

1^e Bijlage tot de 42ste Jaarvergadering der *Nederl. Bot.
Vereeniging*, 1885.

ANATOMISCHE EIGENTHÜMLICHKEITEN IN BEZIEHUNG AUF KLIMATISCHE UMSTÄNDE.

Allgemeine Uebersicht über diesen Gegenstand

UND

KURZE NOTIZEN BEZÜGLICH EINIGER EINHEIMISCHEN GEWÄCHSE,

VON

Dr. E. GILTAY,

Docenten der Botanik an der Reichs-Landwirthschaftlichen
Schule in Wageningen.

(Tafel X.)

EINLEITUNG.

Abgesehen von individuellen Verschiedenheiten brauchen alle Pflanzen so zu sagen an klimatischen Bedingungen zu ihrem Leben ein gewisses Wärme- und Feuchtigkeitsmass. Damit das Leben nicht unterbrochen werde, darf die Wärme eine gewisse obere und untere Grenze nicht überschreiten. Feuchte im Ueberschuss wird im Allgemeinen weniger schaden; und obgleich nicht alle Pflanzen jeden Feuchtigkeitsgrad ertragen, so giebt es doch specielle Formen die bei jedem Feuchtigkeitsmass der Luft und des Bodens üppig gedeihen. Submerse Wasserpflanzen leben sogar in was man nennen könnte, absoluter Feuchtigkeit.

Kann also Wärme so wohl durch zu wenig als durch zu viel

dem Pflanzenleben im Allgemeinen schaden, von der Feuchte ist dies nur durch zu wenig der Fall. Mit anderen Worten, wir können uns wohl ein Klima denken so kalt oder so warm das dadurch allein alle Vegetation unmöglich wäre, aber keins so feucht, dass allein dadurch alle Vegetation verhindert wurde.

In wie weit dann Kälte und Wärme oder Wassermangel in verschiedenen Klimaten dem vegetativen Leben einen Schranken entgegensetzen, werden wir jetzt kurz weiter verfolgen.

Relativ selten sind gewiss jene gesegneten Gegenden der Erde, wo das ganze Jahr hindurch die Flora die Wärme und Feuchtigkeit findet, die sie zu einem vegetativen und fructificativen Leben braucht, und wo, in Betreff der Culturgewächse, Ernte auf Ernte gewonnen werden kann.

Bei weitem häufiger ist es, dass in gewissen Perioden des Jahres, entweder durch ungünstige Temperatur, oder durch ungenügende Wassermenge, oder auch durch beide, das vegetative Leben unterbrochen wird.

Wenn wir im Gedanken den Pflanzenwuchs vom Nordpol zum Equator ¹⁾ übersehen, dann stellt sich heraus, dass die Einflüsse die das Pflanzenleben mehr oder minder zum Stilstand bringen, nicht unregelmässig vertheilt sind, sondern das nördlich mehr die Kälte und südlich mehr die Trockenheit als sistirendes Agens wirkt.

In höheren Breiten verhindert die niedere Temperatur, wenn sie auch nicht die unterirdischen oder schneebedeckten Pflanzentheile absterben lässt, doch während längerer Zeit alle Pflanzenentwicklung und nöthigt die Flora zu latentem Leben. Und wenn auch im Sommer die Temperatur hoch genug würde steigen können, um Pflanzenleben während längerer Zeit zu ermöglichen,

¹⁾ Der Einfachheit wegen werden wier im Folgenden nur den Erdstrich zwischen Nordpol und Equator in Betracht ziehen; einmal weil hier das meiste Land angetroffen wird, und andermal weil südlich von Equator wesentlich dieselben Verhältnisse als nördlich von denselben sich wiederfinden.

dann geht doch ein nicht geringer Theil der günstigen Jahreszeit mit dem Schmelzen von Schnee und Eis verloren ¹⁾).

Je nachdem südlicher die Winterkälte vermindert, verlängert sich die warme Jahreszeit. In unseren Gegenden, im sogenannten nördlichen Waldgebiet, ist dadurch die Vegetationsperiode genügend verlängert, um üppiges Baumwachsthum, was einer langen Vegetationsperiode bedarf, zu ermöglichen.

Je nachdem jedoch südlicher die Winter milder und dadurch dem Pflanzenwachsthum günstiger werden, bedroht die Pflanzen von anderer Seite Gefahr, nämlich Trockenheit ²⁾.

¹⁾ Als erläuterndes Beispiel möge auf die Verhältnisse Nord-Amerika's, wie sie in der Umgebung der Hudsonsbai sich finden, gewiesen werden. Dadurch dass die jeden Winter in der Bai angehäuften kolossalen Eismengen nicht wegtreiben können, wird die Hudsonsbai wie ein Eiskeller, in welchem jeden Sommer die Sonnenwärme grösstentheils zum Schmelzen des am Orte sich befindenden Eises verbraucht wird. Die Baumgrenze wird hierdurch in jenen Gegenden ungefähr 8° südlich, bis in die Breite St. Petersburg's, verlegt. Vgl. GRISEBACH, die Vegetation der Erde, S. 25, und die Karten bei GRISEBACH, l. c., und bei ENGLER, Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt.

²⁾ Zu grösse Wärme an sich ist wohl selten in irdischen Klimaten ein Hinderniss für alle Vegetation; auch die wärmsten Gegenden sind, wenn auch nicht überall, doch im Allgemeinen noch stellenweise für Pflanzenleben geeignet. Sogar bei äusserordentlich hohen Temperaturen werden wenigstens noch niedere lebende Pflanzen angetroffen. In heissen Brunnen von 50° C. und mehr (Karlsbad, Gastein, Landeck) treten *Oscillariaceae* auf, und einige *Nostocaceae* sollen in den Solfataren Pozzuoli's sogar an Stellen leben können, wo sie von heissen, salzsäurereichen Dämpfen getroffen werden. (Vgl. Handbuch der Botanik, herausgegeben von A. SCHENK, Bd. II, 1882, S. 158—314: Die Algen. im weitesten Sinne, von P. FALKENBERG, und auch: PFEFFER, Pflanzenphysiologie, S. 432.)

Näherer Bestätigung bedürftig ist wohl das Bericht dem zufolge in heissen californischen Geysirs zwei *Conferva*-Arten in einer Umgebung von 190° F. (92° C.) gefunden seien (American monthly microsc. Journ., Boston, March 1883, S. 56).

Dass aber auch höhere Pflanzen ziemlich hohe Temperaturen er-

Werfen wir zum besseren Verstandniss des Gesagten ein Blick auf eine Karte, worauf die Regenmenge und ihre Vertheilung über das Jahr angegeben ist.

Wenn wir vom Norden anfangen begegnen wir bis zum 60^{en} oder 70^{en} Breitengrade zuerst einem Landstrich mit regenarmen Wintern ¹⁾. Zur weiteren Bestätigung dieser Thatsache, mögen noch einige näheren Daten angeführt werden, indem wir uns dann auch noch weiter mit der Frage zu beschäftigen haben ob es in diesen Gegenden nicht die Trockenheit ist, welche die Vegetation zum Stillstand bringt.

Laut während der Ueberwinterung der *Polaris* ausgeführten Bestimmungen war im Winter der mittlere Dampfdruck 0.2 m.m. und die relative Feuchtigkeit 50%₀; im Sommer war die relative Feuchtigkeit 75%₀ ²⁾.

Wohlbegrenzte Wolkenformen fehlen nach PARRY dem Polarhimmel fast ganz. Niederschlag fällt sehr wenig, besonders wo man einigermaßen vom offenen Meere entfernt ist. Eigenthümlich ist es z. B. wie nach Norden in der Baffinsbai die Niederschlagsmenge abnimmt. In Centimetern betrug sie zu Ivikut (61°) 130., zu Godthaab (64°) 68, zu Jacobshavn (69°) 21, jedoch zu Upernivik (73°) 35.

Zu Port-Bowen belief die Zahl der Regen- oder Schneetage in dem ganzen Jahre nur 69, wovon nicht mehr als 5 den Monaten November bis März angehörten. Am selben Orte war am Ende des Winter's die Schneelage nur 11½ cM.; sie war jedoch ausserordentlich dicht.

tragen, geht aus den Versuchen ASKENASY's (Bot. Zeitg. 1875, S. 441) hervor, wobei in Crassulaceen-Blättern, bis 48° C. gemessen wurde. KERBER sollte sogar bei einer Crassulacee der Mexicanische Hochebene 50—60° C. gemessen haben.

