

ANZEIGER  
DER  
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN  
IN KRAKAU.



**1899.**

APRIL.



KRAKAU.  
UNIVERSITÄTS-BUCHDRUCKEREI  
1899.

DIE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN IN KRAKAU

wurde von Seiner Kais. u. Kön. Ap. Majestät

FRANZ JOSEF I.

im J. 1872 gestiftet.

---

Protector der Akademie:

Seine kais. und kön. Hoheit

ERZHERZOG FRANZ FERDINAND VON OESTERREICH-ESTE.

Viceprotector:

SEINE EXCELLENZ JULIAN Ritter v. DUNAJEWSKI.

Präsident: GRAF STANISLAUS TARNOWSKI.

Generalsecretär: Dr. STANISLAUS SMOLKA.

**Auszug aus den Statuten der Akademie.**

(§. 2). Die Akademie steht unter dem Allerhöchsten Schutze Seiner Majestät des Kaisers, welcher den Protector und den Viceprotector der Akademie ernennt.

(§. 4). Die Akademie zerfällt in drei Classen:

- 1) die philologische Classe,
- 2) die historisch-philosophische Classe,
- 3) die mathematisch-naturwissenschaftliche Classe.

(§. 12). Die Publicationen der Akademie erscheinen in polnischer Sprache, welche zugleich die Geschäftssprache der Akademie ist.

---

*Der Anzeiger der Akademie der Wissenschaften in Krakau, welcher für den Verkehr mit den auswärtigen gelehrten Gesellschaften bestimmt ist, erscheint monatlich, mit Ausnahme der Ferienmonate (August, September) und besteht aus zwei Theilen, von denen der eine die Sitzungsberichte, der zweite den Inhalt der in den Sitzungen vorgelegten Arbeiten enthält. Die Sitzungsberichte werden in deutscher Sprache redigiert, bei der Inhaltsangabe hängt die Wahl der Sprache (Deutsch oder französisch) von dem Verfasser der betreffenden Arbeit ab.*

Subscriptionspreis 3 fl. ö. W. = 6 Mk. jährlich.

Einzelne Hefte werden, so weit der Vorrath reicht, zu 40 Kr. = 80 Pf. abgegeben.

---

Nakładem Akademii Umiejętności

pod redakcyą Sekretarza generalnego Dr. Stanisława Smolki.

Kraków, 1899. — Drukarnia Uniw. Jagiell. pod zarządem J. Filipowskiego.

ANZEIGER  
DER  
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN  
IN KRAKAU.

---

---

N<sup>o</sup> 4.

April.

1899.

---

---

**Inhalt:** Sitzungen vom 10, 17 und 24 April 1899. — *Résumés:* 17. J. BYSTROŃ. Orthographie und Sprache der polnischen Gesetzbücher des XV Jh. — 18. F. PIĘKOSIŃSKI. Ueber die Quellen der ruthenischen Heraldik. — 19. St. J. TRUGUTT. Zeagonit, ein neues Verwitterungsproduct des Nephelins. — 20. M. P. RUDZKI. Deformationen der Erde unter der Last des Inlandeises. — 21. Berichte der physiographischen Commission, Bd. XXXIII. — 22. J. ŚNIEŻEK. Ueber galizische Schmarotzerbummelarten. — 23. E. L. NIEZABITOWSKI. Materialien zur Fauna der Blatt- und Holzwespen Galiziens.

---

---

Sitzungsberichte.

---



Philologische Classe.

---

Sitzung vom 17. April 1899.

---

Vorsitzender: Prof. Dr. K. Morawski.

Prof. Dr. J. TRĘTIAK legt seine Arbeit: „*Studien über Puzoskin und sein Verhältnis zu Mickiewicz. I Theil*“ vor.

H. R. ZAWILIŃSKI liest seine Abhandlung: *Ueber den Einfluss der slowakischen Sprache auf die Dialecte der Podhalaner*“.

Der Secretär berichtet über die Sitzungen der literarischen Commission vom 15. April 1899 und der kunsthistorischen Commission vom 23. März 1899.

---



## Historisch-philosophische Classe.

---

Sitzung vom 24. April 1899.

---

Vorsitzender: Prof. Dr. F. Zoll.

Der Secretär überreicht die neuerschienenen Publicationen der Classe:

F. PIEKOSIŃSKI. »Heraldyka polska wieków średnich« (*Die Heraldik des polnischen Mittelalters*), 8-o, 486 S.

F. PIEKOSIŃSKI. »C źródłach heraldyki ruskiej« (*Ueber die Quellen der ruthenischen Heraldik*), Abhandl., 8-o, B. 38, S. 185—204<sup>1)</sup>).

Dr. A. KĘTRZYŃSKI liest seine Abhandlung: »*Ueber die ältesten Ansiedelungen der Slaven zwischen Rhein, Elbe, Saale und der böhmischen Grenze*«.

Der Secretär legt die Abhandlung des H. Dr. A. PROCHASKA: »*Ueber die Schlacht bei Warnau*« vor.



## Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe.

---

Sitzung vom 10. April 1899.

---

Vorsitzender: Prof. Dr. F. Kreutz.

Der Secretär überreicht die neuerschienene Publication der Classe:

E. STRUMPF. »Z histologii sosny« (*Zur Histologie der Kiefer*), Abhandl., 8-o, B. 36, S. 184—213.

Prof. Dr. F. Kreutz berichtet über die Abhandlung des H. St. J. THUGUT: »*Zeagonit, ein neues Verwitterungsproduct des Nephelins* 2)

1) Siehe unten Résumés S. 165. — 2) ib. S. 168.

Prof. Dr. A. Witkowski überreicht die Abhandlung des H. Prof. Dr. M. P. RUDZKI: „*Deformationen der Erde unter der Last des Inlandeises*“<sup>1)</sup>.

Der Secretär berichtet über die Sitzung der physiographischen Commission vom 27. März 1899.

1) Siehe unten Résumés S. 169.



## R é s u m é s

---

17. — J. Bystroń. **O pisowni i języku ksiąg ustaw polskich z w. XV.** (*Orthographie und Sprache der polnischen Gesetzbücher des XV. Jh.*).

Der Verfasser handelt über Orthographie und Sprache der im XV. Jh. entstandenen polnischen Übersetzungen des Statuts von Wiślica (erste Übersetzung von Świętosław z Wocieszyna 1449, eine zweite vom Jahre 1460, sowie anderer Gesetzsammlungen, die in den Codices: Świętosław (Ś.), Działyński I (D. I.), Dzikow'er (Dz.) und Stradomski's (Str.) enthalten sind.

Was die Orthographie der Codices anlangt, so ist zu bemerken, dass Świętosław die sogenannten geschlossenen Vocale oft durch Doppelzeichen ausdrückt: baaczacz, przydaawaa, daawno-szczi, dzaal, gaalki, gwaalthem, skaazaan, wyklaad, snaacz, zaakow, daan, ymyaan, ymaa, dzirzaal, ymyaal, layaal, pozwaal, braczaa, sbozaa, dzewyczaam, mąszatkaam, robotaamy, rzeczaaach, zzałobaach, poszaaw, staacz, naas, naam, oszandzoon, zaplaczoon, panoow — rzeeki, brzeeg, pozwancemu, bładnee u. sw. Ferner liebt Świętosław die phonetische Schreibweise: paropkoma, sethmnadzescza, szołacz (żołądź), zastawyph, myoth (miód) u. sw. Die Orthographie des zweiten Theiles des Codex, Rożańskis Übersetzung der masovischen Statute, unterscheidet sich in einigen Punkten von der des ersten Theiles. Während in diesem, sowie in den übrigen Handschriften, die Nasalvocale im Auslaute gewöhnlich mit *q* bezeichnet werden, ist in der Übersetzung Rożański's *qn* üblich. Die Silbe *je* drückt Świętosław, in Ubereinstimmung mit den übrigen Handschriften durch *ge*, Rożański, von allen abweichend, durch *ye* aus. Den Laut *š* schreibt Świętosław

gewöhnlich mit *sz*, Rożański zumeist mit *sch*, die Laute *ś*, *ź*, *ć*, *č*, *g*, schreibt Świętosław ohne das später üblich gewordene Erweichungszeichen *y* (*i*), welche Praxis sich auch noch teilweise in D. I. findet, Rożański dagegen wendet schon *y* und *i* als Erweichungszeichen an. Alle Handschriften weisen übrigens Ungleichmässigkeiten auf, was auf verschiedene Schreiber schliessen lässt, und strotzen von Fehlern, woraus man folgern könnte, dass wir es mit Abschriften zu thun haben.

Aus der Lautlehre wären hervorzuheben Bildungen mit *a* (statt *e*) bei Świętosław: *jana*, *janaki*, *jadnacz*, *czasny*, *miaszkać*, *krachkość*; umgekehrt mit *e* statt *a*: *rena*, *renié*. Altes *e* hat sich erhalten in: *pożega*, *pożewstwo*, *pożeżsca* neben *pozosca*; *e = ê* in: *dzielać*, *powiedać*, *niewiasta* u. a.; *i* in *alibo* (*a-li-bo*), nur bei Świętosław, *kalizdy*, *koliżdy*, *mnimać*, *siekira*, *sirota*, *dopiro*, *wieliki* u. a.; *o* in *stroża*, *Włodzisław*, *włostny*, *włosny*, *włoszczy*, *przekłota* n. a.; *u* in *lutować*, *juniec*, *družność* (*дрѹзнѣ*); *y* in *cztyry*, *pastyrz*; *a* in *sąmnienie*. Die Lautgruppe *tʒt* ist vertreten durch *cirpieć*, *cirzpieć*, *éwirdzić*, *czwirtnia*, *pirwy*, *mirziączka*, *śmirć*, *sirzp*, *wirzch*, *pirzwy*, *dzirżec* neben *dzierżec* u. a. Im Consonantismus erscheint auch vielfach ein älterer Zustand: *kako*, *kaki*, *szaradność*, *gańba*, *wielgi* (wohl dialektischer Einfluss), *lifa*, *fała*, *ufacić*, *czestnik*, *cztwarty*, *sprostny*, *uczestniczka*, *włostny*, *włastny*, *statezyć*, *złostnik*, *miestce*, *rozdny*, *opłwitować*, *wiesielić się* mit *v'* (später *v*), *csny*, *csnota*, *cso*, *drapieżstwo*, *ubozstwo*, *świadcstwo*, *prózen*, *sjem*, *ociec*, *szie*, *ście* (*šetije*), *czrzoda*, *czrzos*, *sromieźliwość*, *ociec*, *skociec*, *obeźrzcć*, *uźrzały*, *śrrebro* u. s. w. Auch die Flexion weist ältere Bildungen auf, z. B. Dative mit der Endung — *evi*: *sąprzewi*, *oćcewi*, *mężewi*, *kupcewi* u. a.; Locative: *bodze*, *dłudze*, *roce*, *sienie* u. a. Der Dual ist ziemlich zahlreich vertreten: *dwa kmiecia*, *dwie dziedzinie*, *dwie ma groszoma* u. a. Von Pluralformen wären zu erwähnen Dative auf — *am*: *częściam*, *dziewkam*, *dziewicam*, *grzywnam*, *księgam*, *mężatkam*, *niemocam*, *nieużytnościom*, *niewiastom*, *paniom*, *potwarzom* u. a. m.; auf — *em*: *koniem*, *dzieciem*, *ludziem*. Instrumental auf (*y*) *i*: *czasy*, *czestniki*, *dary* u. a. m.; auf *mi*: *groszmi*, *jednaczmi*,

imaczmi, krajmi, mężmi, obyczajmi u. sw. Locative auf — ech: dębiech, grodziech, grzeszech, dzialech, kapitulech, kłopociecz, knicciech, koniech, leciech u. s. w.; auf — och: artykułoch, czestnikoch, członkoch u. a.

Ziemlich zahlreich sind nominale Adiectivformen: dłužen, gotów, mocen, niemocen, pilen, posłuszen, nierównien, praw, prozen u. s. w.; Participialformen: bit, jęt, wzięt, kłęt, spart, dopuszczon, nalezion, płacon. postawion u. a.; dan, dzirżan, gaban, chowan u. a.; dłużnikowo, powodowo, sąprzowo u. s. w.; gen. są. panowa, kastelanowa, Falkowa u. a.; dat. sędzinu, samotrzeciū, ubranu, fem. żywie; acc. w *cudz* las, dąb *cudz*; loc. sg. panowie, oćowie; auch zahlreiche Pluralformen.

Zahlwörter sind zahlreich vertreten. Erwähnenswert sind: masc. trze, cztyrze; gen. cztyr-set, cztyrzech; dat. cztyrzem neben cztyrzom; dwanaćie, trzynaćie, cztyrnaćie, czternaćie — dwanaście, trzynaście, czternaście; piętnadzieście, piętnaście, pięćnaćie, pięćnaście u. a. Formen des Pronomens *i*, *ja*, *je* kommen in allen Handschriften, das Relativpronom *jen*, *jąz*, *jesz* dagegen, mit einer einzigen Ausnahme (Dz.), nur im Świętosław vor. Von Verbalformen wären zu nennen: jeśtu, czcie, rzecze, sezże, przysięże, pozowie, słowie (asl. slově, sluti), przyjaje (asl. prijati), słusza, słusze, stradzc, obarta? (versatur); 3 pl. bierzą neben biorą, dorostą, zwnią, wynidą, żywią u. a. Infinitive: czyść, sieść, posieść, przysiąc, imieć, ic u. a. Participia auf ę: nadidę, przydę, będący = futurus, zahlreiche Participia praes. von Perfectivis in Ś: zabijąc, posiejąc, rzeknąc, porąbiąc, zaprząc, ostanąc, przydąc u. a. m. Participia praes. act. I-вѣ nur in Ś: daw, dobyw, nagabaw, pozwaw, miaw, oblaw, pożyczaw, przedaw, u. a. m. Participia praes. act. II: wzmogł, legł, szedł u. s. w. Partic. pass.: przepzreni, możony, przezżony u. a. Interessant ist part. praes. pass. szto (schto Dz. III, 38; Str. VII, 37: thako ma bycz schto) zu śld — = itum est. Vgl. Brückner, Arch. für slav. Phil. X, 408.

Aus der Syntax verdienen hervorgehoben zu werden Fälle der Synesis, wie bracia stryjeczna.. chcieli, ślachta.. dawają, ubóstwo cirpią; Adiectiva mit der Bedeutung eines gen. obiec-

tivus: gwałt niewieści (violatio mulieris), o braczkim zabiciu (fratricidium). Alte Genetivconstructionen sind: badać się, żadać się, mścić się, ruszyć, przed, stradać, targować. Mit dem Dativ verbinden sich: dufać, przyjać, łajać, przyganiać, narzec u. a.; mit dem Accusativ igrać, wzwiedzić u. a.; mit dem Instrumental z. B. opłwitować. Zahlreich sind Fälle der lateinischen Construction des acc. cum inf.; Bemerkenswert sind Constructionen, wie: Gdy sąpierz stanie, powoda owszejki nie będąc Ś. III, 28 (actore se totaliter absentante; powoda stojąc Ś. III, 28 (actore comparente) u. a. Vgl. Miklosich, Syntax 617. Eine selavische Nachahmung des lat. Abl. absoluti sind Participialconstructionen mit dem Instrumental, z. B.: zawadzając jej trzech lat i trzech miesięcy milczeniem i dawnością. Ś. III, 41 (obstante sibi trium annorum et trium mensium taciturnitate et praescriptione).

Die polnische Übersetzung zeigt überall eine grosse Abhängigkeit vom lateinischen Texte, vielfach wurde der Originaltext missverstanden, und so z. B. canibus mit mięso übersetzt u. dgl.

Der Verfasser hat das sprachliche Material der vier Codices auch in lexicalischer Hinsicht bearbeitet.

---

18. — F. PIEKOSIŃSKI. **O źródłach heraldyki ruskiej.** (*Les sources de l'héraldique ruthène.*)

Dans son travail sur „Les origines de la noblesse polonaise“, l'auteur a affirmé que l'héraldique ruthène est la meilleure source à consulter pour l'histoire de l'héraldique polonaise au moyen-âge. Celle-là en effet n'est que la fille de celle-ci.

Plusieurs historiens se sont élevés contre cette assertion; entre autres M. l'abbé Petruszewicz, dans un article du „Halyczanin“, sous le titre de: „Zapytania i odpowiedzi“ (questions et réponses), et M. Alexandre Jabłonowski dans un long article du périodique „Wisła“ (La Vistule) sur „Les nouvelles théories héraldiques“. Ce dernier écrivain s'efforce de faire

ressortir la grande analogie qu'il y a entre les armoiries de la noblesse ruthène et les insignes des peuplades caucasiennes des Kabardes et des Abadzèques.

M. Piekosiński avait appuyé sa thèse sur deux documents d'une authenticité incontestée: l'un provenant de Ladislas Jagellon, en 1433, l'autre dû au Grand-Duc Sigismond, en 1434. Par ces deux actes, il est permis aux boyards ruthènes de faire usage d'armoiries, toutefois d'armoiries concédées par la noblesse lithuanienne. Or celle-ci tenait ses blasons de la noblesse polonaise, par conséquent les Lithuaniens n'ont pu céder aux Ruthènes que ce qu'ils avaient obtenu des Polonais.

La question, élucidée à l'aide de pièces d'une valeur si péremptoire, semblait ne pouvoir donner prise à la moindre contestation et l'opinion de l'auteur paraissait absolument plausible et légitime.

En tout cas, on pouvait espérer que les contradicteurs de M. Piekosiński, non convaincus malgré l'autorité des pièces alléguées, citeraient, comme preuves justifiant leur opposition, des sceaux de boyards ruthènes, antérieurs à la conquête de la Russie Rouge par Casimir-le-Grand, ou tout au moins antérieurs à 1432, 1434; ou bien montreraient que les boyards ruthènes, avant Casimir-le-Grand, avant 1432 et 1434, faisaient usage de blasons, et que ces blasons n'ont aucun lien avec l'héraldique polonaise; qu'ils représentent des runes scandinaves d'une époque relativement récente, et, par conséquent, peuvent provenir des Warego-Ruthènes; ou bien qu'ils ont une évidente parenté avec les „tamgas“ des Caucasiens Kabardes et Abadzèques.

Mais loin de s'en tenir au débat ainsi limité, voici que M. Małecki, dans le quatrième fascicule du „Kwartalnik historyczny (1898)“, dans un travail sur l'union de Horodło (1413) au point de vue héraldique, attribue aux actes accordés par Ladislas Jagellon aux Lithuaniens et aux Ruthènes, une signification fort éloignée de celle qui ressort des termes eux-mêmes dans lesquels ces actes sont rédigés et de l'enchaînement

logique des phrases, et, par conséquent, combat l'interprétation que M. Piekosiński en avait donnée, à l'appui de sa thèse.

M. Piekosiński s'efforce d'abord de faire ressortir l'erreur où est tombé M. Małecki au sujet des documents de 1413, 1432 et 1434; puis, entrant sur le terrain où ses adversaires auraient dû le précéder, il étudie les sceaux des boyards ruthènes du XIV-e siècle, antérieurs à 1432 et à 1434. Quoique les sceaux ruthènes du XIV-e siècle soient des raretés sphragistiques, l'auteur est parvenu à en rassembler 14, d'une authenticité absolue. Il les a recueillis dans des documents conservés au musée des princes Czartoryski et aux archives de Koenigsberg.

Parmi ces anciens sceaux, cinq représentent le même sujet: un oiseau perché, tourné à droite; dans deux de ces cachets l'oiseau a les ailes ployées, dans les trois autres, les ailes s'ouvrent comme pour prendre essor. L'oiseau est une figure héraldique fort répandue dans les blasons de l'Europe occidentale, et, par conséquent, aurait pu venir en Ruthénie de l'Occident; mais l'oiseau reproduit sur les sceaux dont nous parlons, ne rappelle en rien ceux des armoiries occidentales. Aussi n'est-ce point une imitation, mais bien une création de la fantaisie indigène.

Le sixième de ces très anciens sceaux représente on ne sait quel saint grec.

Quatre autres sceaux sont plus récents. L'un représente une croix recroisetée, le second le blason „au soleil“ des Maszkowski, le troisième et le quatrième une variété du blason polonais nommé „Nowina“.

Enfin parmi les quatre sceaux les plus modernes, deux ont seulement une inscription de quatre lignes en ruthène; sur le troisième on voit le blason „Syrokomla“ dans son ancienne figuration; sur le quatrième le blason „Gozdawa“.

