Est A-13045
24/205
2275
K. Lüdemann
Raamatuist
nr.
L1105
3005
3006

I.

Das Torflager von Awandus im Kirchspiele St. Simonis in Ehstland,

chemisch untersucht

von Prof. Dr. Alexander Petzholdt.

(Vorgelegt im Januar 1861.)

Das Torflager von Awandus liegt von dem Centrum der Gutswirthschaft nur etwa 2 Werst entfernt und hat eine Ausdehnung von circa 10 Quadrat-Werst; da wo es an seinem Rande für den Abbau in Angriff genommen worden ist, besitzt es eine Mächtigkeit von 9 Fuss, während weiter nach der Mitte zu eine Untersuchung mit dem Erdbohrer eine Mächtigkeit von 22 Fuss ergab.

Da wo dieses Lager in Angriff genommen worden ist und wo es, wie bereits bemerkt, eine Mächtigkeit von 9 Fuss zeigt, lassen sich 3 Lagen unterscheiden, deren jede nahezu gleich dick sich darstellt, während die physikalischen Eigenschaften dieser drei Lagen, wenn man sie untereinander vergleicht, sich verschieden erweisen.

Die oberste Lage, unmittelbar unter der etwa einen Fuss dicken Bedeckung von technisch nicht brauchbarem Material, sogenanntem „Abraum", ist hellbraun, ziemlich leicht, enthält viele noch erkennbare Pflanzenreste, lässt sich aber gut in prismatische Stücke zerschneiden, welche nach

A. 103
Tartu Riikliku Ülikooli Raamatukogu
1.07.22.

dem Austrocknen brauchbare, wenn schon leicht an den Kanten abbröckelnde Torfziegel geben.

Die mittlere Schicht ist dunkler gefärbt, hat wenige erkennbare Pflanzenreste und giebt sehr brauchbare Torfziegel von ziemlicher Festigkeit; sie ist zugleich diejenige Schicht, welche bei dem jetzigen Abbau dieses Torflagers von der hauptsächlichsten Bedeutung ist und vorzugsweise gewonnen wird, da die unterste Schicht, wegen bisher noch unvollkommener Entwässerung, nur schwierig ausgebeutet werden kann.

Die unterste Schicht endlich hat eine dunkel schwarzbraune Farbe, zeigt ebenfalls noch erkennbare Pflanzenreste und trocknet zu einer sehr harten Masse zusammen, welche, wenn man sie mit dem Messer schneidet, auf der Schnittfläche glänzt. Das Material dieser Schicht lässt sich, wegen der schon erwähnten unvollständigen Entwässerung, nur schwierig in Ziegelform stechen; auch trocknet es langsamer aus als der Torf der beiden oberen Schichten.

Die chemische Untersuchung des Materials dieser drei Schichten ergab, nachdem es so weit ausgetrocknet war als es während des Verweilens von länger als 6 Wochen im Zimmer austrocknen konnte (also im sogenannten „lufttrockenen" Zustande), folgenden Kohlenstoffgehalt.

Es enthielt im Mittel zweier Untersuchungen:

die oberste Schicht . . 48,276 Prozent Kohlenstoff,
die mittlere Schicht . . 43,879 „ „
die unterste Schicht . . 42,900 „ „

Um aber einen Schluss auf den Brennwerth dieser drei verschiedenen Schichten zu machen, war es ausserdem noch nöthig das specifische Gewicht zu bestimmen, zu welchem Zwecke aus dem „lufttrockenen" Torfe aller drei Schichten möglichst gleichgrosse Prismen geschnitten wurden, um so

Est. A
Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
22791

zu ermitteln, welche Gewichtsdifferenz gleiche Volumina dieser verschiedenen Torfschichten zeigen würden. Es ergab sich, dass

1 Volumen der obersten Schicht = 1,0 Pfd.
1 „ der mittleren „ = 1,7 „
1 „ der untersten „ = 3,1 „ wog.

Auf Grundlage dieser Daten, und vorausgesetzt, dass man bei der Vergleichung des Brennwerthes verschiedener Torfe nicht nach dem Brennwerth eines gewissen absoluten Gewichts, sondern eines bestimmten Volumens (z. B. eines Cubikfadens) Torf fragt, so stellt sich endlich Folgendes heraus:

Brennwerth der obersten Schicht = 48,276 × 1,0 = 48,276,
„ der mittleren „ = 43,879 × 1,7 = 74,594,
„ der untersten „ = 42,900 × 3,1 = 132,990,

was das ohngefähre Verhältniss von 4 : 6 : 11 giebt, und zeigt, dass der Brennwerth der mittleren Schicht um die Hälfte, der Brennwerth der untersten Schicht aber fast um das Dreifache höher anzuschlagen ist, als der Brennwerth der obersten Schicht.

Das ausgezeichnete, von mir selbst mit aller Vorsicht an Ort und Stelle gesammelte Material, welches zu der in Vorstehendem mitgetheilten Untersuchung des Brennwerthes diente, veranlasste mich, die Untersuchung dieses Torflagers weiter fortzuführen und zu sehen, ob aus einer genaueren Kenntniss der Natur und Beschaffenheit dieses Torfes sich nicht noch andere Resultate gewinnen lassen, welche der Wissenschaft nützlich und vielleicht im Stande sein möchten noch offene Fragen zu beantworten. Ich gedenke in gesonderten Abschnitten zunächst die nackten Befunde einer solchen weitergehenden Untersuchung niederzulegen, und werde dann versuchen mehr oder weniger allgemein gültige Schlüsse daraus zu ziehen.

I. Der chemische Prozess der Torfbildung.

Wenn man von der, zumal durch Grisebach in seiner vortrefflichen Arbeit („Ueber die Bildung des Torfes in den Emsmooren u. s. w." Göttingen, 1846) über allen Zweifel gestellten Thatsache ausgeht, dass dieselben Pflanzen, welche wir noch jetzt an der Oberfläche eines Hochmoores lebend finden, in ihren abgestorbenen Generationen die Masse des Torfes durch alle Schichten hindurch bildeten; und wenn wir gleichzeitig den chemischen Prozess der Torfbildung selbst, welcher seinem wohlbekannten Wesen nach nichts weiter als ein Fäulnissprozess ist, berücksichtigen; so muss das organische Material der tieferen Schichten eines solchen Torflagers reicher an Kohlenstoff sein als das der oberen Schichten, in denen der Zersetzungsprozess noch nicht so weit fortgeschritten ist. Diesen Voraussetzungen scheint aber die vorliegende Untersuchung des Torfmoores von Awandus nicht das Wort zu reden, da hier im Gegentheil der Kohlenstoffgehalt von oben nach unten abnimmt. Um diese scheinbare Anomalie näher zu prüfen, wurde der Aschen- und Wassergehalt der drei Schichten untersucht und Folgendes gefunden:

(Tabelle No. I.)

Die oberste Schicht gab 1,560 Proz. einer sehr leichten hellgelb gefärbten Asche,
die mittlere Schicht gab 7,234 Proz. einer schweren braun gefärbten Asche,
die unterste Schicht gab 9,412 Proz. einer ebenfalls schweren und braun gefärbten Asche;
an Wasser aber enthielt:

(Tabelle No. II.)

die oberste Schicht 13,20 Prozent,
die mittlere Schicht 16,07 Prozent,
die unterste Schicht 16,56 Prozent;

und wenn man jetzt, unter Berücksichtigung dieses Aschen- und Wassergehaltes der drei verschiedenen Schichten, nach dem Kohlenstoffgehalt der Torfsubstanz im aschen- und wasserfreien Zustande fragt, so stellt sich in der That eine stete Zunahme des Kohlenstoffs von oben nach unten ganz ohnzweifelhaft heraus, in voller Uebereinstimmung mit den weiter oben angedeuteten Voraussetzungen. Ich glaube, die nachstehende Tabelle zeigt dieses Verhältniss am meisten übersichtlich.

(Tabelle No. III.)

in 100 Theilen:	Wasser	Der Torf von Awandus enthielt Asche		Kohlenstoff	
		im lufttrockenen Zustande	im wasserfreien Zustande	im lufttrock., aschenhaltig. Zustande	im wasser- u. aschenfreien Zustande
d. obersten Sch.	13,20	1,560	1,797	48,276	56,635
d. mittleren Sch.	16,07	7,234	8,619	43,879	57,214
d. unterst. Sch.	16,56	9,412	11,279	42,900	57,951

Eben so ist die aus der Tabelle ersichtliche Zunahme des Aschengehaltes von oben nach unten nichts Auffälliges, da dieselbe in Uebereinstimmung mit der anderweitig ermittelten Thatsache ist, dass bei der Fäulniss und Verwesung die organischen Substanz mehr und mehr zerstört wird, die Aschenbestandtheile aber zurückbleiben, sich also in der faulenden Substanz anhäufen.

Es lag nahe, die Asche dieser drei Schichten einer weiteren Untersuchung zu unterziehen.

II. Die Zusammensetzung der Torfasche.

Theils um Einwänden, welche man gegen die aus der Untersuchung der Aschen dieser drei Schichten gefolgerten Schlüsse erheben könnte, zu begegnen, theils um die Ver-

gleichung dieser Untersuchung mit von Anderen angestellten Untersuchungen ähnlicher Körper möglich zu machen und auf ihren wahren Werth zurückzuführen, finde ich mich veranlasst, über die von mir befolgte Methode in Kürze Einiges vorauszuschicken.

Obgleich die Regel befolgt ward, die Einäscherung nur bei möglichst niederer Temperatur vorzunehmen (in grossen Platinschaalen über der einfachen Spirituslampe), so konnte doch, trotz fortgesetzter Erhitzung, niemals eine ganz kohlenfreie Asche erlangt werden. Jede Asche wurde daher (nach der Behandlung mit Salzsäure, nach dem darauf folgenden Trocknen der Masse im Wasserbade, nach abermaliger Behandlung mit Salzsäure, und endlichem Auflösen in Wasser) auf einem gewogenen Filter filtrirt, wodurch es möglich ward, nicht nur die beigemengte Kohle, sondern auch die amorphe Kieselerde (durch Kochen mit kohlensaurem Natrum) zu bestimmen und von dem in Salzsäure absolut Unlöslichen zu trennen. Das Filtrat ward in zwei Theile getheilt, deren einer zur Bestimmung der Schwefelsäure und Alkalien, der andere zur Bestimmung der übrigen Bestandtheile diente, und zwar ward dabei die bekannte bei Moser (vergl. Leitfaden zur qualitativen und quantitativen agricultur-chemischen Analyse, Wien 1855, S. 103) angeführte Methode befolgt. Dass endlich zur Bestimmung des Chlors und der Kohlensäure (die letztere mittelst des Geissler'schen Kohlensäureapparats für zwei Säuren) besondere Aschenportionen genommen wurden, versteht sich von selbst, wie ich denn auch nicht unterlassen mag anzuführen, dass, mit Ausnahme der zur Ermittelung der Kohlensäure und des Chlors bestimmten Quantitäten, bei allen diesen Untersuchungen stets zwischen 4 und 8 Grammen Asche verbraucht wurden.

In der nachstehenden Tabelle sind die Resultate dieser analytischen Arbeiten, wie sie sich im Mittel je zweier Untersuchungen ergaben, aufgeführt.

(Tabelle No. IV.)

	Die Asche des Torfes zu Awandus		
	unterste Sch.	mittlere Sch.	oberste Sch.
	enthielt (nach Abzug der Kohle und der Kohlensäure) in 100 Theilen		
Unlösliches	3,91	4,39	7,42
Lösliche Kieselsäure	0,12	0,57	0,70
Chlornatrium	0,23	0,47	0,57
Schwefelsäure	28,14	25,70	38,72
Phosphorsäure	0,69	1,39	2,25
Eisenoxyd	20,68	14,60	4,45
Thonerde	3,85	1,47	7,81
Kalkerde	41,04	49,31	33,10
Magnesia	0,49	0,71	1,64
Kali	0,32	0,47	0,82
Natrum	0,53	0,92	2,52
Summa	100,00	100,00	100,00

Bemerkung. 100 Theile der oben genannten Aschen enthielten:

Kohle	0,141	0,221	1,339
Kohlensäure	9,402	12,911	0,705

Obschon auf diese Befunde an Kohlensäure um desshalb kein grosses Gewicht gelegt werden kann, weil unbestimmt gelassen worden ist, ein wie grosser Theil des Kalkes als Aetzkalk vorhanden gewesen sein mag.

Vergleicht man nun die Zusammensetzung der Asche der drei verschiedenen Torfschichten, so stellt sich Manches sehr augenfällig dar.

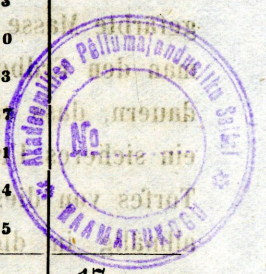
Erstens kann nicht übersehen werden, dass trotz der Verschiedenheit der Zusammensetzung, doch die meisten Körper, welche an der Zusammensetzung dieser Aschen theilnehmen, in einem stetig wachsenden Mengenverhältnisse, wenn man von der unteren Schicht nach der oberen Schicht aufsteigt, betroffen werden. So steigt der Prozentengehalt des Unlöslichen, der löslichen Kieselsäure, des Chlornatriums, der Phosphorsäure, der Magnesia, des Kali und des Natrum in ununterbrochener Reihenfolge. Das Verhältniss der Schwefelsäure und der Thonerde zeigt zwar auch ein Steigen, allein es ist kein stetes; das Eisenoxyd nimmt in seinem Mengenverhältnisse stetig, die Kalkerde mit Unterbrechung ab.

Zweitens kann nicht unbemerkt bleiben, dass mit Ausnahme des Unlöslichen alle jene Körper, welche mit solcher Regelmässigkeit ansteigen, gerade zu denjenigen Körpern gehören, von denen wir wissen, dass sie bei der Ernährung der Pflanzen von grösstem Einfluss sind.

Da die vorstehende Tabelle nur die relative procentische Zusammensetzung der Asche zeigt, und da ja, wie weiter oben angeführt ward, die absolute Menge der Asche in den verschiedenen Torfschichten ungleich gross ist, und zwar von unten nach oben gehend abnimmt, so mag es erspriesslich sein in einer Tabelle die Zusammensetzung der Asche so darzustellen, wie sie sich zeigen würde, wenn man gleiche Gewichtstheile der lufttrockenen Torfsubstanz zu solcher Untersuchung verwendet hätte.

(Tabelle No. V.)

	1000 Grammen der lufttrockenen Torfsubstanz enthielten mineralische Substanzen (und zwar frei von Kohle und Kohlensäure berechnet):			1000 Gramm. d. lufttrockenen Pflanzendecke enthielten Asche (frei v. Kohle und Kohlensäure)
	in der untersten Schicht (Grammen)	in der mittleren Schicht (Grammen)	in der obersten Schicht (Grammen)	
Unlösliches . . .	3,331	2,756	1,134	5,416
Lösl. Kieselsäure	0,103	0,354	0,106	
Chlornatrium . .	0,197	0,296	0,087	
Schwefelsäure . .	23,953	16,153	5,917	
Phosphorsäure . .	0,583	0,875	0,343	
Eisenoxyd	17,609	9,172	0,680	
Thonerde	3,284	0,925	1,193	
Kalkerde	34,937	30,983	5,057	
Magnesia	0,414	0,448	0,251	
Kali	0,272	0,296	0,124	
Natrum	0,451	0,578	0,385	
Summa . . .	85,134	62,836	15,277	17,461



Addirt man den Gehalt an Kohle und an Kohlensäure hinzu, und zwar:

Kohle u. Kohlens.	8,979	9,498	0,318	1,139

so erhält man die direkt befundene, weiter oben schon angeführte Menge von Kohlen und Kohlensäure haltiger Asche in 1000 Grammen der lufttrockenen Torfsubstanz (so wie der Pflanzendecke), und zwar:

Summa . . .	94,113	72,334	15,595	18,600

Um endlich ein weiteres Einsehen in diese, die Zusammensetzung der Torfasche betreffenden Verhältnisse zu er-

langen, wendete ich mich zur Untersuchung des Bodens, worauf dieses Torflager ruht, und der Pflanzen, welche die Decke desselben bilden.

III. Die Unterlage und Pflanzendecke des Torflagers.

Die Unterlage des Torflagers von Awandus betreffend, so konnte das Material zu dieser Untersuchung, wegen der schon angeführten unvollständigen Entwässerung, nur schwer erlangt werden. Es stellte sich dieselbe im frischen Zustande als eine breiige, formbare, hellgraue, beinahe weiss gefärbte Masse dar, deren Mächtigkeit unbestimmt blieb, da man den Erdbohrer nicht zur Hand hatte; auch war zu bedauern, dass es wegen des Wassers unmöglich war, darüber ein sicheres Urtheil zu fällen, ob die eigentliche Masse des Torfes von dieser Unterlage sich scharf abgrenzte, oder nur allmälig in dieselbe überging. Jedenfalls wurde das zur Untersuchung mitgenommene Material aus einem Teiche von etwa 1 Fuss, in scheinbar reinem Untergrunde, ausgewählt.

Schon gleich an Ort und Stelle liessen sich zahlreiche Quarzkörnchen, grössere (oft faustgrosse) und kleinere abgerundete Kalksteine, und, obschon sparsam vertheilte, Pflanzenreste in der breiigen Masse erkennen, welche Erscheinungen sämmtlich noch deutlicher hervortraten, als später mit einem Theile dieser Masse ein Schlemmprozess vorgenommen ward. Nach dem vollständigen Austrocknen erhielt man eine harte, abfärbende, mit den Händen aber leicht brechbare Masse, welche zerkleinert, nach dem Abtrennen der Kalkstücke, der groben Quarzkörner und anderer kleinen Steine mittelst eines groben Siebes, der chemischen Untersuchung unterworfen ward.

Die Untersuchung der so vorbereiteten Masse, bei 115° C. getrocknet, ergab nachstehendes Resultat.

(Tabelle No. VI.)

Die Unterlage des Torfes (bei 115° C. getrocknet) enthielt in 100 Theilen:

in verdünnter Salzsäure Unlösliches . .	66,77
Eisenoxyd und Thonerde	4,14
Kohlensauren Kalk	26,51
Kohlensaure Magnesia	1,02
Alkalien und organische Substanzen . .	1,56
Spuren von Schwefelsäure, kein Chlor und keine Phosphorsäure	0,00
Summa . . .	100,00

Was aber die Pflanzendecke dieses Torflagers anlangt, so sind es die bekannten, bei uns die Flora des Hochmoores charakterisirenden Pflanzen, namentlich:

Sphagnum acutifolium (Ehrh.),
„ *cymbifolium* (Ehrh.),
Cenomyce rangiferina,
Calluna vulgaris,
Eriophorum vaginatum,
Vaccinium Oxycoccos,
„ *Myrtillus*,
„ *uliginosum*,
Andromeda calyculata,
verschiedene *Carices*;

und zwar hat es mir scheinen wollen, als wenn das Vorkommen der genannten Pflanzen auf dem Hochmoore von Awandus, was ihre Häufigkeit anlangt, in der ebenangeführten Reihenfolge stattfinde, so dass demnach die Hauptmasse der Pflanzendecke aus *Sphagnum*, *Cenomyce* und *Calluna* besteht, während die anderen Pflanzen eine nur untergeordnete Rolle spielen.

Diese Pflanzendecke ward in ihrer Gesammtheit in einer Ausdehnung von einigen Quadratfuss im August-Monat abgehoben, getrocknet und eingeäschert, um die erhaltene Asche zu analysiren. Die gut gepulverte und sorgfältig gemengte, bei 115° C. getrocknete Pflanzensubstanz ergab aber 2,051 Procent einer grauen Asche, deren Zusammensetzung aus der beistehenden Tabelle ersehen werden kann, in welcher Tabelle gleichzeitig das Resultat der Untersuchung der Asche von reinem *Sphagnum**), wozu mehrfache Motive vorlagen, mit aufgenommen worden ist.

(Tabelle No. VII.)

	Die Asche	
	der gesammten Pflanzendecke	von *Sphagnum* allein
	enthielt (nach Abzug der Kohle und der Kohlensäure) in 100 Theilen:	
Unlösliches	31,02	35,80
Lösliche Kieselsäure	7,14	7,00
Chornatrium	1,91	2,04
Schwefelsäure . . .	3,25	3,59
Phosphorsäure . . .	5,17	5,98
Eisenoxyd	10,52	5,67
Thonerde	2,18	2,47
Kalkerde	9,94	16,86
Magnesia	4,23	6,86
Kali	16,83	12,32
Natrum	7,81	1,41
Summa	100,00	100,00

Bemerkung. 100 Theile dieser Asche enthielten:

Kohle	2,780	0,957
Kohlensäure	3,537	0,926

*) Da das natürlich vorkommende Gemeng so gesellig lebender Pflanzen wie *Sphagnum acutifolium* und *Sph. cymbifolium* nicht wohl getrennt werden konnte, so wurden sie gemeinschaftlich zur Untersuchung verwendet. Bei 115° C. getrocknet zeigte die Substanz 2,343 Procent einer ebenfalls grauen Asche.

Wirft man einen prüfenden Blick auf das in der Tabelle No. VII verzeichnete Ergebniss der Untersuchung der Asche jener Pflanzen, welche die Decke des in Rede stehenden Torflagers von Awandus bilden, und geht man dabei von der Voraussetzung aus, dass alle mineralischen Körper, welche im Leben der Pflanzen die Rolle wesentlicher Bestandtheile derselben spielen, bei der Analyse der aus diesen Pflanzen dargestellten Asche auch wieder gelöst werden können; so ist die im vorliegenden Falle gefundene, nahezu den dritten Theil der Gesammtmenge betragende Quantität unlöslicher Stoffe etwas sehr Bemerkenswerthes. Diese Masse des „Unlöslichen" ist vollkommen weiss, verhält sich vor dem Löthrohre wie Kieselerde, zeigt unter dem Mikroskop farblose, vollkommen durchsichtige, unregelmässig begrenzte Körper, und kann unmöglich der Pflanze angehört haben, da alle Kieselsäure, welche in den Pflanzen vorkommt, jener Modification von Kieselsäure zugerechnet werden muss, welche durch anhaltendes Kochen mit kohlensaurem Natrum aufgelöst werden kann. Ich bin der Meinung, dass dieser Körper als Staub in der atmosphärischen Luft enthalten war und durch den Regen auf die Pflanzen herabgeführt worden ist. Er muss daher folgerichtig in Abzug gebracht werden, um ein reineres Bild von der eigentlichen Zusammensetzung unserer Pflanzenasche zu gewinnen. Freilich legt sich dabei die Einrede nahe, dass möglichen Falles ein grösserer oder kleinerer Theil auch der übrigen Aschenbestandtheile gleicher Abkunft sein, und man sich also auf das Resultat dieser Untersuchung überhaupt gar nicht verlassen könne. Eine solche Einrede verliert jedoch ihr Gewicht, wenn man zum Vergleiche das Ergebniss der Aschenuntersuchung von *Sphagnum* betrachtet. Diese Pflanze ist ihrem äusseren Bau nach

ganz darnach angethan, grosse Mengen, selbst durch Waschen mit Wasser nicht zu entfernenden Staubes zu beherbergen, weshalb denn auch in der That ihre Asche eine noch grössere Menge von „Unlöslichem“ erkennen lässt, als die Asche der Gesammtdecke unserer Hochmoorpflanzen; allein dann wäre die bedeutend geringere Menge von Alkalien und Eisenoxyd der *Sphagnum*-Asche ganz unerklärlich. Es erscheint daher der eben angedeutete Abzug dieser unlöslichen Substanz durchaus gerechtfertigt, und da (aus Gründen, welche noch zur Sprache gebracht werden sollen) auch das „Unlösliche“ in der Asche der verschiedenen Torfschichten in dieselbe Kategorie gehört, so muss auch bei diesen Aschenuntersuchungen dieser Körper in Abzug gebracht werden, was in folgender Tabelle geschehen ist.

(Tabelle No. VIII.)

	Die Asche des Torfes der			Asche	Asche
	untersten Schicht	mittleren Schicht	obersten Schicht	der Pflanzendecke	von *Sphagnum*
	enthielt (nach Abzug der Kohle, der Kohlensäure und des „Unlöslichen“) in 100 Theilen:				
Lösliche Kieselsäure	0,12	0,60	0,76	11,80	10,90
Chlornatrium	0,24	0,49	0,62	2,77	3,18
Schwefelsäure . . .	29,29	26,88	41,82	4,71	5,59
Phosphorsäure . . .	0,72	1,45	2,43	7,51	9,31
Eisenoxyd	21,52	15,28	4,81	13,80	8,83
Thonerde	4,01	1,54	8,44	3,16	3,85
Kalkerde	42,71	51,57	35,75	14,41	26,26
Magnesia	0,51	0,74	1,77	6,13	10,69
Kali	0,33	0,49	0,88	24,40	19,19
Natrum	0,53	0,96	2,72	11,32	2,20
Summa	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Es sei erlaubt, den Versuch zu machen, aus den vorstehend mitgetheilten analytischen Ergebnissen der Aschenuntersuchungen des Torfes wie der Torfsubstanzen Schlüsse

zu ziehen, in Betreff welcher ich jedoch ausdrücklich bemerke, dass sie vorerst nur für das Torflager von Awandus Geltung haben können, und dass man weitere Arbeiten abzuwarten hat, um allgemein gültige Sätze aufzustellen.

