

## Die Schotterflora bei Wien.

Von Dr. Hedwig Ebner (Wien).

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Wien, Nr. 200 der II. Folge.

Theorie und Praxis, Laboratoriumsversuche und die Beobachtungen in der Natur selbst haben zu ungezählten Malen den Beweis erbracht, wie stark Boden- und Standortsverhältnisse auf den Pflanzenwuchs sowie den Gesamthabitus der Pflanzendecke einwirken. Neben dem chemischen Einfluß der den Boden zusammensetzenden Mineralsalze ist es der physikalische Charakter des betreffenden Gesteins, der für die Zusammensetzung und spezifische Gestaltung einer bestimmten Flora von Bedeutung wird. Der Chemismus ist vorwiegend maßgebend für die typische Kalkflora unserer Alpen und des Karstes, ebenso wie der Kali- und Kieselsäuregehalt die Vegetation der Schiefergebirge bestimmt. Die physikalischen Momente sind ausschlaggebend für den Florencharakter der Steppen und Wüsten, z. B. der nordafrikanischen Wüstenflora, die sich auf dem zu Kiesel und Sand zertrümmerten und zerriebenen Granit entwickelt hat. Außer diesen spezifischen Bodeneigenschaften sind es natürlich auch die übrigen äußeren Faktoren, die wir unter Klima und geographischer Lage zusammenfassen, insofern als Temperatur, Niederschlags- und Belichtungsverhältnisse und deren gegenseitige Beziehung für die Entwicklung und Ausgestaltung einer bestimmten Flora die größte Rolle spielen. Diese wichtigen Faktoren sind sogar imstande, bei Veränderung auf den Habitus und die Ausgestaltung der Pflanzendecke so stark einzuwirken, daß allmählich eine mehr oder minder starke Umgestaltung der unter normalen Verhältnissen sich entwickelnden Pflanzen vor sich gehen kann. Deshalb wird — wie Fitting hervorhebt, — erst eine genaue Analyse aller im Standort mitspielenden Faktoren ein klares Bild über die mitbestimmende Rolle der „Standortsverhältnisse“ geben.

Von dem großen Einfluß der Bodenverhältnisse geben die sogenannten eingesprengten Floren beredtes Zeugnis. Sie bilden einen Ausschnitt einer ganz fremden Flora, die sich von der gewohnten Umgebung stark unterscheidet und durch die Verschiedenheit ihrer Pflanzendecke und deren Habitus im Landschaftsbilde auffällt.

Als ein spezifisches Beispiel hiefür will ich die Schottergelände an der Donau vorführen, wo sich 10—15 km stromauf- und abwärts von Wien eine ganz beachtenswerte und schön ausgebildete Schotterflora entwickelt hat, die in gewissem Sinne mit einer echten Wüstenflora verglichen werden darf. Durch die glühende Sonnenhitze während des

ganzen Sommers wird eine ganz bedeutende, die der Umgebung übersteigende Temperatur geschaffen. Da der Schotterboden dieses flachen Geländes tagsüber der direkten Bestrahlung durch grelles Sonnenlicht ausgesetzt ist und den niedrigen, krautigen Pflanzen kein Baum vor dem starken Sonnenlicht Schutz bietet, ist die Erwärmung des Bodens eine sehr große und steht einer ebenso starken Abkühlung während der Nacht gegenüber. Ähnlich wie in der Wüste ist es auch hier mit dem Niederschlag. Das Regenwasser versickert schnell zwischen dem lockeren Schotter und wird von den ausgedörrten, tiefer liegenden, sandigen Schichten so begierig aufgesaugt, daß den Pflanzen selbst kaum genügend Feuchtigkeit geboten wird.

