

Ökologisch-pflanzengeographische Untersuchungen an Heide-, Moor- und Salzpflanzen.

Die experimentelle Widerlegung der Schimperschen Xerophyten-theorie.

VON OTTO STOCKER, Bremerhaven.

A. Die Schimpersche Xerophyten-theorie der Heide-, Moor- und Salzpflanzen.

Unter den deutschen Pflanzenvereinen ist, vielleicht abgesehen vom Wald, keiner so oft geschildert und besungen worden, keiner zu so allgemeiner, volkstümlicher Berühmtheit gekommen wie die niedersächsische *Heide*¹⁾. Es ist hier nicht der Ort, näher zu untersuchen, worauf die starke psychologische Wirkung beruht, die die Heide auf ihre Bewohner sowohl wie den flüchtigen Besucher ausübt; soviel scheint mir aber sicher, daß dabei die ungewöhnliche *Einheitlichkeit und Gleichförmigkeit* der sie zusammensetzenden Pflanzenwelt eine Hauptrolle spielt. Denn die Physiognomie der Heidevegetation wird bestimmt durch eine einzige Pflanzenart, das Heidekraut (*Calluna vulgaris*), welches in dichtem Teppich das sandige oder moorige Land überzieht. Für den Pflanzengeographen ist dieses unbedingte Überwiegen einer Art schon an und für sich ein Problem; sein Interesse wird aber dadurch noch besonders gesteigert, daß das Heidekraut einen Blattbau aufweist, der sich stark vom normalen entfernt. Schon beim Betrachten mit bloßem Auge fällt die außerordentliche *Kleinheit* der die Zweige dachziegelartig umhüllenden Blätter auf, die Blattlänge ist durchschnittlich nur etwa 1 mm. Der mikroskopisch betrachtete Blattquerschnitt gibt das nebenstehend gezeichnete Bild (Fig. 1). Um es richtig zu verstehen, denke man sich die seitlichen Ränder eines schmalen Blattes von normaler Bauart so stark nach unten umbogen, daß die Blattunterseite mit ihren Spaltöffnungen in eine Rinne zu liegen kommt, die durch Haare dicht versperrt wird. Man sieht diese Rinne am Heideblatt schon mit bloßem Auge als weißlichen Längsstreifen. Die Oberseite oder besser die Außenseite des Blattes hat keine Spaltöffnungen, fällt aber durch stark verdickte und cutinisierte Außenwände der Epidermiszellen auf. Blätter von dieser Bauart finden sich außer beim Heidekraut auch bei einer Anzahl anderer immergrüner Heidepflanzen, wobei man alle Stufen der Einrollung des Blattes beobachten kann, von der eben beginnenden Umbiegung der

Ränder an (*Andromeda polifolia*, wilder Rosmarin) über deutliche Rinnenbildung weg (*Erica Tetralix*, Glockenheidekraut und *Calluna vulgaris*, Heidekraut) bis zum vollständigen „Rollblatt“ mit geräumiger Höhlung, die nur durch einen schmalen Spalt sich öffnet (*Empetrum nigrum*, Krähenbeere). Da dieser Blatttyp sich hauptsächlich bei Vertretern der Familie der Ericaceen findet, nennt man ihn den *ericoiden Blatttyp*.

KERNER VON MARILAUN, SCHIMPER und WARMING, die Begründer der ökologischen Pflanzengeographie, deuten das ericoide Blatt in ganz verschiedener Weise. KERNER faßt die Versenkung der Spaltöffnungen als Schutz gegen die Benetzung derselben durch Tau und Regen auf, also als Mittel zur *Förderung der Transpiration*, SCHIMPER und WARMING dagegen sehen in ihr eine Einrichtung zur Schaffung eines dampfgesättigten Vorraumes vor den Spalten und somit, in Verbindung mit der Verstärkung der Epidermiswände und der Verkleinerung der Blattfläche, ein Mittel zur *Herabsetzung der Transpiration*. Nach KERNER sind die Heideericaceen also Hygrophyten¹⁾ mit hygromorphem Blattbau, nach SCHIMPER und WARMING dagegen Xerophyten mit xeromorphem Blattbau. Daß diese einander entgegengesetzten Ansichten entstehen konnten, liegt daran, daß die ökologische Pflanzengeographie in ihren Jugendjahren, die sie auch heute noch kaum überwunden hat, wie jede andere Wissenschaft mehr mit Theorie und Deduktion als mit Experiment und Induktion gearbeitet hat. Weder KERNER noch SCHIMPER und WARMING haben *direkte* Beweise für die Richtigkeit ihrer Ansicht. Als *indirekten* Beweis führt KERNER die Tatsache an, daß die Heidegebiete überall Gebiete mit feuchtem und regnerischem Klima sind, und

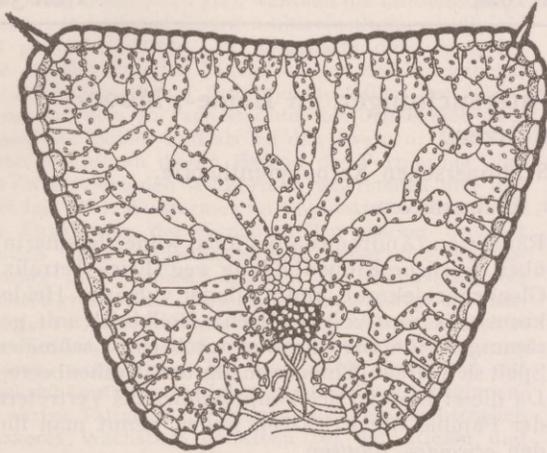
¹⁾ In Nordostdeutschland bezeichnet man als Heide bekanntlich Kiefernwaldgebiete, die pflanzengeographisch mit der in der Botanik als Heide bezeichneten Pflanzengesellschaft nichts zu tun haben.

¹⁾ Wir bezeichnen als Hygrophyten Pflanzen, deren Wasserversorgung sehr leicht ist, als Xerophyten solche, die unter schwierigen Bedingungen der Wasserversorgung leben. Mesophyten stehen zwischen Xerophyten und Hygrophyten. Hygromorph heißt eine Struktur, welche die Wasserabgabe erleichtert, xeromorph eine solche, die sie erschwert. Da die Wasserabgabe nicht nur durch strukturelle Eigenschaften bedingt wird, decken sich die Begriffe xeromorph und Xerophyt bzw. hygromorph und Hygrophyt nicht immer. Wir werden z. B. die Heideericaceen schließlich als „xeromorphe Meso- bis Hygrophyten“ kennen lernen.

daß die Heideericaceen überall auch das stets nasse Hochmoor besiedeln, SCHIMPER und WARMING dagegen weisen auf den Umstand hin, daß Steppenpflanzen und Pflanzen anderer zweifellos trockener

Xeromorphie der auf der Heide wachsenden Ericaceen, so ist seine Stellungnahme gegenüber denselben Arten, wenn sie auf dem Hochmoor wachsen, um so bestimmter und überraschender. Hier macht SCHIMPER die geniale Annahme, der Hochmoorboden sei „physiologisch trocken“, d. h. das Hochmoorwasser enthalte in den Humussäuren Stoffe, die die Wurzelzellen der Pflanzen in der Aufnahme des an und für sich reichlich vorhandenen Wassers sehr stark hemmten. SCHIMPER kann sich dabei auf einige allerdings wenig beweiskräftige Transpirationsversuche an Nicht-Moorpflanzen berufen. Er wäre aber sicher nicht zu dieser Theorie der „physiologischen Trockenheit des Hochmoorbodens“ gekommen, wenn er nicht vorher beim Studium der indomalayischen Strandflora zur Erklärung der Xeromorphie der Mangrovepflanzen eine „physiologische Trockenheit des Salzbodens“ angenommen hätte, die als Folge der osmotischen Kräfte einer Salzlösung physiologisch sehr einleuchtend ist.

So entstand ein großzügig angelegtes Theoriengebäude, dessen Fundamente die „physiologische Trockenheit“ des Salz- und Moorbodens und die Xeromorphie der Salz- und Moorpflanzen bilden, und das beim Erscheinen von SCHIMPER'S „Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage“ im Jahre 1898 einen so großen Eindruck machte, daß es sogleich in die allgemeine Lehrmeinung auf-

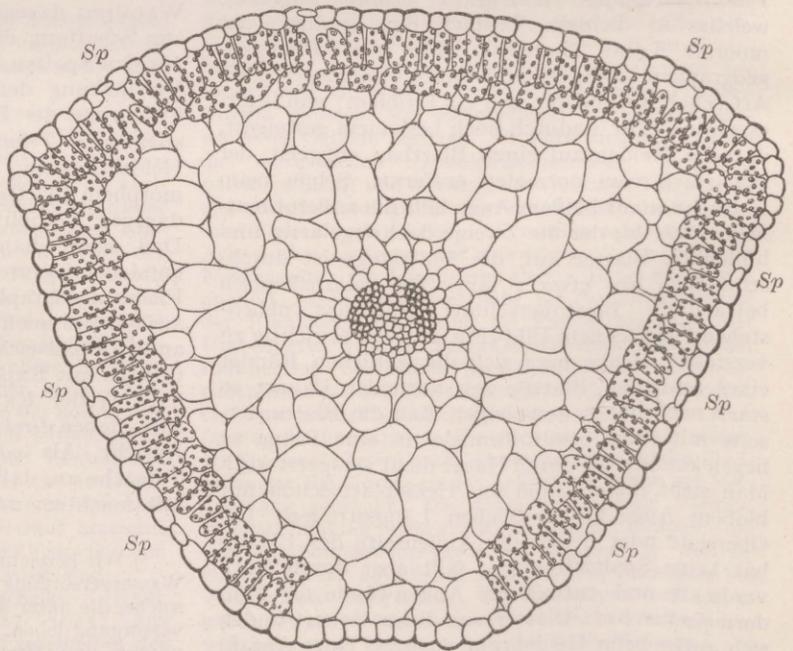


0,1 mm

Fig. 1. Querschnitt eines Blattes von *Calluna vulgaris* (Heidekraut). Epidermiszellen mit verdickten Wänden und stark verschleimt. Spaltöffnungen nur in der durch Haare versperrten Rinne auf der Blattunterseite.

Standorte Blattstrukturen besitzen, die mit dem ericoiden Blatt viele Ähnlichkeit haben. Beide Parteien können also triftige Gründe geltend machen. Wenn trotzdem die Kernersche Ansicht bald vollständig unterlegen und fast in Vergessenheit geraten ist, so lag das daran, daß die xeromorphe Deutung des ericoiden Blattes sehr überzeugend wirkte, und daß diese Auffassung durch SCHIMPER in genialer Weise in einen umfassenderen Theorienkomplex eingebaut wurde.

SCHIMPER gibt zu, daß die Heideericaceen einer gewissen Luftfeuchtigkeit bedürfen. Wenn sie trotzdem Xerophyten sind, so erklärt sich das teils aus der Wasserarmut des Sandbodens der Heide in sommerlichen Trockenzeiten („physikalische Trockenheit“), teils daraus, daß der xeromorphe Charakter in der Familie der Ericaceen erblich geworden ist und deswegen nicht mehr in jedem Fall als Anpassung gedeutet zu werden braucht. Verzichtet so SCHIMPER auf eine klare Deutung der



0,1 mm

Fig. 2. Querschnitt durch das Blatt einer succulenten Strandpflanze (*Salsola Kali*), stärker verkleinert als Fig. 1. Ausgesprägtes Wassergewebe im Blattinnern, aber ohne xeromorphe Merkmale. Spaltöffnungen (*Sp*) auf allen Blattseiten; da die Spaltöffnungen sämtlich quer zur Längsachse des Blattes liegen, zeigt die Figur nur Längsschnitte derselben.

genommen wurde. Wenn in der Folge bei der experimentellen Prüfung auch manche Einzelheit als unrichtig aufgegeben werden mußte, so hat doch bis vor kurzem niemand der Schimperschen Xerophyten-theorie im ganzen oder in wesentlichen Teilen widersprochen. Dies ist erst in den letzten Jahren von MONTFORT und mir geschehen. Dadurch hat das Problem der Heide-, Moor- und Salzpflanzen eine neue Gestalt angenommen, über die im folgenden kurz und zusammenfassend berichtet werden soll.

B. Das Problem der Moor- und Heidepflanzen in neuer Fassung.

a) Besteht eine „physiologische Trockenheit“ des Moorbodens?

Der unklarste Punkt der Schimperschen Theorie ist die physiologische Trockenheit des Moorbodens. Hier setzten denn auch bald umfangreiche experimentelle Untersuchungen der Amerikaner ein. Wenn die starke Betonung des Experimentes auch ein entschiedener Fortschritt gegenüber der bisherigen fast reinen Theorie war und unbestreitbar sehr wichtige Ergebnisse zeitigte, so waren diese Arbeiten, die als Versuchspflanzen meist Nicht-Hochmoorpflanzen benützten, doch zu sehr auf rein Physiologische und auf Zwecke der Moorkultur eingestellt, als daß sie zu einer Entscheidung des ökologischen Problems der Hochmoorpflanzen selbst führen konnten. Die Arbeiten der europäischen Ökologen dagegen waren wohl ökologisch orientiert, aber zu wenig experimentell begründet. Das Ergebnis dieser vielseitigen Arbeiten war, daß sich die Schimpersche Annahme, die Humussäuren seien die Ursache der physiologischen Trockenheit des Moorbodens, als unhaltbar erwies. An der physiologischen Trockenheit selbst hielt man aber allgemein fest und bemühte sich, andere Ursachen für dieselbe ausfindig zu machen, ohne aber dabei zu einem sicheren Ergebnis zu kommen. Vielmehr entstand über den Grund der physiologischen Trockenheit eine Unzahl von Theorien, aus denen sich 2 Gruppen herausheben: Die eine, vornehmlich von den amerikanischen Forschern vertreten, sucht die Hemmung der Wasseraufnahme im Vorhandensein von „bog toxins“ im Moorwasser, die andere in der „Kälte des Moorbodens“, namentlich im Frühjahr und in Verbindung mit austrocknenden Winden. In diesem Gewirr von Ansichten und Methoden Klarheit geschaffen und das Problem der physiologischen Trockenheit selbst zu einem — allerdings verneinenden — Abschluß gebracht zu haben, ist das Verdienst des Halleschen Botanikers MONTFORT.

MONTFORT weist zunächst darauf hin, daß für das Hochmoor zahlreiche *hygromorphe* Arten, wie Sonnentau (*Drosera*), Fieberklee (*Menyanthes*), Sumpfeilchen (*Viola palustris*), Herzblatt (*Paranassia palustris*) usw. mindestens gerade so „typisch“ sind als die immergrünen, auch von

MONTFORT als xeromorph anerkannten Ericaceen, die auf dem ursprünglichen, „primären“ Zustand des Hochmoors als Sphagnetum (Torfmoosbestand) überhaupt kaum vorkommen und erst auf den in Austrocknung begriffenen „sekundären“ Mooren die Vorherrschaft erlangen. Die Hygromorphie der erstgenannten, sommergrünen Pflanzen spricht entschieden *gegen* eine physiologische Trockenheit des Hochmoores, während die Xeromorphie der immergrünen Ericaceen in dieser Frage keine Beweiskraft hat, da die Möglichkeit besteht, sie als Schutz gegen die Austrocknungsgefahr im Winter aufzufassen. *Gegen* die physiologische Trockenheit spricht auch der Umstand, daß im Hochmoor gewachsene Exemplare der verschiedensten Arten keinerlei Änderungen des Blattbaues in der Richtung der Xeromorphie gegenüber solchen Individuen zeigen, die im Flachmoor¹⁾ oder auf mineralischem Boden gesammelt wurden.

Nachdem durch diese Beobachtungen die Theorie der physiologischen Trockenheit schon stark erschüttert ist, versucht MONTFORT eine endgültige Entscheidung herbeizuführen durch direkte Untersuchung der Einwirkung des Hochmoorwassers auf die Wassersaugung der Wurzeln. Er mißt zunächst die Größe der „aktiven“, d. h. der ohne Mitwirkung der Transpiration zustande kommenden Wurzelsaugung an der Menge der aus guttierenden Blättern bzw. aus blutenden Schnittstellen durch den Wurzeldruck ausgepreßten Wassertropfen. Da sich zeigt, daß alle *Hochmoorpflanzen* sowohl am Standort als auch im Laboratorium bei Behandlung mit Hochmoorwasser stark und dauernd guttieren und bluten, liegt kein Anlaß vor, einen für die *Moorpflanzen* physiologisch trocken wirkenden Faktor anzunehmen. Anders verhalten sich *Nicht-Hochmoorpflanzen*, wie z. B. der Mais; bei diesen wirkt Hochmoorwasser, namentlich solches aus sekundären Hochmooren, zunächst fördernd, dann aber stark hemmend auf die Guttation und folglich auch auf die Wasseraufnahme. Es handelt sich dabei um die Wirkung einer fortschreitenden Vergiftung, die sich bald auch im Absterben der Wurzelspitzen äußert. Die Amerikaner behalten also bezüglich ihrer Annahme von bog-toxins im großen ganzen Recht, insoweit gewisse Kultur- und andere Nicht-Hochmoorpflanzen in Frage kommen; sie irren aber, wenn sie diese Erfahrungen durch Analogieschluß auf die Hochmoorpflanzen selbst zu übertragen suchen.

Die „Guttationsmethode“ liefert nur qualitative Ergebnisse und mißt nur die „aktive“ Wurzelsaugung, nicht aber die sicher sehr viel bedeutendere, „passive“ Wurzelsaugung, welche durch die bei der Transpiration entstehende „Saugkraft der Blätter“ verursacht ist. Sie gibt also noch keinen vollgültigen Beweis gegen die physiologische Trockenheit des Moorbodens. Um hier volle Sicherheit zu schaffen, untersucht MONTFORT

¹⁾ Das Flach- oder Wiesenmoor gilt als *nicht* physiologisch trocken.

in seiner letzten Arbeit quantitativ die Änderung der gesamten Wasseraufnahme und Wasserabgabe einiger Pflanzenarten (Mais, Feuerbohne, *Impatiens parviflora*) bei ihrer Überführung aus gewöhnlicher Nährlösung bzw. Flachmoorwasser in Hochmoorwasser. Die dabei verwandte Methode ist im Prinzip sehr einfach: Das Wurzelwerk der Pflanze wird luftdicht in ein Gefäß (Potometer) mit Nährlösung eingesetzt. Eine seitlich in das Gefäß eingesetzte horizontale Capillare erlaubt, das von den Wurzeln aufgenommene Wasser volumetrisch zu bestimmen, während die Wasserabgabe bei der Transpiration durch Wägung des Apparates gefunden wird. Ab- und Zuflußrohre ermöglichen die Ersetzung der Nährlösung durch Hochmoorwasser usw. Für die ökologische Beurteilung des Wasserhaushaltes der Pflanze ist neben der absoluten Änderung von Wasseraufnahme und Abgabe auch die Änderung des „Bilanzquotienten“

Wasserabgabe
Wasseraufnahme von Wichtigkeit. Wenn sich die Bilanz bei der Überführung in Hochmoorwasser für die Pflanze „verschlechtert“, d. h. vergrößert, entweder durch Hemmung der Wasseraufnahme oder durch Förderung der Wasserabgabe, so könnte man darin ein Anzeichen physiologischer Trockenheit und eine Ursache zur Ausbildung xeromorpher Strukturen erblicken. Das ist aber, wie die Versuche ergaben, bei Hochmoorwasser aus primären Hochmooren nicht der Fall; auch in der absoluten Größe der Wasseraufnahme und Abgabe bewirkt solches Hochmoorwasser keine Änderung. Wenn Torfwasser aus stark zersetzten sekundären Mooren bei den untersuchten *Nicht-Hochmoorpflanzen* nach einiger Zeit sowohl die Wasseraufnahme hemmt als auch die Bilanz verschlechtert, so ist das wie bei den Guttationsversuchen nur eine Folge der Vergiftung, gegen welche die *Hochmoorpflanzen* selbst geschützt sind. Wenn nun auch MONTFORT aus technischen Gründen die Bilanzversuche nur mit *Nicht-Hochmoorpflanzen* ausführte, so kann doch nach den Ergebnissen der Guttationsversuche kein Zweifel bestehen, daß es für die „moorgiftfesten“ *Hochmoorpflanzen* keine physiologische Trockenheit des Moorbodens gibt.

