemerkt wurde, in einem Abhange sich befunden haben, der 100 Schritt hinter dem Mammuth lag und 3 Werst Länge hatte. Der Abhang, zu 30 bis 40 Faden Höhe taxirt, soll aus reinem Eise bestanden haben, eine halbe Arschin hoch mit Erde bedeckt, die im Juli nur zur

Hälfte aufgethaut war. Allein der Bericht des Tungusen sagt gar nicht, dass das Thier in einem Berge steckte, sondern *au milieu des glaçons*. Und wie sollte man, fragen wir nochmals, von der See aus auf wenigstens 200 Schritt einen Einschluss in diesem Berge bemerkt haben? Anders ist es mit einem *Toross*; der musste, weil er frei lag, durchscheinend sein. Auch lag er wahrscheinlich 100 Schritt näher, auf derselben Uferstufe, auf der später das Mammuth freiliegend gesehen wurde. Diess mag ein Paar Schritt weit aus seinem Eis-Kerker hervorgeglitten sein. Aber welche Kraft sollte bei solcher Friktion diese Masse 100 Schritt weit bewegt haben, wenn wir nicht eine wohlgeglättete und gut geneigte Eis-Bahn, die später verschwunden war, annehmen. Ein blosser Absturz von Eis-Massen hätte freilich *glaçons* gegeben, wäre aber am Fusse liegen geblieben. Ueberdiess sind die Taxationen der Höhe abschüssiger Wände, wie sie von Ungeübten gegeben werden, fast immer zu gross. Man wird ohne Gefahr des Irrthums die Höhe von 30 bis 40 Faden sehr bedeutend verringern können.

Sollte nicht eine kleine sprachliche Unkenntniss die Brücke gewesen sein, auf der das Mammuth 100 Schritt weit fortwanderte? Auf diese Brücke bin ich gekommen, indem ich mir das unbegreifliche und zwecklose Ersteigen eines Felsens durch den Tungusen verständlich zu machen suchte. Was wollte er denn auf dem Felsen? Wenn er fürchtete, dass ihm das schwarze Ding im Eise schaden könne, so konnte er ja nur in seinem Bote bleiben, oder wenigstens auf dem Ufer. Ueberdiess ist ja nach Adams eigener Beschreibung der Lokalität gar kein Felsen bei der

Hand. Freilich ist ihm jede Höhe ein *rocher*, auch ein Eis-Klint. Da fiel mir der Gebrauch ein, den die Russischen Küsten-Bewohner ganz allgemein von dem Worte *ropa* (Berg) machen. Es heisst bei ihnen das Land, im Gegensatz zum Wasser, besonders aber braucht man es, wenn das Ufer etwas erhöht ist; denn wenn man auf eine ganz niedrige Fläche, eine Sandbank, oder dergleichen austritt, wird der Russe nicht so leicht sagen: „*ummu na ropu*“, wohl aber, wenn er eine Uferstufe vor sich sieht, oder auch nur an die weiter liegende Erhöhung denkt. Dieser Ausdruck entspricht also der Vorstellung von dem Ersteigen einer Höhe. Ehemals muss diese Anwendung des Wortes *ropa* für Land im Gegensatz zum Wasser noch viel allgemeiner gewesen sein, denn unsere alten Chroniker unterscheiden die Expeditionen verschiedener Art, je nachdem sie *водю* oder *ропою*, d. h. zu Wasser oder zu Lande (eigentlich zu Berge oder auf der Höhe) ausgeführt wurden. In der nationalen Seemanns-Sprache heisst aber *ummu na ropu* noch jetzt ganz allgemein: ans Land gehen; -- ja man hat gar keinen andern Ausdruck. Der Gebrauch des Wortes *берегъ*, (Strand, Küste) würde andeuten, dass man von dem Strande sich nicht entfernen wolle, um etwa ein bestimmtes Geschäft daselbst auszuführen, und die Anwendung des Wortes *земля*, das sonst auch wohl Land oder ein Land bedeutet, ist in jenem Sinne gar nicht im Gebrauch. Nun war der Tunguse in seinem Bote auf dem Wasser als er einen Gegenstand erblickte, den er nicht deutlich erkannte. Er ging ans Ufer. Das konnte er oder sein Dolmetscher gar nicht anders ausdrücken, als: er ging *na ropu* --

auf die Höhe. Dafür lässt ihn nun Adams, der hier zum ersten Male an die See kam, und den Ausdruck nicht kennen mochte, auf einen Felsen steigen *).

*) Ich habe natürlich gesucht zu erfahren, ob Adams, als er die Reise an die Küste des Eismees machte, der Russischen Sprache mächtig war oder nicht. Obgleich ich hierüber noch kein bestimmtes Zeugniß erhalten habe, so zweifle ich doch nicht, dass ihm die Russische Sprache schon damals geläufig war, denn der Sekretär der Akademie, Herr v. Fuss, theilt mir aus den Akten mit, dass Hr. Adams Zögling der Moskauer Universität war, und *Mosquensis* genannt wird. Zwar kann Adams nur in den ersten Jahren nach der Stiftung dieser Universität, als nur noch wenige Vorlesungen, so viel ich weiss, in Russischer Sprache gehalten wurden, daselbst studirt haben, allein wenn wir auch wahrscheinlich finden müssen, dass er der Russischen Sprache schon in der Jugend völlig mächtig war, so folgt daraus noch nicht, dass er die oben erwähnten Ausdrücke verstand.

Aus den gelehten *Collectaneen* meines Kollegen Krug erhalte ich die schlagenden Beweise, dass selbst Karamsin die Ausdrücke *горою*, *горным путем*, u. s. w. der alten Schriftsprache nicht verstand — Karamsin, der fast eben so viel Ruhm als Kenner und Bildner seiner Sprache, wie als Geschichtschreiber sich erworben hat. Der Gebrauch des Wortes *гора* in diesem Sinne muss also aus der Schriftsprache und selbst aus der Sprache des Landvolks im Innern fast ganz verschwunden sein, obgleich er an der Wolga noch im Gebrauch sein soll.

Dass Karamsin den Ausdruck nicht verstand ist evident aus folgenden Nachweisungen, die ich meinem gelehrten Kollegen Krug verdanke. Im Jahr 1188 hatten die Nowgoroder die fremden Wäräger (Germanen) aus ihrem Gebiete gewiesen. Die Verwiesenen kamen 1201 über das Meer (*за море*), um die alten Verbindungen anzuknüpfen, wurden aber abgewiesen. Sie kamen im Herbst nochmals zu Lande, um Frieden zu stiften. *А на осень придоша Варязи горою на мир* sagt die Chronik, und Karamsin setzt als Erläuterung hinzu: (*усильно требовали мира*) d. h. sie drangen nachdrücklich auf den Frieden, *Карамз. Ч. III, с. 465* Er hat hier den Ausdruck *горою* nach Analogie der sprichwörtlichen Redensart: *стоять горою за кого* (wie ein Berg Jemanden vertheidigen) verstanden, aber nicht bedacht, dass ein Berg wohl passive Kraft hat, aber nicht aktive. Man kann wohl wie ein Berg (d. h. unüberwindlich) vertheidigen, aber nicht wie ein Berg handeln und eifrig sein. Er hat vergessen, dass nach Nestor

Das ist für uns kein gleichgültiger Umstand, denn ist es wohl eine erzwungene oder gewagte Konjektur, wenn wir vermuthen, dass Adams, der so viel von einem Berge sprechen hörte, ohne zu wissen, dass überhaupt das Land, insbesondere aber die unterste Uferstufe so heisst, die Meinung auffasste, der Tunguse habe das Mammuth auf oder in einer 100 Schritte entfernten Berghöhe gesehen, statt auf der Uferstufe, auf der Adams selbst es fand. Durch diese Vermuthung werden viele Schwierigkeiten und Widersprüche in dem Berichte von Adams gehoben und vor allen Dingen wird die Erzählung des Tungusen eine abgerundete, in sich übereinstimmende und ganz verständliche. Ja, ich bin geneigt zu glauben, dass Adams einen in Russischer Sprache geschriebenen Bericht vor sich hatte und übersetzte. Erhielt er wirklich nur

die Ugern *горюю* vor Kiew vorbeizogen, das heisst nicht zu Wasser, wie die Waräger pflegten, sondern zu Lande oder am Ufer hin, denn Berge gibt es bei Kiew nicht. Karamsin hat nicht an Stellen gedacht, die er in spätern Bänden selbst anführt, und wo die Bedeutung auch dem Unkundigsten der Sprache in die Augen springt. In Verträgen mit der Hansa v. J. 1514 und mit Liefland (1535) wird nämlich festgesetzt, dass für den Handel die Fahrt zu Wasser und zu Lande frei und sicher sein soll — *водою и горюю путь чистъ*. *Карамз. Ч. VII*, S. 256 Z. 6 von unten und *Ч. VIII*, S. 319 Z. 4. Hier ist doch von Bergen nicht die Rede, die auf dem Wege nach Nowgorod gar nicht vorkommen, auch nicht von grossem Eifer.

Unter diesen Umständen wird man wohl nicht unwahrscheinlich finden, dass ein Deutscher in Missverständnisse geriet, fast könnte man sagen, gerathen musste. Dass aber die Ausdrücke *имму на горю*, *горюю*, *горыиъ путьиъ* bei unsern Küsten-Bewohnern jetzt noch so im Gebrauch sind, wie ehemals allgemein, habe ich mit meinen Reisegefährten auf beiden Reisen im Eis-Meere, mehr als hundertfältig erfahren. Unsere Wallrossfänger wussten sich gar nicht anders auszudrücken, wenn sie fragten, ob wir ans Land oder über Land gehen wollten.

mündliche Nachrichten von dem Tungusen, so konnte dieser ja auch nur in Russischer Sprache oder durch einen Russischen Dolmetscher zu Adams sprechen, der den Ausdruck *мелъ на зопы* pleonastisch übersetzte: er ging ans Land und bestieg einen Felsen.

Nehmen wir also gar nicht Rücksicht auf das, was Adams aus eigener Ansicht berichtet, so ist wohl kaum zu zweifeln, dass das Mammuth in einem Haufen von Eis sich befand, welcher frei auf der Uferstufe lag, und also wahrscheinlich von der See ausgeworfen war. Man weiss aus Wrangell's Reise, wie hoch das Meer die Eisblöcke über einander wirft, dass sie ganze Berge und Gebirgszüge bilden, dass Torossen von 70 Fuss Höhe gar nicht selten sind, und Wrangell sie von 90 Fuss Höhe mehrmals gesehen und gemessen hat. (Reise. Deutsche Uebersetzung Bd. I, S. 313 Anmerk.). In den allgemeinen Bemerkungen sagt er sogar, dass Eisblöcke zu 150 Fuss sich aufhäufen können. (Bd. II, 250). Kann aber das Meer wirklich so hoch aufwerfen? möchte man fragen. Vielleicht nicht. Aber wo es Tiefe genug hat, dahin können Eisberge von dieser Höhe aus Gegenden mit Felsen-Ufern schwimmen. Torossen von 70 Fuss Höhe hat Wrangell als bloss aus Bruchstücken von Eisfeldern bestehend, abgebildet. So hoch wirft also ohne Zweifel der Wellenschlag des Meeres das Eis in die Höhe. Die Hälfte dieser Höhe ist hinlänglich, um das Mammuth mehr als ganz zu verdecken. Schumachow sagte aus, das Mammuth habe 7 Faden von der Oberfläche des Eises abgestanden, was Adams auf seinen Eis-Klint — ohne Grund — zu beziehen scheint. Die zunächst liegende Erklärung

wäre die, dass das Thier so hoch mit Eis bedeckt war. Wie hoch die Uferstufe an sich war, finde ich nicht angegeben; eben deshalb muss man vermuthen, dass sie nicht bedeutend war. Da nun das Meer wenigstens 70 Fuss hoch die Eisblöcke am Rande eines Bruches aufschichtet, so kann auch hier an dem Ufer dieser Eishügel neu aufgeschichtet gewesen sein. Es kann aber auch eben so gut eine Torossen-Masse hierher angetrieben sein, wenn das Meer an der Küste nur einige Tiefe hat. — Es ist gar nicht nöthig darüber zu entscheiden, ob unser Toross aus See- oder Fluss-Eis bestand, oft sind ja beide Arten gemischt. Ein Blick auf die Karte zeigt aber, dass das Eis der Lena, aus dem östlichen Arm derselben, grade nach Bykowskij-Myss seine Richtung nehmen muss; ein Sturm aus Osten wird es hier ans Ufer werfen. Die Durchsichtigkeit des Eis-Haufens; die aus der Ferne schon einen Inhalt bemerken liess, erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass viel Süswasser-Eis dabei war.

Wie kam aber das Mammuth auf oder in das Schwimm-Eis? Es wird doch nicht seit dem Tage des Untergangs seiner Gattung in einem Eishaufen eingeschlossen geblieben sein? Obgleich es in der That Torossen gibt, deren Alter gar nicht abzuschätzen ist, und von denen die Anwohner des Eis-Meers behaupten, sie wären schon im ersten Schöpfungs-Akte mit der übrigen Welt erschaffen, so haben wir doch nicht nöthig, zu so wunderbaren und abenteuerlichen Erklärungen unsere Zuflucht zu nehmen. Das Mammuth kam, wie es scheint, auf die einfachste Weise von der Welt in das Eis und aus der gewöhnlichsten Lagerstätte, aus einem Fluss-Ufer nämlich. Das meiste

Schwimm-Eis, das am Bykowskij-Myss umher treibt, ist Eis der Lena. Die aufgeschwemmten Ufer der Lena enthalten viele Mammuths-Reste. Von diesen Ufern werden oft Theile weggerissen, besonders zur Zeit des Eisganges, wenn das Eis die an dem Gehänge schon aufgethauten Ufer von unten einschneidet. Was herabstürzt, fällt nothwendig auf das Eis, daher man es oft mit Grus, Schlamm, Lehm und zuweilen sogar mit Blöcken gefrorener Erde und ähnlichen Massen bedeckt findet*). Ein aus den Ufern gelöstes Mammuth wird auch auf dem Eise bleiben und eingeschlossen werden, sobald an der Stelle, wo es liegt, die Bruchstücke sich aufhäufen. Zwei Jahre vor Adams Anwesenheit (oder vielleicht vor Entdeckung des Mammuths) hat man *des restes pareils* an den Ufern der Lena gesehen, die in das Bette des Flusses stürzten. Nun, wenn hier auch Fleischtheile waren, wie es scheint, so waren sie gefroren; sie schwammen also nothwendig auf dem Wasser und mussten bei jeder Eis-Bildung eingeschlossen werden. Hier haben wir die Geschichte unsers Mammuths, das zwar im Eise eingeschlossen gefunden wurde, aber aller Wahrscheinlichkeit nach, aus dem Flussthale der

*) Wrangell sah solche Massen häufig in den Torossen, und ist geneigt, anzunehmen, dass die Eisschollen dieselben vom Boden des Meeres aufschürfen. Das mag doch nur in den seltensten Fällen geschehen, denn die Schollen können nur mit der untern Fläche den Meeres-Boden berühren und wenn sie auch durch nachtreibende Schollen umgewälzt werden, wird der Bodensatz des Meeres abfließen, wogegen das Fluss-Eis solche Aufschüttungen mitnimmt, auf welchen dann leicht andere Eisblöcke aufgeworfen werden. Hedenström sah zwischen den Eis-Blöcken des Meeres ganze Blöcke gefrorener Erde.

Lena stammte, und entweder durch sein eigenes Eis, oder durch das Eis des Flusses fortgetragen wurde*). Unterwegs hat es ein Bein eingehüsst, das am Bykowskij Myss nicht aufzufinden war. Wir überlassen es seinem Schicksale in der Hoffnung, ihm vielleicht künftig wieder zu begegnen.

Wir verlassen auch das Schwimm-Eis, auf welches uns das Mammuth verlockt hat, um zu unsrer Aufgabe und besonders zu der Frage zurück zu kehren: Gibt es Eis-Kuppen im Boden? Es ist sehr wahrscheinlich, dass Chamisso die Vorstellung von Eis-Hügeln, oder Eis-Bergen in der Eschscholtz-Bai aufgefasst hatte, weil die Nachricht, Adams habe ein vollständiges Mammuth mit allen weichen Theilen, das aus einem grossen Eis-Berge durch Schmelzen des Eises befreit sein sollte, nach St. Petersburg gebracht, kurz vorher die Phantasie aller Naturforscher erregt hatte. So viel leuchtet ein, dass er und die ganze Reise-Gesellschaft Kotzebue's gar keinen andern Grund hatten, zu glauben, die fossilen Knochen, welche sie am Fusse der Eis-Wand sahen, seien aus dem Eise frei geworden als den Glauben an Mammuths-Knochen, die im Eise stecken. Chamisso gesteht in seiner letzten Erklärung (Anh. 16, h), er und seine Gefährten hätten im Eise selbst keine fossilen Reste gefunden, sondern nur am Fusse desselben im aufgethauten Erdreich. Dennoch kann er die Vor-

*) Bei der grossen Ungenauigkeit des Adams'schen Berichtes ist es sogar möglich, dass nicht zwei Jahr vor seiner Anwesenheit, sondern zwei Jahr vor dem Auffinden des Mammuths durch den Tungusen, das Herabstürzen in das Bett des Flusses beobachtet wurde, und also sein Mammuth dasselbe war, von dem man ihm erzählte.

stellung nicht aufgeben, dass sie im Eise sich einst befunden haben. Er beruft sich hier und bei andern Gelegenheiten ausdrücklich auf Adams's Beobachtungen und auf Mackenzie's Bericht von bewachsenen Eis-Inseln in der Mündung des nach ihm benannten Flusses.

Das Eis, welches Mackenzie an einigen flachen Inseln in der Mündung dieses Flusses sah, bestand aber offenbar aus Eis-Lagern, die sich so leicht und auf verschiedene Weise in diesen Breiten bilden können, z. B. wenn seichte mit Eis noch bedeckte Stellen oder Eis-Schollen mit Ablagerungen von Erde, Sand oder Schlamm u. s. w. überschüttet werden. Interessant ist es allerdings, dass sie mit ziemlich grossen Bäumen besetzt waren. Allein wenn, woran jetzt nicht zu zweifeln ist, über dem bleibenden Boden-Eise eines grossen Theils von Sibirien Bäume stehen, sobald nur eine Schicht Erde darüber liegt, welche im Sommer einige Fuss tief aufthaut, so ist es wohl gleichgültig, ob dieses Boden-Eis gemischtes oder ungemischtes ist. Ist also eine Eis-Bank hoch genug mit Erde überdeckt, so kann sie mit der Zeit auch Bäume tragen.

„Die Ufer dieser Inseln, die etwa sechs Fuss über die Oberfläche des Wassers erhaben sind, erzählt Mackenzie, sehen wie festes mit Adern (nicht etwa Schichten?) *) von schwarzer Erde vermisches Eis aus. Wenn das Eis durch die Sommer-Wärme schmilzt, so fallen die Bäume häufig in den Fluss.“ (Alex. Mackenzie's Reisen von Montreal nach dem Eismeer und der Südsee. Hamb. 1802. S. 204.)

*) Ich habe leider das Original nicht zur Hand.

Dieses allmälige Wegschmelzen des Eises macht mir eine andere Entstehungs - Art der Eis - Bänke noch wahrscheinlicher. Denn, war das Eis der Einwirkung der Atmosphäre so zugänglich, dass es allmähig wegschmelzen konnte, so ist nicht wahrscheinlich, dass es lange genug bestanden hatte, um Bänke in dem aufgeschütteten Boden zu einiger Höhe wachsen zu lassen. Wir haben aber früher schon (S. 397) gezeigt, dass besonders unter torfigen Ufern, wie sie in so hohen Breiten gewöhnlich sind, Eis - Bänke sich bilden können, wenn vorher durch Aufstauung des Wassers die Ufer gehoben waren. Ja es ist sogar möglich, dass einige von diesen Inseln, besonders die kleinern, gar nicht dieser Gegend ursprünglich angehörten, sondern durch Eis - Bänke hierher getragen sind. Wir berufen uns dabei nicht auf die spitzfindig ersonnene Möglichkeit, sondern auf eine Erfahrung von Sarytschew, der auf dem Aldan (dem grossen Seiten - Flusse der Lena) eine kleine mit Lärchen und Birken bewachsene Insel, während des Eisganges zwischen den Eis - Schollen herabschwimmen sah (Anh. 49). Sehr richtig vermuthet er, dass sie einem Moraste abgerissen war, der mit Eis unterfrozen war. In der That, denkt man sich ein torfiges Ufer von aufgestautem Wasser gehoben, und dann der Kälte von Ost - Sibirien in dieser Gegend ausgesetzt, die trotz des schützenden Torfes eine Eis - Schicht von mehreren Fuss Mächtigkeit bilden kann, und lässt man nun im Frühlinge darauf das Wasser 12 Fuss steigen, wie es beim Aldan damals der Fall war, so muss die Eis - Bank, wenn sie unten nicht angefrozen war, weil der Frost nicht ganz hatte durchdringen können, mit einer

Kraft gehoben werden, die eine Torfschicht sehr leicht abreissen kann. — Auch wäre es möglich, dass in frühern Jahren, bei geringerer Aufstauung des Wassers zur Zeit des Eis-Ganges eine Eis-Scholle unter das unterkõthige Ufer gedrängt worden war.

Jedenfalls gibt uns die Beobachtung von Mackenzie nicht die mindeste Anzeige von Bergen von Ur-Eis, die in der Erde verborgen liegen.

Aber was sah denn eigentlich Adams selbst? Hundert Schritt hinter der Uferstufe, auf welcher er das Mammuth fand, sah er einen Abhang, den er zu 30 bis 40, und bald darauf zu 35 bis 40 Faden hoch taxirt. Dieser Abhang bestand nach ihm aus „reinem durchsichtigem Eise von pikantem Geschmacke“. Bedeckt war das Eis mit Moos und Erde eine halbe Arschin hoch (d. h. 14 Zoll. Engl. wenn man das Maas genau nimmt,) wovon im Juli ein Theil aufgethaut war, der übrige nicht. Mehrmals behauptet er zwar, dass das Mammuth aus dieser Eis Masse frei geworden war. Allein wir haben schon gezeigt, wie wenig diese Behauptung mit den einfachen und unter sich übereinstimmenden Angaben des Tungusen sich vereinigen lasse, und dass wir glauben, Adams sei durch Unkenntniss des seemännischen Sprach-Gebrauchs irreführt worden*). Welches war nun das geognostische Verhältniss dieses Eises? War es ein blosser Ueberzug, wie Buckland zu glauben geneigt scheint? Wir erinnern an Alles was wir in Bezng auf solche Ueberzüge bei Gelegenheit der Eschscholtz-Bai gesagt haben (S. 412 bis 424), und wiederholen, dass sie

*. Oder Derjenige, der den Bericht von Adams in die Französische Sprache übersetzte. Hierüber sogleich mehr.

uns unverständlich sind. Viel wahrscheinlicher dünkt uns, dass auch hier ein Eis-Gang bloss gelegt war. Sollen wir auf die Angabe, dass das Eis einen pikanten Geschmack hatte, uns verlassen, so müssten wir glauben, dass es Meer-Eis war. Möglich scheint es uns allerdings, dass ein grosses Bruchstück einer langen Torossen-Reihe hier einst so gewaltsam ans Ufer getrieben wurde, dass es sich gegen das Erdreich des Ufers andrängte*) und von diesem überschüttet wurde, vielleicht auch erst überschüttet wurde, als von der Eis-Masse viel abgethaut war, — möglich aber eben nicht wahrscheinlich, da die Ufer in diesen Gegenden so wenig aufthauen. Eine Bemerkung von Adams könnte zur Unterstützung dieser Ansicht dienen „*Cette terre forme des figures de coins qui s'enfoncent entre les glaçons*“. Keilförmig also dringt die Erde zwischen die Eis-Blöcke ein, und diese Eismasse bestünde doch wieder aus Schollen! Leider aber ist Adams ganze Darstellung so wenig genau und so wenig zuverlässig, dass es unmöglich wird, mit einiger Sicherheit eine bestimmte Ansicht zu fassen. So behauptet derselbe, auch andere Höhen erstiegen zu haben, welche ziemlich weit entfernt von der Küste lagen, und aus derselben Substanz (also aus reinem Eise?) bestanden, nur weniger mit Moos bedeckt. Auf welche Weise aber Adams sich überzeugt habe, dass sie aus Eis bestanden, sagt er nicht. Lag das Eis auch frei an einem Abhange? Waren offene Spalten zu sehen? Nun, solche Spalten sind der Einwirkung der Atmosphäre mehr

*) Simpson hat gesehen, dass angeschwemmte Erd-Massen durch Treib-Eis in die Höhe gedrückt waren.

oder weniger entzogen, und behalten leicht einen Eis-Ueberzug, besonders im Juli, zu weleher Zeit der Sommer hier erst begonnen hat. Es wird dann hinzugefügt: „*De distance en distance on voyoit des morceaux de bois d'une grandeur énorme et de toutes les espèces que produit la Sibérie; et aussi des cornes de Mammouth en grande quantité qui s'élevaient entre les creux des roches.* Wie! Frei hervorragende Mammuths-Zähne waren an dieser Küste, wo das Sammeln des fossilen Elfenbeins seit zwei Jahrhunderten fortgeht, liegen geblieben, und zwar *toutes d'une fraicheur étonnante?* Hatte denn kein Tunguse, kein Jakute, kein Russe sie gesehen? Unglaublich! Besonders hier, wo mehrere Jahr hinter einander Tungusen gewesen waren, um das auf dem Ufer liegende Mammuth zu sehen und zu benutzen, wo in der Nähe eine Niederlassung von Jakuten sich befand. Sollte keiner von ihnen die Höhen erstiegen haben, welche Adams erstieg? Fanden sie nur einen Zahn, so suchten sie gewiss weiter, denn Zeit hatten sie dazu. Das fossile Elfenbein ist ihr Gold. Oder ist der Boden hier so veränderlich, dass er so eben aufgeschlossen hatte, was bis dahin verschlossen war? Unmöglich, er soll ja vorherrschend aus Eis bestehen. Wenn von diesem Eise jährlich viel verloren geht, so müsste es längst geschwunden sein. — Hat nicht Adams, möchten wir fragen, Alles was er von dem Adamitischen Holze das bekanntlich sehr alten Ueberschüttungen angehörig, hie und da an der Küste und selbst auf der Insel-Gruppe Neu-Sibiriens vorkommt, und von fossilen Elephanten-Zähnen gehört hatte, malerisch hier zusammen gruppiert? Wir finden überhaupt die ganze Darstellung der

Lokalität so wenig genügend, dass sie keine bestimmte Vorstellung gewährt, und man also nicht mit einiger Zuversicht über die Bildung des Eis-Abhanges oder der Abhänge urtheilen kann. Wir erfahren nicht einmal, ob der Abhang in einer Bucht lag, (in Buchten wird selbst an der Küste von Finnland das dünne und vergängliche Schwimm-Eis der dortigen Küste ausserordentlich hoch aufgestapelt), oder an einer offenen Stelle. Ja von der Gestalt der Halbinsel selbst würde ich durch den Bericht von Adams gar keine Ansicht gewinnen können, wenn ich nicht handschriftliche Nachrichten und Karten vor mir hätte. Im Kleinen dargestellt kann der Leser sie auf der Karte zu Wrangell's Reise finden. Er möge entscheiden, ob die Darstellung von Adams eine solche Vorstellung erregt, von einer Halbinsel, die mit ihrer längsten Dimension der allgemeinen Küste parallel gerichtet ist, und mit dieser nur durch einen Isthmus verbunden wird. Ja, Adams kämpft so mit der Sprache, dass er die ganze Halbinsel selbst einen *Isthme* nennt.

Theils um das Ungenügende und Falsche in Adams Berichten über die Lokal-Verhältnisse anschaulich zu machen, theils um dem Leser selbst ein Urtheil über dieselben möglich zu machen, und endlich um für die wünschenswerthen, sogleich zu erwähnenden Erkundigungen als Fingerzeig zu dienen, füge ich hier eine kleine, nach den besten Materialien entworfene Karte bei, welche ich mit kurzen Erläuterungen begleite.

Man sieht hier nach Osten von den Mündungen der Lena eine Halbinsel, durch eine schmale Landenge mit dem Festlande verbunden. An der Küste

dieser Halbinsel hat Adams das Mammuth gefunden. Ob die gesammte Halbinsel einen gangbaren Namen hat, weiss ich nicht mit Bestimmtheit zu sagen, da es keine ausführliche Beschreibung dieser Küste gibt. In den handschriftlichen Berichten und Karten der Küsten-Aufnahme unter der Kaiserin Anna, durch Lassimus und Dmitri Laptew, so wie in dem Reise-Journal und den Karten von Anjou und den Bemerkungen seines Begleiters Figurin, welche ich sämmtlich zu benutzen Gelegenheit hatte, kommt ein solcher Name nicht vor. Desto öfter wird in diesen Materialien der Name Bykowskij Myss genannt, der eigentlich der Nord-Spitze angehört, aber auch von den Anwohnern dieser Gegend auf die gesammte Halbinsel angewendet zu werden scheint, wie auch auf der alten Karte der Admiralität. Nur in dem Berichte von Adams findet sich der Name Tamut für diese Halbinsel. Da aber alle Namen bei Adams mehr oder weniger körrumpirt sind, so weiss ich nicht, in wie weit dieser Vertrauen verdient.

In dem hier beiliegenden Kärtchen ist die Bucht Tiksi, südöstlich von der Landenge, so wie die Nordostküste der Halbinsel und die Insel Simowie Lach nach Anjou gezeichnet, nebst Angabe seines Weges. Die entgegengesetzte Bucht aber (Bykowska), und die ostliche Ausmündung der Lena, welche die Bykowsche heisst, wurden von Anjou nicht besucht, sondern von ihm nur nach Erkundigungen gezeichnet. Ich fand auch schon auf der von diesem Seemann eingereichten Karte Korrekturen mit dem Bleistift angebracht, und habe daher diese Bucht nach jener alten Karte der Admiralität gezeichnet, in welcher die

Aufnahmen unter der Kaiserin Anna zusammen getragen waren. Die Bestimmungen der Meeres-Tiefen sind ebenfalls nach dieser Karte in die unsrige aufgenommen. Die Zahlen, die hier vorkommen, geben ohne Zweifel das Maass in Fussen an, denn, wo entfernt von der Küste Zahlen vorkommen, sind sie von dem Beisatze *саж.* (*саженъ*, Klafter) begleitet; dieser Beisatz fehlt aber bei den Zahlen, die wir hier wiedergeben. Die Küsten-Beschreibungen sind in den Materialien, die ich vor mir habe, allerdings etwas dürftig. In den Berichten über jene ältern Reisen fehlen sie fast ganz, so oft auch das Bykowskij Myss genannt wird, in dessen Nähe man oft mit dem Eise zu kämpfen hatte. Ausführlicher ist Anjou's Tagebuch über seine Aufnahme, allein für unsern Zweck doch nicht speciell genug, da es ihm nur darauf ankam, die Lage der markirten Punkte durch Peilungen zu bestimmen. Ob Eis-Abhänge auf der Halbinsel sind, konnte er überdiess gar nicht entscheiden, da er am Schlusse des Winters, im April, auf dem Eise seine Aufnahme ausführte. Indessen wollen wir Alles zusammenstellen, was eine Einsicht in die hiesigen Lokal-Verhältnisse verspricht.

Man sieht auf der Karte die Küste des Festlandes aus der weiten Borchaja-Guba (Bucht) nach Nordwest verlaufen. Diese Küste ist von der Tiefe der Bucht an ziemlich hoch, und landeinwärts sieht man oft ansehnliche Berge. Einzelne vorspringende Felsen der Küste, welche Anjou namhaft macht, und zu 6 bis 12 Klafter Höhe taxirt, scheinen anzudeuten, dass ein Felsgebäude zu Grunde liegt, welches ziemlich hoch durch Diluvialmassen überdeckt ist.