IV. Schlussbetrachtungen.

Man liest in dem weiter oben citirten Werke von Grisebach auf S. 39 Folgendes:

„Bis zu den tiefsten Lagen der amorphen Torfmasse ist das Burtanger Moor ganz frei von mineralischen Beimengungen. Es besteht ausschliesslich aus Verbindungen der Huminreihe und aus vegetabilischen Einschlüssen. Die Asche des Torfes enthält keine anderen Bestandtheile, als welche in den Pflanzen, welche ihn erzeugten, gleichfalls enthalten waren. Die heutige Pflanzendecke empfängt daher ihre mineralischen Nahrungsmittel entweder aus diesen, oder aus den Staubtheilen, welche die Luftströmungen über dem Moore ausstreuen. Nach der vollständigen Humification scheinen die Aschenbestandtheile dem amorphen Torfe ähnlich zu adhäriren, wie früher den Geweben, denn das Mikroskop weisst im reinen Urmoor nirgends ein ausgeschiedenes Sandkorn oder Mineralfragment nach.“

Und auf Seite 107 desselben Werkes:

„Sind in allen Tiefen des Hochmoores die mineralischen Bestandtheile dieselben, und dies muss der Fall sein, weil in der Hauptmasse die Aschenbestandtheile eines und desselben Gewächses enthalten sind, so kann auch überall der Boden, richtig behandelt, zu derselben Cultur geschickt werden.“

Ich habe mit Vorbedacht diese beiden Grisebach'schen Sätze an die Spitze meiner Schlussbetrachtungen gestellt,

muss jedoch Allem zuvor einige Bemerkungen dazu machen. Die Behauptung Grisebach's, dass der Torf des von ihm untersuchten Hochmoores zu allen Zeiten nur aus denselben Pflanzen, welche wir heut zu Tage noch lebend als Pflanzendecke antreffen, entstanden sei, ist eine und zwar aus rein botanischen Gründen vollkommen erwiesene; und eben so kann seine Behauptung, dass er keine Sandkörner oder Mineralfragmente vorgefunden hat, kein Gegenstand der Kritik sein. Allein wenn Grisebach ferner der Meinung ist, dass die Asche des von ihm untersuchten Torfes nur von den Torfpflanzen herrühre, und keine anderen Bestandtheile enthalte als die Pflanzen, welche ihn erzeugten, so ist das, und Alles, was sonst weiter daraus gefolgert wird, nur Hypothese, da eine Untersuchung der Asche, sowohl des Torfes, so wie der Torfpflanzen, gar nicht angestellt wurde (wenigstens verlautet aus Grisebach's Buch gar nichts in Betreff einer solchen Untersuchung); wie denn auch nicht übersehen werden darf, dass Grisebach unbestimmt lässt, ob man sich das Wachsthum der Torfpflanzen entweder durch die mineralischen Nahrungsmittel, welche die humose Unterlage darbietet, oder durch von der Luft herbeigewehten Staub bedingt denken soll.

Sehen wir jetzt zu, ob sich die von Grisebach gelassene Unsicherheit rücksichtlich der Art, wie die Torfpflanzen sich ihre mineralischen Nahrungsmittel verschaffen, auf Grundlage der Untersuchung des Hochmoores von Awandus etwa beseitigen lässt.

Es ist klar, dass die Moorpflanzen, wie alle anderen Pflanzen, die zu ihrer Ernährung erforderlichen mineralischen Körper in ihrer Umgebung vorfinden müssen; allein ich kann mich nicht damit einverstanden erklären, dass diese Nahrungs-

mittel, wie Grisebach annimmt, entweder von der humosen Unterlage oder von dem herzugewehten Staube abstammen sollen; und zwar bestimmen mich folgende Gründe dazu.

Nehmen wir zuerst einmal an, die humose Unterlage biete die Nahrungsmittel, so stossen wir sogleich auf eine grosse Schwierigkeit; denn da, nach Grisebach's eigener und zwar vollkommen richtiger Angabe, die Aschenbestandtheile den Humingebilden eben so adhäriren, wie früher den Geweben, so muss, wenn die humose Unterlage die Nahrungsmittel liefern soll, dieselbe vorher zersetzt und dadurch ihr Gehalt an mineralischen Bestandtheilen frei gemacht worden sein, in welchem Fall die Torfbildung unmöglich war, da ja die Entstehung von Torf gerade auf einer Nichtzersetzung der Humingebilde beruht. Daher sehen wir denn auch als nothwendige Folge der fortschreitenden Humus- (oder Torf-) Bildung die absolute Menge der Aschenbestandtheile von oben nach unten anwachsen, wie am besten aus der Tabelle No. V erkannt werden kann. Zieht man nämlich von der absolut gefundenen Aschenmenge (dieselbe frei von Kohle und Kohlensäure berechnet) das „Unlösliche" ab (was aus weiter oben angeführten Gründen nicht nur erlaubt, sondern nöthig ist), so zeigen (mit Hinweglassen der Decimalstellen)

1000 Theile der untersten Torfschicht . . 82 Theile Asche,
„ „ „ mittleren „ . . 60 „ „
„ „ „ obersten „ . . 14 „ „
„ „ „ noch lebend. Pflanzendecke 12 „ „

Allein auch den herbeigewehten Staub können wir, wenigstens was unseren Fall des Hochmoores von Awandus betrifft, nicht als diejenige Substanz ansprechen, welche den Torfpflanzen ihre mineralischen Nahrungsmittel verabreicht. Denn angenommen, es gäbe eine staubige, in der Atmo-

sphäre verbreitete Substanz, welche, was ihre mineralischen Bestandtheile anlangt, dieselbe chemische Zusammensetzung hätte, wie die Asche der Torfpflanzen; angenommen ferner, dass ein solcher Staub auch in der nöthigen Menge vorhanden wäre (zwei Annahmen, für welche es an aller und jeder festeren Begründung fehlt); so muss diese Substanz in unserem Falle eine gewisse Menge „Unlösliches“ enthalten haben, welches bei der Analyse der Asche der Torfpflanzen gefunden worden ist, und zwar, wie die Tabelle No. VIII zeigt, betrug diese Quantität 31 Procent. Geht man nun von der weiter oben begründeten Voraussetzung aus, dass der Torf aus den früher lebenden Pflanzen gebildet ward, und dass zu allen Zeiten dieselben Pflanzen lebten und in derselben Weise ernährt wurden, wie heut zu Tage, so müsste die procentische Zusammensetzung der Torfasche in den verschiedenen Torfschichten ebenfalls dieselbe sein, und namentlich müssten überall 31 Procent „Unlösliches“ vorgefunden werden. Die Tabelle IV zeigt aber in 100 Theilen der Asche:

der obersten Torfschicht 7,42 Proc. Unlösliches,
der mittleren „ 4,39 „ „
der untersten „ 3,91 „ „

also in allen Fällen viel zu wenig.

Um übrigens nicht missverstanden zu werden, muss ich ausdrücklich bemerken, dass ich keineswegs zu bestreiten beabsichtige, dass die Torfpflanzen sowohl von ihrer humosen Unterlage, wie auch von herzugewehtem Staube ernährt werden können; ich behaupte nur, dass diese Art der Ernährung eine auf keinen Fall ausreichende sei, und dass man sich bei der Ermittelung des Modus, welcher die Ernährung der Hauptmasse der Torfpflanzen bedingt, nach Weiterem und Zureichenderem umzusehen habe.

Ich denke mir aber die Entstehung des Torfmoores und damit im Zusammenhange die Ernährung der Torfpflanzen in folgender Weise vor sich gegangen und noch fortdauernd vor sich gehend.

Dem Boden einer zur Moor- respective Torfbildung geeigneten Lokalität, also einer Oertlichkeit, wo zudringendes Wasser stagnirt, entsprossen die ersten Moorpflanzen, in Betreff welcher es dahingestellt bleiben mag, ob sie die ihnen nöthigen mineralischen Nahrungsmittel dem Boden oder dem vorhandenen Wasser, oder beiden zugleich entziehen. Sie sterben endlich ab; es entstehen, unter den vorhandenen Bedingungen der Torfbildung, Humin-Substanzen, d. h. Torf, und eine zweite, dritte, vierte, fünfte u. s. w. Pflanzengeneration sprosst hervor, bis endlich der Moment eintritt, wo sich eine so bedeutende Masse von Huminsubstanzen angehäuft hat, dass die nächstfolgende Generation von Moorpflanzen mit ihren Wurzeln in keinem Fall mehr den ursprünglichen Boden erreichen, also auch von dorther keine Nahrung mehr erlangen kann. Sie wurzeln jetzt ganz allein in dem entstehenden Torfe, und erhalten ihre mineralische Nahrung nur aus dem stets neu zudringenden Wasser, da, wie wir gezeigt haben, die Aschenbestandtheile der gestorbenen Pflanzen dem daraus hervorgehenden Humingebilde (Torf) verbleiben. Denn annehmen zu wollen, dass bei einer Mächtigkeit des Torflagers von mehreren (oft 10, 15 und 20) Fuss den auf der Oberfläche lebenden Pflanzen noch immer ihre mineralischen Nahrungsmittel von dem mineralischen Untergrund des Torflagers dargereicht werden, ist ganz unmöglich; jetzt wenigstens kann nur das während der Torfbildung nie fehlende Wasser als Quelle, welcher diese Nahrungsmittel entstammen, betrachtet werden, und es ist sogar im höchsten

Grade wahrscheinlich, dass auch schon für die allererste Pflanzengeneration, trotzdem dass sie auf dem mineralischen Untergrunde wurzelte, die gleiche Art der Ernährung obwaltete.

Die so eben vorgetragene Ansicht über die Ernährung der Moorpflanzen scheint mir so naturgemäss, dass ich sie nicht bloss auf das Hochmoor von Awandus, sondern auch auf jedes andere Hochmoor ausgedehnt wissen möchte, und ich hoffe, sie wird auch Andere mehr befriedigen, als die von Grisebach vorgebrachte Meinung. Auch enthält sie die Elemente zur einfachen Erklärung eines sonst räthselhaften Verhaltens der Torfasche.

Grisebach glaubt, wie wir gesehen haben, dass in allen Tiefen des Hochmoores die mineralischen Bestandtheile dieselben seien, und erschliesst ein solches Verhältniss, als ein nothwendiges, aus dem Umstande, dass in der Hauptmasse des Hochmoores (also des Torfes) die Aschenbestandtheile eines und desselben Gewächses enthalten sind.

Auch mir erschien diese Schlussfolgerung eine so gerechtfertigte, dass ich bei der tabellarischen Zusammenstellung meiner Aschenanalysen nicht wenig überrascht war, als ich erkannte, welch bedeutende Verschiedenheit zwischen der Asche der noch lebenden Pflanzendecke und der Asche des Torfes überhaupt, so wie zwischen der Asche der einzelnen Torfschichten stattfindet, was am besten aus der Tabelle No. VIII hervorgeht, welche die prozentische Zusammensetzung dieser Aschen nach Abzug des „Unlöslichen“ zur Anschauung bringt. Die in der Asche des Torfes viel grösseren Quantitäten von Schwefelsäure und Kalk, so wie die so schwankenden Mengen von Eisenoxyd und Thonerde, und endlich die ohne Ausnahme bedeutend grösseren Mengen von löslicher Kiesel-

säure, Chlornatrium, Phosphorsäure, Magnesia, Kali und Natrum in der Asche der noch lebenden Pflanzendecke, sind Thatsachen, welche der Annahme, dass die Aschenbestandtheile des Torfes von den Moorpflanzen herrühren, lebhaft zu widerstreiten scheinen. Allein es scheint nur so, und die vorstehend skizzirte Ansicht über die Ernährung der Torfpflanzen durch zudringendes Wasser enthält, wie ich glaube, die passende Erklärung.

Wie man aus der neueren Zeit angehörigen Analysen von Wasser (Quell-, wie Bach- und Flusswasser) weiss, so kommen in demselben ohne Ausnahme alle mineralischen Körper, welche zur Ernährung der Pflanzen überhaupt, und sonach auch zur Ernährung unserer Torfpflanzen dienen können, vor, obschon in verschiedenen prozentischen Verhältnissen. Namentlich sind solche Fälle ausserordentlich zahlreich, wo sich das Wasser verhältnissmässig reich an schwefelsaurem Kalk, doppelt kohlensaurem Kalk und doppelt kohlensaurem Eisenoxydul zeigt, reich also an Körpern, die sich leicht aus der wässerigen Lösung ausscheiden, sei es durch Verdampfung eines Theils des Wassers, sei es durch Entweichung des zweiten Atomes Kohlensäure. Wenn wir nun in unserem Falle annehmen, dass Wasser, vorzugsweise reich an den zuletzt genannten Stoffen, zu allen Zeiten bei der Ernährung unserer Torfpflanzen concurrirt habe, so kann uns der grössere Gehalt der Asche des Torfes gerade an diesen Stoffen nicht auffallen. Zwar werden die Pflanzen solchem Wasser die ihnen nöthigen mineralischen Nahrungsmittel nur in solchen Mengenverhältnissen entnehmen, als es ihre Natur erheischt (wir wissen ja, dass sich verschiedene Pflanzen in dieser Hinsicht verschieden erweisen); allein das hindert nicht, dass sich nebenbei (z. B. zur trockenen Jahreszeit) Gyps, kohlen-

saurer Kalk und in Eisenoxyd übergehendes Eisenoxydul ausscheidet, welche Körper dann später zum bald grösseren, bald kleineren Theile (je nachdem sie unvollständiger oder vollständiger zur nassen Jahreszeit wiedergelöst werden) sich dem abgestorbenen vegetabilischen Material (dem zukünftigen Torf) beimengen, und dann bei der Untersuchung der Torfasche mitbetroffen werden, ohne dass sie doch jemals zur Ernährung der Moorpflanzen beitrugen; ja selbst bei der Untersuchung der Asche der noch lebenden Pflanzen unseres Hochmoores muss es dahingestellt bleiben, ob, da dieselben vor ihrer Einäscherung nicht gewaschen worden sind (was übrigens, wie oben bemerkt, wenig genützt haben würde), in der That die gesammte gefundene Menge von Schwefelsäure, Kalk und Eisenoxyd diesen Pflanzen angehörte, oder ob ihnen nicht etwa ein Theil derselben mechanisch anhing.

Wenn wir jetzt auf Grundlage dieser Betrachtungen und Voraussetzungen einmal den Versuch machen, aus der Tab. VIII die störende Schwefelsäure, das Eisenoxyd, die Kalkerde und auch die Thonerde[1]) auszuscheiden, und zwar nicht bloss aus der Asche des Torfes, sondern, des besseren Vergleichs halber, auch aus der Asche der Pflanzen, welche die Decke unseres Hochmoores bilden, so zeigt sich in Betreff der übrigbleibenden Aschenbestandtheile des Torfes und der Pflanzendecke Folgendes:

1) Ich scheide die Thonerde zunächst deshalb mit aus, weil ich zweifelhaft bin, ob ich sie als einen wesentlichen Bestandtheil der in Rede stehenden Pflanzen ansehen soll oder nicht. Dass die Asche einiger *Lycopodium*-Arten sehr reich an Thonerde ist, davon habe ich mich durch eigene Untersuchung früher schon überzeugt; allein diese Pflanzen kommen unter den Pflanzen unseres Hochmoores nicht vor.

(Tabelle No. IX.)

	Die Asche des Torfes der			Asche
	untersten Schicht	mittleren Schicht	obersten Schicht	der Pflanzendecke
	enthielt (nach Abzug der Kohle, der Kohlensäure, des „Unlöslichen“, so wie der Schwefelsäure, des Kalkes, des Eisenoxydes und der Thonerde) in 100 Theilen:			
Lösl. Kieselsäure	5	13	8	17
Chlornatrium . .	10	10	7	4
Phosphorsäure . .	29	31	26	12
Magnesia	21	16	19	10
Kali	13	10	10	39
Natrum	22	20	30	18
Summa . . .	100	100	100	100

Offenbar erkennt man aus dieser Tabelle schon weit mehr Uebereinstimmung zwischen der Zusammensetzung der verschiedenen Aschen; wenigstens wird die grosse Schroffheit in der Verschiedenheit der prozentischen Zusammensetzung, wie solche die Tabelle No. VIII bringt, wesentlich gemildert. Allerdings bleibt Vieles zu wünschen übrig; namentlich legt sich der Wunsch nahe zu wissen, ob zu allen Zeiten das zudringende und die Ernährung besorgende Wasser dieselbe Zusammensetzung gehabt habe, oder ob in dieser Beziehung zu verschiedenen Zeiten Aenderungen stattfanden, was übrigens nach der Analogie der bei den sogenannten Mineralwässern gemachten Beobachtungen sehr wahrscheinlich ist. Jedenfalls habe ich als Folge meiner Arbeit klar erkannt, dass dieselbe weit entfernt ist, nach allen Seiten hin befriedigende Resultate zu gewähren; ich betrachte sie nur als einen Beitrag zur näheren Kenntniss der Natur und Beschaffenheit, so wie der Entstehung der Hochmoore, und wünsche, dass sie die Veranlassung sein möge, dass auch

Andere sich der schärferen Untersuchung dieses so wichtigen wie interessanten Gegenstandes von dem bisher so vernachlässigten chemischen Gesichtspunkte aus annehmen möchten.

Als Resultate, welche wenigstens für das von mir untersuchte Torflager von Awandus festzustehen scheinen, stelle ich zum Schluss dieser Abhandlung, das im Vorhergehenden weitläufiger Besprochene kurz recapitulirend, folgende Sätze auf:

1) Auf dem Hochmoore von Awandus haben zu allen Zeiten dieselben Pflanzen gelebt;

2) diese Pflanzen haben zu allen Zeiten dem zudringenden Wasser die zu ihrer Ernährung dienlichen mineralischen Bestandtheile entzogen;

3) diese Pflanzen unterlagen zu allen Zeiten der Humification, d. h. der Torfbildung;

4) diese Humification ist in den tieferen Lagen des Torfes weiter fortgeschritten als in den höheren, daher der Kohlenstoffgehalt des Torfmaterials in den letzteren (frei von Wasser und Asche gedacht) geringer ist als in den ersteren;

5) der aus den Pflanzen entstandene Torf enthält die mineralischen Bestandtheile dieser Pflanzen, zu denen noch atmosphärischer Staub und Schwefelsäure, Kalk, Eisen (und Thonerde?) des Wassers hinzukommen;

6) der Aschengehalt des Torfes ist in den tieferen Lagen grösser als in den oberen;

7) die procentische Zusammensetzung des Asche der verschiedenen Lagen des Torfes ist verschieden.

Diesen rein theoretischen Sätzen füge ich noch ein paar der jezigen und zukünftigen Praxis angehörige hinzu:

1) Der Torf von Awandus liefert ein vortreffliches, auf Hunderte von Jahren ausreichendes Brennmaterial;

2) die Asche der Pflanzendecke, so wie der verschiedenen Torfschichten liefert brauchbare Düngermaterialien;

3) der Werth dieser Aschen als Düngungsmaterial ist verschieden, je nach den Pflanzen, zu welchen gedüngt werden soll und je nach dem Boden, den man zu düngen beabsichtigt;

4) das Torflager von Awandus, in zukünftigen Zeiten der „Moorkultur" unterworfen, wird die Bodenrente ansehnlich erhöhen.

Ich kann namentlich bei diesen praktischen Schlussfolgerungen nicht umhin, an einen schon von Grisebach angeführten Niederländischen Gedenkspruch zu erinnern, welcher folgendermassen lautet:

„Gesegnet sei das Land, dessen Bewohner sein Moor verbrennt, aber doppelt gesegnet, wo er es anbaut."

Anhang.

Theils das eigene Interesse an der Sache, theils die von mehreren Landwirthen ausgesprochenen Wünsche veranlassten mich, bei Gelegenheit der in Vorstehendem mitgetheilten Untersuchung des Hochmoores von Awandus, das dort wachsende Moos, dessen man sich hier und da zur Vermehrung der Einstreu und also zur Vermehrung des Düngers bediente, auf seinen Aschengehalt besonders zu untersuchen. Wie ich bereits weiter oben (im dritten Abschnitt meiner Abhandlung) anführte, so kommen 2 solcher Moose gemeinschaftlich vor, die nicht wohl getrennt werden konnten, nämlich *Sphagnum acutifolium* und *Sphagnum cymbifolium*. Eben so habe ich das Resultat meiner Untersuchung bereits in den Tabellen No. VII und No. VIII niedergelegt. Es scheint daher, als habe ich hier nichts weiter über diesen Gegenstand zu bemerken. Indessen ist mir im Verlaufe dieser Arbeit die Abhandlung von Dr. Vohl in Bonn: „Ueber die Aschenbestandtheile eines leichten Moostorfes u. s. w." (mitgetheilt in den „Annalen der Chemie und Pharmacie" Bd. CIX, S. 185 ff.) bekannt geworden, worin ich eine Analyse der Asche der Torfmoose (wie es heisst: des *Sphagnum commune* und *Sphagnum acutifolium*) gefunden habe, welche, da sie mit meiner Untersuchung gar nicht übereinstimmt, mir die Veranlassung ist, nochmals auf diesen Gegenstand zurückzukommen. Ich stelle in der nachfolgenden Tabelle beide Analysen zusammen.

(Tabelle No. X.)

	Die Asche von *Sphagnum* enthielt (nach Abzug der Kohlensäure, der Kohle, des „Unlöslichen“ und des Verlustes):	
	nach meiner Untersuchung	nach Vohl's Untersuchung
Lösliche Kieselsäure	10,90	42,90
Chlornatrium	3,18	20,49
Schwefelsäure . . .	5,59	4,46
Phosphorsäure . . .	9,31	1,09
Eisenoxyd	8,83	6,53
Thonerde	3,85	6,06
Kalkerde	26,26	3,26
Magnesia	10,69	5,06
Kali	19,19	8,25
Natrum	2,20	1,90
Summa . . .	100,00	100,00

Die von mir in 100 Theilen bei 115° C. getrockneter Substanz von *Sphagnum* gefundene Asche betrug 2,343 Prozent; während Vohl von der seinigen anführt, sie habe zwischen 3 und 4 Prozent betragen.

Ich muss es durchaus dahingestellt sein lassen, worin wohl die Ursache einer so wesentlichen Differenz in dem Ergebnisse der Untersuchung einer und derselben Pflanze zu suchen sei. Denn auch bei der Annahme, wir hätten zu dieser Untersuchung nicht genau dieselben Species von *Sphagnum* verwendet (bei Vohl war neben *Sphagnum acutifolium* noch *Sphagnum commune* [1]) vorhanden); an-

1) Es giebt aber gar kein *Sphagnum commune*. Es ist wahrscheinlich, wie bei mir, *Sphagnum cymbifolium* Ehrh. (das *Sphagnum palustre* anderer Autoren) gewesen.

genommen ferner, dass die verschiedenen Standorte der untersuchten Pflanzen (bei den meinigen ein ehstländisches, bei Vohl's Pflanzen ein schweizer Torfmoor) von Einfluss auf den Aschengehalt gewesen sei; angenommen endlich, das untersuchte Material sei in verschiedener Weise mit nicht zu entfernendem Staub imprägnirt gewesen; so bleiben doch solche Differenzen, wie die beiden Untersuchungen zeigen, völlig unerklärt, und es bietet sich, wie bei so vielen anderen Dingen, so auch hier, ein offenes Feld für weitere Untersuchungen dar.

II.

Ueber die Periodicität der Eisgänge auf der Newa, im Vergleich zur Düna, Dwina und andern Flüssen Russlands.

Von Dr. Seidlitz.

(Vorgelegt im November 1859.)

Im Januar 1856 übersandte ich dem Herrn Akademiker Lenz in St. Petersburg eine kleine Abhandlung, nebst graphischen Beilagen, über die Eisgänge auf der Dwina, Newa, Düna und Bjelaja, zur etwaigen Veröffentlichung in den Bulletin's der kaiserl. Akademie der Wissenschaften. Herr Akad. Lenz theilte mein Manuscript dem Akad. Wesselowski mit, der gerade an seinem Werke über das Klima Russlands arbeitete. Nach Durchsicht meines Manucripts, bemerkte Herr Wesselowski in einem Briefe an Lenz: es werde mir vielleicht angenehm sein, bevor ich meine Abhandlung dem Druck übergebe, die in seinem Werke mitzutheilenden Eisgänge von mehr als 140 Flüssen und Seen Russlands gleichfalls zu beachten. Eine solche Zugabe an Material konnte mir nur lieb sein — und ich legte daher bis auf Weiteres mein Manuscript beiseite. Als ich vor einiger Zeit das unterdess gedrukte Werk Wesselowski's, „О климатѣ Россіи“, zu Gesicht bekam, war ich erfreut den Verfasser zu manchen fast wörtlich mit mir übereinstimmenden Resultaten Betreffs der

Eisgänge auf unseren Flüssen gekommen zu sehen; war aber auch überrascht, dass er sich zu einer Kritik meiner noch gar nicht veröffentlichten Ansichten herbeigelassen hatte, ohne der Existenz meines Manuscripts zu erwähnen, — wohl aber Sachen, wie sie auch in meiner Abhandlung vorkommen, anzuführen, jedoch in einer Weise, als ob ich sie nicht gewusst, oder nicht verstanden hätte. Herr Wesselowski bezieht seine Kritik auf eine kurze Notiz, die ohne mein Zuthun aus dem Dorpater „Inland" in die St. Petersburger Zeitung, 1856 Nr. 74, gerathen war. Aus dieser ist freilich nicht viel zu ersehen: sie enthält nur einige der Hauptresultate eines Vortrags, den ich in einem Kreise von Naturforschern hier in Dorpat (März 1856) über die Eisgänge der Newa etc. gehalten hatte. Um der Kritik meiner hierher gehörigen Ansichten eine auch für Andere zugängliche Unterlage zu geben, theile ich nun meine Arbeit mit und werde das, was ich aus Herrn Wesselowski's Werk heranziehe, wie sich's gebührt, anführen.