¹⁾ Besonders gilt dies für diejenigen Orte, die vom Meere und besonders von dem warmen Golfstrom entfernt sind, und also in erster Linie für den arktischen Archipel Nord-America's und für Nord-Grönland.

²⁾ Wenn nicht das Gegentheil angegeben ist, sind die Daten HANN's Handbuch der Klimatologie, Stuttgart, 1883, entnommen.

Flockenschnee fiel in diesen Gegenden (Port-Bowen) nur wenig; unterhalb -22 bis -25° durchaus nicht mehr. Die Luft ist jedoch immer von sehr feinen Eismadelchen gefüllt, diese setzen sich ab und erscheinen nach einiger Zeit als merkliche Schneelage ¹⁾).

Obgleich es also Daten genug giebt, die auf grosse Trockenheit, wenigstens im Winter, hinweisen, so ist es doch nicht wahrscheinlich diese geringe Feuchtigkeit, sondern, wenigstens in ersterer Linie, die Kälte, welche im ungünstigen Jahreszeite die Pflanzenentwicklung verhindert.

Vergessen wir nämlich nicht, dass, wenn auch im Winter die Luft sehr wenig Feuchtigkeit besitzt sie auch nur wenig enthalten kann. Wenn bei einer relativen Feuchtigkeit von 50% , was sehr wenig ist, der Dampfdruck nur 0.2 m.M. beträgt, dann kann dieser bei vollkommener Sättigung der Luft mit Wasser nur 0.4 m.M. betragen. Bei solcher geringen Menge, die möglicherweise in der Luft enthalten sein kann, würde also bei genügender Wurzelthätigkeit, eine sehr geringe Bodenfeuchtigkeit oder eine dünne Schneelage genügen, um diejenige Wassermenge zu liefern, die von der transpirirenden Pflanze an die Atmosphäre abgegeben werden kann. Dies alles gilt natürlich nur in der Voraussetzung, dass die Pflanze durch ihre Eigenwärme das Eis in ihrer unmittelbaren Nähe zum Schmelzen bringen könne; ist dies aber nicht der Fall dann ist es doch die Kälte welche die Wasseraufnahme verhindert und die primäre Ursache von dem Sistiren des Pflanzenwuchses ist.

Abgesehen von einer Wirkung auf die Wasseraufnahme ist aber die Polar-Winterkälte wohl für die meisten Lebensfunctionen zu tief; aus verschiedenen Wahrnehmungen geht auch hervor dass die Temperatur wobei einigermaßen actives Pflanzenleben beginnt nimmer viel unter 0° herabsteigt ²⁾, obgleich viele Pflanzen und

1) Vgl. die Versuche HAYES' (Das offene Polarmer; aus dem Englischen Jena, 1885, S. 165).

2) Nach KILLMANN (Végétation hivernale des Algues à Mos-

Pflanzentheile ein viel niedrigere Temperatur ertragen können ohne getödtet zu werden ¹⁾).

selbay (Spitzberg), d'après les observations faites pendant l'expédition polaire suédoise en 1872—1873, Comptes Rendus, Paris 1875, T. 80, p. 474) ging die Entwicklung der Seealgen während der Winternacht nicht allein ungestört weiter, sondern die meisten Algen fructificirten sogar in dieser Periode, wobei die mittlere Temperatur des Wassers -1° C. betrug.

Musci und Lichenes vegetiren auf einem Boden von ungefähr 0° C.

Bei höheren Gewächsen beginnt die Entwicklung selten, so lange die Temperatur nicht über 0 steigt. Bekannt in dieser Hinsicht sind jedoch die *Soldanella*'s, die am Saum der Alpengletschers blühen, und deren Blütenstiele bisweilen eine dünne Schneelage durchbohren. Nach KRASAN blühen weiter *Anemone hepatica*, *Crocus vernus* und *Primula acaulis* unter dem Schnee (R. HULT, Recherches sur les phénomènes périodiques des plantes, Upsal, 1883, S. 8). Nach BAER beginnt bei *Oxyria digyna* und bei *Ranunculus nivalis* die Entwicklung wenn die Bodenwärme $+1$ beträgt. (GRIEBACH, l. c. S. 42 en 528).

¹⁾ So wie es niedere Pflanzen sind, welche die höchsten Temperaturen aus zu halten vermögen, so sind sie es auch, welche die grösste Kälte zu widerstehen im Stande sind.

Viele Moose und Flechten werden in Polargegenden von noch so starker Kälte nicht getödtet. Hefe erträgt -91 (MELSENS, Note sur la vitalité de la levure de bière, Comptes Rendus T. 70, 1870, pag. 629), oder sogar $-113,7$ C. (SCHUHMACHER, Sitz. ber. d. Wiener Akad. 1875, Bd. XX, Abth. I, S. 157—188). Bis zu jener Temperatur abgekühlte Hefe zeigte sogar kaum anderes Betragen als bei -5° C. erfroren gewesene. — Auch Pflanzentheile die ein sehr starkes austrocknen-ertragen, hat man ungestraft sehr niederen Temperaturen ausgesetzt, sogar niederen als je in Polargegenden angetroffen werden, so dass vor diesen noch keine untere Grenze bekannt ist. So sahen DE CANDOLLE und PICTET. (Archives d. sciences physiques et naturelles de Genève, 1879, III Ser., Bd. 2, p. 629) dass bei Samen von *Sinapis alba*, *Lepidium sativum*, *Triticum vulgare* u. A. das Keimungsvermögen durch eine Temperatur von -80 nicht aufgehoben wurde.

Verfolgen wir unsere Betrachtung von der Regenvertheilung über die Erdoberfläche.

Von 40° à 50° bis 60° à 70° sind wir in einem Strich mit ziemlich gleichmässiger Regenvertheilung über das ganze Jahr, so regelmässig wenigstens, dass im Allgemeinen die Vegetation durch Niederschlagsmangel nicht unterdrückt wird. Hierher gehört auch das nördliche Waldgebiet.

Unterhalb 40° à 50° bis ungefähr 30° oder noch niedriger, beginnt in einer Jahreszeit (dem Sommer) die Regenmenge, oder, was für die Pflanzen noch bedeutsamer ist, die Zahl der Regentage zu vermindern.

Unterhalb 30° , bis 15° à 20° folgt dann ein Landstrich, wo sich der Regenmangel noch dringender fühlen lässt, und sich sogar bis in den Winter ausstrecken kann. Wegen des Fehlens grosser Landmassen in diesen Breiten in Ost-Asien und in Amerika, zeigt sich dieser Landstrich in seinen Eigenthümlichkeiten, nur in Afrika und West-Asien, als die Wüste der Sahara und diejenige Arabiens. In N.-Afrika kann die Luftfeuchtigkeit unter dem Einfluss des Mittelländischen und des Rothen Meeres relativ hoch sein; zu Assuan am Nil z. B. beträgt die mittlere rel. Feucht. des Januar $67\frac{0}{100}$ ¹⁾, ist jedoch sehr selten von Regen begleitet. In Egypten, das für nördliche feuchte Winde ganz offen liegt, kann Regen sehr lang ausbleiben; Winterregen gehen sogar nicht südlicher als Kairo ²⁾, und daselbst betrug die Niederschlagsmenge in fünf Jahren nur 3 m.M. ³⁾

Endlich folgt unterhalb 10° à 20° bis zum Equator die eigentliche tropische Zone. Die Regenverhältnisse werden hier hauptsächlich von den in diesen Breiten wehenden Passat- und Monsun-Winden beherrscht. Sogar da, wo diese über grössere Meeresstrecken hingestrichen sind, werden sie, wenn sie darauf das Land bereichen, noch nicht nothwendig Regen verursachen, denn über dem wärmeren Lande wird ihre Feuchtcapacität sich erhöhen.

¹⁾ GRISEBACH, l. c., II, S. 564.

²⁾ GRISEBACH, l. c., II, S. 82.

³⁾ GRISEBACH, l. c., II, S. 564.

