

Abhandlungen  
der  
NATURHISTORISCHEN  
—  
GESELLSCHAFT

zu  
NÜRNBERG.

---

XIX. Band.

I.

**Bleichsand und Ortstein.**

Eine bodenkundliche Monographie von Dr. Wilhelm Graf zu Leiningen.

Mit 1 Tafel.

---

NÜRNBERG 1911.

U. E. Sebald, Kgl. Bayer. Hofbuchdruckerei.

905

**Ortsteinprofil  
aus dem  
Provinzialforst  
Karlum  
(westl. Schleswig)**

Die Abbildung stammt aus einem Aufsätze des verstorbenen Provinzialforstdirektors a. D. Carl Emeis: „Die Ursachen der Ortsteinbildung usw.“ (Vereinsblatt des Heidekulturvereins für Schleswig-Holstein 1908).



Heidenarbe

humoser Sand

Bleichsand,  
darin eine  
dunkle, eisen-  
haltige  
Konkretion

Ortsteinbänder

hellgelber  
Sand (unver-  
änderter Unter-  
grund)

# Bleichsand und Ortstein.

---

Eine bodenkundliche Monographie

von

DR. WILHELM GRAF ZU LEININGEN.

Mit 1 Tafel.

---

# Bleichsand und Ortstein.

Hiezu die Tafel I.

Eine bodenkundliche Monographie  
von Dr. Wilhelm Graf zu Leiningen.

## Vorwort.

Die umfangreiche Literatur über Bleichsand und Ortstein ist so sehr zerstreut in teilweise schwer zugänglichen Veröffentlichungen, insbesondere forstlichen\*) Zeitschriften, daß es sich wohl der Mühe lohnen dürfte einmal das Wichtigste hierüber zusammenzufassen, zumal durch die Fortschritte der Kolloidchemie\*\*) nunmehr wenigstens einigermaßen Aufklärung über die Vorgänge bei der Ortsteinbildung erreicht werden konnte.

Die ältere Literatur über Ortsteinbildung und die damit zusammenhängenden Erscheinungen bespricht sehr übersichtlich P. E. Müller; namentlich haben sich dänische Autoren auf diesem Gebiet verdient gemacht. Albert führt ältere französische Forscher an, welche die Ortsteinbildung zu erklären versuchten.

Aber immer noch darf wohl C. E. Meis als derjenige bezeichnet werden, welcher als erster die Ortsteinfrage in ihren Grundzügen ausführlich behandelte und auch die zugehörigen Spezialgebiete (Heide, Humus etc.) eingehend besprach.

Meine Aufgabe soll es nicht sein die Entwicklung der Literatur über Ortstein und die angrenzenden Gebiete zu schildern, sondern einen Überblick über den heutigen Stand des Wissens auf diesem Gebiete zu geben. Doch soll tunlichst jeder bedeutendere Fortschritt in der Forschung mit dem Namen desjenigen Autors genannt

---

\*) Unter dem Einflusse landwirtschaftlicher Nutzung kommt Ortstein im Boden wohl kaum zustande, nachdem die Ursachen (Humusansammlungen im oder auf dem Obergrund) fehlen!

\*\*) Zur Einführung in das Studium der Kolloidchemie empfehle ich von kleineren Werken: K. Arndt, Bedeutung der Kolloide für die Technik, und V. Pöschl, Die Einführung in die Kolloidchemie.

werden, der die betreffende Tatsache zuerst festgestellt hat. Mit bezug hierauf ist auch das Inhaltsverzeichnis *chronologisch* geordnet. Bei Beobachtungen, welche für irgend einen Punkt von besonderer Wichtigkeit sind, werden auch diejenigen Autoren genannt, welche später noch zur Lösung solcher Fragen beigetragen haben, bzw. frühere Feststellungen bestätigen.

Es war mein Bestreben nach Möglichkeit alle positiven Kenntnisse über Ortstein und Bleichsand, wie sie in der Literatur, etwa seit 1875, niedergelegt sind, zu verwerten. Bei der kritischen Sichtung des überreichen Materials unterstützte mich vielfach meine eigene Erfahrung. Nach Tunlichkeit wurden nur *Originalarbeiten* und nur ausnahmsweise Lehrbücher und Sammelwerke herangezogen. Vielfach war außerdem ein Schriftwechsel mit einzelnen Autoren nötig. Trotzdem wird meine Abhandlung nicht lückenlos sein, was sich allein schon mit ungenügender Erforschung einzelner wichtiger Punkte erklärt. Es schien mir aber zu weit zu führen, noch auf die *Kultur* des Ortsteins einzugehen; die *Verbesserung* ortsteinführender Böden ist ein Problem, welches noch ganz und gar nicht abgeschlossen ist und sich naturgemäß nach den *örtlichen* Verhältnissen richtet. Hauptsächlich in *Preußen* werden solche kranke Böden wieder produktiv gemacht, teils ohne teils mit Dampfpflug und Düngung; ich verweise hier lediglich auf die umfangreiche diesbezügliche *Literatur*.

Wenn meine Ausführungen über Ortstein etwas umfangreich geworden sind, so möchte ich darauf hinweisen, daß außer dem eigentlichen Thema: „Ortstein und Bleichsand“ die einschlägigen Humusarten, ihr Zustandekommen, ihre Einwirkung auf Boden und Vegetation und im Zusammenhang hiermit manche forstliche Fragen besprochen werden mußten. Maßgebend für eine breitere Behandlung des Stoffes war der Umstand, daß der Ortstein von den *Geologen* bisher so wenig beachtet wurde, obwohl er auf große Strecken hin eine bedeutende Rolle spielt und aus dem Vorkommen von rezentem Bleichsand gar mancher Schluß auf das Zustandekommen gewisser Sandsteine etc. früherer geologischer Zeitalter gezogen werden könnte.

Von größter Bedeutung für die folgenden Erörterungen sind die sog. *Humussäuren*. Ich halte mich in dieser Beziehung an die Untersuchungen von *Baumann* und *Gully* und nehme an, daß die sog. Humussäuren größtenteils aus *Kolloiden* bestehen; im übrigen verweise ich auf die Originalarbeit.

## Einschlägige durchgesehene Literatur.

(Chronologisch geordnet.)

- Sprengel:** Über Pflanzenhumus, Humussäure und humussaure Salze. (Archiv für die gesamte Naturlehre VIII. Bd. Seite 1826).
- C. Grebe:** Gebirgskunde, Bodenkunde etc. (Eisenach 1865).
- J. Wessely:** Der europäische Flugsand und seine Kultur (1873).
- W. Schütze:** Die Zusammensetzung des Ortsteins. (Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1874).
- E. Biedermann:** Ortstein und Raseneisenstein. (Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1876).
- C. Emeis:** Waldbauliche Forschungen und Betrachtungen (Berlin 1876).
- C. Emeis:** Über das naturgemäße Zurückweichen des Waldes in Schleswig-Holstein (Beilage zum Vereinsblatt des Heidekulturvereins für Schleswig-Holstein 1881).
- E. Ramann:** Der Ortstein und ähnliche Sekundärbildungen in den Diluvial und Alluvialsanden (Jahrb. d. k. preuß. geol. Landesanstalt für 1885).
- E. Ramann:** Über Bildung und Kultur des Ortsteins. (Zeitschrift f. Forst- und Jagdwesen 1886).
- P. E. Müller:** Die natürlichen Humusformen (Berlin 1887).
- E. Spaeth:** Beiträge zur Kenntnis der hydrographischen Verhältnisse von Oberfranken (Dissertation Erlangen 1889).
- C. Metzger:** Beiträge zur Kenntnis der hydrographischen Verhältnisse des bayerischen Waldes (Dissertation Erlangen 1892).
- C. Emeis:** Über Zusammenziehung der Stoffe in den oberen Bodenschichten (Vereinsblatt des Heidekulturvereins für Schleswig-Holstein 1894).
- C. Emeis:** Zur Aufschließung des Ortsteins durch Entwässerung (Vereinsblatt des Heidekulturvereins für Schleswig-Holstein 1900).
- C. Emeis:** Über Heidebodenanalysen (Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1901).
- P. Graebner:** Die Heide Norddeutschlands (Leipzig 1901).
- Siefert:** Über Ortsteinbildungen (Bericht über die 2. Hauptversammlung des deutschen Forstvereins 1901).
- A. Möller:** Besprechung von Graebners Buch: Die Heide Norddeutschlands (Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1902).
- A. Möller:** Über die Wurzelbildung der ein- und zweijährigen Kiefer in märkischem Sandboden. (Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1902.)
- Wilh. Emeis:** Ein Beitrag zur Heidebeforstungsfrage (Vereinsblatt des Heidekulturvereins für Schleswig-Holstein 1903).
- M. Helbig:** Ortsteinbildung im Gebiete des Buntsandsteins (Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1903).
- O. Lemcke:** Über die Ortsteinbildung in der Provinz Westfalen (Dissertation Münster 1903).
- Ad. Mayer:** Bleisand und Ortstein (Die landwirtschaftlichen Versuchstationen 1903).
- Otto:** Erfahrungen über Ödlandaufforstungen im Heidegebiet Nordwestdeutschlands (Bericht über die IV. Hauptversammlung des deutschen Forstvereins 1903).
- J. Erdmann:** Die Heideaufforstung (Berlin 1904).

- P. Graebner:** Handbuch der Heidekultur (Leipzig 1904).
- H. Vater:** Ein Vortrag über die Bedeutung des Humus für den Wald auf der 5. Hauptversammlung des deutschen Forstvereins zu Eisenach (1904).
- K. von Zimmermann:** Über die Bildung von Ortstein im Gebiete des nordböhmischen Quadersandsteins (Leipzig 1904).
- Tacke und Weber:** Über einen alten, gutgewachsenen Rotföhrenbestand über hartem und starkem Ortstein (Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1905).
- Protokoll** über die Versammlung der Direktoren der geologischen Landesanstalten, Eisenach 1906 (Terminologie und Klassifikation der recenten Humus- usw. Gesteine).
- M. Schmidt und K. Rau:** Erläuterung zur geologischen Spezialkarte von Württemberg, Blatt Freudenstadt 1906).
- P. E. Müller und Fr. Weis:** Über die Einwirkung des Kalkes auf Buchenrohhumus. (Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Land- und Forstwirtschaft 1907).
- K. Regelman:** Erläuterung zur geologischen Spezialkarte von Württemberg, Blatt Obertal-Kniebis 1907).
- H. Vater:** Einheitliche Benennung der Humusformen (51. Versammlung des sächsischen Forstvereins in Aue 1907).
- R. Albert:** Referat über: **E r d m a n n**, Die nordwestdeutsche Heide in forstlicher Beziehung. (Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1908).
- C. Emeis:** Die Ursachen der Ortsteinbildung und ihr Einfluß auf die Landeskultur in Schleswig-Holstein. (Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1908).  
Ebenda eine Erwiderung von **T a n c r é**.
- P. Gräbner:** Erwiderung an **E r d m a n n** (Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1908).
- Hornberger:** Ein Beitrag zur Kenntnis der Zusammensetzung der Buntsandsteinböden. (Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1908).
- K. Regelman:** Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte von Württemberg, Blatt Baiersbronn 1908.
- A. Baumann:** Untersuchungen über die Humussäuren I. (Mitteilungen der Königl. bayerischen Moorkulturanstalt, Heft 3, 1909.)
- P. Ehrenberg:** Die Kolloide des Bodens und ihre Bedeutung für die physikalischen Eigenschaften desselben (Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1909).
- M. Helbig:** Über Ortstein im Gebiete des Granites. Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft 1909).
- M. Helbig:** Zur Entstehung des Ortsteins (Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft 1909).
- R. Albert:** Beitrag zur Kenntnis der Ortsteinbildung (Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1910).
- G. Andersson und H. Hesselman:** Verbreitung, Ursprung, Eigenschaften und Anwendung der mittelschwedischen Böden (Stockholm 1910).
- A. Baumann und Gully:** Untersuchungen über die Humussäuren II. (Die „freien Humussäuren“ des Hochmoors). Mitteilungen der Königl. bayer. Moorkulturanstalt, Heft 4, 1910.)
- A. Baumann:** Bericht über die Arbeiten der Königl. bayerischen Moorkulturanstalt 1909) (Landwirtschaftl. Jahrbuch für Bayern 1910).
- E. Blanck:** Über die petrographischen und Bodenverhältnisse der Buntsandsteinformation Deutschlands. (Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg 1910.)

- R. Duesberg:** Wie läßt sich die durch Rohhumus und Verheidung bewirkte Bodenverschlechterung in Pommer'schen Forsten aufheben? (Separat-Abdruck.)
- R. Duesberg:** Der Wald als Erzieher. 1910.
- C. Emeis:** Untersuchungen und Betrachtungen über das Verhalten der Humusarten. (Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1910.)
- C. Emeis:** Die Ursachen der Ortsteinbildung etc. (Vereinsblatt des Heidekulturvereins für Schleswig-Holstein 1910).
- M. Helbig:** Einwirkung von Kalk auf Tannentrockentorf, (Forstwissenschaftliches Centralblatt 1910).
- M. Müntz:** Ortsteinstudien im oberen Murgtal. (Mitteilungen der geologischen Abteilung des Königl. württemb. statistischen Landesamtes 1910).
- P. Vageler:** Ortsteinbildungen an der Küste der Kurischen Nehrung. (Naturwissenschaftliche Rundschau XXI. Jahrgang.)
- H. Vater:** Die Tharandter Forstdüngungsversuche. (Tharandter forstl. Jahrb. 1910.)
- H. Schreiber:** Mooruntergrund (Österr. Moorzeitschrift Jahrgang 12 Nr. 3.)
-



### Der Begriff „Ortstein“.

Ortstein ist eine mehr oder weniger harte, hell, rot, braun bis schwarz gefärbte Schicht des Bodens, bei welcher eine Verkittung der Mineralteile sekundär erfolgte und zwar vorwiegend durch Humusstoffe. Man kann also den Ortstein als einen Sandstein, bezw. ein Konglomerat mit humosem Bindemittel (Zement) bezeichnen. Freilich tragen wiederum vielfach weniger Humusstoffe als Mineralverbindungen zur Verkittung der Ortsteinschicht bei, ja man hat Ortstein gefunden, in dem Humussubstanzen fast gänzlich fehlten, oder nur in einzelnen Schichten desselben eine nennenswerte Rolle spielten; in solchen Fällen kann man dann allerdings nicht mehr von Humussandstein sprechen; es kann z. B. vorkommen, daß unter braun bis schwarz gefärbtem Ortstein nach unten zu der Sand zwar stark verkittet ist, daß diese Schicht viel härter als der braune Ortstein ist, daß aber in solchem hellen Ortstein humose Bestandteile zurücktreten; dann hat man beide Vorkommen am gleichen Orte. Solches sah ich z. B. gelegentlich einer Studienreise in der Oberförsterei Großmützelburg (Reg.-Bez. Stettin) unter der lebenswürdigen Führung des Herrn Forstmeisters Duesberg.

Auch Emeis junior berichtet, daß im Norden der Provinz Schleswig-Holstein unter dem festen (unteren) Ortstein vielfach ein verhärteter, sandsteinartiger gelber Sand vorkommt.

Erdmann spricht von farblosen, humosen Verbindungen im Boden und meint damit ebenfalls die genannten Ortsteinbildungen, die sich als sehr hart erweisen.

Siefert, Vater, Helbig und Albert erwähnen ebenfalls farblosen, d. h. hellgefärbten Ortstein, doch sind die Angaben bezüglich des Humusgehaltes oder anderer Bindemittel leider wenig ausführlich. Glüht man solchen hellen Ortstein im Reagenrohr, so färbt er sich sofort dunkel und entwickelt brenzliche Dämpfe; bei der Behandlung mit Ammoniak entsteht momentan eine tiefdunkle Lösung. Eine Probe hellen Ortsteins aus der Lausitz, welche ich durch die Güte des Herrn Professors Albert erhielt, wies einen Humusgehalt von 2,14% auf. Es ist also wohl möglich, daß farblose Humusstoffe, bezw. organische Verbindungen mit zur Verkittung beitragen, wenn auch die Verhärtung solcher Schichten in erster Linie durch Mineralstoffe verursacht wird. Dahin geht auch laut brieflicher Mitteilung die Ansicht von Herrn Professor Helbig.

Ist also schon die Definition für Ortstein je nach dem örtlichen Vorkommen bei den einzelnen Autoren (vergl. Helbig und Albert, R a m a n n u. a.) eine verschiedene, so stimmen noch weniger die Erklärungen, oder besser gesagt Versuche einer Erklärung für die Entstehung von Ortstein überein. Wir sind nämlich noch weit von der Lösung dieser Frage entfernt. Dies ist nun weniger die Schuld der Vertreter der B o d e n k u n d e, denen (schon ganz allein nach der Menge der produzierten Ortsteinliteratur zu schließen) das redliche Bemühen Licht in die Sache zu bringen nicht abgesprochen werden kann. Es liegt der Grund für die unzureichende Erkenntnis des ganzen Phänomens in der bis heute noch lange nicht genügend ausgebauten H u m u s c h e m i e und hier muß der Hebel angesetzt werden.

### **Wesen und Kennzeichen des Ortsteins.**

Ortstein kann in Böden entstehen, deren oberste Schicht entweder mit Humus stark angereichert oder von Humuslagen, vor allem Rohhumus bedeckt ist, wenn Nährstoffmangel, geringe Luftzirkulation und ungünstige klimatische Faktoren die normale Zersetzung der Humusteile aufhalten; es treten Fäulnisprozesse ein und werden meist sauer reagierende feste und lösliche Humusstoffe (letztere Humussole genannt) gebildet, welche eine hohe absorptive Kraft haben und ein ähnliches Verhalten wie organische Säuren zeigen, weshalb sie bisher als „Humussäuren“ bezeichnet wurden. Die Humusstoffe greifen den Boden zunächst in den oberen Schichten stark an, bringen darin mineralische Bestandteile, darunter natürlich auch die wichtigen Pflanzennährstoffe, vor allem Kali, Phosphorsäure, Kalk und Magnesia in Lösung, greifen aber auch das für die Pflanzenernährung weniger in betracht kommende Eisen an und machen sogar die Tonerde, welche als schwer veränderlich im Boden gilt, löslich. Die Einwirkung der Humusstoffe ist also eine sehr energische.

Äußerlich erkennbar wird diese Veränderung im Obergrunde dadurch, daß dieser seine Farbe, die ursprünglich durch die Gegenwart von Eisenverbindungen bedingt war, verliert; der ehemals gelb, braun, rötlich oder grünlich gefärbte Boden wird ausgebleicht, B l e i c h s a n d, oder früher nach seiner bleigrauen Farbe „Bleisand“ genannt.

In tieferen, meist noch weniger erschöpften Lagen des Bodens, vor allem in der an leicht umsetzbaren Stoffen reichen Verwitterungsschicht, fallen nun die hinuntersickernden, gelösten Humus- und Mineralstoffe durch chemische und physikalische Vorgänge teilweise aus und verkitten die Bodenteilchen, ein Teil der Lösungen aber wandert in die Tiefe und wird vom Grundwasser aufgenommen.

Die wirklichen Ursachen, welche diesen Ausfällungen zugrunde liegen, sind noch nicht alle und nicht mit genügender Sicherheit ermittelt, weil die Vorgänge im Boden sich der Kontrolle entziehen. Das Resultat der Ausfällungen aber kennt man, den Ortstein. Entsprechend den genannten Vorgängen: Auslaugung im Obergrund, Anreicherung von Mineralstoffen in der Tiefe, ist (im Verhältnis zum unveränderten Boden, wie dieser in der Nachbarschaft von Ortsteinböden oder in größeren Tiefen unter Ortstein gefunden wird) der Bleichsand ärmer, der Ortstein hingegen im allgemeinen reicher an Mineralstoffen. In den lebhaft gefärbten Ortsteinschichten enthält der Ortstein selbst auch mehr Humusstoffe als Bleichsand und Untergrund. Die Gründe für diese Unterschiede werden später erörtert.

Früher wurde Ortstein vielfach mit anderen Verhärtungen im Boden verwechselt.

Grebe erkennt zwar schon das verschiedenartige Material ortsteinartiger Schichten (Eisen, humose und tonige Stoffe), aber Schütze unterscheidet wohl als erster genau zwischen Ortstein (als einem durch organische Substanzen verkitteten Sand) und Raseneisenstein. Letzterer, auch Sumpf- oder Wiesen-Erz oder Limonit genannt, besteht aus Eisenoxydhydraten, kiesel- und phosphorsaurem Eisenoxyd mit manchen anderen Beimengungen und ist eine von Ortstein durchaus abweichende Eisenabscheidung im Boden.

Ich hebe hier besonders hervor, daß ich im Folgenden, wenn ich von Ortstein spreche, stets Neubildungen im Boden meine, bei denen eine Verkittung der Bodenbestandteile durch wechselnde Mengen von Mineralstoffen, jedoch stets unter Anteilnahme einer merklichen Menge von Humusstoffen erfolgt. Wollte ich unter Ortstein auch noch Ablagerungen wie den Tonortstein Müllers<sup>1)</sup>, ferner die sehr humusarmen Eisenkonkretionen (Eisensandsteine), wie sie der gleiche Autor erwähnt, oder den genannten Raseneisenstein zusammenfassen, so wären

---

1) Müller bezeichnet den Tonortstein als eine feste und harte Mischung von Sand und Ton von graulicher, ziemlich gleichartiger Farbe, deren Festigkeit von hinab- oder zusammengeschwemmten Partikeln, namentlich feinem Ton herrührt, wodurch die übrigen Elemente des Bodens zusammengekittet sind; der Tonortstein zerfällt, ebenso wie Eisensandstein und Raseneisenstein durch Behandeln mit Alkalilösungen nicht; Ortstein mit humosen Bindemittel zerfällt beim Digerieren mit Ätz-Ammoniak oder Alkali, ferner durch die Einwirkung alkalisch reagierender Alkaliverbindungen z. B. Dinatriumphosphat und Borax, oder zum mindesten entsteht doch eine dunkelbraune Lösung von Humussolen.

Beim Verglühen im Platintiegel schwärzt sich Ortstein, die humosen Stoffe

hier, wenn man konsequent sein wollte, auch Verfestigungen im Boden veranlaßt durch Kalk zu nennen, die doch niemand als „Ortstein“ ansprechen würde.

Durch Kalk hervorgerufene Verhärtungen erwähnt in dem Kapitel Ortstein z. B. auch Wessely.

Ich schicke hier schon voraus, daß im Ortstein zwar recht erhebliche Quantitäten von Eisen vorhanden sein können, daß die Ausfällung beträchtlicher Mengen von Eisen aber durchaus nicht zum Wesen des Ortsteins gehört. Näheres hierüber später!

### **Die Eigenschaften des Ortsteins.**

Die Ausformung des Ortsteins ist eine sehr verschiedenartige; bald verläuft die Schichtung horizontal in Streifen oder Bänken, bald diskordant, oft verursacht der Ortstein mit seinen weniger stark gefärbten nach oben auslaufenden Adern im Sande eine förmliche Marmorierung; zumal wenn braune, rote und schwarze Lagen abwechseln, wird das Bild ein lebhaftes; schwarzer Ortstein schließt auch oft Schmitzen von rötlichem bis braunem Farbton ein. Auch topf- oder trichterförmige Ausbuchtungen nach unten, gefüllt mit Bleisand, kommen vor; teils verdanken sie ihre Entstehung Kulturmaßregeln (Durchbrechung und Neubildung von Ortstein), teils hängt die Form von dem Wege ab, den das Wasser im Boden (veranlaßt durch Wurzeln, Einschlüsse von Steinen usw.) nimmt. Genaueres hierüber berichtet Emeis und Rammann.

Die Mächtigkeit des Ortsteins wechselt natürlich sehr stark, sie kann wenige Zentimeter, oft aber bis zu 50 cm und noch mehr betragen; der Abstand von der Bodenoberfläche schwankt lokal sehr stark. Schütze erwähnt Ortstein von 4 Fuß (1,25 m) Regelmann sah einmal Ortstein von 0,80 m Mächtigkeit.

An dem Wesen des Ortsteins, soweit seine äußere Erscheinung in Betracht kommt, interessiert uns auch seine Farbe.

Daß zwischen der Härte des Ortsteins und seiner Farbe keine Beziehungen bestehen, hebt schon Emeis hervor.

Mit dem Eisengehalt könnte die Farbe des Ortsteins nur noch im Beginne seiner Ausbildung in Zusammenhang stehen, insoferne

---

verbrennen und er zerfällt gänzlich, falls nicht neben den Humusstoffen noch ein hoher Gehalt von Mineralstoffen die Verkittung bewirkt hat.

Bei der großen Ähnlichkeit, die Ortstein und Eisensandstein (sowie Eisenkonkretionen im Boden überhaupt) aufweisen, sollte man, um Täuschungen zu vermeiden, stets diese Reaktion anstellen, da die Härte, Farbe und sonstige äußere Kennzeichen solcher Schichten allein kein sicheres Urteil erlauben!

sich Eisenausfällungen durch eine gelbliche bis braune Farbe bemerkbar machen. Jedoch wird die Ortsteinbildung durchaus nicht immer durch Eisenabscheidungen eingeleitet, und ist sie weiter fortgeschritten, so übertönen die Humussubstanzen jede andere Farbe. Wenn der Ortstein gelbbraun bis rot oder schwarz gefärbt ist, hebt er sich deutlich vom Bleichsand und Untergrund ab. Enthält er aber wenig oder hellgefärbte Humusstoffe, so erkennt man ihn nur an seiner Härte, nicht an seiner Farbe, und außerdem an seinem schon näher beschriebenen chemischen Verhalten.

Regelmann (Blatt Kniebis) erwähnt, daß die Farbe mit dem Wassergehalt des Bodens in Zusammenhang steht; je trockener das Gelände ist, um so mehr weist der Ortstein eine fuchsrote Farbe auf.

Wodurch die Härte des Ortsteins bedingt ist, darüber wissen wir nichts genaueres. Jedenfalls ist nicht das Eisen der Kittstoff, welcher dem Ortstein, soferne es sich nicht um extreme Fälle handelt, seine Härte verleiht; solches geht schon aus den Analysen hervor. Auch aus dem Gehalte an anderen Mineralstoffen, von denen man eine verhärtende Wirkung erwarten könnte (Tonerde, Phosphorsäure, hydratische Kieselsäure) lassen sich keinerlei Relationen ableiten; selbst der Humusgehalt ist innerhalb engerer Grenzen, wie ich durch einige Bestimmungen ersah, nicht entscheidend; wenn freilich der Humusgehalt sehr hoch wird, wie dies Rammann von den Vorkommen auf mineralisch kräftigeren Böden angibt, ist der Ortstein mild und weich, doch sind das schon Extreme; vergleicht man aber die Resultate von Lemcke, welche wegen ihrer genauen Angaben betr. Härte des Ortsteins hierzu sehr geeignet sind, so findet man, daß die Analysenergebnisse einzeln und in naheliegenden Kombinationen miteinander verglichen in dieser Beziehung keinerlei Einblick in das Wesen des Ortsteins ergeben.

Die Härte des Ortsteins ist wohl eher mit anderen Faktoren als chemischen in Beziehung zu bringen. So scheint seine Konsistenz häufig von den Feuchtigkeitsverhältnissen im Boden abhängig zu sein. Wenn nämlich Tieflagen den größten Teil des Jahres ziemlich feucht sind, bildet sich ein milder, leicht durchdringlicher Ortstein aus; dies gilt nach Rammann für die nassen Heiden<sup>2)</sup>. Offenbar kommt es in solchen Schichten niemals zu einer stärkeren Austrocknung, welche eine Irreversi-

---

2) Die Behauptung Sjollemas (zitiert von A. Mayer), daß Bleisand und Ortstein nur auf trockenen Heiden entstehen, beruht wohl auf ungenügender Anschauung. Wie man besonders in der Schleswig'schen Heide sehr häufig sehen kann, ist gerade das Gegenteil der Fall. Alles ist eben örtlich sehr verschieden, je nachdem einer der in Frage kommenden Faktoren überwiegt.

bilität und damit die Verhärtung kolloider Stoffe zur Folge hätte. Deshalb kann Ortstein in stets feuchten Lagen auch verhältnismäßig leicht von Pflanzenwurzeln durchdrungen werden.

Sehr weiche Ausfällungen im Boden von schmieriger Beschaffenheit, welche nur als Übergänge zu Ortstein angesehen werden müssen, wie sie für M i s s e n charakteristisch sind und auf Plateauflächen mit stehendem Wasser sowie in nassen Mulden vorkommen, beschreiben S c h m i d und R a u.

Je länger und je mehr Wasser bei der Abscheidung von humosen Stoffen im Boden einwirkt, um so schwärzer und schmieriger wird der Ortstein bzw. die Übergänge zu Ortstein. Auch R e g e l m a n n erwähnt Fälle, in denen nur speckiger und kein harter fester Ortstein entsteht, da die betr. Böden kaum austrocknen; von solchen Vorkommen wird später noch die Rede sein. Für Abhänge mit rascher Abfuhr der Niederschläge und zeitweiser Austrocknung hingegen ist rötlich gefärbter, härterer Ortstein das normale.

Es ergibt sich nicht nur ein Unterschied bezüglich der Härte verschiedener Ortsteinvorkommen, sondern auch hinsichtlich der Schichtenfolgen: Die oberen Lagen sind regelmäßig weich, die unteren Lagen sehr stark verkittet. Dies hat R a m a n n veranlaßt zwischen „oberem“ und „unteren braunem Ortstein“ zu unterscheiden. Unter letzterer Bezeichnung sind jedoch auch hellbraune bis sämischgelbe Vorkommen zusammengefaßt. (Mündliche Mitteilung.)

Der obere Ortstein ist meist dunkler gefärbt und für die Pflanzenwurzeln viel leichter durchdringlich als der untere; deshalb kann man gelegentlich auf dem untern Ortstein einen dichten Filz von Pflanzenwurzeln finden<sup>3)</sup>, die nicht nach unten vordringen können, biegen sich ja doch auch starke Kiefernspfahlwurzeln auf ihm um. Der untere Ortstein verwittert auch, an die Oberfläche gebracht, viel schwerer als der obere; Beispiele hierfür erwähnt R a m a n n. Die Bezeichnung oberer und unterer Ortstein ist somit für die Praxis des Kulturingenieurs und Forstmanns, eventuell auch für die Bodenkartierung sehr zweckmäßig.

Man kann aber allgemein gültige Regeln auch bezüglich der Härte in den Schichtenfolgen des Ortsteins nicht aufstellen. So fand R e g e l m a n n bei seinen Untersuchungen (was allerdings viel seltener vorkommen dürfte) den Ortstein gerade in den obersten Schichten sehr hart, von dunkelbrauner Farbe, die tieferen Lagen weniger verfestigt,

---

3) Solches beobachtete ich besonders ausgeprägt bei Pontresina (Schweiz).

bräunlich bis ockergelb, den Hauptteil der Zone bildend, also gerade das Gegenteil von den meisten Beobachtungen anderer Autoren.

Außer der Feuchtigkeit scheint auch die Durchlüftung der Ausbildung harten Ortsteins entgegenzuarbeiten; in grobsandigen Böden kommt es nach Regelmanns Beobachtungen infolge von reichlicher Luftzufuhr nicht zur Ausbildung von eigentlichem Ortstein, es bildet sich Orterde, ja dieser Autor hält es auch nicht für ausgeschlossen, daß durch Oxydationsvorgänge im Ortstein selbst eine Zerlegung der Humusausfällungen stattfinden könnte, welche in besonders günstigen Fällen sogar eine Auflösung des Ortsteins herbeiführen würde. Man müßte hierbei jedenfalls an die Gegenwart von viel Luft bei einer gewissen, stets vorhandenen Feuchtigkeit denken, denn sonst würden Regelmanns Aufstellungen mit dem vorher Gesagten in Widerspruch stehen.

Feuchtigkeit und Durchlüftung steht immer in einem gewissen Verhältnis zur Bodendecke. So kommen lockere Ortsteinschichten nach Regelmann (Blatt Kniebis und Baiersbronn) eher unter Heidelbeeren und Heidekraut in leicht austrocknenden, gut durchlüfteten Böden zustande; unter Sphagneen, in kälteren und nasseren Böden verhärten sich die Schichten leichter. Ob diese durch die physikalische Eigenart des Bodens bedingte Ausbildung von Ortstein oder Orterde überall in dieser Weise stattfindet, erscheint mir zweifelhaft.

Vor allem dürfte sich nicht immer eine Abhängigkeit der äußeren Eigenschaften des Bodens (Farbe, Härte) von der heute beobachteten Vegetation nachweisen lassen, da die Bodendecke, welche den Ortstein wirklich verursacht hat, vielleicht schon seit Jahrhunderten verschwunden ist. Mitunter kann die mikroskopische Untersuchung der Rohhumusschicht bzw. ihrer unteren Lagen Aufklärungen geben. —

Über Ortsteinbildungen unter den einzelnen Holzarten und Bodendecken später noch Genaueres!

### **Die Voraussetzungen für die Entstehung des Ortsteins.**

Nachdem wir nun einen kleinen Überblick über das Wesen des Ortsteins haben, wollen wir die Entstehung desselben soweit als möglich kennen lernen.

