mehr zurückpendeln. Daran ist sowohl die Ausbreitung der Fichte schuld, wie auch die Tatsache, daß sich die Kiefer, die inzwischen wohl in stärkerem Maße auf dem Moore Fuß gefaßt hat, sich in steilem Anstieg zu ihrem sekundären Gipfel erhebt. Daß diese Deutung richtig ist, geht aus der Tatsache hervor, daß KARL MÜLLER in den von ihm untersuchten Randprofilen häufig Pinus montana-Holz gefunden hat. In 240 cm tritt in Spuren Pollen der Hainbuche auf, die nun einige Spektren hindurch dem Profil treu bleibt, um in 105 cm wieder das Feld zu räumen, ohne es je zu einer nennenswerten Bedeutung gebracht zu haben. Auch BROCHE hat die Hainbuche nachweisen können, hat sie aber ihrer minimalen Vertretung halber nicht in seine Spektren eingetragen. Der bei uns gemessene Höchstwert von 8,7 % in 120 cm ist — weil einem Zwischenspektrum angehörig — bei uns ebenfalls weggelassen. Dort, wo die Hainbuche verschwindet, erreicht die Fichte ihr allerdings bescheidenes Maximum (23 %). Ihrem weiteren Ansteigen arbeitet wohl die stark emporschwellende Kieferkurve entgegen, die am Schlusse 76,7 % erreicht. Picea ist noch mit 10 % vorhanden. Alle übrigen Pollensorten sind auf ein Minimum zusammengeschrumpft.

Gliedert man das Profil nach der Spektrenfolge in verschiedene Zeitabschnitte, dann gelangt man zu folgendem Bild:

1. *Kieferperiode* (nur in ihrem letzten Abschnitt erfaßt).
2. *Haselperiode,*
3. *Hasel-Eichenmischwaldperiode,*
4. *Tannenenperiode* (nur schwach ausgebildet,
5. *Tannen-Buchen-Fichtenperiode,* aber Fichte erst gegen Schluß zu ihrem maximalen Wert emporsteigend,
6. *sekundärer Kieferanstieg.*

Von dem starken Zurücktreten der Tanne abgesehen, kommen wir also zu genau denselben Ergebnissen wie im südlichen Schwarzwald.

Auf eine Frage von besonderer Bedeutung muß hier noch ganz kurz eingegangen werden, weil sie geeignet ist, die Brauchbarkeit der pollenanalytischen Untersuchungsmethode für bestimmte Problemstellungen darzutun. MÜLLER (14) schreibt zur Entstehungsgeschichte des Wildseemoors: „Die nahezu ebene Hochfläche war mit wenig Humus bedeckt, auf dem Heidelbeergesträuch zwischen Bergkiefern lebte. Diese Pflanzendecke wurde durch Brände beseitigt. Regen und Schneewasser wuschen dann die Pflanzenasche weg. Die Unterlage verarmte dann an Nährsalzen und ließ lediglich noch das anspruchslose, in der Hauptsache nur von meteorischem Wasser lebende Torfmoos aufkommen, das in kleinen Mulden und am Rande von Wasseraufstauungen, wie sie auf der Ebene wohl häufig waren, günstige Entwicklungsbedingungen besaß, zumal die ganze Gegend reiche Niederschläge aufweist. So entstand anfangs wohl nur an vereinzelten Stellen eine Vermoorung, die immer mächtiger wurde und sich nach und nach zu einer das ganze Gebiet überziehenden Decke zusammenschloß." In ähnlicher Weise führt HAUSRATH (12) das nicht weit abliegende Breitlohmißmoor auf das Weidbrennen zurück, wie es hier im Schwarzwald frühestens im Mittelalter betrieben worden sein kann. Wir kämen in beiden Fällen zu einem verblüffend niederen Alter der Moore, das in starkem Kontrast zu denjenigen des südlichen Schwarzwaldes stünde[1]. Nach unseren Feststellungen, die sich nicht einmal auf die tiefste Stelle des Moors, für die 7,5 m Torf verzeichnet wird, beziehen, ist die Torfbildung im Boreal eingetreten, also ca. 6000 v. Chr. Der Widerspruch löst sich wohl dadurch, daß die von MÜLLER verzeichneten Holzkohlenschichten von der Randzone des Moors stammen, und für dieses Areal sollen seine Überlegungen nicht angefochten werden. Die Brände würden dann ein Umsichgreifen der Vermoorung zur Folge gehabt haben, die aber in viel weitere Vergangenheit zurückreicht.

Ähnlich mögen die Bedingungen im Breitlohmiß gelegen haben. Zur Kontrolle wurde eine Bohrung ausgeführt, die eine Spektrenfolge ergab, die bis in die Tannenzeit hinabläuft, also bis ca. 3000 v. Chr. Auch hier ist also die Einschätzung des Alters einer Korrektur bedürftig.

3. Vergleich mit Baar- und Bodenseegebiet.

Wir müssen zum Schluß noch einen vergleichenden Blick auf die badischen Nachbargebiete Baar und Bodensee werfen. Die Baar, jene sich von Osten an den Schwarzwald heranschiebende Hochfläche, wurde von BROCHE in den Kreis seiner Untersuchungen hereingezogen. Seine pollenanalytischen Daten sind die ersten für das Gebiet. Da die Waldfolge aber in den wesentlichen Zügen mit jener des Schwarzwalds übereinstimmt, so sei nur ganz kurz auf die kleinen Differenzen hingewiesen. Da fällt auf, daß die Kieferperiode in den Profilen breiter auseinandergezogen zu sein scheint, die Haselkurve aber ganz wesentlich deprimiert ist. Es sieht so aus, als ob die Haselperiode durch die Kieferperiode überdeckt würde. BROCHE bringt dies mit dem rauh kontinentalen Klima in Zusammenhang, für das die Baar bekannt ist. Die Kiefer ist kontinentaler als die Hasel! Als weiterer besonderer Zug fällt auf, daß in drei von sieben Profilen die Fichte schon in der Kieferperiode erscheint und zweimal zu einem leichten ersten Gipfel von 10 % emporsteigt. Das hat im Schwarzwald keinerlei Analogien. BROCHE führt dies im Einklang mit alten Angaben von STARK darauf zurück, daß die Fichte sich von Osten aus vorgeschoben hat. Für die Ostalpen stellt FIRBAS (6) die Sukzession auf:

1. Kieferperiode mit anschließendem Haselgipfel,
2. Fichtenperiode,

[1] Das knapp über 2 m mächtige Notschreimoor reicht bis in die reine Kieferzeit zurück, ist also ca. 8000 v. Chr. entstanden!

3. Eichenmischwaldperiode,

für Oberbayern finden PAUL und RUOFF (18):

1. Kieferperiode,
2. Haselperiode,
3. Eichenmischwald-Fichtenperiode,

im Schwarzwald endlich zeichnet sich der Fichtenabschnitt erst ganz am Schlusse der Entwicklung ab. Die Baar nimmt also eine vermittelnde Stellung zwischen Bayern und Schwarzwald ein.

Das badische Bodenseegebiet hat durch STARK (23, 24) eine eingehende Untersuchung erfahren, die in den wesentlichen Punkten eine gute Übereinstimmung mit den vortrefflichen Arbeiten BERTSCHS (1, 2, 3) über das oberschwäbische Gebiet zeigt. Nach STARK lassen sich folgende Perioden herausschälen:

1. *Birkenperiode:* Außer Birke nur Kiefer und Weide; Birke bis 98 % präboreal.