Zur Bildung von Niederschlag ist ein aufsteigender Luftstrom erforderlich ¹⁾. Daher können Bergrücken das ganze Jahr hindurch Regen verursachen ²⁾. Abgesehen hiervon, kommt in diesem Gürtel im Allgemeinen nur eine Regenzeit von beschränkter Dauer vor, die mit dem höchsten Sonnenstande zusammenfällt, weil dann der horizontal wehende Passat in einen aufsteigenden Luftstrom übergeht. Wenn die stärkere Erhitzung bei höchstem Sonnenstande wirklich die Veranlassung zum Regen in den Tropen wäre, dann würden die Landstriche nördlich und südlich vom Equator, bis so weit als die beiden Zenithstände durch genügenden Zeitraum getrennt sind, durch eine doppelte, mit jenen höchsten Sonnenständen zusammenfallende Regenzeit sich auszeichnen müssen. Und wirklich kommen in Afrika und Amerika solche doppelte Regenzeiten vor. Wie leicht erklärlich kann aber dieses Schema vielfach durch örtliche Verhältnisse gestört werden, wodurch die beiden Regenzeiten, zu einer einzigen, von kürzerer oder längerer Dauer zusammenfallen. — Die sehr verschiedenen Regenverhältnisse der Tropen können daher kurz mit folgenden Worten zusammengefasst werden: es giebt da entweder Regen während des ganzen Jahres, oder ein oder zwei Regenperioden, die mit relativ oder absolut trocknen Perioden abwechseln. —

In obigen Linien gaben wir eine Uebersicht der Klimavertheilung über die Erdoberfläche.

¹⁾ HANN., I. o., S. 393.

²⁾ In den Llanos des Orinoco z. B. ist nicht der N.-O. Passat obgleich er Seewind ist, Regenwind; Niederschlag bildet sich erst wenn der Passat veränderlichen, westlichen Winden weicht. Der N. O. Passat verliert seine Feuchtigkeit erst an der Andeskette. Die östlichen Abhängen des Cordilleras werden in der Höhe von 500—900 M. geschildert als Gegenden mit ewigem Sommer und üppigem tropischem Pflanzenwuchs. Von Bogota, wo übrigens wegen der 2600 M. Seehöhe, kein tropisches Klima mehr herrscht, sagt der Volksmund, hier sei 10 Monate im Jahr Regen und 2 Monate Platzregen (HANN, I. o. S. 374).

Es ist schon seit längerer Zeit bekannt dass im Allgemeinen die Pflanzen verschiedener Klimate nicht denselben Bau besitzen, sondern dass dieser, und zwar sowohl der gröbere als der feinere, mit klimatologischen Factoren wechselt, und besonders mit den Aenderungen der Feuchtigkeitsmenge die den Pflanzen zu Diensten steht. Wo die Vegetation mit Trockenheit zu kämpfen hat, findet man Schutzmittel gegen zu starken Wasserverlust, die um so wirksamer sind, je nachdem die Trockenheit intensiver und von längerer Dauer ist.

Es scheint eine ziemlich allgemein gefundene Meinung, dass in unseren Gegenden die Regenvertheilung über das Jahr so gleichmässig und der Niederschlag so überflüssig ist, dass die Pflanzen, ausser einigen wenigen Ausnahmen keiner besonderen Schützmittel gegen Austrocknung bedürfen.

Obgleich dies für die Hauptmasse unserer Flora zutrifft, so dürfen doch die Ausnahmen, zumal sie zahlreich genug sind, nicht übersehen werden.

Schon seit längerer Zeit wurden von mir auf botanischen Ausflügen gesammelte Pflanzen auch anatomisch untersucht, wodurch ich öfters Eigenthümlichkeiten in dieser Hinsicht zur Gesicht bekam. Einiges des hierbei Wahrgenommenen möchte ich in diesem Aufsatz näher besprechen.

Es ist gewiss nicht zu bezweifeln dass unsere Flora im Grossen und Ganzen zu der des nördlichen Waldgebietes (im Sinne GRISEBACH's), wozu unser Land auch geographisch gehört, gerechnet werden muss; wie bekannt ist, dieses Gebiet in der Hauptsache gekennzeichnet durch den Besitz grosser Wälder die nur aus einer oder aus nur wenigen Baumarten bestehen ¹⁾, indem ferner auch die an sehr feuchten Stellen vorkommenden Wiesen, die ebenso hauptsächlich oder ausschliesslich aus einigen wenigen, oder sogar aus einem einzigen ²⁾ Wiesengras bestehen können, in keinem anderen Gebiet gleich charakteristisch ausgebildet sind.

¹⁾ GRISEBACH, l. c., S. 156,

²⁾ GRISEBACH, l. c., S. 150.

Ausser Wäldern und Wiesen enthält das nördliche Waldgebiet, und namentlich auch unser Land örtlich Gegenden, deren klimatische Umstände durch besondere Eigenthümlichkeiten des Bodens, sich deutlich nördlicheren oder südlicheren Gegenden anschliessen, indem in Uebereinstimmung damit, die Flora der erwähnten Gegenden eine mehr oder minder nähere Verwandtschaft im allgemeinen Bau mit der typischen Flora jener anderen Klimate zeigt.

So ist es, glaube ich, nicht zu verkennen, dass die Flora unserer Torfmoore sich jener arctischer Tundra's anschliessen kann. Nie vergesse ich den Eindruck, den eins der ersten und schönsten Torfmoore, die ich sah, auf mich machte, wobei die sehr eigenthümliche Flora die sich mir zeigte, mich sofort die Beschreibungen arctischer Wüsten in GRISEBACH's »Vegetation der Erde« in das Gedächtniss zurückrief. Es ist alles natürlich in viel kleinerem Maassstabe, sondern ähnlicher Natur. Auch hier als Hauptvegetation grosse Rasen Erd-Lichenen oder Polytrichum-Moos, und gleichfalls als Nebenbestandtheile charakteristische Pflanzen wie Wollgräser, oder Zwergsträucher wie *Salix repens*, *Empetrum* und *Vaccinium*.

In Betreff der diese Uebereinstimmung bewirkenden klimatischen Ursachen ist wohl in erster Linie die grössere Kälte der immer feuchten Moorboden zu nennen.

Nicht nur dass es Anknüpfungspunkte giebt in unseren Landstrichen mit nördlichen Gegenden, auch mit südlichen, mit Steppen und Wüsten fehlen sie nicht. Man unterscheidet vielfach Steppen in Gras- und Sandsteppen und in Salzsteppen, welche letzteren durch den grossen Salzgehalt gekennzeichnet sind. Wo man in dieser Hinsicht im nördlichen Waldgebiet Anknüpfungspunkte suchen soll, ist deutlich; für Gras- und Sandsteppen an jenen Orten, wo der Boden relativ trocken und für Insolation günstig liegt, also in unseren Haiden- und Dünen Gegenden, und in Betreff günstiger Insolation besonders an den Sud-Abhängen der Dünen; und weiter für Salzsteppen an jenen unserer Küstengegenden, wo durch das Wasser der Boden mit Salz getränkt ist und so die obersten Erdschich-

ten durch das Grundwasser sehr feucht, jedoch auch zeitweilen sehr trocken sein können.

Im Folgenden wünsche ich näher darzuthun wie die Flora jener Orte in ihrem Bau einen treuen Abglanz von jener bildet, welche in den als typisch zu betrachten südlichen Steppen und Wüsten vorkommt. Ich werde mich jedoch beschränken auf Beispielen, die unserer Strandflora und hauptsächlich unserer Stranddünen-Flora entlehnt sind.

Ich werde hierzu zuvorders die Schutzmittel gegen zu starker Transpiration die bei Pflanzen typisch trockner Klimate ange troffen werden erwähnen, und jedes einzelne an Pflanzen unserer Flora nachzuweisen suchen.

Bevor wir jedoch hierzu übergehen ist es erwünscht erst zu beweisen, dass wirklich in unseren Dünen klimatische Umstände vorkommen können, welche die Anwesenheit der später zu nennenden Schutzmittel rechtfertigen.

Beginnen wir mit der Bodentemperatur und sehen wir zuerst, welche Höhe sie in typisch warmen Klimaten erreichen kann.