Figurin sagt ausdrücklich (*Записки Адмиралтейскаго департамента Ч. V, ст. 260.* und *Сибирскіи вѣстникъ 1824*): von der Bucht Borchaja nach Osten bis zur Indigirka sei die Küste, mit Ausnahme der Umgegend des Swätoi-Noss, niedrig, von dieser Bucht nach Westen aber bergig. In dieser Beschaffenheit läuft die Küste fort bis zum Stolbowoi Kamen (Säulen-Felsen), wo das weite in viele Inseln getheilte Delta-Land der Lena mit einer Spitze in die, in Form einer Bucht auseinanderweichenden, hohen Gehänge des Lena-Thales, zwischen dem Stolbowoi Kamen und dem Myss Alach eingreift. Mit dieser Küste parallel verläuft eine Reihe von Inseln und Halbinseln, die Insel Mostach, die Nordostküste der Halbinsel Tamut(?) und die Insel Simowie Lach. Man könnte daher vermuthen, dass das Felsgebäude, welches an der allgemeinen Küste einen Abfall bildet, hier nochmals in einem kleinen zerrissenen Kamme sich erhebt. Allein diese Vermuthung wird durch die Beobachter nicht bestätigt. Anjou nennt nur die Insel Tass-Ary in der Bucht Tiksi felsig, von der Insel Simowie-Lach sagt er ausdrücklich, sie sei niedrig, und auch auf Tamut erwähnt Niemand der Felsen. Die Landenge, welche diese Halbinsel mit dem Festlande verbindet, ist in der Mitte ungemein schmal, nur 250 Klafter breit, mit einer Menge kleiner Seen oder Wasser-Ansammlungen besetzt, und so niedrig, dass, nach der Versicherung von Anjou's Begleitern, bei starkem Andränge des Wassers, die Wellen aus einer Bucht in die andere hinüber schlagen. Von dieser Stelle an erhebt sich die Küste etwas, mit erdiger Böschung, wie Anjou ausdrücklich sagt. Doch scheint

die Erhebung nur gering zu sein, denn das Vorgebirge Mostach schätzt Anjou nur zu $3\frac{1}{2}$ Klafter Höhe. „Von hier wendet sich die Küste plötzlich nach NW. allmählig sich erhebend, stellenweise abschüssig und stellenweise mit Erdstürzen versehen“. Dass sie aber irgendwo zu 30 bis 40 Faden sich erhöhe, wie Adams angibt, ist mir zweifelhaft, weil Figurin in dem oben erwähnten Berichte bemerkt, die Küste von der Borchaja-Bucht bis zur Lena-Mündung sei bergig, mit Ausnahme des Bykowskij Myss, womit er offenbar die ganze Halbinsel meint, und der Inseln vor der Lena-Mündung, (der Alluvionen). Am Bykowschen Vorgebirge fand Anjou Jakutische Niederlassungen, so wie auch auf Simowie Lach, wo dieselben sogar zahlreich waren. Die ersteren wenigstens bestanden schon als Adams hier war, und es wird dadurch unwahrscheinlich, dass Adams so viel hervorstarrende Stoss-Zähne vom Mammoth vorfand, und zwar ganz frische, also brauchbare.

Sehen wir nun den Bericht von Adams an, so ist offenbar, dass er über die Landenge fuhr. An welcher Stelle der Halbinsel er aber das Mammoth fand, wird nicht klar. Man erfährt nicht einmal, ob es an der nach dem offenen Meere gekehrten Nordost-Küste, oder an der nach dem Festlande zugekehrten lag; so viel scheint einleuchtend, dass Adams die Nord Spitze, das Bykowskij Myss, gar nicht gesehen hat, denn er sagt es bilde *trois vastes golfes*. Nun ist aber dieses Vorgebirge eine lange dünn ausgezogene Spitze, ohne alle Einbuchten. Die *trois vastes golfes*, von denen Adams sprechen hörte, sind entweder die drei ganz flachen Einsprünge, welche an

der Seeküste bemerklich sind und mehr nach der entgegengesetzten Spitze (Mostach) hinliegen, oder es sind Buchten an dem Bykowka-Busen. Das Vorgebirge Mostach, das bei Adams Manstai heisst, steht bei ihm 45 Werst vom Bykowskij Myss ab. Kurz vorher heisst es aber, die ganze Halbinsel (oder *isthme*) sei von Nordost nach Südwest 80 Werst lang. Diese Länge ist aber eben die Distanz vom Bykowskij Myss nach dem Myss Mostach. Wollte man etwa glauben, Adams habe die Landenge selbst gemeint, da er sich des Wortes *isthme* bedient, so ist zu bemerken, dass diese kaum den zehnten Theil dieser Länge, und eine völlig entgegengesetzte Richtung hat, nämlich von Südwest nach Nordost. Die Halbinsel ist nach Anjou's Karte, in grader Linie gemessen, 35 Werst lang. Folgt man genau den Einsprünge der Küste, so kann der Weg vielleicht 40 Werst betragen. Was man von 80 Werst sagte, bezog sich ohne Zweifel auf die Umfahrung der ganzen Halbinsel. So wenig hat aber Adams seine Begleiter verstanden, dass er von der Gestalt der Halbinsel gar keine Vorstellung gewonnen hat; denn er sagt, sie habe ihren Namen wahrscheinlich von zwei Spitzen in Form von Hörnern, die an dem Nordende derselben sich befinden. Allein es gibt gar keine andern Spitzen als die beiden eben genannten, welche einander völlig entgegengesetzt liegen. Dieser Umstand gibt uns einen Fingerzeig für die Stelle, auf welcher das Mammuth lag. Adams reiste wahrscheinlich in der Richtung der Landenge quer über die Halbinsel, denn sonst würde er doch wohl eine von den beiden vorragenden Spitzen gesehen haben. An der Küste,

die er auf diesem Wege erreichte, ist das Meer ganz ungewöhnlich tief. Man erkennt aus den Sondirungen, die wir in unsre Karte aufgenommen haben, dass dicht an der Küste das submarine Bette des Bykowschen Armes der Lena fortläuft, welches an einzelnen Stellen bis 60 Fuss Tiefe hat, oder wenigstens zur Zeit Laptew's hatte. Diess ist grade die Gegend, wo Adams das Mammuth wahrscheinlich fand, und es ist einleuchtend, dass diese Gegend, wie wenige andere, geeignet ist, sehr bedeutende Eis-Massen ans Ufer zu werfen, und durch neue Aufschichtungen vergrössern zu lassen.

Die Bykowsche Spitze und die Insel Simowie Lach werden, wie Anjou ausdrücklich bemerkt, als die östliche und westliche Begränzung der Bykowschen Ausmündung der Lena betrachtet. Hier müssen also alle Eis-Massen durch, welche dieser weiteste Arm des mächtigen Stromes dem Meere zusendet. Ist das Meer zur Zeit des Eisganges unruhig, so wirft es hier die Blöcke über einander, und wenn der Wind östlich oder nordöstlich ist, muss er sie, so wie sie in das offene Meer gelangt sind, mit hoch aufgethürmten Wogen gegen die Seeküste der Halbinsel schleudern, wo nur irgend eine Bucht ist, gegen welche die Woge sich concentriren kann. Es wird wenige Punkte an der Küste von Sibirien geben, die so geeignet sind, bedeutende Aufwürfe von Eis zu erhalten, denn in der Regel ist das Meer dicht an der Küste so seicht, dass grosse Eis-Massen stranden müssen, bevor sie die Küste erreichen. Ja ich gestehe, dass es mir scheint, die ganze Halbinsel sei im Wesentlichen eine Art aufgeworfener Düne. Die oben erwähnte Reihenfolge

der Inseln bestätigt diese Ansicht, und wenn man der vor hundert Jahren entworfenen Karte vollen Glauben schenken darf, so muss man auch glauben, dass diese Düne im Laufe eines Jahrhunderts sich sehr bedeutend nach Südwesten verlängert hat, denn die Spitze Mostach ist auf dieser Karte kaum merklich vorspringend gezeichnet. Der Unterschied ist so gross, dass er in der That kaum auf einer Unvollkommenheit der Aufnahme beruhen kann. Das Aufwerfen einer Düne kann hier durch das Ansammeln von Eismassen befördert werden, die den Boden des Meeres aufschürfen. Simpson sagt vom Point Barrow an der Nordküste von Amerika, es sei eine lange Spitze aus Kies und grobem Sande, welche der Druck des Eises in hohe Wälle aufgetrieben hat, die aus der Ferne das Ansehn von grossen Felsen haben. *Journal of the Geograph. Society of London*, Vol. IX, p. 221. Dünen, die mit der Küste parallel laufen, sind an der Nordküste von Amerika häufig. Bedauern muss man, dass wir für die Höhe unserer Halbinsel in ihrer Mitte keine weitem Angaben haben, als die von Adams, auf die ich wenig Gewicht lege. Auch will ich meine Ansicht in Bezug auf die dünenähnliche Entstehung durchaus nur als Frage, nicht als bestimmte Meinung aussprechen

Wir würden uns sehr ins Weite verlieren, wenn wir Alles Auffallende in dem Berichte von Adams einzeln hervorheben wollten. Da wartet z. B. der Reisende, der zu Wasser die Lena herab gefahren zu sein scheint, (was er jedoch nicht ausdrücklich sagt, es wird nur später der Böte gedacht) in Kumak Surka, weil der Wind, wie den ganzen Sommer über, ungünstig ist;

und da er günstig geworden, fährt er mit Rennthieren zu dem Lager des Mammuths, das allerdings von dem genannten Orte zu Lande am schnellsten zu erreichen ist. Braucht er denn zu einer Fahrt mit Rennthieren günstigen Wind? Oder wollte er nur sagen, dass ihn Sturm, der jedoch wohl nicht den ganzen Sommer hindurch gewüthet haben wird, am Uebersetzen hinderte? Jedenfalls kann man aus diesem Beispiele sehen, wie Herr Adams berichtete.

Was hier Zoologisches vorkommt, ist nicht weniger wunderbar zu nennen, wenn man weiss, dass es aus dem Munde eines Akademischen Adjunkten für Zoologie kommt. Die Stosszähne des Mammuths heissen nur „*cornes*“, Hörner, wie die gemeinen Russen sie nennen. *Le coccix qui forme ici l'allongement du bassin, prouve évidemment que l'animal n'a point eu de queue.* Die Schwanzwirbel — wenn auch nicht alle — sind aber noch da. Die Länge des Skeletes wird von der Spitze der Nase (der Rüssel war aber verloren gegangen) bis zu den Schwanzwirbeln auf 7 Arschin $15\frac{3}{4}$ Fuss Engl., ungefähr um $\frac{1}{3}$ zu lang geschätzt. Die Raubthiere, nämlich die weissen Bären, die *goulus* und *renards*, sollen nebst den Hunden der Jakuten das Fleisch des Mammuths verzehrt haben. Füchse kommen wohl bis an die Küste des Eismees, doch selten, desto gemeiner sind die Eis-Füchse. Und was sind die *goulus*, wohl Fielfrasse, *Gulo borealis*? Die heissen bei den Franzosen *gloutons*; *goulus* sind gefrässige Menschen, Vielfrasse in einem andern Sinne. Sollte man nicht glauben, die Worte seien aus einem Lexikon zusammen gewürfelt. Hat Herr Adams vielleicht die Uebersetzung ins Französische einem Manne

überlassen, der gar keine naturhistorische Kenntnisse hatte? Dann fällt diesem vielleicht auch die Missdeutung des Ausdruckes *ummu na ropy* zur Last. Das Rückgrath, das ganze Rückgrath! heisst *spondyle*, ein Wirbel! Herr Adams bespricht hin und her die Frage, ob das Mammuth vom lebenden Elephanten verschieden sei, und beruft sich auf Cuvier, ohne zu wissen, wo derselbe seine detaillirten Untersuchungen niederzulegen damals angefangen hatte.

All dieses Wunderbare in dem Berichte von Adams wird sehr natürlich, wenn man weiss, was auswärtige Geologen nicht wissen konnten, als sie auf den Bericht von Adams die gewaltigsten Annahmen von plötzlicher Eis-Bildung gründeten, dass nämlich Adams sein mit bedeutenden Kosten nach St. Petersburg gebrachtes Mammuth längere Zeit nicht veräußern konnte. Es war in dem unglücklichen Kriegs Jahr 1807 nach St. Petersburg gekommen, wo die Ungeheuer der Vorwelt klein waren gegen das Ungeheure der Gegenwart. Der Glanz der Preussischen Krone war gebrochen; des Kaisers Alexander edles Herz war tief verletzt von der Nothwendigkeit, einen treuen Bundesgenossen nach der Schlacht von Friedland aufzugeben. Unter diesen Umständen wurden die Knochen der Vorwelt zum Ankauf angeboten. Da galt es, das gewiss höchst merkwürdige Objekt mit so viel Wunderbarem zu bekleiden als möglich. Da galt es, seine Bedeutsamkeit in Französischer Sprache der gesammten Welt so schnell als möglich in einer eiligen Zeitungs-Notiz — mit der man es so genau nicht zu nehmen pflegt — anzupreisen. Dabei scheint Adams in die Hände eines ganz unkundigen Uebersetzers ge-

rathen zu sein; sonst würde man doch nicht *goulu* statt *glouton*, *cornes* statt *défenses*, und *spondyle* statt *colonne vertébrale* lesen. Wie viel nun diesem Uebersetzer noch sonst zur Last fällt, ist schwer abzumessen. In diesen Verhältnissen liegt, glaube ich, der wahre Grund der wunderbaren Eis-Formation, in ihnen liegt vielleicht der Grund, dass Adams später nicht wieder über diesen Gegenstand sich hat vernehmen lassen *). Sollte er etwa berichtigen oder genauer darstellen, nachdem der Zweck erreicht war? Später ist der Tunguse selbst in St. Petersburg gewesen, und man scheint nicht daran gedacht zu haben, auch ihn auszufragen!

Bei der Ungenauigkeit des einzigen Aufsatzes von Adams scheint es ganz vergebliche Mühe, eine feste Meinung über das Thatsächliche der Beobachtung aufzustellen. Es ist aber leicht möglich, dass noch einige von den Personen leben, welche mit Adams auf der Halbinsel waren, deren West-Spitze Bykowskij Myss heisst. Wir empfehlen unserm Reisenden angelegentlich:

1) In Jakutsk nachzufragen, ob dort nicht noch Personen sind, welche Adams begleiteten, und diese vollständig auszufragen.

2) Sollten keine solche Personen in Jakutsk sich finden, nachzufragen, ob man nicht an andern Orten Personen, welche an dieser Expedition Theil hatten, noch am Leben weiss, und wo möglich diese Personen nach Jakutsk kommen zu lassen, um sie auszufragen. Adams hatte bei sich den Finder des

*) Adams hat später einige botanische Abhandlungen publicirt.

Mammuths, den Tungusen Ossip Schumachow, einen Kaufmann aus Kuma-Surka, mit Namen Bjelkow, drei Kosaken, zehn Tungusen und seinen Jäger.

3) Sollten aber keine solchen Personen mehr am Leben sein, so würden deren Kinder — besonders die Kinder der damals hier wohnenden Tungusen, wohl noch eine ziemlich zuverlässige Auskunft geben können. Solche Nachrichten gehen hier nicht so leicht aus.

4) Wenigstens wird es möglich sein, Personen aufzutreiben, welche die Halbinsel, auf der das Mammuth gefunden wurde, kennen, und eine Beschreibung derselben liefern könnten. Diese Leute müssten doch wissen, ob dort bleibende Eis-Berge auf, oder vielmehr in dem Lande liegen. Denn, hätten die Eisberge von der Zeit an bestanden, in welcher die Mammuth untergingen, so würden sie doch seit der Anwesenheit von Adams (1806) nicht verschwunden sein.

Sollte es nicht gelingen, durch Berichte dieser Art von der Nicht-Existenz der Eis-Felsen sichere Kunde einzuziehen, so wäre zu wünschen:

5) Ein zuverlässiger Mann von Bildung würde an die besprochene Halbinsel abgefertigt, um von ihr eine verständliche Beschreibung zu liefern, und Nachricht heim zu bringen, ob noch jetzt von den Eis-Felsen etwas zu sehen ist.

Herr v. Middendorff wird ersucht, da er selbst den Sommer über anderweitig beschäftigt sein wird, in Jakutsk, oder an andern Orten Sibiriens, sich nach hiezu qualificirten Personen umzusehen, und sie der Akademie in Vorschlag zu bringen, die dann gewiss

für eine solche Seiten-Expedition die nöthigen Schritte thun wird.

Der Gegenstand ist ohne Zweifel einer Untersuchung werth, selbst wenn das Resultat nur ein negatives sein sollte. Es ist überdiess dringende Zeit dazu. Agassiz's Theorie von ehemaligen, weit verbreiteten Glätschern ist im Begriffe immer allgemeiner sich zu verbreiten. Bevor sie auch hier Platz greift, ist es wünschenswerth, dass man die Tenne rein fege und ein geologisches Vorurtheil entferne, oder es als sichere Thatsache vor jedem Zweifel schütze. Sollte sich hier wirklich ein mächtiges Eislager finden, das man nicht dem Schwimm-Eise zuschreiben kann, nun so hätte man ja hier vielleicht einen Rest jener vorweltlichen Eis-Massen, von Diluvial- oder Alluvial-Massen überdeckt und durch günstige Verhältnisse aufgeschlossen, zur Beglaubigung einer Theorie, die durch die kühne Supposition einer solchen weit verbreiteten Eisbildung erschreckt, und mit Recht Zweifel und Widerspruch erregt hat, von der man aber gestehen muss, dass sie die Bildung, der Schrammen, Furchen, Abglättungen und Abschleifungen der Scandinavischen Felsen verständlich macht, wenn man einmal das Vorhandensein einer Eis-Masse, die nicht von hohen Gebirgen herabsteigt, sondern auch geringe Höhen oder Flächen bedeckt, zugestehen kann oder muss.

Mir scheint also, um noch ein Wort zum Schlusse zu sagen, dass man die Halbinsel des Bykowskij Myss nochmals untersuchen müsse. Ist sie nach Art der Dünen gebildet, so wird das Eis in ihr wohl nicht uralt sein. Dünen erzeugen sich aber nur an

flachen Küsten und hier ist das Meer ungewöhnlich tief? Aber eben weil es hier tiefer ist als an der übrigen Küste und die Tiefe nur schmal ist, muss man an ein Flussbette denken und fragen, ob sich hier nicht das Flussbette erst ausgegraben hat, nachdem das grosse Delta-Land der Lena so weit sich vergrössert hatte, dass das meiste Wasser hierher zurückgedrängt ward, das nun die Düne benagt? Findet sich hier wirklich ein Eis-Klint, wenn auch nur zu Zeiten, oder ein Eis-Berg, so mögen Diejenigen, welche begreifen können, wie eine Masse wie das Mammoth, mit oder ohne Eishülle 100 Schritt weit weggerutscht ist, glauben, dass es von diesem Eis-Berge kam. Mir scheint aber in dem Berichte des Tungusen, so wie ihn Adams mittheilt, der Beweis zu liegen, dass es in aufgehäuften Schwimm-Eise lag. Ist diese Ansicht richtig, so darf man die ursprüngliche Lagerstätte da suchen, wo noch viele andere Mammoth-Reste vergraben liegen. Vielleicht hat aber Adams oder vielmehr sein Uebersetzer den Bericht des Tungusen nicht treu wiedergegeben? Möglich — aber jede Umänderung in demselben wäre blosser Willkür.

V. Ausdehnung des grossen Eis-Bodens in der alten Welt.

§ 1. *Allgemeines.*

Dass nicht allein der baumlose Küsten-Saum von der Ausmündung des Weissen Meeres bis zur Berrings-Strasse bleibendes Boden-Eis enthält, sondern

ein zusammenhängender weit ausgedehnter Eis-Boden in manchen Gegenden sehr weit nach Süden sich erstreckt, ausgedehnte Wälder und Aecker trägt, ist jetzt wohl als gewiss zu betrachten. Obgleich die Südgränze dieses Eis-Bodens noch lange nicht hinlänglich bekannt ist, so lässt sich doch kaum zweifeln, dass die Hälfte vom Asiatischen Antheile des Russischen Reiches, so wie der grösste Theil des Amerikanischen, auf bleibendem Eise ruht. Wir dürfen sogar fragen, ob nicht der Eis-Boden aus den Gränzen des Russischen Reiches nach Süden heraustritt und in das Chinesische hinübergeht, wenn wir gewissen Berichten volle Glaubwürdigkeit beimessen wollen — und die Höhen nicht auf den Meeres-Horizont reduciren, sondern, die Erdoberfläche in der Gestalt, die sie wirklich hat, betrachten.

Da die Breite dieses Eis-Bodens nach den verschiedenen Längen-Graden sehr verschieden ist, so wollen wir das Ganze der Länge nach in Sektionen theilen, um die spärlichen Data über seine Ausdehnung, die wir haben auffinden können, zusammen zu stellen, besonders aber, um darauf aufmerksam zu machen, wo man zunächst Untersuchungen anzustellen haben wird, um diese Gränze näher zu bestimmen, und die Einflüsse, welche die Höhen-Verhältnisse auf dieselbe ausüben, zu finden.

Wir unterscheiden also den Europäischen Antheil diesseit des Ural; den Ural-Rücken selbst mit seiner insularischen Verlängerung, die man Nowaja-Semlja nennt; West-Sibirien oder das Flussgebiet des Ob; Mittel-Sibirien, oder das Flussgebiet des Jenissei mit den kleinern Flüssen Pjässida und Chatanga,

mit Ausschluss aber des Baikal-Gebietes; Ost-Sibirien oder die Flussgebiete der Lena, Indigirka u. s. w. mit Hinzuziehung des Baikal-Gebietes und der Quellen des Amur; Kamtschatka mit den Inselketten, und wollen zuletzt einen Blick auf Amerika hinüberwerfen.

Es ist mehr die Aufgabe der nachfolgenden Zusammenstellung, einleuchtend zu machen, dass es noch einer Menge direkter Beobachtungen bedarf, um die Süd-Gränze des zusammenhängenden Eis-Bodens zu bestimmen, als diese im Einzelnen zu verzeichnen. Es ist daher auch überflüssig oft zu wiederholen, dass man noch nicht entscheiden könne, ob das Boden-Eis, das man in einer bestimmten Gegend gefunden hat, insularisch in ihr vorkomme, oder mit dem grossen Eis-Boden zusammenhänge — ja, ob es überhaupt bleibendes sei, oder vergängliches. Temperatur-Beobachtungen würden eher leiten können, aber diese fehlen aus Ost-Sibirien fast gänzlich. Die Karte, auf welcher wir versucht haben, die Ausdehnung des Eis-Bodens darzustellen, soll also auch nur ein geographisches Verzeichniss einer langen Reihe von Fragen sein. Sie hat nur den Zweck, berichtigt zu werden und wir wünschen, dass sie solche Berichtigungen hervorrufen möge.

Eben weil es jetzt nur darauf ankommt, die Gränzen in der Natur aufzusuchen, haben wir überall die Höhen nicht auf das Meeres-Niveau reducirt gedacht. Die Frage, ob dieselbe Gegend Boden-Eis haben würde, wenn sie weniger hoch läge, — ist eine theoretische, an die man sich nur dann mit Erfolg wird wenden können, wenn wir über Boden-Temperatur und die

Leitungsfähigkeit für die Wärme in verschiedenen Boden-Arten mehr Beobachtungen besitzen, als jetzt.

Ich betrachte den grossen Eis-Boden der alten Welt als ein Continuum, ohne damit behaupten zu wollen, dass die Substanz selbst — das Boden-Eis, ununterbrochen zusammenhänge. Obgleich ich glaube, dass wohl überall, wo der Boden nicht fester Fels ist, einige Feuchtigkeit in ihm sein muss, welche, wo der Boden stets unter 0° R. erkaltet bleibt, als Eis sich finden wird, so leuchtet doch ein, dass bedeutende Fels-Gebirge, wie z. B. der nördliche Theil des Uräl, die Continuität dieser Substanz unterbrechen werden. Es schien aber eine ganz leere Mikrologie, zu bemerken, dass an solchen Stellen der Eis-Boden unterbrochen sei, denn einerseits würden durchgehende Spalten verbindende Brücken bilden, und vor allen Dingen kommt es ja auf die Bestimmung der Boden-Temperatur an.

Viel wichtiger und wesentlicher ist die Frage, in welchem Maasse die Mächtigkeit des Boden-Eises einer Gegend auf die Mächtigkeit in einer andern und auf die Ausdehnung in der Fläche schliessen lasse. Sie hängt davon ab, wie das Verhältniss der mittlern Luft-Temperatur zu dem Dasein von bleibendem Boden-Eise angenommen wird. Diese Frage übergehen wir hier absichtlich, um sie in einem spätern Abschnitte zu beleuchten.

Dass insularischer Eis-Boden ausserordentlich weit entfernt vom grossen, kontinuierlichen vorkommen könne, haben wir noch neulich durch die sehr auffallende Beobachtung von bleibendem Boden-Eise im Herzogthum Nassau, am südlichen Fusse des Wester-

waldes erfahren*). Ein ähnliches Beispiel ist aus Böhmen bekannt, und zwar auch in einem Lager von Basalt-Blöcken. Ob ein Berg in Virginien, dessen West-Abhang gleichfalls zu jeder Jahreszeit Eis enthält, von ähnlicher Beschaffenheit ist, weiss ich nicht anzugeben. Diese Lokalitäten, welche wahrscheinlich in Folge einer anhaltenden Verdunstung bleibendes Boden-Eis enthalten (Anh. No. 52.), müssen uns vorsichtig machen, bei den Nachrichten aus Sibirien sogleich auf Zusammenhang mit dem grossen Eis-Boden zu schliessen. Noch viel weniger lässt sich aus den Eis-Höhlen erkennen, die in sehr viel wärmeren Gegenden vorkommen.

§ 2. *Europäischer Antheil des grossen Eisbodens
der alten Welt*

Von Europa wusste man bisher nur, dass der äusserste Winkel dieses Welttheils, welcher Nowaja Semlja gegenüber liegt, bleibendes Boden-Eis enthalte, und auch diese Ueberzeugung beruhte nur auf ganz unbestimmten Nachrichten, dass in der Samojuden-Tundra der Boden in der Tiefe nicht aufthauet, die man von alter Zeit her sich wiederholte. Das Wohngebiet der Samojuden ist aber sehr weit ausgedehnt, und es blieb unentschieden; aus welcher Gegend die Nachrichten herstammten, denn Sujew ist gar nicht im Europäischen Antheile des Samojuden-

*) Den umständlichen Bericht über das Eisfeld bei Dornburg von Herrn Thomä kannte ich noch nicht, als S. 388 gedruckt wurde, wo ich die erste Nachricht über diese Verhältnisse im Sinne hatte.

Landes, d. h. diesscit der Jugrischen Strasse gewesen. Noch viel weniger liess sich über die Mächtigkeit des Eises etwas sagen.

Ich verdanke aber dem Herrn Schrenk, welcher für den Kaiserl. bot. Garten die Samojuden-Tundra bis zum Ural bereiste, und auf alle Verhältnisse der Natur aufmerksam war, die sehr schätzbaren Mittheilungen, welche hier unter No. 35. angehängt sind, und das bleibende Boden-Eis bei Mesen nachweisen. Herr Doctor Ruprecht, der im vorigen Jahre (1840) die Kanin-Halbinsel und die Insel Kolgudjew bereiste, hat die Gefälligkeit gehabt, über diese Gegenden mir werthvolle Mittheilungen zu machen, und der Obrist v. Krusenstern hatte die Güte, auf einer Reise in das Land der Syrjänen, auf meine Bitte Nachfragen über unsern Gegenstand anzustellen.

Ich musste mir auch die Frage vorlegen, ob das zusammenhängende Eis sich nicht vielleicht bis nach Lappland hinzieht. Ich glaube aber diese Frage verneinen zu müssen. Es versteht sich von selbst, dass unter den Schneedecken einzelner hoher Berge, wie sie in Senjen sich finden, oder der bleibenden Schneelager, die in Klüften und an den Gehängen tief eingerissener Flüsse hie und da vorkommen, der Boden nicht aufthauen kann. Allein das sind nur einzelne Punkte. Von einem grössern Lager von Boden-Eis in Lappland kenne ich weder bestimmte Beweise, noch auch Andeutungen. Vielmehr ist bekannt, dass noch bei Enontekis, bei einer Höhe von 1600 P. Fuss über dem Meere und einer mittleren Luft-Temperatur von -5° C. die Quellen $+1,2$ C. Wärme haben, und Wahlenberg's Beobachtungen der Quellen-Temperaturen ha-

ben überhaupt zu dem allgemeinen Schlusse geführt, dass der Boden in Lappland merklich wärmer ist, als die mittlere Temperatur der Luft. Unter No. 32. habe ich ein Paar Quellen-Temperaturen aus Ost-Lappland mitgetheilt. Sie weisen nach, dass man bei Wadsöe und bis an die Fischer-Halbinsel (*Rybatsch*) kein bleibendes Boden-Eis erwarten darf. Auch sagt mir Kapt. Reinecke, dass er an der Nordküste der Halbinsel vom Russischen Lappland einen Brunnen im Sommer gegraben habe, ohne auf eine gefrorene Schicht getroffen zu sein. Nun wird zwar die Halbinsel Kola, je weiter man nach Osten geht, um so kälter, allein in der Temperatur des Bodens scheint die Abnahme viel geringer als in der mittleren Temperatur der Luft, auf welche die strengere Winterkälte der Umgebung des Weissen Meeres und des östlichen Festlandes viel unmittelbarer einwirkt, als auf die Temperatur des Bodens. In der That habe ich in der grossen Fischer-Halbinsel ein Paar Quellen von + 2 R. gefunden, also noch etwas wärmer als die Quelle von Wadsöe nach Helland's Messung, vielleicht weil das Meer, dessen Mittel-Temperatur hier sehr viel höher ist, als die des Landes, Wadsöe nur mit einem Busen erreicht, die Fischer-Halbinsel aber fast ganz umgibt. Weiter nach Osten habe ich keine Quelle gesehen, welche ein gutes Maass für die Boden-Temperatur hätte abgeben können. Allein ich fand an der Ostküste bei Tri Ostrowa schon im Anfange des Juli den Boden so tief aufgethaut, dass ich nirgends mit einer Brechstange Eis erreichen konnte, obgleich an der Südküste derselben Halbinsel acht Tage vorher sumpfige Stellen nur bis zu einem Fuss tief

aufgethaut waren. Dass an der Ostküste kein Eis in der Tiefe des Bodens ist, schliesse ich ferner daraus, dass nach dem Verschwinden der Schneemassen die in tiefen Einschnitten des Ufers sich bis zum Ende des Juli oder bis zum Anfange des Augusts erhalten, der Boden so schnell erwärmt wird, dass im Spätherbste die Vegetation in diesen Einschnitten nur wenig hinter der der früh erwärmten Vorsprünge zurückbleibt, wie im Anhange unter No. 32 näher auseinandergesetzt wird. Ich glaube also, dass an der Ostküste selbst, der Winter-Frost nicht einmal tief eindringt, wahrscheinlich weil das Meer hier kaum einen Eis-Saum bildet. Bedeutend tiefer dringt ohne Zweifel der Frost an der Südküste ein, wo ein breiter Eisrand sich lange auf dem Weissen Meere erhält. Allein auf meine wiederholten Anfragen, ob man Erfahrungen habe, dass, beim Eintritte des neuen Winters, Eis in der Tiefe des Bodens gefunden werde, habe ich keine bejahende Antwort erhalten können, obgleich dieser Theil der Küste mehrere Russische Ansiedelungen hat.