Arme, ausgeblasene oder ausgewaschene Sande, so Heide- aber auch Diluvialsand, der in den oberen Schichten oft sehr wenig Nährstoffe aufweist, ferner manche Flußsande (vergl. Erdmann), also Bodenarten, wie wir sie z. B. in der Umgegend von Nürnberg, in der Oberpfalz, in der Lüneburger- oder schleswig'schen Heide treffen, bieten schon der

V e g e t a t i o n, insbesondere wo nährstoffreiches, für die Pflanzen erreichbares Grundwasser fehlt, wenig Nährstoffe. Häuft sich auf diesen Böden aus noch zu erörternden Gründen Humus (aus den Resten der Pflanzen hervorgehend) an, so ist dieser Mangel an Nährsalzen im Boden auch für die Z e r s e t z u n g desselben ungünstig; die B a k t e r i e n, welche auf normalen Böden die Zersetzung rasch besorgen, leiden unter diesen Nährstoffmangel und zum c h e m i s c h e n Z e r f a l l (Auflösung durch rein chemische Vorgänge o h n e Mitwirkung von Bakterien) ist ebenfalls zu wenig Kalk und Kali vorhanden.

Oft mangelt in groben, armen Sandböden auch noch eine gleichmäßige F e u c h t i g k e i t, welche bekanntlich ebenfalls zur Zersetzung der Pflanzenreste beiträgt. Sind also diese ungünstigen Faktoren vorhanden, so häufen sich besonders in Kiefernaltholzbeständen, die viel Sonne, also Licht und Wärme durch ihre wenig geschlossenen Kronen hindurchlassen (so daß die obere Bodenschicht zeitweise austrocknet, was wiederum für die Zersetzung ungünstig ist), auf und im Boden (im Wurzelraum) organische Stoffe an. In dichten Beständen ist andererseits die k ü h l e r e T e m p e r a t u r ungünstig für die Zersetzung („Mineralisierung“, wie sie H e l b i g nennt) der Pflanzenreste auf der Bodenoberfläche.

Auf offener Heide ohne wesentlichen Baumwuchs rufen dagegen die g l e i c h a r t i g e n A b f ä l l e des Heidekrautes Humusablagerungen hervor, die hauptsächlich im Boden erfolgen, im obersten Wurzelraum des Heidekrautes. Dort tritt oft Austrocknung ein, und dieser hierdurch hervorgerufenen sehr unverweslichen Humusart schreibt E m e i s mit Recht eine auslaugende Kraft zu.

Die bodenbearbeitenden R e g e n w ü r m e r sind bei uns unter Nadelholzarten, besonders wenn Kleinsträucher die Bodendecke bilden, recht selten; also werden die toten Pflanzenteile auch hierdurch nicht verändert, denn die anderen Glieder der Bodenfauna fallen bei uns kaum ins Gewicht. Man darf überhaupt in den Nadelwäldern besonders der kühleren Regionen, die Tätigkeit der Regenwürmer gar nicht hoch anschlagen. Auch in Dänemark scheinen nach P. E. Müller erhebliche Unterschiede in dem Auftreten dieser Tiere je nach der Bestandsart vorzukommen: Diese Tiere bevorzugen die krautartige Vegetation, wie man sie unter Lichtholzarten findet, und meiden die mit Kleinsträuchern bedeckten Böden, also auch die Heide. Buchen- und Fichtenwälder (Schattwälder) werden, falls es sich um geschlossene Bestände handelt, weniger von Regenwürmern aufgesucht. Dagegen fand sie M ü l l e r stets dann unter Buche und vor allem unter Eiche, wenn die Bestände lichter waren,



ja sogar in Krüppelbeständen, wie sie ja in der Heide so häufig auftreten; aber stets nur, wenn der Boden noch mullartig (moderartig) war. Sowie sich aber die Streudecke anhäuft und verfilzt, wandern sie auch hier aus.

Mit Bezug auf die Bodenverbesserung behauptet Gräbner sogar, daß mit dem gewöhnlichen Mittel der Lockerung durch Bodenbearbeitung in Humusböden eine Gare nicht erzielt werden könne; es müsse die Tätigkeit der Regenwürmer hinzukommen. Vielleicht gilt das speziell für die Verhältnisse in der Heide; es ist sonst sicher durch Düngung und Bearbeitung, oft durch eines allein, möglich selbst Rohhumusböden produktiv zu machen; auch auf Moorböden wandern ja die Regenwürmer erst ein, wenn er schon durch solche Maßregeln produktiv gemacht ist.

Wo Regenwürmer in Wald- oder auch in andern Böden fehlen, ist auch kein Maulwurf zu beobachten. Diese Tiere besorgen nebst dem Engerling und Mistkäfer immerhin doch einige Bodenbearbeitung (Duesberg) und verhindern Anhäufung von Humus auf dem Boden; in dichten und damit kühlen Beständen fehlen sie allerdings fast ganz<sup>4)</sup>.

Über die Rolle der Pilzmycele macht P. E. Müller sehr eingehende Mitteilungen. Sie tragen auch bei uns außerordentlich stark zur Verfilzung und torfartigen Verfestigung der Streu bei; allerdings kommt einzelnen Pilzarten auch eine zellulose-zersetzende, also humuszehrende Eigenschaft zu, aber nur unter günstigen Verhältnissen. (Siehe meine Abhandlung über die Humusablagerungen in den Kalkalpen, Naturw. Zeitschr. f. Forst- und Landwirtschaft 1908/09.)

Die Faktoren, welche für die Verwesung der Pflanzenreste maßgebend sind, werden von Helbig und anderen Autoren in folgender Weise zusammengefaßt:

1. Eine bestimmte mittlere Höhe der Temperatur.
2. Genügender Wassergehalt.
3. Anwesenheit der zur Ernährung der Mikroorganismen nötigen Salze.
4. Zutritt von atmosphärischen Sauerstoff.
5. Abwesenheit von Stoffen, welche die Entwicklung von Bakterien hemmen.

Die Ablagerung einer Rohhumusschicht ist weniger durch die Größe der Streuproduktion als durch die Summe der Faktoren bedingt, die ihre Verwesung begünstigen oder beschränken. —

---

4) Die Schilderungen P. E. Müllers über den Einfluß des organischen Lebens, besonders der höheren und niederen Tiere auf den Boden seien als sehr ausführlich hier besonders erwähnt!

Auch bei dieser Zusammenfassung wird ein Wert auf die Bodenfauna, offenbar aus den gleichen Gründen, die ich erwähnte, nicht gelegt.

Von den genannten Punkten, welche für die Verwesung der Pflanzenreste von Bedeutung sind, haben wir den klimatischen Faktoren noch besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

Wenn diese schon, wie angedeutet, in verschiedenartigen Pflanzenebeständen (Wald — offene Heide) sehr ungleichartig sind, so treten sie noch mehr hervor, falls sich auf unebenem Boden die Wirkung der Exposition bemerklich macht. Albert berichtet, daß das Auftreten von Rohhumus und damit von Bleichsand und Ortstein im Großmützelburger Revier an die Nordabhänge gebunden ist; auf den Nordseiten der Dünen ist es kühler, feuchter und es entwickelt sich, wie mir auch Herr Forstmeister Duesberg zeigte, dort eine viel üppigere Bodenflora, vor allem Beersträucher und Moose, durch die in erster Linie Rohhumus von modriger bis zu torfartiger Beschaffenheit hervorgerufen wird.

M. Müntz erwähnt mit bezug auf das Murgtal, daß die Rohhumus- und Ortsteinbildungen am kräftigsten in den Karen und Karriegeln der Nordhänge entwickelt sind, deren rauhe, feuchte und kühle Hochlage durch das Vorkommen der Legforche (Bergkiefer) gekennzeichnet sind.

Aus der Exposition allein kann aber in Ortsteingebieten ein Schluß auf das Vorhandensein oder Fehlen von Ortstein nicht gezogen werden. Überall muß das lokale Klima<sup>5)</sup> (Frostlöcher, Lichtungen im Walde), die Bodendecke, die Bodenfauna und die Wasserführung genau untersucht werden, der Einfluß eines dieser Faktoren kann übermächtig werden, mehrere Faktoren vereint können die Wirkung der Exposition ausschalten. Beispiele hierfür bringen Schmid und Rau.

Wenn schon in der gemäßigten Zone klimatische Faktoren lokal ausschlaggebend sind, so kann man von vorneherein natürlich Ortstein in südlichen, heißen Ländern mit sehr ungleichmäßig verteilten Niederschlagsmengen nicht erwarten und schon unter klimatischen Verhältnissen, wie sie in Ungarn herrschen (heiße Sommer, kalte Winter), scheint Ortstein nach Wessely nur in geringem Maß-

---

5) Vielleicht würde man hierfür am besten den Ausdruck das „standörtliche“ Klima gebrauchen. Je nach der Beschattung durch Büsche, Bäume, Felsen, je nachdem die Niederschläge durch die Krone von höheren Gewächsen abgefangen werden, kann das standörtliche Klima auf die kleinsten Distanzen ein sehr verschiedenes sein.

stabe vorzukommen. Im mediterranen Klima hat Müller Ortstein beobachtet (in den Landes); es ist dies aber doch wohl als ein durch besonders gelagerte Verhältnisse hervorgerufener Ausnahmefall zu bezeichnen. —

Im allgemeinen galt bisher wohl immer die Ansicht, daß durch stark verfilzte Rohhumusdecken die Durchlüftung des Bodens verhindert werde; das setzt natürlich voraus, daß die Humusmassen selbst auch für Gase schwer durchdringlich sind; dieser geringe Gasaustausch müßte also auf die Zersetzung der Pflanzenreste auch ungünstig einwirken. Allein nach noch zu veröffentlichenden Untersuchungen von Albert ist in Sandböden selbst unter 25 cm mächtigen, stark verfestigten und verfilzten Rohhumusmassen die Zusammensetzung der Bodenluft kaum abweichend, so daß damit erwiesen ist, daß der Gasaustausch im Rohhumus nicht behindert ist; Mangel an Durchlüftung könnte man demnach nicht immer als Ursache für die Anhäufung von Humus aufführen. Jedenfalls sind die diesbezüglichen Untersuchungen noch abzuwarten.

P. E. Müller schildert das Verhalten der einzelnen Humusarten in waldbaulicher Beziehung, wobei sich schon bei ein und derselben Holzart je nach dem Zersetzungsgrade der Humusdecke große Unterschiede geltend machen, z. B. zwischen Buchen-Torf und -Mull. Die Mullform dieser Böden (heute als „Moder“boden bezeichnet) ist günstig für die Bestände, die Torfarten („Rohhumus bis Trocken-torf“ nach Ramanns neuerer Auffassung) schädlich.

Schon Sprengel, der in seinen heute noch höchst anerkanntswerten Studien über den Humus eine Menge Grundlegendes gefunden hat und dessen Forschungen bis zur Zeit der Baumannschen Arbeiten größtenteils zu recht bestanden, kennt den ungleichen Wert verschiedener Humusarten für die Vegetation und teilt ihn hiernach und nach den Ursachen dieser Eigenschaften in eine Anzahl von Klassen ein.

Auch Emeis reiht den Humus nach seinem Wert für die Waldbäume in 3 Kategorien ein. Das Alter von Humusablagerungen spielt nach Emeis ebenfalls eine bedeutende Rolle; blauschwarzer, stark verdichteter Humus, welcher unter sehr alten Heidebeständen vorkommt, zählt zu den ungünstigsten Arten; auch beschreibt Emeis schon sehr eingehend die Pflanzen der lebenden Bodendecke und ihre Einwirkung auf den Boden.

Müller führt aber auch an, daß die Humusarten in ungleicher Weise den Mineralboden beeinflussen, je nachdem sie von verschiedenen Holzarten, von Buche, Eiche, Fichte usw. abstammen; dies beruht auf der

Abgabe verschiedenartiger Humussole; Helbig weist hierauf besonders hin, doch ist die Humuschemie noch zu wenig entwickelt, als daß sich Genaueres hierüber sagen ließe. Dies gilt auch von den Humusarten, wie sie durch die verschiedenen Arten der Bodenflora verursacht werden.

In seiner auslaugenden Kraft wirkt also z. B. Buchenrohhumus viel stärker auf den Boden ein, als solcher, der ausschließlich dem Nadelabfall der Kiefer entstammt. Den Übergang der normalen Buchenstreu in torfartigen Rohhumus, der sich schon sehr bald durch eine veränderte Bodenflora äußert, schildert sehr eingehend P. E. Müller. Nach dem gleichen Autor neigt die Eiche viel weniger zu Rohhumusbildung; ja in Heidegebieten, in denen der Boden auf große Strecken hin gleichmäßig in Bleisand und Ortstein verwandelt ist, fehlen diese Erscheinungen geradezu unter Eichenbüschen. Die Kiefer soll, wo sich unter ihr die Streudecke fast nur aus ihrem Nadelabfall zusammensetzt, (ohne daß Beersträucher usw. dabei beteiligt sind!) geradezu ein Humuszehrer sein; ähnlich die Birke (Erdmann). Die Lärche, Zirbe und Wacholder sind unter den gleichen Voraussetzungen nach meinen eigenen Beobachtungen der Kiefer sehr ähnlich. Fichte und Tanne stehen als Rohhumusbildner etwa in der Mitte zwischen Buche und Kiefer. Ähnliches berichtet auch P. E. Müller. Die Bergkiefer (*Pinus montana*), deren Streudecke fast nie frei ist von Beimengungen aus Abfällen von Kleinsträuchern und Moosen, muß ihrer schwer verwesenden Nadeln halber zu den stark Rohhumus produzierenden Holzarten gezählt werden. Die Rolle, welche die Bestandteile der lebenden Bodendecke in bezug auf Produktion von Humus spielen, soll hier ebenfalls geschildert werden. Die spezifische Eigenschaft der Humusbildner unter für sie günstigen klimatischen Verhältnissen (die für die einzelnen Arten sehr verschieden sind und mit dem standörtlichen Klima von Meter zu Meter wechseln) Rohhumus anstatt Moder zu bilden, beruht einmal in der Eigenart des Wurzelsystems, sich stark verzweigen und verfilzen zu können, außerdem in der Zersetzungsfähigkeit der oberirdischen Pflanzenteile, welche eben wieder durch das standörtliche Klima beeinflußt wird.

Von den Kleinsträuchern des Waldbodens ist das Heidekraut, welches in der Regel als sehr schädlich für den Boden bezeichnet wird, viel weniger gefährlich als in der Regel angenommen wird. Es geht nämlich unter Heidehumus die Bildung von Ortstein langsamer vor sich als unter Buchenrohhumus, welcher nach Müller sich rascher anhäuft und mehr auslaugbare Humusstoffe enthält.

Dennoch verändert, wie früher schon erwähnt, die Heide den Boden allmählich stark und C. E m e i s schreibt:

„Wo die Heide bis zur Erzeugung des Ortsteins gewachsen ist, sind Buche und Eiche ohne die durchgreifendste Umgestaltung des Bodens unmöglich.“ Er teilt weiterhin auch mit, daß die Fichte in dem von der Heide so ungünstig veränderten Boden eine Verbreitung ihrer Wurzeln nicht anstrebe.

A l b e r t sagt, das Heidekraut werde erst dort gefährlich, wo es sich auf schon vorhandenen Trockentorfablagerungen ansiedelt; dies gelte nicht nur für Waldböden, sondern auch für die eigentlichen Heidegebiete. D u e s b e r g hält die Heide mehr für ein Z e i c h e n von verdichtetem, ausgelaugtem Boden als für die U r s a c h e seiner Verschlechterung.

Die R a u s c h b e e r e (*Vacc. uliginosum*)<sup>6)</sup> liefert sehr langsam verwesende Reste, ebenso die P r e i ß e l b e e r e, die auch noch durch ihren unglaublich dichten Wurzelfilz Humus produziert.

Die H e i d e l b e e r e kann besonders in verlichteten Beständen unter Kiefer gefährlich werden. Zu der Massenproduktion von Humus kommt noch dessen sehr geringe Zersetzbarkeit, welche das Überhandnehmen dieses Beerstrauchs dem Forstmann so unerwünscht macht. Die andern Kleinsträucher (Bärentraube, Krähenbeere, *Erica carnea*) sind meist nur lokal von einiger Bedeutung und selten gefährlich für den Wald.

Von den W a l d m o o s e n tragen selbst diejenigen, welche sehr üppig wachsen, a n u n d f ü r s i c h wenig zur Rohhumusanhäufung bei, z. B. *Hylocomium Schreberi*, *loreum*, *splendens*, *Hypnum crista castrensis* usw. Wenn aber Moose sich auf einem dicht gelagerten Nadelabfall ansiedeln, so bildet sich unter ihnen bald eine verfilzte Lage von torfartigem Rohhumus, die dann wiederum von der Heidelbeere in Besitz genommen wird (D u e s b e r g). Diese Moose wirken auch noch indirekt in der Weise, daß sie den Nadelabfall auffangen, der sich dann Jahrzehntlang im Moosgeäst nicht zersetzen kann. Von diesen Moosen findet man gelegentlich Exemplare von 30 cm Stammlänge (vergl. diesbezüglich meine Abhandlung: Über Humusablagerungen in den Kalkalpen!), welche in ihren Polstern massenhaft Nadel- und Zweigreste enthalten.

Was die S p h a g n u m arten betrifft, so tragen diese selbst wenig zu Rohhumusbildungen bei, sie wachsen aber sehr rasch darauf, und mit ihnen, wie D u e s b e r g schildert, auf den kühlen Nordabhängen von Inlandsdünen häufig auch andere Hochmoorpflanzen (*Ledum palustre*, *Eriophorum*).

---

6) Die deutsche Bezeichnung „Rauschbeere“ wird an verschiedenen Orten auch für a n d e r e Pflanzen angewendet.

Die Gräser und viele Kräuter (nicht natürlich die sog. „Beerkräuter“, richtig „Beersträucher“) sind Humuszehrer; wo es noch möglich ist, zersetzen sie vorhandenen dem Boden aufgelagerten Humus. Nur im Hochgebirge verhalten sich einzelne Arten (*Carex firma* sicher, von anderen ist dies bisher noch nicht bewiesen) als Humusbildner, ohne aber schädlich auf den Boden zu wirken.

### **Der Rohhumus und seine Einwirkung auf Vegetation und Boden.**

Die früher schon erwähnten Humusarten müssen noch etwas genauer besprochen werden.

Bezüglich des Ausdruckes „milder und saurer Humus“, den man in den hier einschlägigen Ausführungen der Literatur häufig antrifft, bestehen vielfach irrige Anschauungen. Viele sind der Meinung, daß eine Humusschicht, wenn sie blaues Lakmuspapier dauernd rot färbt (sauer reagiert), zum Rohhumus gerechnet werden müsse und können sich gar nicht genug tun in ihrer Besorgnis vor den sauren Humusarten; dem gegenüber muß darauf hingewiesen werden, daß nicht die „Säure“ des Bodens den Pflanzen schädlich wird, sondern, daß der Zersetzungs- zustand des Bodens, und damit die Zugänglichkeit der Nährstoffe ausschlaggebend ist. Ich habe in meinen Arbeiten über Moor und Alpenhumus diese Tatsache festgestellt. Der stark saure aber gut zersetzte Alpenhumus, welcher nebenbei erwähnt, einen stärkeren Säuregrad als Hochmoor aufweist (nach der Bestimmung der sog. Humussäuren, Methode Tacke), ist ohne jegliche Bearbeitung und Düngung produktiv und läßt die natürliche Verjüngung des Waldes zu, viele Rohhumusarten aber, die ebenso sauer, oder weniger sauer reagieren, sind unproduktiv.

Die absorptive Kraft des Humus, seine kolloiden Eigenschaften sind es, die die „Säure“reaktion mit Lakmuspapier vortäuschen, indem sie die Base des Lakmusfarbstoffs an sich reißen, aus Kainit durch Absorption der Alkalien Salzsäure freimachen, dem kohlen-sauren Kalke den Kalk entziehen und Kohlensäure entbinden usw., aber unter Humussäuren (selbst wenn es solche gibt) haben die Pflanzen nicht zu leiden, das beweisen mir die erwähnten Säurebestimmungen.

Es läßt sich nicht in Abrede stellen, daß Rohhumus wohl in allen Fällen ungünstig auf den Mineralboden einwirkt, daß er dem Bestande selbst durch ungünstige Einflüsse auf den Wurzelraum (Herabsetzung der Durchlüftung, Bodenfeuchtigkeit und Beeinträchtigung der Bodenfauna) schadet und die natürliche Verjüngung im Walde meist unmöglich

macht, aber bei geeigneter Behandlung (häufig ist nur eine Störung seiner Lagerungsverhältnisse durch Bodenbearbeitung [Möller] nötig) ist Rohhumus mitunter leicht produktiv zu machen.

Möller wendet sich mit Recht gegen die schlechte Beurteilung, die der Rohhumus im allgemeinen erfahren hat und zeigt, daß er bei geeigneter Verwendung ein sehr gutes Keimbett für junge Kiefernpflanzen abgibt. — Einen zerstörenden Einfluß aber von Humussubstanzen auf die Würzelchen von Keimpflanzen, wodurch die natürliche Verjüngung ausgeschaltet wird, erwähnt Regelman. Doch vergißt er nicht hinzuzufügen, daß auch die Durchlüftung und Erwärmung des Bodens in Rohhumus nicht normal ist! Vielleicht findet eine Verjauchung der Würzelchen statt; Buttersäuregärung und ähnliche biologische Prozesse sind im Waldboden nach den Untersuchungen von Albert und Luther und Studien, die ich in Gemeinschaft mit Emmerich und Löw anstellte (Bakteriolog. Zentralblatt 1911), ganz und gar nicht ausgeschlossen!

Der Einfluß von Humus auf den Boden ist jedoch nicht zu unterschätzen. Selbst in nicht extremen Fällen und wenn es sich nicht um Rohhumus handelt, scheint der Waldboden unter der auslaugenden Wirkung, die eine Humusdecke durch Absorption und fortwährende Abgabe von Kohlensäure ausübt, zu leiden.

Der Ackerbauer bezeichnet nach P. E. Müller alten Waldboden als tot und weiß, daß er erst langsam produktiv gemacht werden kann. — Wenn hier der Mangel an Nitraten im Boden und einer für landwirtschaftliche Nutzung notwendigen Bakterienflora und Bodenfauna sicher stark ins Gewicht fällt, so ist eine Erschöpfung durch Humus wohl der Hauptgrund der Schädigung; um so mehr Anlaß besteht, besonders auf armen Böden die Rohhumusbildung hintanzuhalten.

Im allgemeinen muß man einen Boden, auf oder in dem sich Pflanzenreste nicht zersetzen, schon als „krank“ bezeichnen, auch wenn weder Bleisand noch Ortstein darin auftritt; entfernt man auf einem solchen Boden auch die Rohhumusdecke, so beseitigt man damit noch lange nicht die Ursache der Rohhumusbildung und es wird sich, wie Helbig mit Recht hervorhebt, solange immer wieder Rohhumus ablagern und die Neigung zur Ortsteinbildung bestehen bleiben, als man nicht die Faktoren wiederherstellt, oder da, wo sie von jeher gefehlt haben, neu schafft, welche zur Mineralisierung der Pflanzenreste nötig sind.

Die Gefahren, welche Rohhumus, Bleichsand und Ortstein für den Wald mit sich bringen, führen dazu, daß man in erster Linie das Auf-

kommen einer schädlichen lebenden Bodendecke, welche Rohhumus hervorbringen könnte, durch entsprechende waldbauliche Maßregeln hintanzuhalten sucht. Vor allem wäre es notwendig bei Kahlschlagwirtschaft die Bestände tunlichst lange in entsprechendem Schlusse zu halten, um die Kleinsträucher und Waldmoose möglichst fernzuhalten und in jungen Beständen müßten alle Lücken nachgebessert werden, um den Waldunkräutern das Licht zu entziehen, die einzige Lebensbedingung, in bezug auf welche sie anspruchsvoll sind.

Wie sehr aber die ebengenannte Form der Waldwirtschaft auf den Boden einwirkt, dafür gibt uns ein mit Zahlen belegtes Beispiel Albert. Er berichtet, daß auf den Dünenzügen von Großmützelburg Kiefernwald stockt, der seit Jahrhunderten plenterwaldartig bewirtschaftet wird; die Wuchseleistungen der heute vielfach noch vorhandenen ungleichalterigen Bestände seien für solche Böden ungewöhnlich gut (Verf. kann dies aus eigener Anschauung nur bestätigen). Leider habe man diese für Flugsandgebiete so rationelle Wirtschaft später verlassen und die als Folge des Kahlschlages entstandenen gleichalten Kiefernstangenhölzer sind um zwei Bonitäten schlechter!

C. E m e i s sagt, was gerade für solche Fälle zutrifft: „Der Mensch hat seit langem in willkürlicher und unverständiger Weise den Haushalt des Waldes, d. h. das Ineinandergreifen der Hölzer gestört, und somit gegen seinen eigenen Vorteil nach persönlichen und willkürlichen Ansichten den Wald mißhandelt“.

R e g e l m a n n s höchst beachtenswerte Aufstellungen über die Bekämpfung des Rohhumus, Bleichsandes und Ortsteins lassen sich in folgende L e i t s ä t z e zusammenfassen:

„Verlichtete Fichtenbestände, Flächen, auf denen eine Verjüngung nicht rasch genug durchgeführt werden kann, und vor allem reine Kiefernbestände bedingen häufig die Vermehrung und Verbreitung des Ortsteins selbst über bisher ortsteinfreie Gebiete. Die Zeiträume, in welchen Kahlhieb, Waldbrände und Viehweide die rohhumusbildenden Pflanzen übermächtig werden lassen, sind für seine Ausbildung die günstigsten.“

„Der Feldzug gegen den Ortstein besteht hauptsächlich in der Bekämpfung von Rohhumusanreicherungen, welche im Interesse des Waldbaus mit allen Mitteln durchzuführen ist. Entfernung der Rohhumusdecke und Zufuhr von Mineraldünger, vor allem von Kalk, ist sehr zu empfehlen. In reinen Nadelholzbeständen ist schwer gegen die Rohhumusentwicklung anzukämpfen. Vor allem sollen Buchen zwischen Fichten und Tannen angepflanzt werden.“ —



Nachdem diese hier nur im Auszuge zitierten Maßregeln nicht nur dann in Frage kommen, wenn es sich um Ortsteingefahr handelt, sondern der Verschlechterung der Böden überhaupt entgegenwirken, ist mit Rücksicht auf die Nachhaltigkeit im forstlichen Betriebe dieses Resumé R e g e l m a n n s zweifellos der Beachtung im höchsten Grade wert.

Die waldbaulichen Maßregeln zur Verhütung von Rohhumusan-sammlungen sind aber durchaus nicht immer die gleichen. Während auf Sandboden ein möglichst starker Schluß der Bestände angezeigt ist, muß auf Urgesteinsboden, auf welchem das standörtliche Klima infolge der Wasserführung viel kälter ist, besonders in Hochlagen die Wärme in den Bestand hereingelassen werden, damit sich der Humus nicht anhäuft; derartige Maßregeln müssen aber stets Rücksicht auf die lebende Boden-decke nehmen; auf Sandboden ist die Gefahr des Überhandnehmens der Kleinsträucher unter geringer Beschirmung viel größer als auf den besseren Urgesteinsböden, die eher vergrasen; dies ist zwar für den Bestand nicht günstig, da Gras dem Boden viel Wasser entzieht, aber dieser Schaden ist lange nicht so groß wie eine dauernde Bedeckung mit Kleinsträuchern. Durch Vergrasung wird übrigens vorhandener Humus (auch Torf) a u f - g e z e h r t. —

Hier noch einiges über K a l k u n g und D ü n g u n g. Bei der Kalkung von Rohhumusböden ist zu berücksichtigen, daß besonders dann, wenn die Kalkung in ihrer wirksamsten Form als g e b r a n n t e r Kalk gegeben wird, ein Teil des im Humus enthaltenen Stickstoffs durch die rasche Verwesung, welche infolge der Kalkung eintritt, in die Luft hinausgeht; damit ist dieser für die Vegetation v e r l o r e n. Besonders stark trifft dieser Verlust Sandböden, da diese erfahrungsgemäß ohnehin weniger Stickstoff festhalten können. — Ob nicht, allerdings nur bei s t a r k e n Gaben von gebranntem Kalk, P f l a n z e n g i f t e entstehen, ist heute noch nicht aufgeklärt; es scheint aber im Zusammenhang mit der Nitrifikation, bzw. vorhandenen Salpeterstickstoff Kalkung auf Humusböden gefährlich werden zu können; B a u m a n n u. a. berichten von solchen Erfahrungen auf Moorboden<sup>7)</sup>. Nun kommt aber auch im Humus der Wälder e n t g e g e n den f r ü h e r e n Ansichten S a l p e t e r vor. Herrn Oberforstmeister Dr. P. E. M ü l l e r verdanke ich eine gütige briefliche Mitteilung, nach welcher in 30—40 cm starken Schichten von reinem, stark zersetztem Humus, welcher auf steifen Ton- und Mergelböden

---

7) Siehe die Verhandl. der 2. internat. Agrogeologenkonferenz Seite 166! (Sjollema, Feilitzen u. a.). Genaueres von Sjollema und Hudig (Verlagen van landbouwkundige onderzoekingen der rijkslandbouwproefstations Nr. 5, 1909).

ruhte, eine lebhaft e Salpetersäurebildung durch Bakterien vor sich geht, was beim eigentlichen Trockentorfe, solange er unbearbeitet daliegt, nie der Fall ist. — An Stelle von gebranntem Kalk wäre auf Rohhumusflächen nach Vater Rohkalksteinmehl, noch besser Thomasmehl oder Naturphosphate zu verwenden; man vergl. die zahlreichen Versuche dieses Autors. Nach Regelman n wirkt auch die kalkreiche Buchenlaubstreu günstig auf Rohhumus ein.

Über den Wert der Kalkung auf Buchenrohhumus berichten ausführlich P. E. Müller und Fr. Weis. Vor allem wird hierdurch die Nitrifikation des Stickstoffs, der in den Rohhumusarten der Vegetation in einem sehr unzugänglichen Zustande aufgespeichert enthalten ist, ermöglicht. Die beiden Autoren erwähnen aber auch, daß in dieser Beziehung des Guten nicht zuviel getan werden darf, damit nicht eine zu schnelle Salpetersäurebildung eintritt, welche eine abnorme Entwicklung und ein schlechtes Pflanzenmaterial zur Folge hat, was vielleicht für Forstgärten zu beachten wäre.

Helbig beobachtete, daß sich bei einer Kalkung über das Optimum hinaus ein Abfall in der Zersetzung des Rohhumus einstellte.

Über die Einwirkung von Kalkung auf fertig ausgebildeten Ortstein wird später noch die Rede sein.

### **Über die Möglichkeiten der Entstehung von Ortstein.**

(Übersicht über die verschiedenen Theorien.)

Über die Vorgänge bei der Ausbildung von Ortstein gibt es eine große Anzahl von Hypothesen. Die Verkittung der Mineralteile im Boden entzieht sich aber der Beobachtung; man kann nur einzelne Phasen ihrer Entwicklung wahrnehmen und Schlüsse hieraus ziehen. Die Fortschritte, welche die Kolloidchemie in neuerer Zeit gemacht hat, trugen zur Klärung mancher Fragen, leider aber auch zur Aufstellung unkontrollierbarer Hypothesen bei. Ich werde mich bemühen, die verschiedenen Ansichten über die Entstehung von Ortstein möglichst vollzählig aufzuführen.

Vielfach läßt es sich nicht überblicken, inwieweit sich chemische oder physikalische Prozesse bei der Ortsteinbildung abspielen, und in welchen Stadien die chemischen Vorgänge oder die physikalischen Erscheinungen vorwalten. Schon aus den sich widersprechenden Meinungen von Autoren, wie Albert und Helbig, die zweifellos beide als Kenner des Ortsteins bezeichnet werden müssen, darf man schließen, daß geradezu die Grundlagen auf diesem Gebiete noch nicht feststehen. Hierüber

später noch Genaueres! Daß der Ortsteinausbildung oft bedeutende physikalische Veränderungen im Boden vorangehen, ist zweifellos. Ich konnte in Sandböden, die zur Bildung von Ortstein neigen (Nürnberger Reichswald, Oberpfalz), mittels des Bohrstockes immer wieder die Tatsache feststellen, daß der Obergrund aus weniger feinem Sand bestehend dem Eindringen des Stockes geringen Widerstand entgegensetzte, daß aber dann eine Sandschicht folgte (etwa in 40—50 cm Tiefe), in welche man den Erdbohrer nur mit großer Mühe eintreiben konnte; sie enthielt viel feines Material, was entweder schon seit den Diluvialzeiten im Untergrunde lagert, vielleicht Absätze, die unter Wasser erfolgten, wobei erfahrungsgemäß die Bodenteilchen eine außerordentliche dichte Lagerung annehmen. Andererseits können aber die Teilchen von kleinster Korngröße erst später in den Untergrund gewandert sein; die tonigen Substanzen sind vielleicht mit Hilfe von sog. Schutzkolloiden (gelösten Humusstoffen aus den Resten der Pflanzendecke stammend) nach unten transportiert worden. Müller weist auf die Wanderung von Tonteilchen in den Untergrund hin und Reinders (zit. von A. Mayer) nimmt ebenfalls eine Verspülung toniger Bestandteile in tiefere Bodenschichten an.