Cosson fand an einer Stelle mit Grundwasser in der Sahara die Temperatur an der Oberfläche des Sandes 40° R., in einer Tiefe von 1 dM. betrug sie 20° R., und 2 M. unter der Oberfläche hatte sie nur eine Temperatur von 15.2° R. ¹⁾

Nach MÜLLER ²⁾ beträgt die Bodentemperatur der afrikanischen Wüste 50° — 60° C.

Von den Sandwüsten am Oxus wird von GRISEBACH als Besonderheit erwähnt, dass der Boden »sogar bis zu 50° R. erhitzt gefunden wurde“ ³⁾. Die Wüsten welche vielfach aller Vegetation entblösst sind, grenzen an von Mauern eingefassten Culturfeldern, worin das Flusswasser des Oxus geleitet wird um es seinen Detritus absetzen zu lassen, und wo fast alle Früchte des südlichen Europa's gedeihen ⁴⁾.

¹⁾ GRISEBACH, l. c. II, S. 85 u. 566.

²⁾ MÜLLER, Kosmische Physik, 1872, S. 530.

³⁾ GRISEBACH, l. c., I, S. 408.

⁴⁾ GRISEBACH, l. c., S. 408.

An der Station Chinchoxo an der Loangaküste, nahe am Equator, übertraf die Bodentemperatur vielfach 75° C., erreichte bisweilen 80° C. und wurde sogar einmal auf $84,6^{\circ}$ C. bestimmt ¹⁾).

Nach HUMBOLDT sollten sogar an den warmen Quellen der Trinchera (Caracas) verschiedene Pflanzen ihre Wurzeln in Lachen getrieben haben, deren Temperatur auf 85° stieg ²⁾).

Bezüglich der relativen Feuchtigkeit in trocknen Klimaten kann bemerkt werden dass diese, sowie auch die Regenmenge, im Allgemeinen in Süd-Europa nach Süd und Ost abnimmt. In Oviedo z. B. bewegen sich die Monatsmittel der relativen Feuchtigkeit zwischen 88 und 78% , in Madrid haben Juli und August nur 47% , in Campo Major sogar nur 37% ³⁾).

In der Sahara beträgt im Juli im Süden Algeriens die relative Feuchtigkeit $21-26\%$. In aussergewöhnlichen Fällen, z. B. beim-Wehen der Samum oder Chamsin genannten Winde, wird jedoch 12% oder noch weniger angetroffen ⁴⁾; man meint sogar wohl dass die häufigen Todesfälle, die bei solchen Winden in der Wüste auftreten, geradezu Austrocknung zugeschrieben werden müssen.

In unseren Gegenden bewegt sich die Feuchtigkeitsmenge meist zwischen 70 und 85% , obgleich in vereinzeltten Fällen auch viel niedrigere Werthe wahrgenommen wurden. So einmal in Utrecht 13% ⁵⁾).

Um mir ein Urtheil zu bilden über Bodentemperatur und Trockenheitextreme die relativ oft in unseren Dünen erreicht werden können, hatte ich mir in der Umgegend Leiden's, nahe bei Katwijk aan Zee, eine Düne ausgewählt, deren Rücken ungefähr in der Richtung Ost-West lief, so dass der eine Abhang

¹⁾ HANN, Klimatologie, S. 381.

²⁾ PFEFFER, Pflanzenphysiologie, S. 433; Bot. Zeitg. 1876, S. 783.

³⁾ HANN, l. c., S. 414.

⁴⁾ GRISEBACH, l. c., S. 564; Hann, l. c., S. 441.

⁵⁾ Dr. F. W. C. KRECKE, Handboek der algemeene natuurkundige aardrijkskunde, Leiden, 1869, S. 201.

nach Norden, der Andere nach Süden gerichtet war; hier stellte ich wiederholt Wahrnehmungen über Bodentemperatur und Feuchtigkeit an. Die rel. Feuchtigkeit wurde jedoch nur nahe am Boden gemessen, weil nur in die untersten Luftschichten die niedrigen hier gefundenen Gewächse sich erheben. Die Feuchtigkeitswahrnehmungen geschahen mit einem LAMBRECHT'schen Hygrometer, das mehrmals mit einem Hygrometer nach ALLUARD und mit dem Psychrometer controllirt wurde.

Den 12^{ten} Juli 1884 war es in Leiden sehr warm gewesen; am Abend jedoch hatte es stark geregnet. Am nächsten Tag war es wieder sehr warm, und ich begab mich nach Katwijk um einige Wahrnehmungen zu verrichten. Sowie ich ankomme fällt mir stark die Kühle auf. Die Lufttemperatur wechselte nach der mehr oder weniger geschützten Lage des Beobachtungsortes zwischen 10 u. 20° C. Der Wind wehte ziemlich stark aus Norden. Bei meiner Ankunft (11 U. 50 M.) war es noch vollkommen klar.

Indem ich mich nach der genannten Düne begeben, beginnt es schon etwas nebellicht zu werden, obgleich doch im Allgemeinen die Sonne noch klar bleibt. Zuerst begeben sich mich nach dem Nordabhang, und stelle da das Hygrometer auf, wobei das Instrument selbst von einem Sonnenschirm beschattet bleibt. Zugleichzeit wird am Südabhang die Bodentemperatur aufgenommen, wobei gerade das Quecksilberreservoir, jedoch nicht mehr, vom Sande umgeben ist.

Am Nordabhang finde ich für den Feuchtigkeitszustand ungefähr 71 %; in diesem Augenblick (ungefähr halb Eins) zeigt das Thermometer am Südabhang 39 °. Ich stelle nun das Hygrometer am Südabhang auf, wieder dafür Sorge tragend dass das Instrument selbst im Schatten bleibt, obgleich der umgehende Boden soviel als möglich insolirt ist. Das Hygrometer zeigt 60 %.

Während dieser Wahrnehmungen verhüllt sich die Sonne mehr und mehr. Allmählig beginnt sich an der Seeseite Nebel zu zeigen. Der Wind, der etwas starker zu werden scheint, treibt

mit ziemlicher Geschwindigkeit durch die Oeffnungen der ersten Dünenreihe nahe am Boden schwebenden condensirten Wasserdampf landeinwärts.

Am Südabhang sind die Halme von *Carex arenaria* fortwährend in Bewegung, obgleich dieser Abhang vom Winde abgewendet ist. Da bleibt es während einiger Augenblicke still; auch die Halme bleiben ruhig. Unmittelbar darauf fängt die Nadel des Hygrometers an zu fallen, obgleich die Sonne nicht mehr stark ist. Auf 58 % gekommen macht sich der Wind wieder fühlbar, und sofort steigt das Hygrometer auch wieder, bis auf gut 60 %. Von jetzt an bleibt die Sonne verhüllt. Allmählig steigt die Feuchtigkeit und fällt die Bodentemperatur. Als das Hygrometer am Südabhang 62 % anzeigt und die Bodentemperatur auf 35.02 C. gefallen ist, stelle ich das Hygrometer wieder an der Nordseite auf, in der Erwartung hier, durch die geringe Insolation, jetzt eine höhere relative Feuchtigkeit zu finden. In der That zeigt die Nadel jetzt 75 %.

Aus diesen Beobachtungen geht unzweideutig hervor, wie die relative Feuchtigkeit nahe am Boden erniedrigt wird, wie sich auch a priori erwarten liess. Jetzt mögen noch einige anderen Daten folgen, welche die Extreme, die erreicht werden können, näher beleuchten.

Am 28^{en} Juni 1884 war am Südabhang, 10 $\frac{1}{4}$ U. Vormittags die rel. Feuchtigkeit 38 % und die Bodentemperatur 41° C; am Nordabhang betrug sie 10 $\frac{1}{2}$ U. 52 %. Ein ziemlich starker Wind erneuerte fortwährend die Luftschichten nahe am Boden.

Am 9 Juli 1884 wehte zwischen 12 und 1 Uhr ein ziemlich starker S.O. Wind. Der Südabhang hatte eine Bodentemperatur von 81° C, und zeigt nahe am Boden einer rel. Feuchtigkeit von 15 %; das Thermometer des Hygrometers (welches sich in der Luft befand) zeigte 34° C. An einer am Nordabhang gleichfalls von der Sonne beschienenen Stelle zeigte das Hygrometer-Thermometer 32° C und betrug die rel. Feuchtigkeit 20 %.