Eben so wenig habe ich Nachrichten über bleibendes Boden-Eis von der Westküste des Weissen Meeres erhalten können.

Ich muss sogar glauben, dass bei Archangel und zwar fast eine Werst von dem erwärmenden Bette der Dwina der Winter-Frost nicht sehr tief in den Boden eindringe, da schon in der ersten Hälfte des Juni unter einer Erd- und Torf-Schicht, von einer bis anderthalb Arschinen Mächtigkeit, Wasser sich fand, das beim Durchstechen jener Schicht hervorsprang. Der Boden sinkt im Juni-Monat unter jedem einzel-

nen Menschen, der ihn betritt, ein; es scheint daher, dass unter ihm keine Eisschicht von einiger Mächtigkeit vorhanden ist (Anh. 33).

Nicht weit nach Nord-Osten von der Mündung der Dwina scheint aber die Gränze des grossen Eis-Bodens zu liegen. Herr Doktor Ruprecht ist zwar etwas zweifelhaft, ob bei Mesen ($65^{\circ} 50'$ n. Br.) der Boden in der Tiefe gefroren bleibt, weil er in der Stadt eine Quelle von $+ 1^{\circ}$ R. fand; allein er selbst erklärt sie für eine schlechte. Man darf also wohl annehmen, dass sie aus den oberflächlichen, aufgethauten Schichten gespeist wurde. Habe ich doch sogar in Nowaja Semlja eine scheinbare Quelle zu $\frac{1}{2}^{\circ}$ R. gefunden, ohne dass ein Zufließen des Tag-Wassers zu sehen gewesen wäre. Doch konnte sie nur aus den obersten Schichten gespeist sein, die viel weniger erwärmt waren, als bei Mesen. Bei dem letzten Orte muss auch das Bette des nicht unbedeutenden Flusses erwärmend wirken. Die Angaben des Herrn Schrenk (Anh. 35, *d*), dass in der Umgegend von Mesen in etwa 3 Arschin Tiefe eine gefrorene Schicht sich finde, die mit 6 Arschin (14 Fuss) noch nicht durchgangen wird, scheinen mir an sich so bestimmt, dass man nicht Grund hat, sie auf eine beschränkte Lokalität zu beziehen. Sie stehen aber auch mit der Mittheilung des Herrn Dr. Ruprecht in Harmonie, dass, nach Aussage der Eingebornen, an den kleinen Flüsschen Ness und Wishass man den Boden wenigstens stellenweise stets gefroren finde. Beide Flüsschen liegen unter $66\frac{1}{2}$ bis 67° n. Br., südlich von der Kanin-Halbinsel, das erste dem Weissen Meere, das

zweite der Tscheskaja-Bucht des Eismeeers zufließend (Anh. 34, b).

Dass Herr Dr. Ruprecht auf der Kanin-Halbinsel kein Boden-Eis fand, konnte vielleicht Folge seiner geringen Mittel sein, denn mit Brechstangen würde der Eis-Boden auch kaum zu erreichen sein, wenn über ihm das Erdreich 3 Arschin tief aufthaut. Vielleicht ist aber auch in dieser vom Meere fast umschlossenen Halbinsel in der That noch kein bleibendes Boden-Eis. An der West-Küste derselben strömt täglich die Fluth in das Weisse Meer hinein, und führt das verhältnissmässig warme Wasser von der Küste Lapplands hier vorbei. Im Weissen Meere muss es den Sommer hindurch merklich erwärmt werden, und so bringt es die Ebbe wieder an diese Küste zurück. Ich hatte deswegen an der West-Küste kaum bleibendes Eis in der Tiefe erwartet, wohl aber an der Ostküste. Das Meer scheint nämlich zu jeder Jahreszeit bedeutend kälter östlich von der Ausmündung des Weissen Meeres als westlich von derselben. Westlich gefrieren nur die tiefern Theile enger Buchten und jenseit Wardöe gefriert das Meer, so viel ich erfahren konnte, auch in den Buchten nicht. Oestlich bildet sich nicht nur in jedem Winter ein breiter Eis-Saum, und im Frühlinge treiben die Bruchstücke desselben bis zum Kanin - Vorgebirge. Den ganzen Sommer hindurch kommen grosse Eis-Massen aus dem Karischen Meer durch beide Meerengen, welche die Insel Waigatsch vom festen Lande und von Nowaja Semlja trennen, und lassen das Wasser zwischen Waigatsch, Nowaja Semlja, der Timanischen Küste und Kolgujew wenig über den Gefrierpunkt sich erwärmen.

Diese Abkühlung muss auf die Tscheskaja-Bucht noch einen bedeutenden Einfluss ausüben, obgleich sie mit Ausnahme des Winters und des Frühlings eisfrei ist. Die mittlere Luft-Temperatur wird auf der Kanin-Halbinsel ohne Zweifel unter dem Gefrierpunkte sein. Ich hatte daher erwartet, dass das Meer auf die Osthälfte der Halbinsel nicht erwärmend genug wirken würde, um die Wirkung der Luft-Temperatur auf den Boden aufzuheben. — Merkwürdig bleibt es jedenfalls, dass die Insel Kolgudjew, die nicht viel weiter nach Nordost liegt, und deren Luft-Temperatur, im Winter ohne Zweifel höher ist als in der Kanin-Halbinsel, nicht nur Boden-Eis bleibend enthält, sondern dieses noch im Juli-Monat durchschnittlich nur $\frac{1}{2}$ Arschin, und stellenweise noch viel weniger tief gefunden wird (Anh. 34, a). Der Einfluss des wärmern Sommers auf die Kanin-Halbinsel, eine Folge ihrer Verbindung mit dem Festlande, ist hier unverkennbar. Es bleibt daher fraglich, ob tiefere Bohrversuche hier nicht auch bleibendes Boden-Eis in der Tiefe nachweisen würden. Im Falle es aber fehlen sollte, wäre zu untersuchen, ob es auf Kolgudjew wirklich bleibend ist, denn es ist kaum glaublich, dass in Kolgudjew die mittlere Temperatur des Bodens in derjenigen Tiefe, wo sie unveränderlich bleibt, viel niedriger sein sollte als in der Kanin-Halbinsel.

Dass von Mesen östlich kontinuierlicher Eis-Boden ist, den äussersten Küsten-Saum etwa ausgenommen, der aber gegen die Jugrische Strasse auf ein Minimum sich beschränken dürfte, ist wohl nicht zu bezweifeln, und wird auch von ältern Nachrichten behauptet.

Bei Pustosersk fand Herr Schrenk im September, also der passendsten Jahreszeit für diese Gegenden, auf einer sonnigen Fläche in einer Tiefe von 3 Arschin 9 Werschok (fast 9 Fuss Engl.), welche den dortigen Einwohnern ganz ungewöhnlich gross schien, bleibendes Boden-Eis. Nach einer Erfahrung, welche hier früher beim Graben eines Brunnens gemacht war, kann man die Mächtigkeit desselben zu wenigstens 8 bis $8\frac{1}{2}$ Faden schätzen (Anh. 35, b). Wie weit nach Süden der Eis-Boden in dieser Gegend reiche, wagt Herr Schrenk nicht zu bestimmen, doch zweifelt er nicht, dass die ganze baumlose Fläche auf Eis-Boden ruht, und noch der nördliche Saum der Wald-Region (Anh. 35, c). Bis über die erste Haupt-Krümmung der Petschora (ungefähr unter $65\frac{3}{4}^{\circ}$ n. Br. (Anh. 35, a) reicht er nach Schrenk. Im Pinegaer Kreise, um den nördlichsten grössern Zufluss der Dwina, ist aber kein bleibendes Boden-Eis (Anh. 35, e). Somit dürfte wohl das ganze Dwina-Gebiet frei davon sein, die Petschora aber an ihrer östlichen Umbeugung und im untern Theile ihres Laufes im Eis-Boden verlaufen. An der westlichen Umbeugung scheint nach den Erkundigungen des Obristen v. Krusenstern, der sich längere Zeit in Ishma aufhielt, kein bleibendes Boden-Eis zu sein.

§ 3. *Bergzug des Ural und West-Sibirien.*

Dass am Bergrücken des Ural das bleibende Boden-Eis sich weiter nach Süden zieht, als zu beiden Seiten, liesse sich als gewiss annehmen, da der nördliche Theil des Ural eine bedeutende Höhe hat, auch wenn nicht Gegenden, die mehrere Meilen vom

Rücken des Gebirges ab zur Seite liegen, mit weiter entlegenen verglichen, den Beweis hiervon lieferten.

Der Ural hat nordwestlich von Bogoslawsk, also ziemlich genau unter 60° Br., sehr bedeutende Höhen, auf denen Herr v. Helmersen in Einsenkungen ausgedehnte Schneemassen fand, welche sich das ganze Jahr hindurch erhalten, obgleich die Kuppen selbst ihn im Verlaufe des Sommers verlieren. Die Höhe dieser Berge soll von Herrn Fedorow trigonometrisch bestimmt sein, doch sind die definitiven Resultate der Messung noch nicht bekannt gemacht. Eine Aeusserung dieses Reisenden gegen Herrn v. Helmersen, dass sie 8 bis 9000 Fuss betragen möge, welche durch die Reisebeschreibung des Prof. Rose bekannt geworden ist, scheint Herr v. Helmersen selbst als eine nur ganz vorläufige zu betrachten, da er in der Beschreibung seiner Reise in den Ural sich darauf beschränkt, zu bemerken, dass diese Höhen beträchtlicher seien, als alle in der Süd-Hälfte der Uralkette*).

Auf diesen Höhen also erreicht wohl das bleibende Boden-Eis an einzelnen Punkten unter den Schneelagern die Oberfläche. Weiter nach Süden wird es aber bald wohl ganz schwinden, da der Rücken des Ural sich stark senkt und in der Breite von ungefähr 56° , wo die grosse Strasse nach Katharinenburg über ihn geht, dieser Pass zwischen Klenowskaja und Kirgischewskaja nur eine absolute Höhe von 1271 Fuss Par. M. hat, welche nicht bedeutend über das benachbarte nach Osten und Westen sehr allmählig abfallende Land sich erheben kann. Durch eine ähnl-

*) Diese Beiträge. V. S. 27.

liche breite, wenn auch nicht ganz so tiefe Einsenkung führt die Strasse nach Werchoturic etwa unter dem 59° der Breite, und zwischen beiden Pässen ist das Gebirge nicht hoch. So kann man den Punkt des Ural, an welchem sich das Aufhören des bleibenden Eises erwarten lässt, unter etwas weniger als 60° Breite suchen.

Dass der Höhenzug des Ural erkältend auf den anstossenden nur wenig erhobenen Boden wirkt, lässt sich aus der Bemerkung des Herrn Schrenk erkennen: dass in der hohen Breite, unter welcher er den Fuss des Ural erreichte, er (im August) den Boden bisweilen unmittelbar unter dem Rasen gefroren fand, und die Rennthiere nie mehr als einen Fuss einsanken, weiter nach Westen aber viel tiefer (Anh. 35, c). Selbst in der geringen Quellen-Temperatur, welche Erman bei Perm fand, $2^{\circ},5$ C., scheint eine Wirkung des Ural sich zu beurkunden. Da Quellen in diesen Gegenden nicht nur, wie schon oft besprochen ist, eine bedeutend höhere Temperatur als die mittlere der Luft anzuzeigen pflegen, sondern, wie ich glaube, auch eine höhere als die allgemeine des Bodens, so darf man vielleicht schon zwischen Tscherdyn und dem Fusse des Ural bleibendes Boden-Eis erwarten.

Bestimmter sind unsere Nachrichten von der Ostseite des Gebirges. In der Umgegend von Bogoslowsk, das nur etwa 12 Minuten weniger als 60° Breite hat, findet sich wenigstens stellenweise bleibendes Boden-Eis. Der Oberbergmeister Beger hatte diese Erfahrung gemacht, und liess während der Anwesenheit der Herren v. Humboldt und Rose, um diese Reisenden zu überzeugen, an einer torfigen Stelle

graben, wo man am 5ten Juli den Boden 6 Fuss tief aufgethaut fand, dann aber Boden-Eis traf, in welchem man noch 5 Fuss weiter vordrang, ohne seine Gränze erreicht zu haben. Im August des vorhergehenden Jahres hatte Herr Beger diese Eis-Schicht $9\frac{1}{2}$ Fuss mächtig gefunden. In der ersten Nachricht, welche wir über diese Erfahrung in Humboldt's *Fragments asiatiques* erhielten, war nicht ausdrücklich gesagt, dass mit $9\frac{1}{2}$ Fuss diese gefrorne Schicht ganz durchsunken war. Nach der Darstellung des Herrn Prof. Rose, die wir im Anhang (No. 37, a), wörtlich wiederholen, scheint es allerdings, als ob Herr Beger die untere Gränze erreicht zu haben glaubte. Vielleicht ist diese Erfahrung dieselbe, deren Erman erwähnt (Anh. 37, b); dann wäre ausdrücklich gesagt, dass wenigstens in 20 Fuss Tiefe kein Eis gefunden wurde.

Angenommen diese Ansicht sei die richtige, so kann man doch kaum zweifeln, dass ein Theil des hier gefundenen Boden-Eises unvergänglich war. Nach Quetelet's Untersuchungen braucht die Wärme von Belgien fast 100 Tage, um bis in die Tiefe von 15 Fuss vorzudringen. Viel langsamer und weniger tief muss die Erwärmung fortschreiten, wenn bis auf die Tiefe von mehr als 15 Fuss Eistheile vorkommen, durch deren Schmelzung eine Menge Wärme gebunden wird. Aus diesem Grunde werden überhaupt in höhern geographischen Breiten die jährlichen Variationen der Temperatur minder tief eindringen, worüber Beobachtungen bisher noch fehlen, aber im höchsten Grade wünschenswerth sind.

Diesen Erfahrungen von bleibendem Boden-Eise, das wenigstens stellenweise in Bogoslowsk vorkommt, scheinen auf den ersten Anblick freilich ziemlich zahlreiche Beobachtungen von Quellen-Temperaturen, die wir aus der Umgegend dieses Ortes besitzen, und die wir im Anhange unter No. 41 zusammengestellt haben, zu widersprechen. Allein abgesehen davon, dass überhaupt Quellen nur ein unsicheres Maass für die Temperatur des Bodens abgeben, besonders in Gebirgsgegenden, so wird von den Erman'schen Beobachtungen der Quellen zu $2^{\circ},94$, $3^{\circ},38$, $3^{\circ},94$, ja sogar zu $6^{\circ},21$ C. ausdrücklich von ihm und Kupffer bemerkt, dass die drei letzten Beobachtungen in ansehnlicher Tiefe angestellt wurden. Nimmt man nun hinzu, dass Humboldt und Rose in der Tiefe von 25 bis 31 Lachter das Wasser $2,8$ bis 3° R. fanden, während die Luft in derselben Grube $+ 7,8$ R. Temperatur hatte (bei $12^{\circ},4$ äusserer Luft-Temperatur), so springt in die Augen, dass hier die Luft erwärmend auf das Wasser einwirkt, möge nun die Anwesenheit der Arbeiter, der Lichter oder irgend eine andere Ursache die Luft der Grube so bedeutend über die allgemeine Boden-Temperatur erheben. Man kann also die Temperatur des Gruben-Wassers zur Bestimmung der Boden-Temperatur hier nicht in Anwendung bringen. Auch finden wir die zu Tage gehenden Quellen niedriger — nach Rose eine zu 2 R., nach Helmersen (ob dieselbe, wissen wir nicht) zu $1,25$. Aber auch die letztere brach aus Felsgrund hervor. Schon Rose vermuthet, dass die mittlere Boden-Temperatur hier $+ 1^{\circ}$ R. sein möge, und Erman schätzt sie zu $+ 0,9$ R. (Anh. 37, c). Ich gestehe, dass

ich geneigt bin, sie für noch geringer zu halten, weil es kaum glaublich ist, dass sumpfige Stellen in so bedeutenden Tiefen Eis behalten würden, wenn die mittlere Boden-Temperatur $\frac{9}{10}$ oder einen ganzen Grad der achtzigtheiligen Skale über 0 betrüge. Dazu kommt, dass die mittlere Luft-Temperatur dieser Gegend jetzt mit einiger Sicherheit sich ermitteln und fast zu -1°R. sich bestimmen lässt. Ist nun auch, worauf wir später zurückkommen werden, die Boden-Temperatur in diesen Gegenden gewöhnlich höher, als die mittlere Luft-Temperatur, so wird doch die Differenz schwerlich 2°R. betragen

Wir haben etwas ausführlich über die Temperatur des Bodens bei Bogoslowsk gesprochen, um hervorzuheben, dass jedenfalls diese Gegend dem Rande des grossen Eis-Bodens nahe liegt, und dass sie also sehr wichtig ist, um diesen Rand genau zu bestimmen, in so weit derselbe überhaupt durch Beobachtungen bestimmt werden kann, dann aber auch besonders geeignet, um den Einfluss der Lokalitäten auf Bildung und Erhaltung des Eises in der Tiefe durch Beobachtungen zu ermitteln. Eine Menge anderer Aufgaben schliessen sich hieran, die wir jetzt nicht berühren, da hier nur von empirischer Ermittlung der Süd-Gränze des grossen Eis-Bodens die Rede ist.

Weiter nach Osten vom Ural, im Flachlande von West-Sibirien, tritt ohne Zweifel diese Gränze des Eis-Bodens zuvörderst weiter nach Norden zurück, geht dann aber, weiter nach Osten, wieder rasch mehr nach Süden vor. Vergleichenungen der Nachrichten über den Erfolg des Feld- und Gartenbaues an den

Ufern des Irtysch und des Ob vor der Vereinigung beider, lassen erkennen, dass in gleicher Breite die Ufer des Irtysch mit seinen Zuflüssen begünstigt sind gegen die des Ob. Doch senken sich die Isothermen des Bodens wohl nicht in dem Maasse von Beresow nach Süden, wie Erman zu glauben geneigt ist, da er den Boden bei Tobolsk für sehr wenig wärmer hält, als den von Beresow. Nach seinen Bohrversuchen hatte er nämlich bei Beresow in der Tiefe von 23 Fuss Engl. $+ 1^{\circ},6$ R. (Anh. 39) bei Tobolsk in der Tiefe von 30 Fuss $+ 1^{\circ},8$, in einer andern Lokalität $+ 2^{\circ}$ R. (Anh. 38) gefunden. Die allgemeine Gültigkeit dieser Messungen ist schon deshalb unwahrscheinlich, weil die Vegetation sehr verschieden ist. Die Umgegend von Tobolsk ist ein ziemliches Kornland. Der Kornbau reicht aber lange nicht bis Beresow. Allerdings sind zuweilen die Versuche Korn zu bauen daselbst geglückt, aber sie sind immer wieder aufgegeben. Noch im Jahr 1827 wurden einem hiesigen Kaufmanne Nishegorodzow 50 Dessätinen Land bewilligt, die er sich selbst aussuchen konnte, unter der Bedingung, dass er sie zurückgeben müsse, wenn er sie nicht mehr zum Feldbau verwenden werde *). Zur Zeit dieser Versuche war Erman hier, und man erzählte ihm von zwanzigfacher Erndte der Gerste. Dennoch ist der Kornbau wieder aufgegeben worden. Nach den gefälligen Mittheilungen des Fürsten Gortschakow, General-Gouverneurs von West-Sibirien, die ich noch in diesem Jahre von ihm erhielt, ist Kondinskoe (62°

*) Поѣздка къ Ледовитому Морю Белявскаго ст. 29.

n. Br.) jetzt der nördlichste Ort in West-Sibirien, bei welchem man Korn baut, und auch hier dürfte es nur ein Versuch sein, den man macht. Wenigstens finde ich in der statistischen Uebersicht von West-Sibirien, welche im Jahr 1837 in den *Материалы для статистики* nach officiellen Quellen* gegeben wird, gar kein Ackerland in dem ganzen Beresowschen Kreise, zu dem auch Kondinskoe gehört, aufgeführt, da doch das Ackerland in andern Kreisen bis auf die Dessätinen genau angegeben wird.

Nun ist zwar die mittlere Bodenwärme nicht das alleinige Maass für das Gedeihen des Kornes. Heisse Sommer können durch Erwärmung der obern Schichten ersetzen, was der mittleren Temperatur abgeht. Allein das Klima ist nicht viel weniger excessiv in Beresow als in Tobolsk. Vor allen Dingen lassen aber alle anderweitigen Nachrichten glauben, dass die Lokalität, in welcher Erman seine Bohrversuche bei Beresow machte, nicht geeignet war, das dort gewöhnliche oder vorherrschende Maass der Boden-Temperatur zu geben. Ausser ältern Nachrichten vereinigen sich auch neuere darin, dass der Boden bei Beresow im Allgemeinen in der Tiefe gefroren bleibt, und im Sommer nur in den obersten Schichten aufthaut. Der Doctor Albert in Tobolsk scheint (Anh. 42), nach gehaltenen Nachfragen, die Ueberzeugung aufgefasst zu haben, dass bei Beresow, im September, unter $1\frac{1}{2}$ Arschin aufgethauer Erde, gefrorne gefunden werde. Nach Spassky soll nur eine Arschin, und nach Beläwsky, der freilich im Winter hier war, und also nicht selbst beobachten konnte, sogar nur eine halbe Arschin (Anh. 39, b, c) aufthauen.

Ist dieses letztere Maass auch ohne Zweifel zu gering, so kommen doch in Erman's eigenem Reiseberichte Angaben vor, welche glauben lassen, dass die Bewohner des Ortes die Erfahrung gemacht haben, dass in der Tiefe der Boden nicht aufthaut. Ausdrücklich gab ihm der Protopop Bergunow diese Versicherung. Man erzählte zugleich von der im Jahr 1821 erfolgten Ausgrabung der Leiche des berühmten Menschikow, die man nebst den Kleidungsstücken, nachdem sie fast ein Jahrhundert in der Erde gelegen hatten, noch so wenig verwest fand, dass man manche derselben und einzelne Theile des Körpers den Nachkommen als Andenken zusendete. Wenn nun die Arbeiter, welche Herr Erman zu seinen Bohrversuchen brauchte, einstimmig behaupteten, nur in der gewählten Lokalität, werde es möglich sein, die obern Erdschichten ohne äusserste Mühe zu durchbohren, nicht aber auf der kahlen und niedriger gelegenen Ebne am Süden der Stadt, — so ist auf diese Aeusserung wohl Gewicht zu legen, denn an Veranlassung zum Graben von Kellern wird es hier eben so wenig gefehlt haben, als an andern Orten. Dass der Nadelwald nach Norden von dem Orte des Bohrversuches den Boden desselben vor dem Froste verwahrt habe, scheint uns nicht eben sehr wahrscheinlich. Vielleicht war aber der Ort an sich zu hoch oder zu nah an dem Fluss-Ufer. Die Gehänge der Flüsse werden, den Sommer hindurch, nicht nur von oben, sondern auch von der Seite erwärmt. Die seitliche Erwärmung muss, wenn die Gehänge nach Süden gerichtet sind, sehr viel betragen, in hohen Breiten werden aber auch nach Norden gerichtete Gehänge von der Sonne

erwärmt. Dasselbe gilt von der Abdachung der Hügel, deren Neigung jedoch viel geringer zu sein pflegt. Grosse Flüsse verbreiten überdiess, wenn sie nach Norden fliessen, auf ihre nächste Umgebung eine erhöhte Temperatur. Unter diesen Umständen können wir es nicht für allgemein gültig halten, dass die von Erman gewählte Lokalität, 56 Fuss über dem Wasserspiegel der Wogulka (oder Soswa) gelegen, (am ersten December) nur 5 Fuss tief gefroren war, in der Tiefe von 23 Fuss aber schon $+ 1^{\circ},6$ R. zeigte.

Doch mag Beresow dem Südrande des Eis-Bodens nahe sein, und deswegen in einzelnen Lokalitäten kein bleibendes Eis in der Tiefe sich finden. In Aleschkiny Jurty ($62\frac{1}{2}^{\circ}$ Br.) und noch näher von Beresow kommen Quellen vor, welche das ganze Jahr hindurch fliessen; nach Norden von Beresow scheint man sie nicht zu kennen, wenigstens scheint man dem Reisenden von solchen nichts gesagt zu haben.

Bei Obdorsk ($66^{\circ} 50'$) fand Erman (von 8ten bis 11ten Dec.) in 17 Fuss Eng. Tiefe die Temperatur des Bodens — $0^{\circ},45$ R. und in 21 Fuss Tiefe nach langem Verweilen — $1^{\circ},67$ R. (Anh. 40). Auch dieses Maass, das um $3^{\circ},5$ R. niedriger ist, als das nur drei Breiten-Grade weiter nach Süden bei Beresow erhaltene, macht es wahrscheinlich, dass man an dem letztern Orte die normale Temperatur nicht fand, besonders wenn man hinzufügt, dass $4\frac{1}{2}$ Breitengrade weiter nach Süden, bei Tobolsk, der Boden nur um $\frac{1}{5}$ oder $\frac{2}{5}$ Reaumursche Grade wärmer sein soll, als bei Beresow.

Wir glauben also, dass Beresow noch auf dem Eis-Boden stehe, und vermuthen, dass weiter nach Osten hin der Rand desselben bis gegen Surgut hervortrete, da Steller in dieser Gegend im Sommer (Juni) Eis im Boden, wahrscheinlich nicht sehr tief, getroffen haben soll. Bei Surgut (56° Br.) und selbst bei Narym, das zwei Grad südlicher, aber viel weiter nach Osten liegt, gedeiht das Getreide nur sehr schlecht. In diesen Gegenden würde ich rathen, nach der Gränze des Eis-Bodens zu suchen, und von Narym weiter nach Osten, ungefähr in der Breite, in welcher der Fluss Ket fließt, oder etwas mehr nach Norden unter 59 bis 60°. Dass da, wo die grosse Strasse von Tomsk nach Krasnojarsk führt, (56 bis 57° Br.) kein bleibendes Eis im Boden sich findet, lassen ausser den Zeugnissen der Vegetation schon die Zich-Brunnen erwarten, welche nach Ermian's Bericht bei Podjelnik noch in der Mitte des Januars wasserhaltig sind. (Anh. 41).

§ 4. *Mittel-Sibirien.*

Noch viel weniger als in West-Sibirien ist die Boden-Temperatur in Mittel-Sibirien durch unmittelbare Beobachtungen bestimmt.

Dass die weite Tundra nördlich von Turuchansk nur wenig im Verlaufe des Sommers aufthaut, in der Tiefe aber gefroren bleibt, ist allgemein bekannt, so wie es keinem Zweifel unterworfen ist, dass hier das bleibende Boden-Eis ungemein dick ist. Wie weit es sich nach Süden erstreckt, darüber fehlen alle Nachrichten. Ganz unerwartet war es mir, in einer Anmerkung Hedenström's zu einer noch unge-

druckten Uebersetzung seines Werkes *Ompucku o Curopu* die Nachricht zu finden, dass an der Birjussa, in noch nicht 55° der Breite, im Sommer sehr nahe unter der Oberfläche eine gefrorne Erdschicht sich zeige (Anh. 42). An der Birjussa, welche ungefähr unter 115° Länge von Ferro, die Gränze zwischen dem Gouv. Jenisseisk und dem Gouv. Irkutsk bildet, sind in neuester Zeit viele Goldwäschen angelegt worden, welche Veranlassung zu der Entdeckung dieses Boden-Eises gegeben zu haben scheinen. Da die Birjussa aus dem Sajanischen Gebirge und seinen Ausläufern entspringt, so darf man wohl glauben, so lange nähere Nachrichten fehlen, dass das hier entdeckte Eis-Lager einer bedeutenden Höhe oder andern Verhältnissen sein Bestehen verdankt. Ein Zusammenhang mit dem grossen Eis-Boden, an den Herr Hedenström zu glauben scheint, wird durch die Vergleichung mit dem benachbarten Theile von Ost-Sibirien unwahrscheinlich.

Die vielen Goldwäschen im Flussgebiete des Jenissei, welche in der letzten Zeit bis an die mittlere Tunguska angelegt sind, liessen hoffen, recht bald vielfache Nachrichten über das Vorhandensein oder Fehlen von Boden-Eis zu erhalten. Ich habe auch schon vor mehr als einem Jahre Schritte gethan, um solche Nachrichten zu erhalten. Bis jetzt sind sie aber noch nicht eingegangen.

Unterdessen wird Herr v. Middendorff im Verlaufe des Winters 1842 — 43, auf seiner Reise von Krasnojarsk bis Turuchansk, von Zeit zu Zeit bohren lassen, um die Abnahme der Boden-Tempe-

ratur und die Gränze des unvergänglichen Eises unter diesem Meridian zu bestimmen.

§ 5. *Ost-Sibirien.*

Schon die allgemeinen Gesetze, nach denen die Wärme über die Erdoberfläche vertheilt ist, und der immer bestimmter gekannte Verlauf der Luft-Isothermen würden vermuthen lassen, dass in Ost-Sibirien der Eis-Boden die weiteste Ausbreitung nach Süden hat, wenn nicht der Brunnen zu Jakutsk so augenscheinlich dafür spräche. Benutzt man Alles, was über Luft- und Boden-Temperaturen dieser Gegenden bekannt geworden ist, so wird man sich bald überzeugen, dass die Gränze des bleibenden Boden-Eises in den verschiedenen Meridianen sehr verschieden nach Süden vortritt, worauf ausser der geographischen Länge, die Erhebung oder Senkung des Bodens den mächtigsten Einfluss ausübt.

Versuchen wir nun eine vorläufige Verzeichnung der zu erwartenden Südgränze des Eis-Bodens, um Winke und Richtpunkte für die definitive Untersuchung zu erhalten, so muss ich zuvörderst bemerken, dass ausser der apokryphischen Nachricht über bleibendes Eis an der Birjussa, die ich im vorigen Paragraph anführte, mir nichts bekannt geworden ist, was im südwestlichen Theile des Irkutskischen Gouvernements, bis zur Hauptstadt desselben, diese Substanz im Boden erwarten liesse. Irkutsk selbst hat eine mittlere Luft-Temperatur, welche etwas über 0° steht; der Boden ist unter solchen Verhältnissen noch wärmer zu erwarten, und Erman hat im Februar eine mächtige Quelle bei Irkutsk sogar + 3,75 C.

gefunden. Auch noch das Flussgebiet der Lena scheint bis jenseit des Eintrittes der Kirenga nicht stets gefrorenen Boden zu bewahren. Um eine vorläufige Nachricht zu erhalten, wie weit von Jakutsk aus der dort tief gehende Eis-Boden wohl ausgedehnt sein möge, liess ich durch die gefällige Vermittelung des Admiral v. Wrangell den jungen Schergin in Jakutsk, der jetzt das dortige Komptoir der R. A. Compagnie verwaltet, befragen, wo man die Lena hinauf die ersten Schöpfbrunnen habe, und ob am Witim und Aldan Brunnen vorkommen? Die Antwort auf diese meine Anfrage habe ich im Anh. unter No. 24 wörtlich, und mit diplomatischer Genauigkeit übersetzt, mitgetheilt, da sie mir sehr belehrend scheint. Um ihren Werth abzuschätzen, muss man wissen, dass die Bewohner von Jakutsk einen sehr weiten Verkehr unterhalten. Nicht nur ist er auf dem Wege nach Irkutsk, die Lena hinauf, sehr lebhaft und ununterbrochen, sondern auch, die östlichsten Gegenden Sibiriens, von der Mündung der Lena bis an die Chinesische Gränze, haben den geringen Verkehr, in welchem sie mit der übrigen Welt stehen, fast nur über Jakutsk; und zwar sind es die Bewohner von Jakutsk, welche in jene Wüsten ziehen und nicht umgekehrt. Man wird also auch auf die kurzen Notizen, welche Schergin über den Aldan und den Witim gibt, Gewicht legen müssen. Doch hierauf kommen wir später noch zurück, da wir erst allmählig mit unsern Fragen nach Osten rücken wollen. Für jetzt ist es uns wichtig, dass aus Schergin's Antwort bestimmt hervorgeht, in Witimsk habe man noch keine Schöpf-Brunnen, wohl aber in Kirensk,

und von hier noch hundert Werst den Fluss hinab nach Witimsk zu, in einigen Dörfern. Diese Brunnen sind 28 — 35 Fuss tief, und erreichen also die Schicht, welche, wie ich glaube, in diesen Gegenden als die erste von konstanter Temperatur betrachtet werden kann. Dass man so tief hat graben müssen, scheint anzudeuten, dass man mit einiger Bestimmtheit erwarten könne, bis an diese Gegend (unter 58° Br. und etwa 127 $\frac{1}{2}$ ° Länge) sei der Eis-Boden ausgebreitet. Das Scheidegebirge zwischen den Zuflüssen der Lena und dem Jenissei ist, wenigstens in höhern Breiten, unbedeutend und kann keinen wesentlichen Einfluss auf die Ausdehnung des Eis-Bodens ausüben. Blicken wir nun von hier nach der Birjussa zurück, so wird man die früher gemachte Bemerkung begründet finden, dass, wenn an der Birjussa bleibendes Boden-Eis sein sollte, man den Grund davon im südlichen Gränz-Gebirge suchen müsse, an dem man vielleicht künftig noch mehr Eis-Boden kennen lernen wird. Bei Tunkinsk ist er gewiss, da hier bleibender Schnee in nicht ganz kleiner Ausdehnung sich findet.