Zu demselben Ergebnis führten meine eigenen Versuche, welche das Problem durch Bestimmung der Transpirationsgröße am Standort zu lösen versuchten. Es ergab sich dabei einmal, daß die *Hochmoorpflanzen* durchschnittlich nicht schwächer transpirieren als die Arten mineralischer Böden, und zum anderen, daß *Calluna*, *Erica* und andere *Moorpflanzen*, die auch in der Heide vorkommen, auf Torfboden dieselbe Transpirationsgröße wie auf Sandboden erreichen. Da im Dauer-Transpirationsversuch die Bilanz gleich 1, d. h. die Wasseraufnahme gerade so groß wie die Wasserabgabe ist, so ergeben auch diese Versuche, daß im Moorboden keine Hemmung der Wasseraufnahme und keine physiologische Trockenheit vorhanden ist.

b) Sind die immergrünen *Ericaceen* xeromorph und xerophytisch?

Bei der Erörterung der physiologischen Trockenheit des Hochmoorbodens hat MONTFORT mit Recht das Problem des ericoiden Blattbaues beim Heidekraut und den anderen immergrünen *Ericaceen* unter Einschluß von *Empetrum* ausgeschieden. Nachdem nun die physiologische Trockenheit als nicht vorhanden erwiesen ist, gewinnt dieses Problem ein erhöhtes Interesse. Es fordert zunächst Antwort auf zwei experimentell zu entscheidende Fragen: 1. Wirkt der ericoide Blattbau als xeromorphe Struktur im Sinne SCHIMPERS oder als hygromorphe im Sinne KERNERS? 2. Sind die ericoiden Pflanzen ihrem Wasserhaushalt nach Xero-, Meso- oder Hygrophyten? Beide Fragen sind wohl zu scheiden und brauchen nicht zu demselben Ergebnis zu führen.

Eine Antwort auf beide Fragen geben die vergleichenden Transpirationsversuche, die ich an einer großen Zahl verschiedener Arten der Heide, des Moores sowie anderer Standorte unter den klimatischen Bedingungen des niedersächsischen Heideklimas bei Bremerhaven vorgenommen habe. Die Versuchspflanzen wurden an ihren natürlichen Standorten sorgfältig ausgegraben, in Blumentöpfe verpflanzt und diese in Zinkdosen wasserdampfdicht eingeschlossen. Im Freien aufgestellt, ergab dann eine tägliche Wägung den täglichen Transpirationsverlust unter den ebenfalls gemessenen jeweiligen klimatischen Bedingungen. Um die einzelnen Versuchsreihen, die in verschiedenen Jahreszeiten durchgeführt wurden, untereinander vergleichbar zu machen, wurde der Durchschnittswert von 3 *Ericatetralix*-Pflanzen, die sich in jeder Versuchsreihe befanden, jeweils gleich 1 gesetzt; auf diese Einheit wurden die absoluten Werte der übrigen Arten umgerechnet.

Um zunächst die Wirksamkeit der angeblich xeromorphen Struktur des ericoiden Blattes kennenzulernen, war für jede Art der Transpirationswert auf 1 qdm Blattfläche zu berechnen. Dabei machte bei den *Ericoiden* die Bestimmung der Gesamtblattfläche infolge der Kleinheit, der Form und der großen Anzahl der Einzelblätter — bei *Calluna* wurden bei einer Versuchspflanze bis zu 75 000 Blättchen gezählt — Schwierigkeiten, die sich aber durch eine geeignete Methodik überwinden ließen. Eine Auswahl der Indices der Flächeneinheitstranspiration gebe ich in Spalte I der nebenstehenden Tabelle. Es ergibt sich daraus einerseits, daß die Blattstruktur der sommergrünen Moor- und Heidepflanzen, wie *Viola palustris* und *Potentilla palustris*, in Übereinstimmung mit MONTFORTS Annahme tatsächlich meso- bis hygromorph wirkt, und andererseits, daß das ericoide Blatt der immergrünen *Calluna* und *Erica* deutlich xeromorph wirkt, allerdings bei weitem nicht in dem Maße wie die Strukturen typischer Xerophyten, wie z. B. der Kakteen (*Cereus*).

Daraus, daß die Flächeneinheitstranspiration die Frage der Xeromorphie der *Ericoiden* in be-

jahendem Sinne beantwortet, geht noch nicht hervor, daß diese Pflanzen auch *Xerophyten* sind. Um diese Frage lösen zu können, muß man untersuchen, ob es der Pflanze leicht oder schwer fällt, das für die Transpiration notwendige Wasser aus dem Boden zu beschaffen, d. h. man muß einen Index suchen, der angibt, wieviel Wasser die *Einheit des wassersaugenden Wurzelsystems* für die Transpiration liefert; dieser Index ist der Quotient $\frac{\text{Gesamttranspiration}}{\text{Leistungsfähigkeit des Wurzelwerks}}$.

Die Gesamttranspiration ist im Versuch bestimmt, sie ist gleich der Flächeneinheitstranspiration mal der Gesamtblattfläche der Pflanze. Schwieriger ist die Leistungsfähigkeit des Wurzelwerkes zahlenmäßig auszudrücken, da sie von den verschiedensten Faktoren, wie Größe der absorbierenden Oberfläche, Höhe des osmotischen Drucks der Wurzelzellen, Verpilzung der Wurzeln usw., abhängig ist. Da die Ericoiden im osmotischen Druck und der Verpilzung nichts Außergewöhnliches zeigen, habe ich diese Faktoren unberücksichtigt gelassen und statt der dann allein übrig bleibenden Absorptionsfläche das Frischgewicht des Wurzelwerks, ein-

schließlich des Grundachsensystems, gesetzt, da die Absorptionsfläche selbst kaum bestimmbar ist. Der so gewonnene Quotient $\frac{\text{Transpiration}}{\text{Wurzelgewicht}}$ gibt meiner Meinung nach trotz der in ihm steckenden Fehlermöglichkeiten doch ein im großen ganzen richtiges Maß für die Schwierigkeit oder Leichtigkeit der Wasserbeschaffung und damit für den xero- oder hygrophytischen Charakter einer Art ab.

Die Indices dieser Quotienten sind in Spalte II der Tabelle verzeichnet. Sie ergeben das überraschende Resultat, daß *Calluna* und *Erica* nicht nur die ausgesprochen xeromorphen Cacteen, sondern auch meso- und hygromorphe Arten, wie Veilchen, Erdbeere, Anemone, Sumpfdotterblume usw., in der Leichtigkeit der Wasserbeschaffung weit hinter sich lassen¹⁾. *Die Ericoiden sind also trotz ihrer Xeromorphie keine Xerophyten. Sie sind vielmehr als xeromorphe Mesophyten, wenn nicht gar Hygrophyten, anzusprechen.* Wenn man bisher stets aus der Xeromorphie ihres Einzelblattes auf den Xerophytismus der Gesamtpflanze schloß, so übersah man dabei vor allem dies: die fälschlich auch als xeromorphes Merkmal gedeutete Verkleinerung des Einzelblattes ist mit einer so starken Vermehrung der Anzahl der Blättchen verbunden, daß das Ergebnis nach bekannten stereometrischen Prinzipien eine Vergrößerung der Gesamtblattfläche ist, was die Zahlen der Spalte III der Tabelle schön belegen.

Wenn ich somit die immergrünen Heide- und Moorpflanzen als Meso- bis Hygrophyten anspreche, so muß ich noch kurz die Frage beantworten, inwieweit mit dieser Erklärung die „physikalischen“ Wasserverhältnisse des Heide- und Moorbodens übereinstimmen. Ich habe in dem außergewöhnlich trockenen Sommer 1921 fortlaufend den Wassergehalt des Bodens am Standort beobachtet und gleichzeitig bei meinen Transpirationsversuchen seinen Einfluß auf die Transpiration untersucht. Dabei ergab sich, daß auf Moorböden, auch in sekundären, austrocknenden Mooren, der Wassergehalt nie so gering wurde, daß er eine Einschränkung der Transpiration verursacht hätte. Diese Erscheinung kann dagegen, allerdings nur bei längeren Trockenperioden, auf Sandböden in gewissem Grade eintreten. Aber diese „*physikalische* Trockenheit“ des Heidebodens erreicht niemals diejenige eigentlicher Xerophytenböden, wie sie uns etwa KRAUS am Beispiel des Würzburger Wellenkalkbodens geschildert hat. Zudem ist das Klima der Heidebezirke ein so regenreiches, daß die Heidepflanzen sich nur selten mit ihrem Wasserhaushalt etwas einschränken müssen. Somit sprechen auch die Wasserverhältnisse des Bodens und die klimatischen Bedingungen der Heide- und Mooregebiete durchaus für den Meso- bis Hygrophytcharakter der immergrünen Ericaceen.

¹⁾ Die Werte der Strandpflanzen werde ich weiter unten besprechen.

Tabelle I.

Pflanzenart	Standort	Transpiration pro Flächeneinheit, wenn Erica = 1			
		Transpiration auf 1 g Wurzelfrischgewicht, wenn Erica = 1	Transpirierende Blattfläche in qdm auf 1 g Wurzelfrischgewicht	Gesamtwassergehalt in g auf 1 qdm transpirierende Blattfläche	
<i>Cerens</i> sp. (Cactus)	Wüsten	0,4	0,08	0,5	52,0
<i>Sempervivum tectorum</i> (Dachwurz)	Felsen	0,6	0,3	1,2	9,2
<i>Calluna vulgaris</i> (Heidekraut)	Heide, Moor	0,7	1,4	4,3	1,0
<i>Ammophila arenaria</i> (Helm)	Dünen	0,9	0,2	0,4	5,0
<i>Erica tetralix</i> (Glockenheide)	Heide, Moor	1,0	1,0	2,2	1,5
<i>Suaeda maritima</i>	Strand	1,3	4,1	6,7	3,4
<i>Andromeda polifolia</i> (wilder Rosmarin)	Moor	1,4	0,6	0,9	2,3
<i>Viola odorata</i> (Veilchen)	Wiesen usw.	1,5	0,7	1,3	1,7
<i>Atriplex hastatum</i> (Melde)	Schutt, Strand	1,9	2,3	2,6	3,6
<i>Salsola Kali</i> (Salzkraut)	Strand	2,1	4,9	5,1	6,2
<i>Viola palustris</i> (Moorveilchen)	Moor	2,2	0,7	0,8	2,3
<i>Fragaria vesca</i> (Erdbeere)	Wiesen usw.	2,4	0,7	0,6	2,1
<i>Honckenya peploides</i> (Strandniere)	Strand	2,4	0,7	0,6	6,6
<i>Potentilla palustris</i> (Blutauge)	Moor	3,6	1,2	1,1	1,7
<i>Caltha palustris</i> (Sumpfdotterblume)	Sumpf, Moor	4,3	0,3	0,2	6,5
<i>Anemone nemorosa</i>	Wald	4,5	0,8	0,3	3,4

c) *Eine neue ökologische Deutung des ericoiden Blattes.*

Wie ist nun der scheinbare Widerspruch, daß das ericoide Blatt trotz xeromorpher Bauart zu einer meso- bis hygrophytischen Pflanze gehört, ökologisch zu lösen? Offenbar nur so, daß die xeromorphe Struktur ursprünglich einen anderen Zweck verfolgt als die Behinderung der Transpiration, welche nur als notwendiges Übel mit in Kauf genommen werden muß. In dieser Richtung geht ja schon teilweise die Kernersche Erklärung, die besagt, daß die Struktur des ericoiden Blattes einen Schutz der Spaltöffnungen gegen Benetzung und damit eine Transpirationssteigerung bei Tau und Regen bezweckt. Meine Transpirationsversuche zeigen aber, daß diese Wirkung tatsächlich nicht erzielt wird, daß also KERNER Unrecht hat.

Die richtige Deutung der Struktur ist meiner Ansicht nach die als Windschutzeinrichtung. BERNBECK hat experimentell gezeigt, daß Windstärken über 2–3 m/sec. bei dünnen, breiten, „normal“ gebauten Blättern dadurch leicht eine tödliche Austrocknung verursachen, daß sie die Blätter biegen und so bei jedem Windstoß die wasserdampfgesättigte Luft der Blattintercellularen gewaltsam aus dem Blatt auspressen und dadurch das Blatt austrocknen. Wenn in der Natur auch die Windstärke in der Nähe des Erdbodens sehr rasch abnimmt, so daß selbst bei Sturm das Anemometer dicht über dem Boden zwischen den Heidebüschen meist gar nicht anspricht, so werden in 20–50 cm Höhe über dem Boden, der Luftschicht, in der die Heideblätter leben, im nordwestdeutschen Heidegebiete doch oft und tagelang dauernd die kritischen Windstärken von 2–3 m/sec. erreicht und überschritten, namentlich in den Herbst-, Winter- und Frühjahrsmonaten. Das ericoide Blatt begegnet nun der Gefahr, vom Wind gebogen oder gar geknittert zu werden, erstens dadurch, daß es durch seine starke Verkleinerung und seine Anschmiegung an den Stamm die dem Winddruck ausgesetzte Fläche auf ein sehr geringes Maß vermindert, und zweitens dadurch, daß es sich durch Ausbildung eines dreieckigen Querschnittes und Verdickung der Epidermiswände versteift. Gleichzeitig werden die Spaltöffnungen durch Einsenkung in Rinnen oder Höhlen, die durch Haare versperrt sind, davor geschützt, daß Windstöße unmittelbar in sie hinein fahren und dadurch die Verdunstung im Blattinnern in gefährlicher Weise steigern. Daß die Spaltöffnungen selbst wieder etwas über die Innenwände der Rinne emporragen (vgl. Fig. 1), dient demselben Zweck; denn es werden dadurch die der Wand der Rinne entlang laufenden Luftströme von der Öffnung der Spalte hinweggedrängt. Diese Einrichtungen verhindern bei stürmischem Wetter nicht nur eine katastrophale Steigerung der Transpiration, sondern sie schaffen nach GRADMANNs neuesten Untersuchungen auch günstigere Bedingungen für die CO₂-Zufuhr bei der Assimilation.

Die ericoide Blattstruktur ist also ihrem Zweck nach „anemomorph“; wenn sie gleichzeitig auch xeromorph wirkt, so ist das nur eine „ungewollte“ Nebenwirkung des anemomorphen Baues, die die Pflanze, wie wir sahen, durch Vermehrung der Blattzahl kompensiert. Daß die Windschutzrichtungen auf die immergrünen Heide- und Moorpflanzen beschränkt sind, und daß die sommergrünen Arten dieselben entbehren können, erklärt sich ganz einfach daraus, daß die Windstärke im Sommer viel geringer ist als in den Herbst-, Winter- und Frühjahrsmonaten.

d) *Warum beherrschen die immergrünen Ericaceen die Vegetation auf Heide und Moor?*

Der Sandboden der Heide und der Torfboden des Hochmoores sind außerordentlich *arm an Nährsalzen*. Das ist die grundlegende Lebensbedingung dieser Pflanzenvereine, welche von vornherein alle Arten, die nicht auf sie angepaßt sind, ausschließt. Gemildert wird die Armut des Bodens durch das *ozeanische Klima* der Heide- und Mooregebiete, weil dieses infolge seiner milden Winter eine Verlängerung der Vegetationszeit erlaubt. So ist die *stark transpirierende immergrüne* Pflanze der bestangepaßte Pflanzentyp für diese Formationen, weil er die größtmögliche Menge von Nährsalzen aus dem unfruchtbaren Boden herausholen kann. Das Immergrünsein erfordert jedoch wegen der Winterstürme den „anemomorphen“ Bau des ericoiden Blattes, der notgedrungen auch xeromorph wirkt. Diese unerwünschte Nebenwirkung wird ausgeglichen durch eine ungeheuerere Vermehrung der Anzahl der Blätter und damit der Größe der transpirierenden Oberfläche. Dadurch erzielt die Ericoide trotz der transpirationshemmenden hohen Luftfeuchtigkeit des ozeanischen Klimas die für den Nährsalzerwerb notwendige Höhe der Transpiration, die sie zu einer meso- bis hygromorphen Pflanze macht. Trotz aller dieser Anpassungen ist aber die Armut des Bodens¹⁾ so groß, daß die Pflanze sich auf ein langsames Wachstumstempo eingestellt hat.

Diese Anpassungen, die den immergrünen Ericoideen im Heide- und Mooregebiet die Vorherrschaft verschaffen, hindern sie andererseits an der erfolgreichen Teilnahme an der Besiedelung anderer Gebiete. Ihr *langsameres Wachstum* wird ihnen auf fruchtbarem Boden, auch im ozeanischen Klimabereich, verhängnisvoll, weil sie von den zahlreichen hier vorhandenen schnellwüchsigen Arten rasch überwuchert und unterdrückt werden. Ihre auf hohe Luftfeuchtigkeit angepaßte *starke Transpiration* verwehrt ihnen den Zugang zu allen Gebieten mit kontinentalem Klima, weil ihre schon in feuchter Luft starke Transpiration in trockener Luft eine verhängnisvolle Größe annimmt. In dieser Hinsicht sind die Standorte des Heidekrautes in den verschiedenen Gegenden Deutsch-

¹⁾ Eine erfolgreiche Heide- und Moorkultur ist ja erst seit Benutzung großer Mengen künstlichen Düngers möglich.

lands sehr lehrreich: In Gebieten mit ozeanischem Klima, in Nordwestdeutschland und auf den Höhen der Gebirge, sehen wir große, offen dem Wind ausgesetzte Bestände, in dem mehr kontinentalen Klima Mittel-, Süd- und Ostdeutschlands dagegen finden wir das Heidekraut zurückgezogen in den Windschutz des Waldes, an Waldrändern, Lichtungen, lichten Kiefernwäldern usw. Ich konnte nun nachweisen, daß an diesen windgeschützten Stellen die relative Luftfeuchtigkeit unmittelbar neben und zwischen den transpirierenden Heidekraut Zweigen 10 bis 20% und mehr über derjenigen der freien Atmosphäre liegt, so daß die Pflanze durch geeignete Wahl des Standortes auch in diesen mehr kontinentalen Klimabezirken tatsächlich in einem ozeanischen „Klima auf kleinstem Raum“ lebt. In dem atlantischen Klima Nordwestdeutschlands und der Gebirgshöhen dagegen hat das Heidekraut diese Beschränkung in der Wahl des Standortes nicht nötig, hier schadet es ihm in der an sich feuchten Luft nichts, wenn der Wind die durch die Transpiration um die Blätter sich bildende Dampfhülle immer wieder zerreißt — ich maß an diesen Standorten neben den Blättern nur 1–2% mehr relative Feuchtigkeit als in der freien Atmosphäre — und nur hier kann es zur Bildung großer, geschlossener „Heiden“ kommen.

C. Beiträge zu einer schärferen Fassung des Problems der Salzpflanzen (Halophyten).

a) Wirkt „Salzboden“ „physiologisch trocken“ und inwieweit kommt solcher Boden in der Natur vor?

Ich erwähnte eingangs, daß die Schimper'sche Theorie der physiologischen Trockenheit des Moorbodens und der Xeromorphie der Moorpflanzen entstanden ist aus seinen entsprechenden Anschauungen über die Salzböden und die Salzpflanzen (Halophyten). Nachdem nun MONTFORT und ich bezüglich des Moorbodens und der Moorpflanzen zu anderen Ansichten als SCHIMPER gekommen waren, lag es auf der Hand, daß wir auch zu der Halophyten-theorie kritisch Stellung nahmen.

Was zunächst die physiologische Trockenheit des Salzbodens anbelangt, so ist diese Annahme *physiologisch* viel eher begründbar als die Theorie der physiologischen Trockenheit des Moorbodens. Denn MONTFORT fand bei seinen Guttationsversuchen, daß stärkere Salzlösungen die Guttation sofort zum Stillstand bringen, die aktive Wurzel-saugung also sofort und stark hemmen. Auch die passive Wassersaugung wurde in den Bilanzversuchen mit *Impatiens* durch Zusatz einer 1proz. CaCl_2 -Lösung zu gewöhnlicher Knopscher Nährlösung sehr stark verringert, nach 1–2 Stunden auf $\frac{1}{5}$ ihres ursprünglichen Betrages, wobei sich auch die Wasserbilanz so stark verschlechterte, daß vielfach Welken der Blätter eintrat. Wenn nun diese Versuche auch die *Möglichkeit* einer physiologischen Trockenheit auf Salzböden und die *Möglichkeit*, daß die Salzpflanzen ihr durch Ausbildung xeromorpher Merkmale und Einschränkung

der Transpiration begegnen, offen lassen, so *beweisen sie doch nicht*, daß diese Möglichkeiten in der Tat verwirklicht sind. Diese Fragen bedürfen zu ihrer Entscheidung einer pflanzengeographischen und ökologischen Untersuchung, wobei zu beachten ist, daß eine evtl. Bejahung der ersten Möglichkeit noch kein Beweis für das Zutreffen auch der zweiten ist. Denn wie FITTINGS Untersuchungen an Wüstenpflanzen zeigen, besteht z. B. auch die Möglichkeit, daß die Salzpflanzen durch Erhöhung ihres osmotischen Druckes die osmotische Hemmung der Salzlösung ausgleichen, ohne ihre Transpiration einschränken zu müssen.

