

Pollenanalytische Untersuchungen an zwei Schwarz- waldhochmooren.

Von

Peter Stark.

Mit 2 Abbildungen im Text.

Es ist eine bekannte Erfahrungstatsache, daß die derzeitigen Bewaldungsverhältnisse des höheren Schwarzwalds keineswegs dem ursprünglichen Zustand entsprechen. Die Fichte, die auf weite Strecken das Landschaftsbild bestimmt, ist erst durch forstliche Eingriffe zu solcher Herrschaft gelangt. So besagen noch Nachrichten aus dem Beginn des vorigen Jahrhunderts, daß vielfach alte, vermoderte Eichenstümpfe am Grunde des Fichtenwalds anzutreffen sind (Bühler [5]). Daß im Mittelalter das Verhältnis zwischen Laub- und Nadelwald zugunsten des ersteren verschoben war, hat Hausrath durch seine bekannte Analyse der Orts- und Flurnamen wahrscheinlich gemacht und das damalige Verbreitungsbild durch eine Kartenskizze rekonstruiert (12). Später hat dann Hoops die Tragweite dieser Folgerungen angezweifelt (17), indessen gibt es eine solche Fülle urkundlicher Belege, die nach derselben Richtung weisen, daß an der Richtigkeit dieser Vorstellungen nicht mehr gezweifelt werden kann. So hat Feucht Daten gesammelt, die darauf hindeuten, daß im nördlichen Schwarzwald Eichenbestände bis ins Innere des Gebietes hineingriffen (8). All diese Dinge haben an verschiedener Stelle eine zusammenfassende Darstellung erfahren (Hausrath [15, 16], Oltmanns [21]), so daß hier nicht auf Einzelheiten eingegangen werden soll. Nur über das Feldberggebiet, auf das sich auch die folgenden Untersuchungen erstrecken, mag ein kurzer Bericht von Hausrath angeführt werden (zit. 15): »Am Feldbergmassiv sind die Süd- und Westhänge noch im 19. Jahrhundert bis zur Höhe des Blauens vor-

wiegend mit Buchen bestockt gewesen; selbst bei Todtmoos zeigt sich diese der Tanne im Jugendwachstum so sehr überlegen, daß eine Nachhilfe bei den Reinigungen für deren Erhaltung nötig wird. Erst in der Region über 1100 m gewinnt die Fichte die Oberhand, ohne doch die Buche ganz verdrängen zu können. Der Ostabfall des Feldberggebiets trägt allerdings heute überwiegend Fichten mit Tannen und Kiefern, aber auch hier ist die Buche vor 100 Jahren nachweisbar stärker vertreten als heute, sie ist durch den Übergang zur Kahlschlagwirtschaft sehr zurückgedrängt worden. Dazu kommt die Überführung ausgedehnter Allmendweiden in Wald, die ausschließlich dem Nadelholz Gewinn brachte. Denn bei Aufforstungen ist die Buche so gut wie nie angewendet worden, und auch wo man der Natur die Bestockung überließ, gewannen Fichte und Kiefer dank ihres leichteren Samens einen gewaltigen Vorsprung.«

All diese Angaben beziehen sich — geologisch betrachtet — auf die jüngste Vergangenheit. Weiter zurück greifen die Befunde an Mooren. Auch hierüber finden sich schon vereinzelte Beobachtungen in der Literatur zerstreut. Bühler (5) erwähnt das Auftreten von Laubholz am Grunde mancher Moore. Rösler berichtet über Eichenreste im Schwenninger Ried, dessen Umgebung schon zu Röslers Zeiten (18. Jahrhundert) reinen Nadelholzcharakter trug (Rösler [24], Schlenker [26]). Diese Fundstelle fällt freilich schon etwas aus dem Rahmen des Schwarzwaldes heraus. Ich selbst fand mehrfach Eichenholz im Hirschenmoor bei Höllsteig, ebenfalls in derzeitigem Nadelholzgebiet (33). Zu diesen Holzbefunden gesellen sich solche von Pollen. Aus meiner früheren Arbeit über die badischen Moore (33) seien folgende Angaben hierhergestellt:

Hirschenmoor (880 m) Pollen von *Fagus*, *Quercus* und *Tilia*.

Hinterzartener Moor (895 m) Pollen von *Tilia*.

Wilde Hornsee (910 m) Pollen von *Tilia*.

Die beiden ersten Fundpunkte gehören dem südlichen, der letzte dem nördlichen Schwarzwald an, auf den sich auch die Angaben von Hausrath (13) über das Breitlohmiß an Kaltenbronn (970 m) beziehen. Hier zeigte sich neben dem Pollen von Nadelholz am Grunde des Moores auch solcher von *Quercus* und *Fagus*.

Meine früheren Aufzeichnungen besaßen einen mehr summarischen Charakter. Es schien indessen verlockend zu sein, diesen Dingen mehr im einzelnen nachzugehen. So begann ich schon vor 3 Jahren in Übereinstimmung mit der mir damals noch unbekanntem pollenanalytischen Methode Pollenzählungen in den verschiedenen Proben durchzuführen, um mir eine Vorstellung von der prozentualen Zusammensetzung der Wälder in den verschiedenen Entwicklungsphasen zu verschaffen. Diese von L. von Post in die Wissenschaft eingeführte Methode ist inzwischen so bekannt geworden, daß hier auf Einzelheiten nicht eingegangen zu werden braucht (22). Eine kritische Würdigung ihrer Tragfähigkeit findet sich vor allem bei Erdtman und ganz neuerdings bei Malmström (6, 19).

Die pollenanalytische Methode ist sicher dazu berufen, unsere Vorstellungen über die Schwankungen des postglazialen Klimas ganz besonders zu vertiefen; außerdem gibt sie, wenn das Beobachtungsnetz mehr und mehr erweitert wird¹, die Möglichkeit, die Refugien der einzelnen Baumarten während der Eiszeit selbst festzulegen. So ist es zu begrüßen, daß, nachdem einmal Schweden führend vorangegangen ist, nunmehr auch Mitteleuropa in Angriff genommen wird. Es liegen bisher schon einschlägige Untersuchungen über Böhmen (Rudolph und Firbas [25]), über die Ostalpen (Firbas [9]), über das badische Bodenseegebiet (Stark [34]), sowie über Oldenburg und Hannover (Erdtman [7]) vor und weitere Gebiete (z. B. Oberschwaben) sind in Arbeit. Der Schwarzwald dagegen stellt noch vollständiges Neuland dar. So soll denn im folgenden über die Beobachtungen an zwei Mooren des südlichen Schwarzwalds berichtet werden, wobei ich mir breiter angelegte Untersuchungen über das Gebiet vorbehalte.

I. Das Hinterzartener Moor.

Die topographischen Verhältnisse des Hinterzartener Moors sind schon in meiner früheren Arbeit behandelt. Es liegt in 895 m Höhe auf der Wasserscheide zwischen Wutach und Dreisam eingezwängt zwischen Moränen, die der letzten Eiszeit

¹) Entsprechend der vorbildlichen graphischen Methode, die L. von Post in seiner jüngsten Arbeit für Südschweden durchgeführt hat (23).

entstammen. Die größte Mächtigkeit beträgt an den bis zur Basis reichenden Aufschlüssen 3 m, doch ist hervorzuheben, daß die Sohle nicht horizontal verläuft und daß die tiefsten Stellen noch keineswegs bloßgelegt sind. Meine pollenanalytischen Untersuchungen bezogen sich auf eine Stichfläche vom Ostrande des Moors in der Nähe der Torfhütte. Die Mächtigkeit betrug hier gegen 3 Meter. Das Profil war von unten nach oben folgendes:

a) Moräne.

b) Bruchwald (Betuletum) mit viel Birkenholz; dazwischen Rhizome von Schilf und Seggen, Samen von Fieberklee, Sporen von *Aspidium Thelypteris* und *Sphagnum*, Hypnumblätter, Algen (eine *Nitella*-Zygote, Schalen von *Cosmarium Scenedesmus* und *Staurastrum Dickei*; *Pediastrum integrum*) und an tierischen Resten *Diffugia constricta*, *Notaspis lacustris* und *Rhabdocoeliden*).

c) *Arundinetum* (Schilftorf) mit massenhaften Schilfrhizomen; ferner vereinzelt *Betula*holz, Epidermis von *Carex*, Sporen von *Aspidium* und *Sphagnum*; *Pediastrum integrum*.

d) *Scheuchzerietum*; dominierend Rhizome von *Scheuchzeria*; vereinzelt solche von *Phragmites* und *Eriophorum vaginatum*; spärliches Kiefernholz; Samen des Fieberklee; Blätter von *Andromeda*. Pollentetraden von *Vaccinien*; Hypnumblätter, *Sphagnum*sporen und an tierischen Resten: *Notaspis lacustris*, *Ditrema flavum* (»Hochmoortönnchen«) und *Rhabdocoeliden*.

e) *Waldtorf* mit viel Holz von Kiefer, Birke und Fichte; viele Zapfen von *Pinus montana*. Rhizome von *Eriophorum vaginatum*; Pollentetraden von *Vaccinien*; vereinzelt *Sphagnum*blätter; Sporen von *Lycopodium inundatum*; ein Gehäuse von *Diffugia lobostoma*.

f) *Sphagneto-Eriophoretum*: Hauptmasse *Sphagnum*stämmchen und Rhizome von *Eriophorum vaginatum*; vereinzelt *Pinus*holz; *Menyanthes*samen und Pollentetraden von *Vaccinien*; Hypnumblätter; an tierischen Resten *Centropyxis aculeata*, *Ditrema flavum* und *Notaspis lacustris*.