In neuerer Zeit bestätigt Hesselmann die Anreicherung der tieferen Schichten von Ortsteinböden an Feinerde (zit. von Rammann, Bodenkunde S. 115).

In jedem Falle kann der verdichtete Untergrund durch seinen Gehalt an umsetzungsfähigen Stoffen und ausflockenden Elektrolyten die Veranlassung zur Ausfällung von unlöslichen Verbindungen aus den hinuntersickernden kolloiden Lösungen geben, zumal in dem fein körnigen Material diese Lösungen naturgemäß länger festgehalten werden und so Zeit genug zu diesen Prozessen ist; das Ergebnis der Ausfällungen ist eine Verkittung der Mineralteile des Bodens zu Ortsteinbänken.

Zimmermann sagt von dem obenerwähnten Verhalten anstauender Schichten im Untergrunde, daß sie den „Keim“ zur Ortsteinbildung in sich tragen.

Vor allem kann aus Wasserhorizonten, die sich auf solchen Schichten bewegen, auch ein Verdunsten des Lösungswassers in die oberen Bodenräume hinauf, damit Konzentration und Ausfallen von Humusstoffen und ihren Verbindungen mit Mineralstoffen unmittelbar über und in den obersten Teilen der stauenden Schicht selbst stattfinden; es können Ausfällungen aus Humus- und Minerallösungen in fester Form durch Absorption in der verdichteten Schicht zustande kommen, andererseits können sich durch Eintrocknen des Lösungswassers aus Suspensionen feste Substanzen absetzen, endlich Gele bilden, die durch Austrocknung (z. B. in

der warmen und niederschlagsarmen Jahreszeit) irreversibel werden und (wenn später keine Zufuhr von auflösenden Stoffen, Elektrolyten z. B. in Form kalihaltiger Lösungen mehr erfolgt, da der darüberlagernde Bleichsand schon zu stark erschöpft ist) in diesen Bodenschichten, d. h. in den oberen Teilen verdichteter Bodenlagen und im Porenraume des Bodens darüber, endgültig verbleiben.

In verdichteten Schichten des Bodens kann auch eine Filtration der heruntersickernden Lösungen stattfinden, in der Weise, daß feine Teile aus dieser zurückgehalten werden; die suspendierten Stoffe werden also vom dichtgelagerten Boden wie durch eine Membran zurückgehalten. Ob nun das Wasser nach oben abdunstet und dadurch die Lösung konzentrierter wird oder eine Filtration erfolgt, es können Stoffe zurückbleiben, die zunächst als gallertartige Masse im Boden lagern, oder die Sandkörnchen wie ein Firnisüberzug bedecken, allmählich aber an Dicke zunehmen und den Boden verkitten (H e l b i g, zum Teil auch nach freundlichen brieflichen Mitteilungen).

Nach S c h l ö s i n g (zit. von R a m a n n, Bodenkunde) hat die Ausfällung von Humussolen durch Kalklösung (sog. Kalkhumat) eine sehr stark v e r k l e b e n d e Einwirkung auf die Bodenteilchen. R e i n d e r s (zit. von A. M a y e r) sagt, daß durch die kolloide Eigenschaft der abgeschiedenen Niederschläge eine Verstopfung der ursprünglich durchlassenden Schichten bewirkt wird, was natürlich ebenfalls wie eine Verdichtung des Bodens wirkt.

Eines läßt sich ziemlich sicher sagen: Wenn der Obergrund an Basen stark verarmt ist, so verursachen in tieferen Schichten ungesättigte Humuslösungen die Verkittung; sie fallen im Untergrunde besonders leicht aus, wenn hier feinerdiges Material vorhanden ist, das reich an Elektrolyten ist, wie wir das gerade von der Verwitterungszone des Bodens wissen (vergl. H e l b i g).

Alles das klingt nun recht h y p o t h e t i s c h! Dennoch lassen sich wenigstens m a n c h e B e w e i s e für die Richtigkeit dieser Annahmen hebringen. Vor allem können solche Vorgänge wie die erwähnten im Laboratorium nachgeahmt werden, andererseits wird man einschlägige Beobachtungen in der Natur machen. So konnte ich an Bodenprofilen im Reichswald wiederholt Ortstein im ersten Stadium der Entstehung sehen; die Sandkörner, teilweise erbsengroß, waren wirklich mit einer dünnen Membran von Humuskörpern überzogen, zuerst noch ganz lose, in späteren Stadien schon etwas verkittet.

R a m a n n sah gelatinöse Massen entstehen (ausgefällte Humusstoffe), die durch Vermischung humoser Wässer mit offenbar mineral-

reicherem Grundwasser hervorgingen. Auch H e l b i g bemerkte (nach briefl. Mitteilung) in einem frisch aufgeschlossenen Profile bei Neubruchhausen (Hannover) gallertartige Substanzen, die sich mit Wasser aus dem Ortstein ausschlämmen ließen.

C. E m e i s beobachtete im Lehm Boden gallertartige Ausscheidung von Kieselsäure (die er mit Recht in Beziehung zur Bildung des Flints in der Kreide bringt) und bringt so einen sichtbaren Beweis für das Auftreten von Gelen im Boden.

Vieles kann aber endgültig erst geklärt werden, wenn die Chemie der Humusstoffe vervollkommenet sein wird, denn auch V e r s u c h e Ortstein künstlich herzustellen (E m e i s, L e m c k e, A d. M a y e r, G r ä b n e r) vermögen nur das R e s u l t a t dieser Bemühungen hervorzubringen; man erhält Bildungen, die denen in der Natur ganz ähnlich sind, doch einen Einblick in das ganze W e s e n der Ortsteinbildung können wir nicht erhalten. —

Mit dem Vorhergehenden soll nicht gesagt sein, daß eine derartige V e r d i c h t u n g des Bodens, Einlagerung feinkörnigen Materials, unbedingt vorhanden sein muß, damit sich Ortstein bilden kann, obwohl die Ortsteinbildung sicher dadurch gefördert wird.

In Dünensanden, die primär in verschiedenen Tiefen sehr gleichmäßige Korngröße aufweisen, findet Ortsteinbildung sehr ausgeprägt statt; aber wir wissen nicht, ob eine Bodenverdichtung der Ortsteinbildung v o r a n g e g a n g e n ist, nachdem dies durch Augenschein nicht festzustellen ist; nach den mechanischen Analysen und den Ausführungen von A l b e r t scheint dies allerdings der Fall zu sein; man müßte jedenfalls einmal eine größere Anzahl von Ortsteinbildungen in gleichmäßigen Sanden (am besten Dünensanden) im allerersten Stadium daraufhin untersuchen; bei dem Wandern des Ortsteins nach der Tiefe zu, welches Ursache und Wirkung für unsere Wahrnehmung verwischt, eignen sich nur ganz junge Ortsteinbildungen zu solchen Studien, die man am besten vielleicht in der Heide anstellen könnte.

Z i m m e r m a n n erwähnt Ortsteinabscheidungen in losem, homogenem Sand ohne Schichtung; auch H e l b i g nimmt an, daß eine Verdichtung des Bodens der Ortsteinablagerung nicht immer vorhergeht (briefliche Mitteilung).

Hier möchte ich noch weitere Literatur über Ortsteinbildung mitteilen.

Schon von Z i m m e r m a n n wird angedeutet und von A l b e r t mit Recht ausdrücklich darauf hingewiesen, daß der Ortstein in durchlässigen Böden die Zone bezeichnet, bis zu welcher die aus den Sommerregen stammenden Sickerwassermengen hinunterdringen.

Schmid und Rau finden Ortstein besonders auf den Sonnen-seiten der Hänge, wo ein steter Wechsel von Durchfeuchtung und Austrocknung stattfindet, er läßt also offenbar auch in den Buntsandsteinböden die Grenze des Eindringens der Sommerniederschläge erkennen. In solchen Fällen darf man mit Albert annehmen, daß es sich bei der Ortsteinbildung um vorwiegend physikalische Vorgänge handelt, um Koagulationen von Substanzen, die im Boden in Form scheinbarer oder kolloider Lösungen zirkulieren und schon bei einer geringen Konzentrationsänderung ausfallen; an solche vorherrschend physikalische Prozesse können sich nun leicht chemische Umsetzungen anschließen, denn die koagulierten Substanzen können, zumal sie im Boden fein verteilt sind, zu allen möglichen Reaktionen (Ausfällungen) mit heruntersickernden Bodenlösungen Veranlassung geben, wodurch die Ortsteinschicht wächst.

Helbig ist andererseits zu dem Resultat gelangt, daß in den ersten Phasen der Ausfällung der Kittstoffe (Humate) hauptsächlich chemische Vorgänge wirksam sind, daß hingegen bei voll entwickelter, noch andauernder Ortsteinbildung die rein chemische Ausfällung nur eine geringe Rolle spielt und begründet diese Auffassung auch eingehend.

Das letzte Wort über solche Fragen kann wohl erst gesprochen werden, wenn die Humuschemie weiter vorgeschritten sein wird. —

Albert hebt hervor, daß die Tiefe, in welcher die Ortsteinablagerungen im Sande von Binnendünen, als auch im Flugsand nahe der Meeresküste erfolgt, eine durchaus konstante ist, 30—40 cm unter der Bodenoberfläche, sie bezeichnet eine Trockenzone im Boden.

Nach Albert kommt aber Ortstein auch oft erst in 60—80 cm Tiefe vor: es handelt sich in diesen Fällen um ausgesprochen frische Böden mit nahe anstehendem Grundwasser (Mulden usw.), welche nahezu dauernd mit Wasser gesättigt sind; hier erfolgt die Ausfällung der im Oberboden ausgelaugten Stoffe im Gebiete des kapillaren Grundwasseraufstiegs; der Grundwasserstrom gibt durch seinen Reichtum an Basen vorwiegend zu chemischen Ausfällungen Anlaß; so beobachtete früher schon Ad. Mayer in Holland die Ausbildung von Ortstein auf der Grenze des Grundwasserspiegels. — Die Schwankungen des Grundwassers, welche länger andauernden, und die Grenzen, bis zu welchen der kapillare Aufstieg desselben im Boden reichte, werden dann durch mehr oder weniger ausgeprägte Ortsteinlinien im Bodenprofil erkennbar sein; zur Ausbildung des Ortsteins unter diesen Bedingungen dürfte aber unbedingt zeitweise stagnierendes Grundwasser und wiederholte Austrocknung erforderlich sein, denn sonst würde ja

nach später noch zu erwähnenden Beobachtungen nur eine Auslaugung des Bodens, nicht aber eine Ortsteinbildung zu erwarten sein; hierüber noch Genaueres!

Zimmermann weist ausdrücklich darauf hin, daß die Gelegenheit zu Umsetzungen chemischer Natur und zur Austrocknung (veranlaßt durch eine Umkehrung der Bewegungsrichtung eingesickerter Lösungen mittels Kapillarität, also ein Zurückwandern nach oben) gerade in Zonen des Bodens gegeben ist, in die Wärme und Luft eindringen kann, also im Sande über dem Grundwasserhorizont, der auf undurchlässigen Schichten angestaut ist; allerdings macht dieser Autor die angeführte Bemerkung in einem ganz andern Sinne.

Wenn bei reichlichen und häufigen Niederschlägen eine Trockenzone im Boden nicht zur Ausbildung kommt, wenn deren Menge ausreicht, daß sie bis zum Grundwasserstrom hinunterdringen, so wird eine Ortsteinbildung in den erwähnten gleichmäßigen Sanden unterbleiben.

So weisen Schmid und Rau auch darauf hin, daß bei ständiger Durchfeuchtung keine Ausfällungen zustande kommen, sondern ein Versickern in den Untergrund (gemeint ist wohl bis in das Grundwasser) stattfindet.

Ein heftig fließender Grundwasserstrom kann also die Lösungen fortführen (besonders wenn er sich auf undurchlässiger Unterlage bewegt) und meilenweit von dem Orte, wo er sich an Humus- und Mineralstoffen anreicherte, Ausfällungen (Ortstein) verursachen; gerade Gewässer, die Müssen entstammen, sind hierzu imstande. Bezüglich dieser Punkte siehe Münst!

Wenn die Bedingungen für eine Auslaugung des Bodens gegeben sind, nicht aber für die Ortsteinbildung, können nur Ausbleichungen erfolgen, ohne daß Ortstein entsteht. Unter solche Vorkommen sind die „Müssen“ einzureihen (vergl. die Arbeiten des Kgl. württemb. geol. Landesamtes).

Ausbleichung des Bodens unter Rohhumus ohne Ortsteinbildung, oder nur mit einer Anreicherung speckiger Humussubstanz, zum Teil mit Eisenortsteinlagen erwähnt auch Regelmann (Blatt Kniebis). Derartige Vorkommen sind auch im Nürnberger Reichswalde an dauernd nassen Stellen zu beobachten.

Münst gibt an, daß bei sehr starker und stetiger Wasserbewegung im Boden (Quellen, Grundwasser) an Stelle von Ortstein eine schmierige, schwarzbraune Humatausfällung den Sand erfüllt;

dies ist besonders auf Plateauflächen im Schwarzwalde der Fall; zu einer Ortsteinbildung würde öftere Austrocknung notwendig sein (S c h m i d und R a u; siehe auch unter „Härte“ des Ortsteins!).

Letztere Autoren erwähnen Bleichsand ohne Ortstein bei Böden, in welchen der anstehende Buntsandstein nahe unter der Oberfläche liegt.

Was Ausbleichung ohne Ortsteinbildungen betrifft, sei hier auch daran erinnert, daß überhaupt nicht jede Art von Humusablagerungen geeignet ist, derartige Ausfällungen zu verursachen, sondern daß unter solchen Humusanhäufungen ein großer U n t e r s c h i e d besteht, wie H e l b i g hervorhebt.

Wenn auch eine erhebliche Differenz im Gehalte verschiedener Humusarten an Pflanzennährstoffen nicht vorhanden ist, so ergeben sich doch bei der K u l t i v i e r u n g von Humus, je nachdem er von Buche, Kiefer oder Heide herrührt, große Unterschiede, die also doch wohl nur auf eine Eigenart der H u m u s s u b s t a n z e n selbst zurückzuführen sind (R a m a n n). Ungleiche Ursachen werden aber auch ungleiche Wirkungen zur Folge haben.

Würde jeder Auslaugung von Mineralstoffen durch auflagernde Humusmassen eine Ortsteinablagerung entsprechen, so müßte man ja gerade unter T o r f m o o r e n regelmäßig Ortstein antreffen, während man nur eine Ausbleichung der überlagerten Gesteine und Böden wahrnimmt. Wo Ortstein unter Moor vorkommt — im norddeutschen Diluvium ist dies mitunter der Fall — ist der O r t s t e i n p r i m ä r, das T o r f m o o r eine s e k u n d ä r e Bildung, durch die vom Ortstein hervorgerufene Stagnation des Wassers im Boden und durch sonstige Bodenverschlechterung veranlaßt.

R a m a n n und L e m c k e erwähnen andererseits, daß O r t s t e i n auch in der o b e r s t e n Bodenschicht vorkommen kann, ohne daß B l e i c h s a n d darüber lagert; das kommt jedoch nur in Ausnahmefällen vor, denn diese Zone ist, wie H e l b i g sagt, die relativ günstigste für die Verwesung; deshalb wird sich also der Ortstein, wie das für die meisten in der Literatur aufgeführten Fälle zutrifft, nur in tieferen Schichten halten können. Doch sieht man aus den erwähnten Ausnahmen, daß sich die Vorgänge, wie sie sich in der Natur abspielen, in kein Schema pressen lassen!

Auf Ausfällungen in s t a g n i e r e n d e m Grundwasser deuten folgende Beobachtungen hin:

R a m a n n sagt von den trockenen Heiden, daß der Ortstein dort häufig nur in der Form der Braunerde vorkommt, und nur ausnahmsweise größere Mächtigkeit annimmt; die höheren Lagen sind in der



Regel frei von Ortstein, während die Abhänge und namentlich die Senken Abscheidungen zeigen; in den nassen Heiden richtet sich das Ortsteinvorkommen in gleicher Weise nach der Bodenausformung.

Auch nach Erdmann überwiegen in den trockenen Heiden die ortsteinfreien Böden; in Tieflagen mit häufigem Stauwasser, wo vermutlich schon seit langem Humusanhäufungen stattgefunden haben, fehlt Ortstein nur selten.

Erdmann schreibt anderseits, daß in Flußsandböden Ortstein niemals im kapillaren Sättigungsgebiet des Grundwassers auftritt; es scheint also entweder unter solchen Umständen die Fortführung von heruntersickernden Lösungen, welche in diesem Falle naturgemäß begünstigt ist, eine Ortsteinbildung nicht zu ermöglichen, oder aber es bildet sich kein Ortstein, weil in diesen Schichten nie eine Konzentration oder gar eine Austrocknung zustande kommt. Durch diese Beobachtung Erdmanns wäre jedenfalls die Annahme, daß durch Berührung der humosen Sickerwässer mit dem Grundwasser (das ja immer Mineralstoffe gelöst enthält) Ausfällungen entstehen, nicht allgemein gültig, und dieses Phänomen würde tatsächlich nur auftreten, falls es sich um stagnierendes Grundwasser handelt, wie das von Tieflagen in der Heide erwähnt wurde. —

A. Mayer erklärt die Einleitung der Ortsteinbildung durch eine Ausfällung von unlöslichem Ferrihumate (hervorgegangen durch Oxydation des löslicheren Ferrohumates mittels sauerstoffreicher Luft im Boden), das dann „Kerne“ zur weiteren Abscheidung bodenverhärtende Substanzen abgibt; er gibt die Gründe für Reduktionsprozesse in den oberen und Oxydationsvorgänge in den unteren Bodenschichten an.

Der gleiche Autor hält auch eine Abscheidung von schwarzen Humusstoffen im Boden durch Frost für möglich. Bekanntlich kann man aus Humussolen durch Gefrierenlassen tatsächlich ein irreversibles Gel erhalten; so müßte, falls die betreffenden Bodenschichten dem Froste noch zugänglich sind, ebenfalls ein schwarzer Ortstein entstehen, nach Art des später zu erwähnenden, von P. E. Müller geschilderten Vorkommens. Hierdurch wird jedoch keineswegs die Annahme des letzteren Autors unwahrscheinlich.

Im übrigen ist es auffallend, daß die Auffassungen von A. Mayer, die gar manchen Beitrag zur Lösung der Ortsteinfrage bieten, in der neueren Literatur so wenig Beachtung mehr finden. Jedenfalls kann man seine Theorie, die natürlich auch nur eine der vielen Mög-

lichkeiten, wie Ortstein zustande kommen kann, dartut, nicht mit wenigen Zeilen erledigen. Näher kann aber hier auf seine ausführlichen Darlegungen leider nicht eingegangen werden.

R a m a n n (Bodenkunde) weist darauf hin, daß außer der ausfällenden Wirkung, welche Elektrolyte in der Verwitterungszone des Bodens auf heruntersickernde Lösungen kolloider Natur ausüben, auch noch eine gegenseitige Ausfällung von Kolloiden stattfinden kann: Unter dem Einfluß der Schutzkolloide werden Eisenoxyd und Tonkolloid löslich<sup>8)</sup>; sie müssen hierbei elektrisch geladen werden. Diese Lösungen kommen in Berührung mit Bodenschichten, die größere Mengen elektro-positiv geladenen Eisenoxydhydrates enthalten, dessen Elektrizitätsmenge überwiegt und nun sowohl die humosen Stoffe, wie die mitgeführten anderen Kolloide zur Ausfällung bringt.

Als Beispiel für die Ausfällung eines Kolloides durch ein anderes erwähne ich folgenden Vorgang. Behandelt man Torf oder Ortstein mit verdünnter Kalilauge und versetzt den abfiltrierten dunkelbraun gefärbten Auszug (sog. „Kalihumat“) mit Kaliwasserglas, so scheidet sich bei geeigneter Konzentration bald das Kieselsäurehydrat als Gallerte aus. Diese läßt sich leicht mit Wasser ausziehen, wobei sie weiß wird. Die ausgewaschenen, durch Kalilauge in Lösung gehaltenen Humussole (sog. Kalihumat) geben neuerdings mit Kaliwasserglas versetzt die gleiche Reaktion bei entsprechender Konzentration ebenso deutlich!

Auch Ortstein selbst mit Wasserglas behandelt gibt die Veranlassung zur Abscheidung von Kieselgallerte und zwar schneller als der Kali-Extrakt daraus und schon bei geringerer Konzentration. Diese Vorgänge können sich in ähnlicher Weise vielleicht bei der Ortsteinbildung selbst abspielen. Diese Reaktion macht übrigens, wie ich hier gleich betonen möchte, auch die teilweise Auswaschung des Kali aus dem Ortstein erklärlich.

Schon Sprengel kannte die erwähnte Ausfällung und schreibt: „Mit der Humussäure geht die Kieselerde keine Verbindung ein, denn setzt man kieselsaures Kali zu in Wasser gelöster Humussäure, so scheidet sich die Kieselerde als eine gallertartige Substanz aus der Flüssigkeit und diese färbt sich etwas dunkler, indem sich humussaures Kali bildet.“

Es ist, wie ich hier nebenbei bemerke, nicht unmöglich, daß der Dopplerit, welcher in den offiziellen Nomenklaturen (obwohl mit Recht?) als „niedergeschlagene, fest gallertige Humussäure“ bezeichnet

---

8) Nach brieflicher Mitteilung von Herrn Professor Sauer könnte es sich um lösliche Alkalitonerdehumate handeln!

wird, seine Eigenart ähnlichen Ausfällungen verdankt. Die Beobachtungen von Miklauz deuten darauf hin! (Vergl. Zeitschrift für Moorkultur und Torfverwertung 1908 Heft 6!)

Wenn wir von der Ausfällung von Mineralstoffen in der Ortsteinschicht absehen und uns nur mit den Humusstoffen im Ortstein befassen, so darf man es als sicher annehmen, daß die Anreicherung der Ortsteinschicht mit Humus und die Verkittung der Mineralteile im Boden auch durch stark zersetzte Pflanzenreste erfolgen kann, die mit Hilfe des versickernden Wassers in den Boden hinuntergewandert sind. (Die Rolle der Wurzelreste, welche im Boden verbleiben, soll später erwähnt werden.) Hier sei besonders auf die Wahrnehmungen von P. E. Müller hingewiesen. Hiernach findet ein mechanisches Hinunterschwemmen von Humussubstanzen („Humuskohle“) in grobkörnigen, porösen Sandböden statt und zwar erfolgt das Absetzen der Humusteile in einer Zone des Bodens, welche von einer verdichteten Schicht unterlagert wird. Besonders günstig für das Eindringen von Humusstoffen erweist sich der Sandboden, soweit als er vom Froste gelockert werden kann.

Daß die Einlagerung von Humus, welche zu Ausbildung von schwarzem Ortstein führt, in solchen Fällen auf mechanischem Wege vor sich geht, dafür gibt Müller als einen triftigen Beweis an, daß die Quarzkörner in solchem Ortstein nackt und nicht wie sonst ganz von Humussubstanzen inkrustiert sind.

Auf diese Art nehmen die ansehnlichen schwarzen Ortsteinschichten, wie sie in feuchten Heiden vorkommen, durch die Aufnahme von reichlich Humus geradezu eine torfartige Beschaffenheit an und es wird also Ortstein bis hinunter zur Frostgrenze gebildet.

Schon Biedermann erwähnt die Entstehung von Ortstein durch das Hinunterwandern von Humusstaub in reinen Sandboden und nach Lemcke tritt schwarzer Ortstein von der Art des eben geschilderten ohne Zusammenhang mit braunem durch Ausfällung entstandenen Ortstein auf. Auf Grund seiner mikroskopischen Untersuchungen nimmt Lemcke an, daß die Entstehung solcher meist lockerer Ortsteinlagen am besten nach P. E. Müller erklären läßt. Auch Helbig gibt die Möglichkeit eines solchen Prozesses, wie er schon von Senft angedeutet wurde, zu.

Es ist mir geradezu rätselhaft, wie man an der Entstehung von Ortstein auf dem Wege der Einwanderung von Humusteilchen auf mechanischem Wege zweifeln kann, wie dies früher so häufig geschah. Da und dort muß Ortstein unbedingt auf diese Art entstanden sein!

In feinkörnigen, vor allem in tonigen Böden kann allerdings durch Hinunterschwemmung von Humus (oder besser gesagt: dadurch, daß hinuntersickernde Wässer feine Humusteilchen nachsaugen) kein schwarzer Ortstein entstehen.

Ein Analogon zu dem erwähnten, durch Nachsaugung von Humusteilchen entstandenen Ortstein ist der früher erwähnte Tonortstein, bei welchen feinste Tonpartikel (geschützt durch kolloide Humusstoffe) in tiefere Bodenschichten gelangen; auch dieser fehlt nach Müllers Ausführungen in feinkörnigen Böden, was seine Theorie nur bestätigt.

Wenigstens ein Teil des Humusgehaltes im Ortstein und mitunter auch seine dunkle Färbung muß notwendigerweise auch auf die vielen im Ortstein enthaltenen Wurzelreste zurückgeführt werden. Zimmermann fand Reste von Heidekrautwurzeln im Ortstein, Müller scheint jedoch hierauf weniger Gewicht zu legen ebenso Vageler.

Ich selbst fand im weichen, braunen (oberen) Ortstein von Pontresina solche Mengen von Pflanzenwurzeln, lebende und abgestorbene, daß ich diesen einen wesentlichen Anteil an der Humusanhäufung im Ortstein zuschreiben muß. Solche Faktoren wechseln eben lokal sehr stark!

Wenn nach den bisherigen Ausführungen zwar gerade Rohhumusböden zu Ortsteinbildung neigen, so müssen die Humusansammlungen nicht in allen Fällen von so schädlicher Art sein, auch unter moderartigem Humus kann Ortstein vorkommen. Beispiele hierfür bringt Müntz (Analysen von Ortstein im Buntsandsteingebiet) und der Verfasser: Über ein Vorkommen von Bleichsand und Ortstein in den Zentralalpen (Centralbl. für das ges. Forstwesen 1911).

Selbst durch Einwirkung zersetzter Nadelstreu, auch ohne daß sich Humusschichten auf dem Boden anhäufen, kann Ortstein entstehen, wie dies Müller in Wäldern von Pinus Maritima bei Bordeaux schildert. Doch scheint es sich hier um eine Ausnahme zu handeln, bei der wohl die große Menge zersetzter Nadeln es mit sich brachte, daß lösliche Pflanzenstoffe in den Boden eindringen und dort wie humoses Sickerwasser wirkten (Anm. des Verf.)

Es gibt also zahlreiche Möglichkeiten einer Entstehung von Ortstein und ich glaube, aus dem Gesagten dürfte wohl zur Genüge hervorgehen, daß man nicht eine einzelne dieser Entstehungsart als die stets und überall vorkommende bezeichnen darf, sondern daß selbst auf geringe Entfernungen hin die Ortsteinbildungen durch verschiedene Ursachen hervorgerufen sein können.

### **Die Mineralstoffe im Ortstein.**

Von den im Obergrund durch Atmosphärenteilchen und Humusstoffe ausgelaugten Mineralstoffen werden nur einzelne im Untergrund bei der Ortsteinbildung angereichert, und es ist für den Forstwirt, der auf Sandböden fast regelmäßig die Kiefer, eine tiefwurzelnde Holzart anbaut, nicht gleichgültig, ob die Nährstoffe, die aus dem Obergrunde durch Humusstoffe ausgelaugt werden, der Waldvegetation gänzlich verloren gehen, oder ob sie sich vielleicht in tieferen Schichten, in welche Tiefwurzler ihre Wurzeln hinunterzutreiben vermögen, anhäufen. Albert beweist durch seine Analysen, daß etwa 90% der dem Bleichsand verloren gegangenen Mineralstoffe in der Ortsteinschicht festgehalten werden.

Über die Art und Weise der Ausfällungen in der Ortsteinzone will ich bei der — ich möchte sagen — absoluten Unkenntnis, die wir von diesen Vorgängen haben, keine Vermutungen, auch nicht solche, die in der Literatur in unheimlicher Menge geäußert wurden, aufstellen. Hier soll nur das mitgeteilt werden, was sich anhand der analytischen Belege über die Zusammensetzung des Ortsteins sagen läßt.

Während sich vor allem Tonerde und Phosphorsäure im Ortstein anreichern und das Eisen in den meisten Fällen ebenfalls wenigstens zum großen Teile im Ortstein verbleibt, gelangen Kalk, Magnesia und Kali offenbar sehr leicht in die Grundwässer; ein Teil dieser wichtigen Pflanzennährstoffe geht also für die an Ort und Stelle wachsenden Pflanzen verloren. Über die eigentlichen Vorgänge läßt sich nach dem heutigen Stande der Humuschemie wenig Sicheres sagen, aber deutlich geht aus allen einschlägigen Arbeiten das Resultat hervor: Es entspricht im allgemeinen jedenfalls einer stärkeren Auslaugung des Obergrundes (Bleichsand) eine stärkere Anreicherung im Untergrund (Ortstein).

Was die einzelnen Stoffe im allgemeinen betrifft, so hängt es wohl von der stärkeren oder geringeren Absorptionsfähigkeit des Ortsteins ab, wie viel davon ausgewaschen oder aufgespeichert wird. Die Absorptionsfähigkeit steht aber wohl sicher in Beziehungen zum Alter des Ortsteins und zur Verdünnung der Lösungen, also zur Wasserführung. Mit Bezug auf das Alter des Ortsteins sagt P. E. Müller: „Die absorbierende Schicht hat die Eigenschaft, daß ihr Absorptionsvermögen im Allgemeinen immerfort in demselben Grade steigen wird, in welchem sie mehr Stoffe zu absorbieren vermocht hat“.

Der allererste Beginn aber ortsteinartiger Ausfällungen im Boden und weitere Umsetzungen bzw. Absorptionsvorgänge werden durch die Verwitterungsschicht eingeleitet oder durch eine Verdichtung im Boden oder in ganz gleichmäßigen Böden (z. B. gleichkörnigen Sandböden) durch physikalische Vorgänge, durch eine Konzentration, Koagulation, Austrocknung, deren Produkt selbst schon Ortsteincharakter, wenn auch nur im kleinsten Maßstabe, trägt.

Alles wird je nach den örtlichen Verhältnissen sehr verschieden sein.

Von den Vorgängen bei der Ortsteinbildung wird einer der wichtigsten die hydrolytische Spaltung der aluminiumhaltigen Silikate im Obergrunde sein.

Man muß ferner annehmen, daß die hydrolisierten Silikate dann noch tiefgehenden Veränderungen durch die lange dauernde Einwirkung der Humusstoffe unterliegen. Schon Sprengel sagt, obwohl er die Vorgänge bei der Hydrolyse noch nicht kannte, daß „die Humussäure die merkwürdige Eigenschaft hat, die Kalk- und Tonerdesilikate zu zerlegen“. Auch P. E. Müller hat die Auflösung von Tonerdesilikaten unter dem Einfluß der Humusstoffe beobachtet.

In neuester Zeit betonen insbesondere Sauer (auch brieflich) und seine Mitarbeiter eine Spaltung der Tonerdesilikate durch die Humusstoffe, außerdem besonders auch Albert.

Unter der Einwirkung gelöster Humusstoffe, die wir uns im Überschusse denken müssen, so daß eine Absättigung durch Alkalien nicht stattfindet, würde also nach den genannten Autoren Tonerde löslich und wandert dann in die Tiefe, bis sie auf labile Mineralstoffe, die sich ja in der Verwitterungsschicht in Menge finden, stößt; hier erfolgen dann Ausfällungen, da die bisher als Schutzkolloide dienenden Humusstoffe, sei es aus chemischen oder physikalischen Gründen, ausfallen und nun Umsetzungen mit den durch Verwitterung angegriffenen Mineralien erfolgen können. So kommt die für den Ortstein geradezu typische Anhäufung von Tonerde in dieser Bodenschicht zustande.