Aber außerdem spielen noch andere Faktoren mit, die den Vergleich dieser Schotterflora bis zu einem gewissen Grad mit einer Steppen- oder Wüstenflora berechtigt erscheinen lassen, da durch sie jener charakteristische Gesamthabitus hervorgerufen wird, der wohl schon als eine Folgeerscheinung der einigermaßen abnormen Belichtungs- und Niederschlagsverhältnisse anzusehen ist.

Das Bemerkenswerteste und Typische am Gesamtbild dieses Geländes wird durch das Vorherrschen der kugeligen *Chamaenerion palustre*-Büsche hervorgerufen, die in Gesellschaft mit *Bromus tectorum* durch das matte Graugrün ihrer Vegetationsorgane, namentlich der Blätter, auffallen. Die meisten anderen Pflanzenarten entwickeln sich nur zu kümmerlichen Exemplaren und bleiben in der Ausbildung sämtlicher oberirdischen Organe zwerghaft. Auch dieses Moment trägt bei zu dem Gesamteindruck einer dürftigen, kargen Flora, die hier im Schotter für ihren Bestand kämpfen muß. Im allgemeinen steht jede Pflanze für sich einzeln da, ganz wenige, nur die zartesten, bilden dichte Rasen, Büschel oder flache Polster.

Das Schottergelände ist von etwa 40 verschiedenen Arten der verschiedensten Familien besiedelt.

Als bodenständige, „typische“ Schotterpflanzen darf aber kaum die Hälfte davon bezeichnet werden. Das Vorkommen der übrigen ist folgendermaßen zu erklären: ein Teil von ihnen ist erst nachträglich durch Samenverbreitung von den nächstliegenden Wiesen und Hängen zugewandert und konnte sich vermöge verschiedener Schutzeinrichtungen — wenn auch manchmal recht kümmerlich — auf dem Schotterboden erhalten. Daneben kommt aber bei manchen noch die verkürzte Vegetationszeit als wichtiges Hilfsmittel zur Erhaltung der Art hinzu, indem vor Einbruch der Sommerdürre mit der Fruchtbildung die Vegetationsperiode der betreffenden Pflanzen abgeschlossen ist (*Gramineae*).

Wieder andere bilden eine Art von Grenzzone zwischen den benachbarten Wiesen und dem Schotterabhang, haben aber nicht die

Fähigkeit, auf dem Schotter selbst — gleich den wirklich typischen Schotterbewohnern — zu vegetieren und fortzukommen. Sie überdauern nur die Frühlingszeit in guter Entwicklung; zu Beginn der ersten heißen Sommertage sieht man sie bereits verdorren, da ihre unterirdischen Organe zu wenig tief in den Schotter reichen, um genügend Bodenfeuchtigkeit für die Lebensbedürfnisse der Pflanze speichern zu können (*Galium aparine*).

Doch ist weder in ökologischer, noch in anatomischer Beziehung eine scharfe Grenzscheide zu ziehen zwischen jenen, die als die typischen Schotterpflanzen gelten, den zugewanderten Arten und den Grenzbewohnern, sondern es sind auch hier naturgemäß Uebergänge und Vermischungen in den Typen aller dieser Arten und Formen anzutreffen.

Welche Faktoren sind es nun, die es den Pflanzen überhaupt ermöglichen, trotz aller widrigen Vegetationsverhältnisse weiter zu bestehen?

Volkens hat in seiner „Flora der ägyptisch-arabischen Wüste“ Anpassungen in hauptsächlich anatomischer Richtung gefunden und dieser Gesichtspunkt veranlaßte mich, in bezug auf die Schotterflora Ähnlichkeiten und Beziehungen in mancherlei Hinsicht zu der fremden Wüstenflora zu suchen.