2. *Kieferperiode:* bis gegen 98 % Kiefer; Birke und Weide sinkt, Eichenmischwald und Erle kommen hinzu, sehr häufig „überstürzte Verlandung" (Waldtorf direkt über Seekreide, meist bis ins Subboreal persistierend); präboreal bis boreal.

3. *Haselperiode:* Hasel bis 300 %; Eichenmischwald steigt rasch; Buche, Tanne und Fichte erscheinen; Kiefer geht zurück; boreal.

4. *Eichenmischwaldperiode:* oft deutlich von Haselperiode getrennt; Eichenmischwald bis gegen 80 % (davon Linde bis 60 %); Erle steigt; Eichenmischwaldkurve oft breit auseinandergezogen; im letzten Teil rückt die Eiche an die Spitze; Erle steigt; spätboreal und atlantisch;

5. *Erlen-Buchenperiode:* Erle im Extrem 95 %, Buche bis 75 %. Erle meist zuvorlaufend; verschiedentlich erst jetzt Auftreten von Bruchwald; Hainbuche erscheint; subboreal[1].

6. *Buchen-Tannenperiode:* von voriger nicht scharf getrennt; Tanne bis 53 %; oft Überlagerung von Waldtorf durch Wiesenmergel (Vernässung!); subatlantisch[1].

7. *Fichtenperiode und sekundärer Kieferanstieg:* Fichte bis 56 %, Kiefer bis 74 %; spätes Subatlanticum.

Um einen übersichtlichen Vergleich mit der Entwicklung im Schwarzwald zu erzielen, so tragen wir die gewonnenen Daten am besten in ein Schema ein (Tabelle 1), das von der Glazialzeit bis zur Gegenwart reicht. Für das Glazial selbst haben wir auf badischem Boden Anhaltspunkte nur in glazialen Tonen von Merzhausen bei Freiburg und Rümmingen bei Lörrach, Mammuttonen, in denen sich keinerlei Baumreste gezeigt haben, dafür aber Blätter von Gletscherweiden, arktischen Moosen

[1] 5. und 6. können, da sie nicht scharf zu trennen sind, als Erlen-Buchen-Tannenperiode zusammengefaßt werden.

Tabelle 1.

Zeiten nach Blytt-Sernander	Badisches Bodenseegebiet		Badischer Schwarzwald	
Subatlantisch	Sekund. Kieferanstieg Fichten-P.		Sekund. Kieferanstieg *Fichten*-Tannen-Buchen-P.	
	Buchen-Tannen-P.	Torf oft durch Mergel abgelöst		
Subboreal	Erlen-Buchen-P.	Oft Waldhorizonte	*Tannen-Buchen-*Fichten-P.	Oft Waldhorizonte, leichter Erlengipfel
		Hainbuche erscheint		Hainbuche erscheint
Atlantisch	Eichen-Mischwald-P.		Tannen-P.	Vielfach Scheuchzerietum
Boreal	Hasel-P.	Buche, Tanne und Fichte erscheint	Hasel-Eichenmischwald-P.	Buche, Tanne und Fichte erscheint.
		Überstürzte Verlandung (Waldtorf über Seekreide)	Hasel-P.	Oft 1. Erlengipfel, vielfach Waldhorizonte
Präboreal	Kiefer-P.	Eichenmischwald und Erle erscheint	Kiefer-P.	Eichenmischwald und Erle erscheint
	Birken-P.	Seekreide mit nord. Moosen, nord.-alpinen Algen und nord.-alpinen Konchylien (Valvata-alpestris-Gesellschaft)		
Arktisch	Arkt. Tundra.	(Im württ. Bodenseegebiet Tundrenflora mit Gletscherweiden, Batula nana und Dryas)	Arkt. Tundra.	Tundren mit Gletscherweiden, arktischen Schnecken u. Mammut

(Hypnum sarmentosum) und Schnecken (Columella Gredleri), Zeugen einer Tundrenvegetation, wie sie damals geherrscht haben muß. Für das badische Bodenseegebiet fehlt es noch an entsprechenden Daten, dagegen beweisen Funde aus dem benachbarten Schweizer Areal sowie vom württembergischen Bodenseegebiet (BERTSCH), daß hier die Verhältnisse analog gewesen sein müssen. Als die Gletscher nun zurückgingen, da gabelte sich die Entwicklung im Gebirge und in dem Tiefland. Unten war es die Birke, die zunächst das Gelände eroberte, und erst danach gelangte die Kiefer zu dominierender Stellung. So kommt es, daß der Kieferperiode im Gebirge eine Birkenplus Kieferperiode in der Ebene entspricht. Deutliche regionale Differenzen geben sich hier zu erkennen, die in derselben Weise wiederkehren, wenn wir die Entwicklung im Schweizer Mittellande (13, 25) und in der Voralpenregion miteinander vergleichen. Die Birkenperiode ist offenbar eine Ebenenfacies. Von der Kieferperiode an läuft aber die Entwicklung zunächst parallel weiter. Wir haben als nächstes Glied die Haselperiode, die dann durch die Eichenperiode abgelöst wird. Aber die Eichenmischwaldperiode der Ebene und des Gebirges decken sich nur in ihrem Beginn, nicht in ihrem Abschluß. In der Ebene zieht sich die Eichenmischwaldperiode bis tief ins Atlanticum hinein, im Gebirge wird sie durch die Tannenperiode abgelöst. Während im Schwarzwald die Tanne das Gelände in raschem Siegeszug erobert hat, persistiert im Bodenseegebiet der Eichenmischwald weiter, mit dem Unterschied nur, daß sich das Gleichgewicht zwischen den verschiedenen Eichenmischwaldkonstituenten zugunsten der Eiche verschoben hat. Und zum zweitenmal begegnen uns so regionale Differenzen: die Tanne ist eine ausgesprochene Gebirgsfacies. In der Ebene hinkt sie in der Entwicklung weit nach. Auch das hat seine Analogien in der Schweiz, wo für das Mittelland die Sukzession Eichenmischwaldperiode-Buchenperiode-Tannenperiode-Fichtenperiode gültig ist, während im Gebirge (Voralpen, Schweizer Jura) die Tanne vorher zur Herrschaft gelangt (13, 25). Übergänge zwischen der Gebirgs- und der Ebenenfacies in Baden ergeben sich wohl, wenn man die Moore verschiedener Höhenlagen stufenweise abtastet. Das aber sind spezielle Fragen, die noch einer näheren Klärung harren.