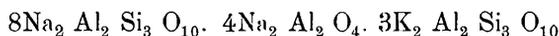
Que ressort-il de l'examen de ces sceaux ruthènes anciens?

D'abord que sur tous ces sceaux on ne trouve rien qui rappelle, même de loin, les „tamgas“ caucasiens des Kabardes et des Abadzèques. Puis aucun n'a non plus le type runique

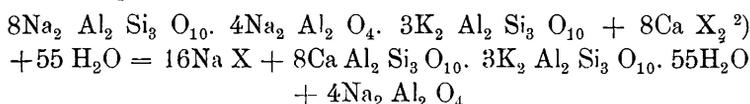
autorisant la supposition d'une origine Warégo-Ruthène: un seul présente un caractère runique, mais c'est un rune de l'ancien futhork qui a formé le blason polonais „Syrokomla“. Enfin cinq de ces sceaux ont des blasons polonais, ce qui prouve avec quel empressement les boyards ruthènes, aussitôt après la conquête de la Russie Rouge par Casimir-le-Grand, se mêlèrent à la noblesse polonaise, adoptèrent les blasons polonais, sinon sur leurs étendards, ce qu'ils n'auraient pu faire qu'avec l'assentiment du monarque régnant, du moins comme figures sur leurs sceaux.

19. — ST. J. THUGUTT. □ **zeagonicie, nowym produkcie wietrzenia nefelinu.**  
(*Sur la zéagonite, nouveau produit de décomposition de la néphéline.*)

L'auteur soumet d'abord à la discussion la constitution de la néphéline et voit dans le fait d'existence de la zéagonite, comme produit de décomposition de la néphéline, une confirmation de la formule de constitution du dernier minéral, qu'il a déduite il y a quelque temps<sup>1)</sup>:



L'équation:



représente la transformation de la néphéline en zéagonite.

L'auteur démontre aussi bien par la voie chimique que par la voie microchimique la présence de la zéagonite dans le néphéline du mont Löbau.

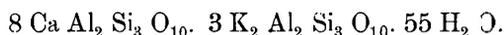
Pour isoler la zéagonite du néphéline, l'auteur a recours à la méthode statique; il prévient en même temps qu'on court un danger réel en se servant de la solution de M. Thou-

<sup>1)</sup> N. J. f. M. (1895), Veil. Bd. IX, 584; Ученныя Записки И. Юрьевского Университета (1894), 2, 37.

<sup>2)</sup> Au lieu de X, on peut poser: OH, Cl, CO<sub>2</sub> etc.

let. A la place de cette dernière il recommande l'iodure de méthylène, qui n'attaque point les minéraux soumis à l'analyse mécanique.

Après avoir signalé les défauts de la méthode statique pour séparer les minéraux des roches, l'auteur examine tour à tour les minéraux enchâssés, englobés par la zégonite ainsi isolée, et exprime la composition chimique de cette dernière par la formule:



D'après la terminologie de l'auteur la zégonite qui représente une combinaison peu commune d'alumosilicates de potasse et de chaux, n'est qu'une natrolite de potasse et de chaux.

La zégonite du mont Löbau offre la polarisation d'agrégat. Traitée une demi-heure par une dissolution aqueuse de 30% de nitrate d'argent, ensuite lavée avec l'eau distillée et exposée à l'action d'une dissolution aqueuse concentrée de chromate de potasse, elle se teint en rouge, pendant que les autres minéraux composant le néphéline ne changent point.

Fig. 1 — c'est le néphéline naturel.

Fig. 2 — le même néphéline traité avec  $\text{AgNO}_3$  et  $\text{K}_2 \text{ CrO}_4$ .

Tout au contraire de la méthode microchimique de M. Bořický, l'auteur dénote la haute valeur des procédés microchimiques de M. Lemberg fondés sur la teinture de toute la surface de minéral examiné.

20. — M. P. RUDZKI: *Odkształcenia ziemi pod ciężarem wielkich lodowców. (Deformationen der Erde unter der Last des Inlandeises).*

Die Abhandlung zerfällt in folgende Paragraphen:

§ 1. Einleitung.

§ 2. Deformationen einer perfect-elastischen isotropen Kugel bei gegebenem Drucke in der Oberfläche derselben.

§ 3. Hypothese einer gleichzeitigen Vereisung beider Hemisphaeren.

§ 4. Niveauänderungen und Strandverschiebungen.

§ 5. Hypothese einer einseitigen Vereisung.

§ 6. Résumé und Schluss.

§ 1. Einleitung.

Wichtige Gründe zwingen uns zur Meinung, dass ausgedehnte Länder höherer Breiten, die in der Gegenwart trocken liegen, während der Glacialzeit sich tief unterhalb des damaligen Meeresniveau's befanden. In gewissen Gegenden scheint die Strandverschiebung nicht besonders gross gewesen zu sein, in anderen aber erreicht sie recht beachtenswerthe Beträge, die sich auf Hunderte von Metern beziffern. Man kann als sicher festgestellt annehmen, dass die Meeresspuren in Skandinavien bis nahezu 800 Fuss Höhe hinaufreichen. In N. Amerika findet man nach Warren Upham <sup>1)</sup> Meeresablagerungen in nahezu doppelter Höhe.

Man wollte diese Strandverschiebungen durch die Attraction des Inlandeises erklären. Die Untersuchungen von Hergesell <sup>2)</sup>, Drygalski <sup>3)</sup> und Woodward <sup>4)</sup> haben uns vollen Aufschluss über diese Frage gegeben. Es geht aber aus denselben hervor, dass Strandverschiebungen von 1500 Fuss Höhe für den Effect der Inlandeisattraction jedenfalls zu gross sind.

Andererseits wurde die Meinung ausgesprochen, dass die glazialen Strandverschiebungen nicht so sehr von einer Erhöhung des Meeresniveau's, wie von einem Niedersinken des Landes bedingt waren.

Dieses Niedersinken musste zum Theil, wie es z. B. Drygalski <sup>5)</sup> bemerkt hat, von der Contraction der unter dem Eise

<sup>1)</sup> The Glacial-Lake Agassiz. XXV Monograph. U. S. Geol. Survey S. S. 505—506.

<sup>2)</sup> Beiträge zur Geophysik I. Bd.

<sup>3)</sup> Geoiddeformationen zur Eiszeit. Berlin 1887.

<sup>4)</sup> Bulletin U. S. Geol. Survey. Nr. 48.

<sup>5)</sup> Bewegungen der Continente zur Eiszeit. Verhandl. des VIII deutschen Geographentages zu Berlin. S. 178.

sich abkühlenden Schichten herrühren. Nehmen wir an, dass die Temperatur der Oberfläche gegenwärtig in einer gewissen Gegend  $T^0$  beträgt. Dank der Eisbedeckung wurde sie auf  $0^0$  herabgesetzt und dementsprechend mussten auch die darunter liegenden Schichten eine gewisse mit der Zeit wachsende Temperaturerniedrigung erfahren. Nehmen wir an, dass die infolge der Abkühlung sich zusammenziehenden Schichten durch den eigenen Druck und den Druck der Eisdecke beständig zusammengedrückt waren so dass keine Spalten entstehen konnten. Dann war die Depression der Landoberfläche von der kubischen Contraction abhängig und wir können dieselbe mit Hilfe einer von R. S. Woodward <sup>1)</sup> aufgestellten Formel berechnen. Diese Formel schreibt sich:

$$\text{Depression} = 2T\varepsilon \cdot \sqrt{\frac{kt}{\pi}}$$

$T$  bedeutet die Amplitude der Temperaturerniedrigung der Oberfläche  
 $k$  „ den mittleren thermometrischen Wärmeleitungscoefficienten der Gesteine  
 $\varepsilon$  „ den mittleren kubischen Ausdehnungscoefficienten der Gesteine  
 $t$  „ die Zeit, die verflossen ist seit dem Erkalten der Oberfläche.

Wir setzen  $T = 15^0 F'$

$\varepsilon = 0,0000213$  nach O. Fisher <sup>2)</sup>

$k = 400$  nach W. Thomson (lord Kelvin). Dabei sind als Einheit der Zeit — ein Jahr, als Einheit der Temperatur — ein Grad  $F$ , als Einheit der Länge — ein (engl.) Fuss genommen.

Für  $t$  setzen wir den gewiss zu hoch gegriffenen Werth, eine Million von Jahren. — Es ergibt sich:

$$\text{Depression} = 7,21 \text{ Fuss.}$$

<sup>1)</sup> Lake Bonneville I Monograph. U. S. Geol. Surv. Appendix. S. S. 425 u. 426.

<sup>2)</sup> Physics of the Earth's Crust. II Ausgabe London 1889 S. 102.

So klein dieses Resultat ausgefallen<sup>1)</sup> ist, doch muss es noch als eine Art Maximum betrachtet werden und zwar aus zwei Gründen: 1) die Formel Woodward's wurde abgeleitet in der Voraussetzung, dass die Temperatur der ganzen Kugeloberfläche auf Null herabgesetzt wurde, während in der That bei localer Eisbedeckung der seitliche unterirdische Wärmestrom aus den vom Eise unbedeckten Gebieten der abkühlenden Wirkung der Eisdecke entgegenwirken musste, 2) es wurde angenommen, dass die ganze kubische Contraction sich in der Depression der Landesoberfläche offenbaren musste, was nur bei vollständiger Plasticität der Gesteine der Fall wäre.

Man hat aber oft hervorgehoben, dass die abkühlende Wirkung der Eisdecke sich nicht auf Wärmeleitungsprozesse beschränkt, dass sie auch auf eine andere Weise zur Geltung gelangt. Das kalte Schmelzwasser der Gletscher dringt in die Tiefe hinein und befördert die Abkühlung der Erdschichten. Es ist jedoch sehr schwer diesen Factor in die Rechnung zu ziehen, denn es fehlt an jeglichen Anhaltspunkten, um die Circulation dieses Schmelzwassers zu beurtheilen. Man muss sich deshalb mit einer rohen Schätzung begnügen. — Wir werden z. B. annehmen, [was gewiss zu hoch gegriffen ist] dass das Schmelzwasser die Temperatur der oberen 100,000 Fuss Gesteine um volle 10° *F* herabgesetzt hat. Trotzdem werden wir eine Depression von kaum 21,3 Fuss erhalten.

Diese Beispiele zeigen zur Genüge, dass die thermischen Ursachen in den Deformationen der Glacialzeit keine wesentliche Rolle gespielt haben können. — Zu ähnlichen Schlüssen sind Chamberlin<sup>2)</sup> Gilbert<sup>3)</sup> ferner Warren Upham<sup>4)</sup> gekommen. — Umsomehr verdient die Hypothese Jamieson's<sup>5)</sup>, dass

<sup>1)</sup> Drygalski (loc. cit) ist auch zum Schlusse gekommen, dass das Resultat klein ausfallen muss.

<sup>2)</sup> VI Annual Rep. U. S. Geol. Survey S. 302.

<sup>3)</sup> Lake Bonneville I Monograph. U. S. Geol. Surv. S. 377.

<sup>4)</sup> The Glacial Lake Agassiz XXV Monograph. U. S. Geol. Surv S. 492.

<sup>5)</sup> Quarterly Journal Geol. Soc. Bd. XXI (1865) S. 178. Geological Magazine Ser. 2, Bd IX (1882) S. S. 400—407 und 457—466. Ebenda. Ser. 3. Bd. IV (1887) S. S. 344—348.

das Land zur Glacialzeit unter der Last des Eises niedersank, eine Beachtung. — In der letzten Zeit wurde diese Hypothese von Warren Upham<sup>1)</sup> ventilirt.

Ich will in der vorliegenden Abhandlung die Frage erörtern, ob und in welchem Maasse die Oberfläche des Landes unter der Last des Inlandeises niedersinken konnte.

Auf den ersten Theil der Frage sollen wir sofort mit „Ja“ antworten, indem die Erde kein absolut starrer Körper ist, aber die Antwort auf den zweiten Theil der Frage kann nicht so kurz gefasst werden. Sie kann auch nicht genau sein, indem eine genaue Antwort die Kenntniss der physikalischen Beschaffenheit des Erdinneren d. h. die Kenntniss einer Unbekannten voraussetzt. — Für die Beurtheilung der Jamieson'schen Hypothese wird es aber ausreichen, wenn wir die Deformationen der Erde unter dem Drucke des Inlandeises bei gewissen plausiblen Annahmen berechnen; und zwar werden wir annehmen, dass die Erde sich wie eine isotrope eiserne Kugel deformirt.

§ 2. Deformationen einer perfect elastischen isotropen Kugel bei gegebenem Drucke in der Oberfläche derselben.

Wir nehmen eine perfect elastische isotrope Kugel von der Grösse der Erde, deren Oberfläche einem gegebenen normalen Drucke  $p$  ausgesetzt ist. Dank dem Drucke  $p$  wird die Kugel zu einem Sphaeroid deformirt. Die Gestalt dieses Sphaeroids kann aus der Bedingung bestimmt werden, dass die Resilienz der Kugel den Druck  $p$  aequilibriren muss. — Um die Rechnung ausführen können, werden wir uns der Analyse bedienen, deren Grundzüge in der bekannten theoretischen Physik von Thomson und Tait<sup>2)</sup> angegeben sind.

<sup>1)</sup> loc. cit. S. 497.

<sup>2)</sup> Treatise on Nat. Phil. II Ausgabe Cambridge 1883, II Theil S. 284 und f. f.

Wir werden die Notation der englischen Autoren beibehalten und zwar werden wir mit  $n$  den Coefficienten der Starrheit (rigidity), mit  $k$  das Reciproke des Compressibilitätscoefficienten bezeichnen, dabei wollen wir auch den Hilfscoefficienten

$$m = k + \frac{1}{3} n$$

benutzen. Wir werden annehmen, dass der Anfang rechtwinkliger Coordinaten  $x, y, z$  sich im Centrum der Kugel befindet. Wir werden mit  $\alpha, \beta, \gamma$  die Verschiebungen eines Elementes der Kugel in den Hauptrichtungen, mit  $f, g, h$  die Directionscosinusse der Normale zur Oberfläche des Körpers, mit  $F, G, H$  die Componenten<sup>1)</sup> des Druckes  $p$  bezeichnen. Auf diese Weise hat man die Relationen:

$$F = f \cdot p \quad G = g \cdot p \quad H = h \cdot p$$

Ferner setzen wir:

$$\begin{aligned} r^2 &= x^2 + y^2 + z^2 \\ \nabla^2 &= \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \\ \delta &= \frac{\partial \alpha}{\partial x} + \frac{\partial \beta}{\partial y} + \frac{\partial \gamma}{\partial z} \\ \zeta &= \alpha x + \beta y + \gamma z \end{aligned}$$

endlich bezeichnen wir den Radius der Oberfläche der (nicht-deformierten) Kugel mit  $a$ .

Wir übergehen die Herleitung der Formeln, die sich ein Jeder bei Thomson und Tait nachsehen kann, und schreiben sofort diejenigen Formeln nieder, die uns weiter nöthig sein werden. Man hat<sup>2)</sup> für alle Werthe von  $x, y$  und  $z$ .

<sup>1)</sup> Wir haben die Notation Thomson und Tait's insofern verändert, dass bei den genannten englischen Autoren  $F, G, H$  Zugkräfte bedeuten, während sie hier als Druckkräfte auftreten.

<sup>2)</sup> Die (arabischen) Ziffern in den Klammern bedeuten das N<sup>o</sup> der Formel bei Thomson und Tait.

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= \sum_0^{\infty} \left( u_i - M_i r^2 \frac{\partial \psi_{i-1}}{\partial z} \right) \\ \beta &= \sum_0^{\infty} \left( v_i - M_i r^2 \frac{\partial \psi_{i-1}}{\partial y} \right) \\ \gamma &= \sum_0^{\infty} \left( w_i - M_i r^2 \frac{\partial \psi_{i-1}}{\partial z} \right) \end{aligned} \right\} \text{ I (14)}$$

wo:

$$\psi_{i-1} = \frac{\partial u_i}{\partial x} + \frac{\partial v_i}{\partial y} + \frac{\partial w_i}{\partial z}$$

$u, v, w$  sind Kugelfunktionen vom Grade  $i$ , wo:

$$i = 0, 1, 2, \dots \text{ in inf.}$$

[Kugelfunktionen negativen Grades können nicht in diesen Ausdrücken auftreten, indem es sich um eine Vollkugel handelt.]

$$M_i = \frac{1}{2} \frac{m}{(2i-1)n + (i-1)m} \quad \text{II(12)}$$

Ferner hat man:

$$\left. \begin{aligned} \delta &= \sum_0^{\infty} \delta_i \\ \delta_i &= \frac{(2i+1)n}{(2i+1)n + im} \cdot \psi_i \end{aligned} \right\} \text{ III (34)}$$

Aus den Formeln I bekommt man mit Benutzung bekannter Eigenschaften der Kugelfunktionen:

$$\zeta = \alpha x + \beta y + \gamma z = \sum_0^{\infty} \left[ (u_i x + v_i y + w_i z) - (i-1)M_i r^2 \psi_{i-1} \right]$$

oder nach leichten Umformungen:

$$\zeta = - \sum_0^{\infty} \frac{1}{2i+1} \left[ K_{i-1} r^2 \psi_{i-1} + \varphi_{i+1} \right], \quad \text{IV (31)}$$

wo man der Kürze wegen:

$$K_i = \frac{2i+1}{2} \cdot \frac{im - 2n}{(2i+1)n + im} \quad \text{V}$$

und :

$$\text{VI (32)} \quad \varphi_{i+1} = r^{2i+3} \left[ \frac{\partial}{\partial x}(u_i r^{-2i-1}) + \frac{\partial}{\partial y}(v_i r^{-2i-1}) + \frac{\partial}{\partial z}(w_i r^{-2i-1}) \right]$$

gesetzt hat.

Alle bisher geschriebenen Gleichungen sind für alle Werthe von  $x, y, z$  gültig. Jetzt wollen wir die Bedingungen in der Oberfläche des deformierten Körpers schreiben. Dieselben sehen so aus:

$$\text{VII (27)} \quad \left\{ \begin{array}{l} (m-n)\delta \cdot x + n \cdot \left( r \frac{\partial \alpha}{\partial r} - \alpha + \frac{\partial \zeta}{\partial x} \right) + Fr = 0 \\ (m-n)\delta \cdot y + n \cdot \left( r \frac{\partial \beta}{\partial r} - \beta + \frac{\partial \zeta}{\partial y} \right) + Gr = 0 \\ (m-n)\delta \cdot z + n \cdot \left( r \frac{\partial \gamma}{\partial r} - \gamma + \frac{\partial \zeta}{\partial z} \right) + Hr = 0 \end{array} \right.$$

Angesichts der enormen Dimensionen der Erde kann die deformierte Oberfläche derselben als verhältnissmässig sehr wenig von der nicht deformierten abweichend angesehen werden und man kann einfach annehmen, dass die Gleichungen VII für den Werth  $r = a$  gelten.