Diese Schichtfolge weicht von dem üblichen Verlandungsschema dadurch ab, daß wir am Grunde die Sukzession *Betuletum* → *Schilftorf* und oben *Waldtorf* → *Sphagneto-Erio-*

phoretum haben, was beides eine Unstetigkeit in der Entwicklung andeutet.

Wenden wir uns nun dem Pollenbefund zu. Aus dem vorstehend geschilderten Profil wurden 8 Proben entnommen, von unten an gerechnet aus 0,0 — 0,1 — 0,3 — 0,5 — 1,0 — 1,5 — 2,0 und 2,5 m Höhe über dem Moränengrund. Jede dieser Proben wurde unter dem Mikroskop pollenanalytisch behandelt und 500 bis 1000 Pollenkörner abgezählt. Die Ergebnisse sind in Tab. I und Abb. 1 niedergelegt. In Tab. I sind die für jede Baumgattung gefundenen Pollenzahlen in Prozenten angegeben, jedoch wurden nach dem Vorgang der schwedischen Forscher die Corylusprocente besonders für sich berechnet; die übrigen Prozente beziehen sich auf die Pollensumme abzüglich Corylus, ergeben also zusammen die Summe 100, wozu dann Corylus noch hinzukommt. Diese Handhabung hat sich deshalb als nützlich erwiesen, weil der Coryluspollen manchmal so sehr dominiert, daß das übrige Verteilungsbild verwischt wird, und weil die Hasel außerdem nicht zu den gewöhnlichen Baumkonstituenten des Waldes, sondern zu der Untervegetation zu rechnen ist.

Ein Blick auf Tab. I zeigt, daß das Waldbild von Stufe zu Stufe sehr starken Schwankungen unterliegt. In der Grundprobe (Betuletum) ist ein Maximum der Hasel zu verzeichnen (44,7%), dem sich die Linde mit 26,0% anschließt; darauf folgt die Birke mit 20,4%, die Erle mit 15,5%, die Kiefer mit 13,8% und die Eiche mit 13,0%. Alles übrige liegt unter 5%. Rechnet man — wiederum nach schwedischem Vorbild — Ulme, Linde und Eiche als Eichenmischwald zusammen, dann erhält man hierfür 42,3%. In der Probe aus 0,1 m ist schon eine deutliche Verschiebung erkennbar. Die Hasel ist auf 35,0% gefallen, die Linde auf 31,3% gestiegen, so daß sie an führender Stelle steht, und mit ihr gleichzeitig die Eiche auf 15,7 und die Erle auf 10,8, die sich damit an die dritte Stelle emporgearbeitet hat; auch die Tanne ist ein wenig gestiegen (auf 7,7%), während Kiefer und Birke gleichmäßig sinken. Wir stehen im Maximum des Eichenmischwaldes, der hier 48,9% aufweist, also fast die Hälfte des Pollens der Waldbäume ausmacht.

In der Probe aus 0,3 m macht sich ein ganz gewaltiger Umschlag bemerkbar. Sehr erheblich gesunken sind die Hasel

Tab. I. Hinterzarterer Moor.

Niveau	0,0 m	0,1 m	0,3 m	0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m	2,5 m
Charakter des Torfs	Betuletum	Arun-dinetum	Scheuchzerietum			Wald-torf	Sphagneto-Eriophoretum	
Pinus	13,8	10,3	0,6	2,1	10,1	20,1	7,4	14,8
Betula	20,4	8,6	2,0	2,9	4,0	5,0	1,5	0,7
Salix	1,4	2,4	1,0	1,0	0,6	0,3	0,5	0,5
Corylus	44,7	35,0	3,6	0,2	0,8	0,9	0,3	0,3
Tilia	26,0	31,3	0,4	0,3	1,3		0,5	0,1
Ulmus	3,3	1,9	0,2	0,2	0,6	0,1	0,6	
Quercus	13,0	15,7	7,2	7,1	2,1	1,1	1,7	0,9
Fraxinus	0,2	0,6						
Alnus	15,5	20,8	1,2	1,6	2,6	1,1	1,7	0,5
Acer				0,5	0,1	0,3	0,2	0,2
Abies	4,4	7,7	69,8	70,7	57,9	36,0	32,8	27,0
Picea	1,7	0,4	3,4	1,0	0,9	10,1	15,6	28,8
Fagus	0,2	0,2	14,2	12,3	19,7	25,7	36,9	26,5
Carpinus				0,2	0,1	0,1	0,6	
Pollenzahl	524	629	518	1000	1000	1000	1000	1000

(auf 3,6%), die Linde (auf 0,4%) und die Erle (auf 1,2%); weniger stark die Eiche, die mit ihren 7,2% sich von all diesen Bäumen allein noch über 5% erhebt. Auch Birke und Kiefer sind unter diesen Betrag herabgesunken. Dafür ist die Tanne auf 69,8% emporgeschnellt, und die Buche tritt zum erstenmal mit stärkerer Vertretung (14,2%) hervor. In 0,5 m ergibt sich eine fast identische Zusammensetzung. Die Probe aus 1,0 m bedeutet einen Wendepunkt: der Tannepollen, der in 0,5 m mit 70,7% sein absolutes Maximum erreicht hat, sinkt auf 57,9%; mit der Eiche fällt der letzte Baum des Eichenmischwalds auf den unbedeutenden Betrag von 2,1% herab; Hasel, Linde, Ulme, Eiche und Erle, die ehemals eine so große Rolle spielten, übersteigen im folgenden selten 1%, dafür steigt die Buche weiterhin an (auf 19,7%) und auch bei der Kiefer, die in 0,2 m ein Minimum mit 0,6% erreichte, macht sich eine gegenläufige Phase bemerkbar. Dies führt dahin, daß die Pinuskurve in 1,5 m (im Waldtorf!) einen zweiten Gipfel erreicht. Hier ist die Tanne weiterhin gesunken (auf 36%) und sie behält auch fürder diese absteigende Tendenz bei. Die Buche setzt ihren Anstieg fort und erreicht 25,7%, die Fichte folgt ihr nun mit deutlicher Phasenverschiebung nach. Über den weiteren Verlauf ist noch zu sagen, daß die Kiefer wieder

etwas zurückpendelt, die Buche in 2,0 m ihr absolutes Maximum erreicht, die Tanne überholt und damit der stärkst vertretene Baum ist, und daß schließlich in 2,5 m die Tanne in den Kulminationspunkt tritt, während Fichte und Buche um ein wenig hinter ihr zurückstehen.

Alle diese Dinge treten noch schärfer hervor beim Anblick der Abb. 1, die auf Grund der Zahlenwerte der Tab. I konstruiert ist. Dabei wurden freilich einige Vereinfachungen vorgenommen. Zunächst wurden einmal bloß die Hauptholzarten herausgegriffen; dann wurden Linde, Ulme und Eiche zum Eichenmischwald vereinigt, wobei die Linde bei ihrer ganz besonderen Bedeutung noch einmal einzeln zur Darstellung gelangte. Schließlich wurden alle Beträge unter 2⁰/₁₀ weggelassen, weil sie nur das Bild verwirren, ohne besonders bezeichnend zu sein. Die Kurven beginnen und enden also bei 2⁰/₁₀. Weiterhin verdient noch erwähnt zu werden, daß die Probe aus 0,3 m bei ihrer völligen Übereinstimmung mit jener aus 0,5 m nicht mit einbezogen, die Probe aus 0,1 m aber äquidistant zwischen jener aus 0,0 m und 0,5 m eingeschoben wurde, was zwar den räumlichen Verhältnissen im Profil widerspricht, aber aus Gründen der Klarheit des Kurvenverlaufs bei der Darstellung wünschenswert erschien.

Überblicken wir die gesamten Verhältnisse, dann lassen sich aus dem Hinterartener Profil folgende Phasen herauschälen:

1. Die Phase der Hasel und des Eichenmischwalds mit besonders starker Vertretung der Linde; hier erhebt sich auch die Erle zu beträchtlichen Werten; diese Phase umfaßt das Betuletum und das sehr wenig mächtige Arundinetum.