Literatur:

1. BERTSCH, Jb. Württ. Lehrer 1 (1926).
2. BERTSCH, Aus der Heimat 40 (1927).
3. BERTSCH, Veröffentl. Staatl. Stelle f. Natursch. b. Württ. Landesamt f. Denkmalpfl. 1928, H. 4.
4. BROCHE, Ber. naturf. Ges. Freiburg 30 (1928) (im Druck).
5. FEUCHT, Jahresh. Ver. vaterl. Naturk. Württ. 63 (1907).
6. FIRBAS, Lotos 71 (1923).
7. FIRBAS, Z. Bot. 18 (1925/26).
8. GAMS, Z. Gletscherk. 15 (1927).
9. GAMS und NORDHAGEN, Landeskundl. Forschg 1923, H. 25 (München).
10. HAUSRATH, Verh. naturwiss. Ver. Karlsruhe 14 (1901/02).
11. HAUSRATH, Pflanzengeogr. Wandlungen der deutschen Landschaft. Leipzig und Berlin 1911.
12. HAUSRATH, Verh. naturwiss. Ver. Karlsruhe 24 (1911/12).
13. KELLER, Veröffentl. Geobot. Inst. Rübel 1928, H. 8.
14. K. MÜLLER, Naturwiss. Z. f. Forst- u. Landwirtschaft 16 (1918).
15. K. MÜLLER, Das Wildseemoor bei Kaltenbronn. Karlsruhe 1924.
16. OLTMANNS, Das Pflanzenleben des Schwarzwaldes. 2. Aufl. 1927.
17. PAUL und RUOFF, Ber. Bayr. Bot. Ges. 19 (1927).
18. RUDOLPH, Beih. Bot. Zbl. II 45 (1928).
19. RUDOLPH und FIRBAS, Beih. Bot. Zbl. II 41 (1924).
20. STARK, Ber. naturf. Ges. Freiburg 19 (1912).
21. STARK, Z. Bot. 16 (1924).
22. STARK, Z. Bot. 17 (1925).
23. STARK, Ber. naturf. Ges. Freiburg 24 (1925).
24. STARK, Ber. naturf. Ges. Freiburg 28 (1927).
25. STARK, Z. Bot. 21 (1928).

Besprechungen.

SPERLICH, A., **Die Vegetationsorgane der Anthophyten.** Organe besonderer physiologischer Dignität. A. Die Absorptionsorgane der parasitischen Samenpflanzen. Handbuch der Pflanzenanatomie, herausgegeben von K. LINSBAUER, Band IX, 2. Berlin: Gebr. Borntraeger 1925. 52 S. und 32 Textfig. Preis RM 4.50.

Im Rahmen des Handbuches der Pflanzenanatomie behandelt der Verf. die Absorptionsorgane der parasitischen Samenpflanzen. An der Bezeichnung *Haustorium* für das Absorptionsorgan dieser Pflanzen rügt Verf. mit vollem Recht die Einseitigkeit der Begriffsbildung. Denn nur Endziel und Endzweck des Organs finden in ihr Ausdruck, während gerade das anatomische Bild vieler und besonders auffälliger Haustorien erst in zweiter Linie Elemente der Stoffüberleitung zeigt. Die Hauptmasse des Gewebes dagegen steht im Dienste aufschließender Tätigkeit, des gewaltsamen Einbruches in die Organe des Wirtes.

Die Darstellung strebt dieser Kritik entsprechend die anatomischen Verhältnisse der Haustorien entwicklungsphysiologisch zu charakterisieren. Von selbst ergibt sich dabei die Gliederung in verschiedene Typen in aufsteigender Reihe, je nach dem Überwiegen der Funktion als aufschließendes oder als absorbierendes Organ.

I. Von den Rinantheae zu den Balanophoraceae. Die grünen Vertreter der Rinantheen, unter denen sich deutlich eine Reihe zunehmender Inanspruchnahme des Wirtes (Euphrasia, Odontites, Orthantha, Alectorolophus, Melampyrum, Pedicularis) über Bartschia, Tozzia zu den holoparasitischen Lathraeen verfolgen läßt, zeigen zur Genüge, daß das Haustorium an die Stelle des typischen Wurzelabsorptionssystem getreten ist. Das einzige Ziel der grünen Halbparasiten sind die Wasserbahnen der Wirtspflanze. Charakteristisch für diese Gruppe ist die Art und Weise, auf welche dieses Ziel erreicht wird. Den peripheren Rindenschichten der

Parasitenwurzel fällt die Aufgabe der sicheren zangenartigen Umklammerung schwächerer Wirtswurzeln zu. Bei stärkeren Objekten findet die Verbindung durch Verkleben der papillen- bis haarförmigen Zellen der Haustorialepidermis statt. Die Hauptmasse des Gewebes dieser Haustorien aber steht im Dienste der mechanischen Erschließung der Wirtsorgane. Bei schwachen Objekten erfolgt die Aufspaltung der Wirtswurzel relativ leicht allein durch die Leistung der Epidermiszellen. Soll aber das Eindringen in widerstandsfähige und große Wurzeln stattfinden, so verlangt das den Einsatz besonderer Hilfsmittel von seiten des Haustoriums. Den ersten vorstoßenden Zellen steht ein beträchtlicher gespeicherter Wasservorrat zur Verfügung in dem *Tracheidenkopf*. Die unter dem starken Gegendruck der Wirtszellen kaum teilungsfähigen Zellen erhalten Nachschub an neuen Elementen von dem weit rückwärts in dem Haustorialgewebe gelegenen Meristem, dem *Kernparenchym*. So entwickelt sich ein immer tiefer in die Wirtswurzel vordringender Gewebekörper, der *Haustorialfortsatz*, der nur der mechanischen Aufschließung dient. Wenn die Leitbahnen erreicht sind, dann erst kommt es in dem ansehnlichen Haustorialkörper zur Ausbildung der Zellen, welche dem ganzen Organ den Namen gegeben haben: der *Absorptionszellen*. Diesen stehen zur Ausbreitung im Wirtsgewebe vornehmlich chemische Mittel zur Verfügung, so daß sie wie Pilzhyphen sich zwischen den Wirtszellen über weite Strecken ausbreiten können mit hydrotropischer Richtung ihres Wachstums.

Je nach dem Grade der Abhängigkeit der parasitären Deckung des Wasser- und Nährsalzbedarfes tritt die Haustorienentwicklung früher oder später in der Individualentwicklung auf.

Auf gleicher Organisationsstufe stehen auch die Lathraeen, obwohl im Absorptionssystem schon Abweichungen bestehen. Weitere Fortschritte zeigen die Orobanchaceen insofern, als die mechanische Aufschließung der Wirtsorgane der chemischen gewichen ist. Damit sind folglich auch alle die für das Rinantheenhaustorium so wesentlichen Gewebsdifferenzierungen verschwunden: der wasserspeichende Tracheidenkopf und das Kernparenchym. Mit einem vorangetragenen Vegetationspunkt wächst dieses Haustorium fast mühelos in die Nährwurzel hinein. Von seiten der Wirtspflanze finden die Orobanchaceen Unterstützung insofern, als bei manchen Arten die Verbindung des Zentralzylinders der Tragewurzel vom Wirte selbst mit den leitenden Zellen des Parasiten hergestellt wird. Nun bilden die Tracheiden des Haustoriums die harmonische Fortsetzung derjenigen des Wirtes, so daß der Charakter als Absorptionsorgan auf dieser Stufe überwunden ist.

Dieses Prinzip der Anschlußbildung des Wirtes findet sich in höchster Entwicklung verwirklicht bei den Balanophoraceen. Hier tritt ein Einstrahlen von Leitelementen des Wirtes in das Knollenparenchym des Parasiten ein.