Meine anatomischen Untersuchungen haben eine Bestätigung für die Berechtigung eines Vergleiches dieser Schotterflora mit der ägyptisch-arabischen ergeben. Auf sie gestützt kann die Frage dahin beantwortet werden, daß jede dieser Pflauren mit einer Reihe von Schutzeinrichtungen ausgestattet ist, die die entsprechende Ausbildung des Wurzel-, Stamm- und Blattbaues betreffen und so der Pflanze das Fortkommen auch unter wenig günstigen Lebensbedingungen ermöglichen. Dies zeigt sich äußerlich schon am xerophytischen Typus, deutlicher und besser aber in den anatomischen Einzelheiten. Am ausgeprägtesten und schönsten sind diese Schutzeinrichtungen bei jenen wenigen Pflanzen ausgebildet und auf sämtliche Vegetationsorgane verteilt, die ich als für das Schottergelände typisch, als die eigentlichen, ursprünglichen Schotterbewohner, als die Pioniere dieses kargen, dürftigen Bodens bezeichnen möchte.

Das gilt für *Chamaenerion*, *Galeopsis*, *Linaria*, *Carduus*, *Echium*, *Verbascum*, *Erysimum*, *Tunica*, *Eryngium*, *Erodium*, *Achillea*, *Berteroa* und mehrere Gramineen, wie die schon erwähnte *Bromus*-Art, dann *Festuca*, *Melica* und *Dactylis*. Ihre deutliche Anpassung an die Beschaffenheit des Bodens zeigt sich im anatomischen Bau der einzelnen Vegetationsorgane als Reduktion einerseits oder mächtige Ausbildung

spezifischer Gewebspartien (Wassergewebe, Phloëm) anderseits, die einander gegenüberstehen.

Wurzel: Für die Pflanze des Schotterbodens ist es von größter Wichtigkeit und Bedeutung, sich mit der so spärlich gebotenen Feuchtigkeit in möglichst ausgiebigem Maße zu versorgen und sie noch ökonomischer als sonst zu verwerten.

Die Wurzel ist nach zwei verschiedenen Haupttypen ausgebildet, deren jeder der Forderung der ausgiebigen Wasseraufnahme gerecht werden kann: entweder geht eine mehr oder minder locker im Bodensitzende, lange Pfahlwurzel so weit in den Schotter, bis sie die feuchteren Sandschichten erreicht, oder die Wurzeln wenden sich wenige Zentimeter unter dem Erdboden gleich horizontal, verzweigen sich über ein weites Areal und erreichen eine bedeutende Länge. Meistens ist der oberirdische Teil unverhältnismäßig kurz gegenüber dem langen unterirdischen Teil der Pflanze, d. h., der oberirdische Teil verhält sich zum unterirdischen etwa wie 1:1·5, in besonders krassen Fällen ist die Wurzel sogar 3—4 mal so lang als der Stammteil. Zu solchen gehören z. B. die *Chamaenerion*-, *Clematis*-, *Eryngium*- und *Carduus*-Wurzeln, bei denen die Messung der durchschnittlichen Wurzellänge nicht an ausgewachsenen, sondern eben wegen der ungeheuren Länge der Wurzeln nur an jungen Pflanzen möglich war. Die übrigen gemessenen Werte gelten für gut ausgewachsene Exemplare.

Die durchschnittliche Wurzellänge in cm betrug bei: *Sedum acre* 4, *Erodium cicutarium* 6, *Senecio vulgaris* 7, *Artemisia vulgaris* 9, *Galeopsis ladanum* 9, *Leontodon danubialis* 10, *Linaria vulgaris* 12, *Berteroa incana* 14, *Crepis foetida* 16, *Sisymbrium orientale* 19, *Linaria genistifolia* 20, *Achillea vulgaris* 23, *Carlina vulgaris* 23, *Sanguisorba minor* 26, *Centaurea rhenana* 29, *Reseda lutea* 30, *Tunica saxifraga* 34, *Convolvulus arvensis* 35, *Clematis vitalba* 40 (junge Pflanze), *Verbascum phlomoides* 40, *Erysimum canescens* 41 (Seitenwurzel), *Chamaenerion palustre* 42 (junge Pflanze, oberirdischer Teil 18 cm hoch), *Eryngium campestre* 43, *Echium vulgare* 55, *Carduus acanthoides* 100 (Seitenwurzel), bzw. 30 (Pfahlwurzel).