Wenden wir uns von Irkutsk nach Osten dem Baikal zu, so treten wir in ein Gebirgs-Land, welches nicht nur mit seinen Bergzügen bedeutend, sondern auch mit der Unterlage derselben merklich über die Ebene von Irkutsk erhoben ist. Den Wasserspiegel des Meeres schätzt Herr G. Fuss 14 Toisen höher als den Boden von Irkutsk. Wollte man Georgi, dem Sammler fremder und eigener Beobachtungen über die Natur-Verhältnisse des Russischen Reiches, vollen Glauben schenken, so müsste man annehmen, dass in

der Umgegend des Baikal überall Boden-Eis vorkomme, und leicht zu erreichen sei. „Beständig oder bleibend Eis sieht man in den Morästen am Baikal unter dem Moose fast überall“, heisst es in seiner geographisch-physikalischen Beschreibung des Russischen Reiches, Theil III, S. 20. An andern Stellen wird dasselbe wenigstens von den Gebirgs-Thälern dieser Gegend behauptet, wie Th. II, S. 1067. Solche Behauptungen sind in viele geographische Werke übergegangen, auch in Ritter's Erdkunde von Asien Bd. II, S. 97 mit den Worten: „die Brüche und Moräste behalten, wie die Erde, sogar beständig, auch den Sommer hindurch, Eis“. In der That scheint auch Georgi die beste Autorität, da er fast den ganzen Baikal umfahren hat. Dennoch stehe ich an, die Umgebung dieses Sees in den Bereich des Eis-Bodens zu ziehen, indem ich Georgi den Beobachter und Reisenden, von Georgi, dem Sammler, unterscheide. Georgi scheint mir nämlich in seinem Sammelwerke zu sehr den ganzen Bereich seiner Baikal-Reisen in Einen Gesichtspunkt zu vereinigen, und die Hochebene, auf welcher der Witim, der Bargusin und die obere Angara ihre Quellen haben, nicht von der nächsten Umgebung des Baikal zu unterscheiden.

Gehen wir genau durch, was er über diese letztere sagt, so finden wir, dass er des Boden-Eises nur an einzelnen Lokalitäten als besonderer Merkwürdigkeit erwähnt. Das Hervorheben dieser Einzelheiten hätte sich ja gar nicht verlohnt, wenn Georgi die Ueberzeugung erlangt hätte, dass überall solches Eis vorkäme, und zwar in leicht erreichbarer Tiefe. Wo er es fand, lag es sehr oberflächlich, was eben Lokal-

Einflüssen zuzuschreiben ist, da das bleibende Eis am Rande des kontinuierlichen Eis-Bodens verhältnissmässig tief zu suchen ist. Nun ist aber bekannt, dass in Gebirgs-Gegenden geringe Verschiedenheiten in den Lokal-Verhältnissen bedeutende Differenzen in der mittleren Luft-Temperatur und der Erwärmung des Bodens erzeugen. Thäler, die von Osten nach Westen streichen, sind im Allgemeinen bedeutend wärmer als solche, die eine Richtung von Norden nach Süden haben. Für die Erwärmung des Bodens ist es aber in solchen Breiten, wo die Sonne eine kurze Zeit hindurch anhaltend und kräftig wirkt, von der grössten Wichtigkeit, ob die Thal-Sohle so geneigt ist, dass das Schneewasser früh abfliessen kann, oder nicht.

Ich habe im Anhang unter No. 13 Dasjenige aus Georgi's Reisen zusammen getragen, was zunächst auf die Boden-Temperatur des Baikal-Thales und der umgebenden Berge sich bezieht. Man wird finden, dass die Beobachtungen von leicht erreichbarem Eise im Sommer eben so lokal sind, als die von heissen Quellen, und dass man also mit eben so wenigem Rechte aus den erstern auf Eis in der Tiefe, wo die jährlichen Schwankungen aufhören, schliessen konnte, als aus den letztern auf allgemein verbreitete Wärme. Wo sah denn Georgi Eis auf seiner Baikal-Reise? Er erwähnt dessen überhaupt an der Ostküste gar nicht, und nur zweimal an der Westküste. Hier sah er einen Bach durch eine ganz enge Schlucht herabstürzen und die benachbarten Felsen mit einer Eisrinde bedeckt, welche nach Aussage der Tungusen, auch im Sommer nicht schwinden soll. Diese Rinde

bestand also aus überirdischem Eise, und gehört eigentlich gar nicht hierher. Nun wird man doch nicht behaupten wollen, dass am Baikal, wo eine reiche Vegetation ist, auch die Luft-Temperatur, den Sommer hindurch, unter dem Gefrierpunkte bleiben könne. Jenes Eis in der Schlucht verdankt offenbar der Verdunstungs-Kälte, durch das verspritzte Wasser verursacht, sein Dasein. Wer kennt nicht die erstarrende Kälte in der Nähe von Wasserfällen? Dass in engen Schluchten, besonders, wenn sie nicht auf eine flache Thalsole, sondern an den Berggehängen auslaufen, ein starker Luftzug weht, der die Verdunstung befördert, wird jeder Reisende in Gebirgen erfahren haben. Georgi selbst macht diese Bemerkung an einer Stelle, die ich auch hervorgehoben habe. — Etwas mehr Berücksichtigung verdient eine andere Beobachtung. Der Ausfluss eines Sees, welcher durch einen Schneebach gespeist wird, geht durch eine morastige Gegend, welche nie ihr Eis verlieren soll. Georgi fand am 25sten Juni dicht unter dem Moose reines Eis. Ich vermuthe hier eine Unvollständigkeit der Beobachtung, und wünschte daher, dass diese Lokalität nochmals untersucht würde. Vielleicht war im Jahr vorher eine ungewöhnliche Ueberschwemmung gewesen, deren Folgen noch nicht ganz geschwunden waren, oder das Eis, welches Georgi sah, lag nur in ganz kleinen Lokalitäten, etwa in kleinen Gruben. Es soll hier nämlich ein Morast mit gemischter Waldung sein. Nun ist es gegen alle Erfahrung in andern Gegenden, dass auch da, wo Bäume stehen, am Ende des Juni dicht unter dem Rausen Eis sich findet, und zwar eine Lage

reinen Eises, welche viel langsamer flüssig wird, als gemischtes. Ich kann dieser Beobachtung, eben weil sie zu viel sagt, kein grosses Gewicht einräumen. Ich glaube vielmehr, dass genauere Untersuchung mit dem Bergbohrer vielleicht hie und da Eis-Boden in der Tiefe inselförmig, aber nicht allgemein nachweisen werde, und stütze mich dabei weniger darauf, dass die Berge, mit Ausnahme vielleicht des Scheidegebirges, welchem die Quellen der Lena nach Westen und Norden entströmen, nirgends bedeutende Schneemassen das ganze Jahr hindurch zu bewahren scheinen, so freigebig Georgi auch mit der Benennung „Schneeberge“ ist, denn die Macht der Sonnenstrahlen kann unter $51 - 56^{\circ}$ Breite sehr bedeutende Schnee-Massen verzehren, auch wenn unter ihnen der Boden gefroren bleibt. Ich will überhaupt auch nicht einmal vorläufig eine Meinung darüber aussprechen, ob in den Bergen bleibendes Boden-Eis sei. Dass aber nirgends, auch in engen Thälern nicht, der Schnee im Sommer bis an das Ufer des Sees hinabreicht, lässt mich glauben, dass der Boden auch ohne Einwirkung des Sonnenscheins und der Luftwärme, über den Gefrierpunkt erwärmt sei. Ich kann auch in den Vegetations-Verhältnissen höchstens die Nähe des Eis-Bodens erkennen, mag nun der vulkanische Heerd, der unter dem Baikal-Gebirge durch die vielen heissen Quellen und nicht seltenen Erdbeben sich zu erkennen gibt, eine höhere Erwärmung bewirken, als ohne diesen Einfluss hier sein würde, oder mag die ungemaine Tiefe des Sees, welche sein Wasser mit wärmern Erdschichten in unmittelbare Berührung bringt, diese Erwärmung zum Theil be-

wirken. Da der See an einigen Stellen über 100 und nach Fischer-Nachrichten sogar über 200 Klafter tief sein soll, so lässt sich erwarten, dass hier beständig das niedergesunkene erkaltete Wasser erwärmt wieder aufsteigen muss, was nicht ganz ohne Wirkung auf den ganzen See bleiben kann.

Das Gesagte wird hinreichen, um zu zeigen, dass die Gegend des Baikal-Sees einem Physiker ein Jahr hindurch den reichhaltigsten Stoff zu Untersuchungen über die Boden-Temperatur gewähren kann, da es nicht allein darauf ankommt, die mittlere Temperatur des flachen Bodens zu bestimmen, sondern den Einfluss warmer Quellen, des grossen Sees, der Berghöhen, der Schneelager auf die Temperatur des Bodens, und durch dieselbe auf die Vegetation zu erkennen.

Gehen wir nun vom Baikal weiter nach Osten, so gelangen wir, nachdem einige Stufen überstiegen sind, auf die oben erwähnte Hochsteppe, von welcher der Bargusin und die obere Angara nach Westen herab in den Baikal fallen, in der aber der Anfang des Witim mit kleinen Zuflüssen sich langsam umher windet, und welche auch den in der Geschichte des Zobelfanges berühmten Baunt-See enthält. Dass diese mit geringen Höhenzügen versehene Fläche ein Plateau bildet, welches nur durch ein niedriges Scheide-Gebirge von dem terrassenförmigen Abfalle nach dem Baikal getrennt wird, hat schon Ritter mit gewohntem Scharfblicke erkannt. Wir haben die Beweise hierfür in dem Anhang (No. 13, *d*) zusammengestellt, und die Beobachtungen, dass hier, noch am Schlusse des Sommers, das Bo-

den-Eis überall, oder wenigstens in den Niederungen, in geringer Tiefe vorkommt, hinzugefügt. Am 20sten August zeigte sich schon neues Eis auf den Seen, wodurch glaublich wird, dass die Angabe des Tribut-Einnehmers Werner, die Erde thaué überhaupt nur $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuss auf, wenigstens für die Niederungen nicht allzuweit von der Wahrheit absteht. Diese Hochfläche scheint ganz allmählig zuerst nach Nordost gegen die Quellen der Olckma, und dann auch nach Nordwest gegen das Bette der Lena abzufallen, wie der Verlauf des Witim andeutet. Am ganzen Witim sollen nach dem Berichte von Schergin keine Brunnen vorkommen, wonach wir vermuthen dürfen, dass das ganze Gebiet dieses Flusses im Eis-Boden bleibt, indem die grössere geographische Breite an Wärme raubt, was die Senkung des Bodens gewinnen lassen würde.

Für die Höhe des Witim-Plateau konnte Ritter kein Maass haben. Mit Hülfe eines sorgsamem Nivellements, das Herr Georg Fuss, von Irkutsk nach Ust-Stretensk, wo aus dem Zusammenflusse des Argun und der Schilka der Amur gebildet wird, und mit Berücksichtigung des Laufes der Flüsse können wir jetzt erkennen, dass die Hochsteppe des Witim, wo Georgi sie besuchte, etwa 500 Toisen über dem Spiegel des Baikal-Sees erhaben ist.

Wir sehen aber auch aus dieser höchst lehrreichen Arbeit des Herrn G. Fuss, dass die Witim-Hochsteppe, die nördliche Ausbreitung des Daurischen Hochlandes ist. Alle unsre Karten geben von diesem Terrain eine ganz ungenügende Vorstellung, indem sie ein schmales Scheide-Gebirge hier verzeichnen.

Das doppelte Nivellement, das Herr G. Fuss zuerst von Irkutsk unter 52 — 55° der Breite nach Ust-Stretensk, und dann von Ust-Stretensk längs der Chinesischen Gränze ungefähr unter 50° d. Br. ausführte, lehrt mit Bestimmtheit, dass man ein dreifaches Terrain in dem Transbaikalischen Sibirien unterscheiden müsse: das Daurische Hochland, den Westabfall und den Ost-Abfall desselben.

Während des ersten Nivellements, das Hr. v. Fuss auf der Poststrasse, vom Ufer des Baikal nach Nertschinsk, und von da nach Ust-Stretensk unternahm, fand er den Boden ganz allmählig ansteigend bis zum Erawin-See (etwas mehr als 129° L. von Ferro). Von hier ist eine fast ganz gleichmässige, ungefähr 100 Werst breite Hochfläche, welche 320 Toisen über die Ebene von Irkutsk erhoben ist. Grade auf den äussersten östlichen Rand dieser Hochfläche ist der Jablonnoi Chrebet als Randgebirge aufgesetzt, nach Westen nur etwa 50 Toisen über die Hochfläche sich erhebend, nach Osten aber, gemeinschaftlich mit dieser Hochfläche selbst, 330 Toisen schroff gegen das Bette der Ingoda abfallend. Von diesem Flusse bis Ust-Stretensk ist der Boden nur ausserordentlich wenig geneigt, ein wahres Tiefland. Ust-Stretensk hat nämlich fast genau die Höhe von Irkutsk. Da nun das Hochland mit dem Jablonnoi Chrebet 370 Toisen Höhe über Irkutsk hat, auf der andern Seite aber der gemeinschaftliche Abfall 330 Toisen beträgt, so folgt hieraus, dass von diesem Abfalle an das Tiefland bis an die Stelle, wo aus dem Zusammenflusse der Schilka und des Argun der Amur gebildet wird, der Boden

nur um 40 Toisen sich senkt. — Weiter nach Süden, an der Gränze des Reiches, ist das Daurische Hochland breiter, höher, mit nicht so ebener Scheitelfläche, sondern mit mehrfachen Berghöhen und einzelnen Kämmen besetzt, unter denen der Jablonnoi-Rücken sich nur wenig auszeichnet. Die allgemeine Höhe ist etwa 400 Toisen über Irkutsk und liegt weiter nach Westen, zwischen $126\frac{1}{2}$ u. 129° der Länge v. Ferro. Einzelne Berge auf dem Hochlande und auf den Abfällen desselben gehen bedeutend mehr in die Höhe, z. B. der Dolot auf dem West-Abfalle erreicht 540 Toisen über Irkutsk. Auf dem Ost-Abfalle ist aber der höchste Berg der Gegend, der mächtige Tschokondo, der einzige, der bleibenden Schnee in bedeutenden Quantitäten bewahrt. Herr v. Fuss hat ihn nicht gemessen; Herr Pansner gibt ihm aber 1290 Toisen absoluter Höhe, also merklich mehr als 1000 Toisen über Irkutsk. Im Allgemeinen fällt unter dieser Breite das Daurische Hochland nach Westen, in mehreren gebrocheneu Terrassen mit hohen Kämmen, schnell ab, nach Osten neigt es sich aber sehr allmählig dem Argun zu. Auf dieser östlichen Abdachung erheben sich mit breiten Scheiteln und geringer Höhe die Nertschinskischen Hügel.

Dieses unmittelbare Ergebniss des Nivellements, das Herr v. Fuss in zwei sehr anschaulichen Profilzeichnungen dargestellt hat*), mit andern Nachrichten und dem Verlaufe der Flüsse verglichen, gibt uns ein ziemlich bestimmtes Bild von den Höhen-Verhältnissen Dauriens.

*) Sie sind seinem Berichte in den *Mémoires de l'Acad. de St.-Pétersbourg*, VI. série. Sc. Mathém. Tom. III beigefügt.

Gehen wir aus von der Hochfläche Gobi und ihrem nördlichen Randgebirge, das leider so vielfache Namen führt, so sehen wir dieses nach Nordosten von der Mongolischen Stadt Urga, unter dem Chinesischen Namen Kentei, sich stark erheben, gegen die Russische Gränze sich hinziehen, und einen Gebirgs-Knoten oder ein wahres Alpenland bilden. Mit diesem Rand-Gebirge zieht sich aber auch die Hochfläche selbst mit nordöstlicher Richtung in das Russische Gebiet, als verhältnissmässig schmale Fortsetzung, auf welcher der Jablonnoi, ein Ausläufer des Gebirgs-Knotens, nur als schwacher Kamm aufgesetzt ist. Zuerst ist das Hochland nach Osten sehr allmählig abgeflacht, nach der Richtung der Flüsse Cheron und Onon. Zwischen beiden Flüssen bildet ein flacher und breiter Ausläufer die Nertschinskischen Höhen. Nach Westen ist zerrissenes Gebirge mit raschem Abfall nach dem Baikal. Später ist der Abfall nach Osten gegen das Tiefland der Schilka plötzlich, die Abflachung nach Westen gegen die Mitte des Baikal aber sehr allmählig, der Scheitel des Hochlandes hat sich mehr nach Osten gewendet. Noch weiter nach Norden ist die Umgebung des Baikal wie eingestürzt. Ein Kamm hoher Schneeberge, der von den Quellen der obern Angara lange fort nach WNW verläuft, scheint den aufgeworfenen Rand dieses Einsturzes zu bezeichnen. Das Hochland, hier die Witim-Steppe genannt, senkt sich dagegen ganz allmählig nach Nordosten, eine Neigung, welche die Zypa und der Witim mit ihren Zuflüssen beurkunden, und scheint sich dann fächerförmig in den gleich-

mässig geneigten Boden der Provinz Jakutsk auszubreiten, während das Randgebirge, der Jablonnoi, zuerst das Tiefland der Schilka umkreisend, dann aber eine ganz östliche Richtung annimmt. Aus einem handschriftlichen Werke des Herrn Stuckenberg über die Flüsse des Russischen Reiches, dem ausführlichsten über diesen Gegenstand, ersehe ich, dass der Witim nur Einen Wassersturz hat. Herr Stuckenberg sucht ihn da, wo dieser Fluss seinen Lauf nach ONO plötzlich in einen nördlichen umändert. Hier, neben dem östlichen Winkel des Baikal-Thales scheint also der einzige, wahrscheinlich geringe Stufen-Abfall zu sein. Eine weiter nach Norden liegende Wasserschnelle, welche Gmelin besuchte, ist zu unbedeutend, um auf allgemeine Senkung des Bodens schliessen zu lassen.

Schon Ritter's Fleiss und Scharfblick hatten aus dem Gewirre mannigfacher Reiseberichte, denen aber alle hypsometrischen Messungen fehlten, im Allgemeinen das richtige Verhältniss erkannt. Doch überschätzte er die Höhe des Daurischen Alpenlandes, wie er es zuweilen nennt, da er aus den Vegetationsverhältnissen auf eine mittlere absolute Höhe von 6000 Fuss schloss, über welche die einzelnen Gipfel oder Glätser (nackte Berge der Hochebene) sich noch ein bis zweitausend Fuss erheben sollen (Asien Bd. II S. 179). Diese Schätzung ist fast um die Hälfte zu gross, denn, nehmen wir mit Herrn G. Fuss die Höhe von Irkutsk über dem Meere zu 208 Toisen an*), so hat das Daurische Hochland, wo die Post-

*) Fuss leitet aus dreijährigen Beobachtungen die Höhe von 207,8 Toisen ab.

strasse nach Nertschinsk über dasselbe weggeht, 530 — 540 Toisen absoluter Höhe, und der Gipfel des Jablonnoi-Gebirges erhebt sich nur zu 570 Toisen. Weiter nach Süden sind zwar einzelne Berge bedeutend höher, dem Tschokondo gibt Pansner, wie gesagt, 1290 Toisen, allein die Gesammterhebung der Hochebene, so weit diese hier noch kenntlich ist, wäre nach Herrn v. Fuss etwas über 600 Toisen, und der höchste Gipfel den er gemessen hat, der Dolot, hat nur 742 Toisen absoluter Höhe. Bedenkt man, dass schon zu Irkutsk die mittlere Luft-Temperatur nur einen halben Réaumur'schen Grad über 0 beträgt, so wird verständlich, dass der alpinische Charakter der Vegetation unter diesen Meridianen in viel geringerer Höhe hervortritt, als am westlichen Altai.

Diese gedrängte Uebersicht der Höhen-Verhältnisse mussten wir voranschicken, um zu der Frage überzugehen, wo die Fortsetzung des Eis-Bodens zu suchen ist. In dem Tieflande, welches die Schilka mit geringem Gefälle durchfließt, (nur ihre Zuflüsse Ingoda, Onon, Nertscha haben mehr Gefälle und in ihrem obern Laufe ein starkes,) bleibendes Eis im Boden anzunehmen, tragen wir Bedenken, da Herr G. Fuss 5 Quellen am nördlichen Ufer der Schilka untersuchte, welche von $+ 1^{\circ},2$ bis $2^{\circ},8$ R. Temperatur (im Juni) hatten. Am Argun fand sich die Temperatur der Quellen im Allgemeinen schon etwas geringer, denn sie zeigten (auch die im Juli untersuchten) nicht mehr als $+ 1^{\circ},76$ R. Wärme, einige hatten weniger als einen Grad. erinnert man sich nun, was Gmelin erzählt, dass man bei Argunsk, entfernt vom Flussbette, um einen Brunnen zu gra-

ben, mehrere Faden tief und wohl bis $1\frac{1}{2}$ Faden unter dem Wasserspiegel des Flusses die Erde künstlich aufgethaut habe, ohne Wasser zu erhalten, und dass Gmelin ausdrücklich behauptet, an vielen Orten thauete der Boden nicht über anderthalb Arschin auf (Anh. 7), so darf man wohl wünschen, dass hierüber nähere und vollständigere Nachrichten gesammelt werden. Noch weiter, aber auch höher, sah Messerschmidt in der Steppe, die den Dalai Noor umgibt, Erdspalten, welche die Kälte hier (bei geringer Schneedecke) bildet, und die sich allmählig erweitern sollen.

Dass in dem Nertschinskischen Grubenrevier, welches nach SSO von der Stadt gleiches Namens gegen 180 Werst abliegt, und nur von sehr mässiger Höhe ist, (100 Toisen über Irkutsk nach G. Fuss), wenigstens stellenweise bleibendes Eis im Boden vorkomme, lehren bestimmte Beobachtungen, welche wir im Anhang unter No. 45 mittheilen. Aus diesen, durch den General v. Tschewkin, den Chef des Bergwesens, veranstalteten, höchst lehrreichen Versuchen scheint hervorzugehen, dass wenigstens in einigen Lokalitäten bleibendes Eis im Boden vorkommt. In der Umgegend von Nertschinsk, an Stellen, die zum Ackerbau benutzt werden, fand sich auch in den Sommermonaten unter einer aufgethauten Schicht, die im August über einen Klafter betrug, an feuchten Stellen, und in seltenen Fällen auch an trocknen Stellen, noch eine gefrorne Schicht. Aber auch diese war nur etwas mehr als 2 Arschin mächtig, wie der allgemeine Zusatz zu No. 45 *a* unsers Anhangs sagt, und dann folgte aufgethaunter Boden. Hieraus folgt,

dass die mittlere Temperatur des Bodens, in einer Tiefe von 12 Fuss etwa, nicht unter 0° ist. Da wenigstens bis in diese Tiefe der jährliche Wechsel reichen wird, so darf man annehmen, dass hier also auch die untern gefrorenen Schichten im Verlaufe des Winters aufthauen. Allein es lässt sich auch voraussetzen, dass die zum Ackerbau ausgewählten Gegenden die wärmsten sein werden. Nun hat aber nach dem Anhang N. 45, *b*, der Kapt. Frehse gefunden, dass in unbebauten Gegenden auch im September Boden-Eis sich fand, das bis zum anstehenden Fels 1, 2, ja bis 6 Klafter weit reichte. Es ist nicht glaublich, dass der Frost Eines Winters so tief dringt. Hier ist also höchst wahrscheinlich bleibendes Boden-Eis. — Nicht unerwähnt will ich lassen, dass Herr G. Fuss bei der Stadt Nertschinsk drei Quellen, und auf dem Wege nach den Bergwerken vier andere untersuchte, welche sämmtlich $+0^{\circ}$, 74 R. zeigten. Einige dieser Quellen entsprangen aus grossen Eislagern. Die Quellen bei der Stadt wurden am Ende des Aprils, die bei den Bergwerken aber im Juni untersucht.

Ist nun in den geringen Nertschinsker Höhen, stellenweise wenigstens, bleibendes Boden-Eis, so darf man dieses wohl noch mehr und allgemeiner in dem breiten Rücken erwarten, der, wie wir gesehen haben, von der allgemeinen Fläche Nordost-Sibiriens, wie eine breite allmählig ansteigende Brücke nach dem Nordrand der Gobi führt. Die unmittelbare Beobachtung hat gelehrt, dass da, wo die Quellen des Witim sind, der Boden nahe unter der Oberfläche noch im August Eis enthält. Weiter nach Süden, wo diese Brücke bergiger wird, als habe die Natur sie mit gigantischen Gelän-

dern versehen wollen, mögen schon dadurch die Abhänge mehr erwärmt werden, aber eine Menge kalter Quellen lassen glauben, dass in grösseren Tiefen die Feuchtigkeit des Bodens nie aufthaut, obgleich es an warmen Quellen nicht fehlt, welche grade den grössten Erhebungen eigen zu sein scheinen. Jedenfalls ist das Klima dieser Gegenden sehr kalt, und dass das bleibende Boden-Eis bis über die Russische Gränze hinaustritt, finde ich sehr wahrscheinlich, wenn ich erwäge, dass bis Urga die Höhe immer mehr ansteigt. Wenn man die Schilderungen des Klima's in der Hochsteppe der Gobi in Betracht zieht, wird man sehr zweifelhaft, wo man die Gränze desselben suchen soll? Ein Nivellement, das Herr von Bunge quer über die ganze Gobi ausführte, hat allerdings gelehrt, dass die Mitte derselben, statt, wie man wohl sonst anzunehmen geneigt war, noch höher gehoben zu sein als der Rand bei Urga, bedeutend tiefer liegt. Das Barometer stieg nämlich höher, so wie man von den Rändern nach der Mitte fortschritt. Allein die strenge Kälte, die hier während eines grossen Theils des Jahres herrscht, ist nun um so auffallender, und es ist sehr fraglich, wo die mittlere Temperatur des Bodens anfangs mehr als 0° zu sein. Die Schneedecke, welche in andern Gegenden dazu beiträgt, die Boden-Temperatur nicht so tief sinken zu lassen, als die der Luft, ist in den Gobi sehr gering. Anhaltende Temperatur-Beobachtungen besitzen wir aus diesen Gegenden nicht, wohl aber eine Menge einzelner Angaben über das frühe Eintreten des Frostes und die Strenge desselben. Als Gerbillon im Jahre 1688 vom Hochlande in das Tiefland China's reiste, hatte es während des Septem-

bers auf dem Hochlande in einer Breite von etwas über 42° schon geschneit und jede Nacht gefroren. (Du Halde, IV. S. 114). Ja wenn Ritter's Angabe (*Erdkunde I, S. 100*) richtig wäre, dass man in den Flächen nördlich vom Berge Petscha, also etwa unter 43° Breite, noch im Juli und August Eisklumpen und Eisstücke 3 — 4 Fuss tief unter der Oberfläche finde, so müsste man glauben, dass der grösste Theil der Gobi im Sommer nicht einmal tief aufthauet. Allein, hiergegen sprechen schon die Brunnen, deren die Karawanen sich bedienen. Doch erzählt Gerbillon, dass man bei der Brunnengrabung am 27sten Juni 1689 am Taal-Noor, nicht weit von der grossen Mauer, an der Kjächta-Strasse in der noch nicht ganz aufgethaueten Erde noch grosse Eisstücke fand.

Messungen der Boden-Temperatur in bedeutender Tiefe sind also aus diesen Hochsteppen durchaus wünschenswerth.

Man wird wohl nicht in Zweifel ziehen können, dass das ganze übrige Sibirien, östlich vom Witim, in seiner ganzen Breite bis an die Chinesische Gränze bleibendes Boden-Eis enthalte. In der That müsste die Abdachung des Landes ganz anders sein, um eine Bodenwärme über 0° mit einigem Grunde erwarten zu lassen. Wir kennen mit ziemlicher Genauigkeit die jährliche Temperatur zweier Orte, die fast unter einem Meridiane liegen, Jakutsk und Ustjansk, und können daher nach der bekannten Mayerschen Formel

$$T = a - b \sin^2 \varphi,$$

in der φ die Polhöhe eines Ortes, T seine Temperatur, a und b zu findende Constanten sind, leicht die Abnahme der Temperatur unter diesem Meridiane

bestimmen. Nehmen wir nun die im Anhang (N. 44) angegebenen Temperaturen und Polhöhen für beide Orte, so erhalten wir für

$$\text{Jakutsk } a - b \sin^2 62^\circ 2' = -10^\circ, 2 \text{ C.}$$

$$\text{Ustjansk } a - b \sin^2 70^\circ 48' = -16^\circ, 4 \text{ C.}$$

woraus sich die Constanten

$$a = 33,08 \text{ und}$$

$$b = 55,47 \text{ ableiten lassen.}$$

Suchen wir vermittelst dieser Werthe, die Breite auf, in welcher die mittlere Temperatur $= 0^\circ$ ist, so finden wir, wenn in der obigen Formel $T = 0^\circ$ gesetzt wird,

$$\sin^2 \varphi = \frac{a}{b}.$$

Nimmt man nun für a und b die eben gefundenen Werthe, so ergibt sich, dass die mittlere Temperatur von 0° in der Breite von $50^\circ 33'$ sich erwarten lasse, wenn alle Verhältnisse gleich bleiben, also in einer Breite, welche weit in das Fluss-Gebiet des Amur hineingreift. Allerdings sind es Luft - Temperaturen, nach denen wir gerechnet haben, und die Temperatur des Bodens lässt sich ein wenig höher annehmen. Auch wird die Erwärmung jenseit des Gränzgebirges, wo die Abdachung des Landes nach Süden gerichtet ist, rascher zunehmen. Allein da dieses Gebirge, so viel wir davon wissen, nicht bedeutend hoch scheint, und also die Strömungen der Luft von Norden her nur in sehr mässigem Grade abhalten wird, so zweifeln wir nicht, dass in der That die Isotherme des Bodens von 0° südlich von dieser Gränze fällt. Diese Bemerkungen werden wenigstens verständlich machen, warum der nördliche Theil des Amur-Gebietes ein gutes Zobel

Land ist. Es ist nach seinen Temperatur-Verhältnissen, und also in seinen Produktionen das Chinesische Sibirien zu nennen. Auch wird unsere Berechnung anschaulich machen, dass es eben nicht unwahrscheinlich ist, der Eis-Boden verlängere sich mehr nach Westen auf dem ansteigenden Boden des Daurischen Hochlandes bis in die Mongolische Hochsteppe.