Multipliciert man jetzt die erste der Gleichungen VII in  $x$ , die zweite in  $y$ , die dritte in  $z$  und addiert dieselben, so erhält man eine Gleichung, welche sofort in die Gleichung:

$$\text{VIII (28)} \quad (m-n)\delta + p + \frac{2n}{r} \left( \frac{\partial \zeta}{\partial r} - \frac{\zeta}{r} \right) = 0$$

für  $r = a$

übergeht, wenn man beachtet: 1) dass:

$$F = fp \quad G = gp \quad H = hp$$

2) dass laut der soeben gemachten Bemerkung über die Verwechslung der deformierten und nichtdeformierten Oberfläche der Kugel

$$x = fr \quad y = gr \quad z = hr$$

3) dass :

$$r \frac{\partial}{\partial r} = x \frac{\partial}{\partial x} + y \frac{\partial}{\partial y} + z \frac{\partial}{\partial z}$$

4) dass :

$$\zeta = \alpha x + \beta y + \gamma z$$

Bis hierher haben wir eigentlich nur die Thomson-Tait'schen Formeln niedergeschrieben, — jetzt werden wir auf Grund derselben die weitere Untersuchung aufbauen,

Die Formeln VII können auf Grund der soeben geschriebenen für  $r = a$  geltenden Relationen 1. und 2. folgendermassen geschrieben werden :

$$\left. \begin{aligned} [(m - n) \delta + p] x + n \left( r \frac{\partial \alpha}{\partial r} - \alpha + \frac{\partial \zeta}{\partial x} \right) &= 0 \\ [(m - n) \delta + p] y + n \left( r \frac{\partial \beta}{\partial r} - \beta + \frac{\partial \zeta}{\partial y} \right) &= 0 \\ [(m - n) \delta + p] z + n \left( r \frac{\partial \gamma}{\partial r} - \gamma + \frac{\partial \zeta}{\partial z} \right) &= 0 \end{aligned} \right\} \text{VII bis}$$

Aus den Gleichungen VII bis und der Gleichung VIII bekommt man leicht folgende für  $r = a$  geltende Gleichungen :

$$\left. \begin{aligned} r \frac{\partial \alpha}{\partial r} - \alpha + \frac{\partial \zeta}{\partial x} &= \frac{2x}{r} \left( \frac{\partial \zeta}{\partial r} - \frac{\zeta}{r} \right) \\ r \frac{\partial \beta}{\partial r} - \beta + \frac{\partial \zeta}{\partial y} &= \frac{2y}{r} \left( \frac{\partial \zeta}{\partial r} - \frac{\zeta}{r} \right) \\ r \frac{\partial \gamma}{\partial r} - \gamma + \frac{\partial \zeta}{\partial z} &= \frac{2z}{r} \left( \frac{\partial \zeta}{\partial r} - \frac{\zeta}{r} \right) \end{aligned} \right\} \text{IX}$$

Die Function  $p$ , welche den Druck in der Oberfläche repräsentiert, kann immer entwickelt werden in eine Reihe von superficiellen Kugelfunctionen *d. h.* Kugelfunctionen, die nur von der geogr. Länge und Breite [oder was alles Eins von Polarcordinaten  $\theta$  und  $\downarrow$ ] abhängen. — Wir können demnach schreiben :

$$p = \Sigma p_i \qquad \text{X}$$

wo  $p_i$  eine superficielle Kugelfunction vom Grade  $i$  bezeichnet.

Setzt man in VIII statt  $p$  dessen Ausdruck X, statt  $\delta$  dessen Ausdruck III, statt  $\zeta$  dessen Ausdruck IV, benutzt man ferner die für alle Kugelfunctionen geltenden Relationen:

$$\frac{\partial}{\partial r}(r^2 \psi_{i-1}) = (i+1)r \psi_{i-1},$$

$$\frac{\partial \varphi_{i+1}}{\partial r} = (i+1) \frac{1}{r} \cdot \varphi_{i+1}$$

so erhält man aus der Gleichung VIII

$$\sum_0^{\infty} p_i + \sum_0^{\infty} \left[ \frac{(m-n)(2i+1)n}{(2i+1)n+im} - \frac{2n}{2i+3} K_i (i+1) \right] \psi_i$$

XI 
$$- \sum_0^{\infty} \frac{2n}{a^2} \frac{(i-1)}{(2i-1)} \cdot \varphi_i = 0$$

(für  $r = a$ )

Solch' eine Gleichung muss bekannter Weise in eine Reihe von Gleichungen zerfallen, von denen eine jede alle Functionen  $p_i$ ,  $\psi_i$  und  $\varphi_i$  desselben Grades enthält. — Auf diese Weise, wenn man noch  $K_i$  aus V substituiert und der Kürze wegen

$$\text{XII} \quad N_i = \frac{1}{2i+3} \cdot \frac{(2i+1)n}{(2i+1)n+im} \cdot \{[i(i-1)-3]m+n\}$$

setzt, so bekommt man aus XI das System von Gleichungen:

$$\text{XIII} \quad p_i = N_i \psi_i + \frac{2n}{a^2} \cdot \frac{i-1}{2i-1} \cdot \varphi_i$$

(für  $r = a$ )

$i = 0, 1, 2, 3, \dots$  in inf. ....

Aus den Gleichungen XIII folgt aber direct das neue System von Gleichungen:

$$\text{XIV} \quad \left(\frac{r}{a}\right) p_i = N_i \psi_i + \frac{2n}{a^2} \cdot \frac{i-1}{2i-1} \varphi_i$$

$i = 0, 1, 2, \dots$  in inf. ....

die nicht bloß für  $r = a$ , sondern für alle Werthe von  $x, y, z$  gültig sind.

Nehme man jetzt die Gleichungen IX und substituiere in dieselben  $\alpha, \beta, \gamma$  aus den Gleichungen I, ferner  $\varphi$  aus IV, endlich mache man dieselben Transformationen wie in der Gleichung XI; man wird bekommen:

$$\begin{aligned} & \sum_0^{\infty} (i-1) \left( u_i - M_i r^2 \frac{\partial \psi_{i-1}}{\partial x} \right) \\ & - \sum_0^{\infty} \frac{1}{2i+1} \left[ K_{i-1} \left( 2x \psi_{i-1} + r^2 \frac{\partial \psi_{i-1}}{\partial x} \right) + \frac{\partial \varphi_{i+1}}{\partial x} \right] \\ & + 2x \sum_0^{\infty} \frac{i}{2i+1} \left[ K_{i-1} \psi_{i-1} + \frac{1}{r^2} \varphi_{i+1} \right] = 0 \quad \text{IX bis} \\ & \quad \text{(für } r = a) \end{aligned}$$

und zwei ähnliche Gleichungen mit  $\beta$  resp.  $\gamma$  statt  $\alpha$ , mit  $y$ , resp.  $z$  statt  $x$  u. s. w.

Diese Gleichungen verwandeln sich, dank der Identität

$$x \psi_{i-1} = \frac{1}{2i-1} \left[ r^2 \frac{\partial \psi_{i-1}}{\partial x} - r^{2i+1} \frac{\partial}{\partial x} (\psi_{i-1} r^{-2i+1}) \right] \quad \text{XV}$$

und dank anderen ähnlichen Identitäten in Gleichungen:

$$\begin{aligned} & \sum_0^{\infty} (i-1) u_i - \sum_0^{\infty} \left[ (i-1) M_i + \frac{K_{i-1}}{(2i-1)(2i+1)} \right] a^2 \cdot \frac{\partial \psi_{i-1}}{\partial x} \\ & - \sum_0^{\infty} \frac{1}{2i+1} \cdot \frac{\partial \varphi_{i+1}}{\partial x} - \sum_0^{\infty} \frac{2(i-1)}{2i+1} \cdot \frac{K_{i-1}}{2i-1} a^{2i+1} \frac{\partial}{\partial x} (\psi_{i-1} r^{-2i+1}) \\ & + \frac{2}{a^2} \sum_0^{\infty} \frac{i}{(2i+1)(2i+3)} \cdot \left[ a^2 \frac{\partial \varphi_{i+1}}{\partial x} - a^{2i+3} \cdot \frac{\partial}{\partial x} (\varphi_{i+1} r^{-2i-3}) \right] = 0 \\ & \sum_0^{\infty} (i-1) v_i - \dots \dots \text{etc.} \\ & \sum_0^{\infty} (i-1) w_i - \dots \dots \text{etc.} \end{aligned}$$

für  $r = a$

Damit diese Gleichungen erfüllt werden können, muss eine jede Gruppe von Gliedern, welche superficielle Kugelfunctionen  $i$  ten Grades enthalten *d. h.* jede Gruppe von Kugelfunctionen  $i$  ten Grades und  $-(i+1)$  ten Grades separat Null

sein. Infolgedessen zerfallen die soeben geschriebenen Gleichungen in drei Systeme von Gleichungen:

$$\begin{aligned}
 (i-1) u_i - \left[ (i+1) M_{i+2} + \frac{1}{2i+3} \cdot \frac{1}{2i+5} \cdot K_{i+1} \right] a^2 \cdot \frac{\partial \psi_{i+1}}{\partial x} \\
 - \frac{3}{(2i+1)(2i+3)} \frac{\partial \varphi_{i+1}}{\partial x} \\
 - \frac{2(i-2)}{(2i-1)(2i-3)} a^{2i-1} \frac{\partial}{\partial x} (\varphi_{i-1} r^{-2i+1}) \\
 - \frac{2(i-1)}{2i+1} \cdot \frac{K_{i-1}}{2i-1} \cdot a^{2i+1} \frac{\partial}{\partial x} (\psi_{i-1} r^{-2i+1}) = 0
 \end{aligned}$$

für  $r = a \quad i = 0, 1, 2 \dots$  in inf.

und dergleichen

$$(i-1) v_i - \dots \text{ etc.}$$

für  $r = a \quad i = 0, 1, 2 \dots$  in inf.

$$(i-1) w_i - \dots \text{ etc.}$$

für  $r = a \quad i = 0, 1, 2 \dots$  in inf.

Aus diesen Gleichungen folgen sofort andere, die schon nicht bloß für  $r = a$ , sondern für alle Werthe von  $x, y$  und  $z$  gültig sind, nämlich:

$$\text{XVI} \left\{ \begin{aligned}
 &(i-1) u_i - \left[ (i+1) M_{i+2} + \frac{1}{2i+3} \cdot \frac{1}{2i+5} \cdot K_{i+1} \right] a^2 \frac{\partial \psi_{i+1}}{\partial x} \\
 &\quad - \frac{3}{(2i+1)(2i+3)} \frac{\partial \varphi_{i+1}}{\partial x} \\
 &\quad - \frac{2(i-2)}{(2i-1)(2i-3)} \cdot \frac{r^{2i+1}}{a^2} \cdot \frac{\partial}{\partial x} (\varphi_{i-1} r^{-2i+1}) \\
 &\quad - \frac{2(i-1)}{2i+1} \cdot \frac{K_{i-1}}{2i-1} r^{2i+1} \frac{\partial}{\partial x} (\psi_{i-1} r^{-2i+1}) = 0 \\
 &(i-1) v_i - \dots \text{ etc...} \\
 &(i-1) w_i - \dots \text{ etc...} \\
 &\quad \text{für } i = 0, 1, 2 \dots \text{ in inf.}
 \end{aligned} \right.$$

Nimmt man alle drei Gleichungen  $i$ -ten Grades, die erste aus dem ersten System der Gleichungen XVI, die zweite aus dem zweiten, die dritte aus dem dritten, differenziert man die

erste nach  $x$ , die zweite nach  $y$ , die dritte nach  $z$  und addiert, so erhält man eine Gleichung, die sich sofort auf Grund der Relationen:

$$\begin{aligned} \nabla^2 \psi_{i+1} &= 0 & \nabla^2 \varphi_{i+1} &= 0 & \nabla^2 (\psi_{i-1} r^{-2i+1}) &= 0 \\ & & \nabla^2 (\varphi_{i-1} r^{-2i+1}) &= 0 \\ r \frac{\partial}{\partial r} (\psi_{i-1} r^{-2i+1}) &= -i \psi_{i-1} r^{-2i+1} \\ r \frac{\partial}{\partial r} (\varphi_{i-1} r^{-2i+1}) &= -i \varphi_{i-1} r^{-2i+1} \end{aligned}$$

und der Relation

$$x \frac{\partial}{\partial x} + y \frac{\partial}{\partial y} + z \frac{\partial}{\partial z} = r \frac{\partial}{\partial r}$$

in die nachstehende einfache Gleichung verwandelt:

$$\psi_i = -\frac{Q_i}{a^2} \cdot \varphi_i \tag{XVII}$$

wo 
$$Q_i = \frac{2(i-1)(i+1)(2i+3)}{(2i-1)i[(2i+1)+2(i+1)K_i]} \tag{XVIII}$$

Aus den Gleichungen XVII und XIV bekommt man sofort:

$$\left. \begin{aligned} \left(\frac{r}{a}\right)^i p_i &= \left[ \frac{2n(i-1)}{2i-1} - N_i Q_i \right] \frac{\varphi_i}{a^2} \\ \text{und} \\ \left(\frac{r}{a}\right)^i p_i &= - \left[ \frac{2n(i-1)}{2i-1} \cdot \frac{1}{Q_i} - N_i \right] \psi_i \end{aligned} \right\} \tag{XIX}$$

Jetzt sind schon  $\psi_i$  und  $\varphi_i$  bestimmt; sobald aber diese Functionen bekannt sind, so kann man auch die Verschiebung in der Richtung des Radius bestimmen. In der That, bezeichnet man diese Verschiebung mit  $\Delta r$ , so ist:

$$r\Delta r = \zeta = \alpha x + \beta y + \gamma z$$

Folglich nach der Gleichung IV:

$$r\Delta r = - \sum_0^\infty \frac{1}{2i+1} [K_{i-1} r^2 \psi_{i-1} + \varphi_{i+1}]$$

oder, wie man auch schreiben kann:

$$r\Delta r = - \sum_0^{\infty} \left[ \frac{K_i}{2i+3} r^2 \psi_i + \frac{1}{2i-1} \cdot \varphi_i \right]$$

Man kann hierher die Werthe von  $\psi_i$  und  $\varphi_i$  direct aus den Gleichungen XIX substituiren. Nach der Substitution werden wir erhalten:

$$r\Delta r = \sum_0^{\infty} \frac{1}{2n(i-1) - (2i-1) N_i Q_i} \cdot \left[ \frac{2i-1}{2i+3} K_i Q_i r^2 - a^2 \right] \left( \frac{r}{a} \right)^i p_i$$

Daraus speciell für  $r = a$ :

$$\Delta r = \sum_0^{\infty} \frac{1}{2n(i-1) - (2i-1) N_i Q_i} \cdot \left[ \frac{2i-1}{2i+3} K_i Q_i - 1 \right] a p_i$$

Wir setzen:

$$\text{XX} \quad \frac{1}{2n(i-1) - (2i-1) N_i Q_i} \cdot \left[ \frac{2i-1}{2i+3} K_i Q_i - 1 \right] = T_i$$

und schreiben die letzte Formel für  $\Delta r$  in der Form:

$$\text{XXI} \quad \Delta r = a \sum_0^{\infty} T_i p_i$$

für  $r = a$

Aus dieser Formel sieht man sofort, dass sobald  $p$  in der Form einer Reihe von Kugelfunctionen

$$p = \sum p_i$$

gegeben ist, so kann man die radiale Verschiebung  $\Delta r$  bestimmen.

§ 3. Hypothese einer gleichzeitigen Vereisung beider Hemisphaeren.

Der gesammte Druck der Hydrosphaere in Gestalt von Eis, Wasser und Dampf war zur Eiszeit gewiss nahezu derselbe wie heute, indem der gesammte Wasservorrath der Erde in Gestalt von Wasser, Eis und Dampf sich seit der Eiszeit wahrscheinlich so gut wie gar nicht verändert hat. Nimmt man an, dass während der Eiszeit beide Hemisphaeren gleich-

zeitig von einer stärkeren Vereisung affiziert waren, so muss man daraus den Schluss ziehen, dass während die circumpolaren Länder von grösseren Eismassen belastet waren, so war zu gleicher Zeit der Boden der Oeane im Vergleich zur Gegenwart überall um einen namhaften Betrag entlastet, denn das in den circumpolaren Ländern accumulierte Eis entstand aus Wasser, welches den Oceanen entnommen wurde <sup>1)</sup>.

Die eiszeitlichen Deformationen des Erdkörpers waren von gewissen Deformationen der Niveaulächen begleitet, die sich auch in der Vertheilung des Wassers in den Oceanen geäussert haben müssen. Gewisse Mengen Wassers wurden von einem Ort zum anderen herübergeführt. Sie belasteten die Oberfläche der Lithosphaere dort, wohin sie gebracht wurden, sie entlasteten sie dort, woher sie genommen wurden.

Die Thatsache, dass der gesammte Druck des Wassers auf die Oberfläche der Lithosphaere sich seit der Eiszeit nicht wesentlich verändert haben mag, kann man durch die Gleichung:

$$\int p_e d\omega = \int p_g d\omega \quad \text{I}$$

ausdrücken. In dieser Gleichung bedeutet  $p_e$  den zur Eiszeit in einem gewissen Punkte der Oberfläche der Lithosphaere herrschenden normalen Druck,  $p_g$  den (normalen) Druck im selben Punkte in der Gegenwart,  $d\omega$  bedeutet ein Element der Oberfläche der Lithosphaere, das Integrationszeichen bezieht sich auf die ganze Area diese Oberfläche.

Bezeichnet man die Differenz zwischen dem Drucke während der Eiszeit und in der Gegenwart mit  $p'$  d. h. setzt man:

$$p' = p_e - p_g,$$

so folgt sofort aus den Relationen I die Bedingungsgleichung:

$$\int p' d\omega = 0 \quad \text{II}$$

<sup>1)</sup> Etwaige Unterschiede zwischen dem Wasserdampfgehalt der Atmosphaere während der Eiszeit und in der Gegenwart kann man ganz ausser Acht lassen.

Es ist evident, dass man nur die  $p'$  d. h. die Abweichungen des eiszeitlichen Druckes vom gegenwärtigen in Rechnung ziehen kann und soll.

Wie soll man sich aber diese Function  $p'$  beschaffen denken? In den gegenwärtig eistreien und während der Eiszeit vergletscherten Ländern bedeutet  $p'$  nichts anderes, als den Druck des Eises. Da das Gletschereis eine mittlere Dichte von circa 0,9 hat, so beträgt der Druck einer Eissäule von  $h$  Centimeter Höhe 0,9  $h$  Gramm per Quadratcentimeter d. h.  $p' = 0,9 h$ . Gramm.

Für Länder, die jetzt bloß schwächer wie zur Eiszeit vergletschert sind, soll man unter  $h$  nicht die volle Dicke des Eises, sondern bloß die Differenz zwischen der Dicke des Eises während der Eiszeit und in der Gegenwart verstehen.

Bezeichnet man die Differenz zwischen dem gesammten Volum der Gletscher der Eiszeit und der Gegenwart mit  $V$  und nimmt man als mittlere Dichte des Eises 0,9, so findet man, dass in der Eiszeit das Volum des Wassers in den Oceanen um 0,9  $V$  kleiner war, wie in der Gegenwart. Bezeichnet man also das Areal der Oceane mit  $\alpha$ , so musste ihre Tiefe um  $\frac{0,9V}{\alpha}$  Centimeter und der Druck auf den Boden der Oceane um

$$\frac{0,9V}{\alpha} \text{ Gramm.}$$

kleiner gewesen sein. Dementsprechend kann man in der Gegend der Oceane

$$p' = - \frac{0,9 \cdot V}{\alpha} \text{ Gramm.}$$

setzen.

Ohne auf gewisse minder wichtige Nebenumstände einzugehen, müssen wir doch einen berücksichtigen. Die Belastung der circumpolaren Länder und Entlastung des Bodens der Oceane bedingt Senkungen, Depressionen in den ersten Gegenden, Ausbauchungen, Elevationen um den Aequator insbesondere in der Gegend der Oceane. Diese Deformationen

haben ganz ähnliche Deformationen der Niveauflächen zur Folge, nur sind die Deformationen der Niveauflächen weniger ausgeprägt, wie diejenigen der Oberfläche der Lithosphaere.— Wenn aber in höheren Breiten der Boden der Oceane und gleichzeitig, nur in einem schwächeren Grade, die Niveauflächen einsinken — andererseits aber in den aequatorialen Gegenden der Boden der Oceane und gleichzeitig, nur in einem schwächeren Grade, die Niveauflächen sich heben; so ist es klar, dass in höheren Breiten die Tiefe der Oceane relativ zunehmen, in aequatorialen Gegenden relativ<sup>1)</sup> abnehmen muss. Eine Zu resp. Abnahme der Meerestiefe ist aber gleichbedeutend mit einer Zu- resp. Abnahme des Druckes auf den Boden.

Ausserdem bedingt die Attraction des polaren Inland-eises ihrerseits eine Deformation der Niveauflächen; sie erhebt dieselben in höheren Breiten und drückt sie in die Tiefe herunter in niedrigen. Das hat wieder zur Folge eine Zunahme der relativen Tiefe und des Druckes auf den Boden der Oceane in höheren Breiten, eine Abnahme dieser Elemente in niedrigen Breiten.