Es läßt sich wohl aus einer Zusammenstellung und Vergleichung der großen Anzahl von Analysen entnehmen, daß in der Ortsteinschicht fast ausnahmslos die Tonerde stark angereichert ist; trotz der vorigen Überlegungen wissen wir aber doch nicht sicher, auf welchem Wege. Für die Tonerde im Ortstein können sich nämlich auch deshalb analytisch so hohe Zahlen ergeben, weil die Tonsubstanz als solche (ungespalten) ähnlich wie im Tonortstein heruntergewandert und im Ortstein ausgefallen ist. Behandelt man nun im Gange der Analyse das

Ortsteinmaterial mit Salzsäure, so erhält man natürlich eine hohe Zahl für Tonerde. Mit Bezug auf diese Umstände sind die Ausführungen A l b e r t s von Bedeutung, welcher sagt, daß die leichtere Beweglichkeit der Tonteilchen im Bleichsande die Folge eines Mangels an löslichen Salzen seien (welche ausflockend wirken könnten und so die Tonsubstanzen im Obergrund zurückhalten würden) und eine stete Begleiterscheinung der Humus-säureverwitterung. —

B e w e i s k r ä f t i g für eine Wanderung der einzelnen Stoffe sind A n a l y s e n von Bodenprofilen (Bleichsand, Ortstein, Untergrund) eigentlich immer nur dann, wenn die Schichten, aus denen das Analysenmaterial entnommen ist, u r s p r ü n g l i c h u n t e r s i c h g l e i c h w e r t i g waren und zwar in chemischer und physikalischer Beziehung. Dies ist bei den Analysen von A l b e r t der Fall und n u r unter solchen Voraussetzungen ist man zu Schlüssen berechtigt, wie sie dieser Autor bezüglich der Wanderung der Nährstoffe zieht. Aber einen genauen Aufschluß, auf welchem Wege die Anreicherung im Ortstein erfolgte, erhalten wir auch unter solchen Umständen nicht. —

Die Aufspeicherung von P h o s p h o r s ä u r e im Ortstein geht nach A l b e r t im Ortstein geradezu q u a n t i t a t i v vor sich und ist gleich der Anhäufung von Tonerde charakteristisch für diese Schicht. Der Reichtum an Phosphorsäure im Ortstein scheint durch den hohen Gehalt des Ortsteins an Tonerde bedingt, welche ja die Phosphorsäure zu fällen imstande ist, doch scheint auch eine vielleicht durch physikalische Faktoren (Austrocknung) hervorgerufene Ausfällung o r g a n i s c h e r P h o s p h o r s ä u r e v e r b i n d u n g e n möglich, was M ü n s t hervorhebt.

Wenn man die Analysen von R a m a n n , L e m c k e und M ü n s t vergleicht, ergibt sich, daß in 15 von 21 Analysen ganzer Profile die höchsten Zahlen für P h o s p h o r s ä u r e (die in Ortstein festgestellt wurden) mit den für T o n e r d e zusammenfallen; in weiteren 5 Fällen wurde die höchste Zahl für Phosphorsäure auch im Ortstein gefunden und gleichzeitig auch ein bedeutender, wenn auch nicht maximaler Gehalt an Tonerde, jedenfalls mehr als genügend, um die Phosphorsäure zu binden. —

E i s e n , K a l k , M a g n e s i a , K a l i und N a t r o n werden teils mit, teils ohne Hilfe von Humusstoffen durch die Tagwässer im O b e r g r u n d g e l ö s t. Für Kalk und Magnesia sind Humusstoffe kaum nötig zur Lösung; ja man möchte mit A l b e r t annehmen, daß sie schon größtenteils ausgelaugt sind, bevor der eigentliche Prozeß der Ortsteinbildung beginnt; sie würden auch zu viel ungesättigte Humussole an sich reißen, so daß für die Lösung von Tonerde und Phosphorsäure nicht genug davon vorhanden wäre. Nach den Analysenresultaten wird zweifel-

los Kalk und Magnesia ausgewaschen, was aber auch durch eine spätere Zersetzung (Verwesung) kalkhaltigen Ortsteins erklärt werden könnte. Das Kali wird meist im Ortstein angereichert, es wandert also vermutlich später aus dem Bleichsande aus mit Hilfe von Humusstoffen. Seine Anreicherung im Ortstein beruht offenbar auf einer hohen Absorptionsfähigkeit, die der Ortstein in den ersten Stadien seiner Entstehung noch kaum haben kann.

Münst scheint nach seinen in dieser Beziehung etwas schwer verständlichen Ausführungen hingegen Wert auf Ausfällung des Kali im Ortstein zu legen; eine Anreicherung des Kali im Ortstein geht auch aus der Betrachtung des Analysenmaterials der verschiedenen Autoren tatsächlich hervor, welche nur selten einen Mindergehalt des Ortsteins an Kali gegenüber dem Untergrund (unveränderten Boden) angeben; doch ist dieses Mehr an Kali im Ortstein nicht so bedeutend, daß man auch nur annähernd von einer quantitativen Ausfällung des Kali sprechen könnte, und Alberts Untersuchungen, die unter viel günstigeren Verhältnissen (gleichartige Bodenschichten) ausgeführt wurden, lassen auch deutlich eine Wegführung von Kali aus dem Ortstein in die Grundwässer erkennen, welche mir vollkommen erklärlich wird durch das Verhalten von kieselsauren Kalilösungen gegenüber Humussolen, welches bereits besprochen wurde.

Humusstoffe wirken also lösend auf das Kali ein und umgekehrt.

Wenn ich gerade auf das Kali als Transportmittel für wegzuführende Humussole Gewicht lege, so geschieht das, weil gerade die braunen, humosen Wässer aus Silikatgesteinsgebieten viel Kali (und außerdem freie Kieselsäure) gelöst enthalten, wie dies Spaeth für die Gewässer des Fichtelgebirgs und Metzger für den bayerischen Wald nachgewiesen haben, eine Tatsache, die ja auch sonst oft erwähnt wird.

Eisen wird der Hauptmenge nach wohl im Obergrund durch Humusstoffe beweglich gemacht und größtenteils im Ortstein absorbiert. Doch würde zur Lösung des Eisens auch Kohlensäure allein, ohne die Mitwirkung von Humussäuren genügen, auch eine Lösung des Eisens ohne gleichzeitige Reduktionsprozesse als Oxydverbindung muß nach Albert und Rammann entgegen früheren Anschauungen für häufig vorkommend angenommen werden.

Auch beim Eisen ist, ähnlich wie beim Kali, hie und da eine Auswaschung zu konstatieren.

Das Eisen scheint trotz seiner chemischen Affinität, zur Phosphorsäure, die ja im Ortstein so reichlich enthalten ist, sehr beweglich, d. h. es wird in ihm durchaus nicht, wie zu erwarten wäre, quantitativ aufgenommen. In 7 von 26 Fällen war der Eisengehalt am höchsten im



Untergrund. Vielleicht ist also ein Teil des Eisens schon vor der Ausbildung von Ortstein aus dem Obergrund ausgewaschen worden. Ich möchte diese öfters festgestellte Auswaschung des Eisens hier nochmals besonders hervorheben, da vielfach, wie erwähnt, noch die irrige Ansicht herrscht, eine Anhäufung von Eisen sei für die Ortsteine charakteristisch, obwohl schon Schütze den oft sehr geringen Eisengehalt des Ortsteins durch Analysen festgestellt hat!

Der Mehrgehalt des Ortsteins an Natron gegenüber dem unveränderten Boden (Untergrund) ist so gering, daß Albert an einen Basenaustausch von Kali gegen Natron bei der Absorption denkt. In zahlreichen Fällen enthält der Ortstein tatsächlich sogar weniger Natron als der Untergrund. —

Aus dem zahlreichen Analysenmaterial kann ich, um einen Überblick über die Verteilung der Mineralstoffe in Bleichsand, Ortstein und Untergrund zu geben, nur einige Beispiele aufführen. Ich folge hier Helbig, der uns bereits eine hübsche Übersicht über die Nährstoffe in Bodenprofilen verschiedener Formationen gegeben hat; hierdurch wird jedoch ein eingehenderes Studium der gesamten in der Literatur vorhandenen Analysen nicht erspart, falls man vollen Einblick in diese Verhältnisse zu haben wünscht.

Es betragen die salzsäurelöslichen Stoffe aus verschiedenen Ortsteinprofilen in 100 Teilen-Teile:<sup>9)</sup>

	a) Diluvium <sup>10)</sup>			b) Quadersandstein <sup>11)</sup>			c) Buntsandstein <sup>12)</sup>			d) Granit		
	Bleichsand	Ortstein	Untergrund	Bleichsand	Ortstein	Untergrund	Bleichsand	Ortstein	Untergrund	Bleichsand	Ortstein	Untergrund
K <sub>2</sub> O	0,0084	0,0113	0,0174	0,0062	0,0159	0,0182	0,0244	0,0843	0,0746	0,0849	0,1275	0,1940
Na <sub>2</sub> O	0,0115	0,0114	0,0239	0,0119	0,0324	0,0411	0,1092	0,1250	0,0792	0,1111	0,0984	0,0482
CaO	0,0127	0,0210	0,0242	0,0158	0,0140	0,0176	0,0360	0,1110	0,0400	0,1060	0,1125	0,1750
MgO	0,0035	0,0103	0,0331	0,0086	0,0107	0,0098	0,0229	0,1356	0,0465	0,0567	0,2090	0,1260
MnO	0,0034	0,0043	0,0055	0,0035	0,0032	0,0056	0,0253	0,2815	0,1432	0,0958	0,3484	0,2095
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0770	0,2913	0,2712	0,0130	0,5596	0,0610	0,1610	1,2575	0,2414	1,3984	0,9700	7,2264
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0486	0,7037	0,4797	0,0100	0,6352	0,0496	0,3387	3,7219	0,5634		7,5820	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,0126	0,0608	0,0305	0,0116	0,0263	0,0044	0,0153	0,0636	0,0340	0,0256	0,0784	0,0816
Sa	0,1777	1,1141	0,8855	0,0806	1,2973	0,2073	0,7328	5,8304	1,2223	1,8785	9,5262	8,0607
Glüh-Verlust <sup>13)</sup>	1,647	3,838	1,01	1,44	8,09	0,61	2,23	7,52	1,15	9,10	38,17	11,33

9) Nach M. Helbig: Über Ortstein im Gebiete des Granites (Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft 1909 Heft 1).

10) Analysenmittel aus 7 bzw. 9 Angaben nach R a m a n n, Jahrb. der Kgl. Pr. geolog. Landesanstalt und Bergakademie, 1885, Anhang.

11) Nach R a m a n n, Literatur wie vorstehend, Untergrund = d Schichte.

12) Nach H e l b i g, Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, 1903, Seite 372.

13) Glühverlust ist auf Gesamtboden berechnet.

### **Die Bedeutung des Kalkes für den Ortstein.**

Der Umstand, daß Kalk im Ortstein nicht allzusehr angereichert wird, trägt offenbar zu dessen Beständigkeit bei, denn Humusstoffe, welche mit Alkalien abgesättigt sind, werden als der Zersetzung (Verwesung) leicht zugänglich bezeichnet; besonders wenn Ortstein in den oberen Bodenschichten viel Kalk enthielte, würden die organischen Stoffe leicht zersetzt, wobei die Verbindungen des Kalkes mit Humus in kohlensauren Kalk umgewandelt würden, worauf insbesondere Mü n s t hinweist; diese Umsetzung würde den Kalk immer neuerdings wieder in eine wirksame Form zurückverwandeln, so daß er, falls keine Lösung und Auswaschung durch kohlensäurehaltiges Wasser stattfände, auf unbeschränkte Zeit die Ortsteinbildung hintanhaltend könnte.

Wichtig für die Kultur der Ortsteinböden ist die Frage, ob Kalkung fertig ausgebildeten Ortstein im Boden zurückzubilden vermag; aber dafür haben wir, wie mir auch Herr Professor A. Sauer schreibt, keinen Beweis. — Wenn dies aber tatsächlich der Fall ist, so darf man dabei nicht an eine Auflösung des Ortsteins, wie sie etwa durch Soda oder Ammoniak bewirkt wird, denken, was mir folgender Versuch beweist:

Durch die Einwirkung der Hydroxyde der Erdalkalien auf verschiedene Sorten von Ortstein erfolgte, wenn Ortstein in Stücken angewendet wurde, wie dies den Verhältnissen in der Natur ja entspricht, auch bei großem Überschuß dieser Reagentien (Kalk- und Barytwasser) keine Auflösung des Ortsteins, ja nicht einmal eine Braunfärbung der überstehenden Flüssigkeit und auch in der Folge, sei bei der Aufbewahrung in trockenen oder feuchten Räumen, kein Zerfall des Ortsteins; wohl aber waren die Ortsteinbrocken noch härter als zuvor geworden und zeigten beim Durchschlagen eine mehrere Zentimeter starke hellere Zone, welche durch die Einwirkung des Kalkwassers entstanden war; tiefer konnte dieses trotz der langen Dauer des Versuches (etwa  $\frac{1}{4}$  Jahr) nicht eindringen. Nur gepulverter Ortstein ergab mit reichlich Kalkwasser eine schwach bräunliche Färbung der überstehenden Flüssigkeit.

Wenn Ortstein im Boden durch den Einfluß einer Kalkung aufgelöst wird, was ja mit Hinsicht auf die Kultur von Ortsteinböden sehr zu wünschen wäre, möchte ich an eine sehr langsame Verwesung denken, welche aber den Zutritt von Sauerstoff, vielleicht auch die Mitwirkung von Bakterien voraussetzt.

Die Möglichkeit einer Auflösung bereits verfestigten Ortsteins durch den Einfluß kalkreicher Buchenlaubstreu bespricht Regelmann (Blatt Kniebis).

Ferner führen Schmid und Rau Fälle an, in welchen sich Ortstein auch bei starker Ausbildung unter besonders günstigen Umständen wiederauflöste, offenbar unter der Einwirkung mineralischer Dünger; genaueres geben diese Autoren leider nicht an.

„Kalkung wird auf Anregung der geologischen Landesanstalt nunmehr in Württemberg auch beim Bepflanzen von rohhumusreichen Flächen mit viel Erfolg angewendet; ob sich aber durch Kalkung Ortstein im Untergrund zurückbilden kann, kann in der kurzen Beobachtungszeit noch nicht festgestellt werden“. (Briefliche Mitteilung von Herrn Professor A. Sauer.)

Vielleicht lassen sich diese Fragen gerade in Württemberg der Lösung näher bringen. Nachdem hier die geologische Landesaufnahme dem Ortstein viel Beachtung schenkt, kann man an Hand der Kartierung möglicherweise nach Ablauf längerer Zeit die Einwirkung von Düngung auf solche Böden verfolgen.

### **Nährstoffkapital und Produktivität des Bleichsandes.**

Es ist klar, daß die schon erwähnte Erschöpfung des Bleichsandes an Nährstoffen nicht allein von dem Entzuge durch die Pflanzen herrühren kann. Dies läßt unmittelbar schon mit Hinsicht auf die Verarmung dieser Schicht an Tonerde feststellen, welche ja von den Pflanzen nur in geringen Mengen verbraucht wird. Auslaugend wirken in erster Linie die Humusstoffe und in dem an leicht löslichen Nährstoffen erschöpften Bleichsand findet die Vegetation häufig nicht genügend Nährstoffe; vor allem bietet er anspruchsvolleren Gewächsen nicht mehr genug davon. In der Konkurrenz mit den Holzarten bleiben dann die im Walde wenig erwünschten Kleinsträucher Sieger und wirken mit ihren Abfällen, die schwer verwesend, nur immer aufs neue Rohhumus bilden, fortwährend nur noch ungünstiger auf den Boden ein.

Die starke Wurzelverbreitung, welche man gerade im weichen, oberen Ortstein so häufig beobachten kann, läßt deutlich genug erkennen, daß die Pflanzen (nicht nur die Kiefer, auch Gräser, Heidekraut usw.) die Nährstoffe in der Tiefe auch aufsuchen, vor allem bildet die Heide selbst, wie Rammann erwähnt, nie Wurzelverzweigungen im Bleichsande, sondern erst auf der an Nährstoffen reicheren, weichen, oberen Ortsteinschicht; die Ursache dieser Wurzelverbreitung liegt übrigens, abgesehen von der Verteilung der Nährstoffe, in der Wasserführung des Bodens; die humosen Schichten trocknen weniger als der Bleichsand aus, in vielen Fällen ist die Ortsteinzone immer etwas feucht.

Die Gegenwart von Ortstein unter Bleichsand ist an und für sich (was ich hier gleich anfügen möchte), durchaus nicht die Ursache einer schlechten Entwicklung von Waldbeständen.

So hat E m e i s beobachtet, daß Ortstein unter ansehnlichen Buchenaltholzbeständen vorkommt und daß riesige Eichen über harten Ortsteinschichten wurzeln; aber weitere Generationen von Holzarten auf dem rohhumusbedeckten Boden zu erzielen ist ohne vorherige Bodenbearbeitung nach dem gleichen Autor unmöglich. Auch R a m a n n erwähnt gute Buchen-, Eichen-, Kiefern- und Fichtenbestände auf Ortstein.

Das Nährstoffkapital des Bleichsandes, welcher aus besseren Böden hervorgegangen ist, muß schon nach den Aufschlüssen, welche wir durch die mikroskopische Analyse rasch und sicher erhalten, als durchaus nicht gering bezeichnet werden; anders allerdings verhält es sich mit Diluvialsanden, deren Bleichsande nach R a m a n n oft eine klägliche Armut an Pflanzennährstoffen aufweisen. Auch im Bleichsande von Dünen muß nach A l b e r t wenigstens der Vorrat an Kalk und Phosphorsäure als völlig unzureichend für die normale Ernährung der Waldbestände bezeichnet werden. Und doch gibt es auch für diese Bodenarten, wie A l b e r t dartut, Ausnahmen.

Bezüglich der Nährstoffarmut im Bleichsande ist also eine Generalisierung unangebracht und auch M ü n s t hebt hervor, daß die Verheerungen der sog. Humussäuren bei den armen Sandböden viel größer als bei den reichen Granitböden ist; nachdem bei letzteren immer noch ein ansehnliches Nährstoffkapital in der Form von Feldspaten (die ja nur äußerlich angegriffen und erschöpft sind) vorhanden ist, können solche Böden die Verluste mit der Zeit doch noch ausgleichen, während der an Reservekapital viel ärmere mittlere Buntsandstein dies nicht kann. R e g e l m a n n sagt von letzterem: Da dieser Horizont Feldspat fast nicht mehr führt, ist der Kaligehalt seiner Böden im allgemeinen gering.

H e l b i g erwähnt einen Granit-Bleichsand mit hohem Nährstoffkapital, so daß dieser lediglich hiernach beurteilt, den besseren Klassen zuzurechnen wäre. Noch nährstoffreicher ist der von mir näher beschriebene Bleichsand von Pontresina. (Centralbl. f. d. ges. Forstwesen 1911.)

Es kann nach dem Gesagten nicht befremden, wenn man also auf Bleichsand, der besseren Bodenarten entstammt, und unter welchen mächtige harte Ortsteinbänke anstehen, so gute Bestände antrifft, wie sie z. B. R e g e l m a n n (Blatt Kniebis) beschreibt, oder wie ich sie selbst im Oberengadin sah. Es ist dabei aber zu berücksichtigen, daß sich ja das Wurzelsystem der Bäume, besonders von Tiefwurzlern, doch nicht

allein im Bleichsande bewegt, sondern, daß es gerade aus der oberen Ortsteinschicht, die ja meist weich, leichter durchdringlich und nährstoffreich ist, genügend Nahrung heraufholen kann, um den schönsten Bestand zu ernähren. Allein auf die Dauer können Ortsteinböden nicht produktiv sein und die Bestände werden umso eher rückgängig werden, je näher sich die Ortsteinschicht an der Bodenoberfläche befindet. Doch sind es keineswegs nur die Nährstoffe, welche in Ortsteinböden ausschlaggebend werden, sondern die *physikalischen* Verhältnisse, welche in Böden, die von Rohhumus befallen sind, ungünstig verändert sind: Trockenheit oder Nässe, ungenügende Durchlüftung und Verdichtung des Bodens.

Aber auch wenn spärlich Nährstoffe im Bleichsande enthalten sind, ist der schlechte Ruf, in dem diese Bodenart hinsichtlich ihrer geringen Produktivität steht, nicht in allen Fällen gerechtfertigt. So ist nach *R a m a n n* Bleichsand dann durchaus nicht unproduktiv, wenn für die Pflanzen das *G r u n d w a s s e r* erreichbar ist.

*T a c k e* und *W e b e r* beschreiben einen sehr ansehnlichen Kiefernbestand in der Lüneburger Heide (100 jährig, auf 1 Hektar 395 Stämme bis zu 28 m Höhe mit einem Holzgehalt von 440 fm davon 374 fm Derbholz), welcher in Bleichsand über hartem, mächtigem Ortstein stockt; der Bleichsand enthält dort keinen auffallend hohen Nährstoffgehalt.

Über das im allgemeinen aber doch sehr mangelhafte Wachstum der Kiefer auf Ortsteinböden berichtet sehr ausführlich (mit Abb.) *G r ä b n e r* und gibt die Gründe hierfür an, die größtenteils in Wassermangel und gehinderter Wurzeltätigkeit liegen, genauer an. Jedenfalls ist die für die Kiefer besonders unnormale Verbreitung der Wurzeln in tieferen Bodenschichten unter dem Bleichsand ihrem Wachstum nie zuträglich; kann es doch sogar zu einer Verjauchung der Wurzeln kommen!

Bei den Auslaugungsprozessen im Bleichsand bleibt der *Q u a r z* ziemlich unberührt. Dadurch, daß alle anderen Mineralstoffe im Obergrunde mehr und mehr ausgewaschen werden, reichert sich die Kieselsäure aber dort prozentual natürlich ganz von selbst an und wenn *E m e i s* mit Hinsicht auf die norddeutsche und schleswig'sche Heide von einer *V e r k i e s e l u n g* der Bodenoberfläche in geologisch langen Zeiträumen spricht, so besteht diese Ansicht (an die ich insbesondere die Geologen mit Rücksicht auf analoge Vorgänge in früheren Erdperioden nachdrücklichst erinnern möchte), heute noch zu Recht, wenn *E m e i s* auch auf anderem Wege zu dieser Anschauung gekommen ist. (Vgl. *M ü n s t.*)

## Die Absorptionsfähigkeit des Bleichsandes.

Die Fähigkeit des Bleichsandes, Nährstoffe, die z. B. in der Form von Düngung gegeben werden, festzuhalten, ist davon abhängig, ob im Bleichsande Eisen- und Tonerdeverbindungen, sowie Humusstoffe vorhanden sind, welche Umsetzungen, bezw. eine Absorption ermöglichen; dann kann besonders Phosphorsäure und Ammoniak aufgenommen werden.

In der Regel ist aber im Bleichsande die *Absorption* geradezu eine *minimale*; sind auch einzelne Mineralbestandteile, z. B. Feldspate im Innern der Körper noch keineswegs erschöpft, so mangeln doch leicht umsetzbare Stoffe durch die starke Auslaugung, die der Bleichsand erlitten hat. So unterscheidet sich der Bleichsand von dem kaum veränderten Untergrund, welcher ja noch nicht ausgelaugt ist, und noch mehr vom Ortstein, welcher seine Fähigkeit, Mineralstoffe zu absorbieren, immer noch steigert, wodurch ja auch die oft sehr erheblichen Eisenkonkretionen im Ortstein erklärt werden können. Auf diese Unterschiede macht P. E. Müller sehr ausführlich aufmerksam.

Lemcke gelangte bezüglich des Bleichsandes und Untergrundes zu ähnlichen Ergebnissen wie Müller. Auf diese geringe Absorptionskraft wäre also bei einer Düngung Rücksicht zu nehmen und möglichst *schwerlösliche* Dünger anzuwenden. Versuche in dieser Beziehung hat Gräbner angestellt und laut freundlicher brieflicher Mitteilung gute Erfolge erzielt.

## Die Verbreitung des Ortsteins.

Die Hauptverbreitung des Ortsteins ist vom Strande des Meeres bis zum Fuße der Alpen<sup>14)</sup> in *armen* Sanden zu suchen und es unterliegt nach allen Wahrnehmungen und Analysen keinem Zweifel, daß mineralisch ärmere Böden unter Ortstein viel zu leiden haben. Böden, die im Gegensatz zu den meisten Diluvial- und Heidesanden feinkörnig und gleichzeitig nährstoffreich sind, neigen weniger zu Erkrankung; innerhalb letzterer Bodenarten scheinen allerdings weniger die chemischen als die physikalischen Verhältnisse von Bedeutung zu sein; die strengen Flottlehm-

---

14) Das südlichste Vorkommen von Ortstein in Deutschland dürfte wohl ein von mir beschriebenes sein: „Bleisand und Ortstein am Peißenberg“ (Naturwissenschaftl. Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft 1906 Seite 214); es handelt sich hier um Ortstein, der sehr deutlich ausgeprägt ist und unter einer Bleisandzone in eisenschüssigem, ockergelbem Sande zu beobachten ist.

böden<sup>15)</sup> z. B. zeigen bei Erkrankung die stärksten Verdichtungsgrade; milder Flottlehm verhält sich bezüglich der Bodenflora und der Zustände im Boden selbst viel günstiger; beim Flottlehm sind es zweifellos eher die Extreme des Wassergehaltes und die Folgen der Verdichtung, welche ihn zu Erkrankung disponieren als der Mangel an Nährstoffen, der mitunter in dieser Bodenart herrscht.

E r d m a n n hat diese Punkte, die hier kurz im Auszuge wiedergegeben sind, ausführlich besprochen. —

Wenn von Gr ä b n e r behauptet wurde, daß sich der Ortstein unter den Heideflächen meilenweit in ununterbrochener Schicht durchziehe, trifft dies wohl kaum zu. Dazu sind in der Heide die Bodenverhältnisse in chemischer und physikalischer Beziehung trotz scheinbarer oberflächlicher Übereinstimmung viel zu ungleich. Es gibt wohl keine Strecke in den Heiden, die auch nur auf eine Meile hin so einheitliche Bodenbeschaffenheit hätte, daß sie gleichmäßig von Ortstein befallen wäre. Stärker als die Lüneburger neigt wohl die Schleswigsche Heide zur Ortsteinbildung; dort konnte ich Ortstein unter der lebenswürdigen Führung von Herrn Provinzialforstdirektor Wilh. E m e i s häufig und sehr ausgeprägt beobachten.

Bisher sind zahlreiche Vorkommen von Ortstein auf Böden bekannt, die weder dem Diluvialsande noch Dünenbildungen angehören und man sieht aus der folgenden Zusammenstellung, daß der Ortstein an keine bestimmte Formation gebunden ist.

M ü l l e r erwähnt Vorkommen auf Granit im Böhmerwalde und im Riesengebirge, im Hochgebirge Norwegens (Tonböden), R a m a n n im Gotthardgebiete, auf Buntsandstein in Thüringen, auf Granit und Gneiß der Tatra, H e l b i g auf Granit und Buntsandstein in Baden, S i e f e r t ferner S a u e r, M ü n s t und andere Mitglieder der geologischen Abteilung des Kgl. württembergischen statist. Landesamtes auf Granit und Buntsandstein in Württemberg, C. E m e i s in Waldbeständen der sächsischen Schweiz. R a m a n n und Z i m m e r m a n n auf dem Quadersandstein Nordböhmens, H o r n b e r g e r auf Buntsandstein im Kaufungerwald, M ü n s t bespricht u. a. Ortstein im Odenwald, Pfälzerwald, Rheintal und

---

15) Unter Flottlehm versteht man äußerst feinsandige Böden, die auch geringe Mengen Ton enthalten können, Ausschlammungsprodukte diluvialer Gletscher, die in Becken abgesetzt wurden; besitzt Flottlehm in feuchtem Zustande eine oft sehr große Plastizität, so ist er doch, nachdem kolloide Bestandteile darin ganz zurücktreten, viel durchlässiger wie dieser, wird aber je nach dem Feinheitsgrade des Materials oft sehr schwer bearbeitungsfähig und lagert sich fest zusammen; diese Böden, besser als Flott s a n d e zu bezeichnen, sind als Waldböden zum Teil gerade-

in den Vogesen, Andersson und Hesselman verschiedene Vorkommen in Schweden. Auch im Hochgebirge kommt, wie angedeutet, Ortstein vor, so am Gotthard, an der Furka, jedoch nach einer gütigen Mitteilung von Herrn Professor Früh viel weniger deutlich ausgebildet als in Heidesand. Verfasser fand Ortstein sehr ausgeprägt im Oberengadin bei Pontresina und ist überzeugt, daß im Silikatgesteinsgebiete der Alpen Ortstein viel mehr verbreitet ist, als bisher bekannt ist. Die Verwitterungszone in den dortigen Böden ist häufig ziemlich dunkel gefärbt, so daß Ortstein von einer gelbbraunen Farbe nicht so sehr ins Auge fällt, wie in den lichten Sandböden und daher leicht übersehen wird.

Man kennt auch zahlreiche Ortsteinvorkommen in verschiedenen Silikatgesteinsböden, die durchaus nicht von vorneherein nährstoffarm waren, in denen der Obergrund erst durch Auslaugung unter der Einwirkung von Humusstoffen verarmt ist. Die Bedingungen und Vorgänge bei der Ortsteinbildung in besseren Böden sind die gleichen wie sie schon erwähnt wurden, nur dauert es offenbar länger, bis darin Ortstein zustande kommt. Je mehr Alkalien, insbesondere Kali, in einem Boden vorhanden sind, um so größere Zeiträume müssen verstreichen, bis dieser durch die Auslaugung mit Hilfe der Humusstoffe verarmt. Daher arme Sande rasch erschöpft werden, kalireiche Urgesteinböden usw. viel langsamer; offenbar findet man auch aus diesem Grunde eben in den Zentralalpen seltener Ortstein, da durch das Kali der Granite und der anderen zentralalpiner Silikatgesteine die Humusstoffe in Lösung gehalten werden und sich nicht so leicht zwischen den Bodenteilchen abscheiden können, wie Humussole, die nicht durch Alkalien abgesättigt sind und nun in der Verwitterungs- bzw. Ortsteinschicht durch labile Mineralstoffe ausgefüllt werden. Vermutlich werden also, so lange Kali in den oberen Bodenschichten freigemacht werden kann, die Humusstoffe nicht ausfallen, sondern abgesättigt durch Kali als Sole von den Niederschlägen durchgewaschen werden. Diese Einwirkung des Kali läßt sich am besten daraus ersehen, daß selbst irreversible Gele, die schon als Kitt von Mineralteilchen im Boden abgelagert sind, durch Zutritt ganz geringer Mengen von Elektrolyten (Alkali) wieder verflüssigt werden können, was

---

zu berichtigt, können aber für die landwirtschaftliche Kultur sehr brauchbar gemacht werden (Gräbner, Rammann, Bodenkunde 1911).

Das Äquivalent der Flottlehme besitzen wir in Bayern in den Absätzen diluvialer Vergletscherung in Seebecken, die heute vielfach vermoort sind; im südlichen Chiemseegebiet z. B. ist als Untergrund der Moore ein derartiger feiner Sand vorhanden, welcher in feuchtem Zustand plastisch ist, trocken zu Staub zerfällt und größtenteils aus Quarzmehl besteht.



Helbig hervorhebt. Doch ist dies nach meinen Versuchen durchaus nicht bei allen Ortsteinvorkommen der Fall. Herr Professor A. Sauer schreibt mir, daß die Anfangsstadien des Ortsteins (Orterde) im Granitboden gar nicht selten beobachtet werden, daß dagegen typischer Ortstein im Granitgebiete immerhin selten ist, was auf die Kaliwirkung zurückzuführen ist. —

Bei den hohen Niederschlägen, die in den Alpen niedergehen, ist auch im Boden in der Regel genug Wasser vorhanden, um die Lösungen hinwegzuführen; sind aber undurchlässige Schichten im Boden vorhanden, so häuft auf ihnen (da es sich in den Alpen fast stets um geneigten Boden handelt), ein rasch beweglicher Grundwasserstrom, der die Bodenlösungen rasch zu Tal führt; es ist also weder Eintrocknung, noch Stagnation zu befürchten, Erscheinungen, die in der Ebene und in Sandböden oft genug auftreten und Ortsteinabscheidungen hervorrufen. Es wird demnach, wie Helbig sagt, in alkalireichen Böden die Ortsteinbildung lange unterbleiben können, wenn auch auflagernde Humusstoffe genügend Material zur Verkittung liefern, also diese Vorbedingung gegeben wäre.

Eine Analogie zu der langsamen Entwicklung von Ortstein in besserem (feinkörnigen) Silikatgesteinsböden hat man nach den Schilderungen von Müller in nährstoffreichen Lehmen. Diese enthalten (nach unseren heutigen Anschauungen) so viel Elektrolyte, daß die Humusstoffe in ihrem Bereiche nicht zur Ausfällung kommen, die Sole sich nicht in Gele verwandeln können; erst wenn die Lehmböden erschöpft sind, tritt dies ein und beginnt eine Ortsteinbildung.

Kennt man auch die Verbreitung des Ortsteins im allgemeinen, so sind wir noch weit davon entfernt, über seine lokale Ausdehnung etwas Genaueres zu wissen. Allerdings schenkt man dem Auftreten von Ortstein immer mehr Beachtung und bei der einschneidenden Bedeutung, welche diese Neubildung im Boden für Land- und Forstwirtschaft hat, erscheint es sehr begrüßenswert, daß auch bei der Bodenkartierung hierauf Rücksicht genommen wird, wie das in Württemberg geschieht.