Nur am äussersten Saume von Sibirien dürfen wir wieder an aufgethauten Boden denken, als Spende des Meeres. In der That hat auch Erman bei Ochotsk drei Quellen-Temperaturen zu 2° bis 2°,5 C. gefunden, allein auf einer Insel, von welcher bekannt ist, dass sie zuweilen vom Meere überfluthet wird*). Dass nur ein sehr schmaler Küsten-Saum aufgethauten Boden haben könne, mag man daraus abnehmen, dass schon alte Nachrichten, welche Georgi vor sich hatte**), behaupten, der Grund sei in der Ochotsker Gegend in der Tiefe felsig oder gefroren. Diese Erfahrungen waren bei Gelegenheit von Kultur-Versuchen gemacht worden. Die Ochota verliert ihr Eis gewöhnlich erst in der zweiten Hälfte des Mai's. Dieser späte Termin lässt auch auf Eis-Boden schliessen. Es wäre zu wünschen, dass man Bohrversuche bei Udskoi, Ochotsk und Gishiginsk, dicht an der See, und einige Werst von ihr entfernt anstellte, um für den Einfluss der See auf die Temperatur des Bodens ein Maass zu gewinnen. Ich vermüthe, dass bei Ochotsk wenigstens in der Tiefe der Eis-Boden sich bis unter das Meer fortzieht.

*) Записки адмиралтейскаго департамента Ч. III. ст. 99.

***) Georgi Beschreib. d. R. Reichs Theil II. S. 112.

§ 6. *Kamtschatka, die Inseln, Nord-Amerika.*

Von bleibendem Boden-Eise in Kamtschatka habe ich in Stellers Beschreibung nichts finden können, — und was man bei Steller nicht findet, sucht man bei Kraschenninikow vergebens. Erman, dem offenbar das Verdienst gebührt, zuerst die Temperatur-Verhältnisse Sibiriens durch viele Beobachtungen näher bestimmt zu haben, hat uns auch aus Kamtschatka ein Maass für die Jahres-Temperatur der Luft von Petropawlowsk und drei Quellen Temperaturen mitgebracht, mit denen wir uns vorläufig begnügen müssen. (Anh. 47). Es ist nach diesen Maassen nicht wahrscheinlich, dass der Boden von Kamtschatka weiter als in seinem nördlichsten Theile, etwa im Lande der Korjaken unter 0° erkaltet sei, da in der Mitte des Landes unter $57^{\circ} 12'$ Breite und noch in einer Höhe von 1630 Fuss eine Quelle die Temperatur von $+ 1, 58$ C. hatte. Die Temperatur einer andern Quelle von $+ 5, 63$ C zeigt den Einfluss des vulkanischen Herdes augenscheinlich, dem es vielleicht auch zuzuschreiben ist, dass der Kornbau in diesen Gegenden ein besseres Gedeihen hat als weiter nach Süden.

Auf den Inseln, die von hier aus bis zur Halbinsel Aläska sich erstrecken; ist ohne Zweifel kein bleibendes Boden-Eis, da hier das Meer gar nicht gefriert, und auch die See - Luft die Winterkälte ungemein mildert. Immer aber würde die Messung der Temperatur des Bodens in bedeutender Tiefe interessant sein. Noch mehr aber gilt dasselbe von den weiter nach Norden liegenden Inseln. Man erhielte zugleich ein ungefähres Maass für die Abnahme der mittleren

Meeres-Temperatur, wenn man die Boden-Temperatur dieser Inseln bis an die Beringsstrasse untersuchte.

Im Festlande von Amerika wird das bleibende Boden-Eis in einiger Entfernung von der Küste nördlich von der Halbinsel Aläska nicht fehlen. Es lässt sich hier eine rasche Zunahme der Boden-Temperatur von dem Schelichon-See bis zu Kook's-Einfahrt erwarten. Ich verweise in dieser Beziehung auf eine Abhandlung im ersten Bande dieser Beiträge S. 507 und folg.

Wie weit der Eis-Boden Amerika's im Innern und weiter nach Osten reiche, werden uns wohl bald die Beobachtungen lehren, zu welchen die Geographische Gesellschaft in London aufgefordert hat. Bis dahin wird man in den zahlreichen Maassen für die Luft-Temperatur, welche Herr Richardson im *Journal of the R. Geographical Society of London* Vol. IX. mitgetheilt hat, Fingerzeige haben. Selbst wenn sich ein vollständigeres Material fände, um die Ausdehnung des Nordamerikanischen Eis-Bodens zu verzeichnen, so würde mir diese Aufgabe doch jetzt zu weit liegen. Doch will ich die ersten Nachrichten, welche auf die in das Territorium der Hudsons-Bai-Kompagnie abgesendeten Anfragen eingegangen sind, und welche Herr Dr. Richardson mir mitzutheilen die Güte gehabt hat, nicht unbenutzt lassen. Sie finden sich im Anhange unter N. 48. Nach ihnen scheint am Flusse Albany, der unter der Breite von 52° in die Hudsons-Bai sich ergiesst, hie und da Eis im Spät-Herbst unter aufgethauten Schichten sich zu finden. Herr Bramston, ein Agent der Kompagnie, berichtet, dass an dem genannten Flusse, 50 Engl. Meilen unterhalb

Glocester, ein Arbeiter, der Baumwurzeln ausgrub, in der Tiefe von 24 Zoll festes Eis und gefrorne Erde fand, die ihn nöthigten, seine Arbeit aufzugeben. Herr Bramston betrachtet dieses Vorkommen als ganz lokal, da unbezweifelt die allgemeine Boden Temperatur hier höher ist. Herr Dr. Richardson theilt eine andere Beobachtung mit, die man an der Mündung des Albany machte. Man schürfte am 2ten und 3ten September in einem braunen Letten, welcher nur bis 15 Zoll unter der Oberfläche aufgethaut, dann aber 3 Fuss 7 Zoll gefroren war, und zwar in einer Schicht von 2 Zoll so hart, dass man sich der Eis-Haue bedienen musste. Sollte nun mit dieser Tiefe die gefrorne Schicht durchgegangen sein, so stehe ich an, hier permanentes Eis, wenn auch nur lokales, anzunehmen, da die untere Fläche der Eis-Schicht nur vier Fuss von der Oberfläche abgestanden haben würde. Die Gründe für diese Meinung wird man im folgenden Abschnitte finden.

Herr Bramston glaubt, dass die Gränze des zusammen hängenden Eis-Bodens zwischen dem Equan-River und dem Vorgebirge Henrietta Maria (d. h. etwa unter dem 54sten Breiten-Grade) beginne, in der Nähe der Küste fortlaufe, den Severn-Fluss durchschneide, und dann nach Nordwesten gegen den obern Missinippi (Mississippi steht in der Handschrift) verlaufend, das Felsen-Gebirge etwa mit demjenigen Theile des Peacc River erreiche, der zwischen Smoky River und Finlay's Fock liegt. Ob diese Vermuthung auf einer Kenntniss vom Aufhören der Quellen oder auf andern Fingerzeigen beruhe, wird nicht angegeben. Als Meinung eines im Lande an-sässigen Mannes glaubten wir sie aufnehmen zu dur-

fen. Sie ist uns aber auch wichtig, weil man eine Quelle, welche südlich von dieser wahrscheinlichen Gränze liegt, als Beweis betrachtet hat, dass, auch wo die mittlere Temperatur unter 0° ist, der Frost nicht tief in den Boden eindringe.

VI. Mächtigkeit des Sibirischen Eis-Bodens.

Durch unmittelbare und vollständige Beobachtungen ist vielleicht noch nirgends die Mächtigkeit des Eis-Bodens der alten Welt ermittelt worden. In Bezug auf den Jakutsker Schacht berichtete Herr Schergin der Aeltere zwar, dass in der zuletzt erreichten Tiefe von 382 Fuss Engl. der Boden anfangs weich zu werden, und er es nicht wagen könne, ohne Zimmerung weiter zu arbeiten. Allein seine eigene Angabe, dass der Boden des Schachtes noch $\frac{1}{2}^{\circ}$ R. unter 0 zeige, steht hiermit, wie es scheint, im Widerspruch, denn es ist wenigstens wahrscheinlich, dass bei dieser Temperatur der Boden fest gefroren sein würde. Bedenkt man nun, dass Schergin zweifelhaft werden musste, ob die Auslagen für das letzte Jahr ersetzt werden, und ob sie für die Zukunft gesichert sein würden, so darf man wohl der Vermuthung Raum geben, dass er einen Grund zum Einstellen der Arbeit angab, um die fernere Entscheidung von hier abzuwarten. Von der andern Seite ist aber auch möglich, dass man beim Aufhauen des Bodens diesen wirklich im aufgethauten Zustande fand, und nur das Eindringen der äussern Luft, da man, wie wir berichteten, nur im Winter arbeitete, eine dünne Schicht des Bodens bis unter 0° abkühlte. Auffallend ist wenigstens, dass schon in der

Tiefe von 45 Russischen Faden oder 301 Fuss Engl., am 27sten November die Temperatur im Grunde des Schachtes — $0^{\circ},5$ R. gefunden sein soll (Anh. 26). Man darf aber auch dieses Maass nicht sogleich als ein richtiges annehmen, denn im April fand man in derselben Tiefe den Boden — 1° und im Oktober — $1^{\circ},5$, woraus zu folgen scheint, dass nach längerer Ruhe der Boden sich abkühlte, in einiger Entfernung also die Erd-Schicht kälter war. Wenn nun nach vier Wochen das Thermometer nur $\frac{1}{2}^{\circ}$ Kälte anzeigte, so war entweder durch die neu begonnene Arbeit der Grund des Schachtes erwärmt, oder die Beobachtung überhaupt nicht genau genug. Unter diesen Umständen ist eine genaue Ermittlung der Temperatur-Zunahme im Boden von Jakutsk mit Vermeidung des Einflusses der Luft-Säule in dem Schachte vor allen Dingen nothwendig. Bevor diese Beobachtung gemacht ist, hat man auch kein Maass von der Leitungs-Fähigkeit für die Wärme, die diesem Boden zukommt.

Noch weniger hat man aus andern Gegenden, in welchen eine bedeutende Mächtigkeit des Eis-Bodens sich erwarten lässt, ein Maass für dieselbe. Selbst auf den Nertschinsker Höhen ist er nicht durchsunken (Anh. 45, *b*), und wo man durch das Boden-Eis durchdrang, ist es wahrscheinlich nicht bleibend (Anh. 45, *a* *). Bei Pustosersk stiess man nach Durchgrabung einer gefrorenen Schicht von 8 Faden Dicke auf eine Quelle; damit ist aber noch nicht erwiesen, dass das Eis nicht weiter reiche, da Quellen ihre nächste Um-

*) Nachdem dieser Bogen gesetzt und corrigirt war, erhielt ich Kunde von Kupffer's neuen Beobachtungen, nach denen bei Nertschinsk in der Tiefe von 40—50 Fuss 0° zu sein scheint. (Anh. 45. *c*.)

gebung erwärmen. Nur die Schürfungen bei Bogoslowsk scheinen die gefrorne Schicht durchdrungen zu haben — allein es bleibt zweifelhaft, ob hier das Boden-Eis nicht lokal war. Auch leuchtet ein, dass selbst am Rande des Eis-Bodens eine bedeutende Mächtigkeit sich erwarten lasse; denn hat die oberste nicht aufthauende Schicht auch nur $-\frac{1}{2}$ R. mittl. Temperatur, so lässt sich schon eine Mächtigkeit von 30—40 Fuss erwarten, wenn die Zunahme der Temperatur dieselbe ist, wie sie in Jakutsk zu sein scheint.

Um auf theoretischem Wege die Mächtigkeit des Eis-Bodens in verschiedenen Gegenden zu bestimmen, müsste man vor allen Dingen die Leitungs-Fähigkeit für die Wärme kennen, dann aber auch die Temperatur der obersten Schicht, auf welche die Jahreszeiten nicht mehr wirken. Die Temperatur dieser Schicht wird eines Theils von der mittleren Luft Temperatur, modificirt durch die meteorischen Niederschläge, und andern Theils von der Nähe der erwärmtern tiefern Erdschichten abhängig sein.

Gehen wir auf alle diese Verhältnisse, die später etwas näher ins Auge gefasst werden sollen, für jetzt noch nicht ein, sondern nehmen wir ganz einfach an, dass überall die Mächtigkeit des Eis-Bodens zu der mittleren Temperatur der Luft in demselben Verhältnisse steht als in Jakutsk, d. h. dass auf etwa 8° C. ungefähr 400 Engl. Fuss Boden-Eis kommen, so dürfen wir dasselbe zu Ustjansk, wo die Luft-Temperatur fast -15° C. ist, 750 Engl. Fuss mächtig erwarten, und an der Mündung der Chatanga wohl noch mächtiger. Nun ist das Meer an dem grösssten Theile der Nordküste von Sibirien sehr seicht.

Wrangell fand es 200 Werst oder 30 Meilen nach Norden vom kleinen Baranow-Felsen erst 12 Faden oder 84 Engl. Fuss tief, und Anjou sogar 4 Breitengrade oder 60 geogr. Meilen vom Festlande entfernt, dem Flusse Alaseja gegenüber, nur 15 Faden. Die tiefste Sondirung, die westlich von der Insel Belkow, der westlichsten von der Insel-Gruppe Neu-Sibiriens, durch Anjou ausgeführt wurde, gab 21 Faden. Ich zweifle also nicht, dass der Eis-Boden weit unter dem Meere fortläuft, und über die Gruppe von Neu-Sibirien hinaus in nicht zu bestimmende Entfernung, sich erstreckt. — Allerdings hat Wrangell den unmittelbaren Boden des Meeres in diesen Gegenden nicht gefroren, sondern schlammig gefunden. Nur einmal brachte das Senkblei nichts herauf, weshalb man auf Fels-Grund schloss. Diese Beobachtungen dürfen um so weniger auffallen, da Ross den Boden der Baffins-Bai an Stellen, wo die untersten Schichten des Wassers notorisch unter dem Gefrierpunkte standen, nicht gefroren fand. Man würde auch irren, wenn man glaubte, dass blos der Druck des Wassers den Schlamm am Gefrieren gehindert habe; denn da Ross mit einem besondern Instrumente, das er Deep-Sea-Clams nannte, mehrere Pfund Schlamm an die Oberfläche brachte, der bei der Untersuchung noch $1\frac{1}{2}$ — 2° R. unter dem Gefrierpunkte zeigte, so hätte dieser Schlamm gefrieren müssen, während man das Thermometer in ihn setzte, wenn nicht noch ein anderer Grund das Festwerden gehindert hätte. Dieser andere Grund ist aber ganz einfach im Salzgehalte zu suchen, der in der Tiefe noch grösser ist als an der Oberfläche.

Wie im Sibirischen Eismeere die Temperatur-Ver-

hältnisse mit der Tiefe sich ändern, ist durch unmittelbare Beobachtungen noch gar nicht ermittelt. Wrangell's Versuche, die er in seiner Reisebeschreibung (*Deutsche Uebersetzung Bd. II, S. 116*) erzählt, geben hierüber keine Auskunft, da sie in der Nähe des Ufers und nur in der Tiefe von $1\frac{1}{2}$ Faden angestellt wurden. Sie zeigten, dass hier die Temperatur im Sommer zwischen $+ 1^{\circ}$ R. und $+ 3\frac{1}{2}^{\circ}$ R wechselte, wahrscheinlich in Folge von vorhergegangenen Veränderungen in der Temperatur der Luft. — Da aber vielfache anderweitige Beobachtungen gelehrt haben, dass auch in höhern Breiten die Temperatur des Meeres mit der Tiefe zuerst rasch, dann langsam abnimmt, und zuletzt, wie es scheint, in den grössten Tiefen, die allmähig erreichte niedrige Temperatur konstant bleibt, so ist im Sibirischen Eismeere dasselbe Verhältniss zu erwarten. Allerdings nimmt in dem tiefen Becken zwischen Spitzbergen und Grönland nach den Beobachtungen von Scoresby, Franklin, Beechey, Fisher, Sabine und Parry die Temperatur mit der Tiefe zu, allein dieses ist ein lokales Verhältniss, das auf den Raum zwischen 75° und $80\frac{1}{4}^{\circ}$ der Breite, und von 15° westl. Länge bis 15° östl. Länge Greenw. beschränkt scheint*), und einen besondern Grund haben muss**).

*) Vergl. den Artikel: „Meer“ S. 1689 von Muncke im neuen Gehlerschen Wörterbuche.

***) Gilbert, der zuerst nach Marcet die bekannt gewordenen Beobachtungen über die Meeres-Temperatur in der Tiefe im Jahre 1819 zusammentrug, gab sich viele Mühe, zu beweisen (*Annalen Bd. LXIII S. 251 u. folg.*), dass die westlich von Spitzbergen gemachten Beobachtungen unzuverlässig und unter ungünstigen Umständen angestellt seien. Sonderbarer Weise verwirft er alle Beobachtungen, bei

tigt zu der Annahme eines ähnlichen Verhältnisses im Sibirischen Eismeere.

Den Grad zu bestimmen, bis zu welchem die tiefern Schichten abgekühlt sind, erlauben die bisherigen Beobachtungen noch nicht. Zwar haben Irving,

denen das Meer weit umher mit Eis bedeckt war, als ob die Eisdecke die untern Schichten hätte erwärmen können, an denen man schon damals eine Zunahme der Temperatur mit der Tiefe um mehrere Grad beobachtet hatte. Seit jener Zeit hat Parry die frühern Beobachtungen bestätigt gefunden¹⁾, und da derselbe in der Baffins-Bai das gewöhnliche Verhältniss der Abnahme gefunden hatte, so kann man wohl nicht mehr zweifeln, dass in jenem Becken ein lokaler Grund die Erwärmung bewirke. In der grossen Tiefe allein begt es nicht, da auch die Baffins-Bai in vielen Gegenden sehr tief ist, aber immer kälteres Wasser in der Tiefe hat. Scoresby's Annahme, dass das wärmere Wasser durch eine Strömung von kaltem Wasser nach unten gedrängt werde, lässt sich nicht wohl vertheidigen, da die Schwere des Seewassers bis -4° R. zunimmt. So scheint denn die schon besprochene Annahme eines submarinen Wärmequells für diese Gegend nicht füglich abweisbar, so sonderbar es auf den ersten Anblick scheinen mag, dass dieses Eis-bedeckte Meer von einem grossen Feuerherde geheizt werde. Dass Scoresby zuweilen unter den wärmeren Schichten wieder kältere fand, kann so gedeutet werden, dass der submarine Wärmequell nicht den ganzen Boden dieses Meeres einnimmt. Zur Seite von ihm wird man dann das erwärmte Wasser, wenn es eine Strömung hat, zwischen kältern Schichten finden. Ueberhaupt möchte hier ein ähnliches Verhältniss wie im Golphtrome sein, dessen hohe Temperatur ohne Annahme eines besondern Zuschusses aus der eigenen Wärme des Erdkörpers nicht verständlich ist.

1) In den Beobachtungen, welche von Parry unter weniger als $80\frac{1}{2}^{\circ}$ Breite und 15° östl. Länge von Greenw. angestellt wurden, war das Meer in der Tiefe wärmer, weiter nach Norden und nach Osten aber gewöhnlich kälter. Parry *attempt to reach the north pole*. Append. VII.

Marcet und Muncke übereinstimmend gefunden, dass Meerwasser von dem gewöhnlichen Salzgehalte bei 28° F. oder etwas weniger als -2° R. gefriert, wenn es in einige Bewegung gebracht wird. Allein Marcet hat auch beobachtet, dass unbewegtes Meerwasser von gewöhnlichem Salzgehalte bis -6° R. erkältet werden kann, ohne zu gefrieren. Ausser Zweifel ist es durch vielfache Versuche gesetzt, dass mehr gesättigtes Wasser sich stärker abkühlt ohne fest zu werden, auch wenn die Bedingungen zum Frieren da sind. Nun sind aber im Eismeere die tiefern Schichten mehr gesättigt, weil die obersten beim Frieren das Salz ausscheiden. Sie sind überdiess wenig bewegt. Auch hat das Meerwasser nicht wie das süsse Wasser seine grösste Dichtigkeit über dem Gefrierpunkte. In der That hat auch Ross in der Baffins-Bai in der Tiefe von 670 Faden das Wasser unter -3° R. gefunden.

Erinnern wir uns nun, dass in dem Theile des Eismeers, das wir jetzt im Auge haben, auch die oberflächliche Schicht im Sommer sich wenig über 0° erheben kann, und in der mittlern Temperatur unter 0° stehen muss, so dürfen wir wohl annehmen, dass seine tiefern Schichten eine Temperatur von -2° bis 3° R. haben werden. Fand doch Horner im Ochotskischen Meere am 22sten August unter 53° Breite und 152° östl. Länge von Greenwich das Wasser an der Oberfläche $+7,4$ R., in der Tiefe von 110 Faden aber $-1,6$ R., und am folgenden Tage, als er es in verschiedenen Tiefen untersuchte, ergab sich oben $+6,3$ R., bei 16 Faden nur noch $+2^{\circ}$, bei 18 Faden schon $+0,2$, bei 30 Faden $-1,6$, eine Temperatur, welche ohne Veränderung bis 115 Faden Tiefe

konstant blieb. Oestlich von den Kurilischen Inseln fand derselbe Beobachter unter 52° Breite und 160° östl. Länge von Gr. an der Oberfläche $+ 5^{\circ}$ R. und in der Tiefe von 100 Faden $- 0^{\circ},4$ R.

Unter diesen Umständen sind wir also nicht in Zweifel, dass unter dem Eismeere und unter einem grossen Theile des Ochotskischen Meeres, wenn nicht unter der ganzen Ausdehnung desselben, eine Erdschicht sich findet, welche unter 0° erkaltet ist. Statt anzunehmen, das Innere des Erdkörpers bestehe aus Eis oder gefrorenen Massen, wie man früher wohl geglaubt hat, um die nach unten abnehmende Temperatur des Meeres sich verständlich zu machen, glauben wir, die Gesetze der Dichtigkeit des Seewassers machen unter dem Boden des Polarmeeres eine bis unter den Frostpunkt erkaltete Schicht, trotz der innern Wärme des Erdkörpers, nothwendig. Die innere Wärme des Erdkörpers erhält vielleicht durch den Schacht bei Jakutsk die unbestreitbarste Bestätigung. Hier kann nicht das Hinzutreten von Wasser, die Anwendung des Pulvers, nicht einmal die Anwesenheit von Menschen, die auf lange Zeit ganz fehlten, und deren Ausdünstung in einem offenen Schachte bald sich erhebt, als Grund der zunehmenden Temperatur angesehen werden.

Wie mächtig die bis unter dem Frostpunkt erkaltete Boden-Schicht unter diesen Meeren ist, hängt offenbar von der Temperatur der untersten Wasserschichten und von der Leitungsfähigkeit des Bodens ab. Wo die ersteren auch nur $- 2^{\circ}$ R. haben und die Leitungsfähigkeit der letztern ungefähr so ist wie in Jakutsk, muss diese Mächtigkeit, auch ganz fern von dem festen Lande, bedeutend über 100 Fuss betragen.

Im Falle die Salztheile so tief nicht eindringen, so lässt sich erwarten, dass ein Theil dieser Schichten, in gefrorenem Zustande sich findet, wenn der starke Druck, der bei 100 Russischen Faden Tiefe 20 Atmosphären beträgt, kein Hinderniss ist.

Diese Mächtigkeit hätte die Erdschicht von weniger als 0° Temperatur ohne alle Beziehung zum Festlande. Sie wird aber, gegen das Ufer hin, durch den Eis-Boden des Festlandes, der wahrscheinlich mehr als 100 Klafter Mächtigkeit hat, modificirt, da hier offenbar eine Erkältung von der Seite einwirken muss. Die Temperatur des flachen See-Bodens an der Küste ist also ein Produkt der Temperatur der untern Wasser Schichten und des benachbarten Festlandes. Ich kann deswegen nicht umhin, zu erwarten, dass der Eis-Boden mit grosser Mächtigkeit unter der obersten Schicht fortläuft, besonders da hier der Druck viel geringer ist.

Nun bemerkte zwar der Admiral v. Wrangell, als er, um zu untersuchen, wie tief der Boden bei Nyslne Kolymsk gefroren sei, graben liess, dass eine halbe Werst vom Meere Wasser in die Grube trat, so bald er das Niveau des Meeres erreicht hatte (Anh. 29, a). Allein das kann doch nur für den Sommer gelten, und vielleicht überhaupt nur für ganz sandige Küsten. — So möchten wir, was wir oben (S. 505) von dem aufgethauten Zustande der Küste von Ochotsk sagten, bis auf fernere Untersuchungen, auch nur auf die obern Schichten beziehen.

VII. Verhalten der Quellen und Flüsse im Eis-Boden.

Da die grössere Hälfte Sibiriens bleibendes Boden-Eis enthält, so sollte man glauben, dass der Zustand der Quellen und Flüsse in demselben längst ein völlig bekannter sein müsse. Es ist auch nicht zu zweifeln, dass die Bewohner des Eis-Bodens über die Verhältnisse des fliessenden Wassers daselbst vollkommen unterrichtet sein mögen. So wenig ist aber hierüber zur allgemeinen Kenntniss gekommen, dass ich gestehen muss, in Beziehung auf diese Verhältnisse in der grössten Ungewissheit zu sein. Es scheint mir daher, dass die neue Expedition sich schon grosse Verdienste um die Naturgeschichte des Erdkörpers erwerben würde, wenn sie auch nur diejenigen Nachrichten sammelte, die jeder Nomade und jeder Russische Bauer über die Zustände des fliessenden Wassers in seiner Umgebung wird mittheilen können.

Kommen im Eis-Boden Quellen vor? In welcher Häufigkeit ungefähr, — da wo er mächtig ist und in Gegenden wo er weniger Mächtigkeit hat? Ist aber ein Erguss von Wasser, wie er namentlich im Sibirischen Norden im Winter vorkommen soll, wirklich mit einer Quelle vergleichbar und worin weicht er ab? Von welcher Temperatur ist das Wasser dieser Quellen? Wie ist das Verhalten der Flüsse in den verschiedenen Jahreszeiten? Wie namentlich der grössern, wie der kleinern? Sind nur wenige oder die meisten kleinern Zuflüsse im Winter und bis zum Eintritte des Frühlings ohne Wasser? Dass die grössern Flüsse auch im Winter Wasser haben, ist nur zu gewiss,

aber bemerkt man nicht eine bedeutende Abnahme in denen, welche ganz oder grossen Theils im Eis Boden fliessen?

Es ist fast unglaublich, wie wenig Stoff zur Beantwortung der hier aufgeworfenen Fragen in den Reisebeschreibungen und geographischen Werken vorkommt, die den höhern Norden Sibiriens betreffen. Zahllos sind die Wiederholungen von Sujew's Schilderung der Tundra, aber nur selten kommt eine zufällig eingestreute Bemerkung über das Dasein oder Fehlen von Quellen vor. Eine Nachricht über das Verhalten der Flüsse in verschiedenen Jahreszeiten ist kaum aufzufinden, Frühlings-Ueberschwemmungen etwa abgerechnet. Es scheint aber nicht, dass aus andern arktischen Gegenden die Nachrichten vollständiger, bestimmter und zuverlässiger sind. Die wenigste Ausbeute gewähren die allgemeinen Schriften, vielleicht weil man an die Tiefe, bis zu welcher der bleibende Frost dringt, bisher noch wenig glaubte oder dachte, also den Fragen, die jetzt zu lösen sind, eigentlich gar nicht begegnete. So leugnet man z. B. in einigen Schriften, ohne vieles Bedenken, in allen Gegenden, wo der Boden unter 0° erkaltet ist, die Quellen ganz, lässt aber die Flüsse das volle Jahr hindurch ohne Unterbrechung fliessen, ohne auch nur zu fragen, wo das Wasser herkommt? Man lässt also das Wasser in jeder Minute in grossen Quantitäten in den Mündungen ankommen, aber nur im Frühlinge und Sommer und höchstens noch im Anfange des Herbstes abgehen. Dabei fehlt es auch an anderweitigen Missverständnissen nicht.

So sagt Muncke in der ausführlichen Abhandlung über Quellen, die sich im neuen Gehlerschen Wörterbuche findet: „Nach Parry (*Journal of a third voyage* „1836, p. 153.) bildet der Polarkreis die Gränze der „Quellen, weil über dieselben hinaus der Boden stets „gefroren ist, und bloss zur Zeit der grössten Hitze „einige sehr oberflächliche aus dem geschmolzenen „Schneewasser gebildet werden; allein die Messungen „zeigen, dass diese Linie nicht als richtige Gränze hier- „für gelten kann, weil die Isotherme für 0° C. bald „über, bald unter derselben hinläuft.“ — Dass die Linie für die Bodenwärme von 0° keineswegs mit dem Polarkreise zusammenfällt, ist gewiss, allein Parry stellt auch nicht im Entferntesten eine solche Behauptung auf. Die angezogene Stelle befindet sich überhaupt nicht in der Beschreibung der dritten Reise, sondern auf S. 133 des Appendix zu ihr. Sie kommt vor in einer Abhandlung des Professors Jameson über die Geologie der Gegenden, welche Parry auf der zweiten Reise (1821—23) besuchte, und sagt nur, dass in den von Parry (damals) besuchten arktischen Gegenden keine Quellen vorkommen (Anh. 58). Die Gegenden aber, welche Parry auf seiner zweiten Reise besuchte, gehören zu den kältesten über die wir bestimmte Messungen besitzen, da sie — $12\frac{1}{2}^{\circ}$ C. bis — 14° C. mittlere Jahres-Temperatur haben. Herr Prof. Muncke fährt dann fort: „Kämtz hält gleich- „falls die Isotherme von 0° C. für die Gränze der „Quellen, glaubt jedoch, dass noch einige über diese „Gränze hinaus gehen können, weil das Wasser vor „dem Gefrieren sich tief unter dem Eispunkt erkälten „lasse, und ausserdem Erfahrungen dieses darthun sol-

„len, indem namentlich Capt. James an der Hudsons-
„Bai Quellen unter einer Decke von Eis und Schnee
„das ganze Jahr hindurch fliessend fand. Allein diese
„bekannte grössere Erkältung des Wassers findet bloss
„bei ruhig stehendem, aber nicht bei fliessendem statt,
„und auf jeden Fall nicht bei solchem, welches mit
„Eis in Berührung kommt. Giebt es also Quellen jen-
„seit derjenigen Gränze, wo die mittlere Temperatur
„= 0° C. ist, so scheint mir dieses nur dann mög-
„lich zu seyn, wenn die Boden-Temperatur dort et-
„was höher ist, was bekanntlich an verschiedenen Orten
„statt findet.“

Gegen diese Argumentationen hätten wir Manches einzuwenden. Zuvörderst ist wohl allgemein bekannt, dass fliessendes Wasser nicht so bald gefriert als stehendes. Die bekannten Versuche im Kleinen können die Erfahrungen im Grossen nicht widerlegen. Wir wollen gar nicht einmal darauf uns berufen, dass die Newa nur durch das Eis, welches vom Ladoga-See herabkommt, ihre Decke erhält, und dass wenn dieses Schwimm-Eis Lücken lässt, diese Lücken zuweilen sehr lange offen bleiben. Ich habe selbst gesehen, dass bei plötzlichem Eintritt von — 7° R. eine solche Lücke offen blieb, und über ihr eine Nebel-Wand stand, wie über den offenen Polynjen des Eismeers. — Dieses beruht darauf, dass in einem Flusse wie die Newa die obern Schichten des Wassers mit den untern gemischt werden, welche noch lange Zeit ihre Temperatur über 0° bewahren. Aber auch in sehr viel kältern Gegenden gefrieren Flüsse, in denen das Wasser einen schnellen Lauf hat, ungemein spät, lange nachdem alle Schichten unter 0° abgekühlt sind, und

wenn sie endlich doch mit Eis sich bedecken, scheint dasselbe auf dem Boden sich zuerst zu bilden als sogenanntes Grund-Eis, wahrscheinlich weil hier das weniger bewegte Wasser mehr Neigung zum Gefrieren hat, als das stark bewegte. Ich berufe mich auf die Erfahrungen von Wrangell und seinen Gefährten über das Gefrieren des Anjui und ähnlicher Flüsse im Eis-Boden, wo die Abkühlung des Wassers von oben und von unten zugleich wirkt (Anh. 53). Selbst für die Angara zwischen dem Baikal und Irkutsk, die nicht mehr im Eis-Boden fließt, soll sich das Eis nur als Grund-Eis bilden. Wem ist unbekannt, dass Wasserstürze gar nicht gefrieren? — Kämtz glaubt auch nicht, dass nur einzelne Quellen jenseit der Isotherme von 0° vorkommen, sondern er findet „wahrscheinlich, dass der Mangel an Quellen sich erst bedeutend nördlich von den angegebenen Gränzen zeigen wird.“ Nicht beweisend ist es freilich, wenn er, wie auch Herr von Buch in der oben (S. 559) mitgetheilten Stelle, sich auf den Kapt. James beruft. James überwinterte in dem südlichsten Theile der Hudsons-Bai. Hier ist gar kein bleibendes Boden-Eis, da, wie wir gehört haben, die Gränze desselben an diesem grossen Meerbusen erst auf den 54sten Grad der Breite fällt (S. 508). Die Quelle, welche James beobachtete, hatte also nur eine solche Schicht des gefrorenen Bodens zu durchdringen, welche in jedem Winter sich bildet. — Wenn Muncke zuletzt sagt, dass nur da Quellen vorkommen können, wo der Boden über 0° Temperatur hat, so liegt die Bemerkung auf der Hand, dass eine Quelle, aus tiefen Schichten kommend und deren Temperatur mitbringend, jeden-

falls durch eine dünne Schicht von Boden-Eis ihren Weg finden wird. Wäre der Satz genau wahr, dass nur da Quellen möglich sind, wo der Boden über 0° Temperatur hat, so könnten auch in unsern Breiten im Winter keine Quellen fliessen. Ueberdiess haben Gegenden, wo die mittlere Temperatur der obersten Boden-Schicht genau 0° ist, noch kein bleibendes Boden-Eis. Doch hierüber später!