Wenn somit für den Ökologen kein zwingender Grund vorliegt, die physiologischen Ergebnisse MONTFORTS zu Gunsten der Schimper'schen Xerophyten-theorie zu deuten — auch MONTFORT lehnt dies ab — so mahnt ihn noch eine andere Überlegung zur Vorsicht. Die geschilderten physiologischen Wirkungen wurden nämlich nur mit relativ *starken* Salzlösungen erzielt. *Schwache* Lösungen — auch das Bodenwasser und die gebräuchlichen, etwa 0,2proz. Pflanzennährlösungen sind ja Salzlösungen — erwiesen sich als einflußlos auf den Wasserhaushalt der Versuchspflanzen. Wo die Grenze zwischen wirksamer und neutraler Konzentration für die verschiedenen Pflanzenarten liegt, das ist bisher kaum untersucht. MONTFORT fand für *Impatiens* bei Zusatz von 0,1% CaCl_2 zu Knopscher Lösung noch keine sichere Wirkung, bei Zusatz von 1% schon starke Wirkung. Es ist aber nicht nur die physiologisch wirksame Grenzkonzentration unbekannt, sondern auch die tatsächlich in natürlichen „Salz“böden vorkommende Konzentration des Bodenwassers. Man hat sich über deren Höhe meist nur gefühlsmäßige Vorstellungen gemacht. So findet man als Beweis hohen Salzgehaltes oft die Bildung von oberflächlichen Salzkrusten angeführt; aber diese können sich bei trockener, heißer Witterung schon bei geringem Salzgehalt, ja schon auf „salzfreien“ Böden bilden und sagen deshalb über die Konzentration in den tieferen Schichten, aus denen die Wurzeln saugen, nichts aus. Wo wirklich gemessen wurde, findet man meist nur die Salzmenge in Prozenten des Trockengewichtes bestimmt. Schon dabei ergeben sich Überraschungen: so findet KEARNEY in dem Schlick- und Sandstrand der virginischen Küste, also Standorten, die man stets als ausgeprägte Salzböden aufgefaßt hat, einen so geringen Salzgehalt, daß er meint, diese Böden seien „salzarm“ im Vergleich zu als „salzfrei“ bezeichneten Kulturböden. Nun ist aber die Salzmenge in Prozenten des Bodengewichtes ökologisch nicht entscheidend; das ist vielmehr die *Salzkonzentration der Bodenlösung*, die außer von der Salzmenge wesentlich vom Wassergehalt des Bodens abhängig ist. So kann es kommen, daß salzärmere, aber trockenere Böden den saugenden Wurzeln eine höhere Salzkonzentration entgegenstellen als salzreichere, aber feuchte Böden. Am Ostseestrand des Darß in Vorpommern bestimmte ich z. B. im August die Salz-

menge in 100 g lufttrockenem Boden auf den Dünen zu 3 mg, am Strand zu 18 mg, während die Salzkonzentration des Bodenwassers auf den Dünen 0,32%, am Strand aber nur 0,21% betrug. Man ersieht aus der letzteren Zahl, daß der Sandstrandboden des Darß, der mit seiner typischen „Halophytenvegetation“ bisher stets als „Salzboden“ galt, keine wesentlich höhere Konzentration als Knopsche Nährlösung und als „salzfreie“ Kulturböden hat und daher nicht als „physiologisch trocken“ im osmotischen Sinne bezeichnet werden kann.

Diese Feststellung findet eine gewisse Bestätigung und gleichzeitig eine Ausdehnung auf die Nordseeküste durch die Untersuchungen GESSNERS über den osmotischen Druck des Zellsaftes. Dieser war bei den Strandpflanzen in der Nähe von Cuxhaven nicht oder nur unwesentlich höher als bei Pflanzen „salzfreier“ Standorte. Es liegt mir aber natürlich fern, diese Ergebnisse an den deutschen Meeresküsten verallgemeinern und die Existenz echter, osmotisch wirksamer Salzböden überhaupt in Frage stellen zu wollen. Aber das wird eine exakt arbeitende ökologische Pflanzengeographie doch verlangen müssen, daß in Zukunft die einzelnen Salzböden auch *quantitativ* untersucht werden, bevor so weitgehende Theorien auf ihren Salzgehalt aufgebaut werden. Ob richtig oder falsch, wird sich also für die Schimpersche Halophyten-theorie nicht generell, sondern nur von Fall zu Fall und von Standort zu Standort entscheiden lassen. Von diesem Gesichtspunkt aus habe ich es für richtig gehalten, meine Untersuchungen zum Halophytenproblem zunächst einmal auf einen eng begrenzten Standortsbezirk zu konzentrieren und hier mögliche Klärung zu schaffen. Dieser Standort war der Sandstrand der Halbinsel Darß in Vorpommern, von dem ich schon eben zeigte, daß er kein in osmotischer Beziehung „physiologisch trockener“ Boden ist. Es bleibt noch zu berichten übrig, wie diese Bodenverhältnisse mit der bisher allgemein angenommenen Xeromorphie der Strandpflanzen in Einklang zu bringen ist.

b) *Besteht eine Xeromorphie oder ein Xerophytismus bei den Strandpflanzen der Ostsee?*

Die eigenartige Physiognomie der Strandflora ist schon Goethe am Lido in Venedig aufgefallen. Am 8. Oktober 1786 schreibt er in seiner italienischen Reise darüber: „Am Meere habe ich auch verschiedene Pflanzen gefunden, deren ähnlicher Charakter mir ihre Eigenschaften näher kennen ließ: sie sind alle zugleich mastig und streng, saftig und zäh, und es ist offenbar, daß das alte Salz des Sandbodens, mehr aber die salzige Luft ihnen diese Eigenschaften gibt; sie strotzen von Säften wie Wasserpflanzen, sie sind fett und zäh wie Bergpflanzen; wenn ihre Blätterenden eine Neigung zu Stacheln haben, wie Disteln tun, sind sie gewaltig spitz und stark.“ In dieser Äußerung, die uns Goethe als scharfsinnig beobachtenden Pflanzen-

geographen zeigen, steckt im Kern schon Wahrheit und Irrtum der heutigen Auffassung der Strandflora. Um zunächst mit dem Irrtum zu beginnen, so werden die beiden ganz verschiedenen organisierten Gruppen der „Dünenpflanzen“ und der eigentlichen „Strandpflanzen“ nicht genügend scharf auseinandergehalten. Diese beiden Gruppen, die sich schon durch floristische Untersuchung ihrer Standortsverteilung gut trennen lassen, zeigen einen ganz verschiedenen anatomischen Bau: Die Strandpflanzen „strotzen von Säften“, sie sind succulent, die Dünenpflanzen — Goethe nennt *Eryngium maritimum* — sind „zäh“, sie zeigen in ihren typischsten Vertretern xeromorphe Eigenschaften, die sich z. B. beim Helm (*Ammophila arenaria*), dem jedem Strandwanderer bekannten Dünengras, in starker Verdickung der Epidermis, Einsenkung der Spaltöffnungen in Rillen und Einrollbarkeit des Blattes äußern. Die *Dünenpflanzen* sind zweifellos an den Sand, teilweise speziell an den Flugsand, angepaßt und kommen vielfach auch im Binnenland an entsprechenden Standorten vor. Sie können daher für das „Halophytenproblem“ der *Strandpflanzen*, die dem Meeressaum folgen und im Binnenland nur an salzigen Standorten vorkommen, nichts aussagen. Da sie aber vielfach an den Strand hinabsteigen und sich unter die Strandpflanzen mischen, und da es auch Übergangstypen zwischen beiden Gruppen gibt, ist es erklärlich, aber in keiner Weise begründet, wenn man die Strandpflanzen ebenso wie die Dünenpflanzen als Xerophyten auffaßt, wobei man sich auf ihre Succulenz als xeromorphes Merkmal beruft. Zu dieser allgemein verbreiteten Ansicht mag weiter der Umstand beitragen, daß andere Succulenten, wie die Cacteen, zweifellos Xerophyten sind. Bei einer Reihe typischer Strandpflanzen, wie *Salicornia herbacea*, (Queller), *Suaeda maritima* (Gänsefüßchen), *Salsola Kali* (Salzkraut), *Cakile maritima* (Meersenf), *Atriplex*-arten (Melde) usw., ist nun tatsächlich eine mehr oder weniger ausgeprägte Neigung zu Wasserspeicherung, teilweise in besonderen Wassergewebe, vorhanden, aber es ist keine einzige Struktur ausgebildet, die die Transpiration herabzusetzen geeignet wäre: Die Epidermiswände sind dünn, die zahlreichen Spaltöffnungen liegen offen beiderseits über die Blattflächen zerstreut. Der in Fig. 2 (S. 638) wiedergegebene Querschnitt eines Blattes von *Salsola kali* zeigt diesen Bau eines typischen Strandsucculenten in Gegenüberstellung zu dem xeromorph wirkenden Blatt des Heidekrautes. Fig. 3 vergleicht Epidermis und Spaltöffnungsapparat des „*Strandcactus*“ *Salicornia* mit den ausgeprägt xeromorphen Einrichtungen einer echten *Wüstenkaktus*. Schon diese rein anatomische Analyse ergibt, daß bei den genannten *Strandpflanzen* keine *Xeromorphie* vorliegt. Diese Ansicht findet ihre Bestätigung durch den Transpirationsversuch (Tabelle S. 641, Spalte I), der die Unterschiede in der Transpiration pro Flächeneinheit zwischen dem xerophilen Succulenten

Cereus und den Strandpflanzen klar hervorhebt. Nimmt man hinzu, daß nach Spalte IV der Tabelle der Wassergehalt auf die transpirierende Flächeneinheit bei den succulenten Strandpflanzen nur etwa $\frac{1}{10}$ desjenigen der Cacteen beträgt, so kann kein Zweifel darüber bestehen, daß die Succulenz der Strandpflanzen eine andere Bedeutung wie die der wüstenbewohnenden Kakteen haben muß.

Mit der Ablehnung der Xeromorphie ist die Frage des Xerophytismus der Strandpflanzen noch nicht erschöpfend erledigt. Für dieses Problem ist die Transpiration auf 1 g Wurzelfrischgewicht

c) Ein Versuch, das Leben der Strandpflanzen in neuer Weise zu deuten.

Meine Beobachtungen und Versuche am Darß bestätigen bezüglich der Dünengräser (Ammophila und Elymus) die bisherigen Anschauungen über ihre Lebensweise. Diese Pflanzen haben mit 3 Schwierigkeiten zu kämpfen: Nährsalzarmut des Bodens, zeitweise Trockenheit desselben und starke Beweglichkeit des Sandes. Sie überwinden diese Schwierigkeiten durch außerordentliche Ausdehnung ihres Grundachsen- und Wurzelwerkes — es sind Längen bis zu 5 m beobachtet —, durch Einschränkung ihrer Transpiration und Verlängerung ihrer Vegetationsdauer, sie sind also Typen langsam wachsender, zäh gegen die Ungunst des Bodens ankämpfender, ausdauernder Pflanzen.

Ganz anders die Strandpflanzen vom Typ Suaeda, Salsola, Atriplex und Cakile! Sie sind nur einjährig, in wenigen Monaten emporschießend und zu einer üppigen Massenvegetation sich entwickelnd, sie nützen mit ihren Anpassungen die Gunst ihres Standortes auf den niederen, flachen Strandteilen. Diese bieten ihnen infolge des hohen Grundwasserspiegels nicht nur dauernd reichlich Wasser von geringem Salzgehalt¹⁾, sondern auch genügend Nährstoffe, da der Sand an diesen Stellen massenhaft verfaulendes Seegras und Reste anderer Pflanzen und Tiere enthält, die das Meer bei Sturmfluten auf den Strand geworfen hat. Unter diesen günstigen Bedingungen genügt ein erstaunlich kleines Wurzelwerk (vgl. Spalte III der Tabelle), um der Pflanze mittels äußerst gesteigerter Transpiration die für ihre rasche Entwicklung notwendigen Nährstoffmengen zuzuführen. Dabei ist die Succulenz bedeutungsvoll für die Steigerung der Transpiration. Denn der Wasservorrat ermöglicht die ungehemmte Durchführung der Wasserdurchströmung und das für die Assimilation wichtige Offenhalten der Spaltöffnungen auch während der heißen, trockenen Mittagszeit. Die Succulenz dieser *hygrophytischen* Strandpflanzen bezweckt also nicht eine Wasserversorgung für monatelange Trockenperioden wie bei den *xerophytischen* Cacteen, sondern gibt nur „Tagesrationen“ für warme Tage; in der Tat läßt sich aus meinen Versuchen berechnen, daß an solchen Tagen der gesamte Wasservorrat täglich ein- bis zweimal durch Transpiration umgesetzt wird.

Neben diesem hygromorphen einjährigen Strandpflanzentyp gibt es einen zweiten, der mehr die höheren Strandpartien besiedelt, wo die Entfernung nach dem Grundwasserspiegel größer ist und das Meer seinen „Dünger“ nicht mehr abläßt. Dieser Typ, zu dem ich den Strandweizen (*Triticum junceum*) und die Strandmiere (*Honckenya peploides*) rechne, nähert sich deshalb in vieler

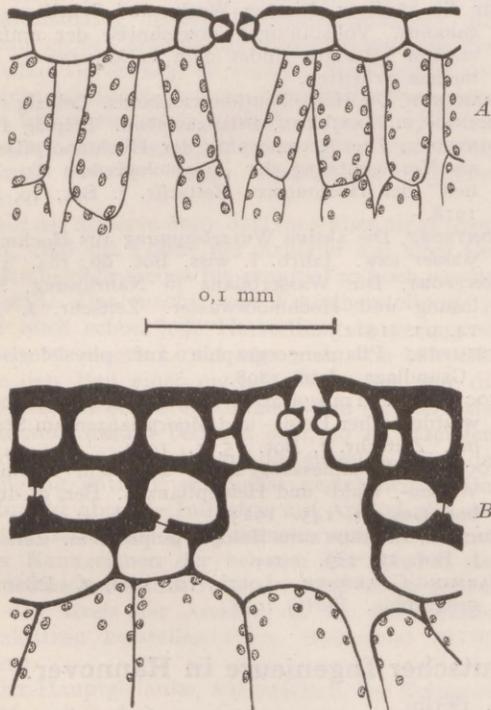


Fig. 3. Längsschnitte durch den Stengel von Stammsucculenten: A. *Salicornia herbacea*, hygromorphe Strandpflanze; dünne Epidermis, lockeres Assimilationsparenchym, darunter (nicht mehr abgebildet) Wassergewebe. B. *Cereus* sp., xeromorphe Wüstenkaktee; mehrschichtige, dickwandige Epidermis, Spaltöffnungen eingesenkt, unter der Epidermis dicht schließendes, chlorophyllführendes Wassergewebe.

maßgebend. Ein Versuch am natürlichen Standort ergab die in Spalte II der Tabelle mitgeteilten Werte, die im Vergleich zu den an Pflanzen anderer Standorte gemessenen ganz erstaunlich hoch sind und keinen Zweifel darüber lassen, daß die Strandpflanzen als *ausgesprochene Hygrophyten* anzusprechen sind. Die typischen Dünenpflanzen dagegen erweisen sich, wie die Zahlen für *Ammophila* in der Tabelle belegen, als mäßige Xerophyten. *Honckenya peploides* nimmt eine Zwischenstellung ein.

¹⁾ Der geringe Salzgehalt des Grundwassers wenige Meter vom Meere entfernt erklärt sich nach KEARNEY aus dem Umstand, daß vom Binnenland dauernd Grundwasserströme seewärts fließen.

Beziehung den Dünenpflanzen. Er ist *ausdauernd*, mit tiefgehendem Grundachsensystem versehen und legt sich in der Transpiration Beschränkungen auf.

Ich lehne es also ab, die Strandpflanzen der Ostsee und wahrscheinlich auch der Nordsee¹⁾ als Halophyten im Schimperschen Sinne aufzufassen, d. h. als Pflanzen, deren Wasserhaushalt durch die osmotische Wirkung von Salzlösungen erschwert wird. Aber ich will damit keineswegs in Abrede stellen, daß es bei diesen Pflanzen vermutlich doch ein „Salzproblem“ zu lösen gibt. Das scheint mir schon deshalb wahrscheinlich, weil viele Strandpflanzen streng an die Nähe des Meeres und der Salzstellen gebunden sind, während die Binnenlandarten diese Standorte im allgemeinen meiden. Man darf nicht vergessen, daß, wenn auch die Gesamtmenge der leichtlöslichen Salze am Darßstrand gering gefunden wurde, ihre qualitative Zusammensetzung doch vermutlich eine andere ist als in „salzfreien“ Binnenlandsböden, und daß es leicht denkbar ist, daß einzelne Salze spezifische Giftwirkungen ausüben oder den Stoffwechsel der Pflanze irgendwie beeinflussen; die Untersuchungen ILJINS über die Einwirkung von Salzen auf die Spaltöffnungsbewegungen z. B. eröffnen hier ganz neue Möglichkeiten!

Die Schimpersche Xerophyten-theorie der Heide-, Moor- und Salzpflanzen muß also heute im größeren Teil ihres Umfanges als experimentell

¹⁾ Neue, in diesem Sommer angestellte, noch nicht veröffentlichte Versuche haben ergeben, daß in der Tat auch die Wattküstenpflanzen der Nordsee, wie Triglochin maritima (Dreizack), Glyceria maritima (An-del), Salicornia herbacea (Queller), Statice Limonium (Ewigkeitsblume) und Aster tripolium (Strand-aster) stark transpirierende Pflanzen sind. (Anmerkung bei der Korrektur.)

widerlegt gelten. Unentschieden ist sie noch für die Salzpflanzenvereine der heißen, trockenen Landstriche, aber auch hier erscheint ihre Richtigkeit durch einige Untersuchungen in Frage gestellt. Wenn sich dieses geistreiche Theoriengebäude somit auch inhaltlich als unrichtig erwiesen hat, so wird es doch stets ein Markstein in der Geschichte der Pflanzengeographie genannt werden. Denn das große Verdienst seines genialen Schöpfers bleibt es, grundlegende Probleme klar erkannt und die Wege zu ihrer experimentell-induktiven Lösung gewiesen zu haben.

Literatur:

- Nur die häufiger zitierten Werke und Schriften sind genannt. Vollständige Verzeichnisse der umfangreichen Literatur findet man in MONTFORTS und meinen Schriften.
- GRAEBNER, Die Heide Norddeutschlands. Leipzig 1901.
- KERNER v. MARILAUN, Pflanzenleben. Leipzig 1887.
- MONTFORT, Die Xeromorphie der Hochmoorpflanzen als Voraussetzung der „physiologischen Trockenheit“ der Hochmoore. Zeitschr. f. Bot. 10, 257. 1918.
- MONTFORT, Die aktive Wurzelsaugung aus Hochmoorwasser usw. Jahrb. f. wiss. Bot. 60, 184. 1921.
- MONTFORT, Die Wasserbilanz in Nährlösung, Salzlösung und Hochmoorwasser. Zeitschr. f. Bot. 14, 97. 1922.
- SCHIMPER, Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Jena 1898.
- STOCKER, Die Transpiration und Wasserökologie nordwestdeutscher Heide- und Moorpflanzen am Standort. Zeitschr. f. Bot. 15, 1. 1923.
- STOCKER, Klimamessungen auf kleinstem Raum an Wiesen-, Wald- und Heidepflanzen. Ber. d. dtsh. bot. Ges. 41, 145. 1923.
- STOCKER, Beiträge zum Halophytenproblem. Zeitschr. f. Bot. 16, 289. 1924.
- WARMING-GRAEBNER, Lehrb. d. ökolog. Pflanzengeographie. Berlin 1918.

63. Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure in Hannover.

Von A. HELLER, Berlin.

Vom 31. Mai bis 3. Juni 1924 tagte der Verein deutscher Ingenieure unter Teilnahme zahlreicher Mitglieder. Seine Hauptversammlungen waren seit jeher durch ihre Vorträge eine Gelegenheit, der breiteren Öffentlichkeit diejenigen Probleme aufzuzeigen, welche den Ingenieur gerade am stärksten beschäftigen. Wenn wir hiernach das in diesem Jahr Gebotene untersuchen, so müssen wir vor allem feststellen, daß der Ingenieur heute bedeutend vielseitiger geworden ist, daß sich seine Interessen über den Rahmen der großen Hauptfrage, als welche in diesem Jahr der *Luftverkehr* gelten konnte, weit hinaus erstrecken in Gebiete, welche teilweise zu speziell sind, um in den großen Hauptsitzungen erörtert werden zu können. Wie in anderen großen Vereinigungen führt es sich daher auch beim Verein deutscher Ingenieure immer mehr ein, neben der Hauptsitzung mehrere Fachsitzungen abzuhalten, die den engeren Fachkreisen Gelegenheit zu eingehenderer Aussprache bieten. Solche Fachsit-

zungen gab es in diesem Jahr für die Fragen der theoretischen Ärodynamik, der Dieselmotoren, der Betriebswissenschaften und des technischen Schulwesens. Berücksichtigt man, daß für jede dieser Gruppen mehrere Vorträge vorbereitet wurden, so kommt man einschließlich der Hauptsitzung auf etwa 20 Vorträge, während früher höchstens vier stattfinden konnten. Diese Zahlen sind ein guter Maßstab für die Intensivierung des geistigen Lebens, die wohl bei allen großen technischen Vereinen stattgefunden hat.

Geh. Baurat Prof. Dr.-Ing. G. KLINGENBERG, Berlin, eröffnete die Haupttagung mit einer interessanten Ansprache. Unter Hinweis auf seine eben beendigte Studienreise in den Vereinigten Staaten von Amerika schilderte er den Anwesenden seine Eindrücke auf industriellem Gebiet, die wegen der drohenden Gefahr des Wettbewerbes amerikanischer technischer Erzeugnisse zur Zeit besonders aktuell geworden sind. Die „unbegrenzten Mög-

lichkeiten“ Amerikas, die sozusagen sprichwörtlich geworden sind und sich in den schroffen Gegensätzen von Arm und Reich in Städten oder zwischen Stadt und Land grell genug äußern, haben bezüglich der Industrie nicht selten zu falschen Schlüssen geführt. Gerade in der amerikanischen Industrie sind aber die Möglichkeiten durch die Rücksichtnahme auf die Wirtschaftlichkeit stärker beschränkt als vielleicht in jedem anderen Lande. Auf der einen Seite sind zwar der Industrie die Grenzen viel weiter gezogen, weil der riesenhafte Absatz im eigenen Lande, das den Flächeninhalt von ganz Europa bietet, mit seinen 120 Millionen Einwohnern, seinen Naturschätzen und seinen verhältnismäßig hohen Lebensbedürfnissen den Aufbau großer technischer Unternehmungen fast auf jedem Gebiet sehr erleichtert. Es ist daher nur zu leicht erklärlich, daß die industrielle Erzeugung schon frühzeitig auf das Gebiet der großen Massenerzeugung gedrängt hat, deren gute und billige Produkte wieder neue Bedürfnisse schaffen konnten.

Auf der anderen Seite darf man aber nicht übersehen, daß die Löhne der Arbeiter auf allen Gebieten ungefähr sieben bis zehnmal so hoch wie bei uns sind. Das macht jede Einzelherstellung, ja sogar auch schon jede Herstellung in geringeren Reihen, zu einem Luxus, den sich, wie beispielsweise den Bau einer eigenen Wohnung, nur die ganz Reichen gestatten können. Die Industrie dagegen muß darauf bedacht sein, so zu erzeugen, daß der Lohnanteil, der auf das einzelne Stück der Erzeugung entfällt, möglichst gering wird. Das beschränkt aber die Industrie auf Artikel, die sich für die Massenerzeugung eignen, und ein wesentliches Kennzeichen der neueren Fortschritte der amerikanischen Industrie ist es, daß sie es gelernt hat, den Kreis der Artikel, die sie nach diesen Grundsätzen herstellen kann, bedeutend zu erweitern.

Der Hauptgedanke, auf welchem der *Ersparnis an Menschenarbeit* in der amerikanischen industriellen Erzeugung aufgebaut wird, ist der Ersatz des Menschen beim Transport der Erzeugnisse von einer Stelle zur anderen durch die Maschine. Als das zweckmäßigste System hierfür hat sich schon auf Grund der großen amerikanischen Fleischpackhäuser mit ihren Riesenzahlen gleichartiger Pakete das sog. *Conveyorsystem* erwiesen, wobei das Einzelstück auf einem maschinell bewegten Transportband an den nebeneinander stehenden Arbeitern langsam vorbeiwandert und dabei in kleinen Etappen allmählich fertiggemacht wird.

Diese Art von Massenarbeit, die man früher nur beim Bekleben kleiner Pakete mit Zetteln und ähnlichen leichten Verrichtungen gekannt hatte, haben die Amerikaner verstanden, auf wesentlich schwerere Arbeiten zu übertragen, und darauf beruht ihr Erfolg in der billigen Produktion, der sich am deutlichsten wohl darin ausspricht, daß die bekannte Firma FORD imstande ist, ein Automobil, das unter deutschen Verhältnissen nicht unter

5000 M. herstellbar wäre, für nicht ganz 1600 M. mit voller Ausrüstung zu verkaufen.

Die Conveyorarbeit oder Bandarbeit, wie man sie auch nennt, beruht nun darauf, daß man den Gang der Herstellung sehr genau analysiert, viel genauer, als man bisher bei uns gewohnt war, und auf Grund dieser Analyse in eine sehr große Zahl von Teiloperationen auflöst, die so einfach sind, daß jeder ungelernete Arbeiter sie nach kurzer Anlernzeit ausführen kann, und zwar so schnell, wie das bei dem langsamen Fortschreiten des Transportbandes notwendig ist. Viel beschrieben ist bereits die Arbeit an dem Transportband, wo die ganzen Automobile in ununterbrochener Reihe zusammengebaut werden; man dringt aber in das Wesen dieser Art von Arbeit viel besser ein, wenn man sie an dem Beispiel einfacherer Verrichtungen untersucht.

Nehmen wir z. B. an, es sei die Aufgabe gestellt, den Deckel auf den fertigen Zylinderblock eines Automotors aufzusetzen und die zugehörigen Schrauben, deren Bolzen bereits in den Block eingesetzt sind, festzuziehen. Nach den bei uns üblichen Fabrikationsverfahren ist dies ein Teil der sog. Motorenmontage, die von einem einzelnen Mann mit einem Helfer in der Weise ausgeführt wird, daß ihm aus dem Zwischenlager alle Einzelteile des Motors herausgegeben und diese von ihm zum vollständigen Motor allmählich zusammengesetzt werden. Dabei muß der Monteur diese Teile richtig zueinanderpassen und einstellen, also unbedingt ein gelernter Mann sein.

Bei der Bandarbeit geht man aber ganz anders vor; hier erfordert allein das Aufsetzen und Befestigen des Deckels vier Mann; die Zylinder kommen in ununterbrochener Reihe auf dem Conveyorband an, derart, daß etwa alle 5 bis 10 Sekunden ein neuer Zylinder erscheint, und quer dazu laufen auf einem anderen Band die entsprechenden Deckel und Packungsscheiben fertig bearbeitet und zugeschnitten herzu. Der erste Mann hat nun nichts anderes zu tun, als auf jeden vorbeikommenden Zylinder erst eine Packung und dann einen Deckel so aufzulegen, daß die am Zylinder befindlichen Schraubenbolzen in die entsprechenden Löcher eintreten. Der zweite schraubt mit der Hand die in einer Kiste neben ihm vorrätig gehaltenen Muttern auf die sechs Bolzen des Zylinders auf, bis sie gerade an den Deckel stoßen. Der dritte setzt einen Schraubenschlüssel, der von einem an der Decke hängenden Elektromotor mittels einer herunterhängenden biegsamen Welle angetrieben wird, auf jede Mutter auf und zieht sie soweit fest, daß sie halbwegs anliegt, während erst der vierte Mann mit einem Handschlüssel den Muttern den richtigen Anzug gibt. Wenn man berücksichtigt, daß jede dieser Operationen so einfach ist, daß man sie mit Sicherheit in 5 bis 10 Sekunden ausführen kann, so kann man ausrechnen, daß auf diese Weise in einem Arbeitstag wirklich 7500 Zylinder fertig werden können und das einzelne Stück an Arbeitslohn nur einen verschwindenden Teil des Gesamtlohnes der Arbeiter verbraucht hat.

So wie die beschriebene Arbeit lassen sich nun alle Arbeiten zerlegen: der Vorteil dabei ist nicht nur, daß auf das einzelne Stück sehr wenig Lohn entfällt, sondern auch, daß jede Arbeit von einem ungelernten Mann ausgeführt werden kann, ohne in der Güte zu leiden. Das verringert die Abhängigkeit der Fabrikanten von dem guten Willen der Arbeiter, weil jeder Mann sehr leicht ersetzbar ist. Muß doch schon für den regelten Gang der Bandarbeit immer eine gewisse Anzahl von Arbeitern in Reserve gehalten werden, damit an jeder Stelle ein Mann für einen andern einspringen kann und die Arbeit durch den Austritt eines Mannes nicht aufgehalten wird.

Man erkennt aber auch aus dieser Schilderung, daß die Bandarbeit eine sehr hohe Genauigkeit der Herstellung aller Einzelteile voraussetzt, da sie keinen Raum für das Zusammenpassen von Teilen bietet. In dieser gesteigerten Genauigkeit liegt die Gewähr dafür, daß das Erzeugnis der Massendarbeit in der Güte dem Erzeugnis der Einzelarbeit mindestens gleichwertig, wenn nicht gar überlegen ist, was man früher niemals geglaubt haben würde.

Mit der Erkenntnis der großen wirtschaftlichen und technischen Möglichkeiten der Conveyorarbeit erhebt sich sofort die Frage, wieweit wir unter unseren bedrängten industriellen Verhältnissen von diesem Fortschritt Gebrauch machen können; daß wir nicht daran denken dürften, Automobile oder andere Erzeugnisse der mechanischen Industrie nach diesem Verfahren herstellen zu wollen, weil wir nicht imstande wären, so große Produktionen abzusetzen, braucht nicht erst bewiesen zu werden. Der Gedanke der Bandarbeit bindet sich aber nicht an das fertige Erzeugnis, er läßt sich vielmehr mit dem gleichen Erfolg auf jede beliebige Einzelarbeit anwenden, vorausgesetzt, daß diese in genau gleicher Weise oft genug wiederholt werden muß, und da die Einrichtungen für die Handarbeit um so einfacher und billiger werden, je einfacher der durch Handarbeit abzuwickelnde Prozeß ist, so rückt auch die untere Grenze für die in Bandarbeit herstellbare, d. h. noch wirtschaftlich herstellbare, Stückzahl um so tiefer, je einfacher der Prozeß wird.

Anzustreben wäre daher, daß wir unsere Fabrikationsvorgänge genau prüfen, ob sie eine genügende Anzahl von gleichartigen Prozessen enthalten oder ob sie durch Änderung der Verfahren auf eine größere Anzahl gleicher Prozesse umgestellt werden können, welche sich in Handarbeit erledigen lassen. Eine wesentliche Förderung solcher Bestrebungen ist von der Normalisierung und Typisierung zu erwarten, die auch bei uns unter dem Einfluß des Normenausschusses der deutschen Industrie große Fortschritte gemacht hat.

Als erster Vortragender sprach sodann Reichsrat v. MILLER-München über

Neue Probleme des Luftverkehrs.

Die Epoche des Luftverkehrs, in die wir heute eingetreten sind, hat ganz neue Möglichkeiten für

eine schnellere Verbindung zwischen den Völkern eröffnet, die mit dazu beitragen werden, daß sich weit voneinander entfernte Völker geistig nähertreten und besser als bisher kennen und schätzen lernen. Es ist die vornehmste Aufgabe der Ingenieure, diese Möglichkeiten durch technische Vervollkommnung der Luftverkehrsmittel zu erweitern. Die Grenzen, bis zu denen dies geschehen kann, lassen sich heute noch gar nicht absehen, da wir erst am Anfang der Entwicklung stehen.

Schon heute sind aber die Leistungen der Luftfahrttechnik sehr ansehnlich; mit einem kleinen Motor von nicht mehr als 5 PS kann sich ein leichtes Flugzeug, dessen Flügel zusammenlegbar sind und das man daher bequem verwahren oder transportieren kann, in die Höhe erheben, während auf der anderen Seite für den Großverkehr bereits Luftfahrzeuge gebaut wurden, welche bis zu 1000 PS an Motorleistung aufweisen. Allerdings wird diese Leistung, welche ausreicht, um ein Gewicht von 10 000 kg durch die Lüfte zu tragen, heute noch vorwiegend für das Konstruktionsgewicht verbraucht, das bei einem solchen Flugzeug etwa 6000 kg beträgt, während weitere 2500 kg an Brennstoff und Öl mitgeführt werden müssen, so daß für die Nutzlast nicht mehr als 1500 kg übrigbleiben, immerhin genug, um etwa 20 Personen aufnehmen zu können. Dabei kann man auf eine Reisegeschwindigkeit von 180 km in der Stunde rechnen, also jede Eisenbahn schlagen, zumal man die kürzesten Strecken wählen kann.

Aufgabe der Ingenieure wird es aber sein, dieses Verhältnis zwischen Gesamtgewicht und Nutzlast eines Flugzeuges noch vorteilhafter zu gestalten, durch Vereinfachung des Aufbaues, durch Verwendung spezifisch leichter und hochwertiger Baustoffe und nicht zuletzt durch Steigerung der Motorleistungen, also Vergrößerung der Flugzeuge. Daneben stellt auch die Erhöhung der Betriebssicherheit der Luftfahrzeuge noch große Aufgaben an den Ingenieur; es gilt vor allem, die Sicherheit der Motorenanlage zu verbessern, indem man zur Vermeidung der Brandgefahr den Ölmotor für den Flugbetrieb durchbildet, es gilt ferner die Lande- und Abflugbedingungen, die mit zunehmendem Flugzeuggewicht immer schwieriger werden, günstiger zu gestalten, indem man die Mindestgeschwindigkeit, bei welcher das Flugzeug noch tragfähig bleibt, möglichst tief heruntersetzt, es gilt endlich nicht zuletzt die wirtschaftlichen Vorbedingungen für einen Luftverkehr zu schaffen, der sich selbst trägt und nicht, wie heute, allenthalben auf staatliche Unterstützung in hohem Grad angewiesen ist.

Neuartig und sehr interessant waren ferner die

Betrachtungen über den Flugzeugbau,

die Dr.-Ing. O. MADER, Direktor der Junkerswerke, Dessau, im nächsten Vortrage behandelte. Er zeigte vor allem, wie der Ingenieur die Aufgabe, ein Flugzeug für bestimmte Leistungen unter gegebenen Verhältnissen zu entwerfen, immer nur

auf Grund eines Kompromisses lösen kann, der zwischen den Eigenschaften der Luft, der verfügbaren Motorenergie, dem Baustoff des Flugzeuges und nicht zuletzt dem Menschen als Flugzeugführer geschlossen werden muß.

Den Einfluß der Luft haben wir durch die neueren physikalischen Forschungen sowie namentlich durch die planmäßigen Untersuchungen an Flügel- und Flugzeugmodellen, die während der letzten Jahre in Göttingen unter der Leitung von Prof. Dr. PRANDTL ausgeführt wurden, sehr genau abschätzen gelernt. Wir sind heute in der Lage, das Verhalten verschiedener Flügelprofile, insbesondere ihren Auftrieb bei verschiedenen Neigungen gegen die Strömrichtung der Luft und die Widerstände der verschiedenen Hauptteile eines Flugzeuges zu beurteilen und danach die Leistung zu berechnen, die wir in der Form von nutzbarem Schraubenschub aufwenden müssen.

Auch das Verhalten der Motoren in verschiedenen Höhen und die Verluste, welche bei der Umwandlung der nutzbaren Motorleistung in Schub durch den Propeller entstehen, sind heute sehr genau bekannt, und wir haben schon heute Mittel an der Hand, um namentlich die Abnahme der Motorleistungen in größeren Höhen auszugleichen.

Eine wichtige Rolle bei der Ermittlung der Leistung eines Flugzeuges spielt die Gewichtsfrage. Hier haben die planmäßigen Forschungen Unterlagen ergeben, woraus man entnehmen kann, welchen Anteil am Gesamtgewicht man für die Hauptteile des Flugzeuges in Rechnung stellen muß. Weiter hat der Flugzeugbau die Verfahren des *Leichtbaues* gefördert, die nicht nur darin bestehen, Baustoffe von geringem spezifischem Gewicht bei verhältnismäßig hoher Festigkeit, wie Duralumin usw., anzuwenden, sondern in noch viel höherem Maße das Ziel verfolgen, durch Vereinfachung der Konstruktion an Bauteilen und so an Gewicht zu sparen. Kennzeichnend für diese Bestrebungen ist der Umstand, daß man bei Flugzeugen von einiger Größe heute allgemein zum Metallbau übergeht und daß der statisch und aerodynamisch einfacher gegliederte Eindecker immer mehr an Boden gewinnt. Wie weit man im übrigen schon in der Steigerung der Nutzlast im Verhältnis zum Eigengewicht fortgeschritten ist, lehrt die Erwägung, daß dieses Verhältnis bei einem D-Zug oder einem Schiff etwa 9%, bei einem Flugzeug dagegen 20% beträgt, und daß man es ohne Schwierigkeiten auf 50% steigern könnte, wenn für den Abflug vom Boden kein so übergroßer Leistungsüberschuß notwendig wäre.

Nicht zu übersehen ist endlich der Faktor Mensch beim Entwurf und der Führung der Flugzeuges. Im Betrieb des Flugzeuges treten unter Umständen außerordentlich hohe Beschleunigungen auf, welche den Blutdruck im Gehirn des Führers verändern und vorübergehende Bewußtseinsstörungen hervorrufen können. Solche Störungen lassen manchen Flugunfall erklärlich erscheinen, für den man sonst keine Erklärung finden konnte.

Aber auch sonst hängt das Verhalten des Flugzeuges in hohem Grad von der Führung ab, die allein imstande ist, die Beanspruchungen während des Fluges in den für die Konstruktion erträglichen, vorausberechneten Grenzen zu halten.

Prof. Dr.-Ing. H. BAER, Techn. Hochschule Breslau, berichtete sodann über

die Entwicklung des Flugmotors nach dem Kriege.

Obleich Deutschland infolge der Beschränkungen, die uns der Vertrag von Versailles auferlegt hat, an der Steigerung der Motorenleistungen nicht mitarbeiten konnte, die hauptsächlich in England und Amerika vor sich gegangen ist und bis zu 1000 PS in der einzelnen Maschine erreicht hat, ist man doch bei uns in den letzten Jahren nicht ganz müßig gewesen. Angeregt durch die Erfolge des Segelflugwesens hat man sich dem Entwurf von Motoren zwischen 30 und 120 PS-Leistung gewidmet, bei denen sich wegen der kleineren Zylinder die *Luftkühlung* als ausreichend erwiesen hat, und hat so Motoren von bemerkenswert niedrigem Gewicht für 1 PS herausgebracht. Einer der neuesten Motoren dieser Art, an dessen Entwurf der Vortragende mitgearbeitet hat, ist der Motor des *Stahlwerks Mark*, Breslau, der, wie die beigefügten Fig. 1 und 2 zeigen, mit drei oder fünf Zylindern gebaut wird. Die Zahl der Zylinder ist gewählt, damit während einer Umdrehung der Motorwelle die Zündungen in gleichen Winkelabständen aufeinander folgen und so ein genügend gleichförmiges Drehmoment erzeugt wird. Zur Verringerung der inneren Reibungswiderstände sind die Kolbenstange und die Motorwelle auf Kugeln gelagert, wozu sich die zweiteilige Konstruktion der Welle besonders gut eignet. Die Kühlung der Zylinder durch den im Flug erzeugten Luftstrom ist dadurch besonders wirksam gemacht, daß die aus Gußeisen hergestellten Zylinder sternförmig in einer Ebene angeordnet sind und daher gleichförmig beaufschlagt werden; ferner sind die Zylinder an ihrer Außenfläche mit Kühlrippen versehen, die verhältnismäßig niedrig und in breiter Teilung angeordnet sind, so daß die Luft bis auf den Grund der Einschnitte zwischen den Rippen eindringen kann. Auch die *Siemens-Werke* stellen seit einigen Jahren solche sternförmige Flugmotoren von 55 und 85 PS her.