Daraus sieht man 1) dass am Boden der Oceane ausser des negativen Druckes —  $\frac{0,9 \cdot V}{\alpha}$  eigentlich noch andere Glieder im Ausdruck des Druckes  $p'$  figurieren sollen, 2) dass die erwähnten Nebenursachen im selben Sinne wie die Hauptursache wirken müssen, dass sie zur Vergrößerung der Deformation beitragen. Eine Vergrößerung der Deformation bedingt wiederum eine Verschärfung der Gegensätze in der Vertheilung des Druckes, was abermals eine Vergrößerung der Deformation bewirkt u. s. w. in's Unendliche. Doch sind die Deformationen zweiter Ordnung weit kleiner wie die Deformationen erster Ordnung, die Deformationen dritter Or-

<sup>1)</sup> Wir sagen ausdrücklich relativ, denn die absolute Tiefe musste überall abnehmen in Folge des Verlustes von Wasser zu Gunsten des Inland-eises.

ndung sind weit kleiner wie diejenigen zweiter u. s. w. in einer rasch abnehmenden Reihe. Bleibt man also bei den Deformationen erster Ordnung stehen, so ist man sicher Resultate zu erhalten, die um einige Procenten [aber nicht um ein Drittel oder gar die Hälfte] kleiner sein müssen wie die wahren Resultate. — Sonst ist es analytisch gar nicht schwer alle Deformationen höherer Ordnungen auf einmal zu berücksichtigen<sup>1)</sup>, erst beim Uebergang zu Zahlenresultaten begegnet man höchst langwierigen zeitraubenden Rechnungen. — Dieser Umstand hat uns auch veranlasst beim einfacheren Probleme [mit Berücksichtigung der Deformationen erster Ordnung allein] zu bleiben. Ueberhaupt werden wir im Folgenden alle secundären Effecte unberücksichtigt lassen.

Es ist nicht möglich die wahre Vertheilung der Gletscher und der Oceane analytisch darzustellen. Um die Deformationen der Eiszeit zu beurtheilen, muss man eine willkürliche Vertheilung der Oceane und der Gletscher nehmen und die bei der Betrachtung derselben gewonnenen Resultate auf reelle Verhältnisse übertragen. Wir werden hier eine möglichst einfache Vertheilung wählen, damit die späteren Rechnungen sich leichter gestalten.

Wir nehmen also an, dass unsere Kugel zwei Eiscalotten besitzt, die sich von den Polen bis  $60^\circ$  nördlicher und südlicher Breite erstrecken oder, wenn wir Polarcordinaten gebrauchen und den Winkelabstand vom Nordpol  $\vartheta$  einführen, so bedecken unsere Eiscalotten die Oberfläche der Kugel zwischen den Breitenkreisen, welche den Winkeln  $\vartheta = 0$  und  $\vartheta = \frac{\pi}{6}$  einerseits und den Winkeln  $\vartheta = \frac{5\pi}{6}$  und  $\vartheta = \pi$  andererseits entsprechen. Die übrige Kugeloberfläche soll von einem gleichmässig tiefen Ocean bedeckt sein. — Nehmen wir an, dass die Dicke des Eises constant ist, dass sie z. B. überall

<sup>1)</sup> Man nimmt in die Formeln die Summe der Deformationen direct auf.

$h$  Centimeter beträgt. — Dann hat man überall zwischen  $\hat{\zeta} = 0$  und  $\theta = \frac{\pi}{6}$ , ferner zwischen  $\theta = \frac{5\pi}{6}$  und  $\hat{\zeta} = \pi$

$$\rho' = 0,9 h \text{ Gramm (per Quadratcentimeter)}$$

Eine Eiscalotte, welche bis zum  $60^\circ$  Breite <sup>1)</sup> reicht, bedeckt genau

$$\frac{2 - \sqrt{3}}{4} = 0,066\dots$$

der Kugeloberfläche, zwei solche Eiscalotten bedecken

$$\frac{2 - \sqrt{3}}{2} = 0,133\dots \text{ der Kugeloberfläche. Bezeichnet man somit}$$

das Areal der Kugeloberfläche mit  $A$ , so findet man, dass das Volum des Eises  $V$

$$V = \frac{2 - \sqrt{3}}{2} Ah$$

Für das Areal des Oceans  $\alpha$  bleibt  $\frac{\sqrt{3}}{2} A$  d. h.

$$\alpha = \frac{\sqrt{3}}{2} A$$

Dementsprechend erhält man in der Gegend der Oceane

$$\rho' = -0,9 \cdot \frac{V}{\alpha} = -0,9 \frac{2 - \sqrt{3}}{\sqrt{3}} h = -0,13923 h \quad \text{III}$$

Jetzt handelt es sich darum die discontinuirliche Function  $\rho'$  in eine Reihe von Kugelfunctionen zu entwickeln. Man setzt:

$$\rho' = \Sigma p_i$$

Dank dem gewählten Gesetz der Vertheilung von Wasser und Eis werden alle  $p_i$  von der geogr. Länge unabhängig sein und zwar werden sie sich auf sogenannte Legendre'sche Polynome mit dem Argumente  $\cos \hat{\zeta}$  reduzieren. Bezeichnet man ein solches Polynom vom Grade  $i$  mit  $P_i$ , so hat man:

<sup>1)</sup> Der Durchmesser einer solchen Eiscalotte beträgt 6666 Kilometer.

$$p_i = C_i P_i$$

wo  $C_i$  eine Constante bedeutet,  $P_i$  aber durch die Gleichung:

$$\text{IV} \quad P_i = \frac{1}{2^i} \cdot \frac{1}{1.2\dots i} \cdot \frac{d^i}{d\mu^i} (\mu^2 - 1)^i$$

definiert wird. In dieser letzten Formel hat man der Kürze halber

$$\cos \zeta = \mu$$

gesetzt. Aus der Formel IV erhält man sofort:

$$P_1 = 1$$

$$P_1 = \mu$$

$$P_2 = \frac{1}{2} (3\mu^2 - 1)$$

$$P_3 = \frac{1}{2} (5\mu^3 - 3\mu)$$

etc..... etc.....

Die Coefficienten  $C_i$  bestimmen sich aus der Formel:

$$\text{V} \quad C_i = \frac{2i+1}{2} \cdot \int_{-1}^{+1} p' \cdot P_i d\mu$$

Nun aber hat die Function  $p'$  zwischen  $\zeta = 0$  u.  $\theta = \frac{\pi}{6}$  d.  $h.$

zwischen  $\mu = 1$  und  $\mu = \frac{\sqrt{3}}{2}$ , ferner zwischen  $\theta = \frac{5}{6}\pi$  und

$\zeta = \pi$  d. h. zwischen  $\mu = -\frac{\sqrt{3}}{2}$  und  $\mu = -1$  den constanten

Werth:  $0,9 h$ , im übrigen Gebiete den constanten Werth:

$$-\frac{9}{10} \cdot \frac{2 - \sqrt{3}}{\sqrt{3}} h \quad - 0,13923 h$$

Demzufolge erhält man aus V

$$\frac{2 C_i}{2i+1} = 0,9 h \int_{-1}^{-\frac{\sqrt{3}}{2}} P_i d\mu - 0,13923 h \int_{-\frac{\sqrt{3}}{2}}^{+\frac{\sqrt{3}}{2}} P_i d\mu +$$

$$+ 0,9 h \cdot \int_{\frac{\sqrt{s^-}}{2}}^i P_i d\mu \tag{VI}$$

Auf Grund der bekannten Relation :

$$\int_{-i}^{+i} P_i d\mu = 0 \tag{VII}$$

wo  $i = 1, 2, 3 \dots$

kann man die Formel VI so schreiben :

$$\frac{2C_i}{2i+1} = 1,03923 h \left[ \int_{-i}^{+\frac{\sqrt{s^-}}{2}} P_i d\mu + \int_{\frac{\sqrt{s^-}}{2}}^i P_i d\mu \right] \tag{VIII}$$

Daraus aber bekommt man sofort :

$$C_i = 0 \quad \text{wenn } i \text{ ungerade;}$$

$$C_i = (2i + 1) \cdot 1,03923 h \int_{\frac{\sqrt{s^-}}{2}}^i P_i d\mu, \quad \text{wenn } i \text{ gerade.}$$

Aber :

$$\int_{\frac{\sqrt{s^-}}{2}}^i P_i d\mu = \frac{1}{2i+1} \cdot [P_{i-1} - P_{i+1}]_{(\mu = \frac{\sqrt{s^-}}{2})} \tag{IX}$$

und dementsprechend :

$$C_i = 1,03923 h \cdot [P_{i-1} - P_{i+1}]_{(\mu = \frac{\sqrt{s^-}}{2})} \tag{X}$$

wenn  $i$  gerade.

Die Relation VII bezieht sich nicht auf  $P_0$ . Im Gegentheil, da  $P_0 = i$ , so ist:

$$\int_{-1}^{+1} P_0 d\mu = 2$$

Infolgedessen gelten für  $C_0$  die Formeln VII bis X nicht. Man muss zur Formel VI oder noch besser zu V zurückkehren. Nach dieser Formel hat man:

$$C_0 = \frac{1}{2} \int_{-1}^{+1} p' d\mu$$

da  $P_0 = 1$ .

Aber erinnern wir uns der Grundbedingung II d. h. der Bedingung:

$$\int p' d\omega = 0,$$

führt man Polarcoordinaten ein, so ist, wenn  $a$  den Radius der Kugel bedeutet:

$$d\omega = a^2 \sin\theta \cdot d\theta \cdot d\psi$$

und:

$$\int p' d\omega = \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} p' \cdot a^2 \cdot \sin\theta \cdot d\theta \cdot d\psi = 0$$

Man kann  $a$  als Constante ausserhalb der Integrationszeichen setzen und die Integration nach  $\psi$  ausführen, indem  $p'$  von  $\psi$  unabhängig ist. Man wird bekommen:

$$2\pi a^2 \int_0^{\pi} p' \sin\theta d\theta = 0$$

Indem :

$$\begin{aligned} \cos\theta &= \mu \\ \sin\theta d\theta &= - d\mu \end{aligned}$$

so folgt daraus<sup>1)</sup>:

$$C_0 = \int_{-1}^{+1} p' d\mu = 0$$

Setzt man noch der Kürze halber :

$$\left[ P_{i-1} - P_{i+1} \right]_{\left( \mu = \frac{\sqrt{s}}{2} \right)} = A_i = A_{2j} \quad \text{XI}$$

da nur gerade  $i$  vorkommen, so kann man schreiben :

$$p' = \sum p_i = 1,03923 h \cdot \sum_{j=1}^{j=\infty} A_{2j} P_{2j} \quad \text{XII}$$

Jetzt kann man zur Formel XXII des vorhergehenden § 2 zurückkehren. Dieselbe schreibt sich jetzt :

$$\Delta r = a \cdot 1,03923 h \cdot \sum_{j=1}^{j=\infty} T_{2j} A_{2j} P_{2j} \quad \text{XIII}$$

Da die Coefficienten  $T$  noch nicht berechnet wurden, so werden wir jetzt die Berechnung derselben vornehmen. Nach der Formel XXI des § 2

<sup>1)</sup> Dieses Resultat hat eine physische Bedeutung. Wäre  $C_0$  von Null verschieden, so hätten wir in der Reihe für  $\Delta r$  ein constantes Glied. Dieses Glied bedeutet eine allgemeine Verkürzung des Radius. Bei den hier gemachten Annahmen über die Ausdehnung der Eiscalotten mit  $h = 2000$  Meter berechnet sich diese Verkürzung für eine Stahlkugel zu 38 Meter. Um so viel wäre also der Radius der Kugel verkürzt, wenn die Belastung der polaren Gegenden nicht durch eine Entlastung des Bodens der Oceane compensiert wäre, wenn also der Druck der Eiscalotten ein neu hinzugekommener wäre. Es giebt aber einen Fall, in welchem auch bei neuhinzugekommenem Drucke das constante Glied in  $\Delta r$  verschwindet, das ist der Fall, wo die Kugel incompressibel ist; dann ist  $k = \infty$   $m = \infty$  und  $T_0 = 0$ , also das constante Glied der Reihe für  $\Delta r$  d. h. das Glied  $T_0 C_0 P_0 = 0$ .

$$T_i = \frac{1}{2n(i-1) - (2i-1)N_i Q_i} \cdot \left[ \frac{2i-1}{2i+3} N_i Q_i - 1 \right]$$

setzt man darin die Werthe von  $K_i$ ,  $N_i$  und  $Q_i$  aus den Formeln V, XII und XVIII des § 2, so kommt:

$$\text{XIV} \quad T_i = -\frac{1}{n} \cdot D_i$$

wo

$$\text{XV} \quad D_i = \frac{1}{2(i-1)} \cdot \frac{i(2i+1)m + [2(i+1)(i-1) - i]n}{(2i^2 + 4i + 3)m - (2i+1)n}$$

und die Formel XIII schreibt sich jetzt:

$$\text{XVI} \quad \Delta r = -\frac{1,03923 \cdot h \cdot a}{n} \cdot \sum_{j=1}^{j=\infty} D_{2j} A_{2j} P_j$$

Es ist klar, dass  $D_i$  eine reine Zahl ist, ebenso wie  $A$  und  $P_i$ . — Der Coefficient vor dem Summenzeichen hat die Dimensionen einer Länge. Man kann davon profitieren und eine der Längen z. B.  $h$  in beliebigen Einheiten ausdrücken, der übrigbleibende Factor

$$\frac{1,03923 a}{n}$$

ist auch eine reine Zahl. Diese Zahl wollen wir sofort bestimmen. Für Stahl und Eisen hat man nach Thomson und Tait<sup>1)</sup>

$$n = 780 \times 10^6 \text{ Gramm per Quadratcentimeter}$$

$$m = 1600 \times 10^6 \quad \text{„} \quad \text{„} \quad \text{„}$$

Wir werden der Einfachheit wegen

$$n = \frac{1}{2} m = 800 \times 10^6 \text{ Gramm per Quadratcentimeter}$$

setzen. Dank dieser Annahme findet man, da<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Trea t. on Nat. Phil. II Ausg. (1883) II Theil S. 435.

<sup>2)</sup> Es muss  $a$  in Centimetern ausgedrückt werden, da  $h$  in beliebigen Längeneinheiten ausgedrückt wird.

$$a = 637 \times 10^6 \text{ Centimeter}$$

$$\frac{1,03923 \cdot a}{n} = 0,8274869 \dots$$

$$= 0,8275 \text{ approx.} \quad \text{XVII}$$

und andererseits bekommt man aus XV

$$D_i = \frac{1}{2(i-1)} \cdot \frac{2i(2i+1) + [2(i+1)(i-1) - i]}{2(2i^2 + 4i + 3) - (2i+1)} \quad \text{XVIII}$$

Die Formel XVI verwandelt sich auf Grund von XVII in:

$$\Delta r = -0,8275 \cdot h \sum_{j=1}^{j=\infty} D_{2j} A_{2j} P_{2j} \quad \text{XIX}$$

In dieser Formel soll man die  $D_{2j}$  aus XVIII, die  $A_2$  aus XI, die  $P_{2j}$  aus IV einsetzen.

Wir werden  $\Delta r$  ausrechnen. 1) für die Mittelpunkte der Eiscalotten d. h. für  $\xi = 0$ ,  $\mu = 1$  und  $\xi = \pi$ ,  $\mu = -1$ .

2) für den Rand der Eiscalotten d. h. für  $\theta = \frac{\pi}{6}$ ,  $\mu = \frac{\sqrt{3}}{2}$

und  $\theta = \frac{5\pi}{6}$ ,  $\mu = -\frac{\sqrt{3}}{2}$

3) für den Aequator d. h. für  $\theta = \frac{\pi}{2}$ ,  $\mu = 0$

Sonst braucht man die Rechnung nur für  $\mu = 1$ ,  $\mu = \frac{\sqrt{3}}{2}$

und  $\mu = 0$  ausführen, indem die Reihe XIX nur gerade Potenzen von  $\mu$  enthält, folglich für  $\mu = \mu_1$  und  $\mu = -\mu_1$  identische Werthe von  $\Delta r$  ergibt.

Für  $\mu = 1$  haben alle Functionen  $P_i$  den Werth Eins, die Werthe von  $P_i$  für  $\mu = \frac{\sqrt{3}}{2}$  und  $\mu = 0$  geben wir in den unten stehenden Tafeln<sup>1)</sup> an:

<sup>1)</sup> Dieselben wurden berechnet mit Hilfe der bekannten recurrenten Formel:

$$P_i = \frac{2i-1}{i} \mu \cdot P_{i-1} - \frac{i-1}{i} P_{i-2}$$

$P_0$  ist constant gleich Eins.

## Tafel I.

Für  $\mu = \frac{\sqrt{3}}{2}$ 

|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| $P_1 = \frac{1}{2}\sqrt{3}$               | $P_2 = \frac{5}{2^3}$             |
| $P_3 = \frac{3}{2^4}\sqrt{3}$             | $P_4 = \frac{3}{2^7}$             |
| $P_5 = -\frac{33}{2^8}\sqrt{3}$           | $P_6 = -\frac{383}{2^{10}}$       |
| $P_7 = -\frac{485}{2^{11}}\sqrt{3}$       | $P_8 = -\frac{11101}{2^{15}}$     |
| $P_9 = -\frac{7173}{2^{16}}\sqrt{3}$      | $P_{10} = -\frac{1845}{2^{18}}$   |
| $P_{11} = \frac{48645}{2^{19}}\sqrt{3}$   | $P_{12} = \frac{1145895}{2^{22}}$ |
| $P_{13} = \frac{1485195}{2^{23}}\sqrt{3}$ | $P_{14} = \frac{8673465}{2^{25}}$ |
| $P_{15} = \frac{5679343}{2^{26}}\sqrt{3}$ | . . . . .                         |
| . . . . .                                 | . . . . .                         |
| etc. . . . .                              | . . . . .                         |

## Tafel II

Für  $\mu = 0$  sind alle  $P_i$  mit ungeraden Indices gleich Null.

$$P_2 = -\frac{1}{2}$$

$$P_4 = \frac{3}{2^3}$$

$$P_6 = -\frac{5}{2^4}$$

$$P_8 = \frac{35}{2^7}$$

$$P_{10} = -\frac{63}{2^8}$$

$$P_{12} = \frac{231}{2^{10}}$$

$$P_{14} = -\frac{429}{2^{11}}$$

$$P_{15} = \frac{6435}{2^{15}}$$

· · · ·  
etc. . . .

Tafel III

[Berechnet aus der Tafel I mit Hilfe der Formel XI].

$$A_1 = \frac{3}{2^3}$$

$$A_2 = \frac{5}{2^4}\sqrt{3}$$

$$A_3 = \frac{77}{2^7}$$

$$A_4 = \frac{81}{2^8}\sqrt{3}$$

$$A_5 = \frac{407}{2^{10}}$$

$$A_6 = \frac{221}{2^{11}}$$

$$A_7 = -\frac{23357}{2^{15}}$$

$$A_8 = \frac{8347}{2^{16}}\sqrt{3}$$

$$A_9 = -\frac{86963}{2^{18}}$$

$$A_{10} = -\frac{106029}{2^{19}}\sqrt{3}$$

$$A_{11} = -\frac{1175415}{2^{22}}$$

$$A_{12} = -\frac{706875}{2^{23}}\sqrt{3}$$

$$A_{13} = \frac{493695}{2^{25}}$$

$$A_{14} = \frac{6202217}{2^{26}}\sqrt{3}$$

· · · · ·  
etc. . . .

· · · · ·  
etc. . . .

Tafel IV

[Berechnet nach der Formel XVIII]

$$D_1 = \infty$$

$$D_0 = \frac{1}{5}$$

$$D_3 = \frac{55}{236}$$

$$D_2 = \frac{4}{11}$$

$$D_5 = \frac{17}{120}$$

$$D_4 = \frac{49}{279}$$

$$D_7 = \frac{299}{2916}$$

$$D_6 = \frac{22}{185}$$

$$D_9 = \frac{493}{6128}$$

$$D_8 = \frac{195}{2163}$$

$$D_{11} = \frac{147}{2220}$$

$$D_{10} = \frac{304}{4185}$$

$$D_{13} = \frac{1025}{18216}$$

$$D_{12} = \frac{437}{7183}$$

. . . . .

$$D_{14} = \frac{594}{11349}$$

etc. . . . .

etc. . . . .

Mit Hilfe dieser Tafeln findet man nach der Formel XIX.