Das Material über Auf- und Zugänge der Flüsse, welches ich verarbeitet habe, befindet sich in den Jahrgängen des St. Petersburger Kalenders, wo die Eisgänge der Newa von 1709 [1]) bis 1858 verzeichnet sind; in den Rigaschen Stadtblättern und in dem Correspondenzblatte des Naturforschenden Vereins zu Riga, wo über den Aufgang der Düna schon von 1530 an, über den Zugang aber erst seit 1821 Mittheilungen gemacht worden sind, und in der Admiralität zu Archangel, von wo Dr. Woizechowski mir gefälligst ein Verzeichniss der Eisgänge auf der Dwina verschafft hat. Dazu kommt,

1) Seit dem Jahrgange 1855 sind wol noch 6 Aufgänge und 4 Zugänge der Newa in den Jahren 1706 bis 1718 verzeichnet; da sie aber keine geschlossene Reihe bilden, so werde ich sie nicht in Betracht nehmen.

was ich aus dem Werke von Wèsselowski über das Klima Russlands und aus Stuckenberg's Hydrographie des Russischen Reiches in Bezug auf denselben Gegenstand heranziehen konnte.

Leider ist bei gedrukten Zahlenreihen unvermeidlich, dass nicht einige Druckfehler sich einschleichen, und so muss ich auch bemerken, dass, trotz wiederholter Ausmerzungen solcher im St. Peterburger Kalender vorgekommenen, welche ich zum Theil veranlassen konnte[1]), fast in jedem Jahrgange wieder neue entstanden. Gelegentlich werde ich derlei Druck-, wol auch Rechenfehler anführen; denn wo es auf Berechnungen ankommt, müssen die zu Grunde gelegten Zahlenreihen wenigstens möglichst richtig gestellt sein. Führt doch Hr. Wesselowski l. c. an: dass die Berechnungen Hällström's über die Eisgänge auf der Dwina (im „Bullet. scientif. de l'Acad. Imper. d. sc. de St. Pétersbourg, Tom. VIII, No. 187") allen Werth verlieren, weil sie auf falschen Angaben über die genannten Naturerscheinungen beruhen.

Zuerst wollen wir die Auf- und Zugänge der Newa betrachten. Dieser Fluss liefert ohne Zweifel die werthvollste Beobachtungsreihe über dieses Naturereigniss. Er stellt, als Abzugskanal des grossen Ladoga-See's, in seinem nur 60 Werst langen Laufe, nicht sowol die localen Wechselfälle des Zufrierens und Aufgehens eines Flusses dar, als vielmehr die minder schwankenden Temperaturwechsel eines Binnensee's von 292 Quadrat-Meilen Oberfläche, im Kampfe mit den

1) So finden sich in dem Jahrgang 1857 über die Eisgänge auf der Newa schon wieder bis auf fünf angelaufene und verschleppte Druckfehler. Der Jahrgang 1858 ist endlich einmal ganz von ihnen gereinigt. Die Angaben über Eisgänge auf der Dwina im Jahrgange 1855 sind sehr fehlerhaft, aber im folgenden Jahre, auf meine Veranlassung, richtiger mitgetheilt. S. Wesselowski l. c. Beilage p. 238.

meteorologischen Veränderungen bei St. Petersburg, und bildet gleichsam die Thermometerröhre eines grossen Wasserreservoirs[1]). Die Angaben dieser Röhre, sei es durch Temperatur in der Tiefe oder Eisgänge an der Oberfläche, sind schon an und für sich ein Mittelwerth, der von einem zu den veränderlichen und zufälligen localen Factoren verhältnissmässig grossartigen constanten Factor bestimmt wird. Dasselbe kann man weder von den langgedehnten Strömen sagen, welche durch viele Längen- und Breiten-Grade hindurch aus grosser Höhe herabfliessen, noch von kurzen und seichten Flüssen, oder den oberen Anfängen selbst grosser Flüsse. Nur die Narowa, als Abzugskanal des 65—70 Quadrat-Meilen grossen Peipus-See's, und die Angara, welche aus dem 700 Quadrat-Meilen grossen Baikal-See tritt, bieten einigermassen ähnliche Verhältnisse dar, wie unsere Newa. Vor beiden hat sie aber doch noch den Vorzug, dass ihre Strömung bei St. Petersburg in geringer Erhebung über dem Meere eine mittelmässig starke ist, dass sie ein breites, tiefes Bett hat, dass ihr Niveau in den Zeiten, wo die Eisgänge stattfinden, keinen grossen Veränderungen unterliegt, dass selbst die Winde keinen grossen Einfluss auf den Prozess des Aufgehens oder Stehenbleibens der Eisdecke haben und dass wir über sie eine durch 140 Jahre fortlaufende Reihe von Beobachtungen sowol des Aufgangs, als des Zufrierens besitzen.

Der Frühlingseisgang beginnt da, wo die Newa aus dem Ladoga-See tritt. Hier bricht die Eisdecke in der Regel

1) Stuckenberg l. c. führt an, dass der Ladoga-See, abgesehen von einigen Untiefen im Süden, eine nach Norden bis zu 1155 engl. Fuss sich erstreckende Tiefe habe. Der Grund dieses Beckens senkt sich also mehr denn 1100 Fuss unter das Niveau der Ostsee. Er empfängt das Wasser aus dem Onega-, Ilmen- und Saimo-Gebiete und sendet durch die Newa, nach General Destrem's Messungen, 116,000 Cubikfuss Wasser in der Secunde mit einer Geschwindigkeit von 37 Zoll in's Meer.

zuerst. Die Eisschollen, welche als grosse Geschiebe den Fluss hinab zu gehen anfangen, zertrümmern die flussabwärts noch stehende Eiskruste und befreien den Fluss allmälig von seiner Eisdecke. Täglich werden 6 bis 8 Werst des Flusses frei. Zwischen Anfang des Eisganges bei Schlüsselburg und Ende desselben bei St. Petersburg verstreichen 8 bis 10 Tage. Die im St. Petersburger Kalender verzeichneten Tage (alten Styls) beziehen sich eben auf die bei St. Petersburg beobachteten Eisgänge. Es sind diese also kein Eisschmelzen, sondern ein Zerfallen der Eisdecke, welche, oft noch 2 Fuss dick, aber gleichsam mit Wasser durchtränkt, ihre Verbindung mit den Ufern verloren hat.

Ein zweiter Frühlingseisgang auf der Newa wird, obgleich er eine grössere Unterbrechung des Verkehrs zwischen beiden Ufern veranlasst, nicht aufgezeichnet. Es kommen die Trümmer der Eisdecke des Ladoga-See's, je nach den wehenden O. oder W. Winden, bald früher, bald später (2 bis 3 Wochen) nach dem ersten Eisgange den Fluss herab, um sich in den finnischen Meerbusen zu begeben, wo sie vollends schmelzen. Diese Schollen sind grösser und fester als die vorigen.

Aufgezeichnet wird wieder der Eisgang im Herbste. Auch hier sind es grosse, frisch gebildete Eisschollen, welche von den Ufern oben herabkommen, am seichten Ausflusse der Newa auf den Strand gerathen und so den nachrückenden Eisschollen eine Wehre entgegenstellen. Der eintretende Frost vereinigt die Geschiebe, so dass in manchen Jahren schon nach 24 Stunden die frische Eisdecke grosse Lasten zu tragen im Stande ist. Folgt diesem Eisgange starkes Thauwetter, so setzt die untere Eiswehre sich abermals in Bewegung, der Fluss wird frei von Eis, und die ganze Operation

der Eisbedeckung wiederholt sich nach einiger Zeit. Solche Wiederholungen sind in 150 Jahren 9 Mal [1]) beobachtet; dagegen im Laufe der angegebenen Zeit nur zweimal ein doppelter Frühlingseisgang vorgekommen ist, in den Jahren 1733 und 1737. Jene stellen sich gruppenweise: von 1790—94 in vier Jahren, von 1835 — 42 in drei Jahren zusammen; nur 1730 und 1816 stehen vereinzelt da.

Als Grundlage der weitern Betrachtungen folge die genau revidirte Uebersicht der Auf- und Zugänge der Newa, bei St. Petersburg, von 1718 bis 1858.

Tabelle I.

Jahre	Aufgang	Zugang	Offensein	Jahre	Aufgang	Zugang	Offensein
1718	April 4	Novbr. 11	221 Tage	1736	April 12	Novbr. 7	209 Tage
19	„ 19	„ 30	225 „	37	März { 28 / April { 11	„ 9	226—212
1720	„ 11	„ 7	210 „				
21	„ 10	„ 20	224 „	38	„ 11	„ 9	212 Tage
22	„ 16	„ 28	226 „	39	„ 26	Octbr. 24	181 „
23	März 22	„ 16	239 „	1740	„ 24	Novbr. 14	204 „
24	April 5	„ 17	226 „	41	„ 19	„ 14	209 „
25	„ 12	„ 28	230 „	42	„ 26	„ 21	209 „
26	„ 6	„ 24	232 „	43	März 30	„ 20	235 „
27	„ 14	„ 30	230 „	44	April 5	„ 16	225 „
28	März 27	„ 16	234 „	45	„ 10	Octbr. 28	201 „
29	April 6	„ 30	238 „	46	„ 14	Novbr. 8	208 „
1730	„ 12	Oct. { 31 / Nov. { 9	202—212	47	„ 25	„ 8	197 „
				48	„ 14	„ 3	203 „
31	„ 24	„ 20	210 Tage	49	„ 24	„ 20	210 „
32	„ 4	„ 27	237 „	1750	März 25	Octbr. 23	212 „
33	„ { 6 / 14	„ 23	231—223	51	„ 27	Novbr. 7	225 „
				52	April 6	„ 16	224 „
34	„ 15	„ 1	200 Tage	53	„ 6	„ 26	234 „
35	März 26	„ 6	225 „	54	„ 7	„ 16	223 „

1) Neben diesen Schwankungen in den Epochen des Zufrierens der Newa, wollen wir auf die Temperaturschwankungen im November a. St. zwischen Frost und Thau aufmerksam machen. Wenn die Berechnungen Mädler's (im „Bullet. de la Classe phys.-math. de l'acad. Imper. de St. Pétersbourg" Tom. I, pag. 49) in der regelmässigen Kältezunahme vom 17. bis 27. Nov. a. S. nur eine Schwankung zwischen 3.$_9$°— bis 2.$_2$°— angeben und zeigen, dass erst vom 28. November an die Temperatur bestimmt unter 4°— fällt, so sind in manchen Jahren die Differenzen bedeutend stärker, so dass die Wetterpropheten sich zu dem Ausspruche veranlasst sehen: der St. Katharinen-Tag (25. November) bringt Regen.

Jahre	Aufgang	Zugang	Offensein
1755	April 3	Novbr. 24	235 Tage
56	„ 2	„ 12	224 „
57	März 28	„ 20	237 „
58	April 9	„ 4	209 „
59	„ 10	„ 9	213 „
1760	„ 21	„ 18	211 „
61	„ 4	„ 16	226 „
62	„ 2	„ 20	232 „
63	„ 23	„ 8	199 „
64	„ 1	„ 24	237 „
65	März 29	„ 24	240 „
66	April 8	„ 23	229 „
67	„ 1	„ 23	236 „
68	„ 15	Decbr. 1	230 „
69	„ 6	Octbr. 20	197 „
1770	„ 6	Novbr. 11	219 „
71	„ 19	„ 12	207 „
72	„ 7	Decbr. 12	249 „
73	„ 5	Novbr. 8	217 „
74	„ 10	Octbr. 27	200 „
75	„ 11	„ 31	203 „
76	„ 14	Novbr. 1	201 „
77	„ 19	„ 15	210 „
78	„ 8	„ 2	208 „
79	März 31	„ 21	235 „
1780	April 10	„ 10	214 „
81	„ 14	„ 14	214 „
82	„ 8	„ 11	217 „
83	„ 14	„ 6	206 „
84	„ 14	„ 24	224 „
85	„ 22	„ 27	219 „
86	„ 11	Octbr. 26	198 „
87	„ 13	Novbr. 14	215 „
88	„ 9	„ 5	210 „
89	„ 19	„ 15	210 „
1790	„ 21	„ 7	200—207
		„ 14	
91	„ 10	Oct. 27 / Nov. 1	200—205 —229 T.
		„ 25	
92	März 31	Oct. 23 / Nov. 11	206—235
93	April 9	„ 20	225 Tage
94	März 31	„ 14 / Dec. 3	228—247
95	April 9	Novbr. 30	235 Tage
96	„ 11	„ 14	217 „
97	„ 4	„ 11	221 „
98	„ 9	„ 14	219 „
99	„ 8	„ 23	229 „
1800	„ 12	„ 11	213 „
1	„ 5	Decbr. 8	247 „
2	März 24	Octbr. 28	218 „
3	„ 29	Novbr. 5	221 „
4	April 14	Octbr. 28	197 „
5	„ 9	„ 16	190 „
6	„ 14	„ 29	198 „

Jahre	Aufgang	Zugang	Offensein
1807	April 28	Novbr. 24	210 Tage
8	„ 13	„ 17	218 „
9	„ 16	„ 3	201 „
1810	„ 30	„ 3	187 „
11	„ 12	Octbr. 18	189 „
12	„ 16	„ 29	196 „
13	März 31	Novbr. 29	243 „
14	April 6	„ 26	234 „
15	„ 10	„ 20	224 „
16	„ 11	Oct. 22 / Nov. 8	194—211
17	„ 11	„ 9	212 Tage
18	„ 17	„ 15	212 „
19	„ 9	Octbr. 27	201 „
1820	„ 5	Novbr. 2	211 „
21	„ 14	„ 23	223 „
22	März 6	Decbr. 10	279 „
23	„ 27	Novbr. 7	225 „
24	April 3	Decbr. 6	247 „
25	„ 6	Novbr. 21	229 „
26	März 23	Decbr. 14	266 „
27	April 1	„ 5	248 „
28	„ 11	Novbr. 7	210 „
29	„ 21	Decbr. 5	228 „
1830	„ 9	Novbr. 19	224 „
31	„ 4	„ 15	225 „
32	„ 4	„ 1	211 „
33	„ 13	„ 20	221 „
34	März 31	„ 5	219 „
35	April 16	Oct. 31 / Nov. 30	198—228
36	März 22	„ 14	237 „
37	April 13	„ 28	229 „
38	„ 16	„ 9	207 „
39	„ 20	Octbr. 30	193 „
1840	„ 11	Novbr. 5	208 „
41	„ 5	„ 7 / Dec. 8	216—247
42	„ 15	Oct. 26 / Nov. 7	194—206
43	„ 14	„ 7	207 Tage
44	„ 13	„ 6	207 „
45	„ 23	Decbr. 1	222 „
46	März 30	Novbr. 18	233 „
47	April 23	Decbr. 8	229 „
48	März 21	Novbr. 5	229 „
49	April 17	„ 14	211 „
1850	„ 13	„ 5	206 „
51	„ 6	„ 22	230 „
52	„ 28	Octbr. 17	172 „
53	„ 16	Novbr. 18	216 „
54	„ 14	„ 9	209 „
55	„ 7	„ 11	218 „
56	„ 18	Octbr. 29	194 „
57	„ 2	Novbr. 15	227 „
58	„ 19		

Der früheste Aufgang fand statt	1822 am 6. März	}	Diff. 55 Tage.
„ späteste „ „ „	1810 am 30. April	}	
Der späteste Zugang fand statt	1826 am 14. Dec.	}	Diff. 59 Tage.
„ früheste „ „ „	1805 am 16. Oct.	}	
Am längsten offen war die Newa	1822, d. h. 279 Tage	}	Diff. 107 T.
„ kürzesten „ „ „ „	1852, „ 172 Tage	}	

Das arithmet. Mittel von 141 Aufgängen fällt auf den 9.5 April,
„ „ „ „ 140 Zugängen „ „ „ 13.5 Nov. [1])

Als arithmetisches Mittel des Offenseins der Newa ergibt sich aus den Mitteln:

1)	Vom frühesten Aufgang bis zum spätesten Zugang	218.8	Tage.
2)	„ „ „ „ „ frühesten „	217.2	„
3)	Vom spätesten Aufgang bis zum frühesten Zugang	217.4	„
4)	„ „ „ „ „ spätesten „	218.7	„
	Im Ganzen Mittel	218.02	T.

Desgleichen als arithmetisches Mittel der Eisbedeckung, mit Hinzuzählung der 35. Schalttage, aus den Mitteln entsprechend

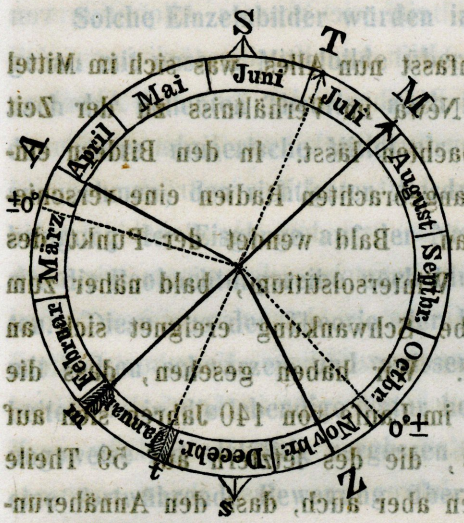
der 1. Annahme	. .	146.45	Tage
„ 2. „	. .	148.05	„
„ 3. „	. .	147.85	„
„ 4. „	. .	146.55	„
Im Ganzen Mittel		147.25	Tage.

Wir haben gesehen, dass die Aufgänge wie die Zugänge eine grosse Differenz (55 bis 59 Tage) darboten; sehr häufig ereignet sich's dabei, dass bei frühen Aufgängen späte Zugänge erfolgen, und umgekehrt, dass bei späten Aufgängen die Newa früh sich mit Eis belegt. Dadurch eben entsteht die grosse, fast verdoppelte Differenz in der Zeit des Offenseins; aber es tritt auch der merkwürdige Umstand ein, dass die Tage der Mitte des Offenseins, die Acme des Sommers, selbst in den einzelnen Jahren weit weniger hin und her schwanken; im Mittel stellt sich diese Mitte des Offenseins auf den 27.5 Juli.

1) Wenn man nur die frühesten Zugänge in Betracht zieht, so fällt das Mittel auf den 12.7 Novbr.; bei Berechnung aus den spätesten Zugängen, auf den 14.3 November.

Verweilen wir einen Augenblick bei den gewonnenen Mittelwerthen, um sie uns bildlich darzustellen, und zwar an einem Kreise, da sie innerhalb des Kreislaufes eines Jahres ihre Stellen einnehmen.

Wir theilen den Kreis in 365 Theile, d. h. Tage, und bilden 12 den Monaten entsprechende Abschnitte. An der dickgezeichneten Axenlinie, welche die Mitte des Offenseins mit der Mitte der Eisbedeckung der Newa verbindet, bezeichnet *M* den 27.5 Juli, *m* den 26.1 Jannar. *A* bezeichnet den Tag des Aufgangs, den 9.5 April; *Z* den Tag des Zugangs, den 13.5 November. *S* bezeichnet den Tag des Sommersolstitium; *s* den Tag des Wintersolstitium. Die punktirten Linien bezeichnen: die Tage der höchsten Jahrestemperatur in St. Petersburg, den 3. Juli mit *T*, und der niedrigsten mit *t*. Die ±0°-Punkte der Frühlings- und Herbsttemperatur fallen auf den 29. März und 27. October. (S. Mädler a. a. O.)



An diesem Bilde gewahren wir ein interessantes zeitliches Verhältniss der Eisgänge zum Jahresgange der mittleren Temperaturen in St. Petersburg. Die Mitte des Offenseins der Newa fällt um 24 Tage nach dem Tage des Maximum der Jahrestemperatur, so wie dieses Maximum 23 Tage nach dem Sommersolstitium eintritt. In ähnlicher Weise tritt ja die grösste Tageswärme erst um einige Stunden nach dem astronomischen Mittage und die Sommerwirkung auf die Eisdecke

der Alpengletscher erst gegen Ende Juli a. St. ein, wo die Gletscherflüsse den höchsten Reichthum an Wasser erhalten. Auch stellt sich die Mitte der Eisbedeckung der Newa, als dem Wintersolstitium und dem Minimum der Jahrestemperatur nachfolgend dar.

Der Aufgang der Newa erfolgt $10\frac{1}{2}$ Tage nach dem $\pm 0^0$-Punkte der Frühlingstemperatur bei 3.38^{0+R}, der Zugang $17\frac{1}{2}$ Tage nach dem $\pm 0^0$-Punkte der Herbsttemperatur bei 3.28^{0-R} [1]).

Unser kleines Bild umfasst nun Alles, was sich im Mittel aus allen Eisgängen der Newa im Verhältniss zu der Zeit und der Temperatur beobachten lässt. In den Bildern einzelner Jahre nehmen die angebrachten Radien eine verschiedene Lage zu einander an. Bald wendet der Punkt des Aufgangs sich näher zum Wintersolstitium, bald näher zum Sommersolstitium. Dieselbe Schwankung ereignet sich an dem Punkte des Zugangs. Wir haben gesehen, dass die Schwankungen des erstern im Laufe von 140 Jahren sich auf 55 Theile unseres Kreises, die des letztern auf 59 Theile ausdehnten. Wir bemerken aber auch, dass den Annäherungen des *A* nach *m* nicht immer eine Entfernung des *Z* von *m* entspricht. Es ereignet sich häufig, ja sogar in der Mehrzahl der Jahre, dass wenn *A* sich *m* nähert, auch *Z* sich dem Wintersolstitium nähert, und so umgekehrt gleichzeitig

1) Die hier nach Mädler beigebrachten Temperaturen gestatten übrigens nur einen ungefähren Vergleich mit unsern Eisgangsmitteln, da sie nicht aus denselben Jahren, wie diese, gezogen sind. Im Allgemeinen stehen aber doch die beiden Naturerscheinungen zu einander in dem angegebenen zeitlichen Verhältnisse. Mädler hat seine Tabelle aus den Beobachtungen von 1822—1847 berechnet. Die Eisgangsmittel aus eben diesen Jahren geben für den Aufgang der Newa den 7.4 April, für den Zugang den 18.4 Novbr., für die Dauer des Offenseins 224.7 Tage. Somit fiel in der angezogenen Zeitperiode der Aufgang auf den Tag mit $2.62^{0}+$, der Zugang auf den Tag mit $2.83^{0}-$ und die Mitte des Offenseins auf den 28.7 Juli.

A und *Z* beide sich nach *M* begeben. Dadurch eben geschieht es, dass, bei der grossen Schwankung des Aufgangs und Zugangs der Newa, die Mitte des Offenseins, wie oben schon gesagt wurde, eine verhältnissmässig kleine Oscillation nach rechts oder links macht. Auf diese Eigenschaft hin wird bei unsern fernern Betrachtungen die Axe zwischen Sommer- und Winter-Acme eine interessante Rolle übernehmen.

Solche Einzelnbilder würden in den allerseltensten Fällen genau mit unserm Mittelbilde übereinstimmen, welches doch, nach der beliebten Theorie, auch in den Naturerscheinungen das starre numerische Mittel als der Wahrheit am nächsten anzunehmen, den richtigsten Ausdruck der Natur bei Hervorbringung der Eisgänge auf der Newa darstellen sollte, wenn wir die Beobachtungsreihe noch hinlänglich vergrössern könnten. Diese aus der Theorie der Probabilitäten, — wo man mit todten schwarzen und weissen Kugeln in der Urne arbeitet, — in die lebendige Natur herübergenommene Anschauungsweise hat vielfältig vergessen lassen, dass in der Natur eine fortwährende Bewegung über und unter das herausgerechnete Mittel statt finde und statt finden müsse, weil Bewegung in gerader Linie, so wie die in reinen mathematischen Kreisen nirgends vorkommt [1]). Die mehr oder weniger regel-

1) Wäre z. B. das numerische Mittel der annähernd richtigste Ausdruck des Offenseins der Newa, so müssten sich die meisten Jahre um das Mittel, um 218 Tage des Offenseius, gruppiren. Das ist aber nicht der Fall. Nur dreimal in 140 Jahren war die Newa wirklich 218 Tage offen; sonst aber

4	3	mal	zu	217	Tagen	und	zu	219	Tagen	5	mal	6
	1	,,	,,	216	,,	,,	,,	220	,,	1	,,	
	1	,,	,,	215	,,	,,	,,	221	,,	4	,,	
7	3	,,	,,	214	,,	,,	,,	222	,,	1	,,	7
	3	,,	,,	213	,,	,,	,,	223	,,	2	,,	
	4	,,	,,	212	,,	,,	,,	224	,,	6	,,	
16	4	,,	,,	211	,,	,,	,,	225	,,	7	,,	16
	8	,,	,,	210	,,	,,	,,	226	,,	3	,,	

mässige Wiederkehr einer gewissen Erscheinung ist im Gegentheil in den Vorgängen der Natur etwas so Allgemeines, dass man sie als innig mit allen daseienden Formen verknüpft, ja als zum Wesen derselben gehörig ansehen kann. Periodicität ist in vielen Vorgängen dermaassen in die Augen springend, dass es Keinem einfällt an ihr zu zweifeln. In vielen ist sie erst spät erkannt worden; wie manches Phänomen wartet aber noch darauf, dass in ihm ein Rhythmus erfunden, dass ihm bestimmt werde, ein wie grosses Aliquotum von der Weltbewegung es sei. Wir kennen den täglichen, den monatlichen, den jährlichen Rhythmus der Zu- und Abnahme von Licht, von Wärme, von Luftdruck, von Erdmagnetismus, von wässrigen Meteoren, von Luft- und Meeresströmungen, — welcher mehrjährige Rhythmus, zu dem das Sonnenjahr die Maasseinheit bildet, in ihnen herrsche, das wissen wir noch nicht. Die Maxima und Minima in den elementaren Naturerscheinungen für Wirkungen zufälliger Ursachen halten, welche sich möglichst ausgleichen würden im Laufe der Zeiten, ist nicht richtig; sie deuten durch ihre Wiederkehr nach einer gewissen Reihe von Jahren an, dass ihnen constant-

		5	mal	zu	209	Tagen	und zu	227	Tagen	2 mal	
	13	3	„	„	208	„	„	228	„	1 „	9
		5	„	„	207	„	„	229	„	6 „	
		2	„	„	206	„	„	230	„	4 „	
	3	0	„	„	205	„	„	231	„	1 „	7
		1	„	„	204	„	„	232	„	2 „	
		2	„	„	203	„	„	233	„	1 „	
	8	2	„	„	202	„	„	234	„	3 „	8
		4	„	„	201	„	„	235	„	4 „	
		3	„	„	200	„	„	236	„	1 „	
	6	1	„	„	199	„	„	237	„	5 „	7
		2	„	„	198	„	„	238	„	1 „	
		3	„	„	197	„	„	239	„	1 „	
	4	1	„	„	196	„	„	240	„	1 „	2
		0	„	„	195	„	„	241	„	0 „	

Die gleichartige Zu- und Abnahme der Vorkommnisse von Fällen des Offenseins der Newa von 195 bis 241 Tagen bietet eine interessante Erscheinung dar, deren Betrachtung jedoch nicht hierher gehört.

variable Ursachen zu Grunde liegen, welche auch die durchkreuzenden zufälligen allendlich doch überwinden [1]). Die Wiederkehr des Maximum oder Minimum deutet auf das Dasein eines periodischen Umlaufs in der Zeit; die Stellung der Maxima und Minima in diesem Umlaufe kennzeichnet die Ferne des Umlaufs, die Kurve, welche in den meisten Fällen an die Ellipse oder an die Spirale erinnert.