Am 2^{en} Juli 1883 hatte die Sandoberfläche am Südabhang

56° C (= 133 Fahr.) ¹⁾, am Nordabhang 30° C (= 86° Fahr.). Hiermit war das Maximum gewiss noch nicht erreicht, denn obgleich es an jenem Tag warm war (die Lufttemperatur betrug im Morgen ungefähr 24° C. (= 75° Fahr.)), war die Sonne dort dann und wann verhüllt; ein Paar Tage früher war die Lufttemperatur höher gewesen.

Besonders aus dieser letzteren Beobachtung geht hervor wie verschieden die klimatischen Umstände an den nur wenigen Schritten von einander entfernten N.- und Südabhängen sein können; in Uebereinstimmung damit war an beiden Stellen auch grosse Verschiedenheit in der Vegetation: am Südabhang bestand sie aus ziemlich spärlichen und zum grössten Theil ausgedörrten Exemplaren von *Corynephorus canescens*, *Silene conica*, *Carex arenaria*, *Phleum arenarium*, einigen Exemplaren von *Sedum acre* und als ziemlich einzigen grüner Bestandtheil *Convolvulus soldanella*; am Nordabhang dagegen fand sich eine zwar nicht hohe, jedoch lebhaft grüne Pflanzendecke von *Rubus*, *Polypodium*, *Senecio*, *Vicia angustifolia*, *Arabis sagittata*, *Myosotis versicolor*, *Cochlearia adanica*, u. A. Es war Alles in sehr kleinem Maasstabe, jedoch beim Ueberschreiten des Ruckens, war es mir öfters, als wenn ich ein anderes Land vor mir hatte.

Ich bin mir sehr wohl bewusst dass die klimatischen Verschiedenheiten zwischen Nord- und Südseite nicht übertrieben hoch angeschlagen werden müssen, dass in einiger Tiefe unter der Sandoberfläche des Südabhanges der Boden schon ziemlich feucht ist, dass die oben erwähnten Extreme an Temperatur und Trockenheit nur in gewissen Perioden der wärmeren Tage gefunden werden. Dass jedoch der allgemeine Charakter solcher sandiger Gegenden und besonders solcher Südabhänge eine

¹⁾ Dies ist also gerade diejenige Temperatur welche nach HUMBOLDT, an der Oberfläche des Bodens, zwischen den Tropen häufig erreicht wird.

unzweideutige Annäherung an typische Steppengegende zeigt, braucht keines näheren Beweises mehr; bezüglich des Grundwassers kann noch bemerkt werden dass dies auch in typischen Steppen örtlich vorkommen kann. In den folgenden Zeilen dieses Aufsatzes werden wir auch sehen wie die Flora jener Gegenden, und nicht allein diejenige der starke insolirten südlichen Abhängen, mit dem Bau der Flora typisch trockner und warmer Gegenden viel Uebereinstimmung zeigt.

Die hauptsächlichsten Einrichtungen, wodurch bei Pflanzen die Transpiration herabgestimmt wird sind folgende :

1. *Reduction der Blattoberfläche.* Es ist ohne Weiteres klar, dass, wenn alles Übrige sich gleich bleibt, die Transpiration weniger stark sein wird, je nachdem die verdampfende Oberfläche, und also besonders die Blattoberfläche kleiner ist. Diese Einrichtung zur Herabsetzung der Wasserverlust ist gewiss eine der wirksamsten und wird dann auch in trockenen klimaten sehr viel gefunden. Auf zwei oder eigentlich drei Weisen wird diese Verminderung erreicht, und zwar, durch die Bildung : a. kleiner (bisweilen fast verschwindender), b. dicker, c. kleiner und dicker Blätter.

Bezüglich charakteristischer Beispiele an Pflanzen typisch trockner und heisser Klimate möge verwiesen werden auf die *Agave's* Mexiko's, wo die Blätter zwar gross aber sehr dick sind, und weiter, für kleinere — bisweilen fast gang verschwindende — und öfters auch dicke oder in Dornen umgebildete Blätter, auf die *Euphorbia's* aus Africa, die *Erica's*, *Genista's* und *Jasminum's* der Mittelmeerländer, die *Casuarina's* sandiger Australischer Küsten, die *Ephedra's* aus Steppen und Wüsten. Als merkwürdiges Beispiel klimatischer Anpassung möge nog *Taverniera aegyptiaca Boiss*, genannt werden, eine zu den Leguminosen gehörige Wüstenpflanze, die nach VOLKENS an ihrem natürlichen Standorte nur rudimentäre Blätter, jedoch in Culturboden gezogen gut ausgebildete Blätter entwickele; dasselbe würde auch für *Alhazimaur-*

rum *Dec.* gelten ¹⁾, während bei *Rubus australis* an Schattenexemplaren die Blätter wohl, jedoch an insolirter Pflanzen nicht entwickelt seien ²⁾.

In unserer Flora wird Blattdicke oder Reduction der Blattoberfläche oder beide bei vielen Strandgewächsen begegnet. Als deutliche Beispiele für Blattdicke können wir nennen: *Statice elongata Hoffm.*, *Aster Tripolium L.*, *Convolvulus soldanella L.*, *Plantago maritima L.*, *Schoberia maritima C. A. Meyer.* *Halianthus peploides Fr.*, indem als Succulent *Salicornia herbacea* ein ausgezeichnetes Beispiel für Blattreduction giebt obgleich auch die beiden ersterwähnten Pflanzen kein sehr entwickeltes Blattsystem besitzen.

2. *Zahl, Grösse, Bau und Stellung der Stomata.* Ueber die erstgenannten Factore habe ich keine eigenen Untersuchungen angestellt. Ueber Bau und Stellung jedoch muss ich Einiges mittheilen.

Besonders durch die Untersuchungen MOHL's ³⁾ DUVAL-JOUVE's ⁴⁾, PFITZER's ⁵⁾ und TSCHIRCH's ⁶⁾ ist es bekannt das öfters bei Pflanzen trockner Klimate Einrichtungen gefunden werden am Bau oder an der Stellung der Stomata wodurch nothwendig die Transpiration vermindert werden muss. In Betreff des Baues sind besonders wirksam die eigenthümlichen Umwallungen die

¹⁾ VOLKENS, in Jahrb. des Bot. Gart. zu Berlin, 1884.

²⁾ JOHOW, in Pringsh. Jahrb. Bd. XV, 2, 1884.

³⁾ MOHL, Ueber die Spaltöffnungen auf den Blättern der Proteaceen. In: Vermischte Schriften botanischen Inhalts, S. 245.

⁴⁾ DUVAL-JOUVE, Histoire des feuilles des Graminées. Annales des Sciences Naturelles, Ser. VI, T. I.

⁵⁾ PFITZER, Das Hautgewebe der Restionaceen Pringsh. Jahrb. VII.

⁶⁾ TSCHIRCH, Ueber einige Beziehungen des anatomischen Baues der Assimilationsorgane zu Klima und Standort, mit specieller Berücksichtigung des Spaltöffnungsapparates. Linnaea, Bd. IX, 1881.

TSCHIRCH, Beiträge zu der Anatomie und dem Einrollungsmechanismus einiger Grasblätter, Pringsh's Jahrb., Bd. 13, Heft 3, 1882, S. 545.

entweder aus Cuticularleisten oder aus angrenzenden Epidermiszellen bestehen, wobei dann vielfach die Stomata selbst mehr oder weniger in die Epidermis eingesunken sind; bezüglich der Stellung muss erinnert werden an ihr Vorkommen in Krugvertiefungen oder in Längsrinnen wobei öfters noch auf besonderer Art, wie durch Haarbildungen, durch Faltung oder Einrollung der Blätter die Communication der Spaltöffnungen mit der Aussenluft verlangsamt wird.

Als charakteristische Beispiele sind *Olea europea* L. (Fig. 7 der Tafel bei TSCHIRCH, Linnaea, 1881) aus Mittelmeerländern, *Callitris Preyssii* Miq. (fig. 10, l. c.) und *Spinifex longifolius* R. Br. (fig. 26, l. c.) aus sandigen australischen Gegenden zu nennen.

Von dem hier besprochenen Theile unserer Flora sind als hierher gehörige Fälle zu rechnen: *Eryngium maritimum* L., *Euphorbia Paralias* L., und viele sofort näher zu nennende Gräser.