Infolge der überaus reichen Verästelung dieser Wurzeln ist die Pflanze äußerst fest im Erdreich verankert und oft so innig mit dem Schotter verbunden, daß es Mühe kostet, einzelne Wurzelstücke von den dazwischen eingeschobenen Steinen zu trennen. Die Wurzel bahnt sich zwischen den Steinen den Weg nach abwärts und zwingt sich durch sie mit solcher Kraft hindurch, daß ganze Wurzeln oder Wurzelteile durch den Druck des Schotters so stark gepreßt werden, daß sie an solchen Stellen vollkommen flach gedrückt, seitlich komprimiert sind. Diese Druckstellen zeigen sowohl Pfahlwurzeln als auch die

horizontal verlaufenden Wurzeln; besonders stark und schön ausgeprägt haben die *Chamaenerion*-Wurzeln die seitliche Kompression, wofern es sich nicht um junge Pflanzen handelt. Die Wasserversorgung der Pflanze, die durch die auffallende Wurzellänge und Verbreiterung im Boden entschieden gefördert wird, erfährt noch eine Unterstützung durch deren anatomischen Bau.

Nach dem Gesagten muß hervorgehoben werden, daß dieselben drei Wurzeltypen, die Cannon als die für die Wüstenformation möglichen und charakteristischen hinstellt, auch hier im Schottergelände scharf ausgeprägt und typisch vertreten sind, nämlich: Sukkulente mit oberflächennahem Wurzelsystem, die hauptsächlich durch ihre oberirdischen Anpassungen den Wasserverbrauch regeln (*Sedum*-Arten); zweitens Pflanzen mit spezifischen Pfahlwurzeln, die für die Erreichung von eventuell vorhandenem Grundwasser sorgen (*Echium*, *Cichorium*, *Convolvulus*, *Verbascum*) und endlich die typischen Wüstenpflanzen mit vertikal und horizontal weit ausgreifendem und damit ein großes Areal umfassendem Wurzelsystem (*Chamaenerion*).

Ein Querschnitt zeigt als Allgemeinmerkmal große, weitleumige Gefäße, einen schmalen Phloënteil und einen diesen umgebenden breiten Ring von Periderm mit mehr oder weniger stark zerklüfteter Borke. Die stärkste Zerklüftung ist an *Chamaenerion*-, *Cichorium*-, *Verbascum*- und *Echium*-Wurzeln ersichtlich, die so weit geht, daß sich die dunkelbraune bis schwarze Borke in Fetzen und Streifen ablöst. Daß die großlumigen Holzgefäße die Wasserleitung begünstigen, ist einleuchtend; umso begreiflicher und zweckdienlicher ist der Korkring für die Herabminderung der Transpiration, da infolge der hohen Undurchlässigkeit des Korkes für Wasser die Wasserabgabe nach außen nur minimal sein kann. Es wird also der von dem Wurzelende aufgenommene Vorrat an Feuchtigkeit aus dem Boden fast unverringert der oberirdischen Pflanze zugeführt. Auch das geringe Wärmeleitungsvermögen der Korkzellen, das auf den Luftgehalt der Zellumina zurückzuführen ist, kann als Schutz vor zu großer Transpiration angesehen werden, die in dem Leben der Schotterpflanzen stark herabgesetzt werden muß, um sie nach Möglichkeit vor der Gefahr des Austrocknens zu schützen.