Dasselbe nun finden wir in der Beobachtungsreihe unserer Eisgänge. Die oben mitgetheilte Tabelle der 140 Newa-Eisgänge, oder selbst die graphische Darstellung derselben, welche hier zu zeichnen wol unnöthig sein dürfte, lässt schwerlich eine Periodicität in dieser Naturerscheinung durchblicken. Die Auf- und Zugangskurven, so wie die des Offenseins, bilden solche Sprünge, solch ein verworrenes Zickzack, dass man nirgends einen Anhaltspunkt regelmässiger Wiederkehr der frühen oder der späten Eisgänge annehmen kann. Prof. Neerwander sagt zwar in einem Briefe an den verstorbenen Akademiker Hess [2]), dass er in den Eisgängen der Newa und anderer Flüsse eine Periodicität von etwa 7 Jahren

1) Die constant-variable Ursache, welche das Offensein der Newa über und unter 218 Tage trieb, machte, dass in 69 Jahrgängen die Newa im ersten Falle zusammen 15,927 Tage offen war, und dass sie in 68 Jahrgängen im zweiten Falle nur 13,957 Tage offen war. Die Uebermacht verhielt sich also in fast gleich viel Jahren zum Nachlass wie 1000 : 876. Selbst in den Hälften unserer Beobachtungsreihe kam dieselbe Erscheinung vor. In den ersten 70 Jahren, in welchen das starre numerische Mittel übrigens sich keinmal ereignete, war die Newa

über 218 Tage in 36 Jahrgängen offen	8271 Tage	}	1000 : 848.
unter 218 Tage in 34 Jahrgängen offen	7020 „		

In den zweiten 70 Jahren war die Newa

über 218 Tage in 33 Jahrgängen offen	7656 Tage	}	1000 : 893.
unter „ „ „ 34 „ „	6937 „		

Und doch waren in beiden periodischen Umläufen die Gesammtsummen der Offenseins-Tage ziemlich gleich, d. h. resp. 15,291 und 15,247 Tage. In der ersten Periode war die Newa im Durchschnitt jährlich offen 218,4 Tage; in der zweiten 217,8 Tage.

2) Bulletin de la classe phys.-math. etc. Tom. III, p. 4.

entdeckt habe. Er suchte die Ursache davon in einer siebenjährigen Periode der mittleren Temperaturen; aber eine Vergleichung beider, die er selber anstellte, stimmte nicht. Diese Temperaturperiode ist auch von dem Akademiker Kupffer nicht constatirt worden, und eine siebenjährige Periodicität in den Eisgängen der Newa hat sich auch mir nicht ergeben. Bei der Prüfung meiner graphischen Darstellungen musste aber Eines auffallen: es gruppirten sich die Jahre mit längerem Offensein der Newa um die Jahre 1725, 1760, 1795 und 1825. Noch deutlicher stellten sich diese Gruppen von längerem Offensein heraus, wenn ich zweijährige, dreijährige, fünfjährige, siebenjährige Mittel der Eisgänge graphisch so verzeichnete, dass die Kurven der Frühlingseisgänge unter denen der Herbsteisgänge verliefen. Beide machten gegeneinander Einkerbungen, wo die Gruppen kürzeren Offenseins vorkamen, und grenzten dadurch vier Haufen oder Gruppen längeren Offenseins ab. Von allen diesen Zusammenstellungen boten die aus fünfjährigen Mitteln gebildeten die meisten Kennzeichen einer gewissen Regelmässigkeit dar; — jedoch war es nicht gleichgültig, welche Jahre zu den Quinquennien oder Lustren vereinigt wurden. Nach wiederholten Prüfungen, zeigte diejenige fünfjährige Mittelkurve die meiste Gesetzlichkeit, welche aus den Jahren 1718—22, 1723—27 etc. gebildet ward [1]). Diese ist's denn auch, welche wir in der Tabelle II als die geeignetste unseren ferneren Betrachtungen zum Grunde legen wollen.

1) Die Eisgangskurven, deren fünfjährige Mittel aus andern Jahren, z. B. 1719—23, 1720—24 u. dgl., entstehen, zeigen sich ganz gesetzlos.

Tabelle IIa.

Jahre	Lustra	Aufgang dem Mittel vor	Aufgang dem Mittel nach	Zugang dem Mittel vor	Zugang dem Mittel nach	Offensein dem Mittel vor	Offensein dem Mittel nach	Mitte dem 27.5 Juli vor	Mitte dem 27.5 Juli nach
1718—22	1	April	Ap. 12	Nov.	N. 19.2	Tage	T221.2	Juli	Jl. 31.6
1723—27	2	„ 5.6			„ 23.0		231.4		„ 30.3
1728—32	3	„ 8.4			„ 20.4		226.0		„ 30.4
1733—37	4	„ 9.4		„ 9.2		213.8		„ 25.9	
1738—42	5		*„ 21.2*	„ 10.2		*203.6*			„ 31.7
1743—47	6		„ 10.6	„ 9.8		213.2		„ 26.2	
1748—52	7	„ 6.8		„ 7.6		214.4		„ 28.2	
1753—57	8	*3.0*			„ 19.6		*230.6*	„ 27.3	
1758—62	9	„ 9.2		„ 13.4			218.2	„ 27.3	
1763—67	10	„ 6.2			„ 20.4		228.2		„ 29.3
1768—72	11		„ 10.6		„ 17.0		220.4		„ 29.8
1773—77	12		„ 11.8	„ 4.0		206.2		„ 23.9	
1778—82	13	„ 8.0		„ 11.6		217.6		„ 25.8	
1783—87	14		„ 14.8	„ 13.2		212.2			„ 30.0
1788—92	15		„ 11.8		„ 14.0	216.2			„ 28.8
1798—97	16	„ 6.6			„ 21.6		229.0		„ 30.1
1798-1802	17	„ 5.4			„ 16.6		225.2	„ 27.0	
1803—07	18		„ 12.6	„ 1.8		203.2		„ 23.2	
1808—12	19		*„ 17.4*	*„ 1.6*		*198.2*		„ 25.5	
1813—17	20	„ 7.6			„ 18.4		224.8		„ 29.0
1818—22	21	„ 4.0			„ 15.2		225.2	„ 25.6	
1823—27	22	*Mz30.6*			*„ 28.6*		*243.0*		„ 30.1
1828—32	23		„ 9.8		„ 15.4		219.6		„ 28.6
1833—37	24	Ap. 6.6			„ 19.4		226.8		„ 29.0
1838—42	25		„ 13.4	„ 11.6		212.2			„ 28.5
1843—47	26		„ 14.4		„ 20.0		219.6		Ag. 2.2
1848—52	27		„ 10.8	„ 6.4		209.6		„ 24.6	
1853—57	28		„ 11.4	„ 10.2		212.8		„ 26.8	
140 Jahre im Mittel		9.5 April		13.5 Nov.		218 Tage		27.5 Juli	

Es oscillirten:	14 mal April	14 mal April	13 mal November	15 mal November	13 mal Tage	15 mal Tage	13 mal Juli	15 mal Juli
	6.1	13	8.5	19.2	101.5	119.2	25.5	30.0
d. h. im Mittel um	Tage 3.4	Tage 3.5	Tage 5	Tage 5.75	Tage 7.8	Tage 8	Tage 2	Tage 2.5

Wenn wir diese Tabelle aufmerksam betrachten, so ergibt sich als allgemeines Resultat: 1) dass in 28 Fällen 20 mal dem frühern Aufgang der spätere Zugang und dem spätern Aufgang der frühere Zugang sich gegenüberstellt, wodurch eben, wie schon oben bemerkt wurde, die Oscillation der Mitte zwar nicht ganz eliminirt, aber doch auf ein sehr geringes Zeitmaass gebracht wird. 2) Dass der Aufgang in jeder Hinsicht die grösste Gleichmässigkeit beobachtet, da er sowol gleichviel mal vor wie nach dem Mittel sich einstellt, als auch gleich grosse Oscillationen nach der einen wie nach der andern Richtung macht. 3) Dass in allen Rubriken die Eisgänge eine Tendenz zeigen über das Mittel hinüber zu oscilliren, wodurch, wie schon oben gezeigt wurde, die Summe der über mittelwerthen Offenseins-Tage so bedeutend vorwaltet.

Wenden wir uns nun speciell zur Auffindung der Periodicität in unsern Reihen.

Den ersten Anhaltspunkt gibt uns die Stellung der Maxima und Minima[1]) in der Aufgangs-Reihe: jene im 8. und 22. Lustrum, — diese im 5. und 19. Lustrum. Also umschliessen Minima so wie Maxima des Aufgangs 14 Lustra, 70 Jahre, gerade die Hälfte unserer gegenwärtigen Beobachtungsreihe.

In der Offenseins-Reihe nehmen Maxima und Minima dieselbe Stellung ein, jene sehr abweichend im 8. und genau im 22. Lustrum, diese genau im 5. und 19. Lustrum. Auch hier wird ein Zeitraum von 70 Jahren abgegrenzt.

1) Nämlich Maximum in dem Sinne, dass der frühere Aufgang eine grössere Entfernung von der Mitte des Offenseins hat und der spätere eine kleinere.

In der Zugangs-Reihe treffen Minima und Maxima nur einmal mit denen des Offenseins zusammen: in dem 19. und 22. Lustrum; auch sie tragen, wenigstens zur Hälfte, dazu bei, unsrer Anzeige für die 70jährige Abtheilungsweise weitere Folge zu geben.

Sehen wir nämlich zu: ob die Ziffern, die Kurven, einer 70jährigen Reihe gleiche Richtung und Werthe habe wie in der andern. Hierbei lassen wir die Mittelwerthe aus dem Spiele und betrachten nur die Art der Bewegung, ob vorwärts oder rückwärts von einem Lustrum zum andern.

Tabelle III a.

Lustra	der ersten Reihe. Aufgang. April				der zweiten Reihe. Aufgang. April				Lustra
1	April	12.0			April	—	—	11.8	15
2	5.6				—	—	6.6		16
3	—	8.4			—	5.4			17
4	—	—	9.4		—	—	12.6		18
5	—	—	—	21.2	—	—	—	17.4	19
6	—	—	10.6		—	—	7.6		20
7	—	6.8			—	4.0			21
8	3.0			März 30.6					22
9	—	9.2				9.8			23
10	6.2				6.6				24
11	—	10.6			—	13.4			25
12	—	—	11.8		—	—	14.4		26
13	—	8.0	—		—	10.8	—		27
14	—	—	14.8		—	—	11.4		28

Die Gleichartigkeit in der Bewegung, d. h. die Richtung correspondirender Lustra findet 13 mal unter 14 statt. Nur Lustrum 3 und 17 machen Gegenrichtung. Hätte letzteres 17 einen anderthalbtägigen späteren Aufgang der Newa gehabt, so wäre der Parallelismus der Richtung in beiden Reihen vollständig gewesen. Vollständig ist auch der Parallelismus, wenn wir die beiden Reihen, statt aus fünfjährigen, aus zehnjährigen Mitteln bilden. Aber auch obiges Ergebniss recht-

fertigt die Annahme einer 70jährigen Periode in den Aufgängen der Newa [1]).

Da uns zwei volle periodische Umläufe zu Gebote stehen, so können wir ihre correspondirenden Glieder (1+15, 2+16 etc.) zur Erlangung einer Normalkurve zusammenthun

1) Noch mehr bestärkt werden wir in dieser Annahme, wenn wir unsere Original-Tabelle I nach einer von Fechner (s. Schleiden und der Mond, Leipz. 1856, pag. 232) angegebenen Methode bearbeiten. Er sagt: „Liegt eine Reihe beobachteter Werthe für successive Zeiteinheiten vor und combinirt man die Einzelwerthe zu Summen, z. B. dreiwerthigen (a+b+c) (b+c+d) oder äquivalenten Mitteln, und führt dies durch die ganze Reihe durch, so stellt sich ein regelmässiger Gang leichter heraus, — wenn überhaupt eine gesetzliche Periodicität der Reihe unterliegt, — als wenn man bei den Einzelwerthen stehen bleibt". „Dies Verfahren hat eine Art von Zauberkraft zur Herausstellung kleiner periodischer Einflüsse aus dem Versteck durch Zufälligkeiten." Stellt man also durch Combination der Einzelwerthe unserer Tabelle I zu fünfwerthigen äquivalenten Mitteln eine neue Tabelle her und bildet nun, wie oben 28 Lustra (1717—21) (1722—26) etc., so erhält man eine vollständige Gleichartigkeit in der Bewegung correspondirender Lustra:

Tabelle III b.

	April				April				
1		10.9				13.5			15
2	6.4				6.5				16
3	—	8.9			—	6.6			17
4	—	—	10.1		—	—	8.4		18
5	—	—	—	17.2	—	—	—	17.6	19
6	—	—	12.3		—	—	9.8		20
7	—	10.8			—	7.4			21
8	3.3			März 29.8					22
9	—	8.2				8.4			23
10	6.6				6.4				24
11	—	8.3				12.1			25
12	—	—	10.7			—	12.5		26
13	—	9.5	—			11.1	—		27
14	—	—	13.3			—	13.9		28

Für Lustra:

a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l
106.3	121.1	110.8	109.3	*101.1*	107.6	109.4	117.5	110.2	112.0	108.3

m	n	o
106.0	108.2	104.9 Tage.

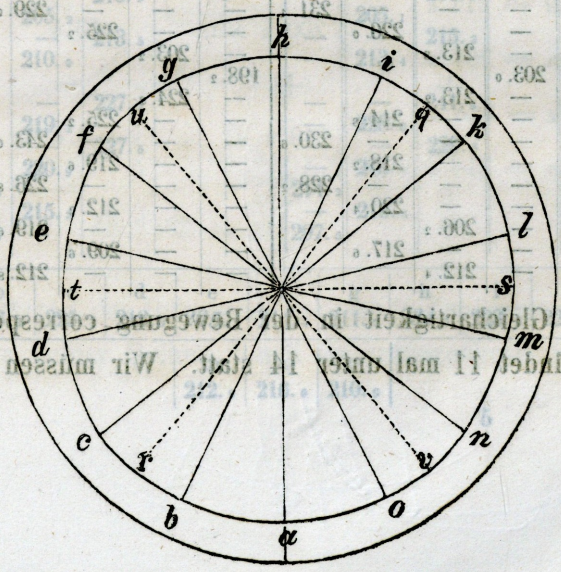
und erhalten als Monatstage für den Aufgang im Lustrum

	a	b	c	d	e	f
im April	11.9	6.1	6.9	11.0	19.3	9.1
od. Entfernung von der Mitte:	106.6	112.4	111.6	107.5	*99.2*	109.4

g	h	i	k	l	m	n	o	
5.4	1.3	9.5	6.4	12.0	13.1	9.4	13.1	
113.1	*117.2*	109	112.1	106.5	105.4	109.1	105.4	Tage.

Diese möglichst ausgeglichene Kurve zeigt in ihrer Bewegung von Glied zu Glied ganz dieselbe Richtung, wie die erste Reihe der Tabelle III, und wir hatten also Recht, die Störung im Lustrum 17 der zweiten Reihe anzunehmen. Unsere Annahme findet auch darin eine Unterstützung, dass die nach Fechner's Methode angestellte Berechnung (s. die Anmerkung) in beiden Hälften dieselbe Richtung angibt, wie sie unsere erste hat, und dass sie auch eine Normalkurve ergibt, welche Maximum und Minimum an denselben Stellen zeigt.

Wir haben also in den Frühjahrs-Eisgängen der Newa eine Periodicität, wahrscheinlich von 70 Jahren, und in diesem periodischen Umlaufe in *h* ein Maximum und in *e* ein Minimum, die im Mittel um 18 Tage differiren. Stellen wir diese gewonnene Kurve als eine in sich selbst zurücklaufende Linie dar, so bilden die gegenüberstehenden Ordinaten, zusammen genommen, folgende Grössen:



Max. ah = 223.8 Tage 223.8 = ah Max.
bi = 221.4 „
ck = 223.7 „ } 222.5 = qr
dl = 214.0 „
Min. em = 204.6 „ } 209.3 = st Min.
fn = 218.5 „
go = 218.5 „ } 218.5 = uv

Maximum ah und Minimum em schneiden sich freilich nicht genau unter einem rechten Winkel; indess dürfen wir doch auf die Form einer Ellipsoide an unserer Aufgangskurve aufmerksam machen, wenn wir, mit Beibehaltung des grössten Durchmessers ah, statt der übrigen ihre Mittelwerthe qr, st, uv an gehöriger Stelle einzeichnen.

Nachdem wir zu diesen Resultaten gelangt sind, können wir uns bei der Betrachtung der Lustra des Offenseins und des Zugangs kürzer fassen.

Tab. IV a zeigt die Anzahl der Tage des Offenseins in den Lustra der ersten und zweiten Reihe, Tab. V die des Zugangs.

Tabelle IV a.

Lustra	der ersten Reihe. Offensein.				der zweiten Reihe				Lustra
1	Tage	—	221.2	231.4	Tage	—	216.2	229.0	15
2	—	—	—		—	—	—		16
3	—	—	226.0		—	—	225.2		17
4	—	213.8			—	203.2			18
5	203.0				198.2				19
6	—	213.2			—	224.8			20
7	—	—	214.8		—	—	225.2		21
8	—	—	—	230.6	—	—	—	243.0	22
9	—	—	218.2		—	—	219.6		23
10	—	—	—	228.2	—	—	—	226.8	24
11	—	—	220.4		—	—	212.2		25
12	—	206.2			—	—	—	219.6	26
13	—	—	217.6		—	—	209.6		27
14	—	212.4			—	—	—	212.8	28

Die Gleichartigkeit in der Bewegung correspondirender Glieder findet 11 mal unter 14 statt. Wir müssen wiederum

die Ursache der zweimaligen Gegenbewegung in der zweiten Reihe suchen, wo Lustrum 27 und 28 eine Gegenrichtung zeigen. In der That sehen wir aus der Tab. I, dass grade in dem vorausgegangenen Lustrum zwei mal der Herbsteisgang doppelt sich ereignet hatte. Wenn wir nun nachträglich bemerken, dass vor jener Zeit, wo die Aufgangskurve einen Widerspruch in der Bewegung zeigte, die stärkste Gruppe doppelter Herbst-Eisgänge (1790—1795) vorgekommen ist, so können wir die Störungen durch zwischenlaufende (meteorologische?) Ursachen in den Herbst-Eisgängen, nicht aber eine Gesetzlosigkeit der Periode vermuthen [1]).

Die aus beiden Reihen combinirte Normalcurve des Offenseins gestaltet sich so:

a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l
218.7	230.2	225.6	208.5	*200.6*	219.0	220.0	*236.8*	218.9	227.5	216.3

m	n	o	
212.9	213.6	212.6	Tage.

Das Maximum in *h* differirt vom Minimum in *e* um 36.2 Tage.

1) Es ist überraschend, dass die Bearbeitung der Tabelle des Offenseins nach Fechner's Methode wirklich diese Störungen beseitigt.

Tabelle IV b.

1	—	—	—	221.0		—	—	—	210.4		15
2	—	—	—	—	229.3	—	—	—	—	224.5	16
3	—	—	—	226.6		—	—	—	224.1		17
4	—	—	216.9			—	—	208.9			18
5	—	205.2				—	205.1				19
6	—	—	213.5			—	—	215.3			20
7	—	210.0				—	213.4				21
8	—	—	227.2			—	—	241.9			22
9	—	219.2				—	228.0				23
10	—	—	227.5			—	—	229.6			24
11	—	220.9				—	215.4				25
12	211.6					214.2					26
13	—	215.3				—	216.8				27
14	214.3					207.5					28

a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l
215.7	226.9	225.3	212.9	*205.5*	214.4	211.7	*234.0*	223.6	228.5	218.1

m	n	o
212.9	216.0	210.9

Wenn man diese Kurve als eine in sich zurücklaufende Linie zeichnet — was wir hier jedoch unterlassen wollen — so nimmt sie ebenfalls eine ellipsoide Gestalt an, ja noch mehr ausgesprochen, als bei der Aufganskurve. Um den Vergleich der Ziffern zu erleichtern, halbiren wir die Durchmesser der Offenseinskurve:

Elipsoide des Offenseins.			Mitte.
ah = 227.7 Tage	227.7 Max.		29.5 Juli
—	—		—
bi = 224.5 „	225.5		29.0
+			
ck = 226.5 „			
—	—		—
dl = 212.4 „	209.5 Min.		27.6
—			
em = 206.7 „			
+	+		—
fn = 216.3 „	216.3		26.4
±			
go = 216.3 „			
+	+		+

Ellipsoide des Aufgangs.			
ah = 223.8 Tage	223.8 Max.		6.6 April
—	—		+
bi = 221.4 „	222.5		7.2
+			
ck = 223.7 „			
—	—		+
dl = 214.0 „	209.3 Min.		13.8
—			
em = 204.6 „			
+	+		—
fn = 218.5 „	218.5		9.2
±			
go = 218.5 „			
+	+		—

Tabelle V.

Lustra	der ersten Reihe. Zugang.					der zweiten Reihe Zugang.				Lustra
1	Novbr.	—	—	19.2		Novbr.	—	14.0		15
2	—	—	—	—	23.0	—	—	—	21.6	16
3	—	—	—	20.4		—	—	16.6		17
4	—	—	9.2			—	1.8			18
5	—	—	—	10.2		1.6				19
6	—	—	9.8			—	18.4			20
7	—	7.6				15.2				21
8	—	—	19.6			—	28.6			22
9	—	13.4				15.4				23
10	—	—	20.4			—	19.4			24
11	—	17.0				11.6				25
12	4.0					—	20.0			26
13	—	11.6				6.4				27
14	—	—	13.2			—	10.2			28

Entfernung von der Mitte :	a	b	c	d	e	f	g
	112.1	117.8	114.	*101.*	101.4	109.6	106.9

h	i	k	l	m	n	o	
119.6	109.6	115.4	109.8	107.5	104.5	107.2	Tage.

Das Maximum ist auf der gewöhnlichen Stelle *h* geblieben, das Minimum aber von *e* nach *d* gekommen; die Differenz 18.5 Tage.

Die Zugänge zeigen in 14 mal schon 4 mal eine Gegenrichtung, welche selbst durch die Methode nach Fechner, nur auf drei reducirt werden. Es zeigt sich also immer deutlicher, dass bei den Herbst-Eisgängen ein Störenfried existiren muss. Als Ellipsoide berechnet, erhalten wir:

$$ah = 231.7 \text{ Max.}$$

$$\frac{bi + ck}{2} = 218.5$$

$$\frac{dl + em}{2} = 209.8 \text{ Min.}$$

$$\frac{fn + go}{2} = 214.1$$

Die Mitte des Offenseins oscillirt in den correspondirenden Lustra beider Reihen 5 mal im entgegengesetzten Sinne,

TRU Raamatukogu

hin oder her. Die combinirte Normalkurve der Mitte ist folgende:

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k
Juli	30.2	30.2	28.7	24.2	28.6	27.6	24.4	28.7	27.9	29.1

l	m	n	o
29.1	28.5	25.2	28.4

Aus ihr entsteht die Ellipsoide

$$
\begin{array}{rcl}
ah & = & 29.5 \text{ Juli } 29.5 \text{ Max.} \\
 & & - \qquad\quad - \\
bi & = & 29. \\
 & & - \qquad\quad 29. \\
ck & = & 28.9 \\
 & & - \qquad\quad - \\
dl & = & 26.7 \\
 & & + \qquad\quad 27.6 \\
em & = & 28.5 \\
 & & - \qquad\quad - \\
fn & = & 26.4 \\
 & & + \qquad\quad 26.4 \text{ Min.} \\
go & = & 26.4 \\
 & & + \qquad\quad +
\end{array}
$$

---

1. Wir können also mit einiger Wahrscheinlichkeit in den Eisgängen der Newa eine Periodicität annehmen, welche einen Zeitraum von 70 Jahren umfasst.