Für  $\mu = 1$  d. h. für den Mittelpunkt der Eiscalotte

$$\Delta r = - 0,2489 h$$

Für  $h$  nehmen wir 2000 Meter<sup>1)</sup> und finden für  $\mu = 1$ :

$$\Delta r = - 497,8 \text{ Meter}$$

Weiter für  $\mu = \frac{\sqrt{3}}{2}$  d. h. für den Rand des Inlandeises

$$\Delta r = - 0,08937 h$$

und mit  $h = 2000$  Meter:

$$\Delta r = - 178,7 \text{ Meter}$$

Endlich für  $\mu = 0$  d. h. für den Aequator

$$\Delta r = 0,0492 h$$

<sup>1)</sup> Mehr darf man nicht setzen, da 1) die Dicke des Eises constant genommen wurde, 2) in gewissen Ländern wie in Grönland liegt noch heute das Eis Tausende von Metern dick; in Gegenden aber wie Grönland bedeutet  $h$  nur die Differenz zwischen der damaligen und gegenwärtigen Dicke des Eises.

und mit  $h = 2000$  Meter

$$\Delta r = 98,4 \text{ Meter}$$

Wir wollen jetzt paar Worte sagen über den Grad der Annäherung, mit welcher diese Zahlen berechnet wurden. Man weiss, dass die Entwicklung XII der discontinuierlichen Function  $p'$  immer convergent ist, doch sieht man auf den ersten Blick, dass die Convergenz dieser Reihe eine langsame ist. Die Convergenz der Reihe XIII oder, was dasselbe ist, der Reihe XIX ist grösser, wie diejenige der Reihe XII und zwar dank den Factors  $T_i$  resp.  $D_i$ , die immer positiv, kleiner wie die Einheit und abnehmend sind [für grosse Indices nimmt  $D$

so wie  $\frac{3}{4} \cdot \frac{1}{i}$  ab.] Trotzdem kann man auch diese Reihe keines-

wegs als eine besonders rasch convergierende bezeichnen. — Wir haben immer die Rechnung beim sechsten Gliede abgebrochen [d. h. das Glied mit dem Index 12 war immer das letzte berechnete Glied] und es fragt sich, wie gross sind die Fehler, die bei der Berechnung begangen werden konnten. Eine genaue Bestimmung der Grenzen des Fehlers ist nicht möglich, man muss sich mit einer Schätzung begnügen. Rechnungen, deren Einzelheiten wir an dieser Stelle nicht wiedergeben können, da es uns zu weit geführt hätte, haben uns gezeigt, dass die Fehler aller Wahrscheinlichkeit nach nur je einige (gewiss nicht zehn) Meter betragen, und zwar sind die

absoluten Werthe der  $\Delta r$  für  $\mu = 1$ ,  $\mu = \frac{\sqrt{3}}{2}$  und  $\mu = 0$  um einige Meter zu gross. — Die Werthe der  $\delta r$  (siehe weiter) sind noch etwas genauer, wie diejenigen der  $\Delta r$ .

Man könnte unserer Rechnung den Einwand machen, dass dank der Hypothese einer constanten Dicke des Eises die Depressionen am Rande desselben zu tief ausfallen mussten. Gewiss ist dieser Einwand richtig, doch hat er nicht die Wichtigkeit, die ihm vielleicht Jemand zuzuschreiben geneigt wäre und zwar hauptsächlich desswegen, weil die Oberfläche des Inlandeises bekannterweise in der Mitte einen sehr sanften

und erst gegen den Rand steileren Abfall hatte. Sonst habe ich versucht die Rechnungen unter der Annahme einer von der Mitte gegen den Rand abnehmenden Dicke des Eises auszuführen. Ich habe nämlich angenommen, dass die Dicke des Eises nach dem Gesetz:

$$h = h_0 [1 - (2\sin\theta)^{10}]$$

variiert<sup>1)</sup>. Das gewählte Gesetz giebt sehr gute d. h. den natürlichen Verhältnissen gut entsprechende Resultate. Doch war die Berechnung der Coefficienten der Entwicklung von  $p'$  in eine Reihe von Kugelfunctionen — so zeitraubend, dass ich gezwungen wurde vom anfänglichen Vorhaben abzustehen und die Berechnung beim fünften Coefficienten abzubrechen. So habe ich mit einer auf fünf Glieder beschränkten Reihe gefunden, dass für  $h = 2000$  Meter die Depression am Rande des Eises noch 149 Meter tief war also blos um 29 Meter weniger als im früheren Falle. — Andererseits soll man nicht vergessen, dass unsere Methode nothwendig zu kleine Deformationen liefert. — Auf diese Weise ist man zur Meinung berechtigt, dass die höher gefundene Depression am Rande des Eises d. i. die Depression von 178 Meter nur scheinbar zu gross ausgefallen ist.

So haben wir gefunden, dass eine perfect elastische isotrope Kugel von der Grösse der Erde, so starr<sup>2)</sup> und incompressibel wie eine Stahlkugel, unter dem Drucke der Eiscalotten beträchtliche Deformationen erfährt. Freilich sind diese Deformationen nur für das Menschenmaass beträchtlich, denn im Vergleich zu den Dimensionen der Erde sind sie verschwin-

<sup>1)</sup>  $h_0$  bezeichnet die maximale Dicke des Eises im Centrum der Eiscalotte. Für den Rand des Eises d. h. für  $\theta = \frac{\pi}{6}$  (oder =  $\frac{5\pi}{6}$ ) hat man  $\sin\theta = \frac{1}{2}$  und  $h = 0$ .

<sup>2)</sup> Wir haben für  $n = 800 \times 10^5$  gesetzt, während für Stahl  
 $n = 819 \times 10^6$

dend klein, beträgt doch die grösste Tiefe der Depression kaum 500 Meter d. h. kaum  $\frac{1}{12740}$  des mittleren Erdradius.

#### § 4. Niveauänderungen und Strandverschiebungen.

Gleichzeitig mit den soeben betrachteten Deformationen des starren Erdkörpers müssen Deformationen der Niveauflächen eintreten. — Dieselben sind zweierlei Art, einerseits Deformationen der Niveauflächen infolge der Attraction der Eisalotten, andererseits Deformationen infolge der Attraction der Depressionen und Elevationen der Lithosphäre. Niveauänderungen erster Art wurden vor einigen Jahren von Hergesell, Drygalski und Woodward eingehend discutiert, so dass wir aus fertigen Resultaten profitieren können, Niveauänderungen zweiter Art wurden noch nicht discutiert, wir wollen dieselben etwas näher betrachten.

Bei den Deformationen der Kugel, wie sie im vorhergehenden § 3 beschrieben wurden, haben wir ausser reinen Figurveränderungen auch Dichteänderungen, indem der Stoff der Kugel nicht incompressibel ist. Compression begleitet die Depressionen, Dilatation die Elevationen. Infolgedessen werden in Rücksicht auf die Attractionswirkungen Massenverschiebungen theilweise durch Dichteänderungen compensiert. Wir werden im Folgenden die Dichteänderungen im Inneren der festen Kugel unbeachtet lassen, also gewissermaassen absichtlich die Niveauänderungen vergrössern, doch schadet es nicht, da wir ein Mittel haben nicht bloß das Maximum sondern auch das Minimum solcher Niveauänderungen zu schätzen. — Unter Nichtbeachtung der Dichteänderungen im Inneren der Kugel gestaltet sich die Berechnung der Niveauänderungen zu einem leichten Probleme, das wir mit Hilfe eines Theorems von Thomson u. Tait<sup>1)</sup> sofort auflösen können.

<sup>1)</sup> Treatise on Nat. Phil. 2-te Ausg. (1883) II Teil S. S. 354, 355 und 356.

Dieses Theorem sagt aus, dass, wenn die Verschiebung der Kugeloberfläche  $\Delta r$  in eine Reihe von Kugelfunctionen entwickelt, sich so darstellt:

$$\Delta r = C_1 P_1 + C_2 P_2 + \dots + C_i P_i + \dots$$

so kann man die dadurch bedingte Verschiebung der Niveaufläche  $\delta r_1$  durch die Reihe<sup>1)</sup>:

$$\delta r_1 = C_1 P_1 + \frac{3}{5} C_2 P_2 + \dots + \frac{3}{2i+1} C_i P_i + \dots$$

ansdrücken. Aus dieser Formel erhalten wir sofort in unserem Falle:

$$I \quad \delta r_1 = -0,8275 h \left[ \frac{3}{5} D_2 A_2 P_2 + \frac{3}{9} D_4 A_4 P_4 + \dots \right]$$

daraus aber erhält man für  $\mu = 1$ ,  $\mu = \frac{\sqrt{3}}{2}$  und  $\mu = 0$  mit

Hilfe der Tafeln I, II, III und IV des § 3 folgende Werthe:  
für  $\mu = 1$  (Mittelpunkt der Eiscalotte)

$$\delta r_1 = -0,1275 h$$

und mit  $h = 2000$  Meter

$$\delta r_1 = -255 \text{ Meter}$$

für  $\mu = \frac{\sqrt{3}}{2}$  (Rand der Eiscalotte)

$$\delta r_1 = -0,0589 h$$

und mit  $h = 2000$  Meter

$$\delta r_1 = -117,8 \text{ Meter}$$

für  $\mu = 0$  (Aequator)

$$\delta r_1 = +0,0378 h$$

<sup>1)</sup> Der Gebrauch dieser Reihe ist auf Niveaüänderungen beschränkt, die nicht ausserordentlich gross sind, für solche wird sie zu wenig genau. Doch in unserem Falle ist sie mehr wie ausreichend. Wegen Fehlen des constanten Gliedes in der Reihe für  $\delta r_1$  enthält die deformierte Niveaufläche dasselbe Volum wie die nichtdeformierte.

und mit  $h = 2000$  Meter

$$\delta r_1 = + 75,6 \text{ Meter}$$

Diese Resultate sind zu gross 1) wegen Nichtbeachtung der Dichteänderung im Inneren der Kugel, 2) deswegen, weil das der Formel I zu Grunde liegende Theorem eigentlich für einen isotropen Körper gilt. Infolge dieses letzten Umstandes wurde die Thatsache nicht berücksichtigt, dass die oberen Schichten der Erde eine Dichte besitzen, die kaum die Hälfte der mittleren Dichte der Erde beträgt. Will man aber diese letzte Thatsache in Rechnung ziehen und gleichzeitig die erste Ursache der Fehler ausgleichen, so mache man die Annahme, dass die Deformation nur die oberen Schichten der Erde afficiert. Indem die Dichte derselben nur circa die Hälfte der mittleren Dichte der Erde beträgt, so wird der Attractions-effect der Deformationen der Erde nur die Hälfte des soeben berechneten betragen. Auf diese Weise wird man Niveauänderungen erhalten, die als minimale betrachtet werden können, nämlich:

|                               |                              |
|-------------------------------|------------------------------|
| für die Mitte der Eiscalotten | $\delta r_1 = - 127,5$ Meter |
| „ den Rand des Eises          | $\delta r_1 = - 58,9$ „      |
| „ den Aequator                | $\delta r_1 = + 37,8$ „      |

Die wahren Werthe der  $\delta r_2$  müssen diesen minimalen  $\delta r_1$  viel näher sein, als den früher berechneten maximalen.

Ausser den Niveauänderungen  $\delta r_1$  haben wir noch Niveauänderungen  $\delta r_2$  infolge der Attraction des Inlandeises. Diese letzten werden wir nach gewissen Formeln Woodward's berechnen<sup>1)</sup>. Setzt man in diese Formeln unseren Hypothesen entsprechende Zahlenwerthe ein, so findet man, dass im Mittelpunkte einer Eiscalotte die Attraction derselben eine Niveauänderung von  $+ 188,2$  Meter und die Attraction der an-

<sup>1)</sup> U. S. Geol. Surv. Bulletin Nr. 48, S. 41. Die Formeln Woodward's, sind auch so berechnet, dass die deformierte Niveaufläche dasselbe Volum umfasst, wie die nichtdeformierte.

deren eine Niveauänderung von  $-32,2$  Meter erzeugt. Es bleibt folglich für die Mitte einer Eiscalotte eine Niveauänderung

$$\delta r_2 = +156,0 \text{ Meter}$$

Am Rande einer Eiscalotte erzeugt ihre eigene Attraction eine Niveauänderung von  $+97,8$  Meter und die Attraction der anderen eine Niveauänderung von  $-31,4$  Meter. Es bleibt folglich für den Rand des Eises:

$$\delta r_2 = +66,4 \text{ Meter}$$

Am Aequator summieren sich die Attractionen beider Eiscalotten und erzeugen eine negative Niveauänderung von circa  $-38$  Meter d. h. man kann für den Aequator:

$$\delta r_2 = -38 \text{ Meter}$$

setzen.

Die resultierenden Niveauänderungen  $\delta r_1 + \delta r_2$  sind:

$$\text{für } \mu = 1 \quad (\delta r_1) \text{ min} + \delta r_2 = +28,5 \text{ Meter}$$

$$\text{oder } (\delta r_1) \text{ max} + \delta r_2 = -99,0 \quad "$$

$$\text{für } \mu = \frac{\sqrt{3}}{2} \quad (\delta r_1) \text{ min} + \delta r_2 = +7,5 \quad "$$

$$\text{oder } (\delta r_1) \text{ max} + \delta r_2 = -51,4 \quad "$$

$$\text{für } \mu = 0 \quad (\delta r_1) \text{ min} + \delta r_2 = -0,2 \quad "$$

$$\text{oder } (\delta r_1) \text{ max} + \delta r_2 = +37,6 \quad "$$

Die  $\delta r_1$  und  $\delta r_2$  haben entgegengesetzte Vorzeichen und neutralisieren nahezu einander. Am Rande des Inlandeises behalten die  $\delta r_1$  scheinbar die Oberhand. Eine genauere Berechnung hätte wahrscheinlich für den Rand des Eises kleine negative resultierende Niveauänderungen geliefert.

Jetzt können wir auch die Strandverschiebungen beurtheilen. Gemäss der im vorhergehenden § ausgeführten Rechnung absorbierte die Bildung des Inlandeises ein Volum Wasser:

$$v = 0,9 \left( 1 - \frac{\sqrt{3}}{2} \right) Ah$$

Hätte man auch angenommen, dass die Oeane den ganzen von der Vereisung freien Raum bedecken, so würde noch

immer die Dicke  $d$  der für die Bildung des Eises in Anspruch genommenen Wasserschicht:

$$d = \frac{v}{z} = 0,9 \cdot \frac{2 - \sqrt{3}}{\sqrt{3}} h = 0,13923 h$$

betragen. Mit  $h = 2000$  Meter finden wir

$$d = 278,5$$

Da aber zur Eiszeit ausser der vergletscherten Länder noch andere Länder aus den Oceanen emporragten, so ist es gewiss, dass das Wasservolum  $v$  nicht von der Oberfläche  $z$ , sondern von einer kleineren Oberfläche abgenommen wurde. Nimmt man z. B. an, dass das Verhältnis von Landoberfläche zur Wasseroberfläche während der Eiszeit dasselbe war wie gegenwärtig, so bedeckte der Ocean nicht  $z = 0,866 A$  [wo  $A$  das Areal der ganzen Kugeloberfläche], sondern bloss  $0,736 A$  und man muss die Zahl  $d$  in  $\frac{866}{736}$  multiplicieren um den wahren Betrag der Erniedrigung des Wasserspiegels zu erhalten. Wir werden im Folgenden überall  $d = 278,5 \cdot \frac{866}{736} = 327,7$  Meter setzen.

So sehen wir, dass der Wasserspiegel in den Oceanen allüberall um  $327,7$  Meter gefallen <sup>1)</sup> sein muss. Statt positiver Strandverschiebungen werden infolgedessen negative Strandverschiebungen am Rande des Inlandeises eintreten. In der That, die Strandverschiebung  $Dr$  ergibt sich aus der Formel

$$Dr = \delta r_1 + \delta r_2 - \Delta r - d$$

Für  $\delta r_1$  setzt man die  $(\delta r_1)_{\min}$  als der Wahrheit näher und findet für den Rand des Eises:

$$\begin{aligned} Dr &= (\delta r_1)_{\min} + \delta r_2 - \Delta r - d \\ &= -58,9 + 66,4 - (-178,7) - 327,7 = -141,5 \text{ Meter} \end{aligned}$$

<sup>1)</sup> Allerdings hat sich auch der Boden der Oceane in der Aequatorialgegend etwas gehoben, dafür aber hat er sich in den circumpolaren Gebieten gesenkt. Die Senkungen compensieren die Elevationen und vice-versa.

also einen sehr beträchtlichen negativen Werth. Positive Strandverschiebungen sind nur in tief in das Innere vergletschterer Länder eingreifenden Kanälen und engen Buchten, etwa Fjorden möglich. Denken wir uns z. B. eine schmale Bucht, die bis an die Mitte der Eiskappe heranreicht. Das Vorhandensein einer solchen schmalen Bucht verändert die Bedingungen des Problems gar unbedeutend, so dass unsere Resultate schlechthin als auf einen solchen Fall anwendbar gelten können. In einer solchen Bucht hätte sich in der Mitte der Eiskappe eine ansehnliche positive Strandverschiebung ergeben, denn die Depression des Landes in der Mitte der Eiskappe ist so gross, (nahezu 500 Meter) dass die allgemeine Erniedrigung des Wasserspiegels der Oceane dieselbe nicht compensieren kann. Bei denselben Voraussetzungen wie sie im soeben betrachteten Falle der Strandverschiebung am Rande des Eises gemacht wurden, hätte man aber eine grosse positive Strandverschiebung erhalten nämlich:

$$Dr = -127,5 + 156,0 + 497,8 - 327,7 = + 198,6 \text{ Meter}$$

So hätte man in unserem Fjorde einen allmählichen Uebergang von negativen Strandverschiebungen am Rande der Eiskappe zu positiven im Inneren des vereisten Landes.

### § 5. Hypothese einer einseitigen Vereisung.

Das Prinzip der Constanz des gesammten Wasservorrathes in Gestalt von Eis, Wasser und Dampf bleibt natürlich bestehen. Infolgedessen bleibt auch die fundamentale Bedingung II des § 3

$$\int p' d\omega = 0$$

bestehen. Das Bestehen dieser Bedingung hat wieder zur Folge, dass der mittlere Erdradius unverändert bleibt und die Reihenentwicklungen für  $\Delta r$  und  $\delta r$ , kein constantes Glied enthalten. Wir behalten die früheren Hypothesen in Bezug auf die Coefficienten der Starrheit und der Incompressibilität, in Bezug auf die Ausdehnung und die Gestalt der Eiscalotte u. s. w. nur

haben wir jetzt eine einzige statt zweier Eiscalotten. — Die Vertheilung des Druckes  $p'$  ist jetzt etwas verschieden. Von

$\mu = 1$  bis  $\mu = \frac{\sqrt{3}}{2}$  hat man wie früher:

$$p' = 0,9 h$$

zwischen  $\mu = \frac{\sqrt{3}}{2}$  und  $\mu = -\frac{\sqrt{3}}{2}$  hat man wieder:

$$p' = -0,9 \frac{V}{\alpha}$$

aber das Volum einer Eiscalotte ist zweimal kleiner wie dasjenige von zwei Eiscalotten und man hat (vergl. III im § 3)

zwischen  $\mu = \frac{\sqrt{3}}{2}$  und  $\mu = -\frac{\sqrt{3}}{2}$

$$p' = -\frac{1}{2} 0,13923 h$$

Was das Gebiet zwischen  $\mu = -\frac{\sqrt{3}}{2}$  und  $\mu = -1$  anbe-  
trifft, so darf man annehmen, das dort alles in „statu quo“  
bleibt. *d. h.* dass dort

$$p' = 0$$

Jetzt soll man  $p'$  in eine Reihe von Kugelfunctionen entwickeln,

$$p' = \sum_{i=1}^{i=\infty} C_i P_i$$

Das constante Glied fehlt aus Gründen, die soeben er-  
läutert wurden.