**Habitus:** Die Einschränkungen, die sich die Pflanze zwecks Reduktion ihrer Verdunstungsfläche auferlegen muß, werden auf die oberirdischen Organe verteilt. Viele der verschiedenartigen Anpassungen sind schon äußerlich im Gesamthabitus der Pflanze wahrzunehmen. Der ruten- oder besenförmige Habitus der Sträucher und krautigen Pflanzen, den Volkens in der Physiognomik der Flora der ägyptisch-arabischen Wüste hervorhebt, findet sich, wenn auch abgeschwächt, hier wieder. Abgesehen von den wenigen, die in Polstern oder Rasen dicht dem

Schotter anliegen, sind alle anderen Pflanzen starr aufrecht stehende „Ruten“. Das „Rutenförmige“ der Pflanzen beruht auf der Ausbildung eines kahlen, wenig verzweigten Stammes, dessen Seitenäste nicht horizontal abstehen, sondern mit der Hauptachse einen spitzen Winkel bilden; zweitens stehen die Pflanzen fast ausschließlich voneinander isoliert und sind selbst dann, wenn sie wie *Chamaenerion* Büsche bilden, ebenfalls nur aus vertikal oder doch sehr steil gestellten Trieben zusammengesetzt.

Die Art der Beblätterung spielt dabei ebenfalls mit, die, je spärlicher und schütterer sie ist, dem Eindruck des Rutenförmigen wesentlich erhöht.

Blatt und Stamm: Bezüglich der Blattstellung lassen sich zwei Typen unterscheiden, die trotz der Verschiedenheit ihrer Stellung zur ganzen Pflanze das eine gemeinsam haben, daß ihre Oberfläche zwecks Herabminderung der Transpiration reduziert ist und sie der allzu starken Sonnenbestrahlung auszuweichen trachten. Ein Teil der typischen Schotterbewohner bildet flache, grundständige Blattrosetten, die dicht dem Boden anliegen, aus deren Mitte sich der nahezu ganz unbeblätterte Blütenschaft erhebt. Die Blattform ist bei diesen verschieden, während bei dem anderen Typus der Stamm mit durchaus schmallanzettlichen Blättern von geringer Größe bald dicht (*Linaria vulg.*, *Chamaenerion pal.*), bald sehr schütter (*Galeopsis ang.*, *Erysimum can.*) besetzt ist. Die Blätter, die häufig von einem dichten Haarfilz bekleidet sind und daher der frischgrünen Farbe entbehren, suchen außer dieser äußerlichen Schutzeinrichtung noch durch ein zweites Mittel dem direkten grellen Sonnenlicht zu entgehen, u. zw. durch Steilstellung der Blätter, die oft so weit geht, daß die Blätter wie nach aufwärts gestrichen scheinen. Daher trifft das Sonnenlicht nicht senkrecht auf die Blattlamina auf, sondern gleitet an den vertikal gestellten Blattorganen vorbei, ohne sie direkt zu bestrahlen. Mit der geringen Größe des Blattes und der gedrungenen lanzettlichen Form steht überdies noch sein anatomischer Bau im Einklang. Querschnitte zeigten, daß der Blattbau jener Flora nicht nur die typischen Einrichtungen eines normalen Sonnenblattes hat, sondern daß das Streben nach Herabsetzung der Transpiration noch weiter geht: Um die innere Verdunstungsfläche zu verkleinern, ist der Aufbau des Mesophylls ein so dichtgedrängter, daß Interzellularen nahezu vollständig fehlen, zwei bis drei Schichten von Pallisadenparenchym ausgebildet werden und manchmal sogar Isolateralität vorkommt (*Chamaenerion*). Heinriehar hatte schon die Erfahrungstatsache festgestellt, daß durch Zunahme intensiver Beleuchtung die Ausgestaltung des Assimilationsgewebes — also der Pallisadenschichten — vervollkommenet und gefördert wird. An den Blattenden ist ein Hinneigen der Pallisaden zu