II. Von den Santalales zu den Rafflesiaceen. Diese weitere Gruppe von Parasiten, die untereinander ebenfalls systematisch verwandt sind, zeigt schon fortschreitende Vervollkommnung der parasitären Angriffsweise, obwohl auch hier wieder die an den Anfang der Entwicklungsreihe gestellten Glieder hauptsächlich Wasser- und Nährsalzparasiten sind. Das Haustorium der Santalaceen, Loranthaceen und der Olacaceen ist zwar in erster Linie wieder ein Organ der mechanischen Aufschließung der Wirtsgewebe, aber ihr gemeinsamer Bauplan ist weniger vollkommen als derjenige der erstgenannten Gruppe. Vor allem fehlt der für die Rinantheen so charakteristische Tracheidenkopf, ferner geht der Wurzelepidermis die Fähigkeit ab, sich am Einbruch in die Wirtspflanze zu beteiligen. Damit in Zusammenhang werden die Wurzelhaare kaum ausgenutzt. Der Vorgang des mechanischen Einbruches in das Gewebe des Wirtes zeigt nicht die Einheitlichkeit der durchgreifenden Stoßkraft, sondern dieser wird in mehr oder weniger zahlreiche Einzelstöße zerlegt, welche je nach der Größe des Widerstandes der Wirtsgewebe verschieden ausfallen können.

Auch hier findet sich zunächst ein zangenförmiges Umfassen der Wirtsorgane, aber vor jedem einzelnen Vorstoß erfolgt je eine Verstärkung des Umfassungsgewebes. Durch diese mehrmalige Zangenbildung nimmt das Haustorium die charakteristische Glockenform an. Die einbrechenden Gewebestränge werden auch bei dieser Gruppe durch nachdrängende Zellen aus einem weit rückwärts gelegenen Zellneubildungsherd ergänzt. Neben der rein mechanischen Arbeit beim Vorstoß in die Wirtsgewebe finden sich auch chemische Leistungen der Zellen.

Der eigentliche Charakter eines Absorptionsorganes fehlt jedoch dem Santalaceenhaustorium, nämlich typische Absorptionszellen. Es dient allein der Aufschließung der Wirtsgewebe und nach erlangtem Anschluß an die Gefäßbahnen des Wirtes der Überleitung des Wasserstromes in den Parasiten, jedoch ohne irgendwelche Mithilfe des Wirtes.

Bei den Loranthaceen und den sich an diese anschließenden Rafflesiaceen findet sich die vollkommenste Art des Einschubes und Einbaues von Parasitengewebe in das Wirtsorgan (harmonischer Einbau), ohne daß eine Verdauung oder Zerstörung von Gewebe erfolgte. Die Organe des Parasiten stoßen bis zum Kambium des Wirtes vor, ohne indessen die kambiale Tätigkeit zu stören. So kommt es, daß neue Holzschichten auf die eingeschobenen Teile des Parasiten abgelagert werden. Die Wucherungen des Holzkörpers mancher Loranthaceenwirte (Holzrosen) sind ohne ersichtlichen Vorteil für den Parasiten.

Bei den holoparasitischen Rafflesiaceen sind Gewebepartien auch in die sekundäre Rinde des Wirtes zur Entnahme organischen Nährmateriales eingegliedert. Unter diesen finden sich schließlich Formen, deren Absorptionsgewebe sich im Wirte auflöst bis in pilzhyphenartige Fäden, welche nach allen Seiten wuchern. Hier macht sich wie bei den Orobanchaceen ein Entgegenkommen des Wirtes bemerkbar insofern, als dieser seine eigenen Leitbahnen durch neugebildete Elemente mit den thallosen Absorptionsorganen des Parasiten verbindet.

III. Das Haustorium von Cuscuta. Das Cuscutahaustorium nimmt eine Sonderstellung ein, weil sein Wurzelcharakter als wahrscheinlich gilt, während die Haustorien der beiden anderen Gruppen wohl am besten als Organe sui generis aufzufassen sind. Innerhalb der haustorialen Anlage kommt es zu keinen besonderen Um- oder Neubildungen. Der Einbruch in das Wirtsgewebe erfolgt vorwiegend durch chemische Mittel und infolgedessen fast hemmungslos. Es fehlen daher auch alle Einrichtungen zur mechanischen Aufschließung. Das Meristem ist ferner dicht unter die vordringende Spitze gelagert. Wie bei den übrigen Typen sind auch bei Cuscuta alle Rindenschichten der dem Wirtsorgan zugekehrten Flanke an der Anlage des Haustoriums beteiligt. Die Umwindung der Wirtspflanze erübrigt aber die Ausbildung von Greifgeweben, dagegen führen schon die Epidermiszellen cellulose- und stärkelösende Enzyme. Das dicht unter der Oberfläche der Haustorialanlage vorhandene Meristem ent-

wickelt sehr bald Absorptionszellen, die wie Pilzhyphen im Innern des Wirtes wuchern, bis sie Anschluß an die Leitungsbahnen des Wirtes gefunden haben. Ist dieser aufgenommen, so hat das Haustorium den Charakter als Absorptionsorgan größtenteils verloren.

Der sehr anregenden Schrift möchte Ref. nur eines wünschen: eine übersichtlichere Schreibart. Die sich fast ununterbrochen aneinanderreihenden langen Satzperioden erschweren die Lektüre ungemein. Die Beseitigung dieses Übelstandes ließe sich bei einer evtl. Neuauflage wohl leicht erreichen.

A. Th. Czaja, Berlin-Dahlem.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Fortschritte in der Schallaufnahme und -wiedergabe. Die ersten Aufnahmen von Schallschwingungen wurden 1864 von Scott und König gemacht, die mittels einer Nadel auf einer bewegten rußgeschwärzten Platte die Schwingungen aufzeichneten (Phonautograph). 1877 gelang es Edison dadurch, daß er die Aufnahmen auf einer Wachswalze aufzeichnete, den Vorgang umzukehren und den Schall wiederzugeben. Der Phonograph von Edison wurde sodann durch Bell verbessert, indem Aufnahme- und Wiedergabeapparat getrennt wurden. Eine weitere Neuerung wurde durch Berliner eingeführt, der die Aufnahme auf Platten (statt wie Bell auf Wachszylinder) machte und außerdem von der senkrecht zur Aufnahmefläche erfolgenden Markierung zur transversalen, also in der Plattenebene liegenden, überging.

Größere Fortschritte brachte die Entwicklung des Telephons, da im Zusammenhang damit Methoden ausgearbeitet wurden, die eine genaue Messung der Schallwiedergabe des Grammophons bei verschiedenen Frequenzen gestatteten. Dann war es auch möglich, durch Einbringen künstlicher Resonanzen oder Wegnahme von solchen die Wiedergabe zu verbessern.

Neuere bahnbrechende Erfolge brachte die elektrische Aufnahme der Schallschwingungen, da ja durch entsprechende Verstärkung selbst schwache Schwingungen aufgenommen werden können und die Aufnahme vom Orte unabhängig ist. Bei der Aufnahme ist dabei stets darauf zu achten, daß im ganzen Frequenzbereich bei gleicher dem Systeme erteilter Energie die Maximalgeschwindigkeit der Aufnahmenadel gleich ist und deren Amplituden umgekehrt wie die Frequenzen abnehmen. Neuerdings wurden so auch die mechanischen Aufnahmeapparate durch Vergleich mit der Theorie der elektrischen vielfach verbessert.