„Wie günstig die Gegenwart von Kalk im Boden wirkt, geht daraus hervor, daß Ortstein nach den Untersuchungen der Kgl. württembergischen Landesaufnahme an die Böden des sterilen Hauptbuntsandsteins gebunden ist, dagegen im oberen und unteren Buntsandstein fehlt, was auf den geringen Kalkgehalt und den mehr oder weniger beträchtlichen Tongehalt zurückzuführen ist.“

„Unter gleichen klimatischen Bedingungen und physikalischen Verhältnissen sind auch kalkhaltige bzw. kalkreiche Böden frei von Rohhumusanreicherungen, so lange das Temperaturjahresmittel nicht unter eine gewisse Grenze<sup>16)</sup> heruntergeht.“ (Aus einer briefl. Mitt. von Herrn Professor Sauer).

Der mittlere Buntsandstein mit seiner Nährstoffarmut ist schon für die Ausbildung von Rohhumusschichten (nach Schmid und Rau bis zu 1 Meter Mächtigkeit) sehr stark disponiert, und in seinen Böden wurde auch die Hauptverbreitung des Ortsteins in Württemberg gefunden. (Publikationen des württembergischen geologischen Landesamtes.)

Schon Biedermann beobachtet, daß Lehmbeimischungen des Sandbodens das Zustandekommen von Ortstein hintanhaltend, auch wenn eine sehr alte Heidenarbe vorhanden ist und Emeis erwähnt, „daß Lehm distrikte ihn nur ausnahmsweise in sandigen Adern führen“! Vielleicht meinte Biedermann mit „Lehm“ kalkreichen Diluviallehm, der ja häufig Inseln und Lagen im Diluvialsand bildet.

Die Disposition der verschiedenen Bodenarten zur Ortsteinbildung ist, wie wir bis jetzt schon sehen konnten, eine ganz ungleichartige und hängt zweifellos größtenteils auch von den chemischen Faktoren ab; aus diesem Grunde scheinen manche Bodenarten der Ortsteinbildung nicht zu unterliegen.

P. E. Müller hebt hervor, daß reichlicher Kalkgehalt in einem Boden, der von torfartigem Humus bedeckt ist, die Ausbildung von Bleichsand und Ortstein hintanhält, während in den gleichen Gegenden, in welchen diese Beobachtung gemacht wurde, bei Mangel von Kalk im Boden Bleichsand und Ortstein zu den regelmäßigen Korrelaten von torfartigen Humusauflagerungen gehören.

Münst erwähnt die Kalkböden, ferner die Tonböden im Buntsandsteingebiet als ortsteinfrei. Bei den Kalkböden (tätigen Böden) liegt der Grund wohl in der raschen Zersetzung der Humusstoffe in den oberen Bodenschichten. Die genannten Tonböden aber sind so undurchlässig, daß sie Wasser nicht durchsickern lassen, sondern oberflächlich stauen und sog. „Missen“ verursachen; wo solche in Ortsteingebieten des Buntsandsteins liegen, kann man sicher sein, daß unter den Missen abweichende

---

16) Wie dies in der subalpinen und noch mehr in der alpinen Region der Fall ist, wo auch auf Kalkboden Alpenhumus in mächtigen Lagen vorkommt.

Bodenverhältnissè anzutreffen sind, daß dort lokal zähe Tonbodeninseln vorkommen.

Die Tatsache, daß mächtige Humusschichten (wie Alpenhumus), aus denen auch stark humose Wässer absickern, in Kalkboden keine Ortsteinablagerungen hervorrufen, sieht man in den K a l k a l p e n am deutlichsten bestätigt. Angegriffen wird auch hier der Mineralbestand des Bodens, doch führt dies nur zu almartigen (wiesenkalkartigen) Kalkausfällungen, welche ich schon früher beschrieben habe (Humusablagerungen in den Kalkalpen), obwohl doch an und für sich aus dem Lösungsreste des verwitterten Kalkes ortsteinartige Abscheidungen hervorgehen könnten.

Abgesehen von der chemischen Beschaffenheit des Bodens sind mitunter seine p h y s i k a l i s c h e n Eigenschaften für die Ausbildung von Ortstein ungünstig, von deren Einfluß früher schon die Rede war. So wurden bisher in G n e i ß böden des württembergischen Schwarzwaldes keine Ortsteinbildungen gefunden. Als Grund gibt R e g e l m a n n an, daß die schieferigen Verwitterungsprodukte dieses Gesteins das leichte Austrocknen des Bodens verhindern und außerdem die Feinerde nicht leicht daraus ausgeschwemmt werden kann; so lange letztere genügend vorhanden ist, geht offenbar die Zersetzung der Humusreste im Boden ganz normal vor sich.

### **Das Alter von Ortsteinbildungen.**

Ein Vorkommen von fossilem Ortstein in der Steinkohle führt H. S c h r e i b e r als „Blackland“ der Engländer an. —

Eine zuverlässige Angabe über das Alter von Ortstein macht L e m c k e; er kommt zu dem Resultate, daß in dem von ihm genannten Falle, bei dem es sich um Ortstein im Bezirk eines Kastells aus der Zeit des Drusus handelt, der Ortstein schon v o r der Besiedelung durch die Römer vorhanden war, also mindestens 2000 Jahre alt sein muß.

Weitere Mitteilungen über das Alter von Ortstein macht M ü n s t; hiernach sind manche derartige Vorkommen auf Mißwirtschaft, die im frühen M i t t e l a l t e r stattfand, zurückzuführen.

Zur Ausbildung von ausgeprägten Ortsteinschichten sind nach M ü l l e r jedenfalls J a h r h u n d e r t e notwendig. Doch können Fälle vorkommen, in denen sich ausnahmsweise Ortstein in w e n i g e r als 100 Jahren entwickelt. M ü l l e r teilt eine diesbezügliche Angabe von P u r k n y é s mit, welche sich auf Kiefernbestände in Böhmen bezieht, und hält diese Angabe für richtig.

Auch an dem Alter von Eichen, welche auf Inseln ortsteinfreien Bodens wachsen, (P. E. Müller), während um die Eichen herum sich überall Ortstein ausgebildet hat, müßte man das Alter desselben messen können, denn die Eichen waren jedenfalls vor Beginn der Ortsteinbildung vorhanden.

Es wäre übrigens verfehlt, wollte man die Ortsteinbildung immer auf ungeeignete waldbauliche Maßregeln zurückführen. Rohhumus, Bleichsand und Ortstein sind Bildungen, die wahrscheinlich schon bald nach der Diluvialzeit, sicher aber vor jeder menschlichen Kultur bestanden haben können.

C. Emeis hat nachgewiesen, daß sich unter den sog. Hünengräbern tief im Boden Ortstein in vollkommen ungestörter Lagerung durchzieht. Der Ortstein mußte sich also, wie er hervorhebt, schon vor der Ansiedlung von Menschen, — die ja nach dem hohen Alter der Hügelgräber zu schließen, schon sehr früh erfolgt sein muß —, im Heideboden ausgebildet haben.

Die Auswaschung und Erschöpfung der oberen Bodenschichten ist eben einer derjenigen Vorgänge, welche die Erdoberfläche, auch ohne daß der Mensch eingreift, immer unfruchtbarer machen, bis wieder eine neue Eiszeit neuen Boden schafft, oder sonstige geologische Umwälzungen die Bodenfruchtbarkeit wieder herstellen.

P. E. Müller nimmt mit Forchhammer an, daß die Verheidung von Sandböden (und damit natürlich auch die Ortsteinbildung, Anm. des Verfassers) sehr weit in der Zeit zurückliegt, und daß ein Teil der Heideflächen, wenigstens auf größeren Strecken, niemals mit Wald bewachsen war, sondern daß sich die auf die Eiszeit folgende Vegetation unmittelbar in der Form von Heidevegetation auf dem magersten Sandboden des westlichen Jütland fortgesetzt hat.

Vielleicht sind auch die Sandflächen im nördlichen Bayern unter der Einwirkung von nahem Inlandeis zuerst von einer Bodendecke, die subarktischen Vegetationsvereinen gleich, überzogen gewesen, auf die mit steigender Temperatur die Heide folgte, welche stellenweise Ortstein hervorrief, so daß diese Schicht schon vor der Besiedelung mit Wald ausgebildet war und später dann durch die Einwirkung von Rohhumus (den unnatürliche Waldwirtschaft, reine gleichaltrige Kiefernbestände, hervorriefen), nur noch verstärkt wurde.

Natürlich läßt sich, da Reste einer subarktischen Flora bisher nicht gefunden wurden, ein sicherer Beweis hierfür nicht beibringen.

Daß sich auf armen Sandböden<sup>17)</sup> von vorneherein heideähnliche Vegetationsformen und nicht Wald ansiedelten, dürfte folgende Überlegung ergeben: Nur anspruchlose Pflanzen können mit dem geringen Stickstoffkapital eines jungen, rohen Bodens auskommen; dieses muß erst durch Niederschläge, Leguminosen, die besonders gerne solche Böden besiedeln, und Verstaubung (Zuführung stickstoffhaltigen Staubes aus Pflanzenresten stammend) im Boden angereichert werden, um der Waldvegetation zu genügen. —

---

17) Daß die Sande im nördlichen Bayern lange Zeit fortwährend vom Winde umgelagert wurden (und dabei auch die nährstoffreiche Feinerde aus ihnen ausgeblasen wurde, um vielleicht anderswo als Löß abgeladen zu werden, dafür zeugen geschliffene Geschiebe, darunter auch viele Dreikanter. Man kann deren Entstehung mit Sicherheit auf windbewegten Sand, der auf große Strecken hin Spielraum gehabt haben muß, zurückführen. Vergleiche meine Abhandlung „Über Kantengerölle aus der Umgegend von Nürnberg“ (Mitt. der geogr. Gesellschaft in München III. Bd. Heft 2).



Abhandlungen  
der  
NATURHISTORISCHEN  
GESELLSCHAFT

zu  
NÜRNBERG.

---

XIX. Band.

II.

**G. Bamler:** Notizen zu einer ethnographischen Sammlung von den Tamiinseln. Mit Tafel 2 – 11; das Erdbeben vom 14. auf den 15. September 1906. Mit Tafel 12.

---

NÜRNBERG 1911.

U. E. Sebald, Kgl. Bayer. Hofbuchdruckerei.

# Notizen zu einer ethnographischen Sammlung von den Tamiinseln.

Von G. Bamler.

Mit 10 Tafeln.

---

Das korrespondierende Mitglied der Naturhistorischen Gesellschaft in Deutsch-Neuguinea, Missionar G. Bamler-Logaueng im Huongolf, hat 1907 auf Ersuchen Erläuterungen zu Sammlungsgegenständen aus der dortigen Gegend geschrieben. Was davon von allgemeinerem Interesse ist, wird nachstehend im Wortlaut veröffentlicht. Im III. Band des vom Forschungsreisenden Professor Dr. R. Neuhauss herausgegebenen Werkes „Deutsch-Neuguinea“. Vlg. von Dietr. Reimer, Berlin 1911, ist Missionar Bamler durch eine wertvolle größere Arbeit vertreten.

---

## **Das Haus; Yabim: ándu.**

Die Eingebornen des Huongolfes bauen Pfahlhäuser, wahrscheinlich aus Gesundheitsrücksichten. Sie sagen, die Ausdünstungen der Erde seien schädlich und in dem regenreichen Klima (jährlich im Durchschnitt 4000 bis 5000 mm Regen) ist dies leicht denkbar. Die Pfähle sind 1—1½—2 m hoch und stets von dem Afzeliaholz, dem einzigen Holz, das in der Erde nicht verfault. Das Haus hat 4 Tragpfähle und 4 längere Dachstützen. Die Pfähle sind oben etwas ausgehöhlt, damit der Längsbalken (tembong) gut aufliegt. Die großen Balken liegen lose aufeinander, nur die kleinen Stangen werden mit Schlingpflanzen gebunden. Auf dem Längsbalken ruhen die Querbalken (lélum, sprich léllum). Diese sind an beiden Enden durchbohrt oder eingehauen, damit eine Latte durchgezogen werden kann. Auf den lélum liegen dann breite Latten, meist Yanenglatten (die Rinde einer Areca-palme), auf welche der Fußboden festgebunden wird. Als Fußboden benützte man entweder die schmalen Rindenstücke einer kleinen Palmenart, oder man schlug Bambusrohr breit. Dieser Fußboden ist nur für unbe-  
schuhte Füße und außerdem lebt der Eingeborne mehr außerhalb als innerhalb des Hauses. Auf dem Fußboden sind je nach der Größe des Hauses 2—4 Feuerplätze angelegt. Die Einfassung bildet ein Stück Schlingpflanze, der Fußboden wird durch eine Lage Erde oder Kies geschützt. Das Anlegen des Feuerplatzes im neuen Hause („Feuerplatzpflanzen“) war

ein wichtiges Geschäft. Man legte gerne etwas Asche von einem geweihten Platz auf die neue Feuerstätte. Der Feuerplatz dient nur an Regentagen zum Kochen, mehr wird er als Kamin für die Nacht benützt. Man gebraucht Holz, das mehr glimmt, als hell auf brennt. Der Eingeborne muß in der Nacht natürlich so und so oft aufstehen und sein Feuer schüren; doch da die Leute weder nervös noch übermüdet sind, so verschlägt ihnen das nichts. Über der Feuerstätte ist eine kleine Hürde angebracht, auf welcher man Speisereste aufbewahrt. Ein wenig höher als diese Hürde ist ein großes Gestell, welches zugleich als Ausbau für das Giebeldach dient, und woselbst man Töpfe, Schüsseln und Matten aufbewahrt.

Unter dem Dach (ganz oben) ist endlich ein Gerüst (kólong), auf dem Reservematten (in Tami auch die Skelette ausgegrabener Leichen) liegen. Vom kólong herunter hängt an einem Strick das Schweinenetz und die Tasche (Binsentasche) mit den Wertsachen. Unter dem Dach hängen gewöhnlich auch die Tanztrommeln. — Betten, Tische, Stühle, Truhen kennt der Eingeborne nicht, der Hausrat beschränkt sich aufs aller-nötigste. Die Neuzeit bringt da viele Änderungen. Einzelne Eingeborne fangen an, ihre Häuser nach unserem Stil zu bauen: höher, bequemer und solider. Der Verbrauch an Nägeln, Petroleum wächst mehr und mehr. Abends bei Licht noch etwas lesen zu können finden die Eingebornen zu schön. Diese Entwicklung ist nur freudig zu begrüßen, denn sie weckt Bedürfnisse und nötigt die Leute zu anhaltendem Fleiß.

Es erübrigt noch einige Worte über die Maße und Wände der Häuser. Die Tamihäuser sind im Verhältnis zu den Häusern auf der Küste größer und besser gebaut. Der Bodenflächenraum geht auf der Küste selten über 15 Quadratmeter, auf Tami faßt das Haus nahezu 20 Quadratmeter. Die Wandhöhe ist auf der Küste oft nur 1 m, auf Tami 1,20—1,50 m. Auf der Küste sind die Wände oft nur mit Palmblattmatten (taboang) verkleidet, auf Tami sind es durchwegs Planken. Junge Ehemänner haben die Planken ihrer Häuser oft reich mit Bildwerk verziert. Eine der beliebtesten Figuren ist der Menschenkopf (oder Menschenleib) mit einem ungeheuren, großen Hut darauf; man hat oft den Eindruck, als ob der Hut die Hauptsache wäre. Wahrscheinlich ist der Hut eine Darstellung des Tanzhelmes für die Sia-Tänze; er gibt dem Eingebornen Gelegenheit, seinen Malgelüsten besonders die Zügel schießen zu lassen. — Oft findet man eine Schlange mit Menschenkopf, manchmal drängt es sich einem geradezu auf, die Schlange sei Darstellung des männlichen Gliedes. Häufig findet man auch Gegenüberstellung von Mann und Weib und zwar völlig nackt, obschon es unter den Eingebornen als große Torheit gilt, wenn Menschen sich völlig nackt zeigen. Hier und da gehen die Darstellungen



auch in Scheußlichkeiten über. Manche Darstellungen haben mythologischen oder geschichtlichen Hintergrund. So sah ich das Bild einer Kreisenden dargestellt zum Andenken an eine Frau, die während der Geburt starb. Aus dem Tierreich sind neben Schlangen besonders noch Krokodile und Fische dargestellt. Die Fische geben (wie der Tanzhut) dankbare Detailmalerei, Krokodile stellt man gerne mit einem Schwein im Rachen dar. — Die Farben der Eingebornen sind: Schwarz (Kohle), Weiß (Kreide) und Rot (Ocker). Sie kennen verschiedene Pflanzensäfte, die die Farben haltbar machen.

Die Grabhütte, Yabim: saim, ist ein kleines Häuschen. Da die hiesigen Papua Ahnenkult trieben, so läßt sich verstehen, warum den Leichen besondere Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Angesehene Männer wurden neben dem lüm (Dorfhaus) begraben, weniger angesehene Männer, ferner Frauen und Kinder entweder unter oder neben dem Haus. Lag die Leiche direkt neben dem Haus, so wurde einfach das Hausdach angesetzt und bis auf den Boden verlängert. Nötigten die Umstände, das Grab etwas entfernter vom Haus zu graben, so wurde über dem Grab eine Grabhütte errichtet. Dieselbe wurde sehr einfach gebaut, das Dach meist von alten Dachüberresten, die Wände von gespaltenen Holzscheiten, die zwischen 2 Reihen dünner Pfähle aufgeschlichtet wurden. (In dieser Weise wurden auch die Feldzäune hergestellt.) In der Trauerhütte war eine Ecke mit besonderem Ausgang für den verwitweten Teil abgetrennt. Diese Klausur durften die Trauernden nur gegen Abend zu einem kurzen Ausgang verlassen. Die Trauerzeit währt bei den verschiedenen Stämmen verschieden, bei den Yabim (Festland) knapp ein halbes Jahr, auf Tami 2—3 Jahre. Zum Trauerschluß wurde ein großes Essen mit Tanz veranstaltet und dann die Trauerhütte eingerissen und verbrannt. — Das Grab ist sehr flach, doch merkt man selten lästigen Geruch. Nach einer gewissen Zeit wird das Grab mit einer Einfassung (hier immer hartes Holz, in anderen Gegenden Steine) umgeben und mit Kies aufgeschüttet. Später werden die Gräber mit Zierpflanzen (meist Dracänen) bepflanzt.

### **Kanu; an der ganzen Küste: wäng.**

Die Naturhistorische Gesellschaft hat 4 verschiedene Kanumodelle in ihrer Sammlung, einen Zweimaster (großes Seeboot) der Tami-Insulaner, ein Einmastboot, wie man es meist auf dem Festland für Reisen gebraucht, 1 kleines Fischerkanu und ein Ruderkanu der Leute von der anderen Seite des Huongolfes. Sämtliche Kanu sind Auslegerkanu, d. h. jeder Bootstrog hat einen Parallelschwimmbalken, der mit dem Bootstrog durch feste Auslegerstangen verbunden ist. Diese Ausleger verhüten natürlich das Um-

schlagen der schmalen Einbäume, sind aber nicht absolut zuverlässig. Die Kanus müssen sorgfältig ausbalanciert werden. Schlimmer ist es aber, wenn der Ausleger durch die umschlagenden Segel unter Wasser gedrückt wird, als wenn er bei vollem Winddruck sich aus dem Wasser hebt. In diesem Fall wird das Gleichgewicht leicht hergestellt, wenn man das Steueruder nachläßt oder wenn jemand auf die Auslegerstangen springt, im ersten Fall dagegen (wenn der Ausleger untergeht) ist nicht zu helfen. Es dürfen daher die Segel nie auf der Auslegerseite stehen, sondern immer auf der dem Ausleger entgegengesetzten Seite (Steuerbord).

Zum Bau der Kanu werden nur die besten Hölzer verwendet. Das beliebteste Holz ist das *ká kĕkóp* (botanisch leider noch nicht bestimmt). Es wächst vorzugsweise auf Bergen und scheint in einer Höhe von 200 bis 400 m am besten zu gedeihen. Wenn das Holz ordentlich behandelt wird, d. h. wenn man es ordentlich austrocknen läßt, hält es bis 10 Jahre, meist geht aber die Lebensdauer eines Kanu nicht über 5—6 Jahre hinaus. Die Eingebornen wissen zwar auch, daß man das Holz nicht schlagen darf, wenn es im Saft steht, doch behaupten sie, es käme auf den Boden an, auf dem der Baum gestanden ist. Ich glaube aber, daß sie die Hölzer meist nicht ordentlich austrocknen lassen. So kannte ich ein Kanu, das an die 2 Jahre im Bau war, dann aber auch 12 Jahre lang gefahren werden konnte, während alle anderen, die bereits nach 6—8 Monaten ins Wasser kamen, kaum 6 Jahre hielten. Die kleineren Kanu, die meist auch aus unausgewachsenen Bäumen gehauen werden, haben eine noch viel kürzere Lebensdauer. Der Bestand an Kanu ist nicht sehr groß. Die Insel Wonam (Tami-Inseln) mit zirka 120 Einwohnern hat gewöhnlich 3—4 große Zweimastkanu und etwa 6—8 kleine Fischerkähne. Dies Verhältnis findet man auch auf dem Festland, auf zirka 100 Menschen kommen 5—6 Kanu. (Große Segelkanu gibts auf dem Festland nicht.) Obwohl also der Kanubestand nicht sehr groß ist, so ist doch wegen der kurzen Lebensdauer der Kanu der Verbrauch an guten Kanuhölzern ein ziemlich großer. Die Stämme sind infolgedessen gesucht und da sie weit her geholt werden müssen, so kommen sie auch teuer. Man hat ja keine Beförderungsmittel, die Stämme müssen aus dem Wald herausgeschleift werden und zwar mit Menschenkräften. Kleinere Stämme holen die eignen Dorffangehörigen aus dem Walde heraus und die Vergütung besteht meistens darin, daß der Kanubesitzer den Leuten ein paar Töpfe voll Taro kochen läßt. Für größere Boote muß schon die Hilfe der Nachbardörfer mit angerufen werden. Vor den Baumstamm, der für die großen Zweimaster eine Länge von 12—15 m hat (Einmaster sind etwa 7—9 m lang), wird eine starke Schlingpflanze gebunden und daran ziehen nun zirka 40 Mann. Da diese 40 Mann den

Stamm auf keinen Fall weiter als eine halbe Stunde schleppen, so sind weitere 40 Mann zur Ablösung nötig. Der Papua vermag sich nur für einen Augenblick anzustrengen, ja da stürzt er sich mit Hurrah auf die Sache, aber nach einer halben Stunde ist er „ganz tot“. Solche Transporte kosten natürlich 1 oder 2 Schweine nebst dem dazu nötigen Taro, d. h. in deutscher Münze etwa 30—50 Mark. Diese Bezahlung übernimmt meist ein Mann vom Festland, gewöhnlich der Mann, der den Baumstamm gefunden hat. Er bekommt dafür das Boot im Werte von 50—70 Mark bezahlt, muß aber noch die Aufsatzbretter und Auslegerstangen dazu liefern. Es geht übrigens beim Handel nicht so wie in Deutschland, die Sachen haben keinen bestimmten Preis. Heute kauft einer ein Boot um 70 Mark und hat alles dazu geliefert bekommen, morgen kauft ein anderer ein gleiches Kanu um denselben Preis, obgleich er verschiedene Stücke, die er von einem alten Kanu daliegen hatte, dazu gab.

Sowie der Baumstamm im Dorf angekommen ist, wird er in Arbeit genommen. Ist viel Splint am Stamm, dann wird er erst weggehauen, sodann höhlt man den Stamm etwas aus und bearbeitet die Spitzen. Auf die Spitzen wird viel Sorgfalt verwendet. Das ungefähre Verhältnis zwischen Spitzen und Trog ist aus den Modellen zu ersehen. Das Aushöhlen der Stämme besorgen geschickte Männer, denn Ungeübte können leicht den ganzen Stamm ruinieren. Man rechnet mit den Steinen und läßt den Boden der Kanu ziemlich dick. Die Kanus sind daher ziemlich schwer. Das Aushöhlen der Kanu geschieht jetzt mit Hohleisen. Der Eingeborne macht sich seine Hohleisen aus irgend einem passenden Stück runder Eisenstange, Schiffsnägel waren auf jeden Fall die ersten Eiseninstrumente. Früher hatte man dazu Steine, die hohl geschliffen waren, doch benützte man weniger den Serpentin von Kela als vielmehr Klingen von Muscheln (*Tridacna gigas*). Diese Klingen sind leider schon eine Seltenheit geworden. Daß Boote mit Feuer ausgehöhlt werden, habe ich nie gehört, selbst in Märchen nicht. Die Eingebornen erzählen wohl, daß man das Dröhnen der Steinbeile einen Kilometer weit gehört habe und daß die Schneide sich schnell abnutzte, aber nie hörte ich bei dergleichen Arbeiten etwas vom Gebrauch des Feuers. Als Kanuholz wird ja auch nur weiches Holz, aber von diesem nur das beste benutzt.

Ist der Kanutrog fertig ausgehöhlt und die Enden fertig geschnitzt, dann werden die Kniehölzer (Spanten) aufgesetzt. Die besten Spanten geben die Strebewurzeln des pad-Baumes (*Vitese monophyllus* K. Sch.); sie brechen nie und sind auch ausgezeichnet wetterbeständig. Man kann sie meist für mehrere Kanu benützen. Die Anordnung der Spanthölzer ist an den Modellen ersichtlich, je 2 Paar für die beiden Enden und 2 Paar

für die Mitte. Bei Zweimastkanu gehen die mittleren Spanten durch die Plattform durch als Stütze für die obere Plattform und für die Masten. Das Spantensetzen beaufsichtigen die erfahrensten Männer, denn von der Stellung der Spanten hängt die Lage des Kanus im Wasser und damit auch die Segelfähigkeit, ob das Kanu schnell oder langsam läuft, ab. Während des Baues soll das Kanu etwas nach Steuerbord überhängen; wenn das Kanu dann ins Wasser kommt, wird es durch den niedrigen Ausleger nach Backbord herübergezogen und erhält so im Wasser eine gerade Lage. Im übrigen dienen die Spanten bloß dazu, den Oberbau des Kanus steif zu halten, nicht um ihn zu befestigen. Die Befestigung des Oberbaues (des „Aufsatzes“, wie man ihn hier nennt) geschieht vielmehr unmittelbar zwischen Trog und Aufsatz. Es werden zu dem Zweck zirka 5—6 cm vom Rande des Troges entfernt eine Reihe Löcher gebohrt, die einen Abstand von 20—25—30 cm voneinander haben. Entsprechend diesen Löchern wird dann eine Reihe Löcher in die Aufsatzplanke, die dem Rand des Bootstroges möglichst genau angemessen ist, gebohrt und die Planke mittelst einer besonderen Schlingpflanze (woing = *Polybotrya tenuifolia* Kuhn) an den Bootstrog gebunden. Die Schlingpflanze wird vor dem Gebrauch eingeweicht, da sie sonst brechen würde. Sie zeichnet sich durch eine eminente Festigkeit aus, es kann ein Mann mit aller Kraft an einer Rebe ziehen, ehe sie reißt, aber sie widersteht der feuchten Witterung nicht lange. Die Teile, die am meisten gebraucht werden, müssen bereits nach 6 Monaten ersetzt werden, im günstigsten Falle halten sie ein Jahr. Zum Aufbinden des Kanus helfen immer sämtliche Männer zusammen, denn das Anziehen der woing erfordert Kraft und ist eine schmerzhaft Arbeit, da die Reben natürlich in die Hände einschneiden. Doch wird die Arbeit gerne getan, da als Belohnung ein leckerer Tarobrei (geriebene Taro und Kokosnußmilch — polong) winkt. Gedichtet wird das Boot mit dem Bast der frischen Rinde des ndjím-Baumes (botanischer Name noch unbekannt). Der Bast der frischen Rinde wird geschabt und mit Knochenmeißeln (*bó-těkwä*) zwischen die Fugen gestopft. Der Saft muß Schellack enthalten, denn er erhärtet ziemlich rasch und macht das Boot wasserdicht. Von den Händen ist der angetrocknete Saft kaum wegzubekommen. Das Stopfmaterial wäre sehr gut, wenn es bei wirklich stabilen Booten gebraucht würde. Bei den Kähnen der Eingebornen aber geben bald die Schlingpflanzen nach oder die Planken trocknen aus, kurz die Kanus sind nur selten lange wasserdicht.

Die Einmastkanu erhalten nur eine Planke als Aufsatz, dafür aber noch ein Untersatzbrett von möglichst gutem Holz für die Auslegerstangen, das Zweimastkanu für den Hochseegebrauch hat 2 Planken als Aufsatz

Ein wichtiger Teil des Kanus sind die Auslegerstangen (kiong). Sie müssen fest aber doch elastisch sein. Am besten eignen sich dazu die Stangen des *Calophyllum* K. Sch. Da diese *Calophyllum* kiong nur auf höheren Bergen wachsen, so ist die Beschaffung derselben mit ziemlichen Kosten verknüpft. Es wird sehr darauf gesehen, daß die Stange keinen Bruch hat, denn von der Güte der Auslegerstange hängt die Sicherheit des Kanus ab. Der Auslegerbalken (Schwimmbalken) selbst wird von einer bestimmten Sorte leichtem weichem Holz gemacht (sām, botanischer Name unbekannt). Weich muß der Ausleger sein, damit man die hölzernen Pflöcke, welche das Bindeglied zwischen Stange und Ausleger bilden, einschlagen kann, leicht, damit er das Kanu nicht zu sehr aufhält. Bei starkem Wind setzt sich ein Mann auf die Auslegerstangen.

Der Ausleger liegt beim Segeln stets l u v wärts; kommt er durch ungeschicktes Steuern einmal leewärts zu liegen, so wird er durch den Segeldruck sofort unters Wasser gedrückt. Soll das Boot gewendet werden, so stellt sich der Steuermann auf die andere (bisher vordere) Spitze und zieht die Segel nach hinten. Das Wenden ist bei den Kanus daher immer sehr umständlich, man kann das Segel nicht einfach auf die andere Seite schlagen lassen, sondern muß erst Stricke auflösen und auswechseln und das Steuerruder hin- und hergeben. Die Eingebornen kreuzen übrigens nur im Notfalle, da mit ihren kiellosen Booten beim Kreuzen sehr wenig herauskommt. Sonst laufen die Kanus bei gutem Wind nicht schlecht, doch dürften 5 Seemeilen (9 km) in der Stunde das Höchste sein. Nach der Schnelligkeit der Boote richten sich im allgemeinen auch die Reiseentfernungen. Kein Stamm fährt weiter, als er in einem, höchstens zwei Tagen erreichen kann. Weiteren Entfernungen stehen dann auch die Handelsmonopole entgegen. Für größere Seereisen sind die Kanu auch zu schwerfällig und zerbrechlich. Schwere See hält das Auslegerwerk absolut nicht aus, die Eingebornen fahren daher nur bei gutem Wetter. Die Tragkraft der Kanus ist auch nicht weit her, die größten leisten etwa 20—25 Zentner, die kleinen tragen knapp 2—3 Zentner.

Die Preise der Kanu stehen sich auf etwa 15 Mark das kleine Fischerboot, 20—25 Mark ein Einmastboot, 40—50 Mark ein großes Zweimastboot. Die Kanu sind immer Eigentum eines Mannes oder Familie, die großen Kanu führen Namen und haben ein Kennzeichen, oft das Totemtier der Familie. Die eine Familie hat einen Adler oder Taube aus Holz geschnitzt auf den Mastspitzen, eine andere hat dieselben Zeichen auf den Auslegerstangen: eine andere Familie hat die Spitzen (Bootspitzen) mit Muscheln besetzt, oder an den Segeln hängen eine Art Fahnenbänder herunter.