Auf Grund der Formel V im § 3 und mit Benutzung von VII aus demselben § können wir sofort schreiben:

$$\frac{2C_i}{2i+1} = (0,9 + \frac{1}{2} \cdot 0,13923) h \cdot \int_{\frac{\sqrt{3}}{2}}^i P_i d\mu$$

$$+ \frac{1}{2} \cdot 0,13923 h \int_{-1}^{-\frac{\sqrt{s}}{2}} P_i d\mu.$$

Da die Integrale in dieser Formel immer dieselben absoluten Werthe und übereinstimmende oder entgegengesetzte Vorzeichen haben je nachdem  $i$  gerade oder ungerade und da nach IX und XI im § 3.

$$\int_{\frac{\sqrt{s}}{2}}^i P_i d\mu = \frac{A_i}{2i+1}$$

so findet man:

$$I \quad C_i = \frac{1}{2} (1,03923) h \cdot A_i$$

wenn  $i$  gerade

und

$$II \quad C_i = \frac{1}{2} 0,9 \cdot h A_i$$

wenn  $i$  ungerade

Jetzt können wir sofort schreiben:

$$\Delta r = -\frac{1}{2} \cdot 1,03923 \cdot \frac{ah}{n} \cdot \sum_{j=1}^{j=\infty} D_{2j} A_{2j} P_{2j} -$$

$$III \quad -\frac{1}{2} \cdot 0,9 \cdot \frac{ah}{n} \cdot \sum_{j=0}^{j=\infty} D_{2j+1} A_{2j+1} P_{2j+1}$$

Vergleicht man diese Formel mit XVI im § 3, so sieht man sofort, dass die erste Summe nichts anderes ist, als die Hälfte der Summe XVI und nur die zweite Summe von Neuem berechnet werden muss. Setzt man noch für  $a$  und  $n$  deren Werthe ein, so erhält man:

$$\Delta r = -\frac{1}{2} 0,8275 h \sum_{j=1}^{j=\infty} D_{2j} A_{2j} P_{2j} - \frac{1}{2} \cdot 0,7117 \cdot h \sum_{j=0}^{j=\infty} D_{2j+1} A_{2j+1} P_{2j+1} \quad \text{IV}$$

Die Werthe von  $D$ ,  $A$ ,  $P$  in der zweiten Summe entnimmt man den Tafeln I — IV des § 3, die Werthe der ersten Summe kann man natürlich direct aus demselben § entnehmen. Auf diese Weise findet man die Werthe von  $\Delta r$  für  $\mu = 1$   $\mu = \frac{\sqrt{3}}{2}$  etc...

Bevor wir aber diese Werthe niederschreiben, müssen wir paar Worte sagen über die Art wie  $D_1 A_1 P_1$  berechnet wurde. Wir wissen ja, dass  $D_1$  unendlich ist. (Vergl. Tafel IV im § 3).

Nehmen wir die Formel für  $D_i$  in ihrer ursprünglichen Form XV § 3.

$$D_i = \frac{1}{2(i-1)} \cdot \frac{i(2i+1)m + [2(i+1)(i-1) - i] \cdot n}{(2i^2 + 4i + 3)m - (2i+1)n}$$

Es ist sofort ersichtlich, dass  $D_1 = \infty$ , aber betrachten wir diesen Ausdruck näher, indem wir im Zähler für  $m$  dessen Werth  $k + \frac{1}{3}n$ , wo  $k$  das Reciproke des Compressibilitätscoefficienten bedeutet, einsetzen. Man erhält nach ganz evidenten Umformungen:

$$D_i = \frac{1}{2(i-1)} \cdot \frac{i(2i+1)k}{(2i^2 + 4i + 3)m - (2i+1)n} + \frac{(4i+3)n}{3[(2i^2 + 4i + 3)m - (2i+1)n]} \quad \text{V}$$

Der zweite Theil dieses Ausdruckes ist nie unendlich auch für  $i = 1$  nicht, der erste Theil wird immer unendlich für  $i = 1$ . Was bedeutet aber dieser erste Theil? Um dies zu erkennen, setze man  $k = \infty$  (oder was dasselbe ist  $m = \infty$ ), d. h. mache man die Voraussetzung, dass der Körper voll-

ständig incompressibel ist. Für  $h = \infty$  ( $m = \infty$ ) verschwindet der zweite Theil von  $V$  und  $D_1$  reduziert sich auf:

$$D_i = \frac{1}{2(i-1)} \cdot \frac{i(2i+1)}{(2i^2+4i+3)}$$

Dieser reduzierte Werth von  $D_i$  ist immer endlich ausser für den Fall  $i = 1$ , in welchem er auch unendlich wird. Aber  $D_1$  entspricht in unserem Probleme dem Legendre'schen Polynome ersten Grades  $P_1 = y$ . Dieser aber repräsentiert die normale Componente einer Druckvertheilung, bei welcher alle Punkte einer Hemisphaere einem gleichen und gleichgerichteten Drucke, alle Punkte der anderen Hemisphaere einer gleichen und gleichgerichteten Traction unterworfen sind. Dabei sind Druck und Traction einander parallel und dem absoluten Werthe nach gleich. Wenn ein solches Druckkräftesystem auf die Oberfläche einer vollständig incompressiblen Kugel wirkt, so kann es offenbar keine Deformation sondern bloß eine Verschiebung der Kugel als Ganzes bewirken. So eine Verschiebung gehört schon zum Problem der Bewegung des Körpers im Raume, desswegen ist auch  $D_1$  unendlich. Jetzt aber ist uns die Bedeutung des unendlichen Theiles von  $D_1$  auch im allgemeinen Falle (wo  $h$  und  $m$  endlich sind) vollständig klar. Auch ein compressibler Körper erfährt eine Verschiebung als Ganzes, die uns nicht weiter interessiert und man soll den unendlichen Theil von  $D_1$  einfach unbeachtet lassen. Andererseits entspricht der endliche Theil von  $D_1$  einer Deformation und man soll denselben in Rechnung ziehen. Aus Formel III ergibt sich sofort:

$$\text{endlicher Theil von } D_1 = \frac{7n}{3[9m-3n]}$$

also mit  $m = 2n$ , wie man sonst angenommen hat: endlicher Theil von  $D_1 = \frac{7}{45}$

Dieser Theil von  $D_1$  wurde auch in die Rechnung aufgenommen. -- Es ergab sich mit  $h = 2000$  Meter

|                               |                           |   |
|-------------------------------|---------------------------|---|
| für $\mu = 1$                 | $\Delta r = -347,1$ Meter | [Mitte der Eiskappe]                    |
| „ $\mu = \frac{\sqrt{3}}{2}$  | $\Delta r = -172,5$       | „ [Rand der Eiskappe]                   |
| „ $\mu = 0$                   | $\Delta r = +49,2$        | „ [Aequator]                            |
| „ $\mu = -\frac{\sqrt{3}}{2}$ | $\Delta r = -6,3$         | „ [Antipoden des Eis-<br>randes]        |
| „ $\mu = -1$                  | $\Delta r = -150,7$       | „ [Antipoden der Mitte<br>der Eiskappe] |

Die Genauigkeit der Resultate ist natürlich dieselbe, wie im § 3. Die Berechnung von  $\delta r_1$  wurde mit derselben Methode, wie im § 4 ausgeführt. Wir führen nur die  $(\delta r_1)$  min. an.  
Mit  $h = 2000$  Meter

|                               |                                     |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| für $\mu = 1$                 | $(\delta r_1)$ min = $-104,1$ Meter |
| „ $\mu = \frac{\sqrt{3}}{2}$  | $(\delta r_1)$ min = $-55,6$ „      |
| „ $\mu = 0$                   | $(\delta r_1)$ min = $+18,9$ „      |
| „ $\mu = -\frac{\sqrt{3}}{2}$ | $(\delta r_1)$ min = $-3,3$ „       |
| „ $\mu = -1$                  | $(\delta r_1)$ min = $-23,4$ „      |

Die  $\delta r_2$  wurden wieder mit Hilfe der Woodward'schen Formeln berechnet. Es ergab sich mit  $h = 2000$  Meter

|                               |                             |
|-------------------------------|-----------------------------|
| für $\mu = 1$                 | $\delta r_2 = +188,2$ Meter |
| „ $\mu = \frac{\sqrt{3}}{2}$  | $\delta r_2 = +97,8$ „      |
| „ $\mu = 0$                   | $\delta r_2 = -19,0$ „      |
| „ $\mu = -\frac{\sqrt{3}}{2}$ | $\delta r_2 = -31,4$ „      |
| „ $\mu = -1$                  | $\delta r_2 = -32,2$ „      |

Die allgemeine Erniedrigung des Wasserspiegels beträgt natürlich nur die Hälfte derjenigen im § 4 d. h.  $163,8$  Meter, folglich setzen wir:

$$d = 163,8 \text{ Meter}$$

Nach der Formel:

$$Dr = \delta r_1 + \delta r_2 - \Delta r - d$$

berechnet man jetzt leicht die Strandverschiebungen, man findet nämlich:

|                               |                      |
|-------------------------------|----------------------|
| für $\mu = 1$                 | $Dr = + 267,4$ Meter |
| " $\mu = \frac{\sqrt{3}}{2}$  | $Dr = + 50,9$ "      |
| " $\mu = 0$                   | $Dr = - 213,1$ "     |
| " $\mu = -\frac{\sqrt{3}}{2}$ | $Dr = - 192,2$ "     |
| " $\mu = -1$                  | $Dr = - 68,7$ "      |

Aus den Zahlen für  $\Delta r$  sieht man, dass die Depression unter dem Inlandeise nicht so tief ist, wie bei gleichzeitiger Vereisung beider Hemisphaeren; um den Aequator haben wir eine ziemlich flache Ausbauchung, in der anderen Hemisphaere wieder eine flache Depression, deren Tiefe weit unterhalb der Tiefe der ersten Depression zurückbleibt. Die Deformationen sind erstens etwas verschieden, zweitens nicht so ausgeprägt, wie diejenigen, die sich im § 3 ergaben. Sie sind verschieden, denn die Druckvertheilung ist eine andere, — sie sind weniger ausgeprägt, denn die Druckvertheilung ist weniger verschieden von der gegenwärtigen als die Druckvertheilung im Falle gleichzeitiger Vereisung beider Hemisphaeren. Auch geht ein Theil der Druckkräfte, derjenige, der eine Verschiebung der Kugel als Ganzes bewirkt, so zu sagen für die Deformation verloren.

Weiter sieht man, dass in diesem Falle im Gegensatz zum vorhergehenden die  $\delta r_2$  am Rande des Inlandeises die Oberhand über die  $\delta r_1$  behalten. Es ist eine Consequenz einerseits der Thatsache, dass die  $\delta r_1$  bei weniger ausgeprägten Deformationen auch weniger ausgesprochen sind, andererseits des Umstandes, dass in der anderen Hemisphaere keine Eiskappe vorhanden ist, welche die Attraction der nächstliegenden theilweise neutralisieren könnte.

Die Strandverschiebungen  $Dr$  sind am Rande des Eises positiv und dabei so ansehnlich (+ 50,9 Meter) dass auch bei einer anderen Berechnungsmethode immer ein guter Theil derselben übrig bleiben müsste. Das ist ganz was anderes als im § 4, wo man eine ausgesprochene negative Strandverschiebung gefunden hat [nämlich — 141,5 Meter]. Die Strandverschiebung in der Mitte der Eiskappe ist auch sehr beträchtlich nämlich + 267,4 Meter, doch ist die Neigung der Strandlinien von der Mitte der Eiskappe zum Rande im vorliegenden Falle kleiner wie bei gleichzeitiger Vereisung beider Hemisphaeren, denn die Differenz  $(Dr)_{\mu=1} - (Dr)_{\mu=\frac{\sqrt{2}}{2}}$  beziffert sich hier auf 216,5 während sie dort volle 340,1 Meter erreichte. — Auf der anderen Hemisphaere findet man für die Antipoden des Mittelpunktes des Inlandeises  $Dr = -68,7$  und für die Antipoden des Eisrandes — 192,2. Solche Strandverschiebungen könnten als Zeugen einer Landerhöhung gedeutet werden, während in der That im ersten Punkte eine Depression von — 150,7 Meter und in den Antipoden des Eisrandes eine Depression von — 6,3 Meter vorhanden ist. — Zugleich sehen wir, dass bei einer alternierenden Vergletscherung die grösste Höhendifferenz zwischen den Strandlinien am Pol während des Maximums der Vereisung und solchen während des Minimums (d. h. im Momente wo die andere Hemisphaere ihren Höhepunkt der Vereisung hat)

$$267,4 - (-68,7) = 336,1 \text{ Meter beträgt.}$$

Bemerken wir nebenbei, dass die Resultate der Vergleichung der  $Dr$  untereinander natürlich viel stichhaltiger sind wie die Zahlenangaben der absoluten Werthe von  $Dr$ .

Wir wollen noch in paar Worten einen speciellen Fall besprechen. Denken wir uns, dass das Quantum des Wassers in den Oceanen unverändert bleibt, also  $d=0$  und  $p'=0$  im Gebiete der Occane, nehmen wir aber an, dass die Gletscher etwa der südlichen Halbkugel auf die nördliche übertragen und dort zwischen dem Pol und 60° N. Br. ausgebreitet wurden. Dies hat eine Belastung der circumpolaren Gebiete der

Nordhemisphaere zur Folge (also  $p'$  positiv zwischen dem Pol und  $60^\circ$  N. Br.) und eine entsprechende Entlastung der antarktischen Gebiete zur Folge (also  $p'$  negativ im antarktischen Gebiete).

Die Rechnungen werden wir nicht anführen, wir wollen nur sagen, dass wir ähnliche Annahmen, wie in den früheren Fällen gemacht haben, und dass das Volum der Gletscher der südlichen Hemisphaere auf  $\frac{1}{5}$  desjenigen unserer früher betrachteten Eiskappe geschätzt wurde. Es ergaben sich folgende Strandverschiebungen:

|   |                              |                     |
|---|------------------------------|---------------------|
| Mitte des Inlandeises                   | $(\mu = 1)$                  | $Dr = + 60,6$ Meter |
| Rand . . . . .                          | $(\mu = \frac{\sqrt{3}}{2})$ | $Dr = + 41,6$ "     |
| Antipoden der Mitte<br>der Eiskappe . . | $(\mu = -1)$                 | $Dr = - 29,9$ "     |

### § 6. Resumé und Schluss.

Unter der Voraussetzung, dass der Wasservorrath der Erde in Gestalt von Eis, Wasser und Dampf sich seit der Eiszeit nicht verändert hat, haben wir zwei Fälle betrachtet, 1) gleichzeitige Vereisung beider Hemisphaeren, 2) Vereisung einer Hemisphaere. Trotz der Annahme, dass die Starrheit und Incompressibilität der Erde denjenigen des Stahles nahezu gleich sind, haben wir im Vergleich zu den Dimensionen der Erde ganz verschwindende aber für das Menschenmaass ziemlich ansehnliche Deformationen gefunden. Auf diese Weise wurde die Vereinbarkeit einer grossen Starrheit der Erde mit der Hypothese beträchtlicher durch den Druck des Inlandeises erzeugten Deformationen bewiesen. Diese Deformationen würden auch nicht verschwinden, wenn die Kugel vollständig incompressibel wäre ( $k = \infty$ ,  $m = \infty$ ), denn Formveränderungen sind auch bei einem incompressiblen Körper möglich (nur nicht Volumveränderungen) — doch bei unendlicher Starrheit ( $n = \infty$ ) wäre eine jede Deformation unmöglich.

Die Deformationen sind natürlich bei einseitiger Vereisung andere, als bei beiderseitiger Vereisung, sie sind auch weniger ausgeprägt, so z. B. ist die Tiefe der Depression unter einer Eiskappe hier 347,1 Meter dort 497,8 Meter.

Was Niveauänderungen anbetrifft, so hat es sich ergeben, dass dieselben zweierlei Art sind, die einen, die wir mit  $\delta r_1$  bezeichnet haben, rühren von der positiven oder negativen Attraction der durch die Deformationen des Erdkörpers erzeugten Elevationen und Depressionen; die anderen, die wir mit  $\delta r_2$  bezeichnet haben, rühren von der Attraction des Inlandeises selbst. Im Gebiete des Eises und um dasselbe haben die  $\delta r_1$  und die  $\delta r_2$  immer entgegengesetzte Vorzeichen, beide Arten von Niveauänderungen neutralisieren einander. Im Falle beiderseitiger Vereisung sind die  $\delta r_1$  in Folge grösserer Deformationen grösser als im Falle einer einseitigen Vereisung. Im Gegensatz dazu haben die  $\delta r_2$  im zweiten Falle kleinere Werthe, indem die Attractionen der beiden Eiskappen einander zum Theil neutralisieren. Es ist klar, dass unter solchen Bedingungen am Rande des Eises die  $\delta r_2$  im Falle einer beiderseitigen Vereisung von den  $\delta r_1$  aufgehoben werden können, im Falle einer einseitigen Vereisung aber die Oberhand behalten.

Bei der Besprechung der Strandverschiebungen hat es sich gezeigt, dass, hauptsächlich dank der doppelt so grossen allgemeinen Erniedrigung des Wasserspiegels, bei gleichzeitiger Vereisung beider Hemisphaeren, am Rande des Eises nur negative, dazu beträchtliche negative Strandverschiebungen auftreten können. Nur im inneren Winkel tief in die Mitte vergletschterer Länder eingreifender Buchten können positive Strandverschiebungen zu Stande kommen. Bei einseitiger Vergletscherung ergaben sich für den Eisrand zwar kleine aber positive Strandverschiebungen. Für die Mitte der Eiskappen ergaben sich in beiden Fällen beträchtliche positive Strandverschiebungen (im Falle einseitiger Vereisung um circa 50 Meter grössere) deren Ausmaass etwa den maximalen eiszeitlichen Strandverschiebungen in Skandinavien gleichzustellen ist.

Wir erinnern daran, dass alle unsere Calcüle (mit Ausnahme des am Ende des vorgehenden § 5 betrachteten speciellen Falles) sich auf Eiskappen bezogen, die 6,7% der Erdoberfläche bedeckten, von runder Gestalt waren (Durchmesser 6666 Kilom.) und eine gleichmässige Dicke von 2000 Meter hatten.

Wir konnten leider in unserer Untersuchung nicht gewisse Eigenschaften reeller Stoffe in Rechnung ziehen, die auf den Gang der Ereignisse während der Eiszeit grossen Einfluss üben konnten und die in der Physik unter dem Namen elastischer Nachwirkung u. s. w. bekannt aber noch nicht vollständig ergründet sind. Dank diesen Eigenschaften verspätet sich der maximale Effect einer deformierenden Kraft, oder es bleibt eine rückständige Deformation, nachdem die Ursache derselben schon aufgehört hat zu wirken. — Denken wir uns z. B. die allmähliche Bildung einer Eiskappe, sie wächst, vergrössert sich, gleichzeitig wächst die Depression unter derselben, aber wenn die Eiskappe schon aufgehört hat zu wachsen und so zu sagen den Höhepunkt ihrer Entwicklung erreicht hat, so kann und wird die Depression unter derselben noch eine Zeit wachsen bis sie auch den Höhepunkt ihrer Entwicklung erreicht hat. Dank dieser Eigenschaft können die definitiven Deformationen der Erde grössere Beträge erreichen, als man nach den mittleren Coefficienten der Starrheit<sup>1)</sup> und der Incompressibilität der Erde erwarten könnte. — Andererseits können nach der Schmelze des Eises noch mächtige rückständige Deformationen bleiben, insbesondere wenn diese Schmelze rasch zu Stande gekommen ist. Nehmen wir z. B. an, dass zwei Eiskappen vorhanden waren, (also am Rande derselben negative Strandverschiebungen), und dass die Schmelze rasch erfolgte. Es konnte die Deformation noch nahezu auf ihrem Höhepunkte bleiben, während schon enorme Mengen Wassers dem Ocean zurück-

<sup>1)</sup> Vom ersten wissen wir, dass er in der That nicht weit entfernt sein kann vom Starrheitscoefficienten für Eisen und Stahl, vom zweiten wissen wir leider nichts.

erstattet wurden. Natürlich musste sich dessen Wasserspiegel heben und die noch existierenden grossen circumpolaren Depressionen wurden überfluthet. — Das Meer konnte Höhen erreichen, die während der Eiszeit weit oberhalb der Fluthen standen. Die Verminderung der Attraction des Inlandeises konnte den Einfluss der allgemeinen Erhöhung des Meeresspiegels nicht compensieren. Wir haben ja im § 4 gesehen, dass im Falle einer beiderseitigen Vereisung die  $\delta r_2$  kleiner wie  $d$  ausgefallen sind.

Am Schluss wollen wir noch bemerken, dass neben den hier discutirten normalen Verschiebungen  $\Delta r$  selbstverständlich auch horizontale (tangentielle) Verschiebungen bei der Deformation der Erde auftreten mussten. Dieselben waren aber für uns ohne jegliches Interesse und wir haben sie unberücksichtigt gelassen. Bei anderen Voraussetzungen über die Natur des Erdinneren hätten wir natürlich andere Zahlenresultate <sup>1)</sup>, wie die hier angeführten gefunden.