Über die

wissenschaftlichen Grundlagen des Segelfluges

sprach ferner in einer der Fachsitzungen Prof. Dr.-Ing. PRÖLL, Techn. Hochschule Hannover. Sein Vortrag erweckte auch darum größere Beachtung, weil die Technische Hochschule Hannover sehr tätigen Anteil am Bau von Segelflugzeugen genommen hat, wie die beigefügten Bilder der berühmt gewordenen Hannoverschen Segelflugzeuge, Fig. 3 und 4, beweisen.

Der Redner kennzeichnete vor allem die mechanischen Grundlagen des Segelflugs ganz allgemein dahin, daß es darauf ankomme, eine *Relativbewe-*

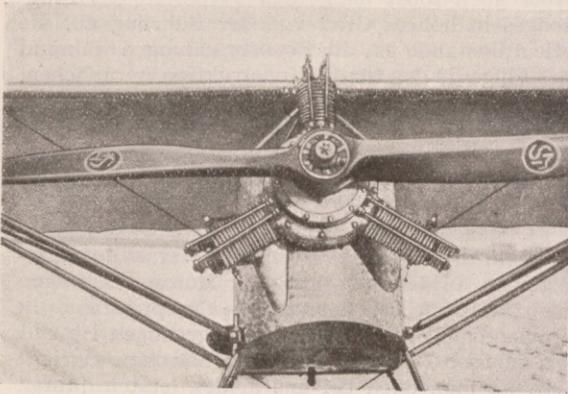


Fig. 1. Mark-Eindecker mit Dreizylindermotor.

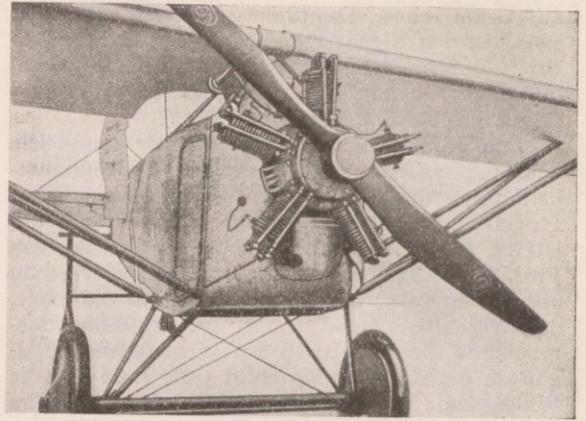


Fig. 2. Mark-Eindecker mit Fünfzylindermotor.

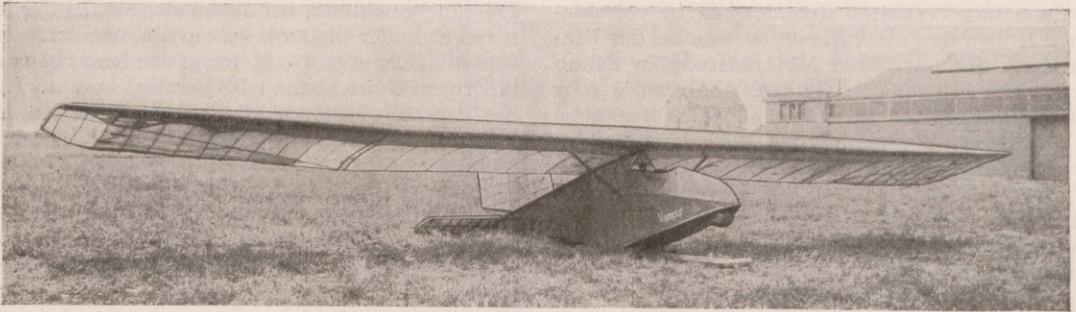


Fig. 3. Segelflugzeug „Vampyr“ 1922.

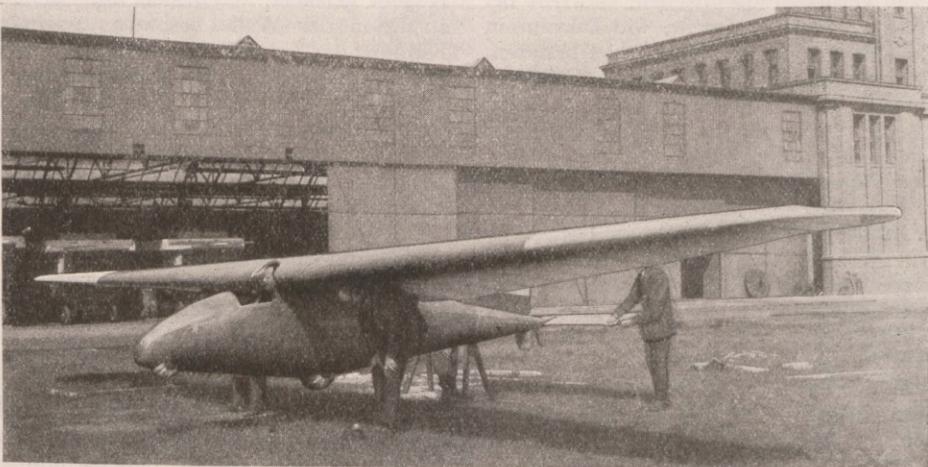


Fig. 4. Segelflugzeug „Greif“ des flugtechnischen Forschungsinstituts der Technischen Hochschule Hannover.

gung zwischen dem Flugzeug und der Luft in der Weise auszunützen, daß eine Vorwärtsbewegung erzeugt wird. Während beim sog. Gleiter nur die Schwerkraft die treibende Kraft bildet, treten beim Segelflugzeug außer der Schwerkraft noch Einflüsse des Windes in den verschiedenen Formen

seiner Ausnutzbarkeit hinzu, und gerade diese sind es, welche bei den heutigen Segelflugversuchen am meisten in Betracht kommen. Aus dem wechselnden Spiel der Relativgeschwindigkeit und Beschleunigung des Flugzeuges und der Geschwindigkeit oder Beschleunigung des Windes ergeben

sich mannigfache Möglichkeiten für den Führer, Bewegungen des Flugzeuges gegen die Erde zu erzeugen.

Aus dem Geschilderten kann man bereits die wichtigsten Bedingungen für den Entwurf eines erfolgreichen Segelflugzeuges entnehmen. Für den Gleiter kommt es nur darauf an, beim Abstieg aus einer Höhe in die andere entweder den *kleinsten Gleitwinkel* oder die *größte Gleitgeschwindigkeit* zu erzeugen, je nachdem es sich darum handelt, die längste Flugdauer oder die längste Flugstrecke zu erzielen. So einfach liegen allerdings die Verhältnisse in der Praxis niemals, denn dort wird es sich immer darum handeln, neben den Gleiteigenschaften eines Flugzeuges auch dessen Fähigkeit zum Segeln im Wind auszunutzen.

In bezug auf den Segelflug im engeren Sinne hat man aber zu unterscheiden den sog. *statischen* Flug, den Flug in aufwärts gerichtetem Wind, der bisher bei allen Wettbewerben die größte Rolle gespielt hat, und den rein *dynamischen* Flug, den man sich im Gegensatz zu den im wesentlich gleichförmigen Luftströmungen des Aufwandes durch die *beschleunigten* Luftbewegungen entstanden denken kann. Diese Beschleunigung der Luftbewegungen kann entweder in der Richtung der Luftströmung, also durch Änderungen der Bögigkeit des Windes, entstehen, sie ist aber auch denkbar in der Form von Richtungsänderungen der Luftströmung.

Theoretisch ist nachgewiesen, daß beide Arten von Luftbeschleunigungen geeignet sind, aufwärts gerichtete Kräfte am Flugzeug zu erzeugen; damit aber ein Flugzeug dauernd dynamisch schweben könnte, müßten die Schwankungen der Strömung regelmäßig periodisch auftreten, was selten vorkommt oder sehr schwer zu beobachten ist. Nur zufällig gelingt es daher bis jetzt, rein dynamisch beim Segelflug Höhengewinne zu erzielen.

Als ein Beitrag auf dem Gebiet des Luftschiffbaues sei endlich der Vortrag

Aus der Entwicklungsgeschichte des Luftschiffbaues

erwähnt, den Prof. Dr.-Ing. h. c. C. MATSCHOSS, Direktor des Vereines deutscher Ingenieure, Berlin, hielt. Unter Hinweis auf den überragenden Anteil, den Deutschland an dem gesamten Weltluftschiffbau genommen hat, da von den insgesamt 164 bisher ausgeführten Luftschiffen nicht weniger als 146 auf Deutschland entfallen, schilderte der Redner

die Entwicklung der Konstruktionen der Zeppelinwerft in Friedrichshafen, die mit ihren Erfahrungen an 126 ausgeführten Luftschiffen weitaus an der ersten Stelle steht und deren neuester Bau, das Amerika-Luftschiff, das demnächst seine Seereise antreten soll, das Interesse der ganzen Welt erweckt hat.

In den 25 Jahren, die seit dem Bau des ersten Zeppelinschiffes vergangen sind, hat die Konstruktion große Fortschritte gemacht, die sich nicht allein in Änderungen der Form und wesentlicher Vergrößerung der Gashülle, sondern auch

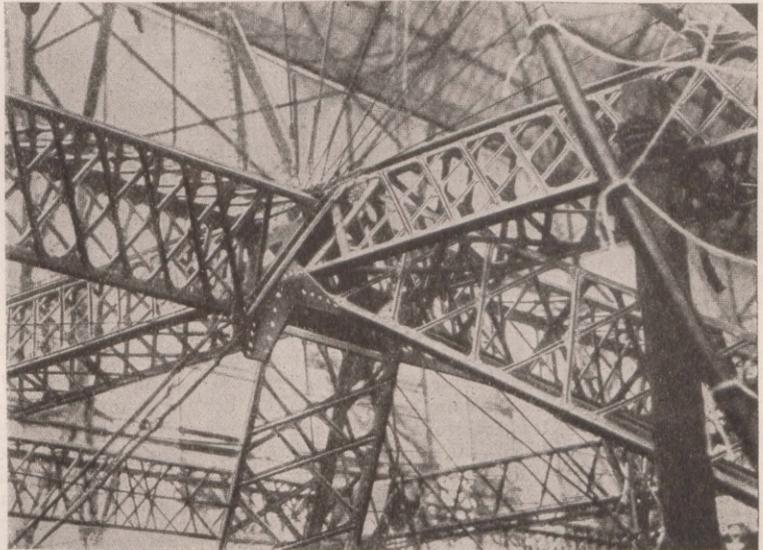


Fig. 5.
Ansicht der Knotenpunkt konstruktion des Amerika-Zeppelin-Luftschiffes.

in bedeutender Verbesserung der Einzelheiten äußern. Besonders wichtig waren die Fortschritte auf dem Gebiet des Aufbaues der Hülle aus sehr feingegliederten Duraluminträgern, deren Querschnittformen wiederholt geändert werden mußten, bevor es gelang, die im Gewicht günstigsten ausfindig zu machen. Wie verwickelt sich der Aufbau des Traggerüstes infolge der Vielgliedrigkeit des Systems stellt, zeigt das in Fig. 5 beigelegte Bild eines Knotenpunktes aus dem Gerüst des neuesten Luftschiffes. Aber auch in bezug auf die Motorenanlage und ihre Verbindung mit den Schrauben, in bezug auf die Ausbildung der Steuerflächen usw. sind wesentliche Änderungen zu verzeichnen.

Unvergessen bleibt die Dauerfahrt eines Zeppelinschiffes, das im Jahre 1917 zum Entsatz der Mannschaften in Deutsch-Ostafrika während des Krieges entsandt wurde und unterwegs zurückberufen werden mußte. Das Luftschiff ist 95 Stunden lang ohne Zwischenlandung in der Luft geblieben und hat während dieser Zeit eine Strecke von 6757 km zurückgelegt. Mit dieser Leistung hält es noch heute den Weltrekord.

Die Eichung von Verbrennungscalorimetern und die internationale Festsetzung der Eichwerte.

Von W. A. ROTH, Braunschweig.

Die Bestimmung der Verbrennungswärme ist bekanntlich für die Praxis von größter Wichtigkeit, falls es sich darum handelt, den Heizwert von einem Brennstoffmaterial oder einem Treibmittel oder die Zersetzungswärme eines Explosivstoffes, der ja im Grunde ebenfalls nur ein Treibmittel ist, zu finden. In der Thermochemie organischer Stoffe, wo nur selten eine Umsetzung schnell und ohne störende Nebenreaktionen verläuft, ist, von Ausnahmefällen abgesehen, die im Innern der Berthelotschen Bombe in komprimiertem Sauerstoff fast momentan und vollständig verlaufende Verbrennung die einzige, thermochemisch sicher zu verfolgende Reaktion. Die Zahldaten in der Physiologie der Ernährung und der Muskelarbeit gehen zum größeren Teil auf Verbrennungswärme zurück. Auch in der anorganischen Thermochemie bürgert sich die Verwendung von BERTHELOTS calorimetrischer Bombe immer mehr ein. Alle billigeren Neukonstruktionen sind nur Abwandlungen des ursprünglichen Berthelotschen Modells¹⁾, bei denen das heute unerschwingliche Kilo Platin anfangs in immer kleineren Mengen angewendet wurde, während später an die Stelle des Platins säure- und temperaturfeste Legierungen, Spezialstähle oder andere Ersatzstoffe traten²⁾.

Um eine Verbrennungswärme sicher zu messen, sind vier Dinge nötig: eine scharf definierte Substanz, ihre saubere Verbrennung, die genaue Messung der Temperaturerhöhung und schließlich die genaue Kenntnis der Apparatkonstanten, des „Wasserwertes“. So bezeichnet man bekanntlich die Anzahl cal, denen eine Temperaturerhöhung um einen Grad des benutzten Thermometers in dem betreffenden Calorimeters entspricht. Auf die fehlerfreie Bestimmung dieser Größe, des „Kapazitätsfaktors“ in der Ostwaldschen Diktion, ist merkwürdiger Weise früher am wenigsten Gewicht gelegt worden, und manche an sich sorgfältige Messungen mit kostbaren Substanzen sind wegen unscharfer Definition des Wasserwertes fast wertlos geworden; einige konnten durch eine mühsame und nie ganz sichere examination post mortem gerettet werden³⁾.

Drei Wege gibt es, den Wasserwert zu bestimmen: 1. die additive Berechnung; der Wasserwert ist ja die Summe der Produkte aus Masse und spezifischer Wärme aller der Calorimeterteile, die an der Erwärmung teilnehmen; 2. die Eichung mittels einer Reaktion von bekannter Wärmetönung; 3. als modernste Art die elektrische Eichung, wo dem Calorimeter eine nach Volt-Amper-Sekunden gemessene Wärmemenge zugeführt und der Wasserwert des Heizkörpers in Abzug gebracht wird.

Wegen Unsicherheit des Wasserwertes weichen die älteren Daten der französisch-russischen Schule (BERTHELOT, LUGININ und ihre Mitarbeiter) vielfach von denen der deutschen Schule (STOHMANN und Mitarbeiter) ab. Betrachtet man die skrupulöse Art, wie STOHMANN seine Apparatur additiv geeicht hat, so wird man seinen Zahlen meist den Vorzug geben; man kann bei gleichzeitigen, amerikanischen Autoren direkt lesen, daß im Stohmannschen Laboratorium genauer

gearbeitet würde als bei dem weit genialeren und vielseitigeren BERTHELOT¹⁾. Nach modernen Begriffen besteht bei den Daten von STOHMANN nur eine gewisse Unsicherheit in bezug auf die thermometrische Basis, weil seine Instrumente nicht von der PTR oder einer anderen Eichbehörde geprüft und so an das Wasserstoffthermometer angeschlossen waren; ein Vergleich mit den neusten, sichersten Daten (s. u.) hat ergeben, daß STOHMANN'S Zahlen fast ohne Korrektur gebraucht werden können.

EMIL FISCHER und WREDE haben sich das unbestrittene Verdienst erworben, die erste sichere Basis zur Eichung von Verbrennungscalorimetern geschaffen zu haben. Sie veranlaßten die PTR, ihre Apparatur *elektrisch* zu eichen und bestimmten dann sehr genau die Verbrennungswärmen von Rohrzucker und Benzoesäure, die sie als Eichsubstanzen allgemein empfahlen²⁾. Die primäre Eicheinheit war also das Joule, das sich aber trotz der Bemühungen von OSTWALD und anderen Forschern in Deutschland nicht recht einführte. Als Umrechnungsfaktor von Joule in 15°-cal galt 1908 noch der jetzt überholte Wert 4,189. Wir wissen heute durch die genauen Messungen vieler Forscher, u. a. von JAEGER und von STEINWEHR³⁾, die damals die FISCHER-WREDESche Apparatur eichten, daß der Faktor 4,184 richtiger ist und der Wahrheit bis auf eine Unsicherheit von vielleicht 1/5000 entsprechen dürfte. Also wären die in cal ausgedrückten Zahlenwerte von FISCHER-WREDE nunmehr entsprechend zu verändern. Es scheint aber, daß damals bei der elektrischen Eichung eine andere kleine, nicht sicher bekannte Ungenauigkeit untergelaufen war. Messungen, die seitdem namentlich in Amerika angestellt worden sind, wiesen darauf hin, daß die ersten Eichwerte in Joules um 1–2 Promille zu hoch waren.

Zu den beiden Eichsubstanzen, von denen Benzoesäure weitaus bequemer und sicherer ist als der harte und unbequem zu reinigende Rohrzucker, hatte sich im Laufe der nächsten Jahre sozusagen illegal noch eine dritte Gewohnheitsrecht erworben, das leicht rein zu erhaltende, aber etwas flüchtige Naphthalin. Für diese Substanz, die auch von der russisch-französischen Schule oft als Bezugssubstanz angewendet worden war, gingen die Angaben sehr stark auseinander (9613–9717 cal), meistens aber waren die angegebenen Verbrennungswärmen trotz der Flüchtigkeit des Naphthalins erheblich zu hoch.

Mag die erste Basis, die nicht nur in Deutschland, sondern auch von französischen, holländischen und belgischen Forschern benutzt wurde, kleine Fehler enthalten haben, sie erlaubte dennoch, *reproduzierbare* und bei genauerer Kenntnis der Eichzahlen leicht umzurechnende Werte für die Verbrennungswärmen zu bestimmen und bedeutet einen enormen Fortschritt gegen die frühere normenlose Zeit.

Als die wissenschaftliche Arbeit nach dem Kriege wieder aufgenommen wurde und die Einwände gegen die erste PTR-Basis durch die Messungen von DICKIN-

¹⁾ Ann. de chim. et phys. (6) 6, 546. 1885, und 10, 433. 1887.

²⁾ Vergl. hierzu ROTH in Houber-Weyl, Meth. der org. Chem. Bd. I, 3. Aufl.

³⁾ SWIENTOSLAWSKI, Journ. of the Americ. chem. soc. 42, 1092. 1920.

¹⁾ ATWATER, Journ. of the Americ. chem. soc. 25, 692. 1903.

²⁾ Sitzungsber. d. Berl. Akad. 24, 129. 1908; Zeitchr. f. physikal. Chem. 69, 218. 1909; Verhandl. d. dtsch. physik. Ges. 5, 50. 1903.

³⁾ Sitzungsber. der Berl. Akad. 1915, 431.

SON¹⁾ und SWIENTOSLAWSKI²⁾ immer präziser wurden und sich wiederholten, wandte sich der Verf., nachdem er die Originalarbeiten kennen gelernt hatte, an die PTR mit der Bitte, sich zu den Einwänden zu äußern und auf Grund der neuen Bestimmung des elektrischen Wärmeäquivalentes neue Zahlenangaben für die Eichsubstanzen zu machen.