### Tanzmasken.

Der Eingeborne hier unterscheidet Vergnügungstänze und Geister-  
tänze. Ins Gebiet der Geistertänze gehören die großen Masken; für  
Vergnügungstänze hat man nur Tanzhelme. Die Geistertänze werden  
in hiesigem Gebiet nur auf Tami ausgeführt, während die Vergnügungs-  
tänze überall getanzt werden. Die Vergnügungstänze werden zum Teil nur  
bei Totenfeiern getanzt, sind aber auch da eigentlich Kultfeier. Getanzt  
wird nur, wenn „die Rede gut ist“, d. h. wenn kein Krankheits- oder gar  
Todesfall vorlag. Krankheit und Tod ist „schlechte Rede“, d. h. ein Zau-  
berer hat aus irgend einer Ursache (aus eigenem Antrieb oder auf fremde  
Veranlassung hin) den Kranken verhext. Dies Verbrechen steht auf gleicher  
Stufe mit Totschlag oder fahrlässiger Körperverletzung — es ist eine böse  
Rede — Unfriede, Streit im Dorf. Der Vers „denn wo man singt, da laß  
dich ruhig nieder“ lautet in Papua-Variation „denn wo man tanzt, da laß  
dich ruhig nieder“. Tanz ist Zeichen, daß in dem betreffenden Dorf Friede  
herrscht, oder eben wieder Friede hergestellt worden ist, nachdem man die  
Trauer um den Toten beendet hat. Am meisten wurde auf Tami getanzt  
und zwar fast nur zur Beendigung der Trauerzeit. Die Trauerzeit währt  
2—3 Jahre, beschlossen wird sie mit einem solennen Festessen. Das üb-  
liche Menü lautet auf: Schweinefleisch und Tarobrei, beides Delikatessen,  
die das Herz eines jeden Eingebornen höher schlagen lassen. Das Essen  
ist aber nicht allein für die Erdenbewohner, es ist Totenopfer. Der Ver-  
storbene nimmt von den Schweinen, die geschlachtet werden, von all den  
Schüsseln Tarobrei (hier finden die großen Holzschüsseln oder -mulden  
Verwendung), die zum Austeilen bereitgestellt werden, den Schatten, das  
Bild (die Seele) und teilt dies wieder unter die Schattenmenschen aus, sich  
auf diese Weise das Bürgerrecht in der Unterwelt zu erkaufen. Je splen-  
dider das Festmahl, desto großartiger konnte natürlich der Verstorbene  
unter den Geistern auftreten. Da der Tote bescheidener Weise nur das Bild,  
die Seele von all den Herrlichkeiten nimmt, so bleibt dem Menschen die  
Materie übrig, die dann an die Festteilnehmer ausgeteilt wird. Die Fest-  
teilnehmer sind nämlich das ganze Dorf und auswärtige Freunde. Aber es  
gilt hier der Grundsatz: umsonst ist nur der Tod, wollt ihr essen, so leistet  
auch etwas dafür, d. h. tanzt dem Toten zu Ehren eine Nacht hindurch.  
Das ist so feststehende Sitte gewesen, daß man gar nicht anders wußte.  
Die Leute ließen es sich denn auch angelegen sein, etwas ordentliches zu  
leisten und übten schon wochenlang vorher, um dann am Festabend die  
ganze Nacht bis weit in den anderen Tag hinein zu tanzen. Es wurde den  
Leuten schließlich doch zur Last und sie nannten die ganze Veranstaltung  
„seine Arbeit machen“. Oft geben die Kranken an, was für ein Tanz bei  
ihrer Totenfeier getanzt werden soll.

Es gibt eine ganze Anzahl Tänze: geradeso wie man in Deutschland vom „Rheinischen“, „Schottischen“, „Polka“ spricht, so ist es auch hier mit den *siá*, *singe*, *kókōwā*, *wemān*\*) und wie sie alle heißen. Es sind alles Tänze von verschiedenen Gegenden. Die verbreitetsten Tänze sind die *siá* von der Rook-Insel. Sie behandeln meist einheimische Darstellungen von Tieren, Jagdszenen oder scherzhafte Vorkommnisse aus dem täglichen Leben. Die beliebteste Tanzfigur ist der Kakadu; alles hat man ihm abgelauscht, wie er sitzt, wie er steigt, wie er frißt, wie er spielt. Die mimischen Vorstellungen werden immer von 2 Vortänzern gegeben, die übrigen Tänzer bilden dann den Chorus; daneben gibt es auch Reihentänze.

Die Tänze werden nur vom männlichen Geschlechte ausgeführt, bei großen Festtänzen tanzen aber auch die Frauen mit, doch völlig unabhängig von den Männern. Sie können mittanzen, was natürlich den Eindruck des Tanzes hebt, sie können aber auch fehlen. Dafür haben die Frauen eigene Tänze, z. B. die *Kókōwötänze*, bei welchen nur die Frauen tanzen und die Männer nur das Schlagen der Trommeln (Tanztrommeln) besorgen. Zum Tanzen schmückt man sich natürlich feierlichst. Man rasiert sich Bart, Augenbrauen und Hinterkopfhaare, bemalt sich um Mund und Augen auch die Nase bekommt einen roten Strich, dann werden die Schmucksachen, Eberzähne, Brustschmuck (*kaboa*), Arm- und Stirnbänder angelegt, in die Armbänder steckt man die knallroten Blätter der *Dracaena* oder Riechsträußchen, in den Gürtel ins Kreuz die bunten Krotonblätter, auf dem Kopf hat man den mit schneeweißen Federn verzierten Tanzhelm — kurz so ein Papuatänzer sieht gar nicht so übel aus. Die Frauen schmücken sich ähnlich, nur daß sie, außer bei den eigentlichen Frauentänzen, keinen Tanzhelm aufhaben und anstatt der grünen Zweigbüschel im Gürtel eigens angefertigte schweifartige Wedel haben. (Derselbe Stoff wie die Schürzen.) Die Tänze währen bei Festlichkeiten die ganze Nacht hindurch, wobei sich die Tänzer gegenseitig ablösen. Zu jedem Tanze wird ein Lied gesungen, Tanz ohne Lied kann man sich gar nicht vorstellen. Der Inhalt der Lieder ist oft mehr als einfach, doch versteht der Tänzer selten den Text des Liedes, da die Lieder mit dem Tanz importiert sind. Man hat oft den Eindruck, als ob es dem Papua bloß auf die nötige Anzahl Silben zur Melodie ankäme, um den Text kümmert er sich auch gar nicht. In den meisten Fällen wird der Text wahrscheinlich auch verstümmelt sein. Bis jetzt sind im hiesigen Gebiet Lieder und Tänze obszönen Inhaltes nicht beobachtet worden.

Die Geistertänze sind nur Männertänze, doch dürfen die Frauen zuschauen. Ein eigener Tanz der Tami sind die *Tagotänze*, die offenbar mit den *Dukduktänzen* von Neu-Pommern verwandt sind. Die ursprüngliche

\*) *weman* oder *wāman*. e bedeutet ä.


Idee der Geistertänze ist wohl kaum mehr recht zu erkennen. In Neu-Pommern sind die Geister eine Art Polizei geworden, die begangenes Unrecht ahnten, unter Umständen aber auch das Recht mißbrauchen. Auf Tami durfte während der Tagozeit keine Nuß gegessen werden, in Yabim verboten die tabutabu den Genuß der Taro. Die tanzenden Masken waren angeblich Geister, die sich an einem bestimmten, den Frauen unzugänglichen Platz im Wald aufhielten. Auf Offenbarung des Geheimnisses stund der Tod. Es durften deswegen nur erprobte Männer den Maskentanz ausführen. Der Tanz selbst besteht aus schwach hüpfenden Bewegungen, da der Tänzer einmal mit dem Graszeug so überladen ist, daß er in seinen Bewegungen gehemmt ist und zweitens die Maske zu halten hat. Das Graszeug ist von ganz jungen frischen Wedeln der Sagopalme gemacht. In Ermangelung dieses Materials nahm man auch dürre Bananenblätter, Farnkraut und dergl. Der Kragen besteht aus Farnkraut und Dracänenblättern. Der Tänzer umwickelt sich zuerst die Lenden, damit der Unterkörper bedeckt ist. Sodann setzt er die Maske auf und läßt den Nackenlappen (Blattscheidengewebe der Kokosnuß) über den Rücken herunterhängen. Wenn nun der Oberkörper mit dem zweiten Volant (oder wie man das Ding nennen will) umwickelt wird (NB. über den Schultern), so wird damit der Nackenlappen befestigt. Der Nackenlappen dient als Angel (Lederangel), an welcher die Maske auf- und zugeklappt werden kann. Die Maske sitzt ja nicht fest wie ein Hut auf dem Kopf, sondern sie wird nach hinten durch den Nackenlappen (oder nennen wir es Nackenangel) in oben angegebener Weise befestigt, nach vorne durch die Schnur, die der Tänzer in der Hand halten muß. So ist er in den Stand gesetzt, von Zeit zu Zeit die Maske etwas zu lüften und frische Luft zu schöpfen, denn der ganze Anzug hat ungefähr dieselbe Wirkung wie ein römisches Dampfbad. Der Tänzer sieht durch die beiden engen Schlitze neben der Nase. Die Federkokarde wird oben auf den Zapfen gesteckt.

Auf dieselbe Weise wird auch die zweite Maske — Wä man — montiert; sie beansprucht ziemlich viel Raum, denn das Rad hat einen Durchmesser von zirka 2,50 m. Die Raupe, die von vorne nach hinten über die Maske läuft, dient zur Aufnahme der Federstäbchen. Die langen Stäbchen gebraucht man für oben, die kurzen geben den unteren Teil des Rades. Die Stäbe müssen natürlich gut ausgeglichen werden, damit das Rad schön egal wird. Die Gesichter der Maske sind also auf der Seite. Die langen Arme des Maskenkorbes dienen dazu, daß der Tänzer die Maske festhalten kann, denn sie sitzt auch ganz lose auf dem Kopf. Die Bekleidung des Wäman ist ganz leicht, man kann den Körper des Tänzers durch den Volant sehen. Das Rad soll beim Tanz recht wippen. Diese Maske stammt



von Máligé (Westküste von Neu-Pommern) und ist nach meinem Dafürhalten auch mit dem Dukduk und Tago verwandt. Auf Tami hatte der Tanz bloß die Bedeutung eines Vergnügungstanzes. Die richtigen Tanzmasken sind sehr groß, sie erreichen 3—4 m Durchmesser.

### **Ohrringe** (pínipín) von Tami und Siasi.

Das Schildpatt wird in Streifen geschnitten, die Ringe mit Muschel-drillbohrern ausgebohrt, in  Stücke geschnitten und abgerundet. Ist der Strang fertig geschnitten, dann wird er auf Stäbchen gereiht und mit Bimsstein abgeschliffen. Polieren tut sich durchs Tragen. Zwecks Einsetzens in das Ohrläppchen werden die Ringchen durchschnitten; zur Verstärkung und Schutz des Ohrläppchens werden noch Palmblattfieder eingeschoben. Lang herabhängende Ohrläppchen betrachtet man als besonderes Schönheitszeichen.

### **Feuererzeugung.**

Armringe aus ganz dünnem spanischen Rohr werden von den Eingebornen als Feuerzeug benützt. Diese Art Feuer zu machen wird, wie es scheint, mehr in den Bergen geübt, ich sah es auch drüben überm Golf bei Samoahafen (Kela). Man benützt ein kurzes Stückchen besseren, d. h. festeren Holzes dazu, das man an einem Ende spaltet und durch ein dazwischen geklemmtes Steinchen offen erhält. Das Stückchen Holz braucht nicht größer als ein Wäschezwicker sein. Dieses Stückchen Holz legt man etwas erhöht auf die Erde und tritt es mit dem Fuße fest, während man mit einem kurzen Stückchen spanischem Rohr (zirka 50 cm lang) scharf um das Holz auf- und abzieht. Durch die Bewegung entwickelt sich Hitze, die sich dann dem durch das Reiben abgefallenem Zunder (Holzmehl) mitteilt und diesen entzündet.

An der Küste hatte man allgemein ein etwas flach zugeschnittenes oder gehauenes Stückchen Holz (gleichviel welcher Sorte, nur nicht zu weich), auf welches man mit einem Stäbchen zuerst eine flache Rinne einpreßte (das Holz durfte also auch nicht zu hart sein) und dann durch heftiges Hin- und Herreiben Zunder (Holzmehl) und Hitze erzeugte. Der Zunder ist unbedingt nötig, denn wenn auch die Reibung so stark war, daß die ganze Reibungsfläche verkohlt war, sie reichte nie hin, um das Holz selbst zum glimmen zu bringen. Ich sah immer, wie der Zunder sorgfältigst zusammengestrichen wurde, der fing dann auch immer den Funken auf. Der Eingeborne erzeugt durchs Reiben also nur einen Funken, der dann durchs Holzmehl und weiteren leicht entzündlichen Stoffen zur Flamme entfacht wird. Die Weise der Inlandleute, Feuer zu reiben, scheint mir die leichtere und praktischere.

### Schweinezaubersteine.

Die Zaubersteine sollen zweierlei erreichen:

1. Daß die Schweine nicht vorzeitig krepieren.
2. Daß ein guter Kaufpreis erzielt wird.

Nr. 1 war aber Hauptsache. Grund: Die Schweine laufen für gewöhnlich frei umher. War nun ein Schweinemarkt angesagt, dann mußten diese halbwilden Tiere gefangen und gefesselt werden, oft keine kleine Aufgabe, denn durch das Gegrünze der gefesselten Schweine wurden die freien oft verscheucht. Es konnte 4—8 Tage dauern bis alle Schweine gefesselt waren und da passierte es öfters, daß die zuerst gefangenen eingingen oder auf dem Transport krepieren. In diesem Fall mußte der Verkäufer den Kaufpreis wieder herauszahlen.

Um das zu verhüten, mußten schon Monate vor dem Termin bestimmte Männer (die deswegen im Range der Häuptlinge stehen) durch Fasten alle schädlichen Einflüsse von den Schweinen abhalten, zu gleicher Zeit legte man obige Steine mit Wurzeln und Rindenstücken (gerieben und gestoßen) in eine Schüssel.

Das Fasten der Männer erstreckt sich übrigens nur auf Wasser und in Wasser gekochte Speisen, und—diese Männer durften nie Schweinefleisch essen.

Beim Schweinefest selbst nehmen die Häuptlinge die Steine in die Hand und schlagen jedes Schwein (die Schweine liegen gefesselt in einer Reihe) leicht dahin, wo es gespeert werden soll.

### Brummholz,

Schwirrbrett, Waldteufel (Yabim: bálum, Tami: káni).

Der Kultgegenstand der Huongolfstämme. Es ist kein Gott oder Götze, erhält keine religiöse Verehrung, dient nur dazu, die Anwesenheit eines angeblichen Geistes den Weibern und Kindern vorzutäuschen. Das Brummen hört man bei Windstille stundenweit.

Gefürchtet wurde das bálumsholz, weil der Verrat des Geheimnisses unnachsichtlich die Todesstrafe nach sich zog, begehrt und geehrt, weil die Verleihung desselben Erhöhung in den Häuptlingsstand war. Die Belehnung ging nach Erbrecht.

Der Kult, mit dem dies bálumsholz verbunden ist resp. war, hatte das Geschlechtsleben des Menschen zum Inhalt. Hier in Neu-Guinea blieb die Sache in engen Grenzen, es beschränkte sich auf die Pubertätsweihe. Der geschlechtsreife Knabe mußte vom Geiste verschlungen werden; gegen ein Schwein gab ihn der Geist wieder heraus. Beim Verschlingen beißt der Geist dem Knaben die Vorhaut durch (Beschneidung). Dem Knaben wird durch diese Prozedur das schlechte Blut abgezapft und in der Folge

soll er rasch wachsen. Unterlassung der Beschneidung hat Wunden am Geschlechtsteil zur Folge.

Die Beschneidung (bei manchen bloß Spaltung der Vorhaut, bei anderen gänzliche Abtrennung derselben), wurde an abgelegenen Orten vollzogen. Vorbereitungen und Abheilen der Wunde nahmen Monate in Anspruch. Während der Zeit wurden die Jungen in guten und bösen Dingen unterrichtet.

Das bálumsholz ist geschichtlichen Ursprunges; eine Frau soll das Schwirren des Brettchens zufällig beim Holzspalten entdeckt haben.

### **Regenzauber; Taimi.**

Ein Sammelsurium von Steinen, Fischknochen, Rindenstücken und Blättern. Die Bedeutung des einzelnen unbekannt. Die Hauptsache war dabei der Spruch: „in N. N. erschlugen sie einen Kasuar, das Blut spritzte bis zum Himmel und färbte ihn rot; so sollen die Regenwolken aufsteigen“. Die Sachen wurden in eine Schüssel mit Wasser gelegt, der Regenzauberer mußte während der Zauberzeit gewisse Dinge meiden. Die Leute waren natürlich so schlau und legten die Steine erst ein, wenn die Regenzeit nahte. Unter Umständen bekamen sie Geschenke (die Pflanzen mit den hakenartigen Auswüchsen sollen die Eberhauer herbeiziehen), unter Umständen, wenn der Regen zu früh kam, d. h. die Felder noch nicht gebrannt waren, mußten sie auch zahlen.

### **Trauerzeichen, Trauernetze.**

Das allgemeine Trauerzeichen heißt koukou. Es wird um den Hals getragen bis zur Beendigung der Trauerzeit. Nähere Verwandte binden an die Schnur irgendein Andenken an den Verstorbenen (Haare, Gebrauchsgegenstände und dergl.). Witwer tragen mehrere Schnüre um den Hals und kreuzweis über der Brust; dazu ist um den Kopf ein weißes Tuch gebunden.

Das große Trauernetz für Witwen heißt gundú. Während der Trauer sein Haar mit einem weißen Tuch einbindet, vermummt sich die Frau in einer Anzahl Netze. In der ersten Zeit der Trauer trägt sie 4—5 Netze übereinander, das oberste bis über die Augen herabgezogen. Während dieser Zeit durfte die Frau auch nur Abends ausgehen. Nach etwa einem 1/2 Jahr darf sie einige Netze ablegen. Die ganze Trauer dauerte etwa 3 Jahre.

### **Hundezähne.**

Die Hundezahnkette ist Halsschmuck für Kinder und bei Käufen Tauschobjekt. Der Eingeborne rechnet nach der Länge der Kette. Eine

Armlänge (zirka 100 Stück) Preis für einen Hund, eine Klafferlänge Preis für ein Schwein. Für große Schweine muß aber mindestens 1 Eberzahn dabei sein.

### **Eberzähne.**

Man schlägt dem jungen Eber die beiden oberen Hauer aus, worauf die untern ungehindert weiter wachsen können. Das mindeste Werterfordernis ist, daß die Spitze die Wurzel erreicht, je weiter sie an der Wurzel weiter entlang geht, desto wertvoller ist der Zahn. Diese guten Zähne sind jedoch in festem Besitz, Familienerbstück. Der Preis schwankt zwischen 10—25 Mk. Das Schwein wurde natürlich reichlich alt (10—15 Jahre) bis die Zähne ordentlich ausgewachsen waren.

### **Töpferei.**

Wir haben zwei Töpfereibezirke, einen bei Kap König Wilhelm, Giduatöpfe, und einen zwischen Kap Parsee-Badenbucht (Huongolf), Kelatöpfe.

Die Töpfe von Gidua haben enge Öffnung, die von Kela weite. Die von Gidua sind dünnwandig, die von Kela dickwandig. Das kommt wohl von der Herstellungsweise. In Gidua arbeitet die Töpferin (das Topfmachen ist Frauenarbeit) den Topf mit Hilfe eines runden Steines und Holzschlägels aus, indem sie den Stein innen gegen die Wandung hält und mit dem breiten Schlägel dagegen schlägt, in Kela setzt man auf den Rand Tonwurst für Tonwurst auf und verstreicht. Es werden auf diese Weise große Töpfe gefertigt.

Die Töpfe werden getrocknet und dann an kleinem Feuer gebrannt, eigentlich nur gebacken.

### **Mützen.**

Das Tragen von Mützen ist eine Sitte sämtlicher Inlandbewohner der Finisterre-Cromwell-Rawlinson-Halbinsel. Wahrscheinlich sollen sie als Schutz gegen die Sonne dienen, denn die meisten dieser Völker sind Steppen-(Grasflächen-)bewohner. Soweit man das Land bis jetzt kennt, bewohnen diese Leute einen Streifen, der zwischen Festungshuck-Dorfinsel beginnt und der Länge nach durch die Halbinsel bis zum Markham durchgeht. Die an der Küste wohnenden Melanesier haben die Mütze nicht angenommen; warum ihn dann die (der Sprache nach) melanesischen Laewomba angenommen haben, ist nicht aufgeklärt. Eigentümlichkeit der Laewombamützen ist die Malerei, alle anderen tragen entweder ungefärbte oder einfarbig (rot) angestrichene Hüte. Über die Bedeutung der Zeichnungen weiß man noch gar nichts. Die aufgesteckten Kakaduschopffedern bedeuten die Zahl der erschlagenen Feinde.

## Das Erdbeben vom 14. auf den 15. September 1906\*).

Brief vom 20. Januar 1907.

Mit einer Tafel. (Tafel 12).

Ich bin seit September 1887 im Lande und habe schon manchen Erdstoß mitgemacht. Es ist einem etwas so Gewohntes geworden, daß man nicht einmal vom Stuhl aufsteht, wenn es nicht gleich an allen Ecken des (Holz-)Hauses kracht. Zwei Erdbeben erlebte ich (eines im September (?) 1895, das andere im August 1899), die waren so stark, daß man sich anhalten mußte, um nicht umgeworfen zu werden; doch richteten sie weiter keinen Schaden an, als daß einige Lampen und einiges Geschirr zerbrach. Was ein schweres Erdbeben ist, sollten wir in der Nacht vom 14. auf den 15. September 1906 kennen lernen. Die Regenzeit hatte eine kleine Pause von 14 Tagen gemacht und ich war eifrig dabei, mir ein Obdach im Wald zu schaffen, wo ich einigermaßen wie ein Kulturmensch leben konnte, denn drei Wochen hatte ich schon in der Hütte meiner Arbeiter zugebracht, wo die ganze Bequemlichkeit darin bestand, daß ich meine Hängematte ausspannen konnte. Ich war nun eben soweit, daß die eine Wand und ein paar Quadratmeter Fußboden fertig waren; vergnügt stellte ich ein primitives Tischchen und Stuhl auf, hing eine Lampe an die Wand und verstaute meine Habseligkeiten auf den übrig bleibenden 2 Quadratmetern Boden. Ich sah schon gewonnen Spiel. Mit diesem angenehmen Gedanken legte ich mich in meine Hängematte und schlief schnell ein, unter mir verschiedene meiner Arbeiter, die in der Hütte nicht alle Platz hatten. In der Nacht wache ich von einem leichten Beben auf: ein Erdbeben. „Nun, es wird schon wieder aufhören,“ denke ich und bleibe ruhig liegen. Aber auf einmal wird das Beben ein Schwingen, daß ich in meiner Hängematte wie in einer Schaukel herumgebeutelzt werde, an ein Herauskommen ist nicht mehr zu denken. An Gefahr dachte ich nicht, wunderte mich bloß, wie ich herumgeschwenkt wurde bis ich merkte, daß sich unter den Schwingungen das Dach abheben und das ganze, noch halb unfertige Häuschen zusammenbrechen will. Da fürchtete ich, das Dach könnte einen erschlagen, aber siehe da, es legte sich mit der fertigen Wand langsam hinten über und wir können nun ins Freie. Gottes Hand hat uns beschützt, daß keinem auch nur ein Härchen gekrümmt wurde.

---

\*) Der Bericht wurde s. Z. der Kaiserlichen Hauptstation für Erdbebenforschung in Straßburg i. E. zugeleitet. Nach Mitteilung von Dr. A. Sieberg wurde er benützt bei dem makroseismischen Probebebenkatalog für 1906 und in einer Monographie des Genannten über die Erdbeben in deutschen Schutzgebieten.

Kaum waren wir im Freien, als es schon wieder zu beben anfang, es war überhaupt ein fortwährendes Zittern, das sich bald in heftigeren, bald in leiseren Stößen bemerkbar machte. Größere Pausen als 5 Minuten gab es nicht. Meine Jungens suchten mir meine Uhr, es war 2 Uhr. Hätte ich die Kaltblütigkeit gehabt, die bemerkbaren Stöße zu zählen, ich hätte in den 4 Stunden bis zum Tagesanbruch sicher 50 Stöße zusammengebracht; allein, als es gar kein Aufhören gab und dazu ringsum die Bäume krachend umbrachen, da packte mich das Grauen. Was hätten wir machen wollen, wenn auch auf unserem Platz ein Baum umgebrochen wäre, es war Nacht, der Boden lag noch voller Stämme, Wurzeln und Schlingpflanzen, an ein Ausweichen wäre da nicht zu denken gewesen. Und eben wenn man dachte, jetzt hat sich die Erde beruhigt und man hatte sich auf einen Baumstamm oder Brett niedergelassen, da schreckte einen ein neuer Stoß wieder auf.

Mit Freuden sahen wir daher den Morgen heraufdämmern, nun sahen wir aber auch die Verwüstung, die das Erdbeben angerichtet hatte, sahen auch, in welcher Gefahr wir geschwebt hatten. Ich hatte mir, um mir den Platz nicht zu verbauen, mein Häuschen ganz an den Rand des Abhanges gebaut, die eine Ecke ruhte direkt auf einer Felsplatte, die über den Abgrund hinausragte. Der ganze Abhang war aufgelockert, viele Korallensteine waren den Abhang hinuntergerollt oder hatten sich aus ihren Lagern herausgedreht. Ein Wunder, daß meine Platte nicht auch in Bewegung gekommen war. In der Ferne sah man allenthalben starke Erdrutsche. Wie mochte es auf den zwei hohen Bergstationen Sattelberg und Warea aussehen! Ich sandte sofort Boten nach Erkundigungen aus und die brachten die Nachricht, es sei in unserer nächsten Nähe ein großer Bergrutsch, dazu sei der Weg fast seiner ganzen Länge nach aufgerissen; es sei ferner nach dem Erdbeben eine Flutwelle gekommen und hätte sämtliche Kanus mit fortgenommen. Bei den Eingebornen sind fast sämtliche Häuser umgefallen gewesen. Keiner der Eingebornen konnte sich eines ähnlichen Erdbebens erinnern, nur als Sage wußten sie, daß vor der ersten Pockenepidemie ein sehr schweres Erdbeben gewesen sei. Die ersten Pocken grassierten in den sechziger Jahren im Lande, nach den Aufzeichnungen katholischer Missionare, die in den fünfziger Jahren auf der Rook-Insel Mission trieben, war (im August?) 1856 ein schweres Erdbeben, so daß die Erde voller Risse war. Es war zwischen beiden Daten (Erdbeben und Pocken) auf jeden Fall ein größerer Zeitraum, allein solche Irrtümer können bei Eingebornen, die kein Zeitmaß haben, sehr leicht vorkommen. Doch ist es interessant, auf diese Weise einen Anhaltspunkt für frühere Erdbeben zu haben. Es hätte demnach das vorletzte starke Erdbeben vor zirka fünf-

zig Jahren stattgefunden. (Eingeborne kommen selten über sechzig Jahre hinaus.) In bedeutend früheren Zeiten muß es immer im Frühjahr (hier die Zeit des Monsunwechsels von Nordwest zum Südostwind) größere Katastrophen gegeben haben. Die Tamileute hatten es bei Frühjahrserdbeben immer sehr eilig, ihre Habseligkeiten auf dem Stationshügel in Sicherheit zu bringen, eingedenk der Warnung ihrer Vorfahren: wenn die Plejaden auf den Bergen (im Westen) liegen, dann nehmt euch vor Springfluten in Acht. Merkwürdig ist es, daß die Eingebornen Frühjahrserdbeben mehr fürchteten, während nach den bisherigen Erfahrungen die Erdbeben um die Zeit der Herbstäquinoclien herum die schlimmeren waren. Großer Katastrophen erinnert man sich nur einer, des Einsturzes des Vulkanes auf Long Insel. Dies geschah zu Lebzeiten der Großväter der jetzt lebenden ältesten Männer, also vor etwa 100 Jahren. Einige andere Nachrichten sind völlig sagenhaft, wie auch jene Katastrophe auf Long-Insel sagenhaft ausgebeutet ist.

So erzählen sie z. B.: Auf der Rook-Insel existierte ein Vulkan (d. h. in der Phantasie der Eingebornen ein Feuerwesen; nebenbei bemerkt sind auf Rook wohl ein halbes Dutzend Vulkankegel), der ärgerte sich darüber, daß die Weiber immer ihren Kehricht in seinen Krater warfen und aus Zorn darüber sprang er in die See zwischen Rook und Neu-Pommern. Aber es war dorten eine sehr starke Strömung und so wanderte er in die Finschhafener Gegend, doch da war es noch schlimmer. Er versuchte es weiter an verschiedenen Plätzen längs der Küste, aber es paßte ihm nirgends, bis er schließlich wieder auf seinen ersten Platz zurückkehrte, wo er heute noch steht (die Ritter-, früher Vulkan-Insel).

Interessanter in bezug auf das letzte Erdbeben ist die Sage, es sei früher die Long-Insel mit dem Festland Neu-Guinea verbunden gewesen. Der genauere Inhalt der Sage ist mir leider entschwunden; ich weiß nur noch, es handelte sich um eine Großmutter und ihren Enkel. Die Großmutter wurde über irgend etwas zornig gemacht, im Zorn verzauberte sie das Land, das von einer großen Flutwelle zerstört wurde, d. h. das Land sank.

Bei dem letzten schweren Erdbeben kann es sich auch nur um ein Einsturzbeben handeln und zwar liegt das Zentrum auf der Linie zwischen Festungshuk und Hardenberghuk und zog sich nordöstlich nach der Westküste Neu-Pommerns. Das Senkungs- oder Einsturzgebiet muß unterseeisch sein, denn man hört nichts, daß ein größerer Komplex Land gesunken sei, außer einer Nachricht von Neu-Pommern, wo ein Bergdorf um zirka 15 m gesunken sein soll. Auf dem Berg Hunstein (Neu-Pommern) sieht man bei klarem Wetter auch sehr starke Bergrutsche, während auf Rook nichts wahrzunehmen ist. Nach den Schilderungen des Missionars Hansche war

das Erdbeben dort (in Rook) überhaupt nicht so stark, es gab dort auch keine Flutwelle, sondern es zog das Wasser ab.

Am schlimmsten soll es nördlich von Festungshuk aussehen; dort sollen fast alle Täler durch die Bergrutsche ausgefüllt sein. Aber auch noch südlich bis herunter an den Sattelberg hat es böß gewirtschaftet. Die Berge sehen aus, als ob sie mit Riesenkartätschen abgekratzt seien. Tief gingen ja die Bergrutsche nicht, meist ist nur die etwa 1 m starke oberste Erd- und Humusschicht abgerutscht, doch sind von der Wucht und dem Gewicht der Erdmassen die stärksten Bäume wie Zündhölzer abgeknickt. Sämtliche Wasserläufe waren wochenlang verschüttet, bis dann größere Regen die Erddämme zum Durchbruch brachten und unglaubliche Mengen Holz in die Seen beförderten.

Die beiden Stationen auf Sattelberg (900 m über dem Meer) und Wareo (700 m, zirka 1 deutsche Meile Luftlinie nördlich von Sattelberg, vom Sattelberg durch das Búsimal getrennt) litten sehr. Das ältere Wohnhaus auf Sattelberg fiel mitsamt seinen Pfählen um, doch blieb das Haus selbst unbeschädigt; auf Wareo riß es ein neugebautes Haus von seinen Pfählen und verschubste das ganze Haus um 90 cm in der Richtung der Erdbebenaxe. Auf Wareo war das Beben offenbar stärker als auf dem Sattelberg. Es sind dort sämtliche Gebäude mehr mitgenommen, die Erdrisse größer und breiter und die Bergrutsche häufiger. Man spürte auf Wareo die Nachbeben auch viel länger als auf Sattelberg. Noch an Weihnachten verging kaum ein Tag ohne 1 oder 2 Erdstöße, oft auch 4—5 und zum Teil kräftig. Sekunden vorher hörte man einen dumpfen Schlag in der Ferne und dann kam ein Beben. Die leichteren bestanden in einem leichten Schwingen oder Zittern, schlimmer war es, wenn es zuerst von unten herauf Stöße gab. Für Wareo darf man für die Zeit vom 16. September bis 31. Dezember 1906 4—500 Erdstöße ansetzen. Bemerkenswert ist auch, wie das Beben sich in entfernteren Orten bemerkbar machte. Auf den beiden Missionsstationen Deinzerhöh (Kap Gerhards, Huongolf) und Kap Arkona (erstere zirka 60, letztere zirka 80 km vom Zentrum entfernt) wackelte es wohl noch tüchtig, doch fielen höchstens leere Flaschen um. Doch sind auf den Bergen zwischen Kap Arkona und Markhamfluß wieder mehr Erdrutsche sichtbar. Sollte das Beben dort im Westen eine der nach Nordosten gehenden Schwingung entsprechende Schwingung nach Südwesten gemacht haben! Andererseits berichtet Missionar Wagner, daß auf den Bergen im Nordwesten von Wareo (es wären das die Südabhänge des Cromwell) keine Erdrutsche mehr zu sehen seien. In Friedrich-Wilhelms-hafen (300 km) spürte man einen Erdstoß, desgleichen in Herbertshöh (800 km). In Sydney (2000 km) zeigte der Seismograph das Beben mit



einer großen Kurve an, desgleichen wurde es auch in Apia (Samoa-Inseln) bemerkt.

Leider fielen dem Beben resp. den Bergrutschen auch ziemlich viel Menschenleben zum Opfer. Aus den uns bekannten Gebieten allein wurden zirka 50 Erschlagene gemeldet, im ganzen dürften wohl an die Hundert verschüttet sein. Die Eingebornen haben aus früheren Zeiten her noch immer die Gewohnheit, sich dicht an Abhängen anzubauen, weil sie da vor ihren Feinden sicherer waren; die Gewohnheit war ihr Verderben. Noch möchte ich erwähnen, daß etwa 5 Wochen nach dem Beben plötzlich Unmengen von Moskiten auftraten, darunter viele Anopheles (die Malariafiebermücke), was viele Malariafieberanfalle zur Folge hatte. Offenbar waren die Unmengen Moskitos in den aufgestauten Wassermassen ausgebrütet. So erklärt sich die Angabe südamerikanischer Ärzte, daß nach schweren Erdbeben immer die Malaria häufiger aufträte.

Zu obigem Erdbebenbericht habe ich noch nachzutragen, daß während des Bebens ein großer (nach einigen Aussagen zwei) Meteor in der Richtung von Nord-Süd in der Gegend südlich vom Sattelberg gesehen wurde.