Bei den Wiedergabeapparaten spielt die Form des Schallrohres eine große Rolle. Die ideale Form eines geraden Schalltrichters ergibt eine einem Exponentialgesetz folgende Erweiterung. Jedoch fallen die Schalltrichter meist so lang aus, daß sie in den Apparaten gebogen werden müssen, was nicht ohne Einfluß auf die Wiedergabe ist.

Neuerdings wurden auch Versuche gemacht, die Schwingungen der Nadel direkt in elektrische Schwingungen zu übertragen und auf dem Wege über Lautsprecher in Schallschwingungen umzusetzen; diese Methode stellt jedoch hohe Anforderungen an die Güte des Lautsprechers.

Fig. 1 gibt ein anschauliches Bild von der Verbesserung des Grammophons seit 1897. Als Abszissen wurden die Frequenzen (Hertz = Schwingungen/Sek.) in logarithmischem Maßstabe und als Ordinate die Verstärkung aufgetragen, die notwendig ist, um die Schalleistung auf eine bestimmte Energiehöhe zu bringen. Als Maß diente hierbei $10 \log E/E'$, wo E die ausgesandte Energie ist und E' einen willkürlichen Wert vorstellt. Dieser Skalenwert ist annähernd proportional zur Schallstärke, da schon drei der oben genannten Einheiten einen bemerkbaren Unterschied in der Schallstärke ergeben. Die Verlängerung der Geradlinigkeit der Kurve für niedere Frequenzen stößt noch auf Schwierigkeiten, da die Schalltrichter sehr lang ausfallen und schwer unterzubringen sind. Bei Erweiterung

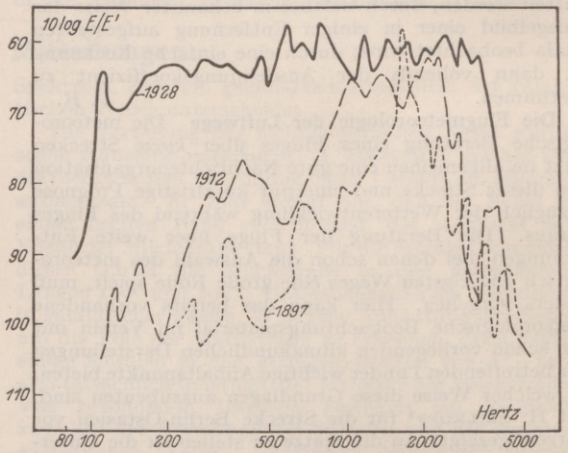

Fig. 1. Verbesserung des Grammophons.

ins Gebiet der hohen Frequenzen kommen bereits die kleinen Unregelmäßigkeiten in der Oberfläche des Aufnahmematerials zur Geltung, die zu kratzenden Geräuschen führen.

Versuche, Schallschwingungen auf photographischen Wege festzuhalten, sind durch den sprechenden Film bekannt geworden. P. R.

Apparat zur Ermittlung des Ausdehnungskoeffizienten. Wenn man den linearen Ausdehnungskoeffizienten von Metallen direkt messen will, so muß man zwecks Erzielung größerer Genauigkeit verhältnismäßig lange Stäbe anwenden. Von Willstrop[1] wurde eine Methode angegeben, die auch bei kurzen Stäben zu genauen

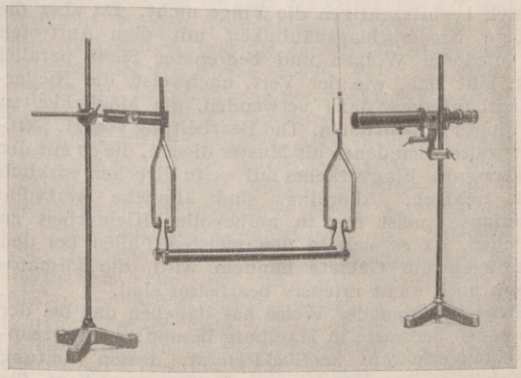

Fig. 1. Versuchsanordnung zur Ausdehnungsmessung.

[1] J. of Sci. Instrum. **1928**, H. 2, 35 (A. Whitaker).

[1] J. of Sci. Instrum. **1928**, H. 4, 130 (J. W. W. Willstrop).

Ergebnissen führt. Man nimmt dabei zwei gleichlange Stäbe, die beide aus dem gleichen, zu untersuchenden Metall sein können oder auch aus verschiedenen Metallen, falls der Ausdehnungskoeffizient des einen genau bekannt ist. Beide Stäbe werden mit Hilfe von Haken an zwei Bügeln aufgehängt (Fig. 1), von denen der eine fest, der andere aber an einem langen Drahte drehbar gelagert ist. Taucht man die Stäbe in Wasserbäder von verschiedener Temperatur ein, so bedingt die ungleiche Längenänderung der Stäbe eine Drehung des einen Bügels, an dem ein vertikaler Spiegel befestigt ist. Die relative Längenänderung des einen Stabes gegenüber dem anderen kann mittels eines Ablesefernrohres ermittelt werden, durch welches in bekannter Weise das Spiegelbild einer in einiger Entfernung aufgestellten Skala beobachtet wird; durch eine einfache Rechnung ist dann vollends der Ausdehnungskoeffizient zu bestimmen. P. R.

Die Flugmeteorologie der Luftwege. Die meteorologische Beratung eines Fluges über *kurze* Strecken setzt im allgemeinen eine gute Nachrichtenorganisation von dieser Strecke und eine nur kurzfristige Prognose bezüglich der Wetterentwicklung während des Fluges voraus. Die Beratung der Flüge über weite Entfernungen, bei denen schon die Auswahl des meteorologisch günstigsten Weges eine große Rolle spielt, muß anders vorgehen. Hier kann das bereits vorhandene meteorologische Beobachtungsmaterial im Verein mit den schon vorliegenden klimakundlichen Darstellungen der betreffenden Länder wichtige Anhaltspunkte bieten. In welcher Weise diese Grundlagen auszubeuten sind, hat H. Seilkopf[1] für die Strecke Berlin-Ostasien vor kurzem gezeigt. An die Spitze zu stellen ist die Untersuchung der Sichtigkeitsverhältnisse. Charakteristisch für das zentrale Rußland sind die in sommerlichen Trockenperioden auftretenden starken Dunsttrübungen, die mit ausgedehnten Waldbränden zusammenhängen. Ein Minimum an Sicht bringt der Nebel mit sich. Die klimatologischen Darstellungen geben hierfür ausreichendes Material. Sie gestatten es, sowohl die örtliche Verteilung als auch die jahreszeitliche und tageszeitliche Periode der Häufigkeit des Nebels festzulegen. Wichtig ist auch die Kenntnis der Wolkenhöhen. Sie sind aber vorläufig nur für wenige besondere Beobachtungsstationen zu ermitteln. Ähnliches gilt für die Windgeschwindigkeit in den höheren Schichten. Dagegen läßt sich die Häufigkeit der Stürme, die heute immer noch die Fliegerei stark behindern, aus dem klimatologischen Material gut beurteilen. Niederschläge an sich beeinträchtigen die Flüge nicht. Da aber die größere Niederschlagshäufigkeit mit dem Auftreten von niederen Wolken und begrenzter Sicht parallel geht, läßt sich, wie der Verf. nachweist, die Niederschlagshäufigkeit dazu verwenden, die Möglichkeiten des Fluges zu beurteilen. Die Bearbeitung von H. Seilkopf sollte allen denen als Muster dienen, die es mit der Beratung des Flugverkehrs auf weite Strecken wirklich ernst nehmen. Allerdings sind ähnliche wertvolle Unterlagen meist nur in mühevoller Kleinarbeit zu erreichen, da es sich in den meisten Fällen bei den Fernflügen um Gebiete handeln wird, die klimatologisch noch nicht intensiv bearbeitet sind.