F. HENNING unterzog sich der Mühe³⁾, alle vorhandenen Daten kritisch durchzurechnen und kam zu folgenden Schlüssen:

„Die wahrscheinlichsten Werte für die Verbrennungswärme der drei als Eichkörper vorgeschlagenen Substanzen pro g (auf das Vakuum reduziert) sind:

Benzoessäure 6320	15° cal,	26 444	Joule;	[pro g in Luft gewogen
Naphthalin 9617	„	40 238	„	6324,5 cal ₁₅
Rohrzucker 3949	„	16 523	„	9625,5 „
				3951,5 „
				Zusatz des Verfassers!]

Die Ergebnisse der bisher vorliegenden Messungen erlauben keine Entscheidung darüber, welcher Stoff sich für eine Normalbestimmung am besten eignet. Es wird daher vorgeschlagen, bei genauen Messungen Verbrennungskalorimeter sowohl mit Benzoessäure als auch mit Naphthalin und mit Rohrzucker zu eichen und den Mittelwert unter Annahme der genannten Werte als die Kapazität des Kalorimeters anzusehen. . . . Die Stohmannschen Verbrennungswärmen sind mit 0,9990 zu multiplizieren, um auf die Calorie von 15° und die Wägung im Vakuum reduziert zu werden.“

Die neuen Werte für Rohrzucker und Benzoessäure unterscheiden sich von den älteren, wenn man wie üblich in cal rechnet (6325,4 und 3952,0), so gut wie gar nicht (die Differenzen betragen $\frac{1}{7000}$ bzw. $\frac{1}{8000}$; genauer als auf $\frac{1}{3000}$ kann man selbst unter günstigen Bedingungen nicht messen). Nur bei Naphthalin treten Differenzen auf, die gegen die in den letzten Jahren zu Eichzwecken benutzten Zahlen rund 1 Promille betragen⁴⁾. Da Naphthalin aber nur nebenher benutzt worden ist, folgt, daß die auf Grund der früheren Eichwerte gewonnenen cal-Angaben keinerlei Umrechnung bedürfen, denn die Unterschiede fallen in die Fehlergrenzen; ferner, daß alle auf eine PTR-Basis bezogenen Werte unter sich und mit den sehr zahlreichen von STOHMANN ohne weiteres vergleichbar sind. Denn der obenerwähnte Faktor 0,9990 fällt so gut wie vollständig fort, wenn man die Wägungen von STOHMANN auf den luftleeren Raum reduziert, oder wenn man es wie üblich bei allen Bestimmungen unterläßt.

Etwa gleichzeitig mit jener Neuberechnung, die selbstverständlich rein sachlich und paritätisch vorgenommen wurde, trat die „Union internationale de la chimie pure et appliquée“ zusammen und ließ durch eine Unterkommission eine geeignete thermochemische Eichsubstanz bestimmen und deren Verbrennungswärme „international“, d. h. unter striktem Ausschluß von Deutschland und seiner Verbündeten im Weltkriege, festsetzen. Sie schlug als *einzige* Substanz Benzoessäure vor⁵⁾ und bestimmte unter beabsichtigtem

Ausschluß der führenden deutschen Präparatenfirmen als einziges Präparat von internationaler Geltung die vom Bureau of Standards in Washington hergestellte Säure, die in Europa vom „Bureau de l'Institut international d'Etalons physico-chimiques“ in Brüssel vertrieben wird. Die Verbrennungswärme dieses Präparats beträgt 6324 cal₁₅ für das Gramm, in Luft gewogen. Diese Zahl ist also mit der von F. HENNING aus der Gesamtheit der absolut bestimmten Werte berechneten identisch. Bedenken muß es nur erregen, daß nur *eine* Substanz gebraucht werden soll; die zahlenmäßige Festsetzung spricht deutlich für die Sorgfalt, mit der F. HENNING von der PTR bei seiner kritischen Durchrechnung vorgegangen ist.

Das amerikanische Präparat ist so teuer und so schwer erhältlich, daß nur wenige Institute in Deutschland Proben davon erwerben konnten. Der Verf., der durch das Entgegenkommen eines befreundeten ausländischen Kollegen eine genügende Menge des kostbaren Präparats besitzt, konnte durch ausgedehnte Messungen konstatieren, daß die guten Präparate von MERCK und KAHLBAUM, sobald sie von vornherein chlorfrei sind, dieselben Verbrennungswärmen haben wie das Standard-Präparat. Inzwischen erlebte die deutsche chemische Industrie insofern eine teilweise internationale Rehabilitation, als wegen Knappheit des amerikanischen Präparats bei einer neuen Tagung jener „internationalen“ Unterkommission⁴⁾ beschlossen wurde, daß für technische Messungen ein anderes, von einem kompetenten Thermochemiker kontrolliertes, d. h. an die „internationale“ Basis angeschlossenes Präparat ausgegeben und empfohlen werden sollte. Prof. VERKADE-Rotterdam, ein Mitglied jener Unterkommission, prüft fortlaufend Benzoessäure-KAHLBAUM, so daß diese den „internationalen“ Festsetzungen entspricht. Es ist wohl überflüssig hinzuzufügen, daß auch ihre Verbrennungswärme 6324 cal₁₅ pro g, in Luft gewogen, ist. Es bestehen also zur Zeit zwei Vorschläge, die PTR-Basis mit *drei* Eichstoffen und die „internationale“ mit *einer* Eichsubstanz, aber zwei zugelassenen Präparaten, dem amerikanischen für wissenschaftliche Präzisionsmessungen und einem zweiten (deutschen) für technische Messungen. Zahlenmäßig sind die Werte für diese Eichsubstanz identisch.

Nach den Messungen VERKADES und SWIENTOSLAWSKIS, denen sich der Verf. durchaus anschließen kann, ist tatsächlich weder Rohrzucker noch Naphthalin eine bequeme und praktische Eichsubstanz. Es ist aber zu wünschen, daß deren *zwei* zur Verfügung stehen. VERKADE-Rotterdam schlägt als zweite *Salicylsäure* vor, die chemisch zwar der Benzoessäure sehr nah steht, aber einen um etwa 12% kleineren Verbrennungswert besitzt. Sie ist vielleicht nicht so leicht zu reinigen wie Benzoessäure. Die neue Eichsubstanz wird zur Zeit in mehreren Laboratorien untersucht. Der Verf. hat verschiedene deutsche Präparate geprüft und genau die gleiche Verbrennungswärme gefunden wie VERKADE, der auch ausländische Muster verbrannt hat (5241 cal₁₅ pro g, in Luft gewogen). Es ist zu hoffen, daß der jedes Jahr tagende „internationale“ Kongreß seine früheren Beschlüsse in einigen Punkten modifiziert, und daß vor allem durch Hinzuziehung deutscher Teilnehmer eine wirkliche Internationalität hergestellt wird, denn die thermochemische Forschung kennt keine politischen Grenzen und politische Begebenheiten haben bei der Festsetzung von wissenschaftlichen Zahlenwerten nicht mitzuspielen. Das Land, dem man die

¹⁾ Scient. Papers of the Bur. of Stand. Nr. 230. 1914.
²⁾ Journ. of the Americ. chem. soc. 39, 2594. 1917.
 Vergl. zu weiteren Messungen von SWIENTOSLAWSKI die Kritik von VERKADE, Rec. Pays-Bas (4) 3, 105. 1923.
³⁾ Zeitschr. f. physikal. Chem. 97, 467. 1921.
⁴⁾ Der von HENNING errechnete Wert ist gegenüber den letzten Bestimmungen von DICKINSON, SWIENTOSLAWSKI, VERKADE und SCHLÄPFER noch um 1 Promille zu hoch; der richtige Wert ist 9614 cal₁₅.
⁵⁾ Vergl. die Berichte der Mitglieder VERKADE, Chem. Weekbl. 19, 389. 1922, und SWIENTOSLAWSKI, Bull. de la soc. chim. de France (4) 31, 665. 1922.

¹⁾ Chem. Weekbl. 20, 513. 1923.

erste reproduzierbare Eichbasis verdankt, sollte bei weiteren Festsetzungen nicht ausgeschlossen bleiben. — „Die Wissenschaft ist eben wirklich international und für den Fortschritt ist die Zusammenarbeit der Nationen ebenso wichtig wie die Zusammenarbeit der

Einzelnen“, sagt SIR ERNEST RUTHERFORD im Schluß seiner Eröffnungsansprache an die British Association in Liverpool 1923¹⁾.

¹⁾ Naturwissenschaften 12, 13. 1924.

Besprechungen.

BORN, A., *Isostasie und Schweremessung, ihre Bedeutung für geologische Vorgänge*. Berlin: Julius Springer 1923. 159 S. und 31 Abbild. Preis 9 Goldmark.

Die zahlreichen und genauen Schweremessungen, welche an vielen Orten der festen Erdoberfläche und auch auf dem Ozean angestellt wurden, haben eine Reihe von merkwürdigen Tatsachen aufgedeckt, welche offenbar im innigsten Zusammenhange mit der Massenlagerung in der Erdkruste stehen; sie bringen uns Kunde von Massen, die weit tiefer im Boden versenkt liegen, als der geologischen Forschung zugänglich ist. Aus den Ergebnissen der Schweremessungen direkt auf die Massen ihrer Größe, Form und Lage nach zu schließen, ist leider nicht möglich, da uns die Potentialtheorie lehrt, daß das gleiche Schwerefeld durch unendlich viele Massenkongfigurationen erzeugt werden kann. Solche Schlüsse werden nur dann möglich sein, wenn aus irgend welchen anderen Gründen, etwa geologischer Natur, schon ein oder das andere dieser Stücke bekannt ist, oder wenigstens eine brauchbare Hypothese zugrunde gelegt werden kann.

Das wichtigste Resultat, welches sich aus den Schweremessungen ergeben hat, besteht darin, daß die Schwerewerte keineswegs mit den sichtbaren Massenunregelmäßigkeiten parallel gehen; im Gegenteil, die Schwerewerte sind viel gleichmäßiger verteilt, als das Bodenrelief vermuten läßt. So ist die Schwere auf dem Ozean ganz normal, obwohl doch die große Wassermasse mit der Dichte 1 einen ungeheuren Massendefekt vorstellt, gegenüber der übrigen Erdoberfläche mit der Dichte 2,8; ebenso ist die Schwere im Gebirge keineswegs so groß, als die sichtbaren Massen verlangen. Dies drängt zu der Auffassung, daß die äußeren Massenunregelmäßigkeiten durch innere kompensiert sind. Die Weiterführung dieses Gedankens hat zu dem Begriff der Isostasie geführt, welche in der nunmehr fast allgemein angenommenen Form von AIRY auf die Annahme hinausläuft, daß die Kontinentalschollen der Erde auf einem dichteren Untergrunde schwimmen, derart, daß die mächtigeren Schollen nicht nur höher aufragen, sondern auch tiefer in den Untergrund eintauchen. Diesen Untergrund hat man sich in einem Zustand von Plastizität vorzustellen, wenigstens gegenüber den ungeheuren und lang andauernden Druckkräften, welche dabei in Frage kommen. Da man nun annehmen muß, daß die Schichtung der Erde nach der Tiefe zu immer regelmäßiger wird, so muß sich eine Fläche angeben lassen derart, daß auf jeder Flächeneinheit derselben das gleiche Gewicht lastet. Diese Fläche wird als Ausgleichsfläche bezeichnet, und man schreibt ihr eine Tiefe von etwa 120 km zu. Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß stellenweise der Ausgleich schon in geringerer Tiefe perfekt ist.

Mit diesem z. T. aus Schweremessungen, z. T. auch aus den Untersuchungen über Lotstörungen gewonnenen Resultate muß sich nun die Geologie auseinandersetzen. Es handelt sich dabei namentlich darum, ob sich der Begriff der Isostasie auch geologisch brauchbar erweist. Dieser Frage ist nun das vorliegende Buch gewidmet, in welchem die Ergebnisse

der Schweremessungen diskutiert und der geologische Wert einer isostatischen Auslegung besprochen wird.

Nach einer allgemeinen Einleitung werden zunächst die für verschiedene Zwecke nötigen Arten der Reduktion der Schweremessungen besprochen. Hier muß bemerkt werden, daß die Art und Weise wie von geologischer Seite (auch von KOSSMAT, Abh. Sächs. Akad. d. Wiss. Math.-phys. Klin. 38) die geodätischen Begriffe behandelt werden, einigermaßen von dem Herkömmlichen abweicht, und auch die Deutung der Resultate scheint in manchem Sinne nicht einwandfrei. Zunächst wird die Reduktion wegen Höhe mit Hilfe des FAYESCHEN Ausdrucks $g \cdot \frac{2h}{R}$ direkt mit dem

Begriffe der Kondensation identifiziert. Dies ist offenbar ein Mißverständnis. Die von HELMERT ersonnene Kondensationsmethode besteht in einer Massenverschiebung: die sichtbaren Massenunregelmäßigkeiten werden auf eine Fläche verlegt gedacht und erscheinen hier als Flächendichte. Diese Fläche fällt nicht mit dem Meeresniveau zusammen, sondern liegt aus theoretischen Gründen um den linearen Betrag der Abplattung (21 km) tiefer. Bei der FAYESCHEN Reduktion wird an den Massen nichts geändert. Nur wenn die sichtbaren Massen mit hinlänglicher Genauigkeit durch eine unendlich ausgedehnte Platte ersetzt werden können, dann sind die Resultate von FAYE und HELMERT praktisch identisch. Die Kondensationsmethode ist eine Vorläuferin der isostatischen Reduktionsmethode; ihr Erfolg beruht ebenfalls auf der Tatsache, daß die äußeren Massenunregelmäßigkeiten kompensiert sind und daß man durch Hineinschieben derselben eine gleichmäßigere Schwereverteilung erhält. Man kann also nur die eine Methode anwenden, aber nicht beide. Heute erscheint die Kondensationsmethode durch die isostatische verdrängt. Was also von BORN und KOSSMAT als Kondensation bezeichnet wird, ist nur die Reduktion wegen Höhe.

Es werden weiter die Reduktionen auf Grund der Annahmen über die Isostasie besprochen nach HAYFORD, NIETHAMMER und KOSSMAT. HAYFORD denkt sich die Massen, die über dem Meeresniveau liegen, einem Defekt entsprechend, der über die ganze Tiefe von 120 km gleichmäßig verteilt ist und diese Art der Kompensation soll für beliebig kleine Flächenräume gelten, eine Annahme, die ziemlich unwahrscheinlich ist. NIETHAMMER nimmt statt dessen Flächen von wenigstens 64 km² Ausdehnung an. Zur Beleuchtung dieser Frage muß man die interessanten Ausführungen des VI. Abschnittes vergleichen.

Der von KOSSMAT vorgeschlagene Weg der isostatischen Reduktion erscheint mir unrichtig. Er berechnet mit Hilfe einer durchschnittlichen Höhe und einer mittleren Dichte das Gewicht der äußeren Massen und vergleicht mit dem aus einer mittleren Dichte und der ideellen störenden Schicht im Meeresniveau abgeleiteten Defekt, um festzustellen, ob eine vollständige Kompensation herrscht oder nicht. Dies ist insofern unrichtig, als die ideelle Schicht keineswegs das wahre Defizit vorstellt. Referent hat in seinen Untersuchungen über die Schwereverhältnisse in Tirol gezeigt, daß sich

leicht eine Konfiguration des Massendefizits finden läßt, derart, daß die Alpen dadurch vollständig kompensiert erscheinen, obwohl die ideale Schicht weit hinter der Alpenmasse zurückbleibt. Ebenso ließen sich auch Konfigurationen finden, bei welchen die Alpen sogar überkompensiert erschienen. Aus Schweremessungen läßt sich überhaupt nicht schließen, ob die Kompensation vollständig ist oder nicht. Es ist Sache des Geologen, Annahmen zu machen, welche den Schweremessungen nicht widersprechen, und es bleibt ihm dabei unbenommen, vollständige oder unvollständige Kompensation anzunehmen, je nachdem sich dies in die geologische Theorie einfügt.

Die vom Verfasser selbst verwendete Methode deckt sich im wesentlichen mit der von BOUGUER, nur mit dem Unterschiede, daß für die Dicke der Platte statt der wirklichen Höhe des Beobachtungsortes eine mittlere angenommen wird, welche aus der Umgebung im Umkreise von 25 km bestimmt wird.

Der Abschnitt IV befaßt sich mit dem heutigen Gleichgewichtszustande der Erde, d. h. mit der Aufsuchung jener Gebiete, in welchen voraussichtlich vollständige Kompensation herrscht und jener, wo Störungen vorliegen. Es wird hier aus geologischen Gründen eine viel weitergehende Differenzierung vorgenommen, als in geodätischen Schriften üblich ist. Es zeigt sich, daß jene Gebiete normale Schwereverhältnisse zeigen, welche schon lange als in Ruhe befindlich zu betrachten sind, daß aber jene Gebiete, bei welchen Schwerestörungen vorliegen, meist jung und wahrscheinlich noch in dauernder Veränderung begriffen sind. Das gilt vornehmlich von den jungen Faltengebirgen und dann von jenen Gebieten, bei welchen mit Ende der Eiszeit und dem Abschmelzen der Eismassen eine bedeutende Entlastung eingetreten ist. Dies führt naturgemäß zu dem Gedanken, daß sich der isostatische Zustand in diesen Gebieten erst herstellen wird und daß also dort noch Verschiebungen zu erwarten sind, welche mit Hebungen oder Senkungen des Landes verbunden sind und auch zu Änderungen der Schwere führen müssen, wie solches z. B. für Indien zwischen den Jahren 1870 und 1903 sicher nachgewiesen ist.

Abschnitt V handelt von den Pseudoanisostasien. Dieser Ausdruck scheint nicht sehr günstig gewählt. Er beruht auf der Voraussetzung, daß aus der Beziehung $g_0 - \gamma_0 = 0$ (Schwerewert reduziert wegen Höhe weniger Normalwert gleich Null) im allgemeinen auf Isostasie geschlossen werden darf. Alle Fälle, in denen diese Gleichung trotz vollständiger Kompensation nicht zutrifft, werden als pseudoanisostatisch bezeichnet. In der Tat können auch in Gegenden, die sich vollkommen im isostatischen Gleichgewichte befinden, Schwerestörungen beobachtet werden, welche von der Schichtung der Massen in horizontaler und vertikaler Richtung herrühren. Dies ist aber eigentlich kein Ausnahmefall, sondern der gewöhnliche. Die Berechnungen, die in diesem Abschnitte über die verschiedenen Schwerewerte angestellt werden, welche aus verschiedener Massenlagerung unter Beibehaltung der isostatischen Forderungen erhalten werden, sind außerordentlich lehrreich. Sie fließen hauptsächlich aus den Untersuchungen von BARRELL, der auf diesem Wege Anhaltspunkte über die wahre Massenlagerung in der Erdkruste zu gewinnen hofft.

Der Abschnitt VI enthält Untersuchungen über den Zerreißungswiderstand der Erdkruste unter gewissen Belastungen, wobei nicht versäumt wird, darauf hinzuweisen, daß diese Berechnungen einen stark hypothetischen Charakter haben, vornehmlich auf

Grund von 3 unsicheren Annahmen: 1. Über das Gewicht von Sedimenten, unter deren Druck die Kruste nachgeben soll; 2. Über die Dicke der Erdkruste selbst; 3. Über die Bewertung der Zerreißungskonstante bei den doch so gänzlich verschiedenen und ins Riesenhafte gesteigerten Bedingungen gegenüber Laboratoriumsversuchen. Solange der für das Zerreißen notwendige Überdruck nicht erreicht ist, solange kann eine wachsende Störung des isostatischen Gleichgewichtes entstehen. Ist aber der Grenzwert erreicht, so wird sich der isostatische Zustand verhältnismäßig rasch herstellen suchen.