Es ist möglich, dass diese Zahl nur annähernd das richtige Zeitmaass der Periode ist; sie musste, da wir sie aus 5-jährigen Mitteln hergeleitet haben, ein Multiplum von 5 Jahren werden. So viel scheint aber sicher zu sein, dass die Periode nicht 13 Lustra noch 15 Lustra gross ist. Einer schärferen Berechnung wird es vielleicht gelingen, die richtige Zahl von Jahren anzugeben und anzudeuten, mit welchen kosmischen oder tellurischen Bewegungen die Perioden der Newa-Eisgänge zusammentreffen.

2. Die Kurve des 70jährigen Umlaufs bildet, in sich selbst zurückkehrend, keinen reinen Kreis, sondern eine Ellipsoide, deren längster und kürzester Durchmesser sich beinahe in einem rechten Winkel durchschneiden.

Da unsere Beobachtungen erst zwei ganze Perioden umfassen, so fehlt noch viel, um empirisch einen ellipsoiden richtigen Gang der Kurve zu constatiren. Jedenfalls ist das allgemeine Mittel der Eisgangszeiten nur ein arithmetisches, ein starres; wir müssen ein periodisches Mittel und innerhalb der Periode ein bewegliches d. h. für jeden Abschnitt der Periode ein besonderes annehmen.

3. Die Frühlingseisgänge der Newa sind weniger Störungen unterworfen, als die des Herbstes.

Die Ursache der Störungen im Herbste scheint von gewissen thermischen Einflüssen abzuhängen, welche während des Sommers auf die Wassermasse des Reservoirs leichter einen Eindruck zu machen vermögen, als im Winter durch die Eis- und Schneedecke hindurch; dann aber auch von den Schwankungen in der Lufttemperatur grade um die Zeit der Eisbedeckung.

4. Gleichwie das Maximum der Tageswärme um einige Stunden nach dem astronomischen Mittage, das Maximum der Jahreswärme um einige Wochen nach dem Sommersolstitium eintritt, — eben so fällt der Kulminationspunkt des Offenseins der Newa um einige Wochen nach dem Tage der höchsten Temperatur.

Wir haben in dem Vorhergehenden so oft einen Zusammenhang der thermischen Vorgänge mit unsern Eisgängen angedeutet, dass es wol von Interesse sein dürfte ihn jetzt auch genauer zu begründen. Der Ausspruch des Akademikers Kupffer [1]), „die mittleren Temperaturen St. Petersburgs,

1) „Bulletin de la Classe phys.-math. de l'Acad. Imp." Tom VII. Nr. 24.

wenn man 5-jähr. Mittel nimmt, sind in einem fortschreitenden Steigen und Fallen begriffen, aber ohne in dieser fortschreitenden und rückschreitenden Bewegung sich an eine regelmässige Periode zu halten", scheint einestheils günstig für unsre Annahme zu sprechen, anderntheils aber auch gegen dieselbe zu streiten; günstig insofern, als grade das Steigen und Fallen, das bewegliche Mittel, das wesentliche in unsern Eisgangscurven ausmacht und, wenn solches auch im Gange der mittlern Temperaturen vorkommt, beiden Naturerscheinungen wenigstens schon ein gleiches Merkmal zugesteht; — ungünstig, wenn keine Periodicität in den Temperaturcurven läge. Dass in den einzelnen Jahren keine Uebereinstimmung in der Richtung zwischen Eisgängen und mittlern Temperaturen stattfinde, wird beim ersten Blicke klar; nur der Vergleich von mehrjährigen aber auch gleichzeitigen Mitteln kann entscheiden. Allerdings enthalten die vom Akademiker Kupffer aus den Jahren 1750—54, 1755—59 u. s. w. berechneten fünfjährigen Mittel der Jahrestemperaturen St. Petersburgs keine Periodicität; aber dasselbe Schicksal hat die Eisgangscurve, welche aus den von Kupffer zufällig gewählten Quinquennien gebildet wird. Also in diesem Widerstreben, ihre Periodicität bemerkbar zu machen, stimmen wiederum beide Naturereignisse überein: wenn wir aber die fünfjährigen Mittel der Temperaturen aus denselben Jahren berechnen, welche unsere Eisgangscurve als periodisch und gesetzmässig verlaufend erkennen liessen, so tritt mit einem Male die auffallendste Uebereinstimmung im Gange Beider, und mithin auch eine Periodicität in der Bewegung der mittlern Temperaturen St. Petersburgs ein. Wir stellen die

beiden Reihen [1]) in gewohnter Weise neben einander, von Lustrum 7 an (1748—52), weil von dieser Zeit an zusammenhängende Temperaturbeobachtungen in St. Petersburg existiren. Wir vergleichen die mittlere Temperatur St. Petersburgs mit der Dauer des Offenseins der Newa:

Tabelle VI.

Lustra	des Offenseins der Newa.				der mittleren Temperaturen				Lustra
							°+R.		
7	Tage	—	214		Grade	—	3.25		7
8	—	—	—	230	—	—	—	3.48	8
9	—	—	218		—	—	2.42		9
10	—	—	—	228	—	2.40			10
11	—	—	220		—	—	2.64		11
12	—	206			—	2.32			12
13	—	—	217		1.86	—			13
14	—	212			—	1.86			14
15	—	—	216		—	—	2.38		15
16	—	—	—	229	—	—	—	3.08	16
17	—	—	225		—	—	1.76		17
18	—	203			—	?			18
19	198				1.70				19
20	—	224			—	2.68			20
21	—	—	225		—	—	3.32		21
22	—	—	—	243	—	—	—	3.64	22
23	—	—	219		—	—	2.46		23
24	—	—	—	226	—	—	—	2.92	24
25	—	—	212		—	—	2.58		25
26	—	—	—	219	—	—	—	3.12	26
27	—	—	209		—	—	2.98		27
28	—	—	—	212	—	2.49			28

1) Die Verschiedenheit in den Angaben der mittlern Temperaturen St. Petersburgs, welche in dem Bullet. scientf. der Akademie, in dem St. Petersburgischen akademischen Kalender und jetzt wieder in Wesselowski's Werke „vom Clima Russlands" vorkommen, sind höchst bedauerlich. Welchen von Allen kann man Zutrauen schenken? Kupffer berechnet, Tom. VII, die Mittel von 20 zu 20 Jahren theilweise nach andern Ziffern, als Napiersky, dessen Resultate er dennoch in den Meteorologischen Uebersichten Russlands für 1850 abdruckt. Und wiederum weichen die von Wesselowski (l. c. p. 88) angezogenen Berechnungen Kupffer's über die Temperatur der Jahre 1841—56 im „Annuaire magnet. et meteorolog." und „Annal. de l'Observat. phys.-math." von denen ab, welche als „aus dem phys. Haupt-Observat. entlehnt" in dem St. Petersburger Akademischen Kalender von Jahr zu Jahr mitgetheilt worden! Im akademischen Kalender von 1848 figurirt das Jahr 1846 mit $3{,}_{64}{}^{0}$+ mittl. Temp., bei Wesselowski mit $2{,}_{99}{}^{0}$+R. Die Beispiele zu vervielfältigen wäre unnütz. Leider bietet das Werk von Wesselowski kein diplomatisch genaues Dokument dar, weil — wie's ja nicht zu vermeiden ist — viele Druckfehler in den Zahlenreihen vorkommen.

Die Gleichartigkeit im Steigen und Fallen der beiden Kurven findet 19 mal unter 22 Statt. Nur in Lustrum 10,13 und 28 findet sich eine Gegenrichtung. Das Lustrum 28 der mittlern Temperaturen vermeidet übrigens den Fehler, welchen dasselbe Lustrum des Offenseins machte, (S. Tab. IV a), und stellt sich, als letztes Glied der zweiten Periode, ganz richtig zum letzten Gliede der ersten Periode. Es sind also eigentlich nur zwei Widersprüche in der ganzen Reihe, in Lustrum 10 und 13. Die mittlere Temperatur dieser hätte nur um $^3/_{10}$ und $^5/_{10}$ Grad höher sein dürfen, um eine vollständig gleiche Richtung im Gange beider Kurven von 5 zu 5 Jahren zu ergeben [1]). Die Beobachtungen im Anfange und in der Mitte des vorigen Jahrhunderts waren, wie Kupffer anführt, nicht mit derjenigen Genauigkeit verzeichnet, wie es gegenwärtig geschieht. Gestehen doch Meteorologen von Fach ein, dass bei Bestimmung mittlerer Jahrestemperaturen Fehler von $^1/_2$—1 Grad fast unvermeidlich sind, und sie möchten es vielleicht belächeln, dass wir Differenzen der zweiten Decimalstelle mit anführen, als bezeichnend für Steigen und Fallen; indess es kam uns darauf an, die ebenfalls von einem Meteorologen von Fach belächelte Behauptung: es herrsche ein ursächlicher Zusammenhang zwischen den Eisgängen der Newa und den mittlern Temperaturen St. Petersburgs, durch Ziffern zu belegen [2]). Wenn man vielleicht die mittlere Temperatur für das Lustrum 26 zu hoch finden sollte, da nach

1) Wenn man aus Lustra 8+9, 10+11 etc. zehnjährige Eisgangs- und Temperatur-Mittel bildet, so stimmen sie, mit Ausnahme des letzten Decennium, völlig überein. Dagegen die Decennien aus 7+8, 9+10 gebildet voller Widersprüche erscheinen, — wiederum ein Beweis, dass es bei statistischen und naturhistorischen Gruppirungen zur Ermittelung von Gesetzen auf die richtig getroffene Abtheilungsweise ankommt.

2) Wesselowski sagt in Bezug auf meinen ungenannten Aufsatz p. 170. „Einen Zusammenhang zwischen mittlerer Jahrestemperatur und der Eisbedeckung der Flüsse aufsuchen, heisst oleam et operam perdere“, und pg. 179

den bei Wesselowski, p. 88, angegebene Ziffern $2{,}88^{0+R}$ herauskäme, so liegt die Schuld in den verschiedenen Angaben über die Temperaturen der Jahre 1846—49, welche eben von Fachmännern herrühren.

Auch die fünfjährigen Mittel der Frühlingstemperaturen stimmen mit den Frühlingseisgängen, so wie dieselben mittleren Temperaturen des Herbstes mit den Herbsteisgängen. Leider besitzen wir nur von Lustrum 18 an hieher gehörige Beobachtungen von Kupffer, Bullet. Tom. VII, p. 381.

In der Tabelle des Aufganges würden die Ziffern der beiden Kurven entgegengesetzt gehend erscheinen, da dem frühern Aufgange ein geringerer Temperaturgrad entspricht und so umgekehrt; daher die Tage des Aufganges als Entfernung von der allgemeinen Mitte angegeben werden.

Tabelle VII.

Lustra	Entfernung des Aufgangs von der Mitte nach Tab. III a.				der Frühlingstemperatnr.				Lustra
18	Tage	105.9			Grade	$^{0+}1.05$			18
19	101.1				$^{0-}0.36$				19
20	—	110.9			—	$^{0+}1.92$			20
21	—	—	114.5		—	—	$^{0+}2.28$		21
22	—	—	—	119.9	—	—	—	$^{0+}2.82$	22
23	—	—	108.7		—	—	$^{0+}0.88$		23
24	—	—	—	111.9	—	—	—	$^{0+}1.90$	24
25	—	—	105.1		—	—	$^{0+}1.32$		25
26	—	104.1			—	$^{0+}0.96$			26
27	—	—	107.7		—	—	$^{0+}1.80$		27
28	—	107.1			—	$^{0-}1.80$			28

„es ist bekannt, dass die mittleren Jahrestemperaturen von der allgemeinen mittlern Normale bedeutend abweichen: daher zeigen uns die Auf- und Zugänge der Flüsse einzelner Jahre oft starke Abweichungen von den allgemeinen Mitteln.“ Ich würde sagen: quandoque dormitat bonus Homerus, wenn Hr. Wesselowski nicht, durch Anwendung dieses Sprichworts auf den berühmten Dove, in p. 139 seines Buches, ihm die Spitze abgebrochen hätte.

Beide Kurven beobachten durchweg eine gleiche Richtung.

Tabelle VIII.

Lustra	des Zugangs. (Tab. V.)				der Herbsttemperatur.				Lustra
18	Novbr.	1. 8			Grade	$^{0}+$ 3. 75			18
19	1. 6				$^{0}+$ 2. 36				19
20		18. 4			—	$^{0}+$ 3. 36			20
21	15. 2				—	—	$^{0}+$ 3. 76		21
22		28. 6			—	—	—	$^{0}+$ 4. 28	22
23	15. 4				—	—	$^{0}+$ 3. 24		23
24		19. 4			—	—	—	$^{0}+$ 3. 74	24
25	11. 6				—	—	$^{0}+$ 3. 36		25
26		20. 0			—	—	—	$^{0}+$ 4. 06	26
27	6. 4				—	—	$^{0}+$ 3. 65		27
28		10. 2			—	$^{0}+$ 3. 42			28

Lustrum 21 und 28 zeigen Gegenrichtungen. Die Temperaturkurve des Herbstes erscheint übrigens normaler, als die des Eisganges, indem sie dem Gange der mittlern Jahrestemperaturen der Tab. VI entspricht. Dies wird hinreichen, um die Frage, ob zwischen den Eisgängen auf der Newa und den mittlern Temperaturen St. Petersburgs eine Gleichartigkeit der Richtung herrsche, zu bejahen; denn von 44 Vergleichsgliedern zeigen 39 eine Uebereinstimmung, wobei die vollständige Uebereinstimmung der Frühlings-Eisgänge und- Temperaturen von nicht geringem Werthe ist.

Wenn wir es dem günstigen Zusammentreffen von geologischen und meteorologischen Verhältnissen verdanken, dass sich Periodicität und gleichartiger Vorgang, sowol in den Eisgängen auf der Newa, als in den jährlichen und säcularen thermischen Erscheinungen St. Petersburgs kund geben, so kön-

nen wir einen gleichen Erfolg bei der Betrachtung der Eisgänge auf der Düna bei Riga, der Dwina bei Archangel, der Bjëlaja bei Ufa nicht erwarten. Allein grade die Abweichungen dürften einen Fingerzeig geben zur Erkenntniss der Ursachen, welche bestimmend auf die Eisgänge der Flüsse wirken.

Ueber die Frühlings-Eisgänge auf der Düna bei Riga besitzen wir eine lange Reihe von Aufzeichnungen, welche schon mit dem Jahre 1530 beginnen. Bis zum Jahre 1709 sind viele Lücken; von da ab ist die Reihe vollständig. Jene lückenhaften Angaben werden wir gar nicht in die Berechnung ziehen, weil wir, nach der aus den Newa-Eisgängen gewonnenen Anschauungsweise, nicht das starre Mittel aus irgend einer noch so langen Reihe von Beobachtungen beweglicher Naturerscheinungen als massgebend und zu Vergleichen anwendbar ansehen, sondern nur die richtig gefassten und gruppirten Reihen für fähig halten Auskunft zu geben über versteckte Naturgesetze. Leider ist aber auch die ganze Reihe der Angaben über Frühlingseisgänge auf der Düna durch eine Menge von Druck- und Schreibfehlern corrumpirt. Die im 6. Jahrgange des „Correspondenz-Blattes des naturforschenden Vereins zu Riga", p. 94, abgedruckte Reihe stimmt 25 mal nicht mit der in Nr. 16 der Rigaschen Stadtblätter von 1846 mitgetheilten; zweimal (1796 im Aufgange, 1845 im Zugange) weicht sie sogar um einen ganzen Monat von jener ab, was jedoch offenbar Druckfehler sind. Nichtsdestoweniger hat Herr Wesselowski diese Liste mit allen Abweichungen in seinem Buche über das Clima Russlands wieder abgedruckt.

Ueber die herbstlichen Eisgänge auf der Düna liegen uns nur 44 zusammenhängende Angaben vor, die noch dazu oft von einander abweichen. Daher gibt Napiersky, l. c. p. 45, die Dauer der Eisbedeckung der Düna auf 131, Neese (p. 72)

auf 124 Tage, und p. 75 auf höchstens 126 Tage an. Letztere Zahl hat Hr. Wesselowski gleichfalls als Maximum der Eisbedeckung angenommen. Im 3. Jahrgange des Corresp. Blattes, Nr. 6, wird der mittlere Aufgang des Flusses auf den 25. März gesetzt, bei Neese und Wesselowski auf den 27. März, und für den Tag des Zuganges der 21. November angenommen. Da das Zufrieren der Düna in manchen Jahren zwei- und dreimal sich ereignet, so fällt das früheste Mittel auf den 17.3 November, das späteste auf den 27. November. Wir nehmen also für den Herbsteisgang den 22.1 Novbr. an. In gleicher Weise das Mittel aus den frühesten und spätesten Aufgängen berechnet, stellt sich der Aufgang der Düna auf den 25.9. März. Somit schlagen wir die Dauer des Offenseins der Düna bei Riga auf 241,2 Tage, ihre Eisbedeckung auf 124 Tage an. Die Mitte des Offenseins, die Axenlinie, stellt sich auf den 24,5 Juli, um 3 Tage näher zum Sommersolstitium als bei der Newa.

Aus 16 bei Wesselowski, l. c. Anhang p. 255, angeführten Aufgängen der Düna bei Witebsk, verglichen mit den gleichen Jahren der Eisgänge bei Riga, ergibt sich, dass der Fluss bei Witebsk in der Regel später seine Eisdecke abwirft, als bei Riga, — also ein umgekehrtes Verhältniss, wie bei der Newa, wo der Fluss in seinem obern Laufe früher aufging, als beim Ausflusse, was wir als Wirkung des Wärmereservoirs im Ladoga-See ansehen. Ein solches Reservoir fehlt der Düna.

Bilden wir aus den gleichnamigen Jahren gleiche Lustra, wie bei den Newa-Aufgängen, und stellen sie neben einander, so ergeben sich folgende Vergleiche:

Lustra	Aufgang		Lustra	Aufgang		Glieder	Combinirte Normalkurve — Entfernung von der Mitte.	
	Newa	Düna		Newa	Düna		Newa	Düna
1	Apr. 12.	März 28.6	15	Apr. 11.8	März 31.4	a	106.6 T.	116.5 T.
2	5.6	23.0	16	6.6	24.6	b	112.4	122.7
3	8.4	30.4	17	5.4	21.0	c	111.6	120.8
4	9.4	9.8	18	12.6	31.2	d	107.5	126.0
5	21.2	30.8	19	17.4	Apr. 9.0	e	*99.2*	*111.1*
6	10.6	30.0	20	7.6	März 25.8	f	109.4	118.6
7	6.8	19.8	21	4.0	22.4	g	113.1	125.4
8	3.0	20.4	22	März 30.6	4.0	h	*117.2*	*134.3*
9	9.2	26.0	23	Apr. 9.8	29.2	i	109.0	118.9
10	6.2	24.8	24	6.6	12.6	k	112.1	127.8
11	10.6	Apr. 3.8	25	13.4	Apr. 5.	l	106.5	111.1
12	11.8	März 27.8	26	14.4	März 29.2	m	105.4	117.0
13	8.0	19.6	27	10.8	28.4	n	109.1	122.3
14	14.8	Apr. 2.4	28	11.4		o	105.4	113.1

In der cyclischen (70jährigen) Bewegung der Düna-Kurve vermissen wir jene Regelmässigkeit, die wir an der Newa hervorheben konnten. Es sind die Lustra 3 und 8, welche einen verspäteten Aufgang zeigen. Verglichen mit der Newa-Kurve, haben wir in dem ersten Cyclus 3 mal, im zweiten einmal eine abweichende Richtung. In der combinirten Normalkurve finden sich nur zwei Widersprüche der Zeichen, zwischen *c* nach *d*, und zwischen *l* nach *m*. Dafür fällt in beiden das Maximum auf *h*, das Minimum auf *e*. Dieselben Stellen zeigt die Düna-Kurve im zweiten Cyclus, nämlich in Lustrum 22 und 19, gleichwie es an der Newa bezeichnet ist.

Würden wir die combinirte Normal-Kurve der Düna als eine in sich selbst zurücklaufende Linie darstellen, so ergäbe sie eine ideale Ellipsoide, ähnlich der an der Newa erhaltenen (p. 47 fig. 2), und in Ziffern folgendes Schema:

Max. *ah*	= 250.8	Tage	= 250.8
	—		—
bi	= 241.6	„	244.1 = *qr*
	+		
ck	= 248.6	„	
	—		—
dl	= 237.1	„	232.6 = *st* Min.
	—		
Min. *em*	= 228.1	„	
	+		+
fn	= 241.1	„	239.8 = *uv*
	—		
go	= 238.5	„	
	+		+

Die Zeichen sind genau dieselben wie beim Newa-Aufgange (p. 50).

Es übrigt uns noch die kleine Reihe der Beobachtungen über das Offensein der Düna, in gleichnamige Lustra zusammengezogen, an die Newa-Kurve zu halten, und die beobachteten Jahrestemperaturen, so viel wir davon aus Wesselowski's Werke schöpfen können, vergleichend daneben zu stellen.

Lustra	Offensein		Jahres Temperaturen.
	Newa	Düna	Riga
			° + R
19	*198.2* T.	*212.7* T.	4.48
	+	+	—
20	224.8	240.7	4.26
	+	+	+
21	225.2	251.1	5.57
	+	+	+
22	*243.0*	*283.6*	6.71
	—	—	—
23	219.6	223.4	3.85
	+	+	
24	226.8	243.6	
	—	—	
25	212.2	233.1	4.09
	+	+	+
26	219.6	237.0	4.87
	—	—	+
27	209.6	229.0	15.02

Die Uebereinstimmung der Zeichen des Offenseins beider Flüsse ist vollkommen und Maximum wie Minimum fallen auf

gleiche Lustra. Nicht ganz so gleichartig verläuft die Kurve der Jahrestemperatur; indess ist doch zu bemerken, dass, mit Zunahme der Wärme, die Tage des Offenseyns der Düna wachsen, und dass namentlich in Lustra 22 und 23 resp. der grössten Ziffer des Offenseins eine höchste, den kleineren ein kleinstes Temperaturmittel entspricht [1]).

Nach alle diesem stellt sich heraus: dass, unter 45 Vergleichsgliedern der Newa- und Düna-Eisgänge, nur 6 nicht mit einander gleiche Zeichen haben, die Aehnlichkeit also mit 86.7% veranschlagt werden kann.

Ueber die Eisgänge auf der Dwina bei Archangel liegen uns Beobachtungen vom Jahre 1734—1854 vor [2]), deren graphische Verzeichnung eben solch' ein unregelmässiges Zickzack darstellt, wie die der Newa-Eisgänge.

Der früheste Aufgang fand statt	1764 am 10. April	Diff. 46 Tage.
„ späteste „ „ „	1814 am 26. Mai	
Der späteste Zugang fand statt	1772 am 27. Nov.	Diff. 53 Tage.
„ früheste „ „ „	1760 am 5. Oct.	
Am längsten offen war die Dwina	1772, d. h. 216 Tage	Diff. 77 T.
„ kürzesten „ „ „ „	1814, „ 139 Tage	

1) Bei Wesselowski l. c., Beilage p. 124, finden wir als mittlere Jahrestemperatur in Riga aus den Beobachtungen Sand's (von 1795—1832) 5.15^0+, aus den Beobachtungen Deeters's und Buchholtz's (von 1839—54) 4.6^0+ angegeben, und in der Tabelle p. 4 die Berechnung aus letzterer Reihe als massgebend mit 4.7^0+ beibehalten. Wir können hier bemerken, dass beide obige Annahmen insofern richtig sind, als jene in denjenigen Abschnitt der ellipsoiden Periode fällt, wo auch die Eisgangskurve einen früheren Aufgang der Düna (24.8 April) anzeigt: und diese in denjenigen Abschnitt, wo die Düna später (26.5 April) aufgegangen war.

2) Leider wichen die im St. Petersburger akadem. Kalender im Jahre 1855 abgedruckten Beobachtungstage der Dwina-Eisgänge von denen, welche Dr. Woizechowski in der Admiralität zu Archangel für mich abgeschrieben hatte, dermassen ab, dass ich bei der Redaktion des Kalenders um Auskunft über die wahren Angaben bitten musste. Akademiker Wesselowski wandte sich an den Portcommandeur und erhielt eine genau revidirte Liste (Kalender 1856), welche ich hier zu Grunde lege. Die bei vielen Jahren notirten doppelten und dreifachen Eisgänge im Herbste machen die Kurve des Herbst-Eisganges schwankend.

Der Aufgang fällt im grossen Mittel auf den 2. Mai
„ Zugang „ „ „ „ „ „ 23.2 October.
Die Dauer des Offenseins beträgt . . 164.2 Tage.
Die Mitte des Offenseins fällt auf den 28. Juli.

Trotz des Unterschiedes im Offensein der Dwina und Newa fällt dennoch die Mitte, die Axenlinie, beider fast genau auf denselben Zeitpunkt und in gleicher Entfernung vom Sommersolstitium und von dem Tage der höchsten Jahrestemperatur, welche Mädler mit 16.5^{0+R}, Dove mit 14.27^{0+} auf den 5. Juli a. St. setzt. Der Aufgang der Dwina ereignet sich erst bei 4.4^{0+}, d. h. 26 Tage nach dem Frühlings-± 0 Punkte; der Zugang schon bei 1.8^{0+}, d. h. 13 Tage nach dem Herbst ± 0 Punkte. Der längere Widerstand der Eisdecke gegen die Frühlingswärme der Luft, so wie die schnellere Stellung der Eisdecke im Herbste bei geringerer Luftkälte zeigen, dass die Wässer der Dwina eine geringere Temperatur besitzen als die der Newa. Gleich der Newa wird die Dwina in ihrem Oberlaufe früher vom Eise befreit als bei der Mündung.

Tabelle IX.