In weitschauender Weise hat daneben das bei der Deutschen Seewarte in Hamburg besonders für Ozeanflüge eingerichtete Seeflug-Referat, dessen Leitung gleichfalls in den Händen von H. Seilkopf liegt, für die Bedürfnisse eines Flugverkehrs Europa-Südamerika vorgesorgt. In Anlehnung an die für die Schiffahrt schon seit Jahrzehnten bearbeiteten Monatskarten sind jetzt zwei *Luftfahrtblätter für den Südatlantischen Ozean* erschienen. Auf ihrer Vorderseite sind die Druck- und Strömungsverhältnisse im Monat Februar (Südsommer) und August (Südwinter) dargestellt. Die Rückseite des ersten Blattes bringt die Bewölkung des Jahresdurchschnittes und die für die Fliegerei so wichtigen Unterlagen zur Beurteilung der Sichtmöglichkeit in Form von kleinen Kärtchen, die die Häufigkeit von diesiger Luft über dem zentralen Teil des Atlantik und die Häufigkeit des Nebels nach jahreszeitlichem Durchschnitt über dem ganzen Gebiet geben. Auf der Rückseite der zweiten Karte ist für die Südhälfte des Nordatlantik der mittlere Strömungsverlauf in 500, 1000, 1500, 2000, 2500 und 3750 m im Mittel der Monate Mai bis September zu finden. Das Ganze stützt sich zwar auf Quellen, die dem Fachmann bekannt sind, der Flugpraktiker wird aber dafür dankbar sein, daß ihm diese Tatsachen in eine leicht greifbare und übersichtliche Form gebracht worden sind. K. Knoch.

Akademieberichte. Académie des Sciences de Paris. (Nach Revue générale des sciences pures et appliquées 37, Nr. 14 bis 38, Nr. 1.) J. Constantin, *Importance économique et agricole des cultures montagnardes tropicales.* Die Höhenkur wird auf Java seit 1889 gegen die Serehkrankheit, eine Erkrankung des Zuckerrohres, angewandt. Gegenwärtig wird sie so ausgeführt: Die Ableger werden 6 Monate lang auf 1500—1800 m Höhe gehalten und dann noch einige Zeit zwischen 600 und 300 m. Die so regenerierte Pflanze bleibt in der Ebene 4—6 Jahre gesund. Die Bastarde von Javarohr mit Pflanzen aus dem Bergland sind ziemlich widerstandsfähig, doch benötigen sie immerhin alle 5—6 Jahre eine Höhenkur. (27. Juni.) — M. L. Verrier, *Sur la détermination du champ visuel anatomique chez les Poissons et les Bactraciens.* Die Forelle hat ein binokular überstrichenes Gesichtsfeld von 30° und die einzelnen Augen haben ein voneinander unabhängiges Gesichtsfeld von etwas mehr als 60°. Beim Frosch sind die entsprechenden Zahlen 40° und 50°. — J. Thomas, *Des injections d'autolysats cancéreux dans le traitement des cancers.* Bei malignen Tumoren wurden sehr rehebliche Besserungen durch subcutane Einspritzungen von Autolyseprodukten von Krebsgeschwülsten erhalten. Da keine Spezifität besteht, kann eine vorher bereitete Vaccine angewandt werden. Der Verfasser empfiehlt, diese Therapie mit der chirurgischen zu kombinieren und will sie sogar prophylaktisch anwenden. (20. Juni.) — Tsukamoto, *Sur la transparence de la silice fondue pour les radiations ultraviolettes.* Das Absorptionsvermögen des geschmolzenen Siliciums hängt sehr von seiner Reinheit ab, ist aber in jedem Falle größer als beim Quarz. (4. Juli.) — J. Ciaja, X. Chahovitch et A. Ciaja, *Sur l'absence de fièvre dans l'infection du Rat privé de glandes surrénales.* Die operierten Tiere reagierten auf eine Infektion mit Pyoceaneus nicht mit Temperaturerhöhung. Die Temperatur nahm im Gegenteil bis zum Tode ab, der unter Konvulsionen erfolgte, genau wie bei nicht infizierten Tieren. (27. Juni.) — J. Dufay, *Intensité de la raie verte des aurores polaire dans le spectre du ciel nocturne.* Die Intensität der grünen Nordlichtlinie am Nachthimmel schwankt etwas. Sie beträgt 5—8% des gesamten Lichtes, das vom Nachthimmel kommt. (11. Juli.) — D. Chevrier et M. Salles, *Stérilisation des eaux potables par électrolyse.* Das mit 110—120 Volt elektrolysierte Wasser wird durch die Wirkung des entstehenden Ozons und vor allem des Chlors schnell steril. Das sterilisierte Wasser bleibt

[1] H. Seilkopf, Grundzüge der Flugmeteorologie des Luftweges nach Ostasien. Arch. d. Dtsch. Seewarte **44**, H. 3 (1927).

sogar noch einige Zeit lang schwach bactericid. (20. September.) — G. CHARPY, *Sur un procédé de durcissement superficiel de l'acier.* Die Härtung kann durch die Bildung einer oberflächlichen Schicht von Eisennitrid herbeigeführt werden. (14. November.) — G. LABUSSIÈRE, *Production de lumière par frottement du diamant sur le verre.* Wenn man die Glasseite einer photographischen Platte mit einem harten Gegenstande reibt, so findet man nach dem Entwickeln auf der Schichtseite geschwärzte Streifen mit scharfen Rändern. Sie sind verursacht durch die Lichtentwicklung kleiner elektrischer Entladungen, die beim Reiben auftreten, und ihre scharfe Begrenzung entsteht durch den Grenzwinkel der Brechung bei streifender Incidenz des Lichtes in das Glas der Platte. Ihre Breite ist demnach von der Dicke des Glases abhängig. (14. November.) — L. MALLET und R. CLIQUET, *Cellule photoélectrique pour la mesure du rayonnement ultra-violet moyen.* Eine Legierung von Cadmium und Silber ist empfindlich gegen ultraviolettes Licht von geringerer Wellenlänge als 2900 Å. Die Zelle ist gegen die Sonnenstrahlung vollkommen unempfindlich. Der Apparat ist ausgebildet für Strahlungsmessungen in der Therapie. (14. Nov.) — T. LEVINE, *Sur le rôle de l'ozone dans l'atmosphère.* Der Ozongehalt der Luft ist eng an die Druckverteilung gebunden, indem das Ozon stärker bei Depressionen auftritt als bei Antizyklonen. Die Ursache dafür liegt in den jeweiligen Strömungsverhältnissen. (7. Nov.)

Astronomische Mitteilungen.