Der Abschnitt VII befaßt sich mit den hochinteressanten Schwereverhältnissen der Faltengebirge, namentlich gestützt auf die Untersuchungen von KOSSMAT und BURRARD. Sie zeigen bekanntlich alle einen Massendefekt unter dem Meeresniveau an. Ob die Gebirge vollständig kompensiert sind, läßt sich aus den Schweremessungen, wie oben bemerkt, nicht konstatieren, doch hindert nichts mit KOSSMAT anzunehmen, daß die Kompensation nicht vollständig ist, sondern daß die Randsenken, welche ebenfalls negative Schwereanomalien zeigen, an der Kompensation mitbeteiligt sind; die Faltengebirge haben bei ihrer Entstehung die benachbarten Schollen mit sich hinabgezogen, so daß diese dann gewissermaßen wie ein Schwimmgürtel das Gebirge tragen helfen. Es kommt dies aber doch darauf hinaus, daß die Faltengebirge vollständig kompensiert sind, nur liegen die kompensierenden Massen nicht gerade mitten unter dem Gebirge, sondern gegen die Randsenke zu verschoben. Dies findet sich auch in den Untersuchungen des Referenten über die Tiroler Alpen angedeutet, wo die Mitte des Defektes etwa 10 km nördlich der Mittellinie der Alpen fällt. Dieser Betrag ist allerdings gering im Verhältnis zur Breite der Randsenke, die bei den Alpen etwa 100 km beträgt. Es wäre aber gewiß nicht schwer, eine Konfiguration zu finden, bei welcher der Massendefekt weiter reicht.

Wenn durch irgendwelchen Vorgang der isostatische Zustand gestört wird, so trachtet derselbe sich wieder herzustellen. Unter diesem Gesichtspunkte lassen sich die Vorgänge in jenen Gebieten erklären, welche durch das Abschmelzen des Eises am Ende der Eiszeit eine Entlastung erfahren haben. Sie haben sich seither um bedeutende Beträge gehoben. Diese Vorgänge finden im VIII. Abschnitt eine eingehende ziffermäßige Behandlung. Nach den Ideen von PENCK, BORN, KÖPPEN und NANSEN ist das Aufsteigen des Terrains mit der Rückkehr jener Massen im Zusammenhang, welche früher durch den Druck des Eises in die Umgebung hinausgepreßt wurden. Der isostatische Zustand ist heute noch nicht hergestellt, was sich darin ausspricht, daß die früher vereisten Gebiete jetzt noch zu geringe Schwere aufweisen, während die Umgebung durch zu große Schwerewerte ausgezeichnet ist. Der Ausgleich dieser Störung ist jedenfalls mit horizontalen Massenbewegungen verbunden. Der Vorgang ist keineswegs stetig, sondern ruckweise: sobald die Spannung so groß wird, daß die Widerstände überwinden werden können, setzt die Bewegung ein und dauert so lange fort, bis die Kräfte nicht mehr ausreichen, den Widerstand zu überwinden; dann kommen die Massen zur Ruhe, und der Prozeß beginnt von neuem. Daraus erklären sich die zahlreichen postglazialen Strandlinien.

Auch die Sedimentierung und Abtragung wird Störungen des isostatischen Gleichgewichtes hervorgerufen (IX. Abschnitt). Die Sedimente drücken den Boden, auf welchem sie lagern, hinunter, und zwar um

einen Betrag, der sich zur Mächtigkeit der Sedimente umgekehrt verhält wie die spezifischen Gewichte. Auch dieser Vorgang geht immer ruckweise vor sich, indem das Sinken immer erst dann beginnt, wenn die Last eine gewisse Grenze überschritten hat; solange diese nicht erreicht ist, häuft sich Material an, was sich in einem positiven Schwereüberschuß zeigen muß. Nach dem Sinken ist die Isostasie wieder hergestellt, und der Vorgang beginnt von neuem. Bei der Abtragung ist es umgekehrt: Es entsteht zuerst ein Schweredefizit, und wenn das Gebiet eine isostatische Hebung erfährt, verschwindet dasselbe. Auch hier läßt sich ein periodischer Wechsel nachweisen. Der Verfasser gibt zwei charakteristische Beispiele: Für die Abtragung: Nordfrankreich nach BRUQUET, für die Sedimentierung: das Bereich des französisch-englischen Eozän nach DUDLEY-STAMP.

Der Verfasser verhehlt sich nicht, daß die Auslegung auch auf Schwierigkeiten stößt. Jedenfalls muß man annehmen, daß die oben geschilderten Vorgänge vielfach durch stärker wirkende Ursachen gestört werden, so z. B. durch die allgemeinen Vorgänge der Orogenese. Eine große Rolle mögen auch die Niederschlagsverhältnisse spielen, in denen doch auch Perioden aufzutreten scheinen. Die Niederschläge sind aber ihrerseits wieder von der Höhe abhängig, und so können die Niederschlagsperioden wieder indirekt durch isostatische Bewegungen hervorgerufen werden. Diese Bemerkung halte ich für sehr schwerwiegend. Es scheint gar nicht unmöglich, daß man auf diesem Wege zu einer Erklärung der Eiszeit kommt. Wenn man sich etwa die Alpen um 2–300 m gehoben denkt, so hätte dies bei sonst gleichbleibendem Klima zunächst den Erfolg, daß sich die Schneegrenze und die Gletscherzungen um diesen Betrag scheinbar herabschieben. Wenn man sich dies auf einer Karte einzeichnet, so würde man schon eine außerordentliche Vergrößerung des vereisten Gebietes finden. Bedenkt man aber noch, daß dabei gleichzeitig die Menge des Niederschlages steigt, so würde dies zu weiterem Vorrücken der Gletscher und damit zu einem beträchtlichen Rückgang der Temperatur führen. So steigern sich die Effekte gegenseitig.

Die isostatische Erklärung der Sedimentierungs- und Abtragungsvorgänge erscheint sehr plausibel, doch weist der Verfasser mit Recht darauf hin, daß sie in den Einzelheiten aus Schweremessungen kaum konstatiert werden können. Die Überlastung oder Entlastung wird kaum so groß werden, daß man sie durch Schweremessungen feststellen kann, bevor wieder der Ausgleich erfolgt. Auch wird die Erscheinung vielfach durch anderes überdeckt.

Auch die ozeanischen Vulkaninseln (Abschnitt X) zeigen ein Verhalten, welches mit isostatischen Vorgängen in Übereinstimmung zu bringen ist (MOLENGRAAFF); sie zeigen alle einen außerordentlich großen Schwereüberschuß. Dieser rührt von der vulkanischen Aufschüttung her, welche sehr rasch erfolgt und in der Tiefe des Wassers durch keine Abtragungsvorgänge gestört wird. In der kurzen Zeit kann sich das Gleichgewicht nicht herstellen. Immerhin aber sind die Inseln im Sinken begriffen, was das Anwachsen der Korallenriffe möglich macht. Das scheinbare Sinken der Inseln, vorgetäuscht durch das Steigen der Meeresoberfläche infolge des Schmelzens des Eises am Schluß der Eiszeit kann nach DALY nur etwa 50–60 m betragen, während tatsächlich viel größere Unterschiede in Betracht kommen.

Im XII. Abschnitt werden die Beziehungen zwischen Isostasie und Erdbebenhäufigkeit besprochen. Es zeigt

sich im allgemeinen ein gewisser Parallelismus in dem Sinne, daß Gegenden, welche als bedeutend isostatisch gestört betrachtet werden müssen, auch eine gewisse Erdbebenhäufigkeit aufweisen, so z. B. scheint der Fennoskandische Schild seine Bebenhäufigkeit nur diesem Umstande zu verdanken. Anderswo scheint es allerdings nicht zu stimmen. So sollten die großen Deltagebiete wegen der Anhäufung großer Sedimentmassen Erdbebengebiete sein, was im allgemeinen nicht zutrifft. Dagegen wird auf ein Gebiet bei Neumadrid am Mississippi aufmerksam gemacht, dem Konvergenzgebiet mehrerer großer Stromläufe (Mississippi, Missouri, Illinois, Ohio, Wabash und Tennessee), welches wiederholt von bedeutenden Erdbeben heimgesucht wurde.

Der Frage, ob die Kompensation einen lokalen oder regionalen Charakter hat, wird im Abschnitt XIII behandelt und im allgemeinen zugunsten der letzteren Annahme entschieden. Einige Bemerkungen über die Wirkung isostatischer Vorgänge in der Vorzeit bilden den Schluß des Buches.

Wenn man das Werk in seiner Gesamtheit überblickt, so erkennt man mit Freude, welche schöne Früchte der Gedanke der Isostasie bereits getragen hat, und es zeigt sich wieder, welcher großer Fortschritt aus der Zusammenarbeit zweier Wissenschaften gewonnen werden kann. Viele geologische Erscheinungen sind dadurch erst verständlich geworden, und es ist ein großes Verdienst des Verfassers alles eingehend, übersichtlich und kritisch zusammengestellt zu haben, was in dieser Hinsicht gewonnen wurde, so daß das Buch in gleicher Weise für den Geologen, wie für den Geophysiker, anregend wirkt. A. PREY, Prag.

ECKERT, F., **Über die physikalischen Eigenschaften der Gläser.** Jahrb. d. Radioakt. u. Elektronik 20. Bd., Heft 2/3, S. 93–275. 1924. Leipzig: S. Hirzel 1924. Preis 8 Goldmark.

Verf. gibt mit diesem Bericht eine nahezu vollständige Übersicht über die bisher auf diesem Gebiete erschienene, meist weit verstreute Literatur. Zwar fehlt es nicht an derartigen Zusammenfassungen, und es hätte demgemäß die Besprechung der älteren Arbeiten durchweg kürzer gefaßt werden können. Zu begrüssen ist es jedenfalls, daß gerade auch die neueren Forschungsergebnisse in weitem Maße Aufnahme gefunden haben.

Den Anfang bildet ein Literaturverzeichnis, eingeteilt in folgende Abschnitte, die zugleich den Inhalt wiedergeben:

1. Die optischen Gläser und ihre optischen Konstanten.
2. Dispersion der optischen Gläser.
3. Absorption der farblosen Gläser.
4. Absorption der Farbgläser.
5. Wirkung der absorbierten Energie.
6. Die Brechung in Abhängigkeit von Zusammensetzung, Druck und Temperatur.
7. Reflexion und elliptische Polarisierung.
8. Elektro- und Magneto-Optik.
9. Elektrische und magnetische Eigenschaften.
10. Dichte und Wärmeausdehnung.
11. Wärme- und molekulare Eigenschaften.
12. Elastische Eigenschaften.
13. Verhalten der Gläser bei höherer Temperatur.

Daß infolge dieser Einteilung und der durch sie bedingten Darstellung dem Nichtfachmann das Verständnis erleichtert wird, möchte der Ref. bezweifeln. Typisch für das Wesen eines amorph-glasigen Körpers ist jedenfalls das Verhalten bei höherer Temperatur, und somit hätte besser der Schluß den Anfang gebildet,

um daran die Abschnitte 11, 10, 12 und schließlich die optischen und elektrischen Eigenschaften in abgeänderter Reihenfolge (z. B. 1, 3, 2) anzuschließen. Das unzuweckmäßige Verschieben der optischen Eigenschaften verleitet den Verf. ferner zu einer unsachlichen Bezeichnung der Glasarten, die eine eingehende Besprechung erforderlich macht.

Nach Meinung des Verf.s (S. 115) hat sich eine einheitliche Benennung und Klassifizierung der Gläser bis jetzt nicht durchsetzen können, weil ihre Bestandteile in beliebigen Mischungsverhältnissen auftreten können und somit auch die Eigenschaften ineinander überfließen. Er fügt deshalb (z. T. auch noch fehlerhaft) in fast alle Tabellen und Angaben die von ZSCHOKKE vorgeschlagene und von den Sendlinger Optischen Glaswerken verwendete Bezeichnung (Verf. ist wissenschaftlicher Mitarbeiter dieser SOG) durch die rein optischen Größen n_D und ν ein, die größtmögliche Eindeutigkeit gestatten soll (S. 117). Demgegenüber möchte der Ref. ausdrücklich betonen, daß die einzig einwandfreie und auch allgemein anerkannte Charakterisierung und Typisierung der Gläser diejenige auf Grund der chemischen Zusammensetzung ist. Die geschichtlich gewordenen Typennamen sind deshalb auch durchweg Symbole für gewisse reproduzierbare *Glaszusammensetzungen*, die meist nicht mitgeteilt werden im Interesse der Geheimhaltung und einfach deshalb, weil dies Verfahren zu umständlich wäre, ähnlich wie bei den von der organischen Chemie hergestellten komplizierten Substanzen, Farbstoffen usw. Die früher einmal übliche Charakterisierung der Gläser nach dem spez. Gewicht ist von ABBE glosiert worden (Glas als Schiffballast).

Jedes Glas stellt eben ein Bündel der verschiedenartigsten Eigenschaften, einen Komplex einer Reihe von zahlenmäßigen Konstanten dar, die in ihrer Gesamtheit eindeutig (abgesehen von gewissen Anomalien infolge der Vorbehandlung) gegeben sind durch die zahlenmäßige Zusammensetzung der untersuchten Gläser. Greift man aus diesem Eigenschaftsbündel zwei der Zahlen zur Kennzeichnung des Glases heraus, wie es der Verf. mit der Angabe des sog. „SOG“ — oder „optischen Typus“ macht, so kann das in gewissen Fällen sicherlich Vorteile bieten, z. B. dem rechnenden Optiker, dem in der Hauptsache jedes Glas ohnehin lediglich ein Zahlenpaar n_D, ν darstellt. Eine eindeutige Typenbezeichnung ist das aber nicht; denn es gilt zwar der Satz: Jede Glaszusammensetzung bestimmt eindeutig ein Wertepaar n_D, ν , nicht aber die Umkehrung: Jedes Wertepaar n_D, ν bestimmt eindeutig eine gewisse Zusammensetzung und damit andere Eigenschaften des Bündels. Für den fabrizierenden Optiker spielen aber andere Eigenschaften ebenfalls eine hervorragende Rolle, wie z. B. Haltbarkeit, Erweichung, Ausdehnung u. a. m.

Wie sehr verschieden diese trotz gleicher optischer Konstanten sein können, zeigen folgende beiden Gläser des neuen Katalogs des Jenaer Glaswerks:

Typ	n_D	ν	Dispersion		A_v	A_n	Haltbarkeit	Kohäs.-punkt	Ausdehnung	Spezifisches Gewicht
			$C-F$	$g-h$						
F 1	1,6259	35,6	0,01756	0,00892	5	16	1-2	471	872	3,68
F 7	1,6254	35,6	0,01758	0,00896	13	27	3	459	1019	3,61

Trotz gleichen sog. SOG-Typs handelt es sich hier tatsächlich um zwei durchaus verschiedene Typen.

Wenn daher der Verf. in fast allen Tabellen und sonstigen Angaben seines Berichtes die sog. SOG-Typenbezeichnung ohne weiteres vor den Typennamen

des Jenaer Werkes setzt, so bedeutet das entweder eine wissenschaftliche Unrichtigkeit und Verwischung von bestehenden Unterschieden, oder aber, er ist überzeugt, daß beide Glasarten dieselbe Zusammensetzung besitzen, die eine also eine genaue Kopie des anderen darstellt. Daß letzteres der Fall ist, möchte man daraus schließen, daß an einer Stelle der Tabelle 1 — 519/612: (0 2122) — die Jenaer Bezeichnung eingeklammert ist. Und doch sind, wie ein Vergleich zeigt, die sog. SOG-Typen durchaus nicht immer identisch mit den Jenaern. So findet sich z. B. S. 214 für die Ausdehnung des Glases 570/560, das mit 0 7550 identisch sein soll (Tabelle 1) für $\alpha \cdot 10^8$ der Wert 700, während Jena 748 angibt, entsprechend für 516/640:740 gegenüber 0 3832 : 775 usw. Auch für die optischen Konstanten finden sich durchweg leichte Unterschiede beim Vergleich der Tabelle 1 mit der Jenaer Liste 1913. Was soll man schließlich dazu sagen, daß es in der SOG-Liste 1923 ein „Kron 493/699“ überhaupt nicht gibt, dieser sog. SOG-Typ aber trotzdem in der Tabelle 1 mit den der Jenaer Liste für 0 6781 genau entnommenen optischen Werten aufgeführt wird? Dasselbe gilt für 520/635 : 03848; 531/580 : 015; 917/214 : S 386 u. a.

Außer dieser durch den ganzen Bericht sich erstreckenden Irreführung finden sich noch viele textliche Unrichtigkeiten und Unklarheiten, von denen einige aufgeführt seien.

Schon der erste Satz der Einleitung S. 115 ist direkt falsch. Er heißt: „Unter Glas versteht man gewisse Verbindungen von Kieselsäure, Borsäure, Phosphorsäure, Tonerde mit Alkali — Erdalkali — und Metalloxyden . . .“ S. 204 steht richtig, daß Gläser Gemische von teilweise komplexen Verbindungen in einem Lösungsmittel sind. Der 3. Satz der Einleitung:

„Der Begriff ‚Glas‘ — wie er im wissenschaftlichen und technischen Sinne schlechthin gebraucht wird — schränkt aber die Reihe der so definierten Glasflüsse wesentlich ein“ wird nur durch Streichung von „wissenschaftlichen“ verständlich.

Nach dem 5. Satz soll es „eine charakteristische Eigentümlichkeit des Glases sein, daß seine Bestandteile in weiten Grenzen in beliebigen Verhältnissen miteinander mischbar sind.“ Das trifft doch mindestens auf Flüssigkeitsgemische auch zu. Im Satz S. 120: „Die Borsäure, welche für die Krongläser ihrer guten Haltbarkeit und besonders ihrer optischen Eigenschaft wegen wichtig ist . . .“ muß es doch mindestens „in den Krongläsern“ heißen; aber auch dann noch ist Borsäure nicht gut haltbar. Daß „die Krone mit hoher Dispersion sich durch großen Alkalireichtum auszeichnen“ (S. 121), dürfte wohl keineswegs stimmen, und daß man das Verhältnis aller Partialdispersionen zur mittleren „allgemein mit dem Buchstaben θ benennt“ ist unrichtig. Der kurze Absatz über Anwendung der Gläser (S. 123 u. f.) muß dem Nichtfachmann unverständlich bleiben; z. B. wird unvorbereitet die

Bedingung $\frac{\varphi_1}{\varphi_2} = -\frac{\nu_1}{\nu_2}$ erwähnt. Der Absatz über

Dispersion (S. 125) kann erst verständlich werden durch den später folgenden (S. 132) über Absorption der farblosen Gläser. S. 132 steht: „Der Einfluß der Kieselsäure . . . zeigt sich auch bei dem kieselsäurefreien Phosphatkron durch einen gänzlich anderen

Charakter der Kurve.“ Nach S. 195 soll Glas bei Zimmertemperatur eine „geringe Viskosität“ besitzen. „Werte für von Oxyden für Glasuren geben MAYER . . .“ (S. 215) ist unverständlich. Der Satz S. 264: Die Krystallisationsgeschwindigkeit „erreicht ihr Maximum bei einer gewissen Unterkühlung unter dem (!) Schmelzpunkt, da die bei der Krystallisation freierwirdende Schmelzwärme schneller abgeführt wird“ ist zum mindesten unklar. S. 130 steht Phosphatkron mit einem falschen sog. SOG-Typ 516/640, welcher ein Borosilicatron darstellt, und: 717/295 trotz angeführtem $n_D = 1,7145$. S. 177 müssen alle „S₀“ mit einem -Zeichen versehen sein. „Verbrennungs-Röhren-glas 801 c^{III}“ auf S. 214 ist falsch, auch sind viele der dortigen Zahlenwerte ungenau oder unrichtig. S. 200 muß es statt Tabelle XXIXb: XXVIII c heißen. S. 251/252 sind die Fig. 20 und 21 vertauscht. Sehr häufig wird die Bezeichnung „Blei-Silicat“ für ein Glas verwendet (besonders unrichtig S. 257). Quarz und Quarzglas ist doch auch zweierlei. S. 213 hätte wohl auch der Heräussche Ausdehnungsapparat Erwähnung finden können. Die Ansicht (S. 227) des Verf., daß die Zugfestigkeit, Ausdehnung und der Elastizitätsmodul durch thermische Behandlung im ungünstigen Sinne beeinflusst werden usw., bedarf einer näheren Ausführung.