Lustra	Aufgang dem Mittel vor	Aufgang dem Mittel nach	Zugang dem Mittel vor	Zugang dem Mittel nach	Offensein dem Mittel vor	Offensein dem Mittel nach	Mitte dem 28. Juli vor	Mitte dem 28. Juli nach
4	April	Mai 5.	Oct 19.7	Octbr.	T 167.7	Tage	Jl. 27.8	Juli
5		,, 3.8		,, 23.8	173.0			,, 29.3
6		,, 4.6	,, 20.		168.4		,, 27.8	
7	,, 27.8		,, 21.4			176.6	,, 25.	
8	,, 21.		,, 21.2			183.2	,, 21.6	
9		,, 6.2	,, 12.4		159.2		,, 24.8	
10	Mai 1.4			Nv. 4.2		186.8		Ag. 2.
11	Ap 26.8			Ot. 30.4		186.6		Jl. 29.1
12	,, 29.2			,, 24.4		178.2	,, 27.3	
13	Mai 1.8			Nv. 0.4		182.6		Ag. 1.1
14		,, 2.6	,, 19.2		169.6		,, 26.4	
15		,, 5.0	,, 22.4		170.4			Jl. 29.2
16		,, 4.6		23.2	171.6			,, 29.4
17	Ap 30.0			,, 0.2		182.2		,, 29.1
18	Mai 1.4		,, 16.8		168.4		,, 24.6	
19		,, 6.8	,, 16.6		162.8			,, 28.6
20		,, 7.6	,, 22.0		167.4			,, 30.2
21		,, 7.6		Ot. 24.	169.4			,, 31.3
22	Ap 30.2			,, 30.2		183.		,, 30.7
23	Mai 1.6			,, 30.2		181.6		,, 31.4
24	Ap 28.4			Nv. 2.4		188.		,, 31.4
25		,, 2.6		Ot. 23.8		174.2		,, 28.6
26		,, 6.4		,, 28.4		175.		Ag. 1.6
27	Mai 1.8		,, 19.6		170.8		,, 26.2	
120 Jahre im Mittel . . .	2. Mai		23.2 Oct.		174 Tage [1]		28. Juli	
Es oscillirten:	12 mal Mai 0.3	12 mal Mai 5.2	11 mal October 19.1	12 mal October 28.8	12 mal Tage 168	12 mal Tage 181	9 mal Juli 25.7	15 mal Juli 30.4
d. h. im Mittel um	Tage 1.7	Tage 3.2	Tage 4.1	Tage 5.6	Tage 6	Tage 7	Tage 2.3	Tage 2.4

1) Nur dreimal ereignete sich in 121 Jahren dieses arithmetische Mit-

Die Dwina war in 60 Jahrgängen 10860 Tage offen und in eben so viel andern Jahrgängen 10080 Tage = 1000 : 938. Ein Vergleich der hier gegebenen Kurven mit der der Newa (p. 43 Tab. II a.) zeigt, dass unter 24 Gliedern im Aufgange 6 mal, im Zugange 5 mal eine Gegenrichtung stattfindet; die Offenseins-Kurven stimmen 3 mal, die Mitte 7 mal in ihrer Richtung nicht überein. Es gelingt auch nicht die Reihe der Dwina-Eisgänge in Parallelcyclen zu theilen.

Erst die combinirte Normalkurve der Dwina schmiegt sich der gleichen der Newa an, da sie im Aufgange 3 mal, im Offensein nur einmal verschiedene Zeichen hat. In der Aufgangskurve fallen die Maxima beider Flüsse, in der des Offenseins die Minima zusammen. Würden wir diese combinirten Normalkurven als in sich selbst zurückkehrende Linien zeichnen, so ergäbe sich wol auch eine ideale Ellipsoide, aber ihr grösster Durchmesser legt sich nicht auf *ah*, wie bei der Newa, sondern auf *ck*, wie folgendes Schema in Ziffern es zeigt.

---

tel des Offenseins. Die Ausnahmen gruppirten sich in ähnlicher Weise wie bei der Newa (S. p. 39). Die Dwina war offen:

5	3	mal	zu	173	Tagen	und	zu	175	Tagen	3	mal	6
	2	,,	,,	172	,,	,,	,,	176	,,	3	,,	
9	2	,,	,,	171	,,	,,	,,	177	,,	3	,,	9
	3	,,	,,	170	,,	,,	,,	178	,,	3	,,	
	4	,,	,,	169	,,	,,	,,	179	,,	3	,,	
12	2	,,	,,	168	,,	,,	,,	180	,,	1	,,	8
	5	,,	,,	167	,,	,,	,,	181	,,	5	,,	
	5	,,	,,	166	,,	,,	,,	182	,,	2	,,	
5	4	,,	,,	165	,,	,,	,,	183	,,	2	,,	9
	1	,,	,,	164	,,	,,	,,	184	,,	2	,,	
	0	,,	,,	163	,,	,,	,,	185	,,	5	,,	
12	6	,,	,,	162	,,	,,	,,	186	,,	3	,,	10
	5	,,	,,	161	,,	,,	,,	187	,,	5	,,	
	1	,,	,,	160	,,	,,	,,	188	,,	2	,,	
					etc.	etc.	etc.					

Glieder	Combinirte Normalkurven			
	des Aufgangs der		des Offenseins der	
	Newa	Dwina	Newa	Dwina
a	Apr. 11.9	Mai 5.	218.7 T.	170.4 T.
	−	−	+	+
b	6.1	4.6	230.2	171.6
	+	−	−	+
c	6.9	Apr. 30.	225.6	182.2
	+	+	−	−
d	11.0	Mai 3.2	208.5	168.
	+	+	−	−
e	*19.3*	5.3	*200.6*	*167.9*
	−	+	+	±
f	9.1	*6.1*	219.0	167.9
	−	−	+	+
g	5.4	2.7	220.0	172.9
	−	−	+	+
h	*1.3*	Apr. *25.6*	*236.8*	183.1
	+	+	−	−
i	9.5	Mai 3.9	218.9	170.4
	−	−	+	+
k	6.4	Apr. 29.9	227.5	*187.4*
	+	−	−	−
l	12.0	29.7	216.3	180.4
	+	+	−	−
m	13.1	Mai 2.8	212.9	176.6
	−	−	+	+
n	9.4	1.8	213.6	176.7
	+	+	−	−
o	13.1	2.6	212.6	169.6

			Mitte.
Ellipsoide des Offenseins.			
ck = 184.8 Tage	*184.8* Max.		*31.1* Juli
−	−		−
dl = 174.2 „	173.2		28.5
−			
em = 172.2 „			
+	−		−
fn = 172.3 „	*171.8* Min.		28.4
−			
go = 171.2 „			
+	+		−
ha = 176.7 „	173.9		27.8
−			
ib = 171.0 „			
+	+		+
Ellipsoide des Aufgangs.			
ck = 178.1 Tage	178.1 Max.		29.9 April
−	−		+
dl = 175.1 „	172.5		2.7 Mai
−			
em = 169.9 „			
+	−		+

	Ellipsoide des Aufgangs.		Mitte.
fn =	170.1 Tage		
	+	171.4 Min.	3.3 Mai
go =	172.7 „		
	+	+	—
ah =	177.4 „		
	—	173.4	2.2
bi =	169.5 „		
	+	+	—

Die Uebereinstimmung der Zeichen dieses Schema mit denen der Newa p. 50 ist in die Augen springend.

Leider können wir die Frage, ob zwischen den Kurven der Jahrestemperaturen Archangel's und der Eisgänge der Dwina eine Aehnlichkeit stattfinde? nicht hinreichend untersuchen, da in Wesselowski's Werke (Anhang p. 47) nur eine Reihe von 18jährigen Temperaturbeobachtungen an jenem Orte vorliegt. Indess scheint die Uebereinstimmung der Zeichen bei den betreffenden Lustra, nicht nur zwischen Offensein und den 5jährigen Mitteln der Jahrestemperaturen, sondern auch zwischen Aufgang und den gleichen Mitteln der Frühlingstemperaturen für Bejahung jener Frage zu sprechen.

Lustra	Offensein der Dwina.	Jahres-Temperatur.	Aufgang der Dwina.	Frühlings-Temperatur.
20	167.4 Tg.	0.7^0 —	Mai 7.6	5.81^0 —
	+	+	±	—
21	169.4	0.86^0 +	7.6	4.56^0 —
	+	+	—	—
22	183.	1.28^0 +	Apr. 30.2	3.62^0 —
	—	—	+	+
23	181.6	0.28^0 +	Mai 1.6	5.56^0 —

Die Dwina zeigt also mit der Newa, unter 136 Vergleichsgliedern, 110 Uebereinstimmungen = 81% Aehnlichkeit.

Im Bulletin scient. der St. P. Akademie T. VIII. stellt Hällström auch eine Vergleichung an zwischen den Eisgängen der Dwina und denen der Newa. Er geht dabei von der unrichtigen Voraussetzung aus, dass die säculare Veränderung der Eisgänge eine grade fortlaufende sei, da sie doch, wie wir gesehen haben, wenigstens bei der Newa, eine Kurve bildet, die eine gewisse Periodicität anzeigt. „*Si jam muta-*

bilis consideratur dies tam regelationis quam congelationis annuae, assumi poterit, ille rationem sequi simplicem directam numeri annorum currentium" sagt er und kommt durch Berechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate zu dem Schlusse, dass die säculare Veränderung der Frühlingseisgänge auf der Dwina = 1.66 ± 0.18 Tage, um welche jetzt der Eisgang später als vor 100 Jahren erfolgen könne, d. h. zwischen dem 29.5 — 1.2 Mai (a. St.). Desgleichen berechnet er den Herbsteisgang der Dwina als schwankend zwischen 20.5 bis 26.6 Octbr. Das Klima Archangel's sei also der Art verändert, dass der Frühlingseisgang um 1 Tag, der Herbsteisgang um 5 Tage vorwärts gerückt sei, woher das Offensein heute um 4 Tage sich verlängert habe, so dass im Jahre 1740 der Sommer Archangel's = 174 Tage, im Jahre 1840 aber 178 Tage betrüge. Das nun eben scheint uns der Irrthum zu sein, dass das Vorwärtsschreiten als constant angesehen wird, weil es eben als ein vorwärts aus dem Vergleiche des Heute mit einem Jahrhundert früher hervorgeht. Ein Blick auf Tabelle IX zeigt, dass sowol im Offensein, als im Aufgange der Dwina, selbst in den Oscillationen der Mitte, die Bewegung vorwärts in der Gegend um das 10., 11. Lustrum (1763—1773) stattgefunden habe, und sich 60 bis 70 Jahre später, um die Lustra 23—24, wiederholte, und dass die rückständige Bewegung, welche zwischen diesen beiden Maxima sich befindet, schon in einer frühern Zeit, etwa bei Lustrum 4 (1734—39) auch da gewesen ist. Empirisch haben sich diese Schwankungen beim Aufgange der Dwina als 1.7 Tage vor und 3.2 Tage nach dem Mittel ergeben; so wie dieselben beim Offensein 5.5 Tage vor, und 7.5 Tage nach dem Mittel betrugen. Wollen wir das Jetzt mit einem frühern Zeitpunkt vergleichen, so dürfen wir nicht beliebig

etwa ein Jahrhundert zurücksehen, sondern müssen das im empirisch oder theoretisch gefundenen Cyclus correspondirende (gleichnamige) Glied zum Vergleich heranziehen, oder zwei ganze Cyclen vergleichen. Da findet sich denn, dass die Dwina in ihrem ersten Cyclus, der freilich nicht vollständig vorliegt, d. h. in der Zeit vor 1788, im Durchschnitte 174.9 Tage, — im jüngst abgelaufenen aber 173.2 Tage offen war. Und darin entspricht sie wieder ganz der Newa, welche im ersten Cyclus auch länger offen war, als im zweiten. Hällström ist bei seiner Art des Vergleiches auch in Rücksicht auf die Newa zu einem entgegengesetzten Resultate gekommen. Nach ihm sei die Newa im Jahr

1740 vom 6.7 April bis 14. Novomber = 221 Tage
1840 „ 9. „ „ 12. „ = 217 „

offen gewesen, der Sommer St. Petersburg's also um 4 Tage kürzer geworden. Nach unserer Anschauungsweise ist dieses Oscilliren ein ganz normales und kann sich zwischen 209.5 und 227.7 Tagen regelmässig wiederholen. (S. p. 50).

Die Bjelaja bei Ufa bietet uns in den Jahren von 1780 bis 1854 die Lustra 14 — 27 incl. zu Vergleichen dar, also nur einen 70-jährigen Cyclus.

Der früheste Aufgang fand statt 1798 am 13. März
„ späteste „ „ „ 1794 am 25. April } Diff. 33 Tage.

Der späteste Zugang fand statt 1819 am 30. Nov.
„ früheste „ „ „ 1785 am 10. Oct. } Diff. 51 Tage.

Am längsten offen war die Bjelaja 1819, d. h. 240 Tage
„ kürzesten „ „ „ „ 1785, „ 170 Tage } Diff. 70 T.

Der mittlere Aufgang fällt auf den 11.5 April
„ „ Zugang „ „ „ 4.6 November.
Das mittlere Offensein beträgt . . 207.1 Tage.

Die Mitte des Offenseins fällt auf den 24. Juli, mithin 3½ Tage näher zum Sommersolstitium als bei der Newa.

Hier folgen die 5jährigen Mittel der Eisgänge auf der Bjelaja.

Tabelle X.

Lustra	Aufgang dem Mittel		Zugang dem Mittel		Offensein dem Mittel		Mitte dem 24. Juli	
	vor	nach	vor	nach	vor	nach	vor	nach
14	April	Ap13.2	Nv. 1.8	Novbr	T202.6	Tage	Jl.23.4	Juli
15		,, 12.8	Oct27.2		197.4		,, 20.5	
16		,, 16.4		,, 11.6		209.2		,, 30.0
17	,, 6.2			,, 10.4		218.2		,, 24.3
18		,, 15.2	,, 28.4		196.2		,, 22.3	
19	,, 11.4		,, 24.0		195.6		,, 18.4	
20		,, 13.4	,, 26.0		195.6		,, 20.4	
21	,, 10.0			,, 17.4		221.4		,, 29.7
22	,, 9.8			,, 8.8		213.0		,, 25.3
23		,, 11.6		,, 8.2		210.6		,, 25.9
24		,, 11.6		,, 12.2		214.6		,, 27.9
25		,, 13.4	Nv. 3.2		203.8			,, 24.5
26	,, 9.4			,, 12.0		216.6		,, 26.6
27	,, 10.4			,, 5.2		208.8	,, 23.8	
Im Mittel .	11.5 Apr.		4.6 Nov.		207.1 Tage[1])		24. Juli	
Es oscillirten auf:	6 mal	8 mal	6 mal	8 mal	6 mal	8 mal	6 mal	8 mal
	April		November		Tage		Juli	
	9.5	13.4	28.7	10.7	198.5	214	21.5	26.8
d. h. im Mittel um	Tage		Tage		Tage		Tage	
	2.	1.0	7.9	6.1	8.6	6.9	2.5	2.8

1) Das arithmetische Mittel des Offenseins der Bjelaja kam 3 mal vor. Die Ausnahmen gruppirten sich in ähnlicher Weise wie bei Newa und Dwina.

2	2	mal	zu	206	Tagen	und	zu	208	Tagen	3 mal	3
	0	,,	,,	205	,,	,,	,,	209	,,	0 ,,	
5	1	,,	,,	204	,,	,,	,,	210	,,	2 ,,	6
	3	,,	,,	203	,,	,,	,,	211	,,	2 ,,	
	1	,,	,,	202	,,	,,	,,	212	,,	2 ,,	
6	3	,,	,,	201	,,	,,	,,	213	,,	2 ,,	6
	2	,,	,,	200	,,	,,	,,	214	,,	1 ,,	
	1	,,	,,	199	,,	,,	,,	215	,,	3 ,,	
4	0	,,	,,	198	,,	,,	,,	216	,,	2 ,,	5
	3	,,	,,	197	,,	,,	,,	217	,,	1 ,,	
	1	,,	,,	196	,,	,,	,,	218	,,	2 ,,	
5	2	,,	,,	195	,,	,,	,,	219	,,	0 ,,	2
	2	,,	,,	194	,,	,,	,,	220	,,	0 ,,	
	1	,,	,,	193	,,	,,	,,	221	,,	2 ,,	
6	2	,,	,,	192	,,	,,	,,	222	,,	3 ,,	5
	2	,,	,,	191	,,	,,	,,	223	,,	0 ,,	
	2	,,	,,	190	,,	,,	,,	224	,,	2 ,,	

etc. etc. etc.

Akademiisko Põllumajandusliku Seltsi Raamatukogu

Die Bjelaja war in 40 Jahrgängen 8563 Tage offen, und in 30 Jahrgängen 5956 Tage = 1000 : 695.

Mit den Newakurven verglichen, gaben die der Bjelaja im Aufgange 5, im Zugange 3, im Offensein 3, in der Mitte 4 Missstimmungen. Es ist aber zu bemerken, dass die zehnjährigen Mittel beider Flüsse, verglichen, im Aufgange durchweg stimmen; im Zugange nur 2 mal, im Offensein 1 mal und in der Mitte 3 mal verschiedene Zeichen haben.

Da wir nur 14 Lustra von den Eisgängen der Bjelaja besitzen, so können wir keine Normalkurve herstellen; bilden wir indess aus ihnen die idealen Ellipsoiden, so erhalten wir ein Schema, in welchem weder das Maximum auf *ah* fällt, noch sonst eine Aehnlichkeit mit der Newa-Ellipsoide hervortritt.

Ellipsoide des Offenseins.			Mitte.
ck = 216.4 Tage	216.4 Max.		26.1 Juli
—	—		—
dl = 200. „	203.1		22.9
+			
em = 206.2 „			
—	+		+
fn = 202.2 „	207.1		24.3
+			
go = 212. „			
—	+		+
ha = 205.2 „	207.5		25.4
+			
ib = 209.9 „			
+	+		+

Ellipsoide des Aufgangs			Mitte.
ck = 212.2 Tage	212.2 Max.		8.9 April
—	—		+
dl = 201.4 „	205.3		12.3
+			
em = 209.2 „			
—	+		—
fn = 206.2 „	206.5		11.7
+			
go = 206.8 „			
+	—		+
ah = 207.4 „	204.7		12.6
—			
ib = 202. „			
+	+		—

Zur Vergleichung der Eisgänge der Bjelaja mit den mittleren Jahrestemperaturen bei Ufa stehen uns bei Wesselowski nur 15 Jahrgänge zu Gebote, deren 5jährige Mittel nicht, wie bei den früher betrachteten Flüssen, einen gleichen Gang wie das Offensein der Bjelaja beobachten:

in Lustrum	24 =	204.6 Tage	=	3.28° +
		—		—
	25 =	203.8 „	=	2.39
		+		—
	26 =	216.6 „	=	1.56
		—		+
	27 =	208.8 „	=	2.30.

Diese Unähnlichkeiten weisen auf einen grossen Contrast in den localen Verhältnissen der Bjelaja und Newa hin: jene strömt herab aus den Uralischen Höhen, ihre Eisgänge sind ziemlich nahe an ihren Ursprunge beobachtet worden, ihr fehlt der Regulator eines ausgedehnten Wassergebietes. Von alle dem findet bei der Newa grade das Gegentheil statt.

Wir haben gesehen, dass die mittleren Jahrestemperaturen nicht ohne Einfluss waren auf die Eisgänge der resp. Flüsse; vergleichen wir die Dauer des Offenseins unserer 4 Flüsse und die mittleren Jahrestemperaturen der Beobachtungsorte, so finden wir, dass im Mittel einem Grade Temperaturdifferenz 16 Tage Offenseinsdifferenz entsprechen, nämlich zwischen

Archangel u. St. Petersburg	auf	2.42	Grad	43.8	Tage	= 1° : 18.1 T.
„ „ Ufa	„	2.12	„	32.9	„	= 1° : 15.5 „
„ „ Riga	„	4.04	„	67.	„	= 1° : 16.5 „
St. Petersburg und Riga	„	1.64	„	65.2	„	= 1° : 14.1 „

Die Differenzen der Dauer des Offenseins unserer vier Flüsse verhalten sich also zu einander nahezu wie die Differenzen der mittlern Jahrestemperaturen.

Ein ähnliches Verhältniss besteht in Bezug auf den Aufgang dieser Flüsse, da einem Grade Temperaturdifferenz entsprechen:

zwischen Archangel und	St. Petersburg	9.3 Tage	Aufgangs-Diff.
„ „ „	Ufa	9.6 „	„
„ „ „	Riga	9.2 „	„
„ St. Petersburg und	Riga	8.8 „	„
	im Mittel	9.2 „	„

Als Hauptresultate unserer Betrachtungen über die Eisgänge der Dwina bei Archangel, der Newa bei Petersburg, der Düna bei Riga u. der Bjelaja bei Ufa ergiebt sich also folgendes:

1. Es zeigen die Eisgänge der genannten Flüsse einen mehr oder weniger periodischen Umlauf, der sich am bestimmtesten als 70jährige Periode mit ellipsoider Kurve an den Eisgängen der Newa darstellt, was durch die besondern lokalen Verhältnisse dieses Flusses bedingt wird.

2. Die vier genannten Flüsse zeigen in ihren fünfjährigen und zehnjährigen Eisgangsmitteln eine Uebereinstimmung unter einander.

3. Mit den Eisgangskurven der Newa gleichartig bewegt sich die aus gleichen Jahren gebildete Kurve der in St. Petersburg beobachteten mittleren Jahrestemperaturen, eine Erscheinung, welche auch bei den Bruchstücken der resp. Kurven der andern Flüsse heraustritt.

4. Einem Grade Mittel Temperaturdifferenz an den resp. Beobachtungsorten entspricht im Aufgehen der genannten Flüsse eine Zeitdifferenz von 8.8 bis 9.6 Tagen, und im Offensein von 14.1 bis 18.1 Tagen.

5. Wie die Einwirkung des Sommersolstitium zuerst nach 20—24 Tagen als höchste Lufttemperatur des Jahres sich kundgibt, so kommt sie nach abermals 20—24 Tagen als Acme des Offenseins der betrachteten Flüsse zur vollen Aeusserung.

6. Die Konnivenz der Eisgangs- und Temperaturkurven, besonders bei Petersburg, rechtfertigt die Annahme einer Periodicität auch bei Umläufen der Luft- und Bodentemperaturen, die vereinigt die constantvariablen Factoren der Eisgänge ausmachen.

7. Zur Ermittelung dieser Periodicitäten, wie überhaupt zur Auffindung versteckter Rhythmen in elementaren Naturerscheinungen, ist es nothwendig richtige Abtheilungsweisen in den mehrjährigen Beobachtungen zu treffen und nach den Zeitabschnitten der Periode die beweglichen Mittel zu bestimmen.

III.

Zur Naturgeschichte der Torfmoore.

(Zweiter Beitrag)

von

Prof. Dr. Alexander Petzholdt.

Bereits auf S. 1 ff. dieses Bandes veröffentlichte ich unter dem Titel: „Chemische Untersuchung des Torflagers von Awandus u. s. w.“ einen ersten Beitrag zur Naturgeschichte der Torfmoore. Schon damals sprach ich es aus, dass ich weit entfernt sei zu glauben, dass diese Arbeit nach allen Seiten hin befriedigende Resultate gewähre; dass ich sie vielmehr nur als einen Beitrag zur nähern Erkenntniss der Natur und Beschaffenheit, so wie der Entstehung der Hochmoore betrachtete; und wünschte, dass sie die Veranlassung sein möge, dass auch Andere sich der schärferen Untersuchung dieses so wichtigen und interessanten Gegenstandes von dem bisher so vernachlässigten chemischen Gesichtspunkte aus annehmen.

Ich erlaube mir jetzt als Fortsetzung dieser frühern Arbeit einen weitern Beitrag zu geben, und zwar erstreckt sich

derselbe nicht bloss auf das abermals von mir untersuchte Hochmoor von Awandus, sondern auch auf ein Grünlandsmoor [1]) aus der Nähe von Dorpat.

Ich werde mich in Betreff der Anordnung des hier Mitzutheilenden ganz an die in der früheren Abhandlung befolgten Ordnung anschliessen.

I. Das Torflager von Awandus.

Wie bereits früher erwähnt, so hat das grosse Torflager von Awandus nach seiner Mitte zu eine Mächtigkeit von circa 22 Fuss, und da ich wünschte das Material zu einer abermaligen und zwar umfassenderen Untersuchung nicht, wie früher geschehen, vom Rande dieses Torflagers, wo dessen Abbau seit einiger Zeit bereits in Angriff genommen worden ist, sondern mehr aus der Mitte, wo es noch ganz unaufgeschlossen daliegt, zu entnehmen, und namentlich hier über die Beschaffenheit der Grenze zwischen dem eigentlichen Torflager und seinem Untergrunde weitere Auskunft zu erhalten, so wurde an einer so ziemlich in der Mitte des Moores gelegenen Stelle der Versuch gemacht, einen Schacht abzuteufen, von solcher Weite, dass man bequem hinabsteigen und das Material zur Untersuchung auswählen konnte. Allein dieser Versuch missglückte gänzlich; denn nachdem die damit beauftragten Arbeiter etwa 2 Faden tief eingedrungen waren, hob sich plötzlich der Boden des Schachtes und das mit Gewalt hervorstürzende den Schacht ausfüllende Wasser brachte die Leute in Lebensgefahr. Auch der Versuch, mit

---

1) Bekanntlich theilt man nach Steenstrup die Moore ein in „Waldmoore", „Wiesen- oder Grünlandsmoore", und in „Hochmoore".

dem Erdbohrer Material zn gewinnen, musste aufgegeben werden, da der bohrende Theil, abgesehen davon, dass er seiner Engigkeit wegen zu wenig Material fasste, auch seiner sonstigen Form nach nicht gut gebraucht werden konnte, um das Erbohrte durch darüberstehendes Wasser mit Sicherheit heraufzubringen. Nur so viel konnte ermittelt werden, dass die Mächtigkeit des Torflagers an der betreffenden Stelle 21 Fuss betrug, und dass es schien, als sei zwischen ihm und seinem Untergrunde eine scharfe Grenze [1]).