2. Die Phase der Tanne, in der die früher herrschenden Elemente bis zu fast völligem Verschwinden zurücktreten, während sich der Buchenanstieg schon bemerkbar macht; es ist dies gleichzeitig die Domäne der Scheuchzeria.

3. Die Phase der Tanne, Buche und Fichte, die sich im letzten Teil deckt mit dem Sphagneto-Eriophoretum. Das Maximum wandert hier von der Tanne über die Buche zur Fichte; man könnte also noch untergliedern, indessen sind die Ausschläge nicht sehr stark und wiederholen sich im folgenden Notschreiprofil nicht in genau der gleichen Weise.

Zwischen der reinen Tannen- und der Fichten-Buchen-Tannenphase ist ein Stadium eingeschaltet, in dem auch die Kiefer zu stärkerer Vertretung gelangt (20,1 0/0)¹. Dieses Stadium läuft zusammen mit dem Waldtorf und bildet möglicherweise ein Äquivalent zum Grenzhorizont.

Es ist von Bedeutung, die letzte Phase (2,5 m) mit der Gegenwart zu vergleichen. Derzeit tritt uns das Moor auf weite Strecken in dem Zustand des Hochmoorwaldes gegenüber. Es war offenbar das Stadium von 1,5 m, wo die Bergkiefer, die jetzt das Bild beherrscht, auf dem Moore

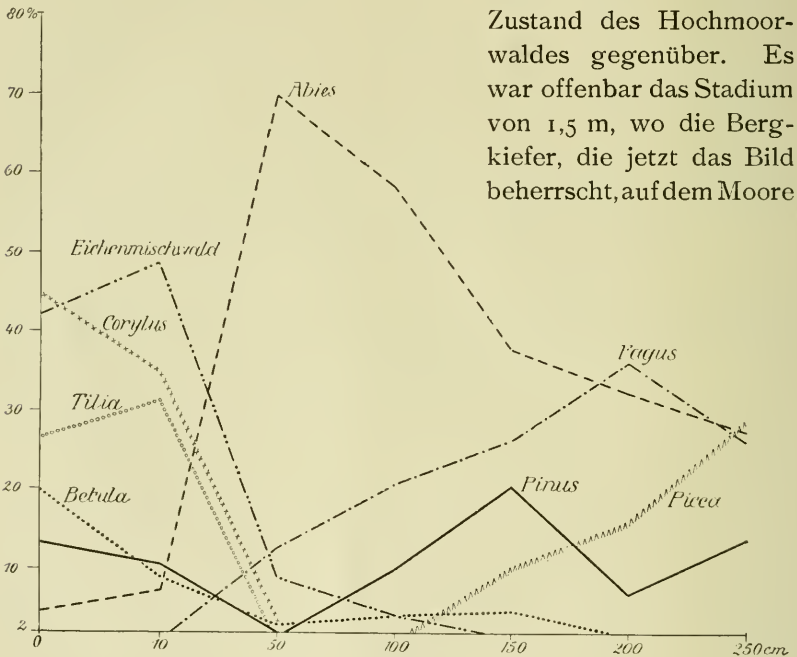


Abb. I.

in ausgedehnterem Maße Fuß faßte. So wird verständlich, daß sich die *Pinus*-Prozente von da an auf einer gewissen Höhe halten, wengleich ein deutliches Absinken gegenüber den 20,1 0/0 in 1,5 m zu verzeichnen ist. Neben der Bergkiefer trifft man gegenwärtig, wenn auch z. T. vereinzelt, *Pinus silvestris*, *Picea excelsa*, *Betula*, *Alnus*, *Salix* (*S. capraea* und *S. aurita*), *Populus tremula* und *Sorbus aucuparia* an. In der weiteren Nachbarschaft findet sich

¹) Es sei hervorgehoben, daß in Parallelproben aus demselben Niveau bis zu 30 0/0 *Pinus*spollen beobachtet wurde.

durchweg Nadelwald (mit weitaus vorherrschender *Picea*). Das sind Verhältnisse, wie sie in dieser Höhenlage zweifellos durch die forstlichen Eingriffe bedingt sind. Wir gehen wohl nicht fehl, wenn wir annehmen, daß das Waldbild, wie es uns in 2,5 m gegenübertritt, wohl auch noch gegenwärtig den natürlichen Verhältnissen entspräche. Wir hätten also, wenn die Natur sich selbst überlassen wäre, einen Mischwald anzunehmen, in dem neben Fichte und Tanne auch die Buche eine führende Stellung einnimmt.

II. Das Notschreimoor.

Die Analyse des Hinterzarterner Moors führte uns zu dem auffälligen Ergebnis, daß schon in der Grundprobe ein recht reichhaltiges Pollenbild vorhanden ist, und daß hier gerade diejenigen Bäume die Vorherrschaft führen, die sich durch ein ziemlich hohes Wärmebedürfnis auszeichnen, wie die Hasel und die Konstituenten des Eichenmischwaldes. Diese Tatsache könnte verwunderlich erscheinen deswegen, weil die Vermoorung hier zweifellos in engstem Zusammenhang steht mit dem Rückgang der Gletscher, wodurch die durch die Tätigkeit des Eises geschaffenen Mulden freigegeben wurden und den Anlaß zur Wasserstauung und damit zur Versumpfung des Geländes boten. So muß man annehmen, daß das Hinterzarterner Moor seiner ganzen Entstehungsgeschichte nach weit zurückreicht, worauf ja auch die zahlreichen Glazialrelikte in der gegenwärtigen Moorvegetation hinweisen¹: *Pinus montana*, *Scheuchzeria*, *Carex pauciflora*, *Eriophorum alpinum*, *Rhynchospora alba*, *Vaccinium oxycoccus* und *Andromeda polifolia*, wozu sich noch an Moosen *Dicranella squarrosa*, *Dicranum Schraderi* und *Splachnum ampullaceum* hinzugesellen. Hier verdient auch der auf frühere Beobachtungen zurückgehende fossile Nachweis von *Scirpus caespitosus* und *Betula nana* (Stark [33]) Erwähnung. Dieser scheinbare Widerspruch findet darin seine Erklärung, daß, wie ja schon erwähnt, viel tiefere, ältere Horizonte vorhanden sind, deren Bearbeitung aus praktischen Gründen nicht möglich war. Daß hier das Pollenbild den zu vermutenden Charakter tragen

¹) Von verschiedener Seite freilich wird für einen Teil dieser Relikte eine spätere Einwanderung angenommen.

würde, läßt sich aus unserer graphischen Darstellung in Abb. 1 mit Deutlichkeit erschließen. Betrachten wir den Kurvenverlauf zwischen der Probe aus 0,0 m und 0,1, so zeigt sich hier — besonders, wenn man die Verzerrung des Kurvenverlaufs durch die breite Darstellung des Intervalls 0,0—0,1 m berücksichtigt — ein sehr beträchtlicher Anstieg der Eichenmischwaldkurve und ein ebenso beträchtlicher Abfall von Kiefer, Birke und Hasel. Eine theoretische Fortsetzung der Kurvenzüge in die zurückliegende Phase würde ein Bild ergeben, in dem nur die drei zuletzt genannten Bäume den Charakter bestimmen; wir kämen damit zu einer wesentlichen Verarmung des Waldbildes. Daß die Dinge nun wirklich so liegen, das hat die Untersuchung des Notschreimoors in einwandfreier Weise ergeben. Hier treffen wir auch noch jenen Bereich der Pollenspektren, die in eine frühere Phase zurückreichen. Dabei ist freilich hervorzuheben, daß gleichartige Pollenspektren nicht absolut gleichen Zeitpunkten zu entstammen brauchen. Das Notschreimoor liegt über 200 m höher als das Hinterzartener, und so ist auch anzunehmen, daß hier bei der Einwanderung im Postglazial die verschiedenen Bäume mit einer gewissen Verspätung eingetroffen sind. Eine absolute zeitliche Parallelisierung ist nur bei sonst gleichen Verhältnissen (Meereshöhe, Exposition usw.) möglich.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen können wir uns gleich dem Notschreimoor zuwenden. Auch hier sind die topographischen Verhältnisse schon in meiner früheren Arbeit gegeben. Das Moor liegt unweit der Quelle des Langenbachs, eines Zuflusses der Wiese, in ca. 1130 m Höhe. Die umliegenden Höhen ragen bis ca. 1250 m empor. Eine Endmoräne aus der zweiten Phase der letzten Eiszeit liegt talab bei Muggenbrunn in 1000 m. Zur Zeit meines Besuches war das Moor durch Torfstecherei bis zum Grunde aufgeschlossen. Als Unterlage traten Moränenschotter zutage. An der tiefsten zugänglichen Stelle betrug die Mächtigkeit nicht viel über 2 m. Das Profil ergab hier folgende Sukzession (von unten nach oben!):

a) Moräne.