Wir wollen nachfragen, was die Erfahrung lehrt und wo diese mangelhaft ist, zur Vervollständigung derselben auffordern.

Dass im Rande des Eis-Bodens noch Quellen vorkommen, die ihn durchsetzen, ist gar nicht zu bezweifeln. Crantz berichtet über die Missions-Orte der Brüder-Gemeinde in Grönland, dass die meisten Quellen durch Schneewasser gespeist würden, aber doch nicht alle. Ich habe im Anhang (N. 35, b) eine gefällige Mittheilung von Herrn Schrenk angeführt, nach der man bei Pustosersk im gefrorenen Boden in der Tiefe von $4\frac{1}{2}$ Faden auf eine fliessende Quelle traf. Sie floss gewiss nicht unterhalb des Boden-Eises, denn dieses liess an einem andern Punkte desselben Ortes in der Tiefe von 9 Faden eine Quelle finden, und es ist nicht gewiss, ja kaum wahrscheinlich, dass in dieser Tiefe die Gränze des bleibenden Eises ist. Auf den Höhen von Nertschinsk fehlt es nicht an Quellen. Von ähnlichen Erfahrungen liessen sich mehrere zusammen tragen. Auch ist dieses Verhältniss nicht auffallend, da ja alle stärkeren Quellen durch das Winter-Eis unsrer Gegenden und selbst Laplands dringen.

Eben so wenig kann aber bezweifelt werden, dass wo der Eis-Boden mächtiger wird, gewöhnliche Quellen, in ebenen Gegenden wenigstens, höchst selten sind, — so selten, dass man wohl mitunter die Behauptung findet, sie fehlten gänzlich. Dass sie nicht ganz fehlen können, auch in Gegenden nicht, wo der Eis-Boden wahrscheinlich mehrere hundert Fuss mächtig ist, lehren aber mit Fraktur-Schrift die Flüsse. Man muss sich also zuvörderst die Frage aufwerfen: ob nicht etwa im nordöstlichsten Winkel von Sibirien so viele Thermen oder Wärme-Quellen sind, dass von ihnen die Flüsse gespeist werden? Dass warme, oder sogar heisse Quellen auch in Gegenden nicht fehlen, welche wenigstens stellenweise Eis-Boden enthalten, lehrt die Gegend am Onon (Anh. 7, *b*) und die Hochfläche von Daurien. In der Umgegend des Baikals, wo die mittlere Boden-Temperatur wenigstens nicht über 0° steht, sind sie sogar häufig. Sie kommen aber auch weiter nach Norden vor. 200 Faden vom Bauntsee, der im Eis-Boden sich befindet, entspringt eine so heisse Quelle, dass man Fische in ihr gar kocht. Das Flüsschen Tawotoma, das unter 62° in den Penschinischen Meerbusen sich ergiesst, hat eine heisse Quelle. In Kamtschatka sind sie bekanntlich häufig. Auch nördlich und östlich von Jakutsk fand Sarytschew in der Chanduga, einem Zufluss des Aldan, mitten im Februar offene Stellen, die er warmen Quellen zuschreibt. Diese Gegend ist gebirgig (Anh. 54, *a*). In der Regel ist die erwärmende Wirkung einer Therme nicht weit ausgedehnt. Doch scheinen mitten im Eis-Boden Gegenden vorzukommen, die durch grössere Bodenwärme sich von ihrer Umgebung auszeichnen.

So kam Sarytschew ungefähr eine Tagereise nördlich von den offenen Stellen der Chanduga zu dem mit vielen warmen Stellen versehenen Flusse Kumkui, der auf der andern Seite des Gebirges der Jana zufließt. — Hier fand er eine einzelne Jurte, in der ein Jakute ohne allen Viehstand lebte, und sich aus einem benachbarten See Fische fing, und nur von diesen und von Feldhühnern lebte (Anh. 54, b). Dass der See immer offen bleibe, wird zwar nicht ausdrücklich gesagt, aber wenn das ganze Jahr hindurch in ihm gefischt werden kann, und zwar von einer einzelnen Familie, so hat wenigstens das Eis nicht die hier gewöhnlichen Dimensionen. Allein Quellen, die eine auffallende Wärme haben, sind im Eis-Boden doch nur höchst selten, und Kamtschatka gehört, wie wir schon oben bemerkten, wenigstens mit dem grössten Theile seines Umfanges wohl nicht hierher. Auch die wärmern Stellen, die hie und da vorkommen mögen, sind doch nur sehr selten und, im Verhältniss zum ganzen Umfange des Landes, nur sehr beschränkt. Man darf also gar nicht im Ernste daran denken, dass die Flüsse des Eis-Bodens von Sibirien und — eben so von Nord-Amerika nur durch wirklich warme Quellen gespeist würden. Ein so auffallendes Verhältniss müsste längst bemerkt sein.

Dennoch sieht man sich vergeblich in den Beschreibungen von Sibirien und in den Schilderungen seines arktischen Landstrichs nach einer bestimmten Angabe um, woher die Flüsse im Winter ihr Wasser erhalten, so nahe diese Erage auch liegt. Das Verhältniss mag also wohl etwas versteckt sein. Wir wol-

len versuchen, es etwas aufzuklären, und wenigstens einzelne Fragepunkte aufzuwerfen.

Zuvörderst scheint es sicher, dass es nicht ganz an kalten Quellen fehlt, und in einigen mag das Wasser sehr kalt sein, vielleicht mehr als einen Grad unter dem Gefrierpunkte, da wir gar nicht zweifeln, dass Wasser bei dieser Temperatur noch flüssig bleiben kann, besonders wenn es durch einen Kanal gedrängt wird, der ihm keine Ausdehnung erlaubt. — Man wird im Anhang No. 23 finden, dass Schergin berichtet, einige wenige Quellen kämen vor. Seine Aussage wird dadurch dunkel, dass er diese Quellen nur in den Flussbetten sucht. Soll man nun glauben, dass wirklich nur in die Flussbetten die Quellen sich Bahn brechen, vielleicht weil unter den Flussbetten das Boden-Eis weniger mächtig sein wird, und also leichter eine Quelle den Durchgang erhält? oder, dass Schergin, etwas ungeschickt, jede Quelle, die das ganze Jahr hindurch fließend bleibt, einen Fluss nennt? Darf man annehmen, dass das Wasser mit einer geringern Temperatur als 0° an die Oberfläche kommt, da es an dieser Eis-Massen bildet, welche sich allmählig vergrössern? oder sind die Eismassen bloss Folge davon, dass das Wasser an der Oberfläche während des Winters unter den Gefrierpunkt erkaltet wird? Ueberall nur Stoff zu neuen Untersuchungen!

Diese Aufquellungen von Eis nennen die Russen in Sibirien mit dem Worte *Nakipni*, das sich nicht genau ins Deutsche übertragen lässt, aber den Begriff von Aufquellen, Auftreiben, Aufwallen (wie beim Kochen) ausdrückt. Wir haben schon früher das Wort Boden-Glätscher für Eis-Lager auf flachem Boden ge-

braucht (S. 398), und zweifeln nicht, dass die Eis-Thäler, welche östlich von Jakutsk vorkommen, wesentlich mit den von Schergin erwähnten Eis-Massen übereinstimmen. Diese Eis-Thäler werden von Gmelin, der in Jakutsk von ihnen erzählen hörte, *Taryni* (Anh. 14, a), von Langsdorff, der aus Ochotsk kam, *Saseki* (oder *Sasseki*?) genannt (Anh. 14, e, f). *Taryni* kommen nach Wrangell auch auf dem Wege von der Lena nach der Kolyma vor (Anh. 29, e). So möchte denn das Wort *Taryn* wohl Jakutischen, so wie *Saseka* Tungusischen Ursprungs sein, und beide Wörter mit dem Russischen *Nakipen* gleiche Bedeutung haben, nämlich ein Eis-Lager bezeichnen, wozu die bildende Masse als Wasser in flüssigem Zustande von unten hervordringt, und nicht von der Oberfläche zusammen rinnt.

Dass aber immer diesen Boden-Glätschern eine wahre Quelle zum Grunde liege, will ich nicht behaupten. Mancherlei macht mich bedenklich. Wenn ein ununterbrochener Zufluss von Wasser die Boden-Glätscher vergrösserte, so müssten sie ungemein rasch wachsen, wenn nicht das hervorquellende Wasser im Sommer abfliessen kann, oder ein so bedeutender Theil des Eises im Sommer zum Schmelzen kommt, als im Winter sich bildet*). Die *Taryni* verdienen also wohl in Bezug auf ihre Dauer, ihren Umfang, den Abfluss im Sommer u. s. w. genau untersucht und beschrieben zu werden. — Was Wrangell von den *Tarynen* des Dogdo-Thales sagt, scheint anzudeuten, dass sie nicht sowohl Quellen als Erdspalten ihren Ursprung verdanken. Das Eis bildet sich nämlich im Winter durch hervordringendes Wasser (Anh. 29. c), und wie mich

*) Alle *Taryni* haben im Sommer einen Abfluss (Kyber).

Wrangell mündlich versichert hat, vorzüglich nach heftiger Kälte tritt es flüssig hervor, indem es die Eisdecke durchbricht und dann gefriert. Im Sommer aber sind diese lang gezogenen Dogdo-Thäler, deren Boden mit grobem Kiese beschüttet ist, völlig trocken. Wahre Quellen scheinen hier also nicht zu sein. Sollten nicht grosse Spalten in der Tiefe sich finden, die der Kies überdeckt, in denen aber das Wasser im Winter gefriert, und weil das Eis ein grösseres Volumen erhält, als es früher hatte, zum Theil hervor gepresst wird?

Dagegen scheinen die Eis-Lager, deren Schergin in den angeführten Antworten erwähnt, wahren und anhaltenden Quellen ihren Ursprung zu verdanken, da auch im Sommer unter dem Eise Wasser fliesst. In der That, denken wir uns in diesen arktischen Gegenden eine Quelle welche das ganze Jahr hindurch reichlich fliesst, was wird geschehen? Nicht weit von der Mündung der Quelle wird das Bächlein, das ihr Wasser bildet, im Winter mit sehr starkem Eise vielleicht von 7 — 8 Fuss Dicke bedeckt. Wird dieses Eis nicht allmählig gehoben, was nicht jedes Flussbette erlaubt, so wird nothwendig unter dem Eise der Raum für den Abzug der Quelle zu eng, und sie wird von Zeit zu Zeit ihr Wasser über das Eis ergiessen, und kann demselben eine ausserordentliche Mächtigkeit geben. Das Wasser wird sich dann auch über die Ufer des Bächleins verbreiten, und hier das Eis noch weniger schmelzen, weil unter ihm kein fliessendes Wasser ist. Sarytschew erwähnt zweier Eis-Flüsse, die in den Omekon, einen Ast der Indigirka sich ergiessen, und sagt ausdrücklich, wenig-

stens von dem einen von ihnen, dass das dicke Eis, mit dem es beständig bedeckt sei, durch das im Winter aus seinen Quellen hervorströmende Wasser gebildet werde *). Leider geht Sarytschew gar nicht in eine nähere Beschreibung ein. Nur dass das Eis bleibend sei, lässt sich nicht bezweifeln, da er spät im August hier war. Eben so kurz spricht Gmelin von einem Eis-Flusse in der Nähe von Jakutsk. Wahrscheinlich ist dieses in den Nachrichten von Schergin mit enthalten.

Aber gibt es auch Nachrichten, dass in Gegenden, wo der Eis-Boden mächtig ist, ununterbrochene Quellen wirklich sichtbar fließen? möchten diejenigen fragen, denen es zu gewagt scheint, aus den lakonischen Nachrichten von Sarytschew und Schergin, auf Quellen, die auch im Winter Wasser geben, zu schliessen. O ja! es gibt deren. Dass im Flussgebiete des Wiljuï bleibendes Boden-Eis ist, hat wohl das berühmte von Pallas beschriebene Nashorn hinänglich erwiesen. Dass es eine grosse Mächtigkeit habe, lässt schon die Lage erkennen, da dieser Fluss unterhalb Jakutsk in die Lena fliesst. Nun, am Kempendei, einem Seiten-Fluss des Wiljuï ist eine Salzquelle, welche in den drei kältesten Monaten, im December, Januar und Februar am stärksten fliesst. Ehemals soll sie in Form einer Garbe 10 — 11 Fuss hoch gesprungen sein, jetzt (die Oeffnung scheint erweitert,) erhebt sie sich lange nicht so hoch. Nach Spasskij soll sie überhaupt nur zu fließen anfangen, so bald der Frost eintritt, im Sommer aber aufhören. Ob diese letztere Angabe

*) Sarytschew Reise Bd. I. S. 62 und 63

richtig sei, müssen wir dahin gestellt sein lassen. Salzquellen sind auch an der untern Tunguska. Ob sie aber auch im Winter fließen, ist mir unbekannt. Quellen, welche Glaubersalz, Vitriol oder andere Beimischungen enthalten, werden aus dem Hochlande Dauriens und nördlichen Gegenden mit bleibendem Boden-Eise aufgeführt. Da aber alle diese gemischten Wasser schwerer gefrieren als das reine, so wird man fragen, ob ich keine sichtbare anhaltende Quelle reinen Wassers aus dem Eis - Boden zu nennen weiss. Ich muss bekennen, dass ich mich nicht besinne, in irgend einem Reiseberichte eine Beschreibung oder auch nur die bestimmte Nennung einer offenen Quelle, welche das ganze Jahr hindurch flösse, gefunden zu haben *). Allein man erinnere sich, dass man im arktischen Sibirien immer nur reist, um so bald als möglich anzukommen, und überhaupt nur sieht, was grade am Wege liegt; ferner dass man im Sommer auf den Flüssen fährt, im Winter aber viele Quellen mit Eisdecken überwölbt sein mögen (Anh: 23, b).

Dass aber immer fließende Quellen da sein müssen, lehren ja die Flüsse, von denen Sibirien auch in seinen nördlichsten Theilen durchzogen ist, nur zu bestimmt.

Fassen wir diese etwas ins Auge, so werden wir vielleicht auch erkennen, oder wenigstens vermuthen können, warum die Reisenden der Quellen nicht er-

*) Ich erianere mich allerdings einer oder zweier Quellen, die im Sommer in der Uferwand der Lena sichtbar sind. Allein diese mögen sogenannte Seih-Quellen, und also ohne Bedeutung für unsere Frage sein.

wähnen, und wie man die Meinung haben konnte, es fehle ganz an ihnen.

Zuvörderst ist es unläugbar, dass hoch im Norden die Zahl der Flüsse wirklich geringer ist, als im Süden, was für Nord - Amerika noch mehr zu gelten scheint, als für Sibirien. Gegen die Küste des Eismeers werden besonders kleinere Flüsse, die das ganze Jahr fliessen, immer seltener (Anh. 5). Es ist auch keinem Zweifel unterworfen, dass im Eis-Boden manche kleineren Zuflüsse zu den grössern Strömen, im Winter nur zu bestehen *scheinen*, da die beim Eintritte des Winters gebildete Eisdecke sich erhält, unter ihr aber das Flussbette leer ist, obgleich man in der That erst seit sehr kurzer Zeit darüber Kunde hat. Aufmerksam wurde ich hierauf durch einen Zufall, der dem Admiral Wrangell begegnete, indem sein Pferd durch eine solche Eisdecke in ein Flussbette stürzte, das tief genug war, um es zu verdecken, aus welchem aber die Jakuten es trocken hervorzubringen versprachen, und es wirklich brachten (Anh. 55). Sie wussten also voraus, dass hier kein Wasser floss. Ich liess nun Schergin hierüber befragen und erhielt zur Antwort, dass in der That kleinere Flösschen (wahrscheinlich die meisten,) im Winter ohne Wasser sind (Anh. 23). Was vom Kara-Ulach durch Lassenius berichtet wurde, ist wahrscheinlich auch so zu deuten (Anh. 6). Aehnliches erfahren wir aus Nowaja-Semlja. Pach-tussow überwinterte in einem Flösschen Tschirakin, dessen Mündung tief genug war um seinen kleinen Schooner, der doch sieben Fuss Wasser forderte, aufzunehmen. Im Winter hatte aber dieses Flösschen bald sein Wasser verloren, das man 5 $\frac{1}{2}$ Werst weit aus

einem See holen musste. Die Eingebornen Sibiriens bemerken ein solches Schwinden des Wassers weniger, da sie gewohnt sind, des geschmolzenen Schnees sich zu bedienen. — Jede Karte lehrt aber, dass im Eis-Boden Sibiriens doch eine Menge grosser Flüsse vorkommen, zu denen wir nothwendig immer wieder zurückkehren müssen. Wir sprechen hier gar nicht vom Ob, der bei weitem den grössten Theil seines Wassers aus Gegenden erhält, welche nur während des Winters einige Schuh tief gefrieren. Erst jenseit Beresow fliesst er im Eis-Boden. Wenn er auch aus den letzten Zuflüssen, unterhalb dieses Ortes, im Winter gar kein Wasser erhalte, so würde doch in dem grossen Flussbette die Abnahme wenig bemerklich sein. Anders ist es schon mit dem Jenissei, und noch viel mehr mit der Lena, von der die längsten Zuflüsse, der Witim, der Aldan, der Wiljui ganz im Eis-Boden zu verlaufen scheinen. Nur bis etwas über Kirensk fehlt das ewige Boden Eis. Dann gibt es aber noch sehr ansehnliche Flüsse, wie die Jana, die Indigirka, die Kolyma, der Anadyr, die gar kein Wasser aus einem Boden von mehr als 0° Temperatur beziehen. Doch hören sie im Winter nicht auf zu fliessen. Ja es scheint nicht einmal die Wasser-Abnahme während des Winters in ihnen auffallend, da kein Reisender derselben gedenkt, wenn auch der Stand aller dieser Flüsse in der ersten Hälfte des Sommers, zur Zeit wo der Schnee schmilzt und bald nachher, sehr viel höher ist als später. Eine geringe Abnahme mag allerdings dadurch verdeckt werden, dass die ungemaine Dicke des Eises den Raum des fliessenden Wassers sehr beengt. Gewiss ist aber, dass für

den häuslichen Gebrauch in den grössern Flüssen das Wasser nicht fehlt. Wie kann ihnen dieses anders zufließen, als durch wahre Quellen, da schon mit dem Ende des Septembers oder wenigstens im Oktober der Frost von oben und der Frost von unten sich erreichen und alles Sehwasser gefrieren muss.

Ich glaube auch hierüber die besste Auskunft in einer Bemerkung Wrangell's zu finden. Nach ihm unterscheidet man in Nordost-Sibirien zweierlei Zuflüsse der grössern Ströme, nämlich solche, die aus Seen kommen, und *Wiski* genannt werden, und andere, die aus Felsgebirgen hervorbrechen, *Kamennye protoki* (Anh. 29 f.). In der That wird man in jeder genauern Karte von Sibirien eine Menge Flüsse aus Seen kommen sehen. Wrangell's Karte scheint auch nachzuweisen, dass es wirklich grosse Flächen gibt, in denen es an bleibenden Flüssen ganz fehlt, während die gebirgigen Gegenden hinlänglich mit ihnen versehen sind. So bleiben fast alle Zuflüsse der Jana und Indigirka weit von einander entfernt und lassen zwischen sich einen breiten Raum, in welchem es an bleibenden Flüssen fehlt, und wo das im Sommer flüssig gewordene Wasser in ausgedehnten Sümpfen stagnirt, bis es mit dem Eintritte des Winters wieder gefriert. Im Frühlinge wird es freilich nicht an Abflüssen fehlen, die hier nicht mit aufgenommen wurden, weil sie nicht bleibend sind.

Auffallend ist im Sibirischen Eis-Boden die Zahl der Seen. Dasselbe scheint von den nördlichsten Theilen von Nord-Amerika nach den Berichten der neuern Reisenden zu gelten. Einige sind ganz flache Lachen vom Frühlingwasser gebildet. Es sind die früher er-

wählten *Laidly*, welche im Winter ganz ausfrieren. Andere sind tiefer, und, wie behauptet wird, oft sehr tief. Wir unterscheiden unter ihnen solche, die keinen Abfluss haben, und andere, die mit einem Abfluss versehen sind.

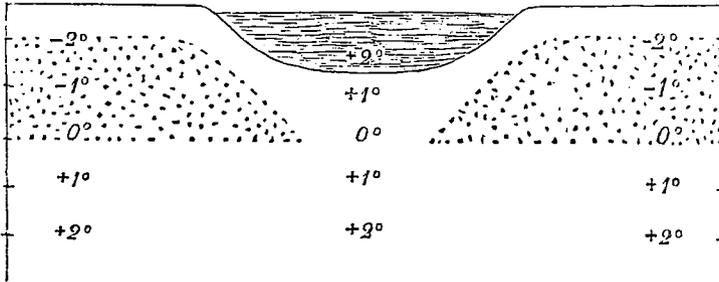
Leider sind die meisten Landseen im Eis-Boden Sibiriens noch nie von Gebildeten gesehen worden, und die besuchten sind von den Reisenden eben auch nur *gesehen*. Nicht ein einziger ist genau beschrieben — nicht einmal in Bezug auf seine Ufer, viel weniger in Bezug auf die Höhe seines Wasserspiegels in verschiedenen Jahreszeiten, auf die Tiefe seines Bodens und die Temperatur des Wassers in verschiedenen Tiefen. Es bleibt daher noch manches Verhältniss zweifelhaft, ja, ich möchte sagen, räthselhaft.

Die neue Expedition muss man also besonders bitten, über den Umfang der Seen, ihren Stand nach den Jahreszeiten und ihre Tiefe Erkundigungen bei den Eingebornen einzuziehen, über die Temperatur des Wassers in verschiedenen Tiefen aber selbst Messungen anzustellen. Die meisten dieser Seen sollen fischreich sein. Wie aber erhalten die Fische in den hochnordischen Seen die zu ihrem Leben nothwendige Luft, da das Eis sehr dick ist und 9 — 10 Monate steht? Sollten die Spalten die von Zeit zu Zeit im Eise sich bilden, dazu hinreichen? Es scheint nämlich das Wasser der Seen viel mehr von der äussern Luft abgeschlossen, als das Wasser der Flüsse, wo kleine Zuflüsse auch einen Vorrath von Luft mit sich führen. — Erwarten lässt sich, dass viele Seen, die keinen Ausfluss haben, eine Menge Schneewasser im Frühling aufnehmen, und damit die Verdunstung während des

Sommers bestreiten. Dann wird jedoch die Höhe sehr wechselnd sein. Dass in Gegenden, wo der Eis-Boden noch nicht sehr mächtig ist, Seen ohne Ausfluss nicht ganz ausfrieren, wenn sie nur einige Tiefe haben, ist leicht zu begreifen, aber warum ist dieses Ausfrieren in Gegenden, wo die Boden-Temperatur 5 oder mehr Grade unter dem Gefrierpunkte steht, nicht Regel? — Denken wir uns nämlich eine Gegend, in der die Temperatur der obersten, nicht mehr dem Jahres-Wechsel unterworfenen Schicht — 2 R° ist, und nehmen wir die Leitungsfähigkeit des Bodens so an, wie sie bei Jakutsk zu sein scheint, d. h. etwa mit 75 Fuss eine Zunahme um 1° R. , so lässt sich für diese Gegend die Dicke des Boden-Eises zu 150 F. erwarten. Ist nun hier ein See von nicht ganz geringer Tiefe, nämlich tiefer als der Boden den Jahreswechsel erfährt, also wenigstens 30 Fuss, so lässt sich leicht verstehen, warum ein solcher See nicht ganz in Eis sich verwandelt. Nach den merkwürdigen Dichtigkeits-Verhältnissen des reinen Wassers, die einen so grossen Einfluss auf die Oekonomie der Natur ausüben, ist dasselbe am schwersten ungefähr bei $+ 4^{\circ}\text{ C.}$ oder $+ 3^{\circ},2\text{ R.}$ *). Da das Wasser an der Oberfläche leicht bis zu diesem Grade erwärmt wird, so muss es niedersinken, und es lässt sich erwarten, dass die Seen dieser Gegenden in der Tiefe Wasser von $3^{\circ},2\text{ R.}$ haben, oder wenigstens eine nicht weit davon entfernte Temperatur. Denn, wird auch das tiefste Wasser durch den Eis-Boden abgekühlt, so wird er sich erheben, wenn diese Abkühlung bedeutend ist, und es wird

*) Nach Hällström's letzten Versuchen ist das Wasser am schwersten bei $4^{\circ},004\text{ C.}$, also fast genau $+ \frac{1}{4}\text{ C.}$

anderes Wasser von $+ 3^{\circ}$ an seine Stelle treten, oder wenigstens ein beinahe so warmes. So wird also immerfort Wechsel sein, und wenn in Folge desselben auch das Wasser der Tiefe nur $+ 2$ haben sollte, (da es im Niedersinken einen Wärme-Verlust erfahren wird), so kann unter ihm erst mit 150 Fuss (immer unter Voraussetzung der gleichen Leitungs-Fähigkeit des Bodens,) die Temperatur 0° sein, wie auch im allgemeinen Erdboden, mit dem Unterschiede nur, dass im allgemeinen Erdboden die Temperatur von $- 2^{\circ}$ R. allmähig zu 0° übergeht, und dann stetig sich erhebt, unter dem See aber von $+ 2^{\circ}$ zuerst auf 0° sinkt und sich dann ganz schaftlich mit dem übrigen Erdboden wieder verhält, wie der folgende Holzschnitt lehrt, in welchem die Schicht unvergänglichen Boden-Eises durch Punkte angedeutet ist.



So scheint es, dass in diesen Gegenden unter den tiefen Seen das Boden-Eis fehlt, oder der Eis-Boden gleichsam durchlöchert ist. — Dasselbe gilt vielleicht noch, wo die Boden-Temperatur $- 3^{\circ}$ ist.

Warum aber Seen in Gegenden, wo der Boden $- 6^{\circ}$ R. oder eine noch geringere Temperatur hat, nicht vollständig in Eis sich verwandeln, kann man, wenn ich nicht irre, nur durch die Annahme einer

lokalen Erwärmung erklären. Denken wir uns auch ursprünglich die Tiefe eines solchen Sees mit Wasser von $+ 3^{\circ}$ R. erfüllt, so könnte doch nur ein Theil des Bodens unter ihm über 0° R. erwärmt werden. Sehr bald müsste dann durch die Kälte des Eis-Bodens das Wasser abgekühlt werden, und der aufgethaute Theil des Bodens sich verringern. Schon in dem nördlichen Theile der Hudsons-Bai, wo die Temperatur etwa die von Jakutsk sein mag, sollen nach Middleton die Seen sich mit Eis von 10 — 12 Fuss Dicke bedecken. Während des langen Winters ist also an ein Ersetzen der tiefern Wasser-Massen durch wärmere nicht zu denken. Im Sommer wird dieses Eis allerdings zum Schmelzen gebracht, allein in hochnordischen Gegenden erhält sich ein Theil des Eises bis sehr tief in den Sommer, und hie und da scheint ein See das ganze Jahr hindurch seine Eisdecke nicht zu verlieren. Ist dieses auch nur seltene Ausnahme und kommt es auch wohl nur bei kleinern Seen vor, so erhält sich doch das Eis, in Bruchstücken wenigstens, bis tief in den Juli. Bis dahin wird also die Oberfläche des Sees kaum mehr als 0° haben. Das Schneewasser das er im Frühlinge erhält, kann auch nicht merklich über den Gefrierpunkt erwärmt sein. Nach dem Schwinden des Eises kann erst Erwärmung eintreten, aber jede merklich erwärmte Schicht muss bald wieder sinken und wird mit Wasser von 0° ersetzt. So scheint es nicht, dass es jema's wieder bis zu einer Erwärmung von $+ 3^{\circ}$ R. kommen kann. Tritt nun wieder der lange Winter ein, so muss während desselben die Erkältung von allen Seiten fortschreiten. Woher kommt es nun, fragen wir, dass nicht der ganze See im Verlaufe we

niger Jahre in Eis verwandelt wird, da sehr bald das gesammte Wasser während des Winters auf dem Gefrierpunkte scheint stehen zu müssen? Sollte der Grund darin liegen, dass das Wasser, wenn es sich nicht bewegt, die Wärme fast gar nicht leitet, Bewegungen aber nicht eintreten können, wenn das Wasser in allen Tiefen gleichmässig auf 0° steht? Wer erinnert sich nicht des langen gegen Rumford geführten Streites, der gegen ihn entschieden wurde. Auch die am wenigsten leitende Substanz muss doch in einer langen Reihe von Jahren die Temperatur der Umgebung annehmen. Ist das tiefere Wasser zu sehr zusammen gepresst um gefrieren zu können? Oder sind wirklich die Seen so tief, dass ihr Boden an die Bodenschicht von 0° reicht? Aber auch dann müsste oben das Wasser viel tiefer gefrieren, als durch jeden kurzen Sommer aufgethaut werden kann. Es wäre dann wenigstens oben bleibendes Eis. Oder wirken die Sonnenstrahlen, — nachdem alles Eis verschwunden ist, noch in bedeutenden Tiefen erwärmend, auch bei so niedrigem Stande der Sonne? Darüber würde man im August sich belehren können. Man sieht, welche Belehrung es geben muss, die Temperatur der hochnordischen Seen in verschiedenen Tiefen und Jahreszeiten zu messen; dass aber auch noch Beobachtungen im physikalischen Laboratorium nöthig scheinen. Ueberall stösst man auf die Frage: Welchen Druck kann das Wasser überwinden, wenn es bei bestimmtem Kältegrade gefriert? Die Versuche, welche man bisher bei sehr starker Kälte anstellte, scheinen nicht zu genügen.