Unter solchen Umständen blieb nichts übrig, als zu dem am Rande des Moores gelegenen Torfstich zurückzukehren und von hier das Untersuchungsmaterial zu entnehmen, von einer Stelle, welche nicht gar weit von dem Punkte lag, wo das zur früheren Untersuchung verwendete Material eingesammelt worden war. Allein während früher das ganze 9 Fuss mächtige Lager in 3 Etagen getheilt und aus der Mitte je einer solchen Etage eine Torfprobe genommen ward, so wurde diesesmal die gesammte Mächtigkeit des Lagers Fuss für Fuss abgetheilt, und aus der Mitte einer jeden solchen Lage etwa 1/4 Cubikfuss Torf zur Untersuchung eingesammelt, und eben so wurde der 1 Fuss 3 Zoll mächtige Untergrund des Torflagers, der seinerseits auf festen Kalksteinschichten auflagerte, in 3 Etagen getheilt und von jeder desselben ebenfalls eine Probe mitgenommen.

Da es von keinem Interesse war, abermals auf eine Bestimmung des Brennwerthes, also auf die Elementaranalyse dieses bereits untersuchten Torflagers einzugehen, so wurde

---

1) Durch die Gefälligkeit des wissenschaftliche Untersuchungen lebhaft unterstützenden Herrn Besitzers von Awandus ist jetzt ein für solche Zwecke geeigneter Bohrer angeschafft worden, und ich werde mich später bei Fortsetzung meiner Torfuntersuchungen desselben bedienen können.

nur die Menge und Zusammensetzung der Asche dieser 9 Torfproben (nach der auf Seite 6 der früheren Abhandlung angegebenen Methode) ausgeführt. Die Tabellen No. XI und No. XII enthalten die Resultate dieser Untersuchungen, und zwar ist in beiden Tabellen die oberste Schicht mit No. 1, die unterste mit No. 9 bezeichnet.

(Tabelle No. XI.)

Aschengehalt des Torfes von Awandus, nachdem er bei 120° C. getrocknet worden war:

Die Schicht No. 1 gab 4,28 Procent einer sehr leichten, hellgelb gefärbten Asche.
„ „ No. 2 gab 1,60 Procent einer eben solchen Asche.
„ „ No. 3 gab 2,50 Procent ditto.
„ „ No. 4 gab 3,00 Procent ditto.
„ „ No. 5 gab 4,80 Procent ditto.
„ „ No. 6 gab 10,69 Procent einer schweren, stark rothbraun gefärbten Asche.
„ „ No. 7 gab 7,83 Procent ditto.
„ „ No. 8 gab 12,57 Procent einer ebenfalls schweren, aber wieder heller gefärbten Asche.
„ „ No. 9 gab 37,53 Procent ditto.

Aus der Tabelle No. XII ersieht man aber die qualitative Zusammensetzung der Aschen dieser verschiedenen Torfschichten.

(Tabelle No. XII.)

100 Theile der Asche des Torfes von Awandus enthielten in den Schichten

	No. 1.	No. 2.	No. 3.	No. 4.	No. 5.
Unlösliches	58,800	7,990	4,278	4,550	3,790
Lösliche Kieselsäure	6,460	0,415	0,521	0,873	0,681
Chlor	0,275	0,498	0,253	0,260	0,317
Schwefelsäure	4,230	30,475	23,601	18,896	25,953
Phosphorsäure	5,570	4,602	4,144	2,786	4,140
Eisenoxyd	5,906	13,263	15,443	17,294	13,792
Thonerde	8,570	5,515	1,694	0,122	0,000
Kalkerde	6,555	30,319	36,518	40,226	39,132
Magnesia	1,824	1,776	1,137	0,649	0,823
Kali	1,762	2,211	1,874	1,102	1,014
Natrum	0,048	1,730	1,793	0,092	0,061
Kohlensäure	0,000	1,206	8,744	13,150	10,297
Summa	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000

	No. 6.	No. 7.	No. 8.	No. 9.
Unlösliches	2,360	5,766	5,886	42,342
Lösliche Kieselsäure	0,298	0,102	0,043	2,242
Chlor	0,089	0,174	0,254	0,143
Schwefelsäure	37,823	31,366	20,474	16,866
Phosphorsäure	1,899	1,038	4,292	0,548
Eisenoxyd	29,824	28,020	13,748	12,350
Thonerde	0,294	2,584	1,669	4,184
Kalkerde	26,319	27,153	38,537	18,436
Magnesia	0,272	0,551	0,705	0,402
Kali	0,795	0,581	0,607	0,351
Natrum	0,027	0,091	0,075	0,045
Kohlensäure	0,000	2,574	13,710	2,091
Summa	100,000	100,000	100,000	100,000

Bei den in der Tabelle No. XI verzeichneten Aschenmengen der einzelnen Torfschichten fällt zunächst der Umstand auf, dass nicht, wie man erwarten sollte, und wie auch aus der früheren Untersuchung dieses Torflagers hervorging, eine stetige Vermehrung der Aschenmenge von oben nach unten

stattfindet; es scheint daher die jetzige Untersuchung der früheren zu widersprechen. Allein das scheint nur so. Das früher untersuchte Material wurde ja aus der Mitte von je 3 Etagen, deren jede circa 3 Fuss mächtig war, entnommen, so dass, wenn man die früher gewonnenen Resultate mit den jetzigen vergleichen will, man das Analogon zu dem dort mit „oberste Schicht“ bezeichneten Material in dem ohngefähren Niveau der jetzigen No. 2, das mit „mittelste Schicht“ bezeichnete Material im Niveau unserer jetzigen No. 5, und endlich das mit „unterste Schicht“ bezeichnete Material im Niveau unserer No. 8 zu suchen hat. Die in der That obersten und untersten Schichten, jetzt mit No. 1 und No. 9 bezeichnet, sind bei der früheren Untersuchung gar nicht in Betracht gezogen worden. Lässt man daher diese beiden Schichten jetzt unberücksichtiget, so stellt sich auch bei der neuen Untersuchung das Factum der steten Zunahme der Asche in der Masse des Torfes von oben nach unten mit Sicherheit heraus, mit alleiniger Ausnahme der Schicht No. 6, von welcher Anomalie sogleich weiter gesprochen werden soll.

Der ansehnliche Aschengehalt der untersten Schicht erklärt sich übrigens vollständig durch den der Asche beigemengten Untergrund, wie aus der Betrachtung der Tabelle No. XII ersichtlich wird, wo die aufgeführte grössere Menge des in Salzsäure „Unlöslichen“ ein deutlicher Beweis für die Richtigkeit der oben angegebenen Ursache ist, auch wenn man nicht schon äusserlich an der physikalischen Beschaffenheit des Torfes diesen Umstand zu erkennen vermocht hätte. Was aber den grossen Aschengehalt der obersten, unmittelbar unter der Pflanzendecke liegenden mit No. 1 bezeichneten Schicht anlangt, so wird auch dieser durch die Tabelle No. XII erklärlich; auch hier zeigt die Untersuchung der Asche eine

grosse, weit über die Hälfte ihres Gewichts betragende Quantität von in Salzsäure „Unlöslichem“, was ohne Zweifel atmosphärischem Staube zugeschrieben werden muss. Ich bitte in Betreff dieses Gegenstandes das nachzusehen, was ich auf Seite 13 der weiter oben citirten Abhandlung bereits verlautbart habe.

Ueberblickt man die in der Tabelle No. XII aufgeführten Zahlenverhältnisse noch weiter, so ist ferner auffällig der grosse Gehalt an Schwefelsäure und Eisenoxyd in No. 6 und zum Theil auch in der Schicht No. 7. Beide Schichten enthalten nämlich Schwefeleisen (Schwefelkies), woraus denn auch die erwähnte Anomalie des grossen Aschengehalts der Schicht No. 6 hervorgeht. Das Schwefeleisen, als Bestandtheil dieses Torflagers, konnte bei der früheren Untersuchung natürlich nicht gefunden werden, weil es nur auf einen Theil des Torflagers beschränckt ist, eben nur auf die Schicht No. 6 und 7, und man sieht daraus wie vorsichtig man bei allgemeinen Schlussfolgerungen aus unzureichend vorliegenden Prämissen sein muss.

Ferner ist es nicht ohne Interesse, eine Vergleichung anzustellen, zwischen der Zusammensetzung der Asche der früher und der jetzt untersuchten Schichten aus ohngefähr gleichem Niveau, für welchen Zweck ich der besseren Uebersicht wegen nachstehende Tabelle angefertiget habe.

(Tabelle No. XIII.)

100 Theile der Asche des Torfes von Awandus enthielten (nach Abzug der Kohlensäure).

	Oberste Schicht (ältere Unters.)	No. 2 (neue Untersuchung)	Mittlere Schicht (ältere Unters.	No. 5 (neue Untersuchung)	Untere Schicht (ältere Unters.)	No. 8 (neue Untersuchung)
Unlösliches .	7,42	8,09	4,39	4,23	3,91	6,82
Lösl. Kiesels.	0,70	0,42	0,57	0,76	0,12	0,05
Chlornatrium	0,57	0,50 [1]	0,47	0,35 [1]	0,23	0,29 [1]
Schwefelsäure	38,72	30,85	25,70	28,93	28,14	23,73
Phosphorsäure	2,25	4,66	1,39	4,61	0,69	4,97
Eisenoxyd . .	4,45	13,42	14,60	15,38	20,68	15,93
Thonerde . .	7,81	5,58	1,47	0,00	3,85	1,94
Kalkerde . . .	33,10	30,69	49,31	43,62	41,04	44,66
Magnesia . .	1,64	1,80	0,71	0,92	0,49	0,82
Kali	0,82	2,24	0,47	1,13	0,32	0,70
Natrum . . .	2,52	1,75	0,92	0,07	0,53	0,09
Summa .	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Bemerkung. 100 Theile der oben genannten Asche enthalten:						
Kohlensäure .	0,70	1,21	12,91	10,30	9,40	13,71

Man vergesse bei dieser Vergleichung nicht, dass die hier nebeneinandergestellten Zahlen die Resultate der Untersuchung von Aschen sind, welche Torfmassen von verschiedenen Localitäten und von nur ohngefähr gleichem Niveau ihrer Lagerung angehören. Besonders auffällig ist, wenn man von dem Natrum absieht [2]), das Verhältniss des Kali und der Phosphorsäure in beiden Untersuchungen, denn überall ist bei der zweiten Untersuchung mehr gefunden worden, und zwar vom Kali über die doppelte, und von der Phosphorsäure über die doppelte, dreifache und sogar siebenfache Menge. Es sei erlaubt, vor der Hand dieses Factum

---

1) Hier ist nur Chlor zu verstehen.

2) Der grössere Befund von Natrum bei den älteren Untersuchungen ist unrichtig. Es wurde leider zu spät die Unzuverlässigkeit der damals eingeschlagenen Methode, die Alkalien zu bestimmen, erkannt. Bei der neuen Untersuchung ist dieser Fehler vermieden worden.

als solches hinzustellen, ohne dass ich auf weitere Beurtheilung desselben jetzt schärfer eingehe; wie ich mir überhaupt vorbehalte, die bis jetzt gewonnenen Resultate später noch weiter auszubeuten.

Ich wende mich zu dem Untergrunde des Torflagers. — Zu dieser Untersuchung wurden, trotz der geringen Mächtigkeit der ganzen Schicht, doch 3 Proben, und zwar von der untersten Lage, aus der Mitte, so wie von oben genommen, da Anlass vorhanden war, zu vermuthen, dass dieser Untergrund seiner Gesammtmasse nach durchaus nicht gleich zusammengesetzt sei. Die Analyse hat denn auch diese Vermuthung bestätiget, wie man aus der nachstehenden Tabelle ersieht.

(Tabelle No. XIV.)

Untergrund des Torflagers von Awandus (bei 120° C. getrocknet).

	Schicht No. 1.	Schicht No. 2.	Schicht No. 3.	Untergrund (ältere Unters.	Kalkstein a. Schicht No. 3.
In Salzs. Unlösliches	94,60	91,27	77,77	67,83	3,12
Eisenoxyd u. Thonerde	3,73	3,23	5,31	4,20	
Spuren v. Schwefelsäure	—	—	—	—	
Kohlensaurer Kalk . .	1,31	4,09	11,32	26,93	94,48
Kohlensaure Magnesia	0,36	1,41	5,60	1,04	2,40
Summa . . .	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Bemerkung. 100 Theile des Untergrundes enthielten:					
organische Substanzen	4,22	1,1	1,1	0,8	0,0

Es verhält sich demnach der Kalk zur Magnesia:

in der Schicht No. 1 = 100 : 27,4,
in der Schicht No. 2 = 100 : 34,4,
in der Schicht No. 3 = 100 : 48,6,
in dem Kalkstein . . = 100 : 2,5.

In dieser Tabelle bedeutet No. 1 die oberste, No. 2 die mittlere, No. 3 die unterste Lage des Untergrundes, unmittelbar

über dem festen Kalkstein; die mit „Untergrund“ bezeichnete Rubrik bringt zur Vergleichung die bereits früher mitgetheilten Ergebnisse der älteren Untersuchung dieses Torfuntergrundes; und die mit „Kalkstein“ überschriebene Rubrik zeigt die chemische Zusammensetzung eines der Kalksteine, welche in der Masse des Untergrundes No. 3 zahlreich eingebettet waren.

Wenn man nun, wie nicht wohl anders geschehen kann, annimmt, dieser Untergrund sei aus der Zersetzung des unterliegenden Kalksteines im Laufe der Jahrtausende entstanden, so liegt das schwierig zu erklärende Factum vor, woher es denn komme, dass das Verhältniss des kohlensauren Kalkes zur kohlensauren Magnesia in den verschiedenen Lagen des Untergrundes ein ganz anderes ist, als in dem Kalksteine. Wie man aus der Tabelle ersieht, so wächst im Untergrunde die Menge der Magnesia zum Kalke von oben nach unten in einem stark ansteigenden Verhältnisse, so dass man zur Annahme berechtiget ist, man werde endlich auf einen reinen Dolomit treffen; statt dessen aber ergiebt sich ein sehr magnesiaarmer Kalkstein, aus welchem dieser Untergrund hervorgezogen ist; offenbar ein Umstand, der noch der Aufklärung harret.

Das Resultat der früheren Untersuchung des Untergrundes (jetzt abermals mitgetheilt in der Rubrik „Untergrund“), stimmt übrigens mit den Resultaten der neueren Untersuchung desshalb nicht, weil das neue Untersuchungsmaterial anders vorbereitet wurde. Während nämlich das zu der früheren Untersuchung verwendete Material durch Absieben mittelst eines groben Siebes nur von den gröberen mineralischen Beimengungen gesondert ward, so wurde diesesmal ein viel feineres Sieb benutzt, welches zahllose kleine Kalkstückchen, die früher mit durch das Sieb hindurchgegangen waren,

zurückhielt; von dem Umstande ganz abgesehen, dass jetzt 3 Proben aus verschiedenen Tiefen gewählt worden waren, während früher nur eine Probe, und zwar wie es ausdrücklich auf Seite 10 der citirten Abhandlung heisst: „aus einer Tiefe[1]) von etwa 1 Fuss," also von ganz unten, genommen ward.

II. Das Torflager von Rathshof.

Auf dem Territorium des nördlich von Dorpat liegenden Gutes Rathshof befinden sich mehrere Torflager. Vorläufig habe ich es nur mit dem zunächst der Stadt an der nach Reval führenden Strasse bei der steinernen Windmühle gelegenen sogenannten „Hofstorfstich" zu thun.

Die Mächtigkeit dieses Lagers scheint durchschnittlich 8 Fuss zu betragen. Der Verwalter von Rathshof, Herr von Löwen, war so gefällig, mir aus diesem Torflager ein Prisma und zwar in der Art ausschneiden zu lassen, dass ich das Untersuchungsmaterial in der Gestalt einer $9\frac{1}{2}$ Fuss langen Säule erhielt, welche in ihrem obern 8 Fuss betragenden Theile den Torf, in ihrem untern $1\frac{1}{2}$ Fuss betragenden Theile aber den Untergrund dieses Lagers umfasste.

Die weitere Vorbereitung dieses Materials zur Untersuchung bestand nun darin, dass jene 8 Fuss, welche den Torf enthielten, in 12 gleiche Theile getheilt wurden; von einem jeden solchen Theile ward alsdann eine etwa 1 Pfund betragende Portion, und zwar in der Weise abgetrennt, dass der Schnitt durch die ganze Mächtigkeit einer jeden Schicht vertikal hindurchging. Nach dem Trocknen ward ein jeder

---

1[1]) Es hat sich in der früheren Abhandlung ein erst jetzt bemerkter Druckfehler eingeschlichen. Es muss nämlich an dieser Stelle heissen „Tiefe", nicht „Teiche".

solcher Theil fein zerrieben, und nun erst zur weiteren Untersuchung verbraucht. Es war daher bei solcher Vorbereitung ohnmöglich, dass irgend etwas übersehen werden konnte, wie es bei der früheren (ersten) Untersuchung des Torfes von Awandus geschah, wo nur von 3 Punkten Material zur Untersuchung eingesammelt ward. Der 1 1/2 Fuss betragende Theil des Prisma, welcher den Untergrund enthielt, wurde in 2 gleiche Theile, in einen oberen und einen unteren, getheilt.

Es sei erlaubt, ehe ich zur Mittheilung der Befunde meiner bis jetzt an diesem Material angestellten chemischen Untersuchungen übergehe, Einiges in Bezug auf den Botanischen Charakter[1]) dieses Torflagers vorauszuschicken.

Wie schon weiter oben angeführt worden ist, so stellt das in Rede stehende Torflager von Rathshof ein sogenanntes Grünlands- (oder Wiesen-) Moor dar.

Die an seiner Oberfläche noch lebend betroffene Flora ist eine durchaus andere, als die des Hochmoores von Awandus (vergl. Seite 11 der früheren Abhandlung), und insbesondere kommen 3 Hauptgattungen von Hochmoorpflanzen, nämlich *Sphagnum*, *Cenomyce* und *Calluna*, hier gar nicht vor. Dagegen dominiren bei dem Rathshof'schen Moore verschiedene Arten von *Carices* und *Gramineen*; sie bilden die Hauptmasse der Pflanzen; während *Pyrola*, *Rumex*, *Polygonum Bistorta*, *Polygala*, *Geum rivale*, *Betula fruticosa*, und von *Cryptogamen* einige Arten von *Hypnum*, *Dicranum* und *Polytrichum* beigemengt sind; alle diese Pflanzen spielen,

1) Ich fühle mich hierbei zu der Erklärung veranlasst, dass ich bei dem Studium dieser Gegenstände durch Herrn Professor Bunge, so wie durch Herrn Oberlehrer Girgensohn in ausgezeichneter Weise unterstützt worden bin.

gegenüber den *Carices* und Gräsern, nur eine untergeordnete Rolle. Der unterliegende Torf zeigt sich wesentlich aus monocotylen Pflanzenresten zusammengesetzt, unter denen die Blattscheiden von *Cyperaceen*, und zwar hauptsächlich von *Carices* derartig vorwalten, dass die Masse des Torfes fast ganz aus ihnen zu bestehen scheint. Erkennbare Reste von Moosen wurden gar nicht gefunden; mit Ausnahme einer 6 Fuss unter der Oberfläche liegenden etwa 8 Zoll mächtigen Schicht [1]), welche ihrerseits fast ganz aus Moosen, wahrscheinlich *Hypnum* [2]), zusammengesetzt war.

Die in dem Torfuntergrunde enthaltenen noch erkennbaren Pflanzenreste waren ausser Wurzeln von *Carices* noch zahlreiche Reste von *Equiseten*-Stengeln, obschon letztere in einem solchen Zustande, dass der Verdacht rege geworden ist, es möchten dieselben mit dem Material des Untergrundes gleichzeitig herzugeschwemmt, nicht aber an Ort und Stelle gewachsen sein.

Wenden wir uns jetzt zur chemischen Untersuchung, und fassen zuerst die Tabelle No. XV in's Auge, in welcher aufgeführt ist, welche Aschenmengen der Rathshof'sche Torf enthält, und zwar ist No. 1 die oberste, No. 12 die unterste Schicht.

---

1) Diese Moosschicht ist die im Nachstehenden mit No. 10 bezeichnete Schicht.

2) Ich führe hierbei ausdrücklich an, dass unter den Moosen dieser Schicht keine Spur von *Sphagnum* aufgefunden werden konnte.

(Tabelle No. XV.)

Aschengehalt des Torfes von Rathshof, nachdem er bei 120° C. getrocknet worden war.

Die Schicht	No. 1	gab	16,42	Procent	Asche.
„ „	No. 2	„	13,14	„	„
„ „	No. 3	„	7,62	„	„
„ „	No. 4	„	7,36	„	„
„ „	No. 5	„	8,27	„	„
„ „	No. 6	„	7,50	„	„
„ „	No. 7	„	20,06	„	„
„ „	No. 8	„	12,71	„	„
„ „	No. 9	„	12,31	„	„
„ „	No. 10	„	10,88	„	„
„ „	No. 11	„	14,80	„	„
„ „	No. 12	„	51,33	„	„

Aus dieser Tabelle geht aber leider hervor, dass wir es hier mit keinem „normalen“ (wie ich es nennen möchte) Torflager zu thun haben, d. h. mit keinem Torflager, welches von der Einwirkung fremder von aussen her während oder nach seiner Bildung störend auftretender Agentien frei blieb; und doch kann gerade der Zweck, welchen meine Untersuchungen zunächst im Auge haben, nur an solchen normalen Torflagern mit Sicherheit erreicht werden. Von einer regelmässigen Zunahme der Asche, in der Richtung von oben nach unten, ist, wenn man sich bloss an vorstehende Tabelle hält, nicht die Rede. So wenig Aufmunterndes nun auch in diesem Umstande liegen mochte, so liess ich mich doch von der Fortsetzung der Untersuchung dieses Torflagers nicht abschrecken.

Es wurde die Asche einer jeden Abtheilung der vollständigen chemischen Analyse unterworfen, und dabei Folgendes gefunden:

(Tabelle No. XVI.)

100 Theile der Asche des Torfes von Rathshof enthielten in den Schichten:

	No. 1.	No. 2.	No. 3.	No. 4.	No. 5.	No. 6.
Unlösliches .	27,684	22,468	4,483	3,192	3,629	3,382
Lösl. Kiesels.	4,322	3,394	0,900	1,012	0,785	0,863
Chlor	0,198	0,089	0,108	0,240	0,171	0,194
Schwefelsäure	4,767	5,120	6,835	8,595	10,182	14,726
Phosphors. .	2,249	2,129	1,575	1,295	1,612	1,549
Eisenoxyd . .	8,956	3,716	3,149	4,173	3,846	2,779
Thonerde . .	4,153	5,333	1,306	0,262	0,703	1,425
Kalkerde . .	30,121	36,029	47,057	48,886	49,577	48,551
Magnesia . .	2,908	3,423	5,219	5,014	2,275	3,670
Kali	0,570	0,412	0,570	0,503	0,432	0,814
Natrum . . .	0,005	0,002	0,031	0,000	0,000	0,016
Kohlensäure .	14,067	17,885	28,767	26,828	26,788	22,031
Summa . .	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000

	No. 7.	No. 8.	No. 9.	No. 10.	No. 11.	No. 12.
Unlösliches .	44,250	14,846	10,103	9,745	8,849	69,324
Lösl. Kiesels.	11,909	4,841	6,179	1,852	0,637	3,467
Chlor	0,168	0,113	0,039	0,007	0,262	0,013
Schwefelsäure	11,852	24,434	28,908	35,962	35,418	5,977
Phosphors. .	0,803	1,301	1,993	1,204	0,786	0,331
Eisenoxyd . .	7,673	32,152	28,493	20,212	24,651	6,230
Thonerde . .	6,877	0,807	0,231	0,938	1,220	5,418
Kalkerde . .	12,410	17,832	20,286	25,461	23,876	6,772
Magnesia . .	2,582	2,978	3,184	3,928	3,614	1,632
Kali	1,183	0,647	0,556	0,615	0,485	0,5131
Natrum . . .	0,048	0,000	0,000	0,047	0,055	0,046
Kohlensäure .	0,245	0,049	0,028	0,029	0,147	0,277
Summa . .	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000

Jetzt klärt sich manches auf, was bei der Betrachtung der Tabelle No. XV dunkel blieb.

Zunächst nämlich ergiebt sich, dass der grosse Aschengehalt der untersten Schicht (No. 12) von der grossen Menge in Salzsäure unlöslicher Körper herrührt; es stammen dieselben aus dem Untergrunde, der sich übrigens keineswegs scharf von dem Torfe abgrenzte; auch lehrte das bewaffnete Auge, dass es mit Glimmerblättchen gemengter Sand war,

also offenbar zur eigentlichen Asche der Torfpflanzen gar nicht gehörte. Auch findet sich jetzt die Ursache des grossen Aschengehaltes der Schicht No. 7; sie hat ebenfalls eine starke fremde Beimengung erhalten, wie vor allem der 44 Procent betragende Posten „Unlösliches“ beweist. Die hohen Aschenprocente der Schichten No. 1 und 2 endlich sind in derselben Erscheinung begründet.