Ein ziemlich starkes Beben erfolgte nochmal anfangs Oktober, das auch von einer Springflut begleitet war, da zog es aber das Wasser ab, der Finschhafen lag in geringeren Tiefen von 5—8 m vollständig trocken da.

G. Bamler.



Dorf Gowi in der Badenbucht, Huongolf.



Dorf Nanka bei den Damplings Inseln, Huongolf.



Dorf Laukánu südlich von Kela.



Ein lum (Dorfhaus) in Kela, Huongolf.  
Im Hintergrund eine Kirche.



Eingeborene beim Bretterhauen.



Tago  
(Vorderansicht)

Wäman

Tanzhelm  
(Seitenansicht)

Tanzmasken.



**Tago**  
(Vorderansicht)

**Wāman**  
(Seitenansicht)

**Tanzhelm**  
(Vorderansicht)

**Tanzmasken.**

Zwischen Tago und Wāman Frau in Witwentracht.



1.

1. Häuptling  
Awatau von  
Finschhafen  
mit Kindern;  
in Trauer.

2.

2. Mädchen  
mit Regen-  
schirmen.







1.

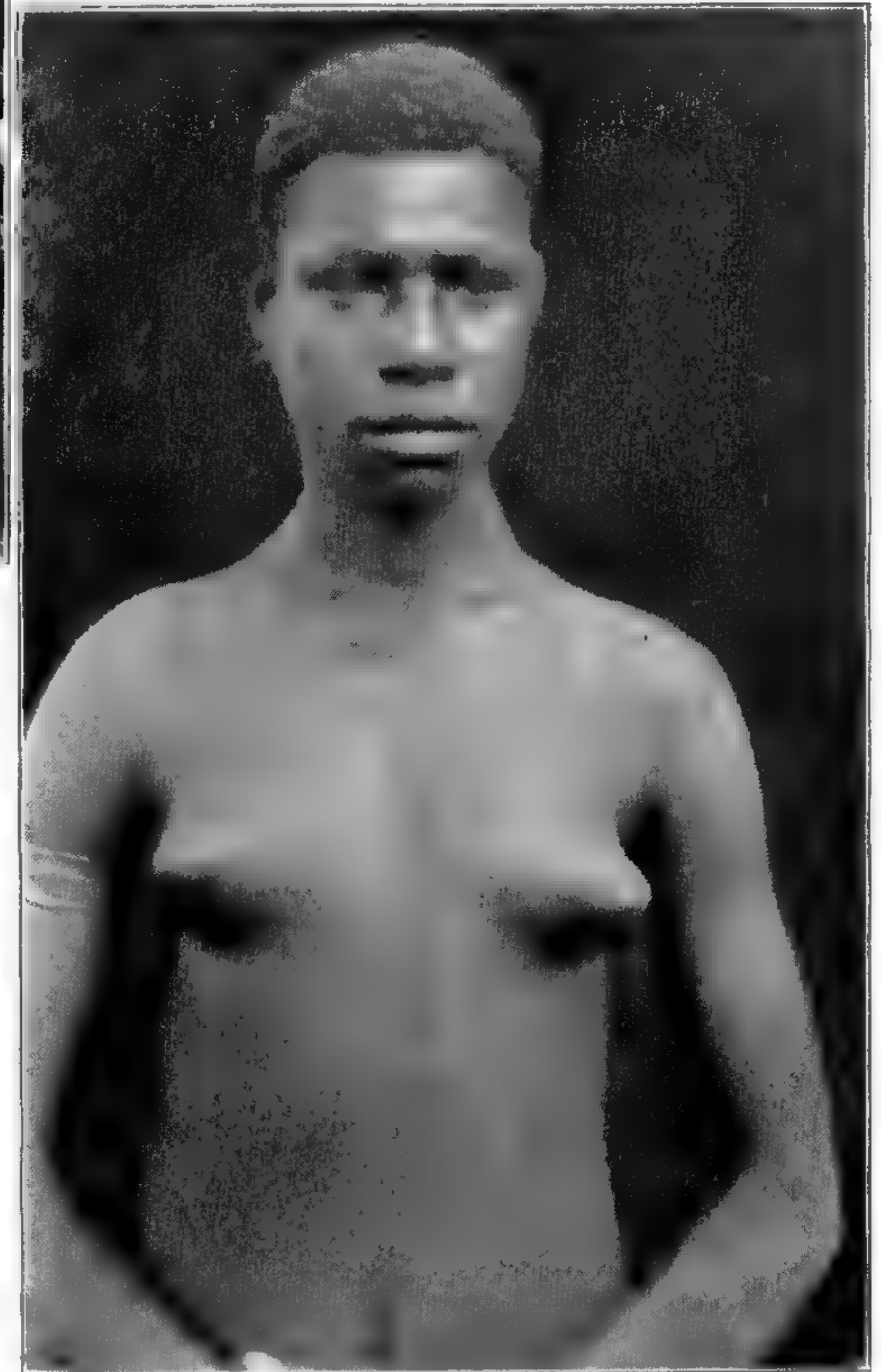
1. Tamikinder mit einheimischem Schmuck.

2. Junger Mann aus den Bergen.

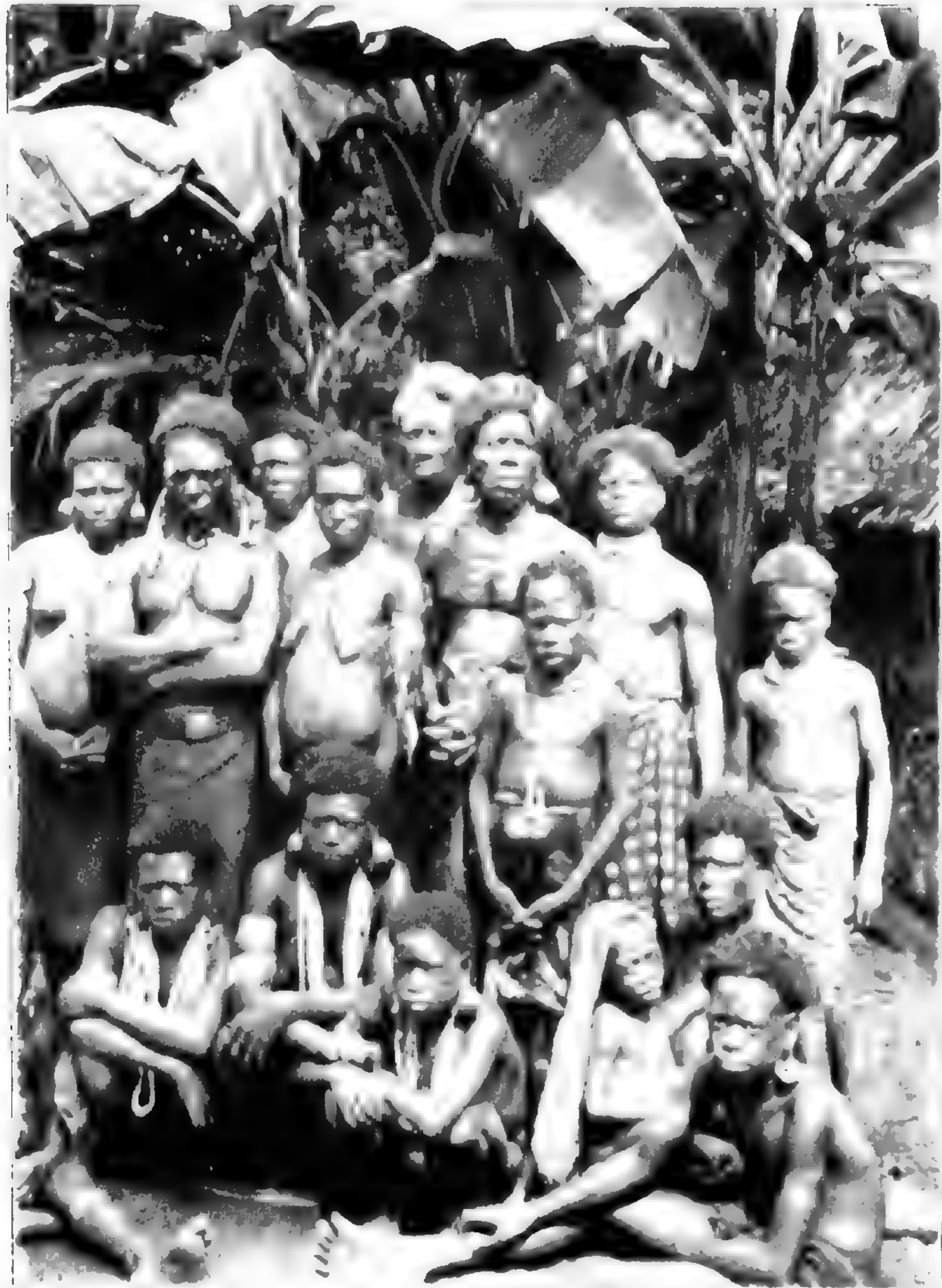
3. Mädchen von Finschhafen, ca. 16 Jahre alt.



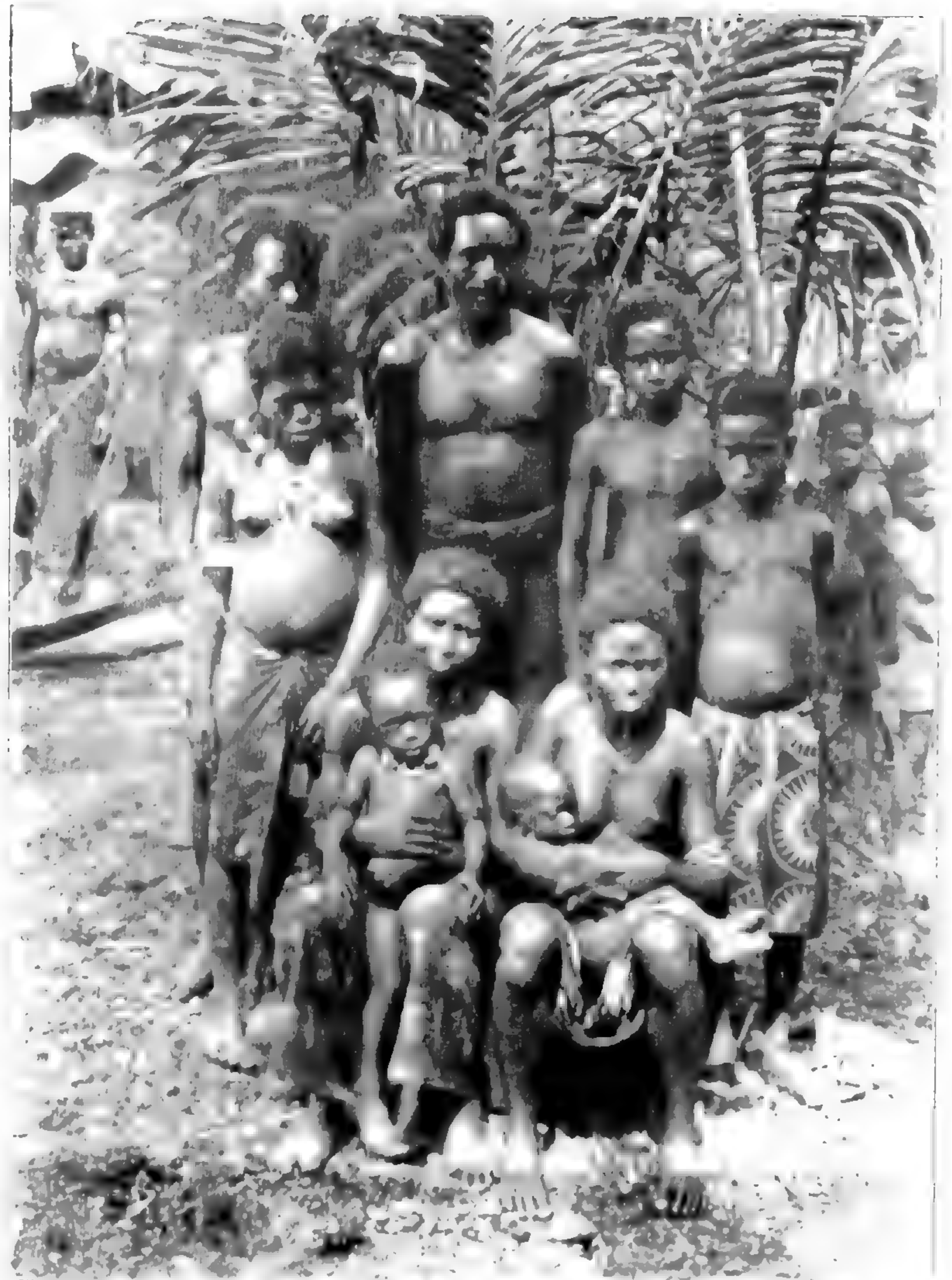
2.



3.



Gruppe aus Nanka.



Gruppe von Laukánu.



Laukánufrauen beim Topfmachen.  
Die Frau rechts knetet Ton.



Frau mit Tanzschürzen.



Erdbeben am  
14/15. Sept.  
1906:  
Bergrutsch  
bei  
Finschhafen

Abhandlungen  
der  
NATURHISTORISCHEN  
GESELLSCHAFT

zu  
NÜRNBERG.

XIX Band.

III.

**W. Gothan-Berlin: Über die Gattung Thinnfeldia  
Ettingshausen. Mit Tafel 13—16.**

NÜRNBERG 1912.

U. E. Sebald, Kgl. Bayer. Hofbuchdruckerei

# Über die Gattung *Thinnfeldia* Ettingshausen.

Von W. Gothan-Berlin.

Mit 4 Tafeln (13—16)

Seit einiger Zeit bin ich unter anderem mit einer Bearbeitung neuer zahlreicher Rhätpflanzenfunde aus der Umgegend von Nürnberg beschäftigt. Es sei mir gestattet, über die Vorgeschichte dieser Beschäftigung einige Worte zu sagen. Auf einer botanischen Exkursion im Frankenjura mit Professor A s c h e r s o n und G r a e b n e r lernte ich den bekannten Nürnberger Floristen, jetzigen Korpsstabsveterinär A. S c h w a r z, Obmann der botanischen Sektion der Nürnberger naturhistorischen Gesellschaft, kennen, der die Exkursion führte, und dieser teilte mir von den umfangreichen Aufsammlungen von Rhätpflanzen mit, die die Gesellschaft seit einigen Jahren in der Umgebung habe ausführen lassen und die auch jetzt noch fortgeführt werden. Die angeknüpfte Verbindung führte mich zu einem Besuch der Fundstätten im vorvorigen Jahre und auch im vorigen Jahre nach dort, wo ich die Sammlungen studierte und auch selbst weitere Aufsammlungen mit Nürnberger Herren machte. Da, abgesehen von S a l f e l d s Arbeit (Palaeontographica Bd. LIV, 1907), seit S c h e n k s klassischer Monographie (1867) nichts Nennenswertes über die deutsche Rhätflora erschienen ist, so wurde schließlich eine monographische Bearbeitung des aufgesammelten großen Materials in Aussicht genommen, die in den Abhandlungen der Nürnberger Gesellschaft erscheinen soll, und zwar mit zahlreichen Abbildungen. Die vorliegende kleine Arbeit ist nur ein Nebenprodukt der Beschäftigung mit jenen Rhätpflanzen, unter denen neben *Nilssonia* und *Cheirolepis* die *Thinnfeldien* das Hauptkontingent stellen. Mit den letzteren habe ich mich daher auch genauer befassen müssen, und diese Beschäftigung zeigte mir, daß im Laufe der Zeit durch verschiedene Autoren der Gattung *Thinnfeldia* ein Umfang und Sinn gegeben worden ist, dem man in keiner Weise zustimmen kann. Ich glaube, bei der Wichtigkeit der Gattung, die in jedem Lehrbuch der Geologie eine Rolle spielt, meine Meinung der Öffentlichkeit nicht vorenthalten zu sollen, wollte sie aber auch nicht in dieser Ausführlichkeit in die Hauptabhandlung aufnehmen, da zahlreiche Typen in Frage zu ziehen sind, die mit Fränkischer Rhätflora nichts zu tun haben, und habe daher eine kurze besondere Mitteilung daraus gemacht.

**Thinnfeldia Eittingshausen** (emend. S c h e n k).

*Kirchneria*\*) Braun, Verzeichnis der in der Kreisnaturalien-sammlung zu Bayreuth befindlichen Petrefakten. 1840, p. 97. — Beiträge zur Urgeschichte der Pflanzen, H. VII, 1854.

*Neuropteris* Braun ex p. l. c. p. 98.

*Thinnfeldia Eittingshausen* ex p., Begründung einiger Arten der Lias- und Oolithflora. Abhandlungen k. k. Geolog. Reichsanst. 1852, Bd. I. 3. Abt. Nr. 3, p. 2 ff. (exklus. *Thinnfeldia Münsteriana* und *parvifolia*) — S c h e n k, Flora der Grenzschichten 1867, p. 105 ff.

*Thinnfeldia auctorum* ex p. (S e w a r d z. T., non F e i s t m a n t e l, non H. B. G e i n i t z).

*Pachypteris* Brongn. bei Andrae, Fossile Flora Siebenbürgens und d. Banates. Abh. k. k. Geol. Reichsanst. II, 3. Abt. Nr. 4, p. 43, 44 1853 (non apud Brongniart).

Fiedern rhombisch bis nach der Basis fast gleichförmig verbreitert, oft herablaufend, ganzrandig und ganz (nur ganz ausnahmsweise gelappt bis teilweise fiederig, in einem anderen Falle Wedel ganz einfach, ungefiedert) dicht bis lockerer stehend. Beschaffenheit der Fiedern durch die kräftigen Epidermen lederig (oft von diesen leicht mikroskopische Präparate zu gewinnen). Mittelader meist deutlich, wenn auch wenig hervortretend, herabgezogen; Seitenadern gegabelt, fein, schräg von der Mittelader abgehend und ebenso auf den Rand auftreffend. Wedel entweder (selten) ganz einfach oder einmal gefiedert. Epidermiszellen dickwandig, Zellwände gerade (nicht unduliert); Spaltöffnungen sehr deutlich, in Reihen auftretend (stets?), von einem Kranz konzentrischer Zellen („Wallzellen“ Schenk) umgeben, die sehr charakteristisch sind. Systematische Zugehörigkeit nicht näher bekannt (? Filices). —

Obwohl, wenn man auf dem ursprünglichen E t t i n g s h a u s e n'schen Typus von Steierdorf fußt, die Umgrenzung von *Thinnfeldia* sich sehr einfach und eindeutig vornehmen läßt, hat die Gattung doch durch die Auffassungen einiger Autoren im Laufe der Zeit einen Sinn angenommen, der jeder Einheitlichkeit entbehrt und nach meiner Auffassung recht heterogene Formen zusammenhalten soll.

Das überaus reichliche Material, das die Aufsammlungen der Nürnberger Naturhistorischen Gesellschaft zusammengebracht haben, enthielt

\*) *Kirchneria* hat daher eigentlich vor *Thinnfeldia* die Priorität, ist aber über 50 Jahre nicht im Gebrauch gewesen, weswegen *Thinnfeldia Eittingshausen* allein Geltung zukommt.

Hunderte von *Thinnfeldien*, und die Beschäftigung mit diesen führte mich dazu, mich mit den Arten und dem Umfang der Gattung näher zu beschäftigen. Es mag gleich hier hervorgehoben werden, daß ich dabei zu einer anderen und besonders engeren Auffassung der Gattung gekommen bin, nach Maßgabe dessen, was ich in der Diagnose ausgedrückt habe. Zu dem in der Diagnose behandelten echten und auf *Ettingshausen* zurückgehenden *Thinnfeldia*-Typus gehören

1. natürlich die von *Ettingshausen* 1852 selbst abgebildeten Arten: *Thinnfeldia speciosa* (l. c. T. I, Fig. 8 und *Thinnfeldia rhomboïdalis* (l. c. T. I, Fig. 4—7)\*); unsere Tafel 13, Fig. 1 und 3;
2. Die von *Andrae* 1853 (Abhandl. k. k. Geolog. Reichsanstalt II, 3. Abt. No. 4, T. 12, Fig. 7—9) als *Pachypteris Thinnfeldi* abgebildeten Typen;
3. die von *Schenk* in seiner bekannten Flora der Grenzsichten dargestellten Arten: *Thinnfeldia rhomboïdalis*, T. XXVII, Fig. 1—5, 7, 8 (exkl. Fig. 6!); *Thinnfeldia decurrens*, T. XXVI, Fig. 1—5; *Thinnfeldia obtusa* T. XXVI, Fig. 6; ferner ? „*Dichopteris*“ *incisa*, T. XXVIII, Fig. 5; *Thinnfeldia laciniata*, T. XXVIII, Fig. 1—4 (auch die eigenartige *Thinnfeldia saligna* *Schenk*, deren Spaltöffnungsbau durchaus der von *Thinnfeldia rhomboïdalis* etc. ist).
4. Die von *Nathorst* als *Thinnfeldia rotundata* in *Flora vid Bjuf* T. I, Fig. 9—11 und T. XIX, Fig. 8, 9 beschriebenen Reste (unsere T. 14, Fig. 1); ferner von demselben Autor in *Växter etc. vid Palsjö* 1876, T. VI, Fig. 4, 5 *Thinnfeldia Nordensköldi* (unsere Tafel 14, Fig. 2);
5. Die von *Saporta*, *Paléontologie française* Bd. I, T. XLI, Fig. 3, 4, T. XLIII als *Thinnfeldia incisa* (unsere T. 13, Fig. 2; die einzige gelappte Form, die aber auch in den echten *Thinnfeldia*-Formenkreis lückenlos einpaßt), *rhomboïdalis* u. *obtusa* dargestellten Formen.
6. Die von *Raciborski* (*Flora kopalna* 1894, T. XIX, Fig. 8—15, T. XXI, Fig. 3—7 als *Thinnfeldia rhomboïdalis* und *major* beschriebenen Typen (unsere T. 14, Fig. 3; T. 15, Fig. 2).

\*) *Thinnfeldia Münsteriana*, l. c. p. 5, T. II, Fig. 1, 2 und *Th. parvifolia* (p. 6, T. II, Fig. 3) sind, wie *Schenk* meint und wohl mit Recht, mit *Selenocarpus Münsterianus* identisch, und haben daher mit *Thinnfeldia* nichts zu tun.



7. Die von Seward (Jurassic-Flora, pt. II, 1904), T. X, Fig. 1—3 als *Thinnfeldia speciosa* wiedergegebenen Typen, wogegen seine *Thinnfeldia rhomboïdalis* (l. c. T. IV, Fig. 1—3) wegen des in Fig. 1 und 2 deutlich sichtbaren differenzierten Randes Zweifeln begegnen muß; über die Auffassung dieses Autors siehe p. 76.

Ich habe mit der vorangehenden Zusammenstellung keineswegs eine Vollständigkeit in der Aufführung der *Thinnfeldia*-Abbildungen des echten, Ettingshausen'schen Typus geben wollen, sondern dem Leser die Möglichkeit bieten wollen, das nach meiner Meinung in diesen Typ Gehörige zu vergleichen, das der Übersichtlichkeit wegen größtenteils auch auf unseren Tafeln dargestellt ist. Das allen diesen Formen Gemeinsame und besonders in die Augen Springende ist, um es noch einmal hervorzuheben: Der alethopteridische, am Grunde allerdings oft durch eine Einschnürung abweichende Habitus der Fiedern mit allermeist sehr schrägen Seitenadern, die Unverzweigtheit der stets nur einmal gefiederten (oder ungefiederten) Reste, die Ganzrandigkeit und die bis auf eine Ausnahme (*Thinnfeldia incisa* Saporta) durchweg vorhandene Unzerteiltheit der Fiedern; ferner die eigentümlichen „Wallzellen“ der in Reihen auftretenden Spaltöffnungen.

Bezüglich der Unverzweigtheit und einfachen Fiederung möchte ich bemerken, daß auf diese m. E. ein besonderer Nachdruck zu legen ist und die Gruppe dadurch besonders einheitlich wird. Bei den Hunderten von *Thinnfeldien* des Nürnberger Museums ist niemals auch nur eine Andeutung einer weiteren Verzweigung zu Tage getreten (Schenk's Figur 1867, T. XXVII, Fig. 6, gehört sicher, wie schon oben bemerkt, nicht zu *Thinnfeldia*). Daß dies auch nicht der Fall gewesen sein kann, dürfte weiter daraus hervorgehen, daß noch niemals anderswo, soweit die Literatur sehen läßt, ein verzweigtes Stück von *Thinnfeldia* gefunden worden ist (vgl. die oben zitierte Literatur); wo dies anscheinend der Fall ist, handelt es sich, wie nachher zu zeigen sein wird, um eine Erweiterung des *Thinnfeldia*-Begriffs durch die Autoren, der in der ganzen Gattung Konfusion verursacht hat. Betrachten wir vollkommen erhaltene Stücke von *Thinnfeldien*, wie z. B. Ettingshausens Abbildungen (besonders unsere T. 13, Fig. 3), so zeigt bei diesen die nach dem Grunde zu abnehmende Beblätterung, die schließlich in ein nacktes Fußstück übergeht, daß es sich in den Resten um selbständige Blätter, um den ganzen Wedel handelt, wie auch schon Schenk hervorhob; denn sonst müßte dieser, wenn er etwa ein Wedelteil (Fieder vorl. O.) wäre, bis unten hin Blättchen zeigen. Dasselbe zeigen vollständige Stücke auch

von abweichenderen Arten wie *Th. rotundata* Nathorst (Floran vid Bjuf, T, 19, Fig. 8; unsere T. 14, Fig. 1).

Gehen wir nun zu den anderen Typen über, die die Autoren ebenfalls bei *Thinnfeldia* unterbringen. Da ist zunächst am wichtigsten *Thinnfeldia odontopteroïdes* (Morr.) Feistmantel (unsere T. 16, Fig. 5), eine Form, die zuerst von H. B. Geinitz (Palaeontographica Suppl. III, Lief. II, Abt. 2, 1876, p. 4, T. 1, Fig. 10—16) unter dem Namen *Thinnfeldia crassinervosa* in die Gattung *Thinnfeldia* gebracht wurde. Auffallenderweise hat Geinitz\*) die früheren Darstellungen dieses Typus durch Morris (in Graf Strzelecki, New-South Wales, 1845, p. 249 T. VI, Fig. 2—4) und durch Carruthers (Quarterly Journal Geol. Soc., Bd. 28, 1872, p. 355, T. XXVII, Fig. 2 und 3) vollständig übersehen, auch die Notiz von Crépin, Bull. Acad. roy. Belgique 2. série, T. XXIX, Nr. 3, 1875, Tafel mit 5 Figuren. O. Feistmantel trat dann ebenfalls für die Einreihung in *Thinnfeldia* ein, und ihm folgten dann alle späteren Autoren (vgl. Feistmantel, Palaeontograph. Suppl. III, Lief. II, 1879, p. 165, T. XIII, Fig. 5; T. XIV, Fig. 5; T. XV, 3—7 (non T. IX—XI, die besonderen Arten zuzuweisen sind); ferner in Mem. Geolog. Survey New-South-Wales Nr. 3\*\*), 1890, p. 101, T. XXVI, Fig. 2; T. XXIX, Fig. 1 bis 5 (non T. XXV; T. XXVI, Fig. 1!; schließlich auch in Abhandl. Kgl. Böhm. Ges. Wiss. VII. Folge, Bd. 3, 1890, p. 62, T. I; T. II, Fig. 1 und 3; T. III, Fig. 5a und 8, 8a).

Die Aderung dieses Typs ist im ganzen odontopteridisch (z. T. aber auch alethopteridisch wie bei *Thinnf. lancifolia* Morr., worüber nachher) und zwar in viel höherem Grade als dies bei dem vorher behandelten *Thinnfeldia*-Typus der Fall ist, bei dem es wohl zu einer habituell ausgesprochen odontopteridischen Aderung nicht kommt, wenn auch manchmal Stücke mit derartigem Charakter aufstoßen. Deswegen hatte Crépin ganz richtig auch auf die äußere Ähnlichkeit der Fiedern mit *Odontopteris alpina* hingewiesen. Bei weitem am charakteristischsten ist aber an diesem Typus die Struktur des Wedels (uns. T. 16, Fig. 5): mit stereotyper Gleichförmigkeit tritt hier eine einmalige Gabelung auf, wobei jeder Gabelteil einfach befiedert ist, was bisher an jedem nur einigermaßen vollständig bekannten Rest beobachtet worden ist. Die Befiederung reicht bis an das Fußstück

\*) Einige Bestimmungen dieses Autors sind entschieden zu beanstanden, wie z. B. für die als *Palissya Brauni* und *Sphenolepis* bestimmten Reste!

\*\*) In Palaeontographica l. c. und den Memoirs Geolog. Survey New-South-Wales sind dieselben Tafeln benutzt worden, jedoch in anderer Gruppierung.

der Gabel hinunter, das in seinen untersten Teilen sich als nackt erweist (Vgl. z. B. die Abbildungen bei Feistmantel, Abhandl. Kgl. Böhm. Ges. der Wiss. VII. Folge, Bd. 3, 1890, T. I, Fig. 1); dies konnte allerdings bisher nur an einigen wenigen Resten direkt beobachtet werden; oft muß es aus der sukzessiven Größenabnahme der Fiedern nach unten geschlossen werden (wie auch bei dem Stück T. 16, Fig. 5). An der Richtigkeit dieser Annahme für die Reste auch im allgemeinen kann bei der ganzen Sachlage nicht gezweifelt werden. Eine weitere Differenzierung dieses Wedeltyps ist nicht bekannt und auch offenbar nicht vorhanden gewesen. Die einzige Differenzierung, die bekannt ist, besteht in einer dürftigen Andeutung einer Lappung bei dem von Feistmantel (l. c. 1890, T. II, Fig. 2) als *Thinnfeldia cf. trilobita* Johnst. abgebildeten Rest. Legt man auf die Aderung weniger Wert, dagegen den Hauptwert auf den Wedelaufbau, so müßte auch die Feistmantel'sche *Thinnfeldia* (*Gleichenia*) *dubia* in diese Gruppe einbezogen werden (Mem. Geolog. Survey New-South-Wales 1890, T. XXVI, Fig. 3; uns. T. 15, Fig. 3), sowie *Thinnfeldia lancifolia* Morr. pro var. (uns. T. 16, Fig. 2 bis 4). Der Wedelaufbau der „*Thinnfeldia*“ *odontopteroïdes* und Verwandten entfernt diese Art weit von den echten *Thinnfeldien*, und sie wird aus noch anderen Gründen als Sondertyp anzusehen sein. Wie Stur unter den carbonischen *Sphenopteris*-Arten auf Grund des Wedelaufbaues die *Diplotmemen* ausgesondert hat (die er allerdings wieder zu weit faßte), und wie sich dies und die weitere Absonderung der ihrerseits wieder gut charakterisierten Sondertypen *Mariopteris* durch Zeiller und *Palmatopteris* durch Potonié als fruchtbar und zweckmäßig erwiesen hat, so muß auch dieser Typus durchaus von *Thinnfeldia* abgesondert werden, trotz der allgemeinen bis jetzt nach Feistmantels Vorgang gehandhabten Zurechnung zu *Thinnfeldia*.

Noch eine weitere Vergrößerung des Umfangs von *Thinnfeldia odontopteroïdes* ist Feistmantel zuzuschreiben. Er hat nämlich auch die in Mem. Geolog. Survey New-South-Wales l. c. T. XXIV und T. XXV, und T. XXVI, Fig. 1 (auch *Palaeontographica*, l. c. T. IX—XI; T. XVI, Fig. 1) dargestellten Typen hineingezogen (unsere T. 16, Fig. 1). Diese artgemäß mit dem eben vorher behandelten Typus der *Thinnf. odontopteroïdes* zu vereinigen, einer so monotypischen Art wie nur denkbar, scheint mir nicht möglich. Auf jeden Fall ist auf Grund des bekannten Materials dazu keinerlei Anlaß vorhanden. Übereinstimmend ist allein im ganzen die Form der Fiederchen und die Aderung. Dagegen weicht der l. c. *Palaeontographica*, T. X, Fig. 1 abgebildete Rest schon durch die

oben sichtbaren Zwischenfiedern, die weitere Differenzierung des Wedels ganz von *Thinnf. odontopteroïdes* (im obigen Sinne) ab; eine Gabelung des Wedels mag vorhanden gewesen sein, wie die Lage der zwei Wedelteile in der Figur vermuten läßt. Ähnlich diesem Rest, aber ohne Zwischenfiedern zeigt sich der T. IX 1. c. dargestellte Rest, der auch eine vollständige Gabel zeigt (unsere T. 16, Fig. 1). Dieser mag indes wohl mit dem vorgenannten zusammengehören, da bei diesem die Zwischenfiedern nur im oberen Teil auftreten, der leider auf T. IX nicht erhalten ist. Wiederum zeigt der Rest auf T. XI, Fig. 1 durchweg durch die Zwischenfiedern und die Größe der Fiedern etwas besonderes. Schließlich wäre noch das T. XVI (weiter vorn) abgebildete ebenfalls eine Gabel zeigende Stück zu erwähnen, das zwar keine Zwischenfiedern mit Sicherheit erkennen läßt (? Erhaltung), aber doch den Eindruck macht, als ob es wohl mit dem erwähnten Stücke auf T. IX usw. zu einem Typus gehören könnte. Auf jeden Fall muß der einfach gabelige Wedel der echten *Thinnfeldia odontopteroïdes* als Art für sich angesehen werden, und dies umsomehr, als an den anderen Fundpunkten (außerhalb Australiens), Süd-Afrika und Argentinien, noch nie die großen weiter differenzierten, eben besprochenen Wedelreste neben dem echten und so häufigen *Odontopteroïdes*-Typus gefunden sind.