b) *Betuletum* mit massenhaftem Birkenholz; ferner Rhizome von *Eriophorum vaginatum* und *Scheuchzeria* (sehr spär-

lich!), ferner solche von *Equisetum palustre*; Samen von *Menyanthes*, *Potentilla*, *Tormentilla* und *Rubus idaeus*; Früchte von *Scirpus caespitosus* (ein gegenwärtig an dieser Stelle ausgestorbenes Glazialrelikt!); *Sphagnum*sporen; schließlich an tierischen Resten *Ditrema flavum*, *Rhabdocoeliden* und *Oligochaeten*.

c) *Eriophoretum* mit massenhaften Rhizomen von *Eriophorum vaginatum*, ferner solchen von *Equisetum palustre*, *Phragmites* (sehr spärlich) und *Scheuchzeria* (spärlich, jetzt örtlich ausgestorbenes Glazialrelikt!); *Epidermis* von *Carex*; Birkenholz; Sporen und Sporangien von *Aspidium*; kein *Sphagnum*; schließlich an tierischen Resten *Ditrema*, *Rhabdocoeliden* und *Oligochaeten*.

d) *Scheuchzerietum* mit vielen *Scheuchzeriarhizomen*; außerdem solche von *Eriophorum vaginatum* und *Equisetum palustre*; Blätter von *Hypnum* und *Sphagnum*; Sporen von *Aspidium* und *Athyrium filix femina*; schließlich an tierischen Resten *Ditrema* und *Rhabdocoeliden*.

e) *Sphagneto-Eriophoretum* mit massenhaften Resten von *Sphagnum* und *Eriophorum vaginatum*; wenig *Scheuchzeria* in den unteren Partien; Blätter von *Vaccinium oxycoccus* (jetzt örtlich ausgestorbenes Relikt!), Holz und Pollen von *Vaccinien*; Blätter von *Hypnum*; endlich an tierischen Resten *Ditrema*, *Notaspis lacustris* und *Rhabdocoeliden*.

Dieses Profil ist recht auffällig; die Folge *Betuletum* → *Eriophoretum* → *Scheuchzerietum* stellt geradezu eine Inversion der natürlichen Verlandung dar, während die abschließende Sukzession *Scheuchzerietum* → *Sphagneto-Eriophoretum* normal erscheint.

Wenden wir uns nun wieder dem Pollenbefund zu (Tab. II, Fig. 2). Es wurden 8 Proben im Abstand von 30 cm entnommen. Die Grundprobe (0,0 m) zeigt gegenüber Hinterzarten recht vereinfachte Verhältnisse. Wir haben hier 90,5 % *Pinus*, 8,4 % *Betula* und 0,1 % *Salix* — lauter Bäume mit geringen Wärmeansprüchen; alles übrige fehlt, obwohl hier über 1000 Pollenkörner abgezählt wurden. Schon in 0,3 m sind die Verhältnisse durchweg verändert. Hier ist die Kiefer auf 43 % gesunken, während sich die Birke nahezu behauptet hat. Eine

Tab. II. Das Notschrei-Moor.

Niveau	0,0 m	0,3 m	0,6 m	0,9 m	1,2 m	1,5 m	1,8 m	2,1 m
Charakter des Torfs	Betuletum	Eriophoretum		Scheuchzerietum		Spagneto-Eriophoretum		
Pinus	90,5	43,0	9,0	0,8	2,2	0,5	2,0	4,2
Betula	8,4	7,0	7,0	1,2	0,4			0,8
Salix	0,1	2,0	4,0	0,8	0,8		0,7	0,8
Corylus		44,1	47,8	4,0	2,3	0,2	0,7	
Tilia		16,0	42,0	0,6	0,2			
Ulmus		11,0	7,0					
Quercus		12,0	25,0	5,6	5,1	2,0	3,0	2,3
Fraxinus		1,0						
Alnus		6,0	3,0	2,3	1,8	0,2	1,3	1,3
Acer		2,0						
Abies			2,0	82,5	82,0	62,8	25,5	33,9
Picea			1,0	2,5	3,5	24,7	30,1	24,3
Fagus				3,7	3,6	9,8	37,4	32,4
Pollenzahl	1066	144	148	500	500	600	304	400

ganze Reihe von Bäumen ist neu hinzugetreten. An erster Stelle (nach der Kiefer) steht die Hasel mit 44,1 %, dann schließt sich die Linde an mit 16 %, die Eiche mit 12 % und die Ulme, diese dritte wesentliche Komponente des Eichenmischwaldes, die in Hinterarten nur schwach vertreten war, mit 11 %. Der Eichenmischwald macht also zusammen 38 % aus. Dazu gesellt sich noch 8 % Erle, alles übrige liegt bei 2 % und weniger; die Fichte fehlt, desgleichen die Buche und Tanne. Die Probe aus 0,6 m ist charakterisiert durch den gewaltigen Rückgang der Kiefer (auf 9 %), den Anstieg der Hasel (auf 47,8 %) und vor allem des Eichenmischwaldes, der hier insgesamt 74 % liefert. Davon entfallen nicht weniger als 42 % auf die Linde, die mit Hasel und Eiche zusammen die Hauptmasse des Pollens liefert. Die Tanne stellt sich mit schwacher Vertretung ein (2 %), ebenso die Fichte (1 %), die Buche fehlt noch immer. In der Probe aus 0,9 m ist die Kiefer weiter auf 0,8 % gesunken und zeigt fürderhin nur gegen Schluß einen ganz schwachen Anstieg; dasselbe Schicksal teilt die Birke; besonders auffallend aber ist der Rückgang der Hasel auf 4 % und des Eichenmischwaldes auf 6,2 %. Dafür ist die Tanne auf 82,5 % (ihr absolutes Maximum) emporgestiegen und die Buche mit 3,7 % erstmals auf dem Feld erschienen, während sich die Fichte noch auf niedriger Höhe hält (2,5 %). In 1,2 m

ist das Bild kaum verändert. Die Tanne behauptet sich mit 82 % auf ihrem Platz, Hasel (2,3 %), Erle (1,8 %) und Eichenmischwald (5,3 %) zeigen einen weiteren Rückgang. In 1,5 m jedoch tritt eine deutliche Wandlung zutage. Die Tanne beginnt zu sinken (auf 62,8 %), dafür wachsen Buche (9,8 %) und Fichte (24,7 %). In 1,8 m haben sowohl Fichte wie auch Buche die Tanne überholt. Die Buche marschiert, wie auch in der vorletzten Probe des Hinterzartener Moors, mit 37,4 % an der Spitze, mit kurzem Abstand folgen Fichte (30,1 %) und Tanne (25,5 %) nach. Diese 3 Bäume sind es, die jetzt zusammen das allgemeine Bild bestimmen; alles übrige liegt bei 3 % und weniger. Annähernd dieselben Verhältnisse treten uns in 2,1 m gegenüber, nur daß sich die Anteile zwischen den 3 Hauptkomponenten etwas verschoben haben. Die Tanne ist wieder an die Spitze gerückt. Ob sich darin ein der allerneuesten Phase entsprechendes, spontanes Vordringen zu erkennen gibt, läßt sich bei einem so vereinzelt Befunde nicht entscheiden. Von den Konstituenten des Eichenmischwaldes sind in den beiden letzten Proben nur mehr die Eiche (2,3 %) vorhanden, die sich also trotz der Höhenlage noch recht lange gehalten hat. Indessen könnte es sich bei der geringen Vertretung auch um »Ferntransport« handeln. Die Kiefer zeigt zum Schluß einen ganz leichten Anstieg, der indessen keineswegs jenem im Hinterzartner Moor gleichkommt. Auch nimmt er im einzelnen einen etwas anderen Verlauf. Dem geht parallel, daß die Kiefer auf dem Notschreimoor anscheinend auch niemals festen Fuß gefaßt hat; die Waldphase von Hinterzarten findet hier kein Analogon. Scheuchzerietum und Sphagneto-Eriophoretum gehen hier — soweit wenigstens die Aufschlüsse erkennen lassen — unmittelbar ineinander über; absolute Sicherheit könnten aber nur systematisch durchgeführte Bohrungen liefern.