Zuletzt erinnern wir den Leser, dass alle Werthe der  $\Delta r$ ,  $\delta r_1$ ,  $\delta r_2$ ,  $d$  und  $D r$  in dieser Abhandlung der Dicke des Eises  $h$  einfach proportional sind.

Andere, durch andere Ursachen bedingte Deformationen liegen ausserhalb der Rahmen dieser Abhandlung.

<sup>1)</sup> Ein extremer Fall ist derjenige einer vollkommen plastischen Erde. Bei vollkommener Plasticität musste ein Eisprisma bis zu einer Tiefe  $\frac{\rho}{\rho_e} H$  untertauchen, wo  $\rho$  die mittlere Dichte des Eises,  $\rho_e$  die mittlere Dichte der oberen Erdschichten und  $H$  die Höhe des Prismas bedeutet. Nimmt man z. B.  $\rho = 0,9$   $\rho_e = 2,7$ , so kommt  $\frac{\rho}{\rho_e} H = \frac{1}{3} H$ . Das giebt uns den Betrag der localen Depression der Landoberfläche.

21. — **Sprawozdanie Komisji fizyograficznej.** (*Berichte der physiographischen Commission*). Bd. XXXIII, 8<sup>o</sup>; XVIII, [200], 211 u. (45) S.

*I. Berichte:* 1) Bericht über die Thätigkeit der physiographischen Commission im J. 1897/8 (S. I—X); 2) Verzeichnis der Mitglieder der physiographischen Commission. (S. X—XV); 3) Cassa-Bericht für das J. 1897/8. (S. XV—XVI); 4) Bericht über die Sammlung meteorologischer Instrumente. (S. XVI—XVII).

*II. Materialien zur Physiographie des Landes:*

- 1) *Von der meteorologischen Section gesammelte Materialien*  
(S. [3—200]).

**Wypadki spostrzeżeń meteorologicznych dokonanych w Galicyi w r. 1897,** zestawione w c. k. Obserwatorium astron. krakowskiem pod nadzorem Prof. Dra KARLIŃSKIEGO. (*Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen in Galizien im J. 1897*, zusammengestellt an der k. k. Sternwarte in Krakau unter der Aufsicht des Prof. Dr. KARLIŃSKI. S. [3—191].

Die Namen der 33 meteorologischen Stationen, welche im J. 1897 für die physiographische Commission thätig waren, werden unter Angabe der geogr. Lage und der Seehöhe, sowie auch der Namen der betreffenden Beobachter auf S. [3—4] aufgeführt. S. [8—191] enthalten eine tabellarische Zusammenstellung des von den Stationen gelieferten Beobachtungsmaterialies, u. zw.: 1) Tages- und Monatsmittel der Lufttemperatur, nebst den beobachteten Extremen (diese absolut nur für Bielitz, Krakau, Szczawnica, Lemberg, Dublany und Tarnopol) für 33 Stationen, worunter 28 ganzjährig (S. [8—55]); 2) die entsprechenden Werthe des Luftdruckes für 12 Stationen (10 ganzjährig; die Extreme absolut nur für Bielitz und Krakau) (S. [56—71]); 3) mittlere tägliche Windrichtung und Zahl der in den einzelnen Monaten beobachteten Windrichtungen und

Windstillen für 31 Stationen (28 ganzjährig) (S. [72—107]); 4) Tages- und Monatsmittel der Bewölkung für 30 Stationen (25 ganzjährig) (S. [108—143]); 5) Tages- und Monatssummen des atmosph. Niederschlages, nebst Angabe der beobachteten Niederschlagsformen und Gewitter für 33 Stationen (28 ganzjährig) (S. [144—191]).

Während die unter 1) und 2) aufgeführten Zahlen gewöhnliche arithmetische Mittel der durch Beobachtung gegebenen Werthe sind, wurden für die während des ganzen Jahres ohne Unterbrechung thätig gewesenen Stationen corrigierte Jahresmittel der Lufttemperatur, des Luftdruckes und die Jahressummen des Niederschlages berechnet (S. [6—7]). Die Lufttemperatur war im J. 1897 im Vergleich mit dem J. 1896 in den meisten Stationen durchschnittlich um 0.25C höher, der Luftdruck um 0.1 mm. niedriger; der Niederschlag war sehr ungleichmässig vertheilt (auf 11 Stationen um 60 mm. und auf 10 Stat. sogar um 190 mm. grösser, auf 4 Stationen aber durchschnittlich um 48 mm. geringer).

D. WIERZBICKI. *Grady w roku 1897. (Hagelschläge in Galizien im Jahre 1897)*. S. [192--197].

Im J. 1897 wurde Galizien von sechs grossen Hagelschlägen heimgesucht; der grösste derselben hat am 18. Juni stattgefunden, die übrigen: am 16. und 26. Mai, am 1., 22. und 29. Juli. Sonst gab es im Mai (vom 10-ten angefangen) 5, im Juni 11, im Juli 14 und im August (bis zum 27-ten) 4 Tage mit geringeren und mehr localen Hagelschlägen. Von der Calamität wurden 362 Gemeinden in 68 Bezirken getroffen, darunter achtunddreissig je zwei-, fünf je drei-, drei je viermal. Von den heimgesuchten Gemeinden liegen nur 88 (22%) in West-, und 274 (78%) in Ostgalizien; von den betreffenden Bezirken entfallen 29% auf West- und 71% auf Ostgalizien. Vorliegende, augenscheinlich nicht vollständige Zusammenstellung beruht hauptsächlich auf Angaben der krakauer Versi-

cherungsgesellschaft, zum Theil aber auf Zeitungsberichten und auf von einigen Bezirksämtern gefällig mitgetheilten Nachrichten.

D. WIERZBICKI. *Pioruny w roku 1897. (Blitzschläge in Galizien im Jahre 1897)*. S. [197].

Nach den Angaben des Amtsblattes „Gazeta lwowska“ wurden im J. 1897 von Blitzschlägen 6 Menschen verwundet und 1 Mensch getödtet.

D. WIERZBICKI. *Wyniki spostrzeżeń magnetycznych zrobionych w Krakowie w roku 1897. (Resultate magnetischer Beobachtungen in Krakau im J. 1897)*. S. [197–198].

Acht Messungen der magnetischen Declination und zwölf Messungen der Inclination, ausgeführt mit denselben Instrumenten und an demselben Punkte des krakauer botanischen Gartens, wie in den vorhergehenden Jahren, liefern als Mittelwerthe:  $6^{\circ} 21'83$  für die Declination (am 26. August 1897) und  $64^{\circ} 9'66$  für die Inclination.

F. KARLIŃSKI. *Liczba godzin ze słońcem jasno świecącym w Krakowie, według piętnastoletnich spostrzeżeń. (Zahl der Tage mit hellem Sonnenschein in Krakau, nach fünfzehnjährigen Beobachtungen)*. S. [198–199].

Seit Juni 1883 functioniert in der k. k. krakauer Sternwarte ein „Sunshine Recorder“ von Campbell und Stokes. Als Resultat dieser Aufzeichnungen werden die Monatssummen der Stunden mit hellem Sonnenschein aufgeführt (Tabelle S. [199]). Nach den berechneten Mittelwerthen steigt die Zahl der Stunden mit hellem Sonnenschein vom December (47·4) bis Juli (239·9), doch ist der Abgang im October am grössten (74·4 Stunden), der Zuwachs im Juni sehr gering (nur 6·3 Stunden).

2) *Von den Sectionen für Geologie, Botanik und Zoologie gesammelte Materialien.* S. 1—211.

J. PACZOŚKI. *Szkic flory i spis roślin zebranych we wschodniej Galicyi, na Bukowinie i w Komitacie marmaroskim na Węgrzech. (Verzeichnis der in Ostgalizien, in der Bukovina und im Marmaroser Comitatz (Ungarn) gesammelten Pflanzen, nebst einer allgemeinen Schilderung der betreffenden Vegetation).* S. 1—106.

Vorliegender Bericht ist ein Resultat floristischer Forschungsreisen, welche der Verf. in den J. 1895 und 1896 in Ostgalizien, südlich und östlich von Lemberg, in der Bukovina und im Marmaroser Comitatz (Pietros und Umgebung) unternahm. Im allgemeinen Theile der Abhandlung (S. 1—27) bespricht der Verf. die Vegetationsformationen der besuchten Gegenden. Ausführlicher wird der podolische Florentypus behandelt, wobei auf Unterschiede hingewiesen wird, welche zwischen demselben und der Steppenvegetation Südrusslands, in ihrer typischen südlichsten Ausbildung, bestehen. Nach der Ansicht des Verf. ist der podolische Typus älter als der Stepentypus, wenn auch mit demselben nahe verwandt. Die Steppen besitzen gewisse Formationen, welche in Podolien fehlen: diejenige der Artemisien und der Halophyten. Auf S. 27—100 führt Verf. 1024 Arten von Phanero- und Gefässkryptogamen auf; von denselben verdienen besonders hervorgehoben zu werden: *Dianthus glomeratus* Andr. (Suczawa in der Bukovina), *D. Pontederac* Kern. (Miodobory bei Skalat), *Cerastium macrocarpum* Schur (alpine Region des Pietros), *Carpesium cernuum* L. (Bukovina: am Czeremosz bei Wyznica), *Anthemis tinctoria* subsp. *discoidea* Willd. (sp.) (Suczawa), *Aronicum Carpathicum* Grisb. (Galizien: alpine Reg. der Howerla), *Centaurea Bessieriana* DC. (Suczawa), *C. stenolepis* Kern. (Halicz, Miodobory: Ostapie), *Lactuca saligna* L. (Zaleszczyki), *Juncus atratus* Krock.  $\beta$  *Bucovinensis* (nov. var.: *inflorescentia densa congesta, perigonii phyllis pallidioribus, subviridibus seu subfuscis*; Hliboka), *J. castaneus* Sm. (Howerla), *Carex frigida* All. (Howerla, Pietros), *Calamagrostis littorea* DC. (Bukovina:

steinige Flussufer bei Suczawa und Petreczanka), *Juniperus communis* L. var. *montana* Ait. (*J. intermedia* Schur) (Berge bei Berhomet; für Bukovina wurde früher nur *J. nana* Willd. angegeben). *Pinus nigra* Arnold (*P. Austriaca* Höss.) (Abstürze und Hutweiden im Gebirge bei Kossów: einige Zehner von strauchförmigen Exemplaren; diese Art wurde bisher, wild wachsend, in Galizien nicht beobachtet).

W. TEISSEYRE. Kilka uwag z powodu VII zeszytu Atlasu geologicznego Galicyi. (*Einige Bemerkungen aus Anlass des VII. Heftes vom Geologischen Atlas von Galizien*). S. 107—112.

Einige früheren vorläufigen Mittheilungen von Dr. W. Teisseyre, betreffend noch unbekannt gewesene Dislocationssysteme von Galizisch Podolien (welche als Beobachtungsthatsachen im Geologischen Atlasse von Galizien auf den vom Verf. aufgenommenen Blättern zur Darstellung gebracht werden sollen) gaben Anlas zu Missverständnissen und zu einer auf literarischen Unrichtigkeiten basierten Polemik. Diese irrtümliche Auffassung der vorläufigen Mittheilungen von Dr. Teisseyre, durch welche dem sachlichen Inhalte der letzteren die wissenschaftliche Basis entzogen wird, wurde von Herrn Prof. Łomnicki, ihrem ursprünglichen Urheber, noch neulich im VII. Hefte des Geologischen Atlases von Galizien zum Ausdruck gebracht, trotzdem dieselbe bereits wiederholt von Dr. W. Teisseyre berichtet wurde. Die vorliegende Publication ist dazu bestimmt, dieser scheinbaren Meinungsverschiedenheit gerecht zu werden und der Verwirrung der Discussion endgültig Einhalt zu thun.

S. KLEMENSIEWICZ. O nowych i mało znanych gatunkach motyli fauny galicyjskiej. (*Ueber neue und weniger bekannte Arten der galizischen Lepidopterenfauna*). S. 113—190.

Die Abhandlung enthält Beiträge zur Schmetterlingsfauna Galiziens, mit ausschliesslicher Berücksichtigung der für das Gebiet neuen, sowie überhaupt jener Arten, deren Kenntnis hinsichtlich ihrer geographischen Verbreitung in Galizien noch so manche Vervollständigung erheischt.

Die vorwiegend eigener, langjähriger Erfahrung des Verf. entnommenen Daten, sammt vielen biologischen und morphologischen Notizen beziehen sich grösstentheils auf Arten, die aus weit entlegenen und in physiographischer Hinsicht interessanten Gegenden Galiziens (Brody, Lemberg, Neu-Sandez, Krakau) stammend, in Bezug auf die Formverschiedenheit grosse Mannigfaltigkeit aufweisen.

Die Arbeit zerfällt in zwei Theile. Der erste, allgemeine Theil wird der Physiographie der vom Verf. am gründlichsten durchforschten Ortschaften, besonders der Gegend von Brody und von Neu-Sandez, sowie der einschlägigen Litteratur gewidmet. Eine beigeschlossene Tabelle veranschaulicht das Zahlenverhältnis der in den einzelnen Familien bisher in Galizien aufgefundenen Schmetterlingsformen, deren Summe im Ganzen 2363 beträgt; insbesondere wurden aufgefunden: von *Rhopalocera* 194 Formen, *Sphinges* 65, *Bombyces* 176, *Noctuae* 360, *Geometrae* 366, *Pyralidina* 248, *Tortricina* 343, *Tineina* und *Micropterygina* 575, *Pterophorina* 36 Formen.

Im zweiten, speciellen Theile werden die vom Verf. für die galizische Fauna in verschiedenen Zeiten entdeckten (169) Formen, sowie die wenig bekannten (316) Arten sammt Abänderungen, bezüglich ihrer Verbreitung im Lande besprochen. Von den 12 als neu beschriebenen Formen sind: *Orrhodia Vaccinii* L. ab. *Signata*, *Crambus Tristellus* F. ab. *Bivittellus*, *Depressaria Isabellina* und *Gracilaria Rebeli* besonders hervorzuheben. Ihre Diagnosen sind folgende:

*O. Vaccinii* ab. *Signata*: alis anterioribus unicoloribus castaneis, puncto basali, maculis ambabus late interruptis punctisque magnis submarginalibus nigerrimis; strigis subnullis, cetera signatura obsoletissima.

*C. Tristellus* ab. *Bivittellus*: palpis, capite thoraceque supra albis; ciliis metallicis. Alae anteriores subangustae, luridae, margine antico, vitta media antrorsum fusco adumbrata costisque 4, 5 usque ad ciliis late argenteis; costis 1,2,3 subargenteis.

*D. Isabellina*: saturate rubido-isabellina, fusco irrorata, thorace, alarum anteriorum costa et basi purpurascens; harum punctis duobus obsoletis nigris oblique positis ante medium, maculis duabus albis longitudinaliter positis pone medium et striga obliqua fusca ab costa transversa ad angulum posteriorem pertingenti; palporum articulo ultimo innotato. 10 mm.

*G. Rebeli*: alis anterioribus fumatis, in parte costali dorsoque areae basalis nigro maculatis, vitta dorsali prope basin nigro interrupta alba, fasciis duabus maculisque costalibus antepicalibus duabus albis. Alis posterioribus fusciscenti cinereis. 6·5 mm.

R. GUTWIŃSKI. *Algae in itinere per montem Babia Góra collectae*. S. 191—203.

Während eines Ausfluges von Polhora nach Zawoja über den Gipfel von Babia Góra (1741 M.) hat der Verf. zwei Algenproben im Quellengebiet des Flusses Bystra am südlichen, und eine Probe im Quellengebiet des Baches „Markowy potok“ am nördlichen Abhänge, sowie auch ein Specimen von *Trentepohlia Iolithus* (L.) Wallr. am Gipfel des genannten Berges aufgenommen. Dieses Materiale hat 118 Algenarten geliefert, wovon 38 auf *Chlorophyceae*, 77 auf *Bacillarieae* und 3 Species auf *Cyanophyceae* entfallen.

Die Algenflora von Babia Góra war bisher ganz unbekannt; es sind also sämtliche in der Abhandlung aufgeführte Standorte für die betreffenden Arten neu. Neun von den gesammelten Arten und fünf Varietäten, u. zw.: *Cosmarium lejo-dermum* Gay var. *majus* nov. var., *C. Quadrum* Lund. var. *minus* Nordst., *C. subnotabile* Wille, *C. speciosissimum* Schmidle, *C. homalodermum* Nordst., *Staurastrum trapezicum* Boldt, *Gomphonema montanum* Schum. var. *medium* Grun., *Achnanthes lanceolata* (Bréb.) Grun. var. *dubia* Grun., *Diatoma elongatum* Ag. var. *mesoleptum* (Kütz.) Grun., *Fragilaria Lancetula* Schum., *Diatomella Balfouriana* Grev., *Eunotia impressa* Ehrenb. var. *angusta* Grun., *Anabaena oscillarioides* Bory und *Lyngbya tenuis* (Ag.) Hansg. var. *rivularis* Hansg. sind für die galizi-

sche Algenflora neu. — Die Zahl der in Galizien beobachteten Algenarten beträgt nunmehr 1207.

Als besonders interessante Entdeckung ist die *Diatomella Balfouriana* zu nennen. Diese Art wurde bis jetzt (nach De-Toni's Prodrömus) nur aus den Pyrenäen, Alpen, dem mährischen Gebirge, aus England, Schottland und Spitzbergen bekannt. Für die galizische Algenflora ist nicht nur die Art sondern auch die Gattung neu.

Schliesslich zieht der Verf. eine Parallele zwischen der Diatomaceenflora von Babia Góra und derjenigen der Hohen Tatra (der letzteren fehlen bisher: *Navicula gracilis* Kütz., *Frustulia viridula* (Thw.), *Cymbella subaequalis* Grun., *C. anglica* Lagerst., *Encyonema ventricosum* (Ag.) Grun., *Gomphonema dichotomum* Kütz., *G. insigne* Greg., *Achnanthes exigua* Grun., *Nitzschia Heufleriana* Grun., *Odontidium Harrisonii* W. Sm., *Fragilaria Lancetula* Schum., *Diatomella Balfouriana* Grev., *Eunotia impressa* Ehrenb.) und zählt diejenigen Arten auf, welche bis jetzt der Flora von Babia Góra eigen sind, d. i. in anderen Localitäten Galiziens noch nicht angetroffen wurden.

F. SCHILLE. Fauna lepidopterologiczna doliny Popradu i jego doptywów. Część II. (*Die Lepidopterenfauna des Poprad-Thales und dessen Zuflüsse. II. Theil*). S. 204—211.

Seit dem Erscheinen seiner gleich betitelten Arbeit im XXX. Bande der Berichte der physiographischen Commission <sup>1)</sup> hat der Verf. seine lepidopterologischen Forschungen in dem genannten Gebiete fortgesetzt und für dasselbe 105 neue Microlepidopteren entdeckt. Von diesen Arten sind für Galizien neu: *Pyralidinae*: *Scoparia resinosa* Hw. und *Botys decrepitalis* H. S.; *Tortricinae*: *Grapholitha rufillana* Wlk.; *Tineinae*: *Tinea caprimulgella* H. S., *T. albipunctella* Hw., *T. atratella* Stgr. (am 2. Juli in Rzyczanów von Gräsern geschöpft; wurde von Dr. Hofmann in Regensburg und von Dr. Rebel in Wien be-

<sup>1)</sup> S. dieses Bulletin vom J. 1896, pag 58.

stimmt; nach Angabe des Dr. Rebel neu für Oesterreich-Ungarn); *Argyresthia praecocella* Z., *Eidophasia messingiella* F., *Depressaria astrantiae* Hein., *D. ciliella* Stt., *Gelechia elatella* H. S., *Oecophora tripuncta* Hw., *Gracilaria gradatella* H. S. (am 5. Mai in Rytro bei Sonnenuntergang von Weiden geklopft; nach Staudingers Catalog nur von Bayern bekannt), *Coleophora pappiferella* Hfm. (am 11. Mai in Rytro; bisher nur von Bayern bekannt), *Laverna idaei* Z., *L. Raschkiella* Z., *L. conturbatella* Hb., *Butalis fuscoaenea* Hw., *Elachista poae* Stt., *Lithocolletis sorbi* Frey, *L. viminetorum* Stt., *Nepticula argyropeza* Z.

3) *Von der agronomischen Section gesammelte Materialien.*

S. (1—45).

W. KŁECKI u. J. MIKŁEWSKI-POMORSKI. **Zawartość azotu, kwasu fosforowego i węglanów w niektórych typowych glebach Galicyi wschodniej.** (*Der Gehalt an Stickstoff, Phosphorsäure und Carbonaten einiger typischen Böden Ostgaliziens*). S. (1—14).