Die nichtgalaktischen Nebel. In den Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsaliensis, Vol. extra ordinem editum 1927 veröffentlicht K. LUNDMARK eine groß angelegte Studie über die nichtgalaktischen Nebel, in welcher er die meisten Fragen der modernen Nebelforschung behandelt, und welche deshalb gut geeignet ist, einen weitgehenden Einblick in dieses Gebiet zu vermitteln.

Seit der Einführung der Photographie in die astronomischen Beobachtungsmethoden ist ein mächtiger Fortschritt in unserer Erkenntnis der Welt der Nebel zu verzeichnen. Besser als das Auge ist die photographische Platte in der Lage, die Verschiedenheit in der Form und Struktur der Nebel zu erfassen, so daß wir heute in der Lage sind, wohl alle am Himmel vorkommenden Nebel ihrer äußeren Erscheinung nach in eine Reihe von Gruppen mit besonderen Kennzeichen einzuordnen. Bei dieser Klassifizierung der Nebel unterscheidet man zunächst zwei große Gruppen. Die in das Sternsystem eingebetteten Objekte faßt man als galaktische Nebel zusammen. Zu ihnen gehören sowohl die leuchtenden, in ihrer Form unregelmäßigen Nebel wie der weit ausgedehnte Orionnebel, als auch die dunkeln nur durch ihre Absorptionswirkung zu erkennenden Nebel. Auch die kleinen, meist scharf begrenzten, sehr regelmäßig gestalteten planetarischen Nebel gehören hierher. Sie alle geben in der Hauptsache mit nur wenigen Ausnahmen ein Spektrum mit Emissionslinien. Die zweite große Gruppe umfaßt die nichtgalaktischen Nebel, bei denen man schon durch den Namen andeuten will, daß sie ihrer räumlichen Stellung nach außerhalb des Milchstraßensystems stehen. Ihrer Form nach unterscheidet man 4 Untergruppen. Die erste umfaßt die Spiralnebel, zu denen die größten Vertreter der nichtgalaktischen Nebel gehören. Wir kennen etwa einige hundert Nebel, bei denen die Spiralstruktur deutlich zu erkennen ist. In der zweiten Untergruppe vereinigt man die kugelförmigen, elliptischen und spindelförmigen Nebel. Zu ihnen gehören die weitaus meisten nichtgalaktischen Nebel. Die dritte Untergruppe enthält die Nebel nach Art der MAGELLANIschen Wolken, von denen nur wenige bekannt sind, und in der vierten faßt man anomale Objekte zusammen. Früher nahm man an, daß alle diese Typen zur Klasse der Spiralnebel gehörten, und daß wir bei vielen von ihnen infolge der großen Entfernung die Spiralstruktur nur nicht unterscheiden können, doch hat die Photographie bei einer ganzen Reihe, auch bei großen Objekten, selbst unter Verwendung der größten Instrumente keine Spur von Spiralstruktur erkennen lassen.

In vielen Fällen ist eine weitgehende Ähnlichkeit dieser in ihrer Form so stark voneinander verschiedenen Gebilde vorhanden, so z. B. in Helligkeit, Farbe und Spektrum, das sich grundsätzlich von dem der galaktischen Nebel unterscheidet.

Die Verteilung der nichtgalaktischen Nebel wurde schon frühzeitig untersucht. J. HERSCHEL machte auf die merkwürdige Anordnung dieser Gebilde am Himmel aufmerksam. Er wies darauf hin, daß die Nebel in einem breiten Band verteilt sind, das senkrecht zur Ebene der Milchstraße steht. Für die Spiralen schneidet dieser Gürtel die Milchstraße in den galaktischen Längen 100° und 295°. Untersucht man die Verteilung in galaktischer Breite, so ist eine Anhäufung der Nebel um die Pole der Milchstraße zu erkennen, doch liegen einige Spiralen in den geringen Breiten von 8°—12°, also tatsächlich innerhalb der Struktur der Milchstraße. Von besonderem Interesse erscheint ein Vergleich zwischen der Verteilung der Spiralen und der dunklen galaktischen Nebel. LUNDMARK verwendet hierfür die FRANKLIN-ADAMS-Platten, eine Serie von Aufnahmen, welche den ganzen Himmel überdeckt. Es zeigt sich deutlich, daß in Gegenden, in denen die dunklen Nebel häufig sind, nur wenig Spiralen vorkommen. Umgekehrt sind die Spiralen dort zahlreich vertreten, wo die dunkeln galaktischen Nebel fehlen. Selbst innerhalb der Milchstraße kommen Spiralen dort vor, wo keine dunkeln Nebel stehen. Danach scheint die Vermutung von SANFORD durch die Beobachtungstatsachen bestätigt zu werden, daß die scheinbare Verteilung der Spiralnebel am Himmel durch das Vorhandensein von dunkeln, absorbierenden Nebeln in relativ geringer Entfernung von uns bedingt wird.

Die Spektren der nichtgalaktischen Nebel sind, wie oben erwähnt, einander sehr ähnlich. Soweit sie untersucht sind. gehören sie den Spektralklassen *G* und *K* an mit nur wenigen Ausnahmen, bei denen auch helle Linien vorkommen, und die dann in ihren Typus den O-Sternen oder den Novae ähneln. Nach SLIPHER, der vor allem die Untersuchung der Spektren dieser Nebel ausgeführt hat, sind die Spektren reine Sternspektren und zeigen im allgemeinen auch keine Zusammensetzung aus frühen und späten Spektraltypen, wie man es bei den Sternhaufen häufig beobachten kann. Das normale Spiralnebelspektrum stimmt gut überein mit dem Spektrum des Gesamtlichtes der Milchstraße, Typus *G*. Auch die effektiven Wellenlängen der nichtgalaktischen Nebel sind nur wenig voneinander verschieden, im Mittel gilt $\lambda_{\text{eff.}} = 429\ \mu\mu$, während für die planetarischen Nebel $\lambda_{\text{eff.}}$ im Mittel $= 413\ \mu\mu$ gefunden worden ist. Dieser Unterschied in der effektiven Wellenlänge ermöglicht eine sichere Unterscheidung zwischen einem kleinen nichtgalaktischen und einem planetarischen Nebel. Die Farbe der nichtgalaktischen Nebel ist gelb, zuweilen auch rötlich, jedenfalls nicht weiß.