Die hier skizzierten Wandlungen lassen sich besser noch als nach Tab. II auf Grund der Fig. 2 beurteilen, die nach denselben Prinzipien entworfen ist wie Fig. 1. Ungemein charakteristisch ist insbesondere die Phasenverschiebung zwischen Kiefer-, Eichenmischwald- und Tannenkurve, wie sie in so drastischer Ausbildung bisher nur selten nachgewiesen sein dürfte. Ein

Vergleich mit Fig. 1 zeigt ohne weiteres, wie sehr hier das Bild durch die Grundproben des Notschreimoores bereichert ist, zeigt aber auch in überzeugender Weise, wie die späteren

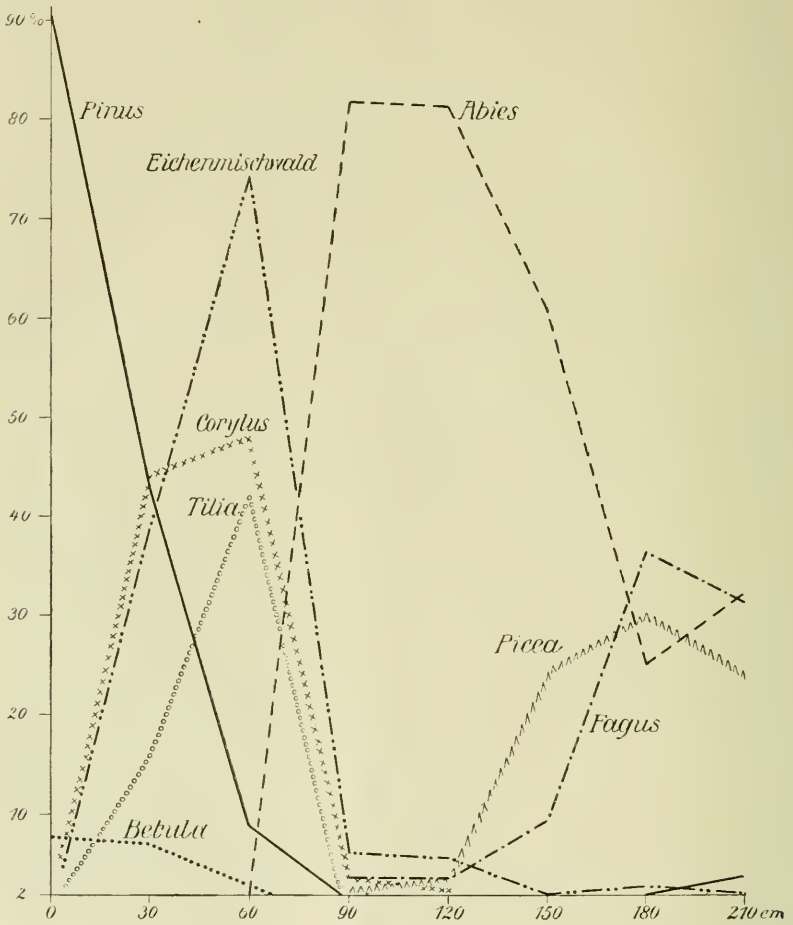


Abb. 2.

Etappen in vieler Hinsicht einander gleichgesetzt werden können. Wir gelangen hier zu folgender Gliederung:

1. Phase der Kiefer (+ Birke), Waldtorf (Betuletum).
2. Phase der Kiefer und Hasel (in 0,3), Übergangsstadium zwischen 1 und 3.

3. Phase der Hasel und des Eichenmischwaldes mit vorherrschender Linde; entspricht mit 2 zusammen dem Eriophoretum.
4. Phase der Tanne; deckt sich in schönster Weise wie bei Hinterzarten mit dem Scheuchzerietum.
5. Phase der Fichte, Buche und Tanne; entspricht dem Sphagneto-Eriophoretum.

Werfen wir zum Schluß noch einen Blick auf den Wald in der Umgebung des Moores — das Moor selbst ist baumfrei — so ist zu sagen, daß es sich hier ausschließlich um Fichtenbestände handelt. Daß dies aber im wesentlichen nur auf Eingriffe von seiten des Menschen zurückzuführen ist, geht daraus hervor, daß am benachbarten Schauinsland die Buche noch bis zum Gipfel ansteigt (1286 m); wir befinden uns, wie ja auch aus der zitierten Stelle von Hausrath zu ersehen ist, noch beträchtlich unter der Buchengrenze, die für den Schwarzwald mit 1300 m angegeben wird.

III. Besprechung der Resultate.

Aus den vorstehend geschilderten Untersuchungen ist zu ersehen, daß das Waldbild in der postglazialen Zeit im Schwarzwald viel stärkeren Schwankungen unterlegen ist, als die bisherigen Erfahrungen ahnen ließen. Da unsere Beobachtungen bis weit in die Vergangenheit zurückreichen, so ist ohne weiteres klar, daß künstlich geschaffene Eingriffe hier nicht zur Erklärung ausreichen, und daß größere pflanzengeographische Verschiebungen in Verbindung mit klimatischen Schwankungen mit herangezogen werden müssen. Versuchen wir daher, die Verhältnisse unter diesem Gesichtswinkel klarzulegen.

Es kann kein Zweifel darüber bestehen, daß zu Beginn der Postglazialzeit ein kühles Klima herrschte. Das findet seinen Ausdruck darin, daß die Waldflora noch durchaus verarmt erscheint. Müssen wir doch annehmen, daß die einzelnen Gehölze mit der allgemeinen Temperaturerhöhung erst schrittweise aus ihren Refugien zurückkehrten, die mutmaßlich für die wärme liebenden Formen recht weit ablagen. So wird von verschiedenen Forschern bezweifelt, ob im Glazial für die Bestandteile des Fagetums in den schmalen Gürtel zwischen den Alpen-

gletschern und dem Nordlandseis die Bedingungen für das Gedeihen überhaupt irgendwo verwirklicht waren. So sehen wir denn auch, daß zunächst nur die am wenigsten empfindlichen Elemente erscheinen: Kiefer, Birke und Weide. Daß die Verhältnisse nicht bloß im Gebirge so lagen, sondern auch in der günstigeren Ebenenregion, das geht aus meinen ausgedehnten Untersuchungen im Bodenseegebiet hervor (s. die vorläuf. Mitteilung lit. 34). Hier findet sich am Grunde in sehr vielen Fällen eine reine Kiefer-Birkenphase mit dem Schwerpunkt auf der Kiefer. Nach den neuesten noch unpublizierten Beobachtungen läßt sich sogar noch eine ausgeprägte Birkenphase als erste Stufe herauschälen (Ulmisried bei Konstanz: 97 % Birke + 3 % Kiefer). Wir kommen damit zu einer vollen Analogie mit den Zuständen im Norden, wo sich vielfach eine Birken-, Kiefer- und Eichenperiode deutlich voneinander abheben.

Es wäre natürlich von Interesse, festzustellen, um welche Kiefernart es sich in unserm Falle handelt, da *Pinus montana* und *P. silvestris* klimatisch verschieden bewertet werden müssen und die erste in dieser Hinsicht viel eindeutiger ist. Ich ward leider erst zu spät darauf aufmerksam, daß sich die beiden Arten auch im Pollenbild unterscheiden, und so wurden sie in der Pollenstatistik nicht getrennt geführt¹. Indessen habe ich nachträglich einige Stichproben vorgenommen und dabei festgestellt, daß es sich dabei, dem Gesamteindruck nach zu urteilen, bei den tieferen Horizonten in erster Linie um *Pinus silvestris* handelt. Daß gleichzeitig etwas *Pinus montana* eingestreut ist, erscheint bei unseren beiden Mooren keineswegs auffällig; bestimmt doch gegenwärtig die Bergkiefer im Hinterzartner Moor die Physiognomie, und wenn sie beim Notschrei örtlich bislang noch nicht nachgewiesen wurde, so fällt doch ihr fossiles Erscheinen in solcher Höhenlage keineswegs aus dem derzeitigen Rahmen heraus. Beachtung verdient aber, daß nach ebenfalls noch unveröffentlichten Beobachtungen die Bergkiefer in jener frühen Periode, wenngleich sehr vereinzelt, auch im Bodenseegebiet (also in der Ebenenregion!) heimisch war, wodurch in schönster Weise eine gegenwärtig bestehende Areal-lücke zwischen der Alpenheimat und den Mittelgebirgen aus-

¹) Eine saubere zahlenmäßige Sichtung ist auch praktisch unmöglich.

gefüllt wird. Gleichzeitig mit ihr treffen wir eine glaziale Schneckenfauna (Charakterform ist *Valvata alpestris*), arktisch-alpine Desmidiaceen (z. B. *Cosmarium arctoum*, *C. obliquum*, *C. crenatum*) sowie nordische Moose (*Hypnum trifarium*, *Meesea triquetra*). Über den kühlen Charakter des damaligen Klimas kann also nicht wohl ein Zweifel bestehen.