Sollten aber nicht die Seen, welche tiefer und grösser sind, von unten geheizt werden — durch

Quellwasser? Ich gestehe, dass ich, wenn auch nicht von allen, doch von vielen nordischen Seen glaube, sie empfangen Quellen, oder richtiger, die Quellen, welche aus dem aufgeschwemmten Boden hervorbrechen, erscheinen hier als Seen. In der That braucht man sich ja nur zu erinnern, was in Gebirgen aus Quellbächen wird, die sich in ein Thal von hartem Gestein ergiessen, das dem Drucke des fliessenden Wassers nicht nachgibt. Das Wasser staut sich auf bis zu einer Höhe, in welcher der Kessel einen Einschnitt hat. Es bildet sich ein Bergsee, der an diesem Einschnitte einen Abfluss hat, oder der See erhält einen solchen Umfang, dass das jährlich verdunstende Wasser dem jährlichen Zuflusse gleichkommt. Angenommen, es kommen Quellen im Eis-Boden vor, so finden sie auch im aufgeschwemmten Lande einen Boden vor, der so fest als Gestein ist. Das Wasser kann keine Rinne einschneiden, sondern es wird sich ein Becken bilden, da in der nächsten Umgebung des Wassers das Erdreich aufgethaut sein wird. Ist nun der Zufluss sehr stark, so muss dieser See so hoch anschwellen bis er irgend wo an der Oberfläche abfließt, das gibt also Seen mit Abfluss. In der That weiss ich nicht, wie man sich die hochnordischen Seen mit bleibendem Abfluss anders als maskirte Quellen oder Bäche denken soll. Während im nicht gefrorenen Boden geringerer Breiten vielleicht ein halbes Dutzend oder mehr kleinerer Quellbäche an der Oberfläche zusammen rinnen, bis ein Flösschen daraus wird, vereinigen sie sich hier vielleicht schon in der Tiefe, und erscheinen an der Oberfläche in Form eines Sees, von dem der Fluss abfließt.

Aber wie kommen denn Quellen durch den mächtigen Eis Boden hindurch? Ich antworte, dass es zuvörderst nur darauf ankommt aus der Erfahrung zu erweisen, dass Quellen wirklich da sind, dass die Flüsse ihr Dasein erweisen, und dass wir sogleich von andern Quellen aus Felsen sprechen werden. Was nun die Quellen aus den gefrorenen Schichten anlangt, so lehrt die Erfahrung, dass das Wasser das unter dem Eis-Boden sich befindet, durch den Druck, den es ausübt, diesen letztern, wenigstens da, wo er nicht sehr mächtig ist, hebt, und durchbricht. In Daurien ist es nicht selten, dass plötzlich die Erde im Winter in kleinerem Umfange gehoben wird und eine Quelle hervorbricht. Man sieht kleine kegelförmige Hügel, von deren Gipfel eine Quelle abfließt. Sie heissen bei den Russen, ebenso wie das Fis, das seinen Ursprung dem Wasser aus der Tiefe verdankt, *Nakipni*, ein Beweis, dass man ihren Ursprung einem Drucke von unten zuschreibt. — Mehrere Seen des höchsten Nordens sollen erhöhte, wallartige Umgebungen haben, wie Wrangell sie ausdrücklich von dem abgelautenen See Miörö (Auh. 56) beschreibt. Dieser ehemalige See hatte freilich einen sehr weiten Umfang, und man kann die Erhöhung seines Ufers nicht der unmittelbaren Wirkung des Wassers zuschreiben, sondern einfacher der allmäligen Erhöhung des Eises durch temporäre Hebung desselben von reichlicher zuströmendem Wasser. Wenn aber kleinere Seen solche Wälle haben, wie behauptet wird, so braucht man sich blos zu erinnern, dass eine aufsteigende Wassersäule, die durch den Frost im Boden beengt wird, ihre nächste Umgebung losreissen und in die Höhe heben wird. Wir

können auch Belege dafür anführen. Hedenström lernte den Sec Chostag zwischen der Indigirka und Jana kennen, der in jedem Herbst eine grosse Menge bituminöser Holzstücke oder Späne auswirft, mit denen seine Ufer an manchen Stellen bis eine Arschin hoch bedeckt sind, obgleich der nächste lebende Wald 80 Werst entfernt ist. Dieses fossile Holz kann nur durch die Wirkung des Wassers aus seiner Lagerstätte befreit werden, und es wird herausgerissen zu einer Zeit, wo der Frost von neuem anfängt gegen den Wasserkanal vorzudringen. Es enthält Harz und scheint also einer verschütteten Nadelwaldung anzugehören. An andern Stellen sah Hedenström Birkenstämme in den steilen Sandufern der Seen und Flüsse (Anh. 57).

Andere Zuflüsse, welche die grossen Ströme speisen, kommen, wie wir oben sagten, aus dem Gebirge und dringen aus dem Felsen hervor. Wenn auch nicht alle, so bleiben doch die meisten das ganze Jahr hindurch fliessend. Dass sie mit starkem Strome aus dem Felsen hervordringen, kann ich nur vermuthen, aber nicht durch bestimmte Zeugnisse belegen.

Damit wäre nun leicht verständlich, wie die Flüsse nicht versiegen, da sie durch Quellen von zweierlei Art gespeist werden, durch Felsen-Quellen und durch Quellen am aufgeschwemmten Lande, die unter der Form von Seen sich zeigen. Nun aber können wir der Frage nicht ausweichen, wo denn dieses Wasser herkomme? Damit kommen wir auf einen Haupt-Gewinn, den ich von der nähern Untersuchung des Sibirischen Eis-Bodens erwarte. Dieser Eis-Boden dürfte zeigen, dass unsre jetzige Vorstellung von der Ent-

stehung der Quellen viel zu einseitig ist. Seitdem die artesischen Brunnen die Aufmerksamkeit der Physiker und Geologen so sehr beschäftigt haben, scheint man ziemlich allgemein die Quellen als Abflüsse der atmosphärischen Niederschläge, durch den hydrostatischen Druck bedingt, zu betrachten, und nur die eigentlichen Thermen als Produkt einer Destillation aus der Tiefe, die nur als seltene Ausnahme in beschränkten Lokalitäten vorkommt, gelten zu lassen. Werfen wir aber einen Blick auf die Karte vom Sibirischen Eis-Boden mit seinen Flüssen und fragen wir, wie all dieses Wasser unmittelbar aus den atmosphärischen Niederschlägen kommen solle, so werden wir auf Schwierigkeiten stossen, die kaum zu lösen sein werden, wenn man nicht der Entstehung von Quellen durch Druck aus der Tiefe einen viel grössern Umfang geben will. Ich sage *unmittelbar* aus atmosphärischen Niederschlägen, um die Bemerkung von vorn herein zu beseitigen, dass für die Tiefe das Wasser allerdings aus der Atmosphäre auf irgend eine Weise wieder ersetzt werden muss. Ich will überhaupt hier nicht sowohl den Gegensatz von infiltrirtem und destillirtem Wasser als Speise für Quellen auffassen, sondern mehr den Unterschied von Quellen, die durch den Druck von oben, und von Quellen die durch den Druck von unten fliessen. — Wenn Wasser aus der Atmosphäre auf die Erdoberfläche fällt, durch den lockern Boden, oder durch Felsspalten in die Tiefe dringt, seiner Schwere und dem Drucke des nachdringenden Wassers folgend, bis es durch undurchdringliche Schichten aufgehalten, nach der Neigung derselben abfließt, und irgendwo an einer Stelle als Quelle hervorbricht, so muss diese

wenigstens tiefer sein, als die, wo dieses Wasser zuerst anfang, ein Continuum zu bilden. Es ist also hier immer ein Druck von oben, der das Wasser in Bewegung bringt, wenn auch das letzte Ende des Wasser-Kanals aufsteigend ist. Im Gegensatz zu diesem steht das Wasser, das nur durch den Druck von unten an die Oberfläche getrieben wird, mag er nun vorher aus Dämpfen zusammengeflossen sein (destillirtes Wasser) oder nicht.

Ganz Sibirien ist nach Norden geneigt. Das infiltrirte Quellwasser muss ihm also im Allgemeinen von Süden nach Norden zufließen. Solche Zuflüsse sind auch im westlichen Sibirien sehr reichlich, und selbst im mittleren nicht unbedeutend. Aber wie ist es mit dem östlichen Sibirien vom Flussgebiete des Aldan bis zum Lande der Tschuktschen? Das Gebirge, das die Wasserscheide bildet, der Jablonnoi- und Stannowoi-Chrebet, liegt selbst noch im Eis-Boden, und auch hinter diesem Gebirge ist kein höheres Land, um etwa das Wasser durch Queerspalten des Gebirges unter den Eis-Boden zu versenden. Es ist nicht einmal zu zweifeln, dass der Eis-Boden im Quellengebiet des Aldan schon sehr mächtig ist. Bei weitem gilt dieses noch mehr von der Jana, der Indigirka, der Kolyma. Deswegen ist nicht zu erwarten, dass von dem Wasser, welches während des Sommers flüssig wird, ein bedeutender Theil durch die unveränderliche Eisschicht durchdringt. Wollten wir auch zugeben, dass es durch breite Spalten abfließt, oder durch den Boden sehr tiefer Seen durchsickert, so könnte es doch nur an noch tiefern Stellen wieder hervortreten. Abgesehen also davon, dass die

Spalten bald mit Eis gefüllt sein werden. fragen wir ganz einfach: wo kommt das Wasser her, das aus den Gebirgen hervordringt, und der Jana, Indigirka und Kolyma reichlich genug zufließt?

Ich glaube also, so lange nicht Beobachtungen Grund geben eine andere Ansicht aufzufassen, dass das aus den Fels-Quellen strömende Wasser aus der Tiefe herauf gepresst wird. Durch Fels-Spalten können die Dämpfe hinauf getrieben werden, an den kälteren Felsen sich niederschlagen, und als heisses Wasser durch den Druck des tiefer liegenden Dampfes weiter gepresst werden, bis aus irgend einer grossen Spalte das Wasser hervordringt. Statt des Dampfes mag auch wohl zuweilen zusammen gepresste Luft wirken. Es gilt hier überhaupt gar nicht, eine bestimmte Form des Ursprungs der Quellen zu entwickeln, sondern nur darauf aufmerksam zu machen, dass, wo kein Druck von oben da ist, nur ein Druck von unten sie treiben kann. Dass sie als warmes Wasser hervorbrechen, ist nicht nothwendig; das Gestein kann abkühlend genug auf sie wirken, und es wäre wohl möglich, dass einige sogar, wo das Wasser unter sehr starkem Drucke hervordringt, unter dem Gefrierpunkte erkältet sind. Doch diese werden Glätscher bilden. Da aber diese Quellen meist als Bäche abfliessen, so dünkt es mir immer wahrscheinlicher, dass die meisten mit einer Temperatur über 0° aus der Felsspalte kommen. Auch haben sich vielleicht nur die mächtigern erhalten können. Man untersuche also die Mächtigkeit solcher Quellen, ihre Temperatur, und auch die Temperatur des sie zunächst umgebenden Gesteins.

Hat man sich aber einmal entschlossen, in den

Felsenquellen Wasser zu erkennen, das durch den Druck von unten heraufgepresst ist, so werden auch die andern Quellen verständlicher. Unter dem aufgeschwemmten Lande wird die felsige Unterlage ebenfalls Spalten haben, durch welche Wasser heraufgepresst werden kann. Wo dieses mit Mächtigkeit hervordringt, vielleicht noch mit einigen Graden über dem Gefrierpunkte, wird es den Eisboden durchbrechen müssen, am leichtesten da, wo derselbe am wenigsten Widerstand leistet, also vorherrschend unter den Flussbetten selbst, entfernt von ihnen aber werden stärkere Quellen auch ihren Weg finden, und so die Seen bilden, von denen wir oben sprachen.

Erinnern wir uns nun überdiess, dass der Eisboden höchst wahrscheinlich erst allmähig, durch fortschreitende Abkühlung geworden ist, so dass also jene Wasserkanäle, die ihn jetzt wie Adern durchsetzen, nicht nothwendig sich durchgebohrt, sondern wohl nur sich offen erhalten haben, so wird man noch weniger Schwierigkeit finden, sie anzuerkennen. Hierzu kommt aber noch, dass in der That von Zeit zu Zeit einige dieser Kanäle sich zu verschliessen scheinen. Wir haben oben von abgeflossenen Seen gesprochen (S. 400), und wir fügen jetzt nur noch hinzu, dass von mehreren das Abfliessen nicht beobachtet ist, sondern nur das Verschwinden des Wassers.

Ich stehe also nicht an, zu glauben, dass bei weitem das meiste Wasser, das in Gegenden, wo der Eisboden mächtig ist, im Winter fließt, von unten heraufgepresst ist. Das viele Wasser, das der aufthauende Schnee gibt, ergießt sich in gewaltigen Ueberschwemmungen im Verlaufe weniger Wochen in den Ocean,

zu einer Zeit, wo die oberste Schicht des Bodens noch fest gefroren ist. Nur der letzte Rest des Schnees und die Sommerregen dringen einige Schuh tief in den Boden und speisen im Sommer und Herbste die Flüsse, können aber gewiss nicht den Vorrath für den ganzen Winter liefern, da die aufgethaute Schicht des Bodens, die Fluss- und See-Betten ausgenommen, von oben und unten zugleich gefrieren, und bald ohne alles flüssige Wasser sein muss.

Es sei erlaubt, diese auf den ersten Anblick vielleicht kühn scheinende Behauptung mit der Bemerkung zu unterstützen, dass in der That die Flüsse, welche ihren gesammten Verlauf nur im Eis-Boden haben, in der Regel arm an Wasser sind. Sie sind zwar breit, aber oft ungemein seicht, auch wo es nicht an Fall fehlt. Die Maja (ein Zufluss des Aldan), die aus einer bergigen Landschaft kommt und eine Länge von mehr als 100 Meilen hat, ist auch in dem untersten Theile nur mit Fahrzeugen, die nicht über 3 Fuss tief gehen, beschiffbar, die Judoma die nicht viel weniger als 100 Meilen lang ist — wie die Weser etwa, lässt sich ausser dem Frühlingswasser fast gar nicht benutzen. Selbst der Aldan, der an sich über 200 Meilen lang ist, die genannten Flüsse und viele andere aufnimmt, hat doch nur 14 Fuss Tiefe in seinem untern Laufe, nachdem er alles Wasser aus einem Ländergebiete fast so gross wie Deutschland gesammelt hat. Der Wiljui, der länger als die Weichsel ist, und ein weiteres Stromgebiet hat, kann wegen Untiefen und Stromschnellen gar nicht befahren werden. Etwas wasserreicher ist die Jana, die zu 150, und die Indigirka, die zu 200 Meilen

Länge geschätzt wird. Doch werden beide Flüsse in ihren obern Hälften nicht befahren, was man wohl nicht allein der geringen Zahl Russischer Ansiedler zuschreiben darf, denn diese würden sich gemehrt haben, wenn die Flüsse tiefer wären. Nur die Kolyma hat eine Tiefe von 3 — 5 Faden, die zu ihrer Länge von 150 Meilen in einigem Verhältnisse steht. Sie ist auch trotz ihrer Entlegenheit stärker bewohnt als die vorher genannten Flüsse. — Die Tiefe einzelner Flüsse kann freilich nicht viel lehren, da Lokal-Verhältnisse hierauf so grossen Einfluss haben. Allein eine summarische Vergleichung der Ostsibirischen und Westsibirischen Flüsse zeigt doch, dass die letztern, bei viel geringerer Länge, tiefer sind. Allerdings macht auch wohl der Eis-Boden, dass Flüsse, selbst wenn sie ein starkes Gefälle haben, wie die Maja, weniger tief einschneiden, und ihre Wassermasse mehr ausbreiten. Aufmerksam möchte ich wenigstens darauf machen, dass Berechnungen der Wassermenge der Flüsse des Eis-Bodens nicht eben überflüssig wären.

Ist nämlich der grösste Theil des Wassers, das in den Sibirischen Strömen fliesst, durch Druck von unten aus der Tiefe gehoben, so haben wir keinen Grund anzunehmen, dass in andern Gegenden weniger Quellwasser desselben Ursprungs zu Tage geht. Dazu käme hier noch die ganze Masse des meteorischen Wassers das unmittelbar in Quellen zusammen fliesst. Für die Ansicht, dass auch in andern Gegenden der Druck von unten mehr Quellwasser geben mag, als man, besonders in Deutschland, gewöhnlich glaubt, will ich nicht auf die warmen Quellen mich berufen, ich erlaube mir aber an kleine Inseln zu erinnern, die oft

reichlich mit Quellen versehen sind, die man jetzt zu wenig zu beachten scheint. So eben liest man in öffentlichen Blättern; dass die kleine Insel Tschusan reichlich mit Quellen versehen ist. Man berechne doch die Menge Wasser, welche diese Quellen in einem Jahre liefern, und die jährliche Menge des Regens und Thaus. Allerdings pflegt man in solchen Fällen anzunehmen, dass das Quellwasser aus Kanälen strömt, welche in weit entfernten Gebirgen ihr oberes Ende haben und unter dem Meere weglassen. Allein, hat man ein Recht, solche weit ausgebogene, unter dem Meeres-Boden fortlaufende Kanäle wahrscheinlich zu finden, so lange von dem Schwarzen Meer und dem Aral-See das Kaspische Meer nicht zu gleichem Niveau gehoben wird, und so lange das Todte Meer um mehrere hundert Fuss tiefer steht als das Mittelländische, das nur 10—12 deutsche Meilen entfernt ist?

Eben aus diesen Gründen will es mir nicht sehr wahrscheinlich bedünken, dass etwa aus der Gobi alles Wasser durch lange unterirdische Kanäle nach Nordosten den Quellen der Jana, Indigirka und Kolyma zuflüsse, wenn auch zugegeben werden muss, dass das aus der Tiefe quellende Wasser, auf irgend einem Wege ersetzt werden muss.

Da es hier überhaupt nicht sowohl darauf ankommt, eine bestimmte Ansicht zu verfechten, als vielmehr Fragepunkte aufzustellen, so will ich einen Einwurf nicht verhehlen, der mir entgegen getreten ist. Die auffallende Wasser-Armuth des Aldan mit seinen Nebenflüssen fällt in eine Gegend in der die atmosphärischen Niederschläge bekanntlich sehr gering sind. Soll man hieraus schliessen, dass an dem Wasser, wel-

ches durch die Flüsse des Eis-Bodens das ganze Jahr hindurch abfließt, die atmosphärischen Niederschläge dieser Gegend selbst einen grössern Antheil haben, als ich glauben möchte? Nehme ich auch Spalten oder andere Wege in die Tiefe in grösserer Menge an, als ich sonst geneigt wäre, so kann ich mir doch nicht verständlich machen, wie während des langen Winters Zufluss von oben das Wasser treiben sollte.

Passend ist es vielleicht, alle Quellen, welche nicht durch hydrostatischen Druck des von oben nachfließenden meteorischen Wassers fließen, *Thermen* zu nennen, ihre Temperatur möge sein, welche sie wolle. Schon Bischof hat diesem Worte eine weitere Bedeutung gegeben als gewöhnlich, denn er nennt alle Quellen *Thermen*, welche eine höhere Temperatur haben als die oberste Schicht des Bodens. *Thermen* sind bei ihm also auch solche Wasseradern, welche, aus meteorischem Wasser gesammelt, in tiefere Schichten niedersteigen und mit der Wärme derselben wieder sich erheben. Nach unserm Vorschlage wären *Thermen* Quellen, die durch den Druck von unten fließen.

VIII. Physische Bedingungen für die Boden-Temperatur überhaupt und das Vorkommen des bleibenden Boden-Eises.

§ 1. *Wärme-Quellen überhaupt.*

Nachdem wir im Vten Abschnitte versucht hatten, die Ausdehnung des Sibirischen Eis - Bodens auf empirischem Wege zu bestimmen, und in dem darauf folgenden von der Wahrscheinlichkeit seiner grossen

Mächtigkeit gesprochen hatten, lag es vielleicht am nächsten, zu den Fragen überzugehen: unter welchen physischen Verhältnissen überhaupt wohl bleibendes Boden-Eis sich erwarten lasse? wie man auf die Mächtigkeit derselben schliessen könne, ohne es zu durchgraben? oder überhaupt wodurch und wie die Temperatur des Bodens bestimmt werde? An diese Fragen wenden wir uns jetzt, nachdem wir in dem letzten Abschnitte zu zeigen versucht haben, dass die Quellen nicht als Maasstab für die Boden-Temperatur gelten können.

Alle Wärme-Verhältnisse in der äussern Erdkruste und auf der Oberfläche derselben werden von zwei allgemeinen Wärme-Quellen hervorgebracht, der innern Wärme, des Erdkörpers und der Wärme, welche die Sonnenstrahlen erzeugen. Wenn man vollständig alle Wärme-Quellen aufzählen will, so ist nicht zu leugnen, dass überdiess durch chemische Processe die Entwicklung und Bindung von Wärme vorkommen kann und wirklich vorkommt.

§ 2. *Eigene Wärme des Erdkörpers.*

Die innere oder eigene Wärme des Erdkörpers kann jetzt nicht mehr bezweifelt werden, da man überall, wo es möglich wurde, in Bergwerken oder tiefen Brunnen die Temperatur in mehr als 60 Fuss Tiefe zu messen, die tiefern Schichten des Bodens wärmer gefunden hat als die mehr oberflächlichen. Der Schacht bei Jakutsk hat dasselbe Resultat im gefrorenen Boden gezeigt. Diese ganz allgemeine Zunahme der Temperatur mit der Tiefe setzt wohl einen ausserordentlichen Vorrath von Wärme im Innern des Erd-

körpers ausser allen Zweifel, obgleich die Tiefen, in denen man bisher gemessen hat, viel zu gering sind, um mit einiger Sicherheit auf das allgemeine Gesetz einer Zunahme und damit auf die Hitze des Mittelpunktes der Erde zu schliessen, da die tiefsten Gruben, deren Temperatur ermittelt ist, von der Oberfläche der Erde nur $\frac{1}{100000}$ ihres Halbmessers entfernt sind*) so machen sie doch wahrscheinlich, dass wenige Meilen unter der Oberfläche schon die Hitze des glühenden Eisens sein werde.

Die Erdkruste ruht also auf einer heissen Unterlage. Da überall, selbst in Indien und im tropischen Amerika die oberflächlichen Schichten weniger erwärmt sind, als die tiefern, so ist einleuchtend, dass die äussere Erwärmung durch die Sonne geringer sein muss als die Erwärmung aus dem Innern und dass also ohne Aufhören ein Uebergang der innern Wärme nach aussen stattfindet. Doch ist der Verlust so allmähig und im Allgemeinen so gering, dass er im Verlaufe eines Jahres unmerklich bleibt. Es leuchtet aber ein, dass wo die Differenz zwischen der innern und äusseren Wärme am grössten ist, der Verlust am bedeutendsten sich erwarten lasse.

Es wäre wichtig für unsern Zweck, wenn wir genau bestimmen könnten, in welchem Verhältnisse die Wärme nach der Tiefe zunimmt. Indessen haben die bisherigen Messungen, obgleich sie alle eine grössere

*) Der Halbmesser der Erde enthält 3'000000 Russische Faden, die tiefste Grube, deren Temperatur gemessen ist, war 325 solcher Faden unter der Oberfläche und erreichte noch lange nicht das Niveau des Meeres.

Wärme in der Tiefe nachweisen, diese Maasse sehr verschieden gefunden. Ob diese Verschiedenheit in der Natur wirklich besteht, oder ob die mancherlei störenden Verhältnisse, die in Bergwerken sich finden, die Beobachtungen unsicher machen, lässt sich noch nicht mit Sicherheit entscheiden. Muncke hat im Gehler'schen Wörterbuche (Bd. IX, S. 66) die ältern Beobachtungen in Bergwerken zusammengestellt; sie sind so verschieden unter sich, dass nach einer Beobachtung (in den Gruben von Cornwallis) auf 36 Fuss immer eine Zunahme von 1° C., nach einer andern, auch bei Cornwallis erst in 132 Fuss dieselbe Zunahme sich zeigen soll. Aus allen diesen Beobachtungen findet Muncke als mittleren Werth die Zunahme von 1° Cels., auf 105 Fuss Par. M. — Viel übereinstimmendere Resultate gab die Messung der Brunnen, denn als stärkste Zunahme ward für 1° C. 45 F. und als schwächste 109 Fuss gefunden. Das Mittel aus allen Brunnenmessungen aber gibt 1° C. Zunahme auf 74 F. P. M. Indessen werden Messungen an Brunnen dadurch unsicher, dass Wasser aus verschiedenen Tiefen sich häufig mischt. Deswegen hält man Beobachtungen von De la Rive und Marat an einem Brunnen bei Genf, dessen Wasser nicht aufsteigen wollte, für besonders belehrend. Noch wichtiger sind die Resultate welche Reich aus der Vergleichung vieler Gruben im Sächsischen Erzgebirge erhielt, und Messungen die Philipps in einem tiefen Schacht zu New Castle anstellte, welcher durch Arbeiter nicht erwärmt war, und dessen Eingang nur wenig mehr als 80 Fuss über dem Meere sich befindet. Wir werden nämlich bald sehen, dass unter gleichen Verhältnissen in höhern

Gegenden die Temperatur mit der Tiefe langsamer zunehmen muss, als in tiefern, was auch aus den Beobachtungen von Reich ersichtlich ist. Stellen wir nun diese letztern Beobachtungen zusammen:

| Orte. | Nördl. Breite. | Höhe des Bodens in P. F. | Erreichte Tiefe P. F. | Zunahme für 1° C. P. F. | Beobachter. |
|-------------------|----------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|
| Brunnen bei Genf. | 46° | 1446 | 680 | 98 | De la Rive und Marat |
| Erzgebirge. | 51° | 2078 | 430 | 128 | Reich. |
| Erzgebirge. | 51° | 1280 | 861 | 102 | Reich. |
| Newcastle. | 55° | 81 | 1486 | 100 | Philipps. |

so haben wir im Mittel für 1° C. 107 P. F. oder wenn wir den Brunnen nicht mitrechnen 110 P. F. für den festen Boden.

Muncke schliesst seine tabellarische Zusammenstellung der Untersuchungen über die nach der Tiefe zunehmende Temperatur mit der Bemerkung, dass aus der Uebersicht derselben sich kein Einfluss der geographischen Breite oder Länge ergebe. Allerdings sind die Einflüsse der verschiedenen Leitungsfähigkeit der Gesteine, der Höhe über dem Meere und anderer Modificationen so gross, dass eine solche Verschiedenheit nicht über allen Zweifel erhaben ist, doch scheint schon aus den von Muncke benutzten Beobachtungen einige Wahrscheinlichkeit hervor zu leuchten, dass in Gegenden, wo die äussere Temperatur geringer ist, die Zunahme mit der Tiefe rascher wächst. Wenigstens ist unter den 15 aufgeführten Brunnen keiner, dessen Temperatur-Zunahme stärker gefunden wäre als der

von Upsala (45 Fuss für 1° C.), der zugleich der nördlichste von allen ist. Für die Temperatur-Zunahme in den Sibirischen Bergwerken führt Muncke schon die von Bogoslawsk nach Kupffer an, die (leider nach Gruben-Wasser gemessen) 60 Fuss für 1° C. gab. Ich erhalte so eben von demselben geehrten Collegen eine Mittheilung, nach welcher er in den Gruben von Nertschinsk 90 Fuss für 1° C. fand. Das Mittel von beiden gäbe 74 Fuss für 1° C., also viel weniger als Reich im Erzgebirge fand, und viel weniger als das allgemeine Mittel aus allen Beobachtungen. Unter diesen Umständen wird man vielleicht weniger auffallend finden, dass bei Jakutsk die Temperatur mit der Tiefe noch viel rascher zu wachsen scheint. Indessen hat man es hier auch mit einer ganz andern Substanz zu thun, mit der Leitungsfähigkeit eines Bodens, der mit Eis gemischt ist. Dass aber das Eis ein sehr schlechter Wärmeleiter ist, scheinen schon die neuerlich im Gletscher-Eise gemachten Beobachtungen zu erweisen, nach denen 10 Fuss unter der Oberfläche der Winter-Frost die Temperatur nur sehr wenig unter 0° erniedrigt. Indessen haben wir die Leitungsfähigkeit weiter unten besonders ins Auge zu fassen.

§ 3. *Erwärmung durch die Sonne.*

Von Aussen wird die Erde erwärmt durch die Sonnenstrahlen. Es kann uns ganz gleichgültig sein, ob die Wärme ursprünglich in den Sonnenstrahlen enthalten war, oder ob sie aus den Körpern entwickelt wird, welche die Sonnenstrahlen treffen. Wichtig ist

dagegen zu wissen, dass schon die Luft durch die Sonnenstrahlen erwärmt wird, und zwar um so mehr, je dichter sie ist, und dann auch die Oberfläche des Erdkörpers selbst. Das Wasser, als ein durchsichtiger Körper, wird bis zu einer gewissen Tiefe erwärmt. Unter den festen Substanzen der Erdoberfläche ist das Eis die einzige durchsichtige, von einiger Verbreitung, und Versuche lehren, dass in der That durch das Eis hindurch, wenn es nicht zu dick ist, die Sonnenstrahlen erwärmend wirken. Dagegen werden undurchsichtige Massen nur an ihrer Oberfläche durch die Sonne erwärmt und zwar um so mehr je dunkler und je rauher sie sind. Dass die Erwärmung dennoch weiter in den Körper dringt, scheint nur von seiner Leitungsfähigkeit für die Wärme abzuhängen. Die einmal erzeugte Wärme verbreitet sich nämlich überall hin, wo es weniger warm ist, bis das Maass von fühlbarer Wärme gleich ist. Die Erwärmung der Luft hängt also nicht bloss von der Quantität Wärme ab, welche die Sonnenstrahlen unmittelbar in ihr erzeugen, sondern auch von der Erwärmung der Massen, welche unter der Luftschicht jeder einzelnen Gegend liegen. Diese Einwirkung von unten geschieht theils durch Strahlung, theils durch die gewöhnliche Mittheilung durch welche benachbarte Körper ihre Temperaturen ausgleichen. Es ist einleuchtend, dass die Erwärmung durch die Sonne sich ganz regelmässig von den tropischen Gegenden nach den Polen vertheilen müsste, wenn die Erde aus einer ganz gleichmässigen und starren Masse bestünde. Wäre z. B. die Erde eine ganz glatte Kugel aus einer einzigen glasigen oder metallischen, überall gleichen Substanz, so wäre gar kein

Grund, warum unter demselben Parallelkreise eine verschiedene Jahres - Temperatur an verschiedenen Punkten sich zeigen sollte, da die Einwirkung der Sonne nur nach der Entfernung des beschienenen Ortes vom Aequator, oder nach den Graden der Breite verschieden sein könnte. Der Wechsel der Jahreszeiten und Tageszeiten, von der Bewegung der Erde um ihre Achse, so wie von der Richtung der letztern gegen die Ebene ihrer Bahn abhängig, würde allerdings bestehen, aber die Summe der Wärme, welche im Verlaufe eines Jahres entwickelt wird, müsste für alle Punkte eines Parallelkreises gleich sein, vom Aequator nach dem Pole hin würde sie sich verhalten wie das Quadrat des *Cosinus* der Breite.