den Leitungsbahnen der Gefäßbündelstränge ziemlich häufig. Die Epidermis des Blattes, dessen anatomischer Querschnitt oft eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Blatt einer Konifere hat, ist auffallend verdickt und von ungewöhnlich kleinen, oft recht spärlich auftretenden Spaltöffnungen durchbrochen, deren Schließzellen ebenfalls starke Verdickung erkennen lassen. Die bei normalen Schattenflanzen weite Atemhöhle ist hier in bezug auf ihre Größe auf ein Minimum beschränkt. Die Spaltöffnungen, die selbst nicht vertieft zu sein pflegen, sind in den tiefen Einbuchtungen der Rippen oder Rinnen von Stamm oder Blatt zahlreicher als anderswo, um in dieser geschützten Lage die Aufgabe der Transpiration und Durchlüftung genügend erfüllen zu können. Bei einigen Gramineen, sowie bei *Chamaenerion* und *Sanguisorba* ist sogar eine leichte Einsenkung der sehr kleinen, aber ziemlich häufigen Spaltöffnungen in Stamm und Blatt zu konstatieren (Tabelle).

Auch das so allgemein bekannte und bewährte Schutzmittel gegen zu starke Transpiration, die Haarbedeckung, fehlt nicht. Trichome treten am Stamm und Blatt sehr häufig auf, u. zw. als dichtverzweigte Sternhaare (*Echium*, *Verbascum*), als einfache Drüsenhaare (*Galeopsis*) und als ein- oder mehrzellige Borstenhaare (mehrere *Compositae*), die wohl am häufigsten mit Köpfchenhaaren gemischt das betreffende Organ vor der austrocknenden Wirkung der Sonnenstrahlen schützen. Wieviel widerstandsfähiger gegen Verwelken ein mit Haarfilz bedecktes Blatt gegenüber einem kahlen ist, hat Haberlandt durch exakte Versuche bewiesen.

Einen nicht zu unterschätzenden Schutz für die Turgeszenz und Festigkeit gewähren die sichelförmigen Bastbelege, die sowohl vor den Gefäßbündeln im Blatt als auch im Stamm sich ausgebildet haben. An den Blattrippen kommt fast immer ein mächtiges Kollenchym hinzu, das im Stamm andererseits die rippenartig vorspringenden Leisten und Kanten zu erfüllen pflegt. An solchen fehlen Spaltöffnungen vollständig. Unter dem Kollenchym, das im Stamm sogar zwei bis drei Reihen der Epidermis erfüllen kann, folgt meistens eine Zone chlorophyllführender Zellen, die oft von dem Kollenchym der vorspringenden Kanten unterbrochen werden, denen sich eine auffällige, ein- oder zwei- bis dreireihige Zone farbloser Zellen anschließt, deren Wände aus Zellulose bestehen, die sich gleich einer Schutzscheide um den Gefäßteil herumlegen. Es wäre nicht fernliegend, hier auf Wassergewebe zu schließen, doch ist die Erklärung dieser Zellzone als Leitparenchym wahrscheinlicher. Diese Schutzscheide fand ich deutlich bei *Tunica*, *Cichorium*, *Matricaria*, *Carlina*, *Achillea*, *Linaria genistifolia* und *vulgaris*, *Daucus*, *Sanguisorba* und *Sisymbrium*. Auch kommt es vor, daß sie einen Ring sklerenchymatischer Elemente umgibt, die teils in Zellgruppen, teils