Das Wärmerwerden des Klimas äußert sich nun zunächst in dem rapiden Vordringen der wärmeliebenden Hasel. Ihre Pollenreste sind — und das gilt wiederum auch für das Bodenseegebiet, wo noch reichliche Früchte hinzutreten, — so häufig, daß an das Bestehen von Haselnußbeständen gedacht werden muß. Es handelt sich hier keineswegs um eine vereinzelte Erscheinung; vielmehr beobachteten z. B. Rudolph und Firbas in der entsprechenden Phase des böhmischen Gebiets bis zu 120% *Corylus*pollen¹. Der Fundpunkt von Notschrei liegt nun zweifellos über der gegenwärtigen Haselgrenze, und das führt im Zusammenhang mit entsprechenden Beobachtungen von Männel (18), Schreiber (28) sowie Rudolph und Firbas (25 ff.) in Sachsen, Böhmen, Vorarlberg usw., mit Berücksichtigung ferner der Tatsache, daß die Haselgrenze in Skandinavien viel weiter nach Norden vorgeschoben war (Andersson 1), zu der Auffassung, daß das Klima in jener Zeit wärmer und kontinentaler gewesen sein muß. Darauf deutet wenigstens der Umstand, daß wir reine Haselbestände nur in kontinentalen Orten (Balkan usw.) antreffen. Der Haselreichtum dauert noch hinein in jene Periode, die charakterisiert ist durch das rasche Vordringen und den schließlichen Sieg des Eichenmischwaldes, und die zweifellos der Eichenperiode im Norden entspricht. Für diese Eichenperiode wird ganz allgemein ozeanischer Klimacharakter angenommen, ein Zug, der in unserem Gebiet nicht ganz in demselben Maß zum Ausdruck gelangt. Denn hier ist sehr ausgesprochen die Linde der Charakterbaum, der durchaus über die Eiche dominiert. So treffen wir in Übereinstimmung mit der in der Eichenperiode ebenfalls noch tonangebenden Hasel auch Lindenwälder vorwiegend im kontinentaler getönten Osten an.

Darüber, daß die Temperatur in jener Zeit höher war, als in der Gegenwart, kann kein Zweifel bestehen. Steht doch der

¹) Dieser Wert ist im Bodenseegebiet stellenweise übertroffen.

Eichenmischwald in seinen Wärmeansprüchen zwischen dem Castanetum und dem Fagetum. Mit 1130 m befinden wir uns aber weit über der gegenwärtigen Eichengrenze, die für Baden mit 970 m angegeben wird. Entsprechende Daten über die Lindengrenze fehlen anscheinend für das Gebiet. Sendtner nennt für die weiter emporsteigende *Tilia grandifolia* im bayrischen Wald 947,6 m, in den bayrischen Alpen 1007 m (30, 31). Hager führt im Kanton Graubünden für 1020 m die letzten Kümmerlinge an (11). Die Grenze ist also in unserem Gebiet sicher überschritten. Nun handelt es sich aber bei unseren Befunden nicht um vereinzelt Auftreten, sondern um richtige Wälder, in denen die Linde bis zu 42 % vertreten war und die Eiche 25 % erreichte¹. Das sind Erfahrungen, die keineswegs isoliert dastehen. So stellte Männel (18) für die Eiche, Buche und Hasel im Erzgebirge höhere Grenzen fest, desgleichen Schreiber für Eiche, Erle und Raubbirke in Vorarlberg, wozu noch das bestandsweise Auftreten von Schilf in Höhenlagen von 1000 m kommt², während jetzt geschlossene Schilfbestände im Gebiet 700 m nicht übersteigen. Eine Menge weiterer Daten liefert ganz neuerdings Firbas für die Ostalpen (Buchenpollen im Torfe des Moors am Moserboden bei 1090 m! 9). All das sind Dinge, die im Einklang stehen mit dem Vorstoß der Nordgrenzen von Hasel, Eiche, Linde, Wassernuß usw. in Skandinavien während der entsprechenden Phasen in dem Postglazial Skandinaviens, woraus Andersson ein mittleres Wärmeplus von 2,6° C berechnet. In einen ähnlichen Betrag — 2,3° C — gelangen Rudolph und Firbas für Böhmen unter Berücksichtigung der Höhenverschiebungen (25). Darüber, daß die Eichenmischwaldphase ozeanischer getönt war, als die Kiefer-Haselperiode, kann kein Zweifel bestehen. Im Hinterzartener Moor markiert sie den Eintritt der inversen Sukzession *Betuletum* → *Arundinetum*, im Notschreimoor fällt sie in das *Erio-*

¹) Diese Daten beziehen sich auf die gefundenen Pollenprozentage. Nach bestimmten Beobachtungen ist die Vertretung der Eiche im Pollenspektrum im allgemeinen zu gering, so daß für sie noch stärkerer Anteil an der Waldzusammensetzung anzunehmen ist.

²) Das Vorkommen des Schilfes im Notschreimoor (1130 m!) fällt, obwohl es in der Gegenwart ohne Analoga ist, wegen der Spärlichkeit der Rhizome nicht ins Gewicht. Im übrigen muß darauf hingewiesen werden, daß das Schilfrohr, wenn auch nicht torfbildend, weit nach Norden vordringt und auch schon der *Dryasflora* angehörte.

phoretum, das hier ebenfalls rückläufig Birkenwald ablöst, und verdrängt hier in sehr bezeichnender Weise die Kiefer aus ihrer vorherrschenden Stellung, während die Hasel offenbar als wichtiger Bestandteil mit in den Eichenmischwaldbestand aufgenommen wird.

Diese Zustände spiegeln sich in ähnlicher Weise in der Ebene (Bodenseegebiet) wieder. Hier folgt — wie schon angedeutet — auf die Kiefernphase ebenfalls das Eindringen der Hasel und mit leichter Verspätung der Eichenmischwald, der auch hier durch das Dominieren der Linde gekennzeichnet ist. Auf Grund der eingestreuten Früchte konnte hier die Bestimmung auf *Tilia grandifolia* eingeeengt werden. Der Eichenmischwald erstreckte sich darnach kontinuierlich von der Ebene bis in die hohe Bergregion.

Die Macht des Eichenmischwaldes wurde gebrochen durch den raschen Siegeslauf der Tanne, die es im Gebirge bis zu über 80% Pollenvertretung brachte. Dieser Tannenphase entspricht in den beiden Mooren die Periode der *Scheuchzeria*. Die Tanne steht nun hinsichtlich ihrer Wärmeansprüche hinter der Eiche, wogegen sie zu ihrem günstigen Gedeihen mehr Luftfeuchtigkeit verlangt als der Eichen-Lindenverband. Ihr Vordringen wird verständlich, wenn man sich den ozeanischen Charakter des Klimas noch verstärkt denkt¹. Dann treten für die Tanne im Gebirge besonders günstige Bedingungen ein, und dann müssen auch, wie die wichtigen Untersuchungen Brockmann-Jeroschs zeigen, die Höhengrenzen für die verschiedenen Waldtypen beträchtlich abwärts wandern (4). Mit einem sehr stark ausgeprägten ozeanischen Klima scheint eine im Vergleich zur Gegenwart um 200 m emporgerückte Eichengrenze nicht gut vereinbar.

In den ozeanischen Charakter der Tannenphase fügt sich nun auch in schönster Weise der Parallelismus mit der

¹) Freilich könnte hierfür auch lediglich die verspätete Einwanderung ins Gebiet maßgebend sein, wobei allerdings ebenfalls klimatische Faktoren mitbestimmend sind. Aber als weiteres Moment käme auch die räumliche Entfernung vom eiszeitlichen Refugium in Frage, wofür noch keine festen Anhaltspunkte vorliegen. Der Eichenmischwald könnte also vielleicht bloß deshalb so hoch ins Gebirge emporgedrungen sein, weil die wichtigsten Konkurrenten, Buche und Tanne, fehlten. Indessen ist diese Annahme für die Höhenlage des Notschreimoors recht unwahrscheinlich.

Scheuchzeriaperiode. Über die klimatischen Ansprüche der Scheuchzeria hat sich besonders Schreiber an verschiedenen Stellen ausgesprochen (27, 28). Es handelt sich hier um eine Pflanze, die kühle, feuchte Lagen bevorzugt, und deren Auftreten im Moor auf stehende Nässe hindeutet. Wie Schreiber hervorhebt, reichte sie in der Scheuchzeriaphase als Bestandsbildnerin viel weiter in niederere Bergregionen herab, als sie es gegenwärtig tut. Er schließt daraus auf erhöhte Luftfeuchtigkeit und Kälte, indessen würde schon das erste Moment zur Erklärung ausreichen. Ich selbst bin früher (33) einer klimatischen Bewertung der Scheuchzeriaphase skeptisch gegenübergestanden und habe in der Herrschaft der Pflanze lediglich ein moorökologisches Phänomen erblickt. Der Parallelismus zwischen Tannen- und Scheuchzeriaphase in beiden Mooren, wobei noch den gewöhnlichen Verhältnissen entgegen am Notschrei *Scheuchzeria* über dem *Eriophoretum* erscheint, ist aber recht auffällig. Werfen wir wieder vergleichend einen Blick auf die Bodenseegegend, so ist festzustellen, daß auch hier die Hasel-Eichenmischwaldflora ausklingt; hier wird sie freilich durch die Buche abgelöst, was mit der größeren Tiefenlage in bestem Einklang steht; ist doch die Tanne in erster Linie ein Gebirgsbaum. Indessen hat die Buche bloß die Linde und die Ulme zurückgedrängt, die Eiche konnte sich anscheinend durchweg in stärkerer Vertretung halten. Wir haben demnach in der Ebene Eichen-Buchenwald, im Gebirge Tannenwald anzunehmen. Ein Umstand zieht nun unsere ganz besondere Aufmerksamkeit auf sich. Auch die Bodenseemoore treten nach dem Rückgang des Hasel-Linden-Eichenstadiums vielfach in eine sehr ausgeprägte Scheuchzerietumphase, die beträchtliche Massen von Scheuchzeriatorf hinterlassen hat. Nun fehlen aber derzeit in Baden Scheuchzeriabestände in der Ebene vollständig. Zwar war die Pflanze noch an einzelnen Stellen nachweisbar (Bodenseegebiet, Rheintal bei Waghäusel), aber die Fundpunkte sind insgesamt erloschen, obwohl noch Standorte vorhanden sind, an denen die Pflanze günstige ökologische Bedingungen finden würde. Anscheinend spiegelt sich also die Tannenphase der höheren Berglagen in der Ebene als Scheuchzeriaphase wieder, und wir können uns sehr gut vorstellen, wie die Pflanze unter dem