Nun ist aber die Oberfläche der Erde nicht gleichmässig. Sie besteht nicht nur aus ungleichen Substanzen die verschiedene Kapazität für die Wärme haben, sondern die feste Masse hat auch eine ungleiche Oberfläche. Dadurch entstehen die Verschiedenheiten der Temperatur. — Wir können uns hier nicht die Aufgabe stellen, alle Verhältnisse, welche auf die Jahres - Temperatur eines Ortes Einfluss haben, mit irgend einer Vollständigkeit durchzugehen. Allein da diese Zeilen neben andern Zwecken zugleich bestimmt sind, in Sibirien gelesen zu werden, und dort hie und da vielleicht Interesse für Beobachtungen der Temperatur-Verhältnisse zu erwecken, so sei es erlaubt, ganz kurz auf die Bedingungen der Verschiedenheiten hinzuweisen.

Die festen Substanzen der Erdkruste werden schneller erwärmt aber auch schneller abgekühlt als das Wasser. Daher sind auf dem Meere für jeden einzelnen Tag die Nächte weniger kalt, die Tage weniger

warm, als, in grösserer Entfernung auf dem Kontinente, und ebenso für das ganze Jahr die Winter weniger kalt, die Sommer weniger warm auf dem Meere als auf dem Lande. Ueberhaupt also ist auf dem Meere die Temperatur, welche die Sonne nach Verhältniss der Breite entwickelt, auf alle Zeiten gleichmässiger vertheilt, als auf dem Lande. Das See-Klima ist also ein gleichmässigeres oder gemässigeres, das Kontinental-Klima ein excessives d. h. mit starken Gegensätzen für die einzelnen Tages- und Jahreszeiten. Hieraus schon wird verständlich, warum in Sibirien die Winter viel kälter sind als in Europa, das von weiten Meeresbussen durchschnitten wird. Sibirien hat ein Kontinental-Klima, denn der feste Boden zieht sich in grosser Ausdehnung viel weiter nach Norden als in Europa. — Allein dieser Grund ist nicht der einzige. Das Meer vertheilt durch seine unaufhörliche Bewegung die Wärme verschiedener Breiten viel mehr als das feste Land, das im Allgemeinen eine sehr geringe Leitungsfähigkeit für die Wärme hat. Wo also ein nördliches Meer mit einem südlichen eine sehr weite Kommunikation hat, da wird das südliche weniger warm und das nördliche weniger kalt sein. Das sehen wir deutlich, wenn wir das Atlantische Meer vom Aequator bis nach Island und in seinem weiten Uebergange in das Eismeer bei Spitzbergen verfolgen. Das Atlantische Meer ist auch unter dem Aequator lange nicht so warm als das Indische Meer, dagegen aber ist der mit ihm kommunizierende Theil des Eismees viel wärmer als in gleicher Breite das Eismeer an der Sibirischen Küste, das durch den ganzen Kontinent von Asien vom Indischen Meere getrennt wird, und nur einen schmalen Uebergang

durch die Beringsstrasse in die Südsee so wie südlich und nördlich von Nowaja-Semlja in das westliche Eismeer hat. Von seinem Eise wird also auch während des Sommers wenig abgeführt und jeder neue Winter findet eine Menge Schwimm-Eis vor, wogegen das Meer südlich von Spitzbergen in jedem Sommer sich vom Eise reinigt, und nur an der Ostküste von Grönland den ganzen Sommer hindurch Treibeis sich findet, und ganz hoch im Norden auch wohl stehendes. Die Temperatur des Meeres und noch mehr der Luft über dem Meere wirkt aber wieder zurück auf die Temperatur des benachbarten Landes und besonders der Luft über dem Lande. Daher kommt es, dass Sibirien nicht nur ein excessives Klima hat, das heisst, starke Gegensätze zwischen Tag und Nacht, Winter und Sommer, sondern auch überhaupt, oder in seiner mittleren Jahres-Temperaturen, sehr viel kälter ist als Europa. — Es kommt aber noch ein Verhältniss hinzu, um diesen Unterschied zu erhöhen. Dieser liegt in der Beweglichkeit der Luft. Es ist nämlich in der gesammten Atmosphäre eine Bewegung, welche die Luft der Aequatorial-Gegenden sich erheben lässt, um in grossen Höhen von SW. nach NO. zu fliessen, wogegen an der Erdoberfläche die tiefern Schichten der Luft von NO. wieder dem Aequator zu fliessen. Die vorherrschende Windesrichtung an der Erdoberfläche ist also, wo nicht Gebirgszüge und tiefe Einbuchten des Meeres sie stören, die nordöstliche. Da nun der Nordostwind für Sibirien zuerst über ein Meer das zu jeder Jahreszeit reich an Eis ist, und nachher über sehr kaltes nordisches Land streicht, so ist Sibirien, je

weiter nach Osten um so kälter, selbst in Breiten die in Europa noch gemässigt sind.

Endlich kommt aber noch ein eigenthümliches Verhältniss von Sibirien hinzu. Das ganze ausgedehnte Land, ist mit Ausnahme seines westlichen Winkels durch einen ansehnlichen Gebirgszug begränzt. Dadurch werden von den wechselnden Winden die Südwinde in bedeutendem Grade abgehalten. Nord-Amerika leidet an diesem Verhältnisse viel weniger. Dass es dennoch im Osten ungemein kalt ist, scheint einen andern Grund zu haben. Hier sind nämlich in Breiten, wo das Meer sich schon mit Eis überzieht, sehr viele Inseln mit engen Durchfahrten, in denen das Eis sich das ganze Jahr hindurch mehr oder weniger erhält. Es kommt also auch im Sommer der vorherrschende Luftstrom aus Gegenden, die die Luft sehr abkühlen. In der That ist auch in der nördlichen Hälfte der Hudsons-Bai der Sommer kälter als in gleichen Breiten an der Osthälfte von Sibirien.

Man sieht also, dass die Vertheilung von Land und Wasser die wesentlichsten Modifikationen des Klimas erzeugt. Einen sehr grossen Einfluss haben auch die Höhenverhältnisse des festen Landes. Dieser Einfluss ist vorzüglich ein zweifacher.

Zuvörderst haben die höhern Gegenden an sich eine geringere Temperatur als die tiefern. Die Atmosphäre, wenn auch nicht in vollständigem Gleichgewichte über der ganzen Erdoberfläche, sucht doch dieses Gleichgewicht zu erreichen, (daher die Strömungen die wir Winde nennen) und ist deswegen nie sehr weit von ihm entfernt. Eine Folge davon ist, dass über den Höhen eine geringere, weniger zusammen-

gepresste und deswegen weniger dichte Quantität Luft ruht. Je dünner die Luft ist, durch welche die Sonnenstrahlen hindurch gehen, um so weniger Wärme entwickeln sie. Die Luft wird also in grössern Höhen weniger erwärmt als in der Tiefe. Allerdings haben neuere Beobachtungen, besonders die mit dem Aktinometer angestellten, gezeigt, dass dafür in den höhern Luftschichten die Sonnenstrahlen, wenn sie auf feste Körper stossen, eine grössere Quantität Wärme erzeugen, als wenn sie durch dichtere Luftschichten gegangen sind. Allein dieses Uebergewicht der Wärme-Entwicklung aus den festen Körpern ersetzt lange nicht, was der Luft in höhern Regionen an Wärme fehlt. Es ist also immer Abnahme der Wärme nach der Höhe. Obgleich diese Abnahme nicht unter allen Verhältnissen gleichbleibt, vielmehr an einem isolirten Bergkegel grösser gefunden wird als in eben so hohen ausgedehnten Bergmassen (zum Theil wenigstens aus dem so eben berührten Grunde), so kann man doch ohne bedeutenden Irrthum aus der Masse aller über dieses Verhältniss angestellten Beobachtungen schliessen, dass mit 100 Toisen Erhöhung mehr oder weniger genau eine Abnahme der Luft von 1° C. verbunde ist*).

Dann modificiren aber die Bergzüge, besonders wenn sie von Osten nach Westen verlaufen, auch das Klima der benachbarten Flächen dadurch, dass sie die südlichen oder die nördlichen Winde abhalten, (wie wir schon oben in Bezug auf Sibirien bemerkt haben), wenn auch ein Theil der bewegten Luft über die Bergzüge hinubergedrückt wird.

*) Vielleicht ist im höchsten Norden diese Abnahme geringer.

Personenregister

- Adams, Michael Friedrich, 1780– gest. nicht früher als 1833, russischer Naturforscher und Zoologe, Adjunkt der Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg, nahm an der diplomatischen Mission durch Sibirien nach China (1805–1806) unter der Leitung von Jurij Aleksandrovič Golovkin teil 15, 47, 66, 69, 89, 90, 92, 94, 95, 97–99, 105–121
- Agassiz, Louis, 1807–1873, Schweizer Zoologe und Paläontologe 7, 68, 120
- Ainsworth, William Francis, 1807–?, englischer Geologe und Reisender 30
- Albert, gest. 1832, russischer Arzt, Inspektor der Medizinverwaltung in Tobolsk, Staatsrat 139
- Anjou (Anžu), Pêtr Fedorovič, 1797–1869, russischer Marineoffizier und Forschungsreisender mit französischer Herkunft, leitete in den Jahren 1821–1824 einen Teil der russischen Expedition zur Feststellung der Küstenlinie Nordost-Sibiriens und neuer Länder im Nordpolarmeer 109, 110, 111, 112, 113, 114, 170
- Anna Ivanovna, 1693–1740, Kaiserin von Russland 10, 109, 110
- Baer, Karl Ernst von, 1792–1876, deutscher und russischer Naturforscher deutschbaltischer Herkunft, ordentlicher Akademiker der Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg 3
- Back, George Sir, 1796–1878, britischer Seefahrer und Polarforscher, Teilnehmer und Leiter mehrerer britischer Nordpolarmeerexpeditionen 30

Beechey, Frederick William, 1796–1856, englischer Seefahrer und Polarforscher, Leiter der britischen Polarmeerexpedition an der Nordküste Amerikas (1825–1828) zur Unterstützung der Expedition von Sir John Franklin 54, 67–71, 73, 75, 79, 83, 84, 86, 88, 89, 171

Beger 135

Beläwsky (Beljavskij), Franc' Osipovič, gest. 1859, russischer Arzt mit polnischer Herkunft, Forschungsreisender 139

Berghaus, Heinrich, 1797–1884, deutscher Geograph und Kartograph 25, 32

Bergunow aus Beresow 140

Bering Vitus, 1680–1741, dänischer Marinekapitän im russischen Dienst, leitete die erste (1725–1730) und zweite Kamtschatkaexpedition (1733–1743) 10, 13

Bramston, Beamter der Hudson Bay Company 165, 166

Brandt, Johann Friedrich, 1802–1879, deutscher Zoologe, ordentliches Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg, Direktor des dortigen Zoologischen Museums XII

Branth, Thor, dänischer Naturforscher, A. T. v. Middendorffs Reisebegleiter XII, XIV

Buch, Leopold von, 1774–1853, deutscher Geologe 16, 17, 180

Buckland, William, 1784–1856, englischer Geologe und Paläontologe 47, 68, 69, 70, 77, 79, 88, 89, 105

- Bunge, Alexander von, 1803–1890, russischer Botaniker deutschbaltischer Herkunft, Professor für Botanik an der Universität Dorpat, reiste im Jahr 1830 in das Altai-Gebirge 160
- Cancrin, Georg von Graf, 1774–1845, russischer Finanzminister mit deutscher Herkunft 37
- Chamisso, Adelbert von, 1781–1838, deutscher Naturforscher und Schriftsteller, O. v. Kotzebues Reisebegleiter (1815–1818) 42, 49, 66, 67, 69, 79, 83, 88, 89, 102
- Chappe d'Auteroche, Jean, 1722–1769, französischer Astronom, bereiste in den Jahren 1761–1762 Sibirien, um die Sonnenfinsternis zu beobachten 14
- Čichačev (Tschichatscheff), Platon Aleksandrovič, 1812–1892, russischer Forschungsreisender und Geograph 2
- Ciwolka (Ziwolka), August Karlovič, gest. 1839, russischer Seeoffizier polnischer Herkunft, nahm an der zweiten Expedition von P. K. Pachtusov nach Nowaja Semlja (1834–1835) teil und leitete die Expeditionen von Baer in den Jahren 1837 sowie 1838–1839 nach Nowaja Semlja IV
- Collie, Wundarzt, Begleiter von F. W. Beechey (1825–1828) 69, 80, 87
- Crantz, Johan, 1672–1751, dänischer Geistlicher und Missionar, lebte in Grönland 181
- Cuvier, Georges Baron de, 1796–1832, französischer Paläontologe 117
- Davydov, S., Schullehrer in Jakutsk XIV, XVIII

- De la Bèche, Henry Thomas Sir, 1796–1855, englischer Geologe 30
- De la Rive, Auguste Arthur, 1801–1873, Schweizer Physiker 210
- Delisle de la Croyere, Louis, um 1680–1741, französischer Astronom und Kartograph in russischen Diensten, nahm an der zweiten Kamtschatkaexpedition teil (1733-1744) 11, 13, 14
- Ditmar, Karl von, 1822–0892, russischer Geologe deutschbaltischer Herkunft, bereiste 1851–1854 Kamtschatka als Beamter für besondere Aufträge im Bergfach XLII
- Dove, Heinrich Wilhelm, 1803–1879, deutscher Meteorologe XXXIX
- Erman, Adolph, 1806–1877, deutscher Physiker, reiste 1828–1829 während seiner Weltreise (1828–1830) durch Sibirien und stellte dort naturwissenschaftliche Beobachtungen an 18, 22, 24, 32, 33, 134, 135, 136, 138, 139, 140, 141, 142, 144, 163, 164
- Eschscholtz, Johann Friedrich, 1793–1831, russischer Zoologe und Arzt mit deutschbaltischer Herkunft, begleitete O. v. Kotzebue während seiner zwei Weltreisen (1815–1818 und 1823–1826) als Naturforscher und Arzt 66, 68
- Fedorov, Vasilij Fedorovič, 1802–1855, russischer Astronom 33
- Figurin, Aleksej Evdokimovič, 1793–1851, russischer Arzt, P. Anjou's Reisebegleiter 109, 111, 112
- Fisher, George, 1794–1873, englischer Astronom, W. Parry's Reisegefährte 171

- Frähn, Christian, 1782–1851, russischer Orientalist mit deutscher Herkunft, ordentlicher Akademiker der Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg IX
- Franklin, John Sir, 1786–1847, englischer Polarforscher, Teilnehmer und Leiter mehrerer britischer Nordpolarmeere Expeditionen 66, 171
- Frehse, Kapitän aus Nerčinsk 159
- Fuhrmann, Michael, 1823–?, A. T. v. Middendorffs Reisebegleiter, Präparator während der Expedition, Este XIV, XVIII
- Fuss, Georg von, 1806–1854, russischer Physiker, Teilnehmer der von der Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg organisierten Expedition nach Sibirien und China (1830–1832) 97, 146, 152, 153, 154, 156, 157, 158, 159
- Georgi, Johann Gottlieb, 1729–1802, deutscher Arzt, Statistiker und Ethnograph, ordentliches Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg, Teilnehmer der von der Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg organisierten akademischen Expeditionen zur Untersuchung Russlands (1768–1774) 146, 147, 148, 149, 150, 152, 163
- Gerbillon, Jean-François, 1654–1707, französischer Jesuite, Reisender 160, 161
- Gilbert, Ludwig Wilhelm, 1769–1824, deutscher Physiker mit französischer Herkunft 171
- Gmelin, Johann Georg, 1709–1755, deutscher Naturforscher und Botaniker, ordentliches Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu St.

- Petersburg, nahm an der Zweiten Kamtschatka-Expedition teil (1733–1743) 11, 13, 15, 17, 20, 21, 156, 158, 185, 187
- Gortschakow (Gor'čakov), Petr Dmitrievič, 1789–1868, General-Gouverneur von Westsibirien 138
- Hällström, Gustaf Gabriel, 1775–1844, schwedischer Physiker 193
- Hansteen, Christopher, 1784–1873, norwegischer Astronom und Physiker, leitete 1828–1829 eine Expedition durch Russland zur Bestimmung des Erdmagnetismus 16
- Hedenström, Mathias von, 1780–1845, russischer Forschungsreisender mit schwedischer Herkunft, leitete 1808–1811 eine Expedition zur Kartierung der Neu-Sibirischen Inseln 53, 54, 58, 101, 142, 143, 199
- Hellan(d)t, Anders, 1717–1789, schwedischer Astronom 127
- Helmersen, Gregor von, 1803–1885, russischer Geologe deutschbaltischer Herkunft, Uralforscher, machte vielfältige geologische Expeditionen durch Russland 26, 34, 133, 136
- Humboldt, Alexander von, 1769–1859, deutscher Geograph und Naturforscher, machte 1829 eine Expedition in Russland bis zum Ural 7, 18, 134, 135, 136
- Irving, englischer Physiker 172
- Jačevskij, Leonard Antonovič, 1859–1916, russischer Bergingenieur, Ural- und Sibirienforscher, Begründer der geothermischen Kommission bei der

- Russischen Geographischen Gesellschaft, Mitglied des Komitees für Geologie XXXIX, XLI, XLII
- James, Thomas, 1593?-1635?, englischer Seefahrer 179-180
- Jameson, Robert, 1774-1854, schottischer Geologe, 178
- Kämtz, Ludwig Friedrich, 1801-1867, deutscher Physiker und Meteorologe, Professor für Physik an der Universität Halle und Dorpat 33, 180
- Kamensky, Rostislav Michailovič, russischer Permafrostforscher, Direktor des Instituts für Dauerfrostbodenkunde der sibirischen Abteilung der Russischen Akademie der Wissenschaften in Jakutsk XXI
- Karamsin (Karamzin), Nikolaj Michailovič, 1766-1818, russischer Historiker und Schriftsteller 97, 98
- Kaševarov, Aleksandr Filippovič, 1809-1865, russischer Forschungsreisender, gebürtig aus Russisch Amerika, führte dort vielfältige Forschungen durch XVI
- Katharina der II., 1729-1796, Kaiserin von Russland 14
- Kotzebue, Otto von, 1787-1846, russischer Meeresoffizier und Seefahrer deutschbaltischer Herkunft, leitete 1815-1818 eine Expedition auf der Suche nach einer Nordwestpassage 47, 48, 66, 67, 68, 69, 73, 79, 82, 83, 84, 89, 91, 102
- Koz'min, N. M., russischer Geologe XLII
- Krašeninnikov (Krascheninnikow), Stepan Petrovič, 1713-1755, russischer Naturforscher und Forschungsreisender, ordentliches Mitglied der

Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg,
nahm an der Zweiten Kamtschatka-Expedition
(1733–1743) teil 164

Krug, Johann Philipp, 1764–1844, deutscher
Historiker, ordentliches Mitglied der Akademie der
Wissenschaften zu St. Petersburg 97

Krusenstern, Adam Johann von, 1776–1846,
russischer Admiral mit deutschbaltischer Herkunft,
leitete die erste russische Weltumseglung (1803–
1806) VII, XIV

Krusenstern, Paul Theodor von, 1809–1881,
russischer Seefahrer und Polarforscher, Sohn des
vorigen, leitete 1843 die Expedition in das Pečora-
Gebiet 126, 132

Kupffer, Adolph Theodor, 1799–1865, russischer
Physiker und Meteorologe deutschbaltischer
Herkunft, ordentliches Mitglied der Akademie der
Wissenschaften zu St. Petersburg, reiste im Jahr
1835? durch Sibirien 18, 136, 168, 212

Kyber, Erich August, 1794–1855, russischer
Marinearzt deutschbaltischer Herkunft, F. v.
Wrangells Reisebegleiter 185

Lange, Lorenz, gest. nach 1738, schwedischer
Reisender und Diplomat im russischen Dienst 14

Langsdorff, Georg Heinrich, 1774–1852, deutscher
Naturforscher, ausserordentliches Mitglied der
Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg,
begleitete den ersten russischen Weltumsegler A. J.
v. Krusenstern (1803–1806)_20, 185

- Laptev, Chariton Prokof'evič, gest. 1763, russischer Seeoffizier, nahm an der zweiten Kamtschatka-Expedition (1733–1743) teil XVI
- Lassinius, Pieter, gest. 1735, dänischer Kapitän im russischen Dienst, nahm an der zweiten Kamtschatka-Expedition (1733–1743) teil 109
- Lenz, Emil, 1804–1865, russischer Physiker deutschbaltischer Herkunft, ordentlicher Akademiker der Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg VI, XII
- Leon(h)ard, Carl Caesar von, 1779–1862, deutscher Geologe 67
- Lopatin, Innokentij Aleksandrovič, 1838–1909, russischer Geologe XLI
- Mackenzie, Alexander Sir, 1755–1820, schottischer Kaufmann und Nord-Amerikaforscher 103
- Mairan, Jean Jacques Dortous de, 1678–1771, französischer Physiker 12
- Marat, Schweizer Physiker 210
- Marcet, Alexander John Gaspard, 1770–1822, englischer Physiker aus der Schweiz 171, 173
- Martens, Friedrich (Frederick), deutscher Polarforscher, besuchte 1671 Spitzbergen und Grönland 8
- Maydell, Gerhard von, 1835–1894, russischer Forschungsreisender deutschbaltischer Herkunft, leitete als Beamter des Irkutskischen Gouvernements eine Expedition in Nordostsibirien zur Ermittlung des Verlaufs der zukünftigen Telegrafienlinie zwischen Russland und den Vereinigten Staaten XLI, XLII

- Menschikow (Menšikov), Aleksandr Danilovič, 1670 (od. 1673)–1729, russischer Staatsmann und Favorit Peter des Grossen 140
- Messerschmidt, Daniel Gottlieb, 1685–1735, deutscher Naturforscher und Forschungsreisender in russischen Diensten, erforschte 1720 Sibirien im Auftrag Peter des Grossen 10, 158
- Meyer, Karl, 1796–1855, russischer Botaniker mit deutscher Herkunft XII
- Middendorff, Alexander Theodor von, 1815, 1894, russischer Naturforscher und Forschungsreisender deutschbaltischer Herkunft, leitete Expedition in Nord- und Ostsibirien (1842–1845) 4, 37, 38, 39, 119, 143
- Middleton, Christopher, gest. 1770, englischer Arktisforscher und Seefahrer 13
- Mun(c)ke, Georg Wilhelm, 1772–1847, deutscher Physiker 171, 173, 178, 180, 210, 211, 212
- Murchison, Roderick Impey Sir, 1792–1871, englischer Geologe, nahm teil an der Expedition Alexanders von Meyendorff (1840–1841) zur Erforschung des nördlichen europäischen Russland teil 30
- Nestor, russischer Geschichtsschreiber im XI. und XII. Jahrhundert 97
- Neverov, A. D., gest. 1854, russischer Kaufmann in Jakutsk, stellte 1829–1854 in Jakutsk regelmässige meteorologische Beobachtungen an
- Nishegorodzow, Kaufmann in Beresow 138
- Obručev, Vladimir Afanas'evič, 1863–1956, russischer Geologe, Erforscher der Geologie Sibiriens I, XX

- Pachtussow (Pachtusov), Petr Kuz'mič, 1800–1835, russischer Marineoffizier und Forschungsreisender, leitete zwei Expeditionen (1832–1833 und 1834–1835) nach Nowaja Semlja 189
- Pallas, Peter Simon, 1741–1811, deutscher Naturforscher und Forschungsreisender, ordentliches Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg, nahm teil an von der Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg organisierten akademischen Expeditionen zur Untersuchung Russlands (1768–1774) teil 14, 41, 54, 187
- Parrot, Georg Friedrich, 1767–1852, russischer Physiker mit französischer Herkunft, ordentliches Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg VI, IX
- Pansner, Lavrentij Ivanovič, 1777–1851, russischer Topograph 154, 157
- Parry, William Edward Sir, 1790–1855, englischer Marineoffizier und Polarforscher, Teilnehmer und Leiter mehrerer britischer Nordpolarexpeditionen 171, 172, 178
- Peter der Grosse, 1672–1725, Kaiser von Russland 10
- Pod'jakonov, S. A., russischer Geologe XLII
- Poggendorff, Johann Christian, 1796–1877, deutscher Physiker 42
- Philipps, John, 1800–1874, englischer Geologe 210
- Quetelet, Lambert-Adolphe-Jaques, 1796–1874, belgischer Naturforscher und Statistiker 135

- Rajkov, Boris Evgen'evič, 1880–1966, russischer Biologe, Baer-Forscher XXI
- Ratzel, Ferdinand, 1844–1904, deutscher Geograph II
- Reich, Ferdinand, 1799–1883, deutscher Geologe und Physiker 210, 211, 212
- Reinecke, Michajl Francovič, 1801–1859, russischer Marineoffizier und Hydrograph deutscher Herkunft, leitete hydrographische Expedition auf dem Weissen Meer 1826–1833 127
- Richardson, John Sir, 1787–1865, englischer Naturforscher und Forschungsreisender, Begleiter von Sir John Franklin auf zwei seiner Expeditionen zur Suche einer Nordwestpassage (1819–1822 und 1825–1827) 34, 165, 166
- Ritter, Karl, 1779–1859, deutscher Geograph 147, 151, 152, 156, 161
- Rose, Gustav, 1798–1873, deutscher Mineraloge und Forschungsreisender, begleitete 1829 A. v. Humboldt in Russland 133, 134, 135, 136
- Ruprecht, Franz, 1814–1870, russischer Botaniker und Forschungsreisender deutscher Herkunft, bereiste 1841 die Nordküste des europäischen Russland bis zur Mündung der Pečora 34, 126, 129, 130
- Sabine, Edward Sir, 1788–1883, englischer General und Astronom 171
- Sarytschew (Saryčev), Gavriil Andreevič, 1764–1831, russischer Seefahrer und Forschungsreisender, nahm an der russischen Expedition (1785–1794) unter der Leitung Joseph Billings (gest. 1806) zur

- Bestimmung der nordöstlichen Küstenlinie Sibiriens teil 104, 182, 183, 186, 187
- Schergin (Šergin), Fedor d. Ä., Kaufmann in Jakutsk, Beamter der Russisch-Amerikanischen Kompanie 19, 20, 21, 23, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 36, 167
- Schergin (Šergin), Fedor d.J., Kaufmann in Jakutsk 20, 21, 34, 145, 184, 185, 187
- Schleusing, Georg Adam (Pseudonym Theophilus Wahrmond[us]), russischer Kapitän-Leutnant, Jurist und Schriftsteller mit deutscher Herkunft am Ende des XVII. Jahrhunderts 9
- Schren(c)k, Alexander Gustav von, 1816–1876, russischer Naturforscher deutschbaltischer Herkunft, machte 1837 im Auftrag des Botanischen Gartens zu St. Petersburg eine botanische Expedition in die Samojuden-Tundren und den nördlichen Ural 34, 126, 129, 132, 134, 181
- Schtschukin (Ščukin), Nikolaj Semenovič, 1793–1883, Gymnasiallehrer in Irkutsk, Autor mehrerer Aufsätze über die Natur Ostsibiriens 21, 23
- Schumachov (Šumachov), Ossip, Tunguse, M. Adams Reisebegleiter 90, 91, 119
- Scoresby, William jüngere, 1789–1857, englischer Walfischfänger und Polarforscher 9, 171, 172
- Simpson, Sir George, 1792–1860, Direktor der Hudson Bay Company, Reisender 115
- Sjögren, Johann Andreas, 1794–1855, schwedischer Linguist, ordentliches Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg IX
- Spassky (Spasskij), Grigorij Ivanovič, 1783–1864, russischer Bergingenieur, Herausgeber der

- Zeitschrift "Sibirskij Vestnik" (1818–1824), Autor mehrerer Aufsätze über Geographie und Geologie Sibiriens 139, 187
- Steller, Georg Wilhelm, 1709–1746, deutscher Naturforscher und Forschungsreisender, nahm teil an der Zweiten Kamtschatka-Expedition (1733–1743) 164
- Stra(h)lenberg (Tabber), Philip Johann, 1676–1747, schwedischer Astronom und Militär, befand sich in russischer Kriegsgefangenschaft und begleitete während einiger Jahre D. G. Messerschmidt auf seiner Expedition in Sibirien 10
- Suchova, Natal'ja Georgievna, 1931–, russische Wissenschaftshistorikerin und Geographin I, II, XLIV
- Sujew (Zuev), Vasilij Fedorovič, 1754–1794, russischer Naturforscher und Forschungsreisender, nahm an von der Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg organisierten wissenschaftlichen Expeditionen zur Untersuchung Russlands (1768–1774) teil 125, 177
- Sumgin, Michajl Ivanovič, 1873–1942, russischer Dauerfrostbodenforscher, Begründer der Dauerfrostbodenkunde in Sowjetunion XX, XLI, XLII
- Stuckenberg, Johann Christian, 1788–1856, Beamter des russischen Innenministeriums, Archivar des Kartendepots, beschäftigte sich mit der Hydrographie des Russischen Reiches 156
- Švecov, Petr Filimonovič, 1910–, russischer Geokryologe, seit 1956 Direktor des Instituts für

- Dauerfrostbodenkunde der Russischen Akademie der Wissenschaften XLI
- Thomä, Karl, 1808–1885, deutscher Naturforscher und Lehrer 125
- Tilesius von Tilenau, Wilhelm Gottlob, 1769–1857, deutscher Naturforscher, ausserordentlicher Akademiker der Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg, nahm 1803–1806 als Naturforscher an der ersten russischen Weltumsegelung unter dem Kommando von A. J. v. Krusenstern teil 90
- Toll, Eduard von, 1858–1902, russischer Geograph und Polarforscher deutschbaltischer Herkunft, leitete russische Polarexpedition zur Aufsuchung des Sannikov-Landes (1900–1902) XX
- Tournefort, Joseph-Pitton de, 1656–1708, französischer Botaniker 20
- Tschewkin (Čevkin), Konstantin Vladimirovič, 1802–1875, Stabschef des Korps der Bergingenieure in Russland 158
- Tumel, Voclav Feliksovič, 1905–1947, russischer Permafrostforscher, leitete die Abteilung der allgemeinen Dauerfrostbodenkunde der Akademie der Wissenschaften der Sowjetunion II
- Uwarov (Uvarov), Sergej Semenovič, 1786–1855, Minister der Volksaufklärung und Präsident der Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg 29, 37
- Vaganov, Vasilij Vasil'evič, 1820–1850 (od. 1851), russischer Topograph, A. T. v. Middendorffs Reisebegleiter XII

- Wahlenberg, Georg, 1780–1851, schwedischer Naturforscher und Botaniker, bereiste 1800, 1802, 1807 und 1810 Schwedisch Lappland 16, 126
- Werner, Tribut-Einnehmer in Sibirien 152
- Washington, John, 1800–1863, englischer Geograph und Hydrograph, Sekretär der Royal Geographical Society of London 30
- Wild, Heinrich, 1833–1902, schweizerischer Meteorologe, ordentliches Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg XLI
- Witsen, Nicolas, 1641–1717, holländischer Reisender und Geograph 9
- Wood, John, englischer Seefahrer und Polarforscher im XVII. Jahrhundert 8
- Wrangell, Ferdinand von, 1797–1870, russischer Marineoffizier und Forschungsreisender deutschbaltischer Herkunft, leitete in den Jahren 1821–1824 einen Teil der russischen Expedition zur Kartierung der Küstenlinie der Nordostküste Sibiriens und neu entdeckter Länder im Nordpolarmeer 18, 21, 23, 25, 26, 53, 54, 56, 57, 58, 93, 99, 101, 108, 145, 170, 171, 175, 180, 185, 186, 189, 191, 192
- Zalesskij, Stanislav Iosafatovič, 1858–nach 1915, Professor für Chemie an der Universität Tomsk, erforschte Mineralwasserquellen in Russland (1889–1900) XLII
- Zorgdrager, Cornelis Gijsbertsz, 1650–1690, holländischer Seefahrer und Erforscher Grönlands 9