Einzig Bedenken könnte bei meiner Auffassung die bereits nebenbei erwähnte Figur Feistmantels aus Australien erregen, die sich in den zitierten *Palaeontographica* (Suppl. III, Nr. III, 1878, p. 106, T. 15, 8; unsere T. 15, Fig. 3) und *Mem. Geolog. Survey N.-S.-Wales* findet (*Thinnfeldia* (*Gleichenia*) *dubia* Feistm.). Der Wedel des Restes zeigt den Aufbau von *Thinnf. odontopteroïdes* (einmalige Gabelung), die Einzelfiedern zeigen aber den Habitus von etwa *Thinnf. incisa* *Saporta* (mit Mittelader, die allerdings nach dem Text übertrieben ist!), einer echten *Thinnfeldia* im eigentlichen Sinne (S. 69). Ich würde auf die Aderung in unserem Falle das geringere Gewicht legen und auf den Wedelaufbau das größere, und demgemäß diesen Rest in die gleiche Gruppe mit *Thinnf. odontopteroïdes* bringen, wie auch die oben erwähnte *Thinnfeldia lancifolia*.

Man darf wohl überhaupt auf diesen in einem einzigen Exemplar gefundenen Rest („*nervis indistinctis*“) nicht allzuviel Wert legen. Immerhin kann man zugeben, daß dieser (und vielleicht auch *Thinnf. lancifolia*, unsere T. IV, Fig. 2—4) — ein Rest mit Fiedern von *Thinnfeldia*-Typus und Gabelung — als eine Art vermittelnder Typus zwischen der *Th. odontopteroïdes*-Gruppe und unseren europäischen stets ungegabelten

Thinnfeldien gelten könnte. Es ist mir jedoch gelungen, noch weitere Argumente für die Trennung von *Th. odontopteroïdes* s. str. von unseren europäischen Thinnfeldien beizubringen. In der Sammlung der Kgl. Geologischen Landesanstalt in Berlin befinden sich auch die Originale zu Feistmantels bereits zitierter Arbeit über die Karrooformation in den Abhandlungen der Kgl. Böhm. Ges. der Wissenschaften (1889, T. I bis IV; alle wohl nicht, ich habe dies nicht genauer kontrolliert), darunter auch das zu Fig. 4, T. I, das von Feistmantel übrigens ungenau wiedergegeben ist\*). Auf diesem befanden sich noch Kohlenreste, von denen es mir gelungen ist, Epidermispräparate anzufertigen (T. 15, Fig. 4). Der Vergleich mit den Epidermen der Thinnfeldien (T. 15, Fig. 1) lehrt nunmehr leicht, daß hier in der Tat ein anderer Typus vorliegt. Die Epidermiszellen von *Thinnfeldia*, wie sie schon Schenk bekannt gemacht hat, sind derb, dickwandig, mit geraden (nicht undulierten) Zellbegrenzungen, sehr deutlichen, (?stets) in Reihen stehenden Spaltöffnungen mit den schon von Schenk als besonders charakteristisch hervorgehobenen „Wallzellen“ in den auch als Ganzes dickwandigen Häuten. Die Epidermis der „Thinnf.“ *odontopteroïdes* zeigt einen ganz anderen Habitus: sie ist recht zart, dünnzellwandig, mit feingewellten Zellwänden, die Spaltöffnungen sind nicht gereiht, haben keinen „Wallzellen“-Ring und sind übrigens schwer zu sehen, indem bei der Zartwandigkeit der Zellen oft nur die schlitzartige Öffnung zwischen den Schließzellen wahrnehmbar ist. Wenn die Zartheit der Epidermiszellen zum kleinen Teil auch auf dem Erhaltungszustand beruhen könnte, so bleiben doch noch, wie der Vergleich unserer Figuren (T. 15, Fig. 1 und 4) zeigt, so große Differenzen in der Epidermisstruktur, wie z. B. die gewellten Zellwände, die „Wallzellen“ der Spaltöffnungen und deren Anordnung übrig, die ganz unzweideutig auf die Verschiedenheit der behandelten Typen hinweisen. Auch macht die ganze *Th. odontopteroïdes* und die zarte Kohlenschicht die die Blättchen hinterlassen haben, schon einen bedeutend zarteren Ein-

\*) Die Lage der Blätter auf dieser Figur könnte bei oberflächlicher Betrachtung den Gedanken erwecken, daß hier eine weiter differenzierte *Th. odontopteroïdes* vorliegt, dies ist aber nicht der Fall. Der Rest links ist das Fußstück einer Gabel (Blätter nach unten gerichtet!), die Feistmantel entgangen ist; ein kurzes Stück der Gabel ist auf dem Stück (nach unten gerichtet) noch vorhanden, Feistmantel hat es aber nicht mitgezeichnet. Daß das Blatt rechts in der Figur mit dem linken nichts zu tun hat, geht auch schon aus der verschiedenen Richtung der Blätter bei beiden Resten hervor. Rechts von dem rechten Blatt in der Figur befindet sich noch ein weiteres Blattpaar (von Feistmantel fortgelassen), offenbar zu einem Gabelstück gehörig. Der Blattrest auf der Figur rechts ist ohne die dazugehörige 2. Gabel erhalten.

druck als unsere robusten Thinnfeldien, und demgemäß wäre auch eine zartere Epidermis durchaus zu erwarten. Bei *Thinnfeldia odontopteroïdes* scheinen überdies die Spaltöffnungen auf beiden Epidermen gleichmäßig verteilt zu sein, während bei *Thinnfeldia rhomboïdalis* usw. sie auf der Unterfläche zahlreicher sind\*).

Bei dieser Sachlage schon wäre es geboten, die *Thinnfeldia* im heutigen Umfange in zwei Gruppen zu spalten, von denen die *Odontopteroïdes*-Gruppe einen neuen Namen erhalten müßte, als den ich **Dicroïdium** (von *διπρως*, zweispaltig und *εἶδος* Gestalt) vorschlage, mit der Rücksicht darauf, daß das ganze Wedelblatt einmal gegabelt ist. Sehr überraschend ist nun das geographische Verhalten der beiden Gruppen. Die gesamte *Odontopteroïdes*-Gruppe kommt ausschließlich im Gebiete der *Glossopteris*-Flora vor und muß daher — speziell *Dicroïdium odontopteroïdes* — als *Glossopteris*-Pflanze gelten; allerdings ist ja im Rhät, wo sie auftritt, nicht mehr viel von den eigentlichen *Glossopteris*-Typen zu spüren, sie muß daher genauer als Charakterpflanze der rhätischen Folgeflora der *Glossopteris*-Flora gelten. Andererseits liegt das Verhältnis mit *Thinnfeldia* in unserem Sinne genau umgekehrt: Sie ist eine Charakterpflanze des Rhät vom — sagen wir — europäischen Typus, die aber nur lokal in großen Mengen, wie in Franken aufgetreten zu sein scheint.

Die einzigen Reste, die auf das Vorhandensein des bei uns (südlich bis zum Kaukasus) bekannten *Thinnfeldia*-Typus gedeutet werden, sind, soweit ich die Literatur durchgesehen habe, zwei dürftige Restchen, auf Grund deren man auf eine Bestimmung verzichten sollte. Der eine ist die von Geinitz (a. a. O. 1876, T. I, Fig. 17) beschriebene *Thinnfeldia ? tenuifolia* H. B. Geinitz, der andere der von Seward (Ann. South-Afric. Museum, IV, 1, 1903, p. 57, T. VIII, Fig. 1) aus Südafrika angegebene dürftige Pflanzenrest, von ihm als *Thinnfeldia rhomboïdalis* Ettgsh. bestimmt. Dieser kann eher zu den von Szajnoch (Sitzungsber. kais. Akad. Wiss. Wien Bd. 97, 1888, I, p. 231, A. I, Fig. 5, 6, 7; unsere T. IV, Fig. 2—4) als *Thinnfeldia lancifolia* Morris (pro var.) angegebenen Typen gehören; sie schließen sich an *Thinnf. odontopteroïdes* nahe an, sind aber durch längere Fiedern und deutliche Mittelader von ihnen in typischen Stücken zu unterscheiden, wie ich

\*) Diese Verteilung der Spaltöffnungen würde vielleicht bei beiden Pflanzen darauf zu deuten sein, daß sie aus dem Wurzelstock oder Stamm herauskommend ziemlich aufrecht standen und so eine morphologische Blattunter- und Oberseite weniger zu unterscheiden war.

auch an einigen Resten aus Argentinien in der Geolog. Landesanstalt in Berlin sah. Übergänge zwischen beiden sind vorhanden, so daß vielleicht eine artgemäße Trennung nicht aufrecht zu erhalten ist. Daß auch *Thinnfeldia lancifolia* durch die gabeligen Stengel zu *Dicroïdium* gehört, zeigt die Abbildung bei Szajnocha l. c. T. I, Fig. 5 (unsere T. 16, Fig. 4). Bleibt also nur der unbrauchbare Rest bei Geinitz. Es ist hier jedenfalls so viel klar, daß auf Grund dieses mangelhaften Restes ganz unmöglich behauptet werden kann, daß unser europäischer *Thinnfeldia*-Typ in der Rhätflora der *Glossopteris*-Gebiete existiert habe; vielmehr weist alles auf das Gegenteil hin.

Praktisch erhalten wir das überraschende Faktum, daß *Thinnfeldia* auf das Rhät europäischen Typs sich beschränkt, aus der Flora der *Glossopteris*-Gebiete aber zu streichen ist.

Für die großen doppeltfiederigen Reste ist ihrerseits bei dem gabeligen Aufbau eine Annäherung an den von Zigno als *Dichopteris* bezeichneten Typus vorhanden (Zigno, *Flora Fossilis format. oolithicae* I, Livr. 4, 1867, p. 113 ff., T. XII, XIII ff.); ob die dahin gestellten odontopteroïdischen bis sphenopteridisch-odontopteroïdischen Formen jedoch alle gabelig verzweigt waren, ist fraglich, und außerdem fehlen ihnen die Zwischenfiedern (*Dichopteris microphylla* Zigno, die einzige fertile Art (l. c. T. XV, Fig. 5) dürfte wohl nicht mit völliger Sicherheit hierher zu bringen sein).

Alles in allem ist aber *Dichopteris* eine wenig gut umgrenzte Gattung. Schenk hat auch wohl kaum Recht gehabt, seine „*Dichopteris*“ *incisa* (*Flora der Grenzschichten* etc. 1867, p. 121, T. XXVIII, Fig. 5) bei *Dichopteris* unterzubringen, da es sich doch wohl nur um eine etwas abweichende *Thinnfeldia*-Form (*aff. decurrens* Schenk) handelt; auch seine *Dichopteris obtusiloba* gehört nicht zu diesem Typus (l. c. T. XXVIII, Fig. 9—11).

Eine weitere Verwirrung und Erweiterung des *Thinnfeldia*-Umfangs hat Seward\*) vorgenommen, dem man ebensowenig beistimmen kann, wie dem Feistmantel'schen Vorgehen; gegen die Ansichten Swards hat übrigens schon Salfeld (*Palaeontographica* LIV, 1907, p. 193/194) sich ablehnend ausgesprochen, und zwar gewiß mit vollem Recht. Seward vereinigt nämlich in seiner *Jurassic Flora* (Part. II, 1904, p. 27 ff.) noch die bisher meist als Sondertypen aufgefaßten mesozoischen Gattungen *Cycadopteris* (Zigno, *Flora format. oolithicae*, Vol. I, livr. IV, 1867, p. 151 ff.) und *Lomatopteris* Schimper (*Traité Pal. végétale*, I, 1869, p. 472, T. XLV), letztere von Schimper als auch *Cycadopteris* Zigno in sich

\*) Die von Fontaine (*Potomac or younger mesozoic Flora* 1889, p. 110 ff., t. 17, 18) zu *Thinnfeldia* gerechneten Formen gehören selbstredend gar nicht dazu, wie schon Zeiller bemerkte.

begreifend gedacht. Während man über die Vereinigung von *Cycadopteris* und *Lomatopteris*, die ja auch schon Schimper vorgenommen hatte, in der Tat im Zweifel sein kann\*), ist nach meiner Ansicht die Vermengung mit *Thinnfeldia* im bisherigen wie im obigen Sinne ein Mißgriff. Bei *Thinnfeldia* ist noch niemals jene Berandung beobachtet worden, die für *Lomatopteris* und *Cycadopteris* so typisch ist. Eine zweimalige Fiederung, wie sie bei *Lomatopteris* die Regel bildet, ist bei *Thinnfeldia* unbekannt und ebenso auch das Auftreten von Zwischenfiedern. Auch das geologische Vorkommen der Typen ist verschieden. Während *Thinnfeldia* eine vorwiegend rhätisch-liassische Gattung ist, ist *Lomatopteris* für den weißen Jura charakteristisch, und *Cycadopteris* nimmt eine Mittelstellung zwischen beiden ein. Seward geht sogar soweit, daß er *Odontopteris jurensis* Kurr (allerdings mit ?), *Cycadopteris Brauniana* und *heterophylla* Zigno (diese ohne ?), mit „cf.“ auch *Thinnfeldia lancifolia* Szajnocha (wie oben gezeigt, zum *odontopteroïdes*-Typ gehörig) der Art nach mit *Thinnfeldia rhomboidalis* identifiziert! Merkwürdigerweise rechnet er aber auch noch den von ihm (l. c. 1904, p. 34, Fig. 2) abgebildeten Rest dahin, der nach der Abbildung m. E. nur als ein *Ctenopteris*-Rest aufgefaßt werden kann, wie man sich durch Vergleich mit Swards eigener Abbildung von *Ctenopteris cycadea* (l. c. T. III) überzeugen kann.

Übersichtlich seien hier noch einmal die Unterschiede zwischen *Thinnfeldia* und *Dicroïdium* zusammengestellt; die anatomischen Merkmale sind allerdings bisher nur von *Dicroïdium odontopteroïdes* selbst bekannt, nicht von den anderen Arten der Gruppe, die sich bei der ganzen Sachlage aber wohl analog verhalten werden.

<b>Thinnfeldia</b>	<b>Dicroïdium</b>
Wedel einfach, meist einmal gefiedert (in einem Falle ungefiedert, in einem anderen die Fiedern mit Beginn von Fiederung: <i>Thinnf. incisa</i> Saporta, sonst stets ganz)	Wedel stets einmal gegabelt; jeder Gabelteil meist einfach, selten zweifach gefiedert
Aderung alethopteridisch, selten mit Hinnneigung zur odontopteridischen	Aderung odontopteridisch, selten alethopteridisch.

\*) Die Unterschiede bestehen hier in den starken, dicken Seitenadern bei *Cycadopteris* und in dem Vorhandensein von Zwischenfiedern bei *Lomatopteris*, die bei *Cycadopteris* wenigstens in dem Maße nicht vorhanden zu sein scheinen. Beiden gemeinsam ist die Berandung der Fiedern.



<b>Thinnfeldia</b>	<b>Dicroïdium</b>
Epidermis dick	Epidermis zart.
Zellwände der Epidermis gerade (nicht unduliert), dick	Zellwände der Epidermis deutlich unduliert, zart.
Spaltöffnungen mit „Wallzellen“. Spaltöffnungen in Reihen (? stets).	Spaltöffnungen ohne „Wallzellen“. Spaltöffnungen unregelmäßig verteilt.
Im Gebiet des nördlichen Rhät vorkommend (Schweden, Franken, Frankreich, Ungarn, Kaukasus).	Nur im Rhät der Glossopteris-Gebiete, hier meist häufig. (Bisher Argentinien, Südafrika, Australien, Ostindien, (? spärlich).

Demgemäß würden folgende Arten bei *Thinnfeldia* bleiben\*):

1. *Thinnfeldia rhomboïdalis* Ettingsh. (T. 13, Fig. 3; T. 15, Fig. 2 vielleicht besondere Art).
2. *Thinnfeldia decurrens* Schenk,
3. *Thinnfeldia obtusa* Schenk,
4. *Thinnfeldia saligna* Schenk.
5. *Thinnfeldia major* Raciborski (T. 14, Fig. 3),
6. *Thinnfeldia rotundata* Nathorst (Taf. 14, Fig. 1),
7. *Thinnfeldia Nordenskjöldi* Nathorst (T., 14 Fig 2.),
8. *Thinnfeldia incisa* Saporta (T. 13, Fig. 2),
9. *Thinnfeldia speciosa* Ettingshausen (T. 13, Fig. 1).

Zu *Dicroïdium* würden kommen:

- Dicroïdium odontopteroïdes* Morris sp. (T. 16, Fig. 5),  
*Dicroïdium lancifolium* Morr. pro var. (T. 16, Fig. 2—4).

Für die großen doppeltgefiederten Reste, die Feistmantel aus Australien beschrieben hat, die allerdings möglicherweise noch verschiedene Arten umfassen, würde ich vorläufig als Gesamtart

*Dicroïdium Feistmanteli* n. sp. vorschlagen (T. 16, Fig. 1). Ferner:  
*Dicroïdium dubium* Feistm. sp. (T. 15, Fig. 3).

\*) Ob alle diese Arten als solche festzuhalten sind, ist eine andere Frage, der ich in der Gesamtbearbeitung der Nürnberger Rhätflora, soweit möglich und nötig, näher treten werde.

Auf die tabellarische Zusammenstellung der Unterschiede zwischen *Lomatopteris*, *Cycadopteris* und *Thinnfeldia* glaube ich verzichten zu können, da hier nach den vorherigen Erläuterungen m. E. die Sachlage klar genug ist.

Schließlich wären noch einige Worte über die systematische Stellung von *Thinnfeldia* und *Dicroïdium* zu sagen. Ettingshausen und Andrae hielten sie für vergleichbar mit Coniferenzweigen, wie *Albertia* und *Phyllocladus*, Braun hielt sie für Farne; Schenk hielt sie anfangs wegen der Epidermisstruktur und der Ähnlichkeit mit *Stangeria*-Blättern für Cycadophyten, später in seiner Monographie aber wieder eher für Farne. Dieser letzteren Meinung scheinen sich auch die meisten Autoren angeschlossen zu haben und dies um so mehr, als Raciborski (Flora kopalna 1894 p. 63ff., T. XIX, Fig. 11a, 12b; T. XX, Fig. 1, 2; Text mir, weil tschechisch, leider unverständlich) speziell Sporangien von Marattiaceenhabitus gefunden zu haben glaubte. Zunächst möchte ich bemerken, daß nach meiner Ansicht in den Krakauer Thinnfeldien eine andere Art als *rhomboidalis* vorliegen dürfte, da die Abbildungen von Raciborski entschieden einen anderen Formenkreis repräsentieren als die Steierdorfer und fränkischen *rhomboidalis*-Formen, auf jeden Fall aber eine eigentliche *rhomboidalis*-Form unter den Krakauer Exemplaren nicht vorhanden zu sein scheint. Ferner dürfte es wohl bei der mit Sporangien dargestellten *Thinnfeldia* (T. XX, Fig. 1, 2, auch von Zeiller in seine *Elements de paléobotanique* übernommen) wohl noch nicht feststehen, daß es sich um eine *Thinnfeldia* handelt; der strikte Nachweis hierfür wäre allerdings um so interessanter. Unter den Hunderten von Thinnfeldien bei Nürnberg und in Franken überhaupt ist nie eine Spur eines Sporangiums gefunden worden, und dies ist recht verdächtig. Höchst bedauerlich ist, daß Raciborski in seiner so bedeutungsvollen Arbeit nicht ein allgemein verständliches Resumée oder ein solches wichtiger Stellen gegeben hat, damit man sich über das Nähere im Text unterrichten kann. Die Bildungen auf den Figuren l. c. T. XIX, Fig. 11a, 12b sind wohl als Pilze anzusehen und auch Raciborski spricht im Text von Sphaeriaceen. In Wahrheit liegt die Sache also so, daß man immer noch über die systematische Stellung kein definitives Urteil abgeben kann; das Äußere ist zwar am ehesten farnartig, aber Gewisses ist dadurch nicht von ferne gewonnen. Aus diesem Grunde ist es auch sehr von Vorteil, daß der Name *Thinnfeldia* nicht eine anticipierende Endung wie *-pteris* usw. trägt, sondern völlig indifferent ist, und daß dies auch bei dem ebenfalls bisher in seiner systematischen Stellung dunkeln *Dicroïdium* der Fall sei, darauf habe ich bei der Wahl des Namens besonders gesehen.

Bezüglich der Umgrenzung der Arten von *Thinnfeldia* füge ich schließlich noch hinzu, daß diese wie schon aus dem vorigen zum Teil zu entnehmen sein dürfte, bei einigen Typen großen Schwierigkeiten begegnet, und daß, wie das ja auch bei anderen schwierigen fossilen Pflanzengruppen (z. B. vielen Sigillarien, den rhätischen Nilssonien) der Fall ist, vielfach einzelne Reste zur sicheren Bestimmung und zur Gewinnung eines Urteils über den Umfang der Arten in keiner Weise ausreichen, so auch hier unbedingt ein möglichst großes Material eingesehen werden muß, ohne das man zu einem maßgebenden Urteil nicht gelangen kann.

•





Tafel 13.

Fig. 1. **Thinnfeldia speciosa** Etingsh. Lias: Steierdorf (Kärnten)

Copie nach Abhandl. K. K. Geolog. Reichsanst. I, 1852, Abt. III, No. 5,  
t. I, Fig. 8.

Fig. 2. **Thinnfeldia incisa Saprota** Lias: Hettanges (Moselle)

Copie nach Saprota, Paléontologie française, I, 1873, t. 42, Fig. 1

Fig. 3. **Thinnfeldia rhomboïdalis** Etingsh. Lias: Steierdorf (Kärnten)

Copie nach Abhandl. K. K. Geolog. Reichsanst. I. c. t. I, Fig. 5.



Tafel 14.

Fig. 1. **Thinfieldia rotundata** Nathorst. Rhät: Bjuf (Schonen).

Copie nach Nathorst, Floran vid Bjuf III, 1886, t. XIX, Fig 8.

Fig. 2. **Thinfieldia Nordenskjöldi** Nathorst. Rhät: Palsjö (Schonen).

Copie nach Nathorst, växter vid Palsjö, 1876, t. VI, Fig. 4.

Fig. 3. **Thinfieldia major**, Raciborski.

Unt. Jura: Grojec (Galizien).

Copie nach Racib., Flora Kopalna 1894, t. 21, Fig. 6.





Tafel 15.

Fig. 1. Unter-Epidermis von **Thinnfeldia rhomboïdalis** Ettingsh.  
Rhät: Ziegelei Wolfshöhe b. Rollhofen (Nürnberg).

Spaltöffnungen in Reihen geordnet und mit dem Kranz von „Wallzellen“.  
(Vergr. ca. 300 ×). Phot. W. Gothan.

Fig. 2 **Thinnfeldia rhomboïdalis** Ettingsh. nach Raciborski,  
wohl aber besondere Art. (S. 79). Unt. Jura von Grojec (Galizien).  
Copie nach Raciborski, l. c., t. XIX Fig 15.

Fig. 3. **Dicroïdium dubium** Feistmantel sp. (*Gleichenia dubia*  
Feistm.). Rhät: Australien.

Copie nach Feistmantel, Palaeontogr. Suppl. III, 2, 1879,  
t. IX (XXVII), Fig. 1.

Fig. 4. Epidermis von **Dicroïdium odontopteroides** Morris sp.  
(*Thinnfeldia odont. auct.*). Rhät: Stormberg (S. Afrika).

Von dem Original zu Feistmantel, Abhandl. Kgl. Böhm. Akad. Wiss. 1889,  
I, Fig. 4 entnommen. (Vergr. ca. 300 ×). (Leider ist das Präparat wenig  
kontrastreich und daher die Photographie nur mäßig; man erkennt aber die  
undulierten Zellenwände und oben 2 Spaltöffnungen ganz deutlich. Fig. 1 u.  
4 ohne Retouche.

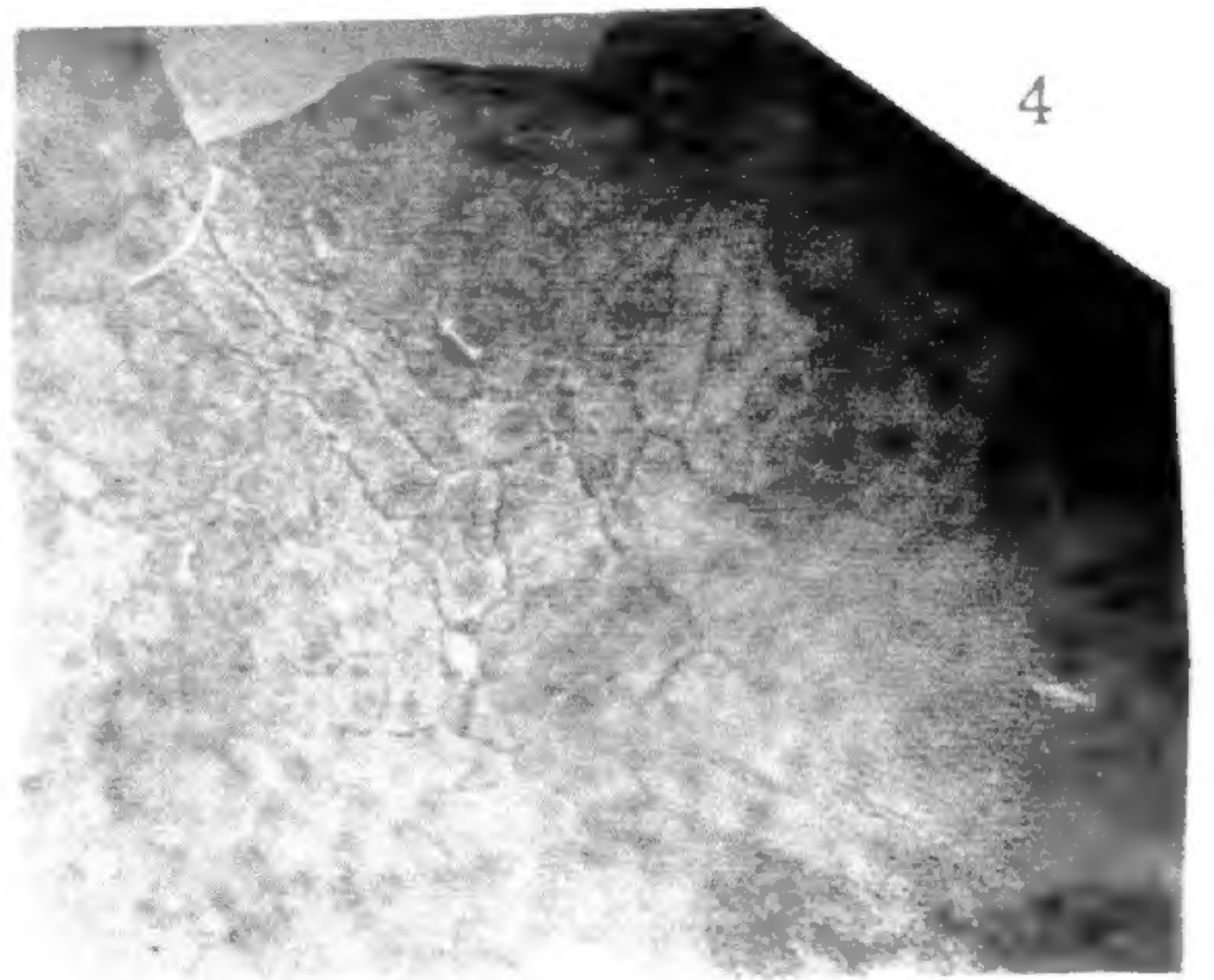
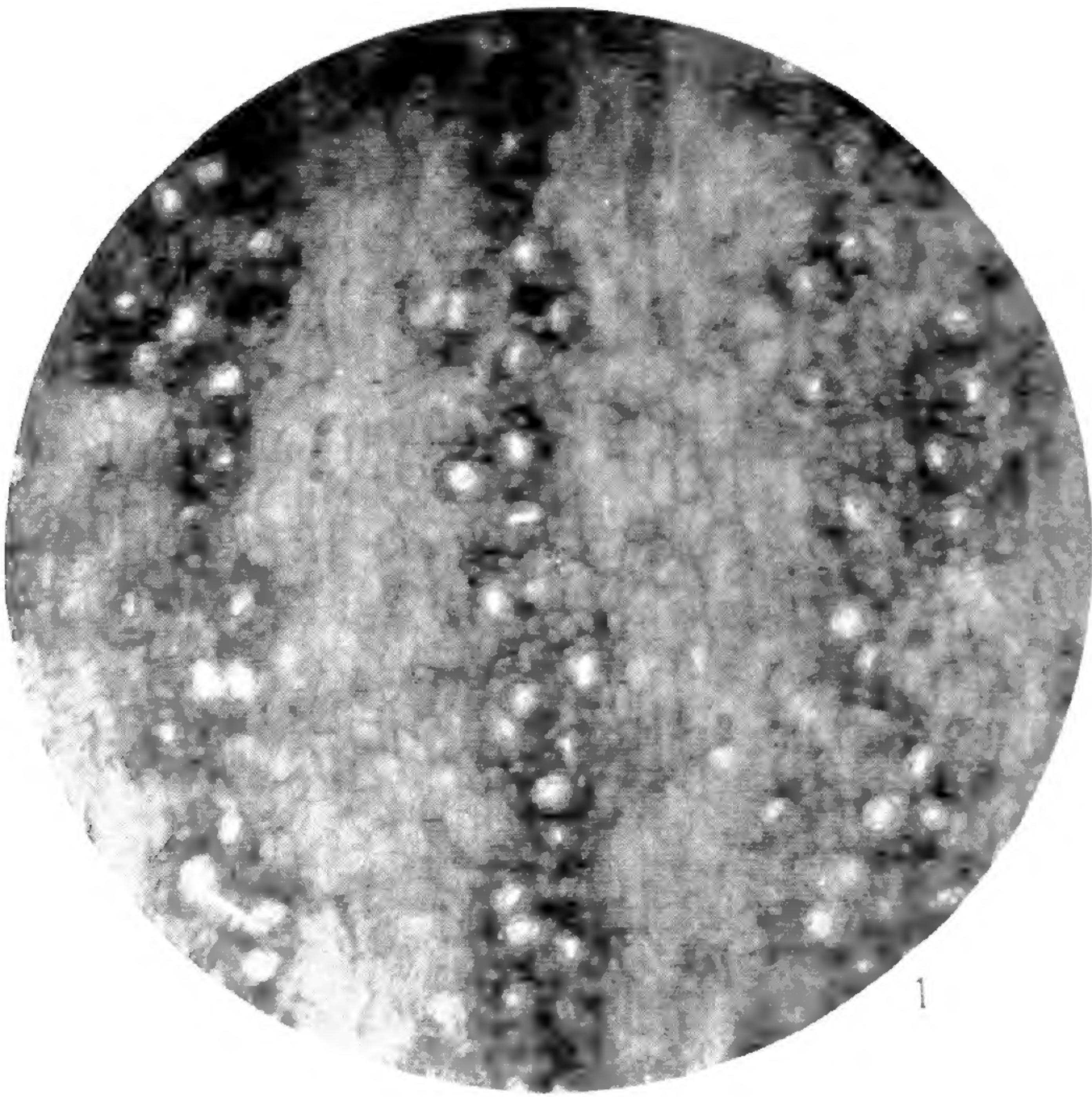


Fig. 1. **Dicroïdium Feistmanteli** n. sp. (*Thinnfeldia odontopteroides* bei Feistm.). Rhät: Australien.

Copie nach Feistmantel, *Palaeontogr. I. c.* 1879, t. IX (XXVII) Fig. 1, (unterer Teil).

Fig. 2—4. **Dicroïdium lancifolium** Morr. (pro. var)  
Rhät: Argentinien (Cacheuta).

Copien nach Szajnocha, *Sitzgsber. Wien. Akad. Wiss.* Bd. 97, 1889, t. I, Fig. 5—7. Fig. 3 mit Andeutung der Gabelung. Fig. 4 mit sichtbarer Gabelung. Die Art ist vielleicht nur Form der folgenden.

Fig. 5. **Dicroïdium odontopteroides** Morris sp. (*Thinnfeldia odontopteroides* auct.). Rhät: Südafrika (Stormberg). Nach Potonié.

Das Stück ist nach einem der Feistmantelschen Stücke zu *Abhandl. Kgl. Böhm. Akad. Wiss.* 1889 gezeichnet. Typisches Stück der Art.