Einfluß eines ozeanischen Klimas bis in die Tiefe herabgestiegen ist; die Annahme einer Temperaturdepression ist hierzu nicht unbedingt erforderlich. Auch die Tanne selbst begegnet uns wenigstens in einem der bisher genauer untersuchten Bodenseemoore, dem Haidelmoos bei Konstanz, in der stärkeren Pollenvertretung von 17 0/0, ein Betrag, der sonst bisher in den Moorprofilen der Ebene weder vorher noch nachher nachgewiesen ist¹. Das Umsichgreifen der Buchenwälder in der Ebene läßt sich mit ozeanischem Klima sehr wohl vereinen. So weist vor allem Willkomm gegenüber zuwiderlaufenden Vorstellungen von Kerner auf »das vortreffliche Gedeihen der Buche auf den Ostseeinseln und in den baltischen Küstenländern, oft hart am Strande, wo die Luft doch immer sehr feucht ist«, hin. Man darf wohl auch die Buche in dieser Hinsicht vor dem Eichen-Lindenwald rangieren lassen.

An die Tannenperiode schließt sich im Hinterzartener Moor ein Entwicklungsabschnitt an, der zunächst einmal hinsichtlich der Torfbeschaffenheit auf eine Unstetigkeit des Moorwachstums hindeutet: zwischen das Scheuchzerietum und das Sphagneto-Eriophoretum ist hier eine Lage Waldtorf (Kiefer, Birke, Fichte) eingeschaltet, und gerade in diese Periode fällt ein ausgesprochenes Kiefernmaximum im Pollenbild, während die Pinuskurve in der Scheuchzeriaphase fast auf Null gesunken ist. Dies Kiefernmaximum ist nach den häufigen Zapfen zu beurteilen und auch nach den Pollenbefunden in erster Linie auf *Pinus montana* zurückzuführen, die auch in Böhmen vielfach den »oberen Waldtorf« bildet (Rudolph und Firbas). Das deutet auf eine Zwischenphase von größerer Trockenheit, und hier kündigt sich der Zeitpunkt an, der dem bekannten Grenzhorizont in Norddeutschland (vgl. vor allem C. A. Weber 35) entspricht und neuerdings auch verschiedentlich in den Mittelgebirgen und in den Alpenländern nachgewiesen ist (9. 5. 28). Damit wäre auch eine Handhabe für eine annähernde zeitliche Fixierung gegeben. Diese Trockenperiode ist es wohl, die so-

¹ In der vorläufigen Mitteilung (34) wurden leider versehentlich die Daten für *Abies* und *Picea* vertauscht (vgl. Tab. III). So bezieht sich auch das dort im Text (S. 373) angegebene »*Picea maximum*« mit 70 0/0 im Schwarzwald auf die Weißtanne, also in dieser Beziehung keine Übereinstimmung mit Rudolph und Firbas!

wohl im Gebirge, vor allem aber auch in der Ebene die Scheuchzeriabestände dezimiert hat.

Der Waldtorf wird im Hinterzartener Moor abgelöst durch das auf zunehmende Vernässung hindeutende Sphagneto-Eriophoretum, in dem nun sowohl *Fagus* wie auch *Picea* ihre maximale Vertretung erreichen. Beide Bäume sind zwar schon in Spuren dem tiefsten Horizont (Hasel-Eichenmischwaldphase) eingestreut, die Buche beginnt aber erst im Scheuchzerietum, die Fichte erst im Waldtorf anzusteigen und im Sphagneto-Scheuchzerietum wird dann schließlich nach den Pollenprozenten ein Gleichgewichtszustand zwischen der erheblich zurückgedrängten Tanne, Fichte und Buche erzielt, wobei freilich zu berücksichtigen ist, daß wohl die Buche — entsprechend der relativ geringeren Vertretung der Laubbäume im Pollenspektrum — in Wirklichkeit an erster Stelle marschierte. Ähnlich gestalteten sich die Verhältnisse im Notschreimoor mit dem Unterschied nur, daß, nach dem einen (allerdings vereinzelt!) Profil zu urteilen, das sekundäre Kiefermaximum und der Waldtorf zu fehlen scheint. Hier am Notschrei sind die weiter zurückreichenden tieferen Horizonte frei von Buchen- und Fichtenpollen. In beiden Profilen fällt die Buchenkurve in der obersten Probe zugunsten des Nadelholzes ab. Möglicherweise gaben sich hier schon forstliche Einflüsse zu erkennen.

Mit dem Ozeanischerwerden des Klimas, wie es aus der Sukzession Waldtorf → Sphagneto-Eriophoretum im Einklang mit Erfahrungen gefolgert werden darf, ist das Umsichgreifen von Buche und Fichte wohl vereinbar. Daß die Buche hohe Luftfeuchtigkeit erträgt, wurde schon erwähnt und in dieser Hinsicht wird sie von der Fichte noch übertroffen. Dies ist hervorzuheben gegenüber der vielfach vertretenen Auffassung, wonach die Fichte als mehr minder kontinentaler Baum gestempelt wird (Neuweiler, de Baren u. a. 2, 20). Damit stimmt nun wohl im allgemeinen ihr Gesamtareal, das unter anderen dadurch gekennzeichnet ist, daß der Baum in Nordwest-, West- und Südeuropa nicht bis zum Meere vordringt, im Gegensatz beispielsweise zur Eiche. Dagegen steht sein standortliches Auftreten innerhalb dieses Areals verschiedentlich zu dieser Auffassung im Widerspruch. Dies gilt besonders in

unserem Gebiet, wo sich die Fichte gerade an die niederschlagsreichsten Gebirgsregionen hält. Daß dies nicht bloß eine lokale Erscheinung ist, das geht aus vielen allgemeinen Darstellungen hervor. Es sei hier nur eine Stelle aus Schröter angeführt: »In ihrem Gedeihen verlangt die Fichte feuchte Luft und einen gleichmäßig durchfeuchteten Boden; ihr massenhaftes Auftreten in den höheren, mit größerer Luftfeuchtigkeit ausgestatteten Bergregionen und den nördlichen Seeküsten, ihr mangelhaftes Gedeihen an den lufttrockenen Orten der kontinentalen Tieflandsbezirke deuten auf ihre hohen Ansprüche an Luftfeuchtigkeit hin« (29). Ähnlich äußert sich Willkomm (36). Schreiber weist auf die Tatsache hin, daß die Fichte sich mit Vorliebe an jene Regionen hält, wo Hochmoore heimisch sind (27). Fossil deckt sich in Böhmen die Fichtenperiode weitgehend mit der Scheuchzeriaphase! Das sind aber durchaus atlantische Züge. Das Fehlen an der West- und Südküste ist vielleicht mehr durch die Temperatur bedingt als durch die Feuchtigkeit. So betont Schreiber, daß die Fichte in feucht-warmen Gegenden der Eiche unterliegt. Möglicherweise wirkt noch mit, daß die an der Küste herrschenden Winde der wenig sturmfesten und auch in ihrem gesamten Gedeihen für jede Art von Windschäden sehr empfindlichen Fichte besonders feindlich sind. Auch Hausraths Urteil fügt sich in diesen Rahmen (14).

Wenden wir uns nach den Wärmeansprüchen der Fichte zu, so ist hervorzuheben, daß sie in dieser Hinsicht wesentlich geringere Forderungen stellt als der Eichenmischwald und Hasel, geringere auch als Buche und Tanne, die charakteristischen Bestandteile des Fagetums. Das fügt sich schön in den Rahmen der Auffassung, wonach der letzte Abschnitt des Postglazials durch eine allgemeine Temperaturdepression gekennzeichnet sein soll.

Mit der Herrschaft des Tannen-Fichten-Buchenmischwaldes ist wohl der Zustand erreicht, der den jetzigen natürlichen Verhältnissen im oberen Schwarzwald entspricht, aber künstlich durch die einseitige Begünstigung des Nadelholzes gestört ist.