Bei *Eryngium maritimum* schliessen sich Einsenkung und Eisodialöffnung der Spaltöffnungen bekannten Typen an.

Eine besondere Besprechung jedoch verdient *Euphorbia Paralias* L. (Taf. X. Fig. 3).

Das Blatt ist hier nach oben leicht concav, nach unten ein wenig convex gekrümmt. An der Unterseite zeigt die Epidermis auf Querschnitt ziemlich gleichmässig quadratische Elemente, die nach aussen und innen ziemlich stark, an den radialen Wänden am wenigsten verdickt sind und die mit starker Cuticula bedeckt sind; Stomata fehlen.

An der Oberseite ist die Epidermis sehr eigenthümlich. Die Zellen sind ungefähr halb so gross als die der Unterseite. Eine jede hat an ihrer Aussenseite einen kleinen Auswuchs als wenn sie begonnen wäre in ein Haar aus zu laufen. Die Cuticula erhält hierdurch einen welligen Lauf; an der Spitze jener Erhabenheiten ist sie am dicksten, dazwischen merklich dünner. Uebrigens verhält sich die relative Dicke der tangentiellen und radialen Wände wie an der Unterseite.

In Betreff der Bedeutung dieser Structur ist einleuchtend dass sie die Transpiration vermindert. Durch die rudimentären Haare sind ja die Stomata von Umwallungen umgehen, welche den Gasaustausch erschweren müssen.

Durch diesen Bau wird jedoch zugleich Zeit einigermaßen ein die Schnelligkeit der Transpiration selbst regulirendes Apparat erhalten. Wenn nämlich das Blatt austrocknet, krümmt sich die Obenseite concav, wodurch natürlich der Zugang zu den Spaltöffnungen verengt wird. Wenn also in Folge zu geringer Wasserzufuhr die Blätter sich krümmen, wird hierdurch von selbst die Transpiration sich verringern; man kann sich sogar denken dass hierdurch die Pflanzen am Leben erhalten blieben bis neuer, reichlicher Wasserzufuhr stattfand.

Es giebt uns dies Alles zugleich Zeit eine Andeutung über die Art wie es vielleicht gekommen, dass bei vielen Pflanzen (besonders Gramineae) trockner Gegenden gerade die Oberseite alle oder bei weitem die meisten Stomata trägt. Ich halte es für wahrscheinlich dass jene Pflanzen von Ahnen abstammen, welche die Eigenschaft besaßen bei Austrocknung ihre Oberseite concav zu krümmen. Man weiss jedoch dass bei Pflanzen derselben Species die Zahl der Spaltöffnungen sehr verschieden sein kann ¹⁾; bei vorkommendem Wassermangel werden also diejenigen Exemplare einer bestimmten Species am besten eine trockne Periode überstehen können, welche an der Unterseite die wenigsten Stomata besitzen. Auf diese Weise ist es möglich dass aus einer Art die ursprünglich an der Blattunterseite viele Stomata besass, eine Varietät gezüchtet wurde, bei der nur wenige vorhanden waren, und die dadurch für trockne Gegenden besser geeignet war. — Eine ursprünglich gleichgültige und variable Eigenschaft würde direct durch natürliche Züchtwahl

¹⁾ So wurde z. B. für die Zahl der Spaltöffnungen pro mm² gefunden: bei *Ilex*: 105, 156, 276; bei *Betula* 71 und 237; bei *Quercus pedunculata* 288 und 438; bei *Olea europaea* an jungen Blättern 0 + 1072, an ältern derselben Art 0 + 625 u. s. w., vgl. TSCHIRCH, l. c. S. 171.

zu einer constanten und unter bestimmten Umständen günstige geworden sein.

Unsere Gräser trockner Standorte zeigen bisweilen eine Einsenkung der Stomata wie sie z. B. bei *Eryngium maritimum* wahrgenommen wird; so bei *Festuca rubra* L. und *Festuca duriuscula* L. Die Bedeutung dieser Eigenthümlichkeit tritt jedoch ganz zurück gegen die bei fast allen diesen Gramineen angetroffene Steppengras-Structur.

Wir erinnern kurz daran wie diese hauptsächlich besteht in der Anwesenheit eigenthümlicher Rinnen an der Oberseite worin ausschliesslich oder ungefähr so die Stomata gefunden werden, indem die Unterseite flach und subepidermal mit sklerotischen Elementen versehen ist, und indem obendrein durch Haarbildungen in den Rinnen und durch Zusammenfaltung und Einrollung der Blätter die Communication der Stomata mit der Luft noch erschwert wird.

Bei allen Gramineen der Stranddünen die ich Gelegenheit hatte zu untersuchen wurde die erwähnte Structur mehr oder weniger gefunden, und zwar bei: *Psamma arenaria* R.S., *Elymus arenarius* L., *Festuca rubra* L., *Festuca duriuscula* L., *Triticum acutum* Dec., *Triticum junceum* L., *Corynephorus canescens* P.B.

Psamma arenaria wurde schon bei TSCHIRCH erwähnt ¹⁾ so dass ich auf diese Pflanze nicht näher zurück zu kommen brauche:

Von den anderen Gewächsen ist *Triticum acutum* das noch am wenigsten typisch als Steppengras gebaute. Doch sind die Rippen der Oberseite sehr deutlich; auch an der Unterseite sind jedoch Stomata vorhanden, und das Chlorophyllparenchym erstreckt sich subepidermal an beiden Blattseiten.

Bei *Elymus arenarius* (Taf. X. Fig. 1) sind die Rinnen

¹⁾ TSCHIRCH, Beiträge zu der Anatomie und dem Einrollungsmechanismus einiger Grasblätter. Pringheim's Jahrb. Bd. 13, 1882, S. 545.

schmäler, indem sich weiter noch kurze Haare an der Epidermis-Oberseite befinden. Auch hier noch sind an der Unterseite vereinzelte Stomata vorhanden. Das Chlorophyllgewebe ist jedoch an der Unterseite nicht so ununterbrochen vorhanden wie bei *Triticum acutum*, denn an einigen Stellen entsenden die zwischen der Epidermis der Unterseite und den Gefässbündeln vorhandenen Sclerenchymbündel seitlich subepidermale Ausläufer, welche das Parenchym von der Aussenfläche zurückdrängen.

Festuca rubra hat an der Oberseite breitere Rinnen; an der Unterseite jedoch fehlen die Stomata, indem das Chlorophyllgewebe subepidermal durch Sclerenchym ersetzt ist.

Bei *Triticum junceum* (Taf. X. Fig. 2) sind die Rinnen der Oberseite schmal und behaart, indem an der Unterseite keine Stomata, jedoch subepidermal verholztes Gewebe gefunden wird.

Festuca duriuscula zeigt ähnlichen Bau; obendrein ist das ganze Blatt schmal.

Corynephorus canescens endlich hat ebenfalls schmale Blätter, die immer zusammengefoldet sind, an der Oberseite von Rinnen und Haaren, an der Unterseite von einem ununterbrochenen, mehreren Zellen breiten Sclerenchymring versehen sind. Dieses ist wohl das am meisten gegen Transpiration geschützte Gras. Es ist auch bekannt wie es an äusserst warmem und dörrem Boden auszuhalten vermag.

3. *Intercellulargänge*. Es ist ohne Weiteres klar, dass, ceteris paribus, die Transpiration stärker sein wird, je nachdem zwischen den in der Nähe der Stomata befindlichen Parenchymzellen, geräumigere Intercellulargänge sich befinden.

Allgemein verbreiteter Meinung nach besitzen auch die Pflanzen trockner Klimate kleinere Intercellularräume. — Durch TSCHIRCH wurde obendrein bei *Hakea suaveolens* (aus sandigen australischen Gegenden), bei einer *Cupressus* (aus West-Australien) und bei *Olea europea* noch auf eine besondere Einrichtung hingewiesen, welche die Transpiration herunterstimmt, indem durch sie der Wasserdampf durch eine längere Bahn den Spaltöffnungen zugeführt wird. Die Inter-

cellulargänge laufen hier nämlich hauptsächlich parallel der Oberfläche des Organs, warum sie auch von TSCHIRCH mit dem Namen Gürtelkanäle belegt wurden; nur hier und da wird durch senkrecht auf die Oberfläche gerichtete Seitenäste ein Herannahen des Wasserdampfes an die Epidermis ermöglicht.