Die Verfasser theilen die Ergebnisse einer Reihe von Analysen typischer Böden Ostgaliziens mit. Die Wahl der charakteristischen Bodentypen wurde vom Comité der k. k. Landwirthschafts-Gesellschaft zu Lemberg im Einvernehmen mit praktischen Landwirthen und gründlichen Kennern der ostgalizischen Bodenverhältnisse, getroffen. Die Profile der analysierten Böden waren vom Comité der genannten Gesellschaft in der Landesausstellung zu Lemberg im Jahre 1894 aufgestellt. Die Entnahme der Proben geschah in folgender Weise. An der Stelle, wo der Boden als am meisten typisch angesehen werden konnte, wurde ein senkrecht abgestochener, 2 m. tiefer Graben gemacht; auf der gereinigten Seitenfläche desselben wurden (zur Skizzierung eines Profils) die einzelnen Schichten abgemessen. Von 4 bis 6 verschiedenen Stellen jeder Schicht wurden alsdann je 8 bis 10 kg. Erde entnommen. Nach sorgfältiger Durchmischung der gesammten, aus einer Schicht stammenden Erdmenge (40—60 kg.) wurde von derselben eine 10 kg. Probe entnommen. Letztere diente nun zu

den chemischen Bestimmungen, nachdem sie vorher an der Luft getrocknet, zerkleinert, durchmischt und durchsiebt (2 mm. Sieb) war. In den so vorbereiteten Proben wurden folgende Bestimmungen vorgenommen: 1) Stickstoff- nach Kjeldahl- Jodlbauer; 2) Phosphorsäure- nach der Molybdänmethode in einem Auszuge mit kochender Salpetersäure vom sp. Gew. 1,3; 3) Kohlensäure — nach Strohmeyer.

In dieser Weise wurden nun die Böden von 20 verschiedenen Ortschaften <sup>1)</sup> Ostgaliziens chemisch untersucht, u. zw. wurden die Bestimmungen des Stickstoffs, der Phosphorsäure und der Kohlensäure sowohl in der Ackerkrume, als auch im Untergrunde ausgeführt.

Auser den Ergebnissen der chemischen Analyse, welche die Verschiedenheit der Bodentypen Ostgaliziens veranschaulichen, geben die Verfasser auch eine kurze Charakteristik der untersuchten Böden.

J. BZOWSKI. *Opis geologiczno-rolniczy majątku Lipnik w Królestwie Polskiem, gubernii radomskiej, powiecie sandomierskim położonego, ze szczególnem uwzględnieniem glin pochodzenia sylurskiego. (Description pé-dologique de la ferme Lipnik, et en particulier de ses sols argileux d'origine silurienne)* p. (15—26).

Le sol de la ferme est formé en grande partie par le „loess“ reposant en couche de quelques mètres sur des roches d'origine silurienne. Toutefois ces roches, notamment la „grauwacke schisteuse“ sort en quelques endroits à la surface et forme par sa décomposition sur place un sol argileux. L'auteur poursuit l'étude de la composition et des propriétés agricoles de ce sol. Quand à la composition de ces sols siluriens, ils sont formés d'argile et de fragments de grès; leurs propriétés physiques (perméabilité etc.) sont de moyen ordre, leur richesse en acide phosphorique et en chaux est insuffisante. Ce sont des terres froides, parfaitement semblables aux mêmes sols siluriens de l'ouest de la France, décrits par M. Risler. Vient

<sup>1)</sup> In einigen derselben wurden mehrere Bodentypen untersucht.

ensuite l'étude des sols formés par le loess et des remarques sur l'assolement et les récoltes.

J. MIKUŁOWSKI-POMORSKI. *Rozbiory ziem ornych nadesłanych do krajowej stacyi chemiczno-rolniczej w Dublinach w latach 1895—1897. (Boden-Analysen, ausgeführt in der galizischen agricultur-chemischen Versuchstation Dubliny in den J. 1895—1897).* S. (27—36).

Die Arbeit giebt eine Zusammenstellung der Analysenresultate von 90 Bodenuntersuchungen, welche auf Wunsch verschiedener Interessenten in der genannten Station ausgeführt wurden. Von den untersuchten Böden stammen 83 aus Galizien, hauptsächlich aus Ost-Galizien, 7 aus dem Königreiche Polen.

Bis Anfang 1897 wurde in der Versuchstation Dubliny die Phosphorsäure des Bodens in einem Salpetersäureauszuge (100 gr. Boden, 200 CCm. Salpetersäure vom 1·3 s. G. drei Stunden auf dem Wasserbade)<sup>1)</sup>, das Kali in einem Salzsäureauszuge (100 gr. Boden, 50<sup>o</sup> CCm. Salzsäure s. G. 1.19, 48 Stunden bei Zimmer-temperatur)<sup>2)</sup> bestimmt.

Seit 1897 werden die Bodenuntersuchungen nach der von der landwirtschaftlichen Section der physiographischen Commission der Akademie der Wissenschaften in Krakau adoptierten Methode vorgenommen; alle Bestimmungen werden in einem Salzsäureauszuge (2 Theile 25% HCl auf 1 Th. des Bodens, unter Berücksichtigung der Carbonate; 48 Stunden bei Zimmertemperatur) ausgeführt.

Die Resultate der Analysen sind in den Tabellen nach der geographischen Lage der betreffenden Ortschaften gruppiert.

<sup>1)</sup> Die betreffenden Zahlen der Tabellen sind in [ ] Klammern eingeschlossen.

<sup>2)</sup> Die betreffenden Zahlen der Tabellen sind in ( ) Klammern eingeschlossen.

S. GOLINSKI. *Badania łąk. Siano. (Wiesenuntersuchungen. Das Heu)*. S. (37—45).

Verf. theilt die Resultate mehrerer botanischen Heuanalysen mit, welche er im Auftrage der agronomischen Section der physiographischen Commission in der Umgebung von Krakau in Bierzanów (105 Joch), Śledziejowice (60 J.), Branice (30 J.) und Ruszcza (20 J.) ausgeführt hatte. Im allgemeinen wurden 7 Wiesen untersucht, u. zw. 6 Naturwiesen und eine vor 6 Jahren mit Timotheus-Gras und Rothklee bebaute Kunstwiese. Folgende Tabelle enthält die gewonnenen Hauptresultate:

|                                     | Gramineae<br>in % | Cyperaceae<br>% | Anderc Mono<br>cotyledoneen<br>% | Gesamtsum-<br>me d. Monoco-<br>tyledon. % | Papilionaceae<br>% | Gesamtsum-<br>me d. Dicoty-<br>ledoneen % | Equisetum |
|-------------------------------------|-------------------|-----------------|----------------------------------|---|--------------------|---|-----------|
| Bierzanów . . . . .                 | 22.44             | 14.95           | 0                                | 37.39                                     | 47.82              | 59.33                                     | 2.23      |
| Śledziejowice . . . . .             | 67.72             | 7.28            | 0                                | 75.00                                     | 16.26              | 24.88                                     | 0         |
| Ruszcza . . . . .                   | 70.45             | 17.28           | 7.80                             | 95.53                                     | 0.22               | 2.00                                      | 2.25      |
| Branice 1) . . . . .                | 44.31             | 9.90            | 0                                | 54.21                                     | 20.10              | 40.17                                     | 5.07      |
| Branice 2) . . . . .                | 33.61             | 47.64           | 2.05                             | 83.30                                     | 6.06               | 9.01                                      | 2.33      |
| Branice 3) . . . . .                | 36.20             | 49.39           | 0                                | 85.59                                     | 5.13               | 6.35                                      | 4.43      |
| Bierzanów<br>(Kunstwiese) . . . . . | 74.34             | 0               | 0                                | 74.34                                     | 13.59              | 19.93                                     | 0.22      |

22. — J. ŚNIEŻEK. □ *krajowych gatunkach trzmielców (Psithyrus). (Ueber galizische Schmarotzerhummelarten)*. Berichte der physiographischen Commission, Bd. 34, S. 86—95.

Der Verfasser schildert die Lebensweise der Schmarotzerhumeln u. erblickt die Ursache des Unterganges der von ihnen befallenen Hummelnester darin, dass die Weibchen der Schmarotzerhumeln die von den Hummelweibchen gelegten Eier verzehren, was auch die Hummelarbeiter zu thun pflegen. Infolge dessen entwickeln sich keine neuen Hummelarbeiter u. die alten müssen aus Mangel an Hummellarven die der Schmarotzerhumeln füttern. Nach der Ansicht des Verfassers

sind also die Schmarotzerhummeln nicht nur Mitverzehrter der Vorräthe der Hummeln, sondern auch müssige aber raffinierte Räuber, die ihnen lauter Schaden bringen. Dann beschreibt der Verfasser fünf Schmarotzerhummelarten und zwar: *Psithyrus rupestris* Fabr., *campestris* Panz., *Barbutellus* Kirby, *vestalis* Fourcr., *quadricolor* Lep. u. ihre Varietäten, die er in Galizien gefunden hat.

- 
23. — E. L. NIEZABITOWSKI. **Materyaly do fauny rośliniarek (Phytophaga) Galicyi.** (*Materialien zur Fauna der Blatt- und Holzwespen Galiziens*). Berichte der physiographischen Commission, Bd. 34, S. 3—18.

Verf. gibt ein Verzeichnis von 232 Blatt- und Holzwespen-Arten, welche in Galizien theils von ihm selbst, theils vom Prof. Dr. A. Wierzejski gesammelt wurden. Neu für Galizien sind 54 Arten; von denselben verdienen etwa folgende hervorgehoben zu werden: *Rhogogastera picta* Knw., *Macrophya erythrocnema* Costa, *Siobla Sturmii* Cam., *Tenthredo livida* L. var. *annularis* Schrk., *Emphytus filiformis* Klug, *Strongylogaster filicis* Dahlb., *Athalia rufoscutellata* Mocs., *Tomostethus funereus* Knw., *Eriocampoides variipes* Knw., *Phyllotoma ochropoda* Htg., *Lophyrus similis* Htg., *Xiphydria longicollis* Latr., *Xyela coniferarum* Htg., *Janus maior* D. T., *Cephus pilosulus* Thom. Drei Arten werden als neu beschrieben, nämlich: *Alantus galiciensis* n. sp., ♀, *Taxonus alboscutellatus* n. sp., ♀, *Tomostethus testaceus* n. sp., ♀ ♂.



Nakładem Akademii Umiejętności  
pod redakcyą Sekretarza generalnego Stanisława Smolki.

Kraków, 1899. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

20 Maja 1899.

# PUBLICATIONEN DER AKADEMIE

1873—1898.

Buchhandlung der polnischen Verlagsgesellschaft

in Krakau.

## Philologische und historisch-philosophische Classe.

»Pamiętnik Wydziału filolog. i hist.-filozof.« (*Denkschriften der philologischen und historisch-philosophischen Classe*), 4-to, Bd. II—VIII (38 Taf. Bd. I. vergriffen) — 30 fl.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydziału filolog.« (*Sitzungsberichte und Abhandlungen der philologischen Classe*), 8-vo, Bd. II—XXVII (7 T. Bd. I. vergriffen) — 89 fl.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydziału historyczno-filozoficznego.« (*Sitzungsberichte und Abhandlungen der historisch-philosophischen Classe*), 8-vo, Bd. III—XIII, XV—XXXVI (61 Tafeln, Bd. I. II. XIV. vergriffen). — 98 fl.

»Sprawozdania komisji do badania historii sztuki w Polsce.« (*Berichte der kunsthistorischen Commission*), 4-to, 5 Bde u. 1—3 Hefte des VI Bd. (114 Tfl., 713 Holzschn.) — 35 fl. 50 kr.

»Sprawozdania komisji językowej.« (*Berichte der sprachwissenschaftlichen Commission*), 8-vo, 5 Bände. — 13 fl. 50 kr.

»Archiwum do dziejów literatury i oświaty w Polsce.« (*Archiv für polnische Literaturgeschichte*), 8-vo, 9 Bände. — 25 fl. 50 kr.

Corpus antiquissimorum poetarum Poloniae latinorum usque ad Ioannem Cochanovium, 8-vo, 3 Bände.

Vol. II, Pauli Crosnensis atque Joannis Visliciensis carmina, ed. B. Kruczkiewicz. 2 fl. — Vol. III, Andreae Cricii carmina ed. C. Morawski. 3 fl. — Vol. IV, Nicolai Hussovianj Carmina, ed. J. Pelczar. 1 fl. 50 kr.

»Biblioteka pisarzy polskich.« (*Bibliothek der polnischen Schriftsteller XVI u. XVII Jh.*) 8-0, 35 Lieferungen. — 21 fl. 40 kr.

Monumenta medii aevi historica res gestas Poloniae illustrantia, gr. 8-vo, 15 Bände. — 81 fl.

Vol. I, VIII, Cod. dipl. eccl. cathedr. Cracov. ed. Piekosiński. 10 fl. — Vol. II, XII et XIV. Cod. epistol. saec. XV ed. A. Sokolowski et J. Szujski; A. Lewicki 16 fl. — Vol. III, IX, X, Cod. dipl. Minoris Poloniae, ed. Piekosiński. 15 fl. — Vol. IV, Libri antiquissimi civitatis Cracov. ed. Piekosiński et Szujski. 5 fl. — Vol. V, VII, Cod. diplom. civitatis Cracov. ed. Piekosiński. 10 fl. — Vol. VI, Cod. diplom. Vitoldi ed. Prochaska. 10 fl. — Vol. XI, Index actorum saec. XV ad res publ. Poloniae spect. ed. Lewicki. 5 fl. — Vol. XIII, Acta capitulorum (1408—1530) ed. B. Ulanowski, 5 fl. — Vol. XV, Rationes curiae Vladislai Jagellonis et Hedvigis, ed. Piekosiński. 5 fl.

Scriptores rerum Polonicarum, 8-vo, 11 Bände. (I—IV, VI—VIII, X, XI, XV, XVI) — 37 fl.

Vol. I, Diaria Comitiorum Poloniae 1548, 1553, 1570. ed. Szujski. 3 fl. — Vol. II, Chronicorum Bernardi Vapovii pars posterior ed. Szujski. 3 fl. — Vol. III, Stephani Medeksza commentarii 1654—1668 ed. Saredyński. 3 fl. — Vol. VII, X, XIV, Annales Domus professae S. J. Cracoviensis ed. Chotkowski. 7 fl. — Vol. XI, Diaria Comitiorum R. Polon. 1587 ed. A. Sokolowski. 2 fl. — Vol. XV, Analecta Romana, ed. J. Korzeniowski 7 fl. — Vol. XVI, Stanislai Temberski Annales 1647—1656, ed. V. Czermak. 3 fl.

Collectanea ex archivo Collegii historici, 8-vo, 8 Bde. — 24 fl.

Acta historica res gestas Poloniae illustrantia, gr. 8-vo, 15 Bände. — 78 fl.

Vol. I, Andr. Zebrzydowski, episcopi Vladisl. et Cracov. epistolae ed. Wiślocki 1546—1553. 5 fl. — Vol. II, (pars 1. et 2.) Acta Joannis Sobieski 1629—1674, ed. Kluczycki. 10 fl. — Vol. III, V, VII, Acta Regis Joannis III (ex archivo Ministerii rerum

exterarum Gallicij) 1674 — 1683 ed. Waliszewski. 15 fl. — Vol. IV, IX, (pars 1. et 2.) Card. Stanisłai Hosii epistolae 1525—1558 ed. Zakrzewski et Hipler. 15 fl. — Vol. VI, Acta Regis Ioannis III ad res expeditionis Vindobonensis a. 1683 illustrandas ed. Kluczycy. 5 fl. — Vol. VIII (pars 1. et 2.), XII (pars 1. et 2.), Leges, privilegia et statuta civitatis Cracoviensis 1507—1795 ed. Piekosiński. 20 fl. — Vol. X, Lauda conventuum particularium terrae Dobrinensis ed. Kluczycy. 5 fl. — Vol. XI, Acta Stephani Regis 1576—1586 ed. Polkowski. 3 fl.

Monumenta Poloniae historica, gr. 8-vo, Bd. III—VI. — 51 fl.

Acta rectoralia almae universitatis Studii Cracoviensis inde ab anno MCCCCLXIX, ed. W. Wislocki. T. I. 8-vo. — 7 fl. 50 kr.

»Starodawne prawa polskiego pomniki.« (*Alte Rechtsdenkmäler Polens*), 4-to, Bd. II—X. — 36 fl.

Vol. II, Libri iudic. terrae Cracov. saec. XV, ed. Helcel. 6 fl. — Vol. III, Correctura statutorum et consuetudinum regni Poloniae a. 1532, ed. Bobrzyński. 3 fl. — Vol. IV, Statuta synodalia saec. XIV et XV, ed. Heyzmann. 3 fl. — Vol. V, Monumenta literar. rerum publicarum saec. XV, ed. Bobrzyński. 3 fl. — Vol. VI, Decreta in iudiciis regalibus a. 1507—1531 ed. Bobrzyński. 3 fl. — Vol. VII, Acta expedition. bellic. ed. Bobrzyński, Inscriptiones clendiales ed. Ulanowski. 6 fl. — Vol. VIII, Antiquissimi libri iudiciales terrae Cracov. 1374—1400 ed. Ulanowski. 8 fl. — Vol. IX, Acta iudicii feodalis superioris in castro Goleisz 1405—1546. Acta iudicii criminalis Muzynensis 1647—1765. 3 fl. — Vol. X, p. 1. Libri formularum saec. XV ed. Ulanowski. 1 fl.

Volumina Legum. T. IX. 8-vo, 1889. — 4 fl.

### Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe.

»Pamiętnik.« (*Denkschriften*), 4-to. 17 Bände (II—XVIII 178 Tafeln, Band I vergriffen). — 85 fl.

»Rozprawy i Sprawozdania z posiedzeń.« (*Sitzungsberichte und Abhandlungen*), 8-vo, 33 Bände (241 Tafeln). — 136 fl. 50 kr.

»Sprawozdania komisji fizyograficznej.« (*Berichte der physiographischen Commission*), 8-vo, 20 Bände: III. VI. — XXXIII. Band I. II. IV. V vergriffen. (59 Tafeln). — 117 fl. 25 kr.

»Atlas geologiczny Galicyi.« (*Geologischer Atlas von Galizien*) fol. bisher 7 Hefte, 35 Tafeln. — 29 fl.

»Zbiór wiadomości do antropologii krajowej.« (*Berichte der anthropologischen Commission*), 8-vo, 18 Bände (II—XVIII., Band I vergriffen, 100 Tafeln). — 62 fl. 50 kr.

»Materiały antropologiczno-archeologiczne i etnograficzne.« (*Anthropologisch-archeologische und ethnographische Materialien*), in 8-vo, Bände I—III (25 Tafeln, 16 Karten und 60 Holzschn.). — 10 fl.

Świątek J., »Lud nadrabski, od Gdowa po Bochnia.« (*Ueber die Bevölkerung der an der Raba gelegenen Gegenden*), 8-vo, 1894. — 4 fl. Górski K., »Historia piechoty polskiej« (*Geschichte der polnischen Infanterie*), 8-vo, 1893. — 2 fl. 60 kr. — »Historia jazdy polskiej« (*Geschichte der polnischen Cavallerie*) 8-vo, 1894. — 3 fl. 50 kr. Balzer O., »Genealogia Piastów.« (*Genealogie der Piasten*), in 4-to, 1896. — 10 fl. Finkel L., »Bibliografia historii polskiej.« (*Bibliographie zur Geschichte Polens*), in 8-vo, B. I u. II Heft 1—2, 1891—6. — 7 fl. 80 kr. Dickstein S., »Hoëne Wroński, jego życie i dzieła.« (*Hoëne Wroński, sein Leben und seine Werke*), lex. 8-vo, 1896. — 4 fl. Federowski M., »Lud białoruski.« (*Die Weissruthenen*), in 8-vo, 1897. — 3 fl. 50 kr.

»Rocznik Akademii.« (*Almanach der Akademie*), 1874—1898, 25 Bde. (1873 vergriffen) — 15 fl.

»Pamiętnik pignastoletniej działalności Akademii.« (*Gedenkbuch der Thätigkeit der Akademie 1873—1888*), 8-vo, 1889. — 2 fl.