Die wichtigste Frage der Nebelforschung ist die nach

der Entfernung der nichtgalaktischen Nebel. Sind sie als Glieder unseres Sternsystems anzusehen, oder haben wir es bei ihnen mit selbständigen, nicht zu diesem gehörigen Gebilden zu tun? Man hat auf verschiedenen Wegen versucht, Klarheit über diese Frage zu erhalten. Direkte Parallaxenmessungen führen zu Werten, die mit unseren sonstigen Erfahrungen über diese Objekte unvereinbar sind. So fand v. MAANEN für die Parallaxe des größten Spiralnebels, des Andromedanebels, $\pi = 0''.004$ entsprechend einer Entfernung von ca. 800 Lichtjahren. Diese Angabe kommt als Entfernung des Nebels nicht in Betracht; sie zeigt lediglich, daß eine direkte trigonometrische Messung selbst mit unseren größten Instrumenten nicht möglich ist. Man hat weiter viele Versuche gemacht, auf dem Umwege über die Eigenbewegungen der Spiralnebel zu einer Kenntnis ihrer Entfernungen zu gelangen. Auch dieser Weg führt zu keinen zuverlässigen Resultaten. Die alten durch visuelle Beobachtungen erhaltenen Nebelpositionen sind durch systematische Fehler entstellt und liefern im Verein mit neueren photographischen Örtern falsche Eigenbewegungen. Aber auch die aus gutem photographischen Material allein abgeleiteten Eigenbewegungen sind nichts anderes als Werte für deren obere Grenze. Im engen Zusammenhang mit der Frage nach der Eigenbewegung steht die nach der Bewegung der Nebelknoten innerhalb der Spiralnebel. Von früheren Untersuchungen auf diesem Gebiet seien als wichtigste nur die Messungen von KOSTINSKY in Poulkowa genannt, der bei dem Spiralnebel in den Jagdhunden eine Rotation des Nebels um $0''.04$ bis $0''.05$ pro Jahr findet. Interessant ist dabei das Resultat, daß der Rotationssinn der inneren Spiralarme dem der äußeren Teile entgegengesetzt ist. Am eingehendsten hat sich mit dieser Frage v. MAANEN vom Mt. Wilson Observatorium in den Jahren von 1916—1922 beschäftigt. Er untersucht 7 große Spiralnebel, die ihrer Form und Struktur nach für solche Messungen geeignet sind. Nach seinen Messungen zeigen die Nebelknoten in allen Fällen eine in Richtung der Spiralarme nach außen gerichtete Bewegung. Dabei beziehen sich seine Untersuchungen sowohl auf rechts- als auch auf linksgewundene Spiralen. Einer der von v. MAANEN bearbeiteten Nebel ist auch von LUNDMARK gemessen worden, der jedoch bei guter Übereinstimmung der translatorischen Bewegung nur den 12. Teil der von v. MAANEN gefundenen Rotation findet. Es ist sehr schwer, den Unterschied beider Messungsreihen zu erklären. Jedenfalls ist in beiden Reihen die Bewegungsrichtung eng mit der Richtung der Spiralarme verknüpft. Zum Vergleich sei erwähnt, daß v. MAANEN nach der gleichen Methode auch einige geeignete Sternhaufen auf innere Bewegungen untersucht hat, bei ihnen jedoch keine nachweisbaren Bewegungen finden konnte. Daß innere Bewegungen bei den Spiralnebeln vorhanden sind, zeigen spektroskopische Beobachtungen an mehreren dieser Objekte, bei welchen ein deutlicher Rotationseffekt ähnlich dem in Planetenspektren angezeigt wird.

So bleibt für die Ermittlung der Entfernung der nichtgalaktischen Nebel vorläufig nur der indirekte Weg über die Helligkeit geeigneter in den Nebeln vorkommender Objekte. Großes Gewicht legt LUNDMARK auf die neuen Sterne, die man in einigen Spiralnebeln gefunden hat. Unter der Annahme, daß die z. B. im Andromedanebel aufgefundenen Novae physikalisch mit den innerhalb unseres Sternsystems aufleuchtenden neuen Sternen identisch sind, daß insbesondere die maximale absolute Helligkeit für beide Arten die gleiche ist, kann man aus der beobachteten scheinbaren Helligkeit der Novae des Andromedanebels dessen Entfernung berechnen. Aus spärlichem Material leitete LUNDMARK 1919 die maximale absolute Helligkeit der galaktischen Novae zu — 4. Größe ab und fand damit für den Andromedanebel die Entfernung 650000 Lichtjahre. Eine neue nach fünf verschiedenen Methoden durchgeführte Diskussion führt ihn neuerdings zu dem Wert — 6,1 für die maximale absolute Helligkeit der galaktischen Novae, womit die Entfernung des Andromedanebels auf eine Million Lichtjahre vergrößert wird Von ähnlicher Größenordnung ist seine Entfernung, wenn man anstatt der neuen Sterne die von HUBBLE in den äußeren Teilen des Nebels aufgefundenen Cepheiden verwendet. Auch für einige andere Spiralnebel hat man auf diesem Wege ähnliche Entfernungen ableiten können, und man neigt heute im allgemeinen der Ansicht zu, daß die so ermittelten Entfernungen der Größenordnung nach wohl richtig sind.

Besonderes Interesse bringt man in letzter Zeit den vielen kleinen nichtgalaktischen Nebeln entgegen, die in manchen Himmelsgegenden sehr zahlreich auftreten und häufig in der Nähe größerer Nebel stehen. Auf die Frage, ob die kleinen Nebel evtl. als Satelliten der größeren aufzufassen sind, ergibt eine Untersuchung von 173 Platten die Antwort in dem Sinne, daß mit abnehmender Helligkeit des Hauptnebels die Zahl der kleinen Nebel größer wird. Danach können sie nicht als Satelliten der größeren Nebel betrachtet werden. Ihre Erscheinung weist vielmehr auf eine Neigung zur Haufenbildung hin. Nach LUNDMARKS Angaben sind 55 solcher Nebelhaufen bekannt, von denen jedoch nur wenige näher untersucht sind. Nur drei von ihnen mögen hier erwähnt werden. Von SHAPLEY und AMES wurde der Nebelhaufen in Coma und Virgo studiert, worüber in Naturwiss. **1927**, 32 berichtet worden ist. Er umfaßt 103 Objekte von einem mittleren scheinbaren Durchmesser von 4′ und der mittleren scheinbaren Helligkeit 12.3 Größe. Unter der Annahme, daß die mittlere absolute Helligkeit der Nebelchen — 15. Größe ist, ergibt sich für die Entfernung des Haufens rund 10 Millionen Lichtjahre. Ein weiterer interessanter Nebelhaufen ist vor kurzem von BAADE in Bergedorf in Ursa major gefunden worden. Er enthält auf einem Gebiet von 16′ × 14′ etwa 60 Nebelchen zwischen der 16. und 18. Größe; die größten Objekte haben einen mittleren Durchmesser von etwa 10″. BAADE gibt für seine Entfernung das 15-fache des Abstandes des Coma-Virgo-Haufens an, also etwa 150 Millionen Lichtjahre. Der größte der bisher bekannten Nebelhaufen ist von WOLF in Heidelberg aufgefunden worden und steht in der Nähe des galaktischen Nordpoles. Er umfaßt etwa 1500 Nebelchen zwischen 14. und 19. Größe. Von 280 sind die Durchmesser gemessen worden, ihr Mittel ist 11″ mit einer Streuung von 14″. Aus der mittleren scheinbaren Helligkeit ergibt sich die Entfernung des Haufens zu etwa 200 Millionen Lichtjahren. Die Ausdehnung der Gruppe beträgt rund 20 Millionen Lichtjahre, während der Ursa major-Haufen einen Durchmesser von nur etwa 700000 Lichtjahren hat. Wir haben es nach diesen Angaben hier mit einem System zu tun, das an Ausdehnung alle anderen Nebelhaufen weit übertrifft und in seinen Dimensionen vielleicht mit dem System der gewöhnlichen Spiralnebel vergleichbar ist.

Nach unserer bisherigen Erkenntnis bilden die nichtgalaktischen Nebel eine riesige kosmische Einheit, von welcher unser Milchstraßensystem nur ein kleiner Teil ist. Für dieses System der Nebel schlägt LUNDMARK die Bezeichnung „metagalaktisches System" vor.

OTTO KOHL.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.