Ferner stellt sich in der unteren Hälfte des ganzen Torflagers (also in den Schichten No. 7—12), verglichen mit der oberen Hälfte (also in den Schichten No. 1—6), ein ganz ausserordentlicher Reichthum an Schwefelsäure und Eisenoxyd heraus. Damit derselbe in seinem Verhältnisse zu den anderen Aschenbestandtheilen (namentlich aber zu dem Kalke) noch schärfer hervortritt, habe ich in der nachstehenden Tabelle darzustellen versucht, welchen ohngefähren Antheil diese beiden Körper an der procentischen Zusammensetzung dieser Aschen nehmen würden, wenn sonstige fremdartige Beimengungen nicht vorhanden wären. Zieht man nämlich das in Salzsäure „Unlösliche“, sammt der löslichen Kieselsäure und der Thonerde (welche erstere zum Theil, letztere aber wahrscheinlich vollständig diesen fremdartigen Beimengungen angehört) ab, und berechnet darauf die procentische Zusammensetzung von neuem, so ergiebt sich nachstehendes Resultat:

(Tabelle No. XVII.)

100 Theile der Asche des Torfes von Rathshof enthielten (nach Abzug des in Salzsäure Unlöslichen, der löslichen Kieselsäure und der Thonerde):

	in der Schicht No. 1.	in der Schicht No. 2.	in der Schicht No. 3.	in der Schicht No. 4.	in der Schicht No. 5.	in der Schicht No. 6.
Schwefelsäure	7,50	7,44	7,47	9,38	11,10	15,84
Eisenoxyd . .	14,09	5,40	3,44	4,55	4,19	2,99
Kalkerde . .	47,40	52,36	51,45	53,35	54,04	52,22

	in der Schicht No. 7.	in der Schicht No. 8.	in der Schicht No. 9.	in der Schicht No. 10.	in der Schicht No, 11.	in der Schicht No. 12.
Schwefelsäure	32,05	30,73	34,62	41,11	39,66	27,42
Eisenoxyd . .	20,75	40,43	34,12	23,10	27,60	28,58
Kalkerde . .	33,57	22,43	24,30	29,11	26,74	31,08

Der bei weitem grösste Theil des Eisenoxydes und der Schwefelsäure der Asche der unteren Torfschichten war in dem uneingeäscherten Torfe als Schwefeleisen (und zwar als Doppeltschwefeleisen) vorhanden, was sich schon während der Einäscherung dadurch zu erkennen gab, dass grosse Mengen von schwefliger Säure entwichen. Eine genauere Bestimmung jedoch, in welchem Verhältniss zur Schwefelsäure und dem Eisenoxyd das Schwefeleisen beigemengt war, ist bis jetzt noch unterblieben. Jedenfalls liegt in dieser Beimengung ein grosses Hinderniss für die richtige Beurtheilung der Zusammensetzung dieser Aschen. Denn um zu wissen, welcher Theil der Asche den Torfpflanzen angehört und welcher als von aussen hinzugekommene Beimengung zu betrachten ist, müsste allem zuvor das Schwefeleisen eliminirt werden; und selbst das würde noch nicht ausreichen, da ungewiss bleibt, ob bloss Eisen oder auch schwefelsaure (Kalk-) Salze von aussen hinzukamen. Es ist nämlich eben so wohl möglich, dass kohlensaures Eisenoxydul enthaltendes Wasser

bei dem Zusammenkommen mit dem schwefelsauren Kalke des Torfes Schwefeleisen bildete, als es möglich war, dass Wasser, welches kohlensaures Eisenoxydul und Gyps zugleich enthielt, in Berührung mit dem Torf zur Entstehung von Schwefeleisen Anlass gab. Ja es können beide Prozesse in Gemeinschaft stattgefunden haben, wodurch der Fall nur noch complicirter wird.

Der Untergrund dieses Torflagers stellt sich im frischen und nassen Zustande als eine hellgraue oder schmutzigweisse ziemlich plastische, nach dem Austrocknen hart werdende Masse dar, frei von allen gröberen und kleineren Steinen. Seine Hauptmasse ist ein äusserst feiner, vollkommen weisser, mit Thon und Glimmerblättchen gemengter Sand. Bei der Behandlung mit Salzsäure brauste er schwach, obschon es ohngewöhnlich lange dauerte, ehe dieses Brausen begann.

Er ward mir, wie bereits bemerkt, in unmittelbarer Berührung mit dem Torf in einer Mächtigkeit von 1 1/2 Fuss [1]) zur Disposition gestellt. Ich theilte denselben in 2 gleiche Theile (einen oberen No. 1 und einen unteren No. 2) und bestimmte darin die Menge der Schwefelsäure, der Kalkerde und Magnesia, so wie der organischen Substanzen. Die Tabelle No. XVIII bringt die hierher gehörigen analytischen Daten.

(Tabelle No. XVIII.)

Der Untergrund des Torflagers von Rathshof (bei 120° C. getrocknet) enthielt in 100 Theilen:

	Schicht No. 1.	Schicht No. 2.
Schwefelsäure . . .	0,309	0,580
Kalkerde	2,124	1,534
Magnesia	2,150	1,614
Organ. Substanzen .	2,220	2,550

1) Ob er eine noch grössere Mächtigkeit besitzt, ist mir, eben so was weiter unter ihm liegt, bis jetzt noch unbekannt.

Ein Gehalt an Schwefeleisen konnte nicht nachgewiesen werden.

Ich unterlasse es auf Betrachtungen, zu welchen die Beschaffenheit dieses Torfuntergrundes Anlass giebt, jetzt weiter einzugehen, und mache nur auf einen Umstand aufmerksam; nämlich auf das Verhältniss der Magnesia zum Kalke, wie es sich in der vorstehenden Tabelle klar ausspricht. Man sieht, es ist mehr Magnesia als Kalk vorhanden, und zwar stellt sich, wenn man von der gefundenen Kalkerde diejenige Menge abzieht, welche mit der Schwefelsäure Gyps bildete, das Ueberwiegen von Magnesia (wie der übrige Kalk als kohlensaures Salz vorhanden) nur um so greller heraus. Es hält schwer, eine passende Erklärung dieser auffälligen Thatsache zu geben, so dass auch sie, wie so manche andere, vorläufig stillschweigend zu den Acten zu nehmen sein wird.

Setzt man nämlich voraus, dass das Material dieses Untergrundes aus der Zerstörung früher fester Gesteinsmassen hervorging, wobei es im Augenblick gleichgültig sein mag, ob solcher Prozess an demselben Orte vor sich ging, wo das Zersetzungsproduct jetzt noch gefunden wird (wie bei dem Torfmoore von Awandus), oder ob letzteres forttransportirt und erst später an seiner jetzigen Lagerstätte deponirt ward (wie wahrscheinlich bei dem Torflager von Rathshof), so ist es jedenfalls im höchsten Grade bemerkenswerth, dass die hier betroffenen Zersetzungsprodukte dolomitischer Kalksteine verhältnissmässig reicher sind an kohlensaurer Magnesia, als der noch feste und unzersetzte Kalkstein. So oft ich anderwärts Gelegenheit gehabt habe, die Zersetzungs- und Verwitterungsprodukte der Dolomite und dolomitischen Kalksteine zu untersuchen, immer habe ich gefunden, dass vor-

zugsweise die kohlensaure Magnesia gelöst ward und ein magnesiaarmes Produkt zurückblieb. Nun erreicht aber selbst in dem reinen Dolomit die Menge der Magnesia niemals die Menge des Kalkes, da sich hier das Verhältniss des kohlensauren Kalkes zur kohlensauren Magnesia wie 54 zu 46 (mit Hinweglassung der Decimalstellen) gestaltet. Es muss daher einen uns bis jetzt noch unbekannten Vorgang geben, welcher den thatsächlich befundenen Reichthum unseres Torfuntergrundes an kohlensaurer Magnesia (natürlich nur im Verhältniss zu dem darin vorhandenen kohlensauren Kalk) veranlasst hat.

Zum Schluss möge man endlich noch eine Vergleichung der Resultate, welche durch die im Vorstehenden mitgetheilten Untersuchungen der Torflager von Awandus und Rathshof erlangt worden sind, anstellen, wobei man sich des Gesichtspunktes zu erinnern hat, von welchem die ganze Arbeit ausging, nämlich wo möglich durch die Aschenanalyse nachzuweisen, welcher Art die Pflanzen waren, welche zur Bildung dieses oder jenes Torflagers jetzt oder in irgend einer frühern Periode verwendet wurden, und ob namentlich bei einem und demselben Torflager zu allen Zeiten dieselben Pflanzen vegetirten.

Zur sicheren Entscheidung des letztgedachten Theils dieser Frage, ob zu allen Zeiten bei dem Torflager von Awandus, so wie von Rathshof, dieselben Pflanzen an der Torfbildung theilnahmen, scheint mir durch die vorliegenden Untersuchungen noch nicht hinreichendes Material zusammengebracht worden zu sein, da, wie gezeigt worden ist, in beiden Fällen, namentlich aber bei dem Rathshof'schen Torfe grosse Störungen stattgefunden haben, welche die erlangten Resultate trüben; und wenn ich nach der ersten ältern, allerdings unvollkomme-

nen Untersuchung des Torflagers von Awandus annehmen zu müssen glaubte, dass dort in der That zu allen Zeiten dieselben Pflanzen wuchsen, wie wir sie heut zu Tage auch noch antreffen, so bin ich doch durch die weit umfänglichere neuere Untersuchung in dieser Ansicht schwankend geworden. Bei dem Rathshof'schen Torflager ist der Fall noch weit schlimmer; und wenn ich dennoch behaupte, dass hier nicht zu allen Zeiten dieselben Pflanzen an der Torfbildung Antheil nahmen, so kann ich doch solche Behauptung nicht auf die angestellte chemische Analyse der Aschen der verschiedenen Schichten, sondern nur auf deren botanische Urtersuchung begründen. Die Schicht No. 10 bestand, wie weiter oben gezeigt worden ist, fast durchaus aus Moos, während die übrigen Schichten fast nur aus Resten und namentlich wohlerhaltenen Blattscheiden von *Cyperaceen* zusammengesetzt waren.

Günstiger dagegen scheint es sich mit dem ersten Theil der Frage zu gestalten, welche Art nämlich die Hauptmasse der Pflanzen war, welcher zur Bildung dieses oder jenes Torflagers verwendet wurden. Denn stellen wir diese Frage in Rücksicht auf die beiden untersuchten Torflager von Awandus und Rathshof, so scheint es wohl keinem Zweifel unterworfen, dass es verschiedene Pflanzen gewesen sein müssen, wie man aus der nachstehenden Tabelle ersehen kann.

(Tabelle No. XIX.)

Procentische Zusammensetzung der Asche des Torfes (nach Abzug der Kohlensäure :

	von Awandus im Mittel der Schichten No. 3, 4, 5.	von Rathshof im Mittel der Schichten No. 3, 4, 5, 6.
Unlösliches	4,714	4,968
Lösliche Kieselerde	0,775	+ 1,204
Chlor	+ 0,310	0,241
Schwefelsäure . . .	+25,570	13,646
Phosphorsäure . . .	+ 4,135	2,041
Eisenoxyd	+17,383	4,719
Thonerde	0,678	1,250
Kalkerde	43,291	+65,657
Magnesia	0,975	+ 5,473
Kali	+ 1,477	0,785
Natrum	+ 0,692	0,016
Summa . .	100,000	100,000

Bemerkung. 100 Theile des Torfes dieser Schichten enthielten durchschnittlich :

Asche	3,433	7,685

100 Theile der Asche dieser Schichten enthielten durchschnittlich :

Kohlensäure	10,736	26,104

Zur Erläuterung dieser Tabelle muss aber Folgendes bemerkt werden :

Ein Blick auf die Tabellen No. XI und No. XV, so wie auf No. XII und No. XVI belehrt uns, dass während und nach der Bildung der Torfschichten No. 3, 4 und 5 von Awandus, so wie No. 3, 4, 5 und 6 von Rathshof gröbere Störungen von aussen offenbar am wenigsten stattgefunden haben, denn nicht nur dass der procentische Aschengehalt dieser Schichten kein sehr unregelmässiger ist, so spricht noch der Umstand, dass der Gehalt der betreffenden Aschen an „Unlöslichen“ keinen sehr grossen Abweichungen unterliegt dafür, dass wir es innerhalb dieser Schichten mit reinem oder „normalem“ Torf (wie ich ihn nennen möchte) zu thun habe. Es sind da-

her, um einen Ausdruck für die Zusammensetzung der Asche dieses reineren Torfes, sowohl von Awandus, wie von Rathshof, zu gewinnen, die eben genannten Schichten zusammengefasst und daraus das Mittel genommen worden, wodurch noch der weitere Vortheil erzielt ward, dass kleinere Schwankungen und Unregelmässigkeiten in der Zusammensetzung der zusammengehörigen Aschen so viel als möglich ausgeglichen erscheinen. Die Tabelle No. XIX enthält also die mittlere Zusammensetzung der Asche von 3 und respective 4 Torfschichten.

Ferner wurde bei der Berechnung dieser Tabelle die Kohlensäure der hierher gehörigen Aschen eliminirt, da, wie bei gleichem Verfahren in meiner öfter citirten frühern Abhandlung angeführt worden ist, nicht in jedem Fall mit Sicherheit angegeben werden kann, wie viel Kohlensäure bei dem Einäschern entwich. Endlich aber heben die vor den Zahlen stehenden Pluszeichen zur grösseren Bequemlichkeit des Lesers hervor, welcher Aschenbestandtheil in der einen oder andern Asche in grösster Menge vorhanden ist.

Demgemäss zeigt nun die so zusammengestellte Tabelle; erstens, dass der Torf von Rathshof mehr als noch einmal so viel Asche hat als der Torf von Awandus; zweitens aber, und das ist für unsern Fall noch viel wichtiger, dass die Asche des Torfes von dem Hochmoore von Awandus reicher ist an Chlor, Schwefelsäure, Phosphorsäure, so wie an Alkalien, während die Asche des Torfes von dem Wiesenmoore von Rathshof reicher ist an Kieselsäure, Kalk und Magnesia.

Ich halte nun dafür, dass diese Verschiedenheiten lediglich bedingt sind durch die Verschiedenheit der Pflanzen aus denen sich der Torf bildete, und es wird meine Sorge sein, durch fortgesetzte Studien an anderen Hochmooren so wie

Wiesenmooren zu prüfen, ob der obenangeführte Unterschied in der Menge so wie in der Zusammensetzung der Aschen beider Arten von Mooren ein constanter ist.

Wenn ich diese Abhandlung, wie hiemit geschieht, mit ein Paar der Praxis zufallenden Bemerkungen schliessen soll, so hätte ich, zum weiteren Vergleich beider Torflager gehörig, nur noch anzuführen, dass der Brennwerth des Torfes von Rathshof dem von Awandus bedeutend nachsteht[1]), dass ferner die gesammte untere Hälfte des Rathshof'schen Torflagers wegen grossen Gehaltes von Schwefelsäure für Kesselfeuerungen gar nicht zu gebrauchen ist, und endlich, dass der Asche des Torfes von Awandus ein viel höherer Düngerwerth innewohnt, insbesondere wegen ihres Reichthums an Phosphorsäure, Schwefelsäure und Alkalien.

1) Zum Beweis für die Behauptung, dass der Torf von Rathshof einen geringeren Brennwerth als der von Awandus besitze, theile ich die Ergebnisse der Elementaranalyse der Schicht No. 2 mit.

(Tabelle Nr. XX.)

Die Torfschicht No. 2 von Rathshof enthielt im wasser- und aschenfreiem Zustande, in 100 Theilen:

Kohlenstoff . .	50,82
Wasserstoff . .	5,13
Sauerstoff . .	41,20
Stickstoff . . .	2,85
Summa	100,00

Während der Torf von Awandus, selbst in seiner den geringsten Brennwerth besitzenden Schicht, bedeutend mehr Kohlenstoff, nämlich 56,63 Procent enthält. Vergl. Tabelle No. III der früheren Abhandlung.

Anhang.

Es ist gelegentlich der Beschreibung des Torfuntergrundes von Rathshof der Thatsache gedacht worden, dass dort die kohlensauere Magnesia in einer absolut grösseren Menge als der kohlensauere Kalk vorkommt. Ich knüpfe die nachfolgende Mittheilung an, von der ich glaube, dass sie das specielle Interesse des Landwirthes in Anspruch nehmen wird.

Bekanntlich wird in allen über Bodenkunde und dergleichen handelnden Schriften so ziemlich übereinstimmend behauptet, ein grösserer Gehalt des Bodens an Magnesia (und zwar wird wohl immer damit die kohlensaure Magnesia gemeint) sei der Vegetation nachtheilig. Diese Behauptung schreibt Einer von dem Andern ab, sie wird von dem Einen dem Anderen nachgesprochen, ohne dass dafür Beweise vorgebracht werden.

Es hat schon lange dieser Gegenstand meine Aufmerksamkeit auf sich gezogen, und ich habe bei meinen Nachforschungen gefunden, dass der Engländer Tennant der Erste gewesen zu sein scheint, von welchem solche Behauptung ausgegangen ist. Wenigstens liest man bei Davy[1]) Folgendes:

„Die wichtigste Thatsache, mit welcher wir innerhalb der letzten Jahre in Rücksicht auf die Wirkung des Kalks

---

1) Vergl. „Elements of agricultural Chemistry by Sir Humphry Davy. New-York 1815.“ Seite 20. Eben so ist Weiteres über Tennant's Versuche auf Seite 287 nachzulesen.

(als Bodenbestandtheil, so wie als Düngungsmittel) bekannt wurden, verdankt man Herrn Tennant. Man wusste längst, dass eine besondere Art von Kalkstein in verschiedenen Gegenden des Nordens von England vorkommt, welcher im gebrannten und gelöschten Zustande dem Ackerboden, in bedeutender Menge beigemischt, Unfruchtbarkeit erzeugt, oder doch die Erträge für mehrere Jahre ansehnlich schwächt. Herr Tennant hat nun durch die chemische Untersuchung dieser Kalksteinart im Jahre 1800 dargethan, dass sie sich durch einen Gehalt von Magnesia von dem gewöhnlichen Kalkstein unterscheidet; und durch verschiedene Experimente bewies er, dass dieser Körper der Vegetation nachtheilig sei, wenn er im gebrannten Zustande in grösserer Menge zur Düngung verwendet wird. Unter gewöhnlichen Verhältnissen jedoch ist die Düngung mit aus magnesiahaltigem Kalkstein gewonnenem Kalke, wenn in mässiger Quantität angewendet, auf den fruchtbaren Feldern in Leicestershire, Derbyshire und Yorkshire von gutem Erfolge; und man würde ihn vielleicht in grösseren Quantitäten auf solchen Bodenarten anwenden können, welche reich an Humus sind. Kohlensaure Magnesia (so fährt Davy fort) scheint keinen nachtheiligen Einfluss auf die Vegetation auszuüben u. s. w.“ — Später, an anderen Stellen desselben Buches, kommt Davy wiederholt auf diesen Gegenstand zurück, und aus Allem geht schliesslich hervor, dass er der Meinung ist, nur ätzende Magnesia, nicht aber kohlensaure Magnesia könne nachtheilig einwirken.

Bei solcher Lage der Dinge war es höchst wünschenswerth, etwas Weiteres und Positives über diesen Gegenstand in Erfahrung zu bringen. Vielleicht, dass es die nachstehende Beobachtung zu thun im Stande ist.

Vor längerer Zeit bereits schrieb mir ein früherer Zögling unserer Universität, jetzt Verwalter eines grossen Gutes im Poltawa'schen Gouvernement, wie folgt; „Erlauben Sie, dass ich Sie mit der Bitte belästige, Erde von unserem Salzboden (Солонецъ) zu analysiren. — — — Die Stellen solchen Salzbodens finden sich in bedeutender Menge in der ganzen Umgegend; wie weit sie sich ins Poltawa'sche hineinstrecken[1]) kann ich nicht angeben, im Tschernigow'schen gehen sie, so viel ich habe erfahren können, bis an die Grenze der Kieferregion, sind also so weit verbreitet, wie der Tschernosem geht. Ob die grossen Солонцы der südlichen und namentlich der östlichen Gouvernements von derselben Natur sind, wie die hiesigen, ist mir unbekannt. Jedenfalls wäre eine genaue Analyse derselben ein ebenso schätzbarer Beitrag zur wissenschaftlichen Bodenkunde, wie ein Fingerzeig für die Praxis. In dem von mir verwalteten Vermögen habe ich allein in diesem Jahre auf circa 100 Dessjätinen Arbeit und Saat verschwendet, indem auf dem Salzboden die Saat zum Theil gar nicht aufging, zum Theil bald nach dem Aufkommen vergilbte und ausging, zum Theil kümmerlich blieb und nicht zur Reife kam, während dicht nebenbei und zwischen ihnen das Getreide mannshoch stand."

„Die Eigenthümlichkeiten unserer Солонцы, im Kurzen zusammengefasst, sind folgende:"

„Der Boden ist tief, schwarz — bis auf 1 Arschin — locker (an andern Orten aber soll er bei trockenem Wetter sehr hart werden), warm, mit durchlassendem Untergrund, dessen Beschaffenheit aus beifolgender Probe zu ersehen; kurz, physikalisch ist kein Unterschied zu bemerken zwischen

1) Das Gut Parafijewka liegt hart an der Grenze des Poltawa'schen Gouvernements.

ihm und dem daneben liegenden, ausserordentlich fruchtbaren Boden. Auswitterungen von einem weissen Salz beobachtet man auch auf fruchtbarem Boden, vielleicht aber in etwas geringerem Grade."

„Winterkorn (Roggen) kommt am wenigsten fort, besser Sommerkorn, am besten Runkelrüben. Dabei aber ist, wie eben gesagt, zu bemerken, dass das Getreide, wenn überhaupt, spät und kümmerlich aufgeht, klein und kränklich sich zeigt, und nicht reift, sondern grün bleibt. Runkelrüben gehen ebenfalls kümmerlich auf, kränkeln anfangs, erholen sich später aber oft und erreichen dann eine ausserordentliche Grösse. Die Säfte aus diesen Rüben lassen sich schwer verkochen. Genauere Beobachtungen und Untersuchungen über die Bestandtheile derselben sind nicht angestellt."

„Als Unkraut finden sich auf diesem Salzboden hauptsächlich Meldenarten, jedoch auch diese kränkelnd. Auf unbebautem Boden sind überhaupt die Солонцы schwer zu erkennen, da sie mit den gewöhnlichen Gräsern bewachsen sind, die aber stets klein bleiben."

„Schafe sollen die Erde mit der grössten Gier fressen etc."

„Die beifolgenden Proben von gutem und schlechtem Roden gehören, nach Entfernung der Pflanzen, der Ackerkrume bis zu 10 Zoll Tiefe an. Beide Proben sind von nur wenige Arschinen von einander entfernten Lokalitäten entnommen u. s. w. u. s. w."

Die nachstehende Tabelle bringt die Resultate der chemischen Untersuchung dieses Bodens [1]).

1) Diese Untersuchung wurde in dem hiesigen agrikultur-chemischen Laboratorium von dem stud. oec. Hrn. v. Arpshofen ausgeführt.

(Tabelle No. XXI.)

100 Theile schwach geglühten Tschernosem aus dem Poltawa'schen Gouvernement enthielten (nach Abzug der Kohlensäure):

	im fruchtbaren Boden.	im unfruchtbaren Boden (Salzboden).
Unlösliches	87,732	87,624
Lösliche Kieselsäure	5,524	4,971
Chlor	0,003	0,005
Schwefelsäure . . .	0,077	0,070
Phosphorsäure . . .	0,609	0,193
Eisenoxyd	1,834	1,728
Thonerde	2,560	2,561
Kalkerde	0,887	1,091
Magnesia	0,403	1,459
Kali	0,301	0,238
Natrum	0,070	0,060
Summa . .	100,000	100,000

Bemerkung. 100 Theile desselben Bodens enthielten:

Kohlensäure	0,119	0,760

100 Theile des ungeglühten, aber bei 115° getrockneten Bodens enthielten:

Humus	7,915	6,760

Wir haben hier an diesem „Salzboden" das sehr merkwürdige Beispiel eines Bodens, in welchem die Magnesia den Kalk überwiegt, und ich vermag den Grund der übeln Eigenschaften dieses Bodens nur in seinem grossen Gehalte an kohlensaurer Magnesia zu erkennen. Bei der, gegenüber dem kohlensauren Kalke, leichteren Löslichkeit der kohlensauren Magnesia in der mit Kohlensäure imprägnirten Bodenfeuchtigkeit wird durch so entstandene concentrirte Magnesialösung der endosmotische Process der Pflanzenernährung gestört. In anderen Fällen geschieht das Nämliche durch concentrirte Gypslösungen, wie bei dem von mir aus dem Taurischen und Jekaterinoslaw'schen Gouvernement mitgebrachten und theils von mir selbst, theils von Herrn Paw-

lowitsch untersuchten „Salzboden“ [1]); in wieder anderen Fällen durch Chlornatrium; und endlich kann dasselbe durch kohlensaures Eisenoxydul geschehen. Ueberall wird durch Zuführung einer concentrirten Lösung irgend eines der genannten Salze der endosmotische Process gestört, und überall ist die Folge davon Unfruchtbarkeit des Bodens, wenigstens Unfruchtbarkeit für gewisse Pflanzen. Auch hier bietet sich noch ein weites Feld für Beobachtungen dar.

---

1) Vergl. über diesen Gegenstand die Mittheilung des Herrn Candidaten der Landwirthschaft, Pawlowitsch, im Jahrgang 1860 No. 19 der Zeitschrift: Вѣстникъ естественныхъ наукъ издаваемый императорскимъ Московскимъ обществомъ испытателей природы.

Est.
A-13045
22791