Name	Organ	Durchschnittswerte der		
		Dicke der oberen Epidermis	Dicke der oberen Epidermis- außenwand + Kutikula	Fläche der Atemhöhle an Querschnitten betrachtet
<i>Chamaenerion palustre</i>	Blatt	24·3 $\mu$	5·4 $\mu$	218·7 $\mu^2$
<i>Galeopsis angustifolia</i>	Stamm	27 $\mu$	8 1 $\mu$	36·5 $\mu^2$
"	Blatt	28 $\mu$	3 $\mu$	11 $\mu$
<i>Echium vulgare</i>	Stamm	25 $\mu$	5 $\mu$	98·4 $\mu^2$
"	Blatt	24·3 $\mu$	2 7 $\mu$	61 $\mu^2$
<i>Linaria vulgaris</i>	Stamm	22 $\mu$	4 $\mu$	55 $\mu^2$
"	Blatt	23 $\mu$	5·4 $\mu$	—
<i>Erysimum canescens</i>	Stamm	30·25 $\mu$	8·1 $\mu$	109·35 $\mu^2$
<i>Tunica saxifraga</i>	Stamm	31 5 $\mu$	3·5 $\mu$	33 $\mu^2$
"	Blatt	38 $\mu$	5 $\mu$	87 $\mu^2$
<i>Eryngium campestre</i>	Stamm	24·3 $\mu$	9 $\mu$	—
<i>Sisymbrium orientale</i>	Stamm	21 6 $\mu$	9·4 $\mu$	—
<i>Erodium cicutarium</i>	Stamm	27 $\mu$	5·4 $\mu$	204 $\mu^2$
	Blatt	22 $\mu$	2·5 $\mu$	328 $\mu^2$
<i>Sanguisorba minor</i>	Stamm	22 $\mu$	5·5 $\mu$	117 $\mu^2$
	Blatt	39 $\mu$	6 $\mu$	23 $\mu^2$
<i>Reseda lutea</i>	Stamm	29·7 $\mu$	10·8 $\mu$	73 $\mu^2$
	Blatt	31 $\mu$	5·4 $\mu$	109·35 $\mu^2$
<i>Melandryum album</i>	Stamm	26 $\mu$	6 $\mu$	145·5 $\mu^2$
	Blatt	43 $\mu$	4 $\mu$	44·4 $\mu^2$
<i>Berteroa incana</i>	Stamm	30 $\mu$	8 $\mu$	58 $\mu^2$
	Blatt	22 $\mu$	2·7 $\mu$	58 $\mu^2$
<i>Matricaria inodora</i>	Stamm	28·4 $\mu$	10 $\mu$	72 $\mu^2$
	Blatt	27 $\mu$	8 1 $\mu$	273 $\mu^2$
<i>Leontodon hispidus</i>	Stamm	21 $\mu$	5·4 $\mu$	—
<i>Erigeron canadensis</i>	Stamm	27 $\mu$	6·75 $\mu$	65·6 $\mu^2$
"	Blatt	23·6 $\mu$	8·1 $\mu$	33 $\mu^2$
<i>Pimpinella saxifraga</i>	Stamm	27 $\mu$	6 75 $\mu$	161 9 $\mu^2$
"	Blatt	40 $\mu$	5·4 $\mu$	—
<i>Bromus tectorum</i>	Stamm	14 $\mu$	3 $\mu$	182 $\mu^2$
	Blatt	14·9 $\mu$	2·7 $\mu$	271 $\mu^2$

schon als geschlossenes Ganzes den Holzteil ringförmig umschließen. Dieser Ring ließ sich feststellen für *Tunica*, *Melandryum*, *Erysimum*, *Sisymbrium*, *Erodium*, *Achillea*, *Leontodon*, *Linaria vulgaris*, *Melilotus*, *Saponaria*, *Reseda* und *Convolvulus*. Da außerdem die Gefäßbündel von Bastbelegen nicht nur sichelförmig umgeben, sondern in mechanisches Gewebe direkt eingebettet sind, ist für die Biegefestigkeit und den Schutz vor zu starker Abgabe des Wasserdampfes durch das Vorhandensein von sklerenchymatischen Elementen hinreichend Vorsorge getroffen.

Die Regelung des Wasserbedarfes und -verbrauches der Pflanze wird aber nicht ausschließlich durch Reduktion der 'Transpirationsorgane und Ausbildung mechanischer Gewebe erreicht; bei den Sukkulenten (*Sedum maximum* und *S. acre*) wird die sehr geringe Transpiration hervorgerufen durch das charakteristische Wassergewebe und die hauptsächlich vorhandenen, Wasser zurückhaltenden Schleime. So ist es verständlich, daß sich diese Pflanzen ohne weitere Anpassung auf dem Schotter zurecht gefunden haben.