Unerwartet fand ich dergleichen Lauf der Intercellularen bei allen oben erwähnten Gramineen mehr oder weniger deutlich; am schönsten jedoch bei *Festuca rubra* und bei *Triticum acutum*.

4. *Die Natur der Epidermis in engerem Sinne.* Abgesehen von dem Bau und von der Zahl der Spaltöffnungen ist auch die Natur der gewöhnlichen Epidermiszellen von Gewicht, wie selbstverständlich ist, da ja ihre Aussenwände grösstentheils die Oberfläche der Organe bilden. In erster Linie kommt hierbei die Cuticula in Betracht. Ueber den Grad worin diese Schicht die Transpiration verlangsamt ist man nicht immer einig; dies wird wohl zum Theil darin seinen Grund haben, dass ihre Natur, zumal dass Mass ihrer Impregnation mit wachsartigen und harzartigen stoffen sehr wechseln kann; doch muss zur Zeit diese Schicht als eine die Transpiration verlangsamende aufgefasst werden, was natürlich nicht verhindert dass sie auch anderen Zwecken, besonders mechanischen, dienen kann.

Ich glaube hierum berechtigt zu sein auch folgende Einrichtung als Schutzmittel gegen Transpiration zu deuten.

Wie bekannt besteht die transpirirende Blattoberfläche zum grössten Theile aus an Interzellularen grenzenden Parenchymwandungen.

Die Transpiration wird *caeteris paribus* also nicht nur verringert werden wenn die Interzellularen klein sind, sondern auch wenn die erwähnten Wandflächen von einer für Wasser weniger durchlässigen Korkschicht bekleidet sind.

Besonders wird eine dergleiche Structur bei sehr wasserreichen Zellen von Bedeutung sein. Es kommen hierzu also in erster Linie Wasser leitende oder Wasser speichernde Elemente in Betracht, und, unter diesen, von Parenchymzellen in ersterer

Linie die Epidermis ¹⁾. Wenn also die Oberhaut bei den an Inter-cellularräume grenzenden Wandpartien mit einer Korksicht bekleidet ist, wird die Wassermenge welche ihr entzogen wird ohne erst Blattparenchymzellen durchlaufen zu haben (d. h. ohne erst seine Rolle erfüllt zu haben) verringert werden.

Schon früher war eine dergleiche Cuticularbekleidung der Epidermis bekannt, besonders bei an Spaltöffnungen grenzenden Zellen. Hier ist es ja eine gewöhnliche Erscheinung, dass die Cuticula sich von der Aussenfläche der Schliesszellen durch die Spaltöffnung bis in die Athemhöhle fortsetzt. Bei den Cacteen geht sie sogar von der Spalte aus über die ganze Wand der geräumigen Athemhöhle und sendet röhrenförmige offen endigende Fortsätze, in die Inter-cellularräume des angrenzenden Chlorophyllführenden Parenchyms ¹⁾. Das bei solchen, in der unmittelbaren Nähe der Spaltöffnungen liegenden Epidermiszellen in erster Linie eine Cuticularbekleidung nützlich sein kann, ist einleuchtend. Es waren jedoch auch früher schon Fälle bekannt wo sich die Cuticularbekleidung weiter ausdehnte; so sagt z. B. DE BARY ²⁾:

»Auf der Innenfläche des Epidermis fehlt die Cuticula in der Regel. Seltner setzt sie sich von den Spalten aus über die ganze Innenfläche der Epidermis fort, soweit diese an Inter-cellularräume grenzt, als eine Lamelle also, welche vor der Insertionsfläche der subepidermalen Zellen durchbrochen ist. So auf beiden spaltöffnungsführenden Blattflächen der *Armeria*-Arten, besonders *A. plantaginea*, der Blattunterfläche von *Betula alba*, *Dianthus Caryophyllus*, *Euphorbia Caput Medusae*, den spaltöffnungsführenden Streifen des Blattes von *Asphodelus luteus*. Bei *Helleborus niger* und *viridis* geht die innere Cuticula von der spaltöffnungsführenden untern aus, auch über die spaltöffnungsfreie obere Blattseite fort.«

¹⁾ DE BARY, Vergleichende Anatomie, S. 79.

²⁾ l. c., S. 79.

Eine dergleiche Cuticularschicht wurde bei mehreren der erwähnten Pflanzen von mir gefunden, und ich glaube dass ihre Anwesenheit eine neue, so weit mir bekannt noch nicht verwerthete Andeutung von der Function der Epidermis als Wassergewebe liefert. Sie ist bisweilen sehr dünn, so dass es sehr guter Schnitte bedarf, sie mit Sicherheit aufzufinden. Relativ leicht wahrnehmbar ist sie dagegen bei *Glaux maritima*, wo es auch ohne Schwierigkeit gelingt z. B. mit Kali nachzuweisen dass man wirklich mit einer Korklamelle zu thun hat.

Als weitere Beispiele mögen *Eryngium maritimum*, *Halianthus peploides* und *Plantago maritima* genannt werden.

5. *Halophyten*. In sehr salzhaltigem Boden befindet sich wie bekannt eine besondere Flora, deren vornehmtes Schutzmittel in Verminderung der transpirirender Oberfläche und in der Natur des Zellsaftes liegt ¹⁾.

Dass auch in unserem Lande ähnliches angetroffen wird ist genügend bekannt. Der Bau dieser Gewächse kann jedoch noch Eigenthümlichkeiten zeigen.

Ich werde hierzu zuerst die Beschreibung welche VOLKENS von *Zygophyllum simplex* L., einer der meist charakteristischen dergleichen Pflanzen, giebt citiren und dann auf die eigenthümliche Uebereinstimmung einer einheimischen Pflanze hindeuten.

»Dieses in trocknen Erdstrichen von allen das gemeinste Kraut ist ein kleines schwaches Pflänzchen mit auf den Boden ausgebreiteten Zweigen, wenig entwickelten Wurzeln, und kurzen, fast keulenförmigen, schön grünen, von Succulenz strotzenden, beim zerdrücken fast spritzenden Blättchen. »Für den Garmel“, sagt SCHWEINFURTH, »ist kein Sand zu dürr, kein Felsen zu glühend; überall, selbst da wo kaum noch das saftlose *Aristidagras* gedeiht, tritt es uns entgegen, und überdauert, fast das ganze Jahr hindurch vegetirend, die meisten übrigen Gewächse

¹⁾ Vgl. Tschirch, l. c., S. 155.

und verlockt den immerdurstenden Wanderer zum Genuss seines saftreichen Krautes; indessen in dieser trostlosen Natur scheint unerbitterlich an alles Nass Salz und Bitterheit geknüpft zu sein." In Betreff der Anatomie des Blattes geht nach dem trockenen Material, das mir allein zu Gebote stand, soviel hervor, dass der bittere Saft vorzugsweise in einem mächtigen centralen, aus grossen, dünnwandigen Zellen gebildetes Wassergewebe aufgespeichert ist. Schutzmittel gegen all zu lebhaftes Transpiration sind, wenn man von dem Salzgehalt der Gewebe absieht, der ja in ähnlicher Weise wie Schleim eine retardirende Wirkung ausübt, nicht vorhanden; die Epidermis ist zart, die Spaltöffnungen stehen in der Höhe der Nachbarzellen."

Bei *Salsola Kali* befindet sich viel Ähnlichkeit im Blattbau.

Auch hier ist die Epidermis nicht besonders geschützt, nur ist sie mit Krystallen von Oxalsaurem-Kalk incrustirt. Die Spaltöffnungen sind nicht eingesunken. Die Blätter sind dick, und der Saft ist vorhanden in einem centralen Gewebe sehr grosser Parenchymzellen. Subepidermal befindet sich eine Schicht senkrecht auf die Oberfläche gerichteter Chlorophyll-Parenchymzellen, dann folgt eine Schicht (auf Querschnitt) viereckiger oder peripherisch gedehnter Parenchymzellen mit stark plasmatischem Inhalt, gegen diese Zellen sind hier und da Gefässbündelchen angelehnt, und alles Übrige besteht, ausser den centralen Hauptgefässbündelsträngen, aus den erwähnten Safterfüllten Parenchymzellen. Die Dicke der Epidermis sammt den genannten subepidermalen Schichten beträgt noch nicht die Hälfte der meisten centralen Saftzellen. Die Dicke der assimilirenden Lamelle, die um das Blatt herumläuft auf 2 gesetzt, ergiebt die ganze Blattdecke nahezu 60 ¹⁾.