Oft erschwert eine ungewandte Darstellung das schnelle Verständnis, wie z. B. S. 120: „Die beiden anderen Ecken des Dreiecks wird vom Blei . . . beherrscht“ (ähnliches findet sich häufiger); S. 120: „PbO mit 223 Molekulargewicht ist mit Abstand das schwerste . . . Oxyd“; „Konstanten einer Dispersion“ (S. 128) ist wohl nicht glücklich gewählt. Auf S. 129 „neigt eine Glassorte zu einer wasserhaltigen Oberflächenhaut“; auf S. 130 weisen „gewisse Resultate charakteristische Merkmale zwischen den einzelnen Glassorten auf“. S. 134 steht: „die . . . berechneten Absorptionsmaximen.“ „Das Glas war natürlich nicht haltbar“ (S. 138) versteht kein Nichtfachmann. S. 140 steht: „Absorption der Metalle“ statt „von Metalloxyden“; S. 150: „ . . . weil sich Blei meist durch kräftige, blaue Fluoreszenz bemerkbar macht“. Was man S. 152 unter einer „physikalischen Flüssigkeit“ zu verstehen hat, dürfte nicht ganz klar sein. S. 208 heißt es: „Die Rückberechnung . . . ergibt mit diesen Gläsern geringere Fehler als bei diesen.“

Es mag dies genügen, um zu zeigen, daß der Wert der an sich fleißigen Arbeit des Verf.s durch unzweckmäßigen Aufbau, durch stellenweise unklare Darstellung und fehlerhafte Angaben und die wissenschaftlich unhaltbare Einfügung der sog. SOG-Typen-Bezeichnung in alle möglichen Literaturstellen und -tabellen sehr herabgesetzt wird. E. BERGER, Jena. PÖSCHL, VIKTOR, Einführung in die Kolloidchemie.

Ein Abriß der Kolloidchemie für Lehrer, Fabrikleiter, Ärzte und Studierende. Sechste verbesserte Auflage. Dresden und Leipzig: Theodor Steinkopff 1923. XII, 158 S. und 64 Abbildungen. 15×23 cm. Preis 3,25 Goldmark.

Die Kolloidchemie hat sich seit GRAHAM aus einer immer mehr anwachsenden Fülle von Einzelerkenntnissen zu einer Spezialwissenschaft verdichtet. Sie hat dadurch eine gewisse Geschlossenheit erlangt. Die verwirrende Fülle von neuen Namen, die auf ihrem Gebiete fast täglich entstanden und noch entstehen, erschwert es dem Außenstehenden, sich über den jeweiligen Stand dieses Gebietes auf dem laufenden zu halten. Andererseits sind ihre Berührungspunkte mit den andern Zweigen der Naturwissenschaft und mit der Technik so zahlreiche geworden, daß fast jede neue Erkenntnis der Kolloidchemie sich in irgendeiner Weise auf oft

recht weit entfernte Gebiete anwenden läßt. Die Kenntnis der Kolloidchemie wird daher mehr und mehr zu einer zwingenden Notwendigkeit.

Es ist deshalb zu begrüßen, wenn der Versuch gemacht wird, einem Kreise von Interessenten das Gebiet der Kolloidchemie nahezubringen. In diesem Falle handelt es sich, wie das Erscheinen der sechsten Auflage zeigt, wohl um einen gelungenen Versuch. Das Buch wendet sich hauptsächlich, wie auch sein Titel sagt, an Männer der Praxis, in deren Arbeitsgebiet die Kolloidchemie hineinspielt, und demgemäß ist die Gliederung in einen kurzen theoretischen und einen langen praktischen Teil vorgenommen.

Auf die allgemeine Einleitung folgen eine kurze Geschichte der Kolloidchemie, dann zwei Abschnitte über die Kennzeichnung des kolloidalen Zustandes und die Eigenschaften der Sole und Gele, hierauf werden Verfahren zur Herstellung von Kolloiden beschrieben. Diese Art der Einteilung zerstört an vielen Stellen die Einheit, ist aber in dem Zuschnitt des Buches für die Praxis begründet. Großen Wert legt der Verfasser auf klare Definition der vielen Fremdwörter.

Besonders ausführlich werden die Untersuchungsverfahren und die Arbeitsgeräte behandelt und durch eine Reihe guter Abbildungen dem Verständnis nähergebracht. Es fehlt nur in der Fülle der Methoden die Strukturbestimmung mittels Röntgenstrahlen. Es fehlt ferner der Begriff von Primär- und Sekundärteilchen, der doch für viele der geschilderten Vorgänge grundlegend ist.

Die gleichwertige Nebeneinanderstellung mehrerer Theorien in dem Abschnitt über die Natur des Kolloidzustandes erscheint für eine Einführung eher verwirrend als klärend.

Der letzte Abschnitt beschäftigt sich mit der Bedeutung der Kolloidchemie für andere Wissenschaften. Es wird hier, soweit es in der Kürze möglich ist, eine Übersicht der Punkte gegeben, in denen sich die Kolloidchemie mit andern Gebieten berührt. Leider fehlt der Teil „Kolloidchemie und Chemie“; da das Buch sich doch auch an Chemiker richtet, „die die Hochschule verließen, bevor der neue Wissenszweig sich Bahn brach“, dürfte sich hier auch für den reinen Chemiker manches Wissenswerte sagen lassen.

Wichtig für den Praktiker sind die zahlreichen Nachweise von Firmen für Präparate und Instrumente.

Man kann auch dieser Auflage eine recht zahlreiche Verbreitung wünschen. W. NODDACK, Berlin.

PUMMERER, R., Organische Chemie. Wissenschaftliche Forschungsberichte. Naturwissenschaftliche Reihe, herausgegeben von RAPHAEL ED. LIESEGANG, Bd. III. 2. Auflage. Dresden und Leipzig: Theodor Steinkopff 1923. X, 210 S. 15×22 cm.

Die erste Auflage dieses Forschungsberichtes war schon ein Jahr nach ihrem Erscheinen nahezu vergriffen. Ein Beweis, daß eine derartige Darstellung der organischen Chemie bisher gefehlt hat. Die zweite Auflage behält im wesentlichen die stoffliche Anordnung der ersten bei, ergänzt aber den Text durch Einfügung wichtiger Arbeiten, die in den Jahren 1921 und 1922 hinzugekommen sind. Drei Hauptabschnitte (Organische Valenzprobleme; Kohle und Teerfarbstoffe, Erforschung von Naturstoffen) geben in vielen Unterkapiteln ein außerordentlich detailreiches Bild der wichtigsten Arbeitsgebiete der organischen Chemie in ihrer gegenwärtigen Entwicklung. Begrüßenswert ist die gedrängte Form der Darstellung. Der Leser wird gerne auf die ausführliche Diskussion aller Für und Wider verzichten, weil ihm dadurch die Möglich-

keit eines rascheren Überblicks über alle wesentlichen theoretischen Fragen und bedeutenden Arbeiten geboten wird, soweit sie einigermaßen Abgeschlossenes bieten. Er kann um so mehr darauf verzichten, als ihm die reichlich eingefügten Zitate überall das Zurück-

greifen auf die Originalliteratur ermöglichen, aus der er sich dann eine eigene Ansicht bilden kann. PUMMERERS Forschungsbericht darf auch in seiner zweiten Auflage angelegentlichst empfohlen werden.

M. BERGMANN, Dresden.

Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Heidelberg Akademie der Wissenschaften 1923 und 1924.

Vorsitzender: Herr A. KOSSEL.

12. Mai 1923.

1. Der Vorsitzende berichtet über ein von ihm in Gemeinschaft mit Herrn Dr. R. EBERHARD GROSS ausgearbeitetes Verfahren zur Darstellung und quantitativen Bestimmung des Arginins. Dasselbe beruht darauf, daß diese Base ein schwer lösliches, gut kristallisiertes Salz mit der Dinitronaphtolsulfosäure, der Farbsäure des Naphтолgelb, bildet. Das Verfahren ermöglicht die Darstellung größerer Mengen dieses wichtigen, bisher schwer zugänglichen Eiweißbausteins.

2. Herr R. GOTTLIEB legt eine Abhandlung von H. FREUND und S. JANSSEN vor: **Muskelstoffwechsel und Wärmeregulation**. Die Aufrechterhaltung der Körperwärme der warmblütigen Tiere ist eine Leistung des zentralen Nervensystems. Man kennt aus neueren Untersuchungen den Ort der wärmeregulierenden Zentren im Zwischenhirn. Die Bahnen für die Regulierung der Wärmebildung, für die sog. chemische Wärmeregulation, verlassen das zentrale Nervensystem im untersten Halsmark. Es bestehen aber noch Unklarheiten darüber, ob die Anfachung oder Dämpfung der wärmebildenden Prozesse nur in den großen Drüsen des Körpers vor sich geht, oder ob auch die Muskeln, und zwar auch dann, wenn sie nicht durch ihre motorische Innervation zu Kontraktionen angeregt werden, dabei eine Rolle spielen. Auch ist der Weg bisher unbekannt, auf dem die Impulse zur Veränderung des Muskelstoffwechsels zu den Muskeln gelangen können (nervöse Bahnen oder chemische Blutreize). Die Verfasser haben diese Fragen entschieden. Auch der motorisch nicht mehr innervierte Muskel nimmt an der Wärmeregulation teil, wie sich durch Messung des Sauerstoffverbrauchs einer Muskelgruppe bei Erwärmung oder Abkühlung des Tieres nachweisen ließ. Die Bahnen, auf denen die Impulse vom Zentrum hingelangen, sind die mit den Gefäßen verlaufenden Nervengeflechte. Chemische Blutreize spielen dabei keine Rolle.

9. Juni 1923.

Herr KALLIUS legt eine Mitteilung des Herrn Dr. HOEPKE vor: **Über den Begriff des Hermaphroditismus**. Untersuchungen an den Geschlechtsorganen der Kröten haben ergeben, daß nicht jedes Vorkommen von männlichen und weiblichen Geschlechtsmerkmalen bei einem Männchen als Hermaphroditismus aufgefaßt werden darf. Es muß hier wie bei allen Tierklassen scharf unterschieden werden zwischen einer angeborenen Anomalie mit Vermischung der Geschlechtscharaktere und physiologischen Nebeneinander-Vorkommen männlicher und weiblicher Merkmale. Ersteres ist Hermaphroditismus, letzteres wird besser als Ambo-genie bezeichnet. Mit Hilfe dieser Begriffsbildung ist es möglich, alle Stufen des Zwittertums während der Entwicklung und beim erwachsenen Organismus eindeutig zu klassifizieren.

14. Juli 1923.

1. Herr WÜLFING legt eine Arbeit des Herrn Dr. J. KRATZERT (Heidelberg) vor: **Beitrag zur Kenntnis des Andesins von Bodenmais**. Das altbekannte Vorkommen dieses Feldspats ist im Laufe der vergangenen 50 Jahre nicht weniger als sechsmal analysiert worden, hat aber jedesmal zu andern Resultaten geführt, die mit dem sonst so fest begründeten Tschermakschen Mischungsgesetz in keine Übereinstimmung zu bringen waren. Neue Untersuchungen im Heidelberger Mineralogisch-Petrographischen Institut, die an schönem, von der Bayerischen Staatssammlung zur Verfügung gestelltem Material ausgeführt werden konnten, ergaben nach Analyse, Dichte, Spaltwinkel, rhombischem Schnitt und optischem Verhalten einen normalen Andesin mit 32 Molekülprozenten Anorthit.

2. Der Vorsitzende berichtet über eine im Institut für Eiweißforschung ausgeführte Untersuchung der Herren Dr. K. FELIX und Dr. M. MORINAKA: **Über den Arginstoffwechsel**. Das Arginin ist ein unentbehrlicher Baustein des Eiweißes und darf auch in der Nahrung nicht fehlen. Ausschlaggebend für sein weiteres Schicksal im Körper ist sein Verhalten bei der Verdauung und der Resorption. Wird es bei der Verdauung freigemacht, so passiert es die Darmwand unverändert und wird dann bei den Säugetieren in der Leber abgebaut. Kommt es dagegen in gebundenem Zustand zur Leber, so kann es von ihr nicht angegriffen werden. Anders ist es bei den Vögeln; hier kann die Leber das Arginin nicht abbauen, sie muß es unverändert durchgehen lassen.

12. Januar 1924.

1. Eingegangen ist eine Arbeit des Herrn L. VAN WERVEKE: **Über die Entstehung der lothringischen Lehme und des mittelrheinischen¹⁾ Lößes, mit Ausblicken auf den Löß des Niederrheins und der Magdeburger Börde**. Der Verfasser, früher Direktor der geologischen Landesaufnahme der Reichslande, rollt mit dieser wertvollen Abhandlung das Problem der Entstehung des Lößes neu auf. Während dieser jetzt von fast allen Geologen für eine im wesentlichen äolische Bildung angesehen wird, tritt WERVEKE dafür ein, daß er ursprünglich in Stauseen abgelagert und nur nachträglich teilweise vom Winde verweht sei. Er stützt sich dabei nicht nur auf ein sehr großes Material eigener Beobachtungen aus dem Oberrheingebiet, sowie aus Norddeutschland, sondern auch auf sehr umfassende Literaturstudien.

2. Herr W. SALOMON-CALVI legt eine Arbeit vor: **Die Intensitäten alluvialer und diluvialer geologischer Vorgänge und ihre Einwirkung auf die pliocäne**

¹⁾ Der Verfasser nennt den Rhein von Basel bis Bingen „Mittelrhein“.

Rumpffläche des Kraichgaues und Odenwaldes. Der Gebirgsrand des Odenwaldes und Kraichgaues bietet an mehreren Stellen Gelegenheit, gebirgsbildende Vorgänge sowie Erosion und Abtragung des Alluviums messend festzustellen. Darauf baut der Verfasser einen Versuch auf, das Verhältnis geologischer Arbeit im Diluvium und Alluvium quantitativ zu bestimmen. Er kommt dabei zu dem Ergebnis, daß die gegenwärtige Zeit geologisch genommen für unser Gebiet eine kraftlose Epigonenperiode ist. Man darf daher auch hier den sonst maßgebenden Grundsatz des Aktualismus nicht ohne weiteres anwenden.

3. Herr TH. CURTIUS berichtet über seine gemeinschaftlich mit Herrn ALFRED BERTHO ausgeführten Versuche: **Einwirkung von Stickstoffkohlenoxyd und von Stickstoffwassersäure unter Druck auf aromatische Kohlenwasserstoffe. (Umwandlung von Benzolen in Pyridine.)** Die Verfasser haben das von TH. CURTIUS und HEIDENREICH schon vor langer Zeit entdeckte, höchst explosive Acid der Kohlensäure, das Stickstoffkohlenoxyd $N_2 \cdot CO \cdot N_3$ auf aromatische Kohlenwasserstoffe unter Druck einwirken lassen. Es zeigte sich, daß, wenn dieser Druck sehr bedeutend ist, nur noch teilweise siebengliedrige basische Systeme sich bilden wie solche TH. CURTIUS und F. SCHMIDT aus Sulfurylacid und p-Xylol erhalten hatten, sondern daß echte sechsgliedrige Systeme entstehen, welche der Pyridinreihe angehören. So erhielten die Verfasser aus Carbonylazid und p-Xylol: 2,5 - Lutidin, welches als Pikrat und Chloroplatinat charakterisiert wurde. Auch aus Benzol und Carbonylacid konnte Pyridin selbst in kleinen Mengen erhalten werden.

Noch bemerkenswerter ist aber die Beobachtung, welche einer der Verfasser (BERTHO) neuerdings gemacht hat, daß nämlich auch freier Stickstoffwasserstoff N_3H in aromatischen Kohlenwasserstoffen gelöst und unter Druck erhitzt analoge Pyridinderivate liefert wie Carbonylacid. Die Verfasser sprechen im weiteren die Ansicht aus, daß das Molekül des Stickstoffwasserstoffs unter Umständen (hoher Druck und hohe Temperatur) imstande ist, partiell in $N_2 + N''' + H'$ getrennt zu zerfallen, so daß atomistischer Stickstoff befähigt wird, aus dem Benzolkern eine CH-Gruppe herauszureißen, um sich an deren Stelle unter Bildung eines Pyridinderivates zu setzen.

16. Februar 1924.

Herr HERBST berichtet über seine Versuche zur Entwicklungsphysiologie der Färbung und Zeichnung der Tiere. Mehrjährige Versuche bestätigten die vielgenannten Versuche von KAMMERER nicht. Der Vortragende legt einen Auszug vor: „Beiträge zur Entwicklungsphysiologie der Färbung und Zeichnung der Tiere.“

31. Mai 1924.

1. Herr JOST spricht über **negativen Geotropismus der Wurzel.** Die Krümmungen, die nach der Einwirkung starker Schleuderkräfte auftreten, sind negativ geotropische. Nur in der Wachstumszone der Wurzel wird so der positive Geotropismus in negativen umgeschaltet; in der Wurzelspitze bewirkt eine stärkere Schleuderkraft lediglich eine Schwächung und Verspätung der positiv geotropischen Krümmung. Bei den Sprossen kann keinerlei solche Umschaltung ihres negativen Geotropismus beobachtet werden. Selbst

bei Fliehkräften, die 120fache Schwerkraftgröße haben, bleibt der Sinn der Reaktion ungeändert.

2. Herr WÜLFING legt eine Mitteilung des Herrn Professor Dr. ERNST MOHR (Heidelberg) vor: **Über den Zusammenhang zwischen der Struktur und den morphologischen Merkmalen des Diamanten.** Zunächst wird die Lage der Schnittpunkte der wichtigsten Symmetrieelemente des Diamantraumgitters bestimmt. Aus der Untersuchung der Form, der Größe und der Lage des „Bereichs“ jedes einzelnen Kohlenstoffatoms ergibt sich die Möglichkeit, durch Aneinanderlagerung solcher „Bereiche“ oder „Diamant-Kohlenstoffatom-Modelle“ kleine Diamant-Krystall-Modelle aufzubauen, die mit den reinen Wachstumsformen des Diamanten, d. h. mit solchen Diamantkrystallen, die durch nachträgliche Auflösungsvorgänge nicht entstellt sind, bemerkenswerte Übereinstimmung zeigen. Diese Diamant-Kohlenstoffatom-Modelle machen es also möglich, die morphologischen Merkmale der reinen Wachstumsformen des Diamanten aus der Struktur des Diamanten zu deduzieren. Die Anzahl freier Valenzen auf der Flächeinheit der verschiedenen Krystallflächen steht wahrscheinlich in nahem Zusammenhange mit der Kohäsion des Diamanten. Ein einfacher mathematischer Ausdruck für diese relative Valenzdichte kann aus der Gestalt solcher Krystallflächen berechnet werden, die an den obenerwähnten Diamant-Krystall-Modellen auftreten.

21. Juni 1924.

1. Herr LIEBMANN erläutert Polyedermodelle zur Darstellung von Flächenverbiegungen mit Erhaltung ebener Schritte in parallelen Ebenen.

2. Er berichtet sodann über eine an anderer Stelle erscheinende Arbeit von Herrn Dr. GUMBEL (**Eine neue Darstellung der Sterbetafel**), in der die alte Gompertz-Makehamsche Absterbeformel durch eine neue leicht zu handhabende und vom dritten (statt vom fünfzehnten) Lebensjahr an geltende ersetzt wird.

3. Herr BREDIG hat eine Abhandlung von G. BREDIG und A. GOLDBERGER von über „**photo-chemische Reaktionskoppelung**“ eingesandt. Die Verfasser haben die Reduktion des Phosgens mit Wasserstoff im Lichte untersucht, welche dadurch geschieht, daß das Licht zunächst das Phosgen in Kohlenoxyd und Chlor zerlegt und dann in einer daran gekoppelten Reaktion die bekannte Vereinigung von Chlor mit Wasserstoff bewirkt. Die dabei erhoffte gleichzeitige Vereinigung von Kohlenoxyd und Wasserstoff zu Formaldehyd trat jedoch nur in Spuren ein. Dagegen wurde das Phosgen nach dem erstgenannten Vorgang infolge der photo-chemischen Beseitigung des Chlors viel weitgehender gespalten als es ohne Gegenwart von Wasserstoff geschieht. Die Pflanze vermag bekanntlich im Lichte ohne weiteres der Kohlensäure den Sauerstoff bis zur Reduktionsstufe des Formaldehyds und damit auch der Kohlenhydrate zu entziehen, und um einen photo-chemischen Prozeß mit ähnlicher Wirkung künstlich zu erhalten, waren die obigen Versuche begonnen worden. Die Verfasser nehmen nun als Erklärung für die geringe Ausbeute an Formaldehyd bei ihren Versuchen die bereits bekannte Tatsache an, daß der Formaldehyd im ultravioletten Lichte der Quecksilberlampe wieder zersetzt wird, und untersuchen daher diese Zersetzung ausführlicher, wobei sich eine Reihe von quantitativen Gesetzmäßigkeiten ergab.