Vergleichen wir die geschilderte Baumfolge mit jener zuerst bekannt gewordenen in Skandinavien, so ist ohne weiteres ersichtlich, daß in den wesentlichen Zügen Übereinstimmung besteht, wofern man davon absieht, daß die Ausbreitungswelle

der Tanne den Norden nicht erreicht hat. Ein Vergleich mit dem Erzgebirge, für das mannigfache Daten von Rudolph und Firbas vorliegen, ergibt bei sonstiger weitgehender Deckung den auffälligen Kontrast, daß hier die Fichtenzeit der Buchen-Tannenzeit vorherläuft. In den nördlichen Ostalpen ist sie sogar zwischen Kiefer- und Eichenmischwaldzeit hinabgerückt, während in Mittelkrain (Firbas) geradezu inverse Verhältnisse vorliegen (erst Fichtenzeit, dann Buchen-Tannenzeit, dann Eichenzeit, dann wieder Buchen-Tannenzeit). Das sind Verschiedenheiten, in denen sich wohl nebeneinander lokalklimatische Bedingungen sowie der Einfluß der Einwanderungswege und Einwanderungsdistanzen widerspiegeln. Doch erscheint ein weiteres Verfolgen dieser Beziehungen erst ratsam, wenn die Beobachtungen im vorliegenden Gebiet auf breiterer Grundlage ruhen. Für die benachbarten Teile Süddeutschlands sowie für die Nordschweiz liegen noch keine exakt pollenanalytischen Bearbeitungen vor, indessen bringt die Untersuchung von Gams und Nordhagen eine große Fülle wertvoller allgemeiner Daten, die sich in vieler Hinsicht in den hier für den Schwarzwald gezeichneten Rahmen einfügen.

Wenn sich nun auch, wie aus den knapp skizzierten Verhältnissen zu ersehen ist, die Baumfolge in den verschiedenen Gebieten nicht streng parallel gestaltet hat, so weisen doch alle näher analysierten Schichtserien einen gemeinsamen Zug auf: daß sie nämlich sowohl moorstratigraphisch wie auch vielfach pollenanalytisch einen Wechsel zwischen trockenen und feuchten Entwicklungsstadien zu erkennen geben, wozu sich dann weiterhin deutliche Hinweise auf Temperaturschwankungen gesellen. So haben denn die neueren Erfahrungen zu einer Anerkennung der alten Blytt'schen Theorie von dem Wechsel kontinentaler und insularer (ozeanischer) Klimate geführt, die dem fortgeschrittenen Standpunkt der Forschung entsprechend von Sernander eine Umgestaltung im einzelnen erfahren hat und für deren Geltung im gesamten Europa vor allem Gams und Nordhagen eingetreten sind (3. 10. 32). Danach wird das Portglazial in folgende Abschnitte gegliedert:

1. Präboreale Phase: kalt und trocken.
2. Boreale Phase: warm und trocken.

3. Atlantische Phase: warm und feucht.
4. Subboreale Phase: trocken, zum größten Teil wohl warm.
5. Subatlantische Phase: feucht und kühl (zum mindesten kein Wärmeplus), in die Gegenwart hineinpendelnd.

Folgen wir diesem Schema und berücksichtigen wir gleichzeitig die Bodenseebefunde, dann kommen wir zu folgender Gleichsetzung: Der kalten borealen Phase gehört im badischen Bodenseegebiet die Birkenzeit an, desgleichen wohl auch ein Teil der Kieferzeit. Dafür spricht wenigstens die Beimengung von *Pinus montana* in der Ebenenregion, das völlige Fehlen wärmeliebender Bäume in den tieferen Horizonten und die außergewöhnlich starke Vertretung des nordisch-alpinen Elements unter den Konchylien, Algen und Moosen (ebenfalls in der Ebene!). Dasselbe gilt für die unteren Lagen der Kieferperiode im Gebirge. Indessen ist hier keine scharfe Grenze nach oben zu ziehen. *Pinus silvestris* mit ihrem starken Anpassungsvermögen an extreme Wärmeverhältnisse ist klimatisch nicht eindeutig determiniert. Sie kann sowohl unter kalt- wie unter warmkontinentalen Bedingungen gedeihen. Und so ist denn zum mindesten für jenen Schlußabschnitt der Kieferzeit, in dem die Hasel maximale Vertretung erreicht, boreales Alter anzunehmen. An die Wende von borealer und atlantischer Zeit sowie in den ersten Abschnitt der atlantischen Periode ist die Eichenmischwaldperiode zu stellen. Bis dahin spielte sich die Entwicklung in der Ebene und im Gebirge annähernd gleich ab. Für den Rest der atlantischen Phase ist aber ein Auseinandergehen anzunehmen derart, daß im höheren Schwarzwald die Tanne, in der Ebene aber Buchen-Eichen-Mischwald herrschte, der sich hier — ob mit Unterbrechungen, das wäre noch festzustellen, — bis in die subatlantische Zeit gehalten hat. Zweifellos in die subboreale Zeit fällt das sekundäre Kiefermaximum mit dem Waldtorf im Hinterzartener Moor. Mit der subatlantischen wäre schließlich die Fichten-Buchen-Tannenzeit des Gebirges gleichzusetzen.

Unsere Baumfolge läßt sich also in großen Zügen in das Sernandersche Schema einreihen, dagegen muß es weiterer Arbeit vorbehalten bleiben, diese Vorstellung im einzelnen auszubauen und auf eine breitere Grundlage zu stellen.

Literatur.

1. Andersson. Engl. Jahrb. f. Syst. 1897. **22.**
2. de Baren. In: Veränderungen des Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit. Stockholm. 1910.
3. Blytt. Engl. Jahrb. f. Syst. 1882. **2.**
4. Brockmann-Jerosch. Baumgrenze und Klimacharakter. Zürich. 1919.
5. Bühler. Die Versumpfung der Wälder. Tübingen. 1831.
6. Erdtman. Ark. f. Bot. 1921. **17.**
7. —. Geol. Fören. Förh. Stockh. 1924. **46.**
8. Feucht. Jahresh. Ver. vaterl. Naturk. Württ. 1907. **63.**
9. Firbas. Lotos. 1923. **71.**
10. Gams und Nordhagen. Landeskundl. Forsch. Münch. 1923. H. 25.
11. Hager. Verbreitung der wildwachsenden Holzarten im Vorderrheintal. Bern. 1916.
12. Hausrath. Verh. nat. Ver. Karlsruhe. 1901/02. **14.**
13. —. Ebenda. 1910/11. **24.**
14. —. Pflanzengeographische Wandlungen der deutschen Landschaft. Leipzig und Berlin. 1912.
15. —. Der deutsche Wald. 2. Aufl. Leipzig. 1914.
17. Hoops. Waldbäume und Kulturpflanzen im germanischen Altertum. Straßburg. 1905.
18. Männel. Forstl. naturw. Zeitschr. 1896. **5.**
19. Malmström. Medd. Stat. Skogsförsöksanst. Stockh. 1923.
20. Neuweiler. Vierteljahresschr. naturf. Ges. Zürich. 1910. **55.**
21. Oltmanns. Pflanzenleben des Schwarzwalds. Freiburg. 1922.
22. Post, L. v. Bull. Geol. Inst. Ups. 1916. **15.**
23. —. Geol. Fören. Förh. Stockh. 1924. **46.**
24. Rösler. Beiträge zur Naturgeschichte des Herzogtums Württemberg. Tübingen. 1788.
25. Rudolph und Firbas. Beih. z. bot. Centralbl. II. Abt. 1924. **41.**
26. Schlenker. Jahresber. Ver. vaterl. Naturk. Württ. 1908. **64.**
27. Schreiber. 10. Jahresber. Moorkulturstation Sebastiansberg. 1908 (1909).
28. —. Die Moore Vorarlbergs. Staab. 1900.
29. Schröter. In: Kirchner, Loew und Schröter. Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. 1908. **1.**
30. Sendtner. Die Vegetationsverhältnisse Südbayerns. München. 1854.
31. —. Die Vegetationsverhältnisse des bayrischen Waldes. München. 1860.
32. Sernander. In: Veränderungen des Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit. Stockholm. 1910.
33. Stark. Beiträge zur Kenntnis der eiszeitlichen Flora und Fauna Badens. Diss. Freiburg. 1912. (Auch in: Ber. naturf. Ges. Freiburg. 1912.)
34. —. Ber. d. d. bot. Ges. 1923. **41.**
35. Weber, C. A. Zeitschr. deut. geol. Ges. 1910. **62.**
36. Willkomm. Forstliche Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. 2. Aufl. 1887.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für Botanik](#)

Jahr/Year: 1924

Band/Volume: [16](#)

Autor(en)/Author(s): Stark Peter

Artikel/Article: [Pollenanalytische Untersuchungen an zwei Schwarzwaldhochmooren. 593-618](#)