Eine andere Besonderheit die ich noch besprechen möchte,

¹⁾ In dieser Hinsicht zeigt *Salsola Kali* auch einige Aehnlichkeit mit *Peperomia trichocarpa*, wo das Blatt circa 30 mal so mächtig ist als seine Assimilationslamelle (Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie, S. 270).

weil sie wahrscheinlich mit der Umgebung der Pflanze zusammenhängt, ist die Natur der assimilirenden Zellen.

Besonders von STAHL ¹⁾ und PICK ²⁾ wurde darauf hingewiesen dass die Form der Assimilationszellen wahrscheinlich mit der Intensität der Beleuchtung in Verband stehe, dass die Palissadezelle mehr bei starker Insolation, die isodiametrische Zelle mehr bei geringerer Lichtstärke vorkommt ³⁾.

Im Einklang hiermit findet man auch an Blättern die mehr vertikal nach oben gerichtet sind und die allseitig gleich stark vom Licht getroffen werden können beiderseits Palissadenzellen. Besonders von HEINRICHER ⁴⁾ wurden diesbezügliche Fälle mitgetheilt und besprochen.

Ich glaube jedoch nicht dass alle hierher gehörigen Fälle durch die vertikale Stellung der Blätter zu erklären sind. Es ist nämlich merkwürdig dass so viele Blätter sandiger Gegenden diese Structur zeigen, so: *Halianthus peplodes*, *Cakile maritima*, *Convolvulus soldanella*, *Cochlearia danica*, *Euphorbia Paralias*, *Eryngium maritimum*, *Eryngium campestre*. Bisweilen mag auch hier eine mehr weniger verticale Stellung von Einfluss sein, sie kommt gewiss nicht immer vor. Ich halte es für sehr wahrscheinlich dass auch bei horizontalen Blättern an der Unterseite die Ausbildung eines aus Palissadenzellen bestehenden Assimilationsgewebe bewirkt werden kann durch ihr Vor-

¹⁾ Bot. Zeitg. 1880, S. 868.

²⁾ Bot. Centralblatt, 1882, n°. 37, S. 838.

³⁾ Der Streitpunkt zwischen STAHL und PICK einerseits und HABERLANDT und HEINRICHER andererseits, ob das Licht die Form der Assimilationszellen *direkt* bestimme (vergl. Heinricher, Pringsheim's Jahrb. 1884, S. 547), oder nicht, mag hierbei ausser Betracht gelassen werden.

⁴⁾ HEINRICHER, Ueber isolateralen Blattbau mit besonderer Berücksichtigung der europäischen, speciell der deutschen Flora. Pringsh. Jahrb. Bd. XV, S. 502 ff.

kommen auf einem das Licht stark reflectirenden Boden, wie es für obige Gewächse gewöhnlich der Fall ist ¹⁾).

Hierbei mag noch erwähnt werden dass bei *Plantago maritima*, und bei *Plantago Coronopus* die Blattbasen, welche von anderen Blättern mehr weniger geschützt sind, das Assimilations-Parenchym beiderseits aus isodiametrischen Zellen besteht während es nach der Spitze hin eine deutliche Neigung zu Streckung zeigt, und zwar besonders an der Oberseite.

Eine Eigenthümlichkeit bei des zwei erwähnten *Eryngium's* mag diese Notizen schliessen. Sie besteht darin, dass ich bei *Eryngium campestre* immer das Palissaden-Parenchym an beiden Seiten unmittelbar an die Epidermis angelehnt fand, während sich bei *Eryngium maritimum* erst noch eine Schicht farblosen Saftparenchyms zeigte.

Ich glaube nicht dass es schwierig ist diese Eigenthümlichkeit aus den Umständen worunter die erwähnten Pflanzen wachsen zu erklären, welche nämlich darin bestehen dass *Eryngium maritimum* gewöhnlich auf viel dörrerem Boden angetroffen wird als *Eryngium campestre*.

Besonders durch die Untersuchungen WESTERMAIER's ²⁾ wurde es nämlich wahrscheinlich das eine Hauptfunction solcher Gewebe, der Epidermis und der darunter befindlichen Saftparenchymzellen, in Wasserspeicherung besteht, und dass bei

¹⁾ Nachdem ich dies schon geschrieben hatte, finde ich dass auch VESQUE denselben Gedanke ausgesprochen hat (*L'espèce végétale, considérée au point de vue de l'anatomie comparée; Annales des sciences naturelles*, T. XIII, 1882, S. 30). Beiläufig mag bemerkt werden dass VESQUE durchaus nicht die vertikale Stellung bei vielen Blättern die unterseits Palissadenzellen aufweisen, übersehen hat, wie HEINRICHER will (l. c. S. 560).

²⁾ WESTERMAIER, Untersuchungen über den Bau und die Function der pflanzlichen Hautgewebe. Sitz. ber. der Berliner Akademie vom 3 Aug. 1882.

Wassermangel die unter diesen Schichten liegenden Zellen von den erwähnten Schichten mit Wasser versorgt werden können.

Es scheint mir demnach wahrscheinlich dass die subepidermale Saftparenchym-Reihe der *Eryngium maritimum* als Wassergewebe betrachtet werden muss, und dass ihre Anwesenheit bei dieser Pflanze, aus dem trockneren Standort worauf sie gewöhnlich wächst, erklärt werden kann.

FIGURENERKLÄRUNG ZU TAFEL X.

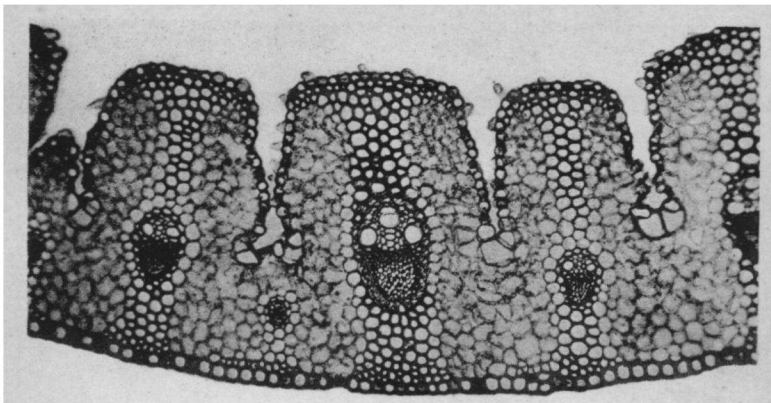
Fig. 1. Blattquerschnitt von *Elymus arenarius* L.
Vergr. 90.

Fig. 2. Blattquerschnitt von *Triticum junceum* L.
Vergr. 70.

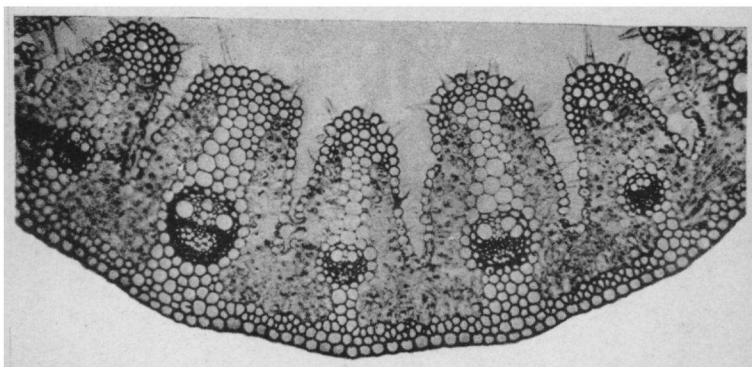
Fig. 3. Blattquerschnitt von *Euphorbia Paralias* L.
Vergr. 97.

Die Praeparate wurden von mir auf Bromgelatineplatten photographirt, indem die Vervielfältigung mittelst Lichtdruck von Herren WAGNER und MORITZ besorgt wurde.

1.



2.



3.