In wiederum ganz anderer Weise ist *Linaria genistifolia* dem trockenen Standort gewachsen: weder ihr äußerer Habitus, noch ihr anatomischer Bau lassen sie als Xerophyten gelten. Sie benötigt aber auch nicht Schutzeinrichtungen solcher Art, denn sie ist — wie Molisch sagt — „in konzentrierter Lösung von einem Körper umhüllt, der einige Ähnlichkeit mit Hesperidinen hat und in der Oberhaut der ganzen Pflanze lokalisiert in großen Mengen vorkommt.“

Etwas abweichend im Bau des Wurzelsystems sind die Vertreter der verkürzten Vegetationsperiode, der größtenteils Gramineen angehören. Es sind dies: *Bromus tectorum*, *B. sterilis*, *Hordeum murinum*, *Melica ciliata*, *Festuca ovina*.

Alle Gramineen haben ein nicht so sehr tiefgehendes als vielmehr unglaublich reich und fein verzweigtes Netzwerk von Wurzeln, mit deren Hilfe sie so lange als möglich dem Erdboden die notwendige Feuchtigkeit entnehmen. Aber dennoch vertrocknen ihre schmalen, zum Teil unbehaarten Blätter schon zu Beginn der heißen Sommertage und mit dem Verblühen bleibt nur ein Rest gelber, sonnverbrannter Halme und Stengel zurück. Um aber wenigstens die relativ kurze Dauer der Vegetationszeit überleben zu können, sind doch Schutzeinrichtungen getroffen, durch die es erklärlich wird, daß die an und für sich recht zart gebauten Gramineen, an dem Standort der großen Hitze ausgesetzt, zu vegetieren vermögen. Vor allem sind die Gefäßbündel durch sichelförmige Bastbelege beiderseitig umgeben und die englumige, stark verdickte Epidermis ist von minutiösen, ebenfalls verdickten Spaltöffnungen durchbrochen; Borstenhaare trägt der halbmondförmige Blattquerschnitt

noch reichlicher als der Stengel. Die Zellen des Mesophylls umgeben kranzförmig die Blattbündel. An der gerieften Blattscheide liegen die Spaltöffnungen in den Valleculae, während die Carinae von mechanischem Gewebe ausgefüllt sind.

Ein Rückblick auf die gemachten Erfahrungen und die dabei gefundenen Resultate besagt also, daß der Bestand der kargen Flora des Schotters auf Grund der zahlreichen Schutzeinrichtungen, die morphologischer und anatomischer Natur sind, ermöglicht ist, wobei auch die Samenverbreitung eine wesentliche Rolle spielt, auf die aber nicht näher eingegangen wurde. Nur so viel soll erwähnt werden, daß viele Samen der Schotterpflanzen mit spezifischen Verbreitungseinrichtungen ausgestattet sind (*Chamaenerion*, *Compositae*, *Erodium*) und daß dieses Gebiet infolge der Samenverbreitung immer von neuem bevölkert wird. Sicher ist, daß nur die bestangepaßten und konkurrenzfähigsten Arten auf diesem Standort gedeihen konnten und daß auch noch die lokalen äußeren Einflüsse auf die anatomisch-physiologischen Merkmale dieser Flora bestimmend einwirkten, wie Vergleiche mit denselben Pflanzen anderer Standorte sowohl in morphologischer als auch in anatomischer Beziehung zeigten. Manche der hier heimischen Pflanzen finden sich ja oft an Standorten, die den Schotterdämmen ähnlich sind, doch ihr äußerer Habitus, ihre anatomischen Eigenschaften sind dort wesentlich andere. Als Beispiele seien erwähnt die auf Eisenbahndämmen und sonstigen Ruderalstellen so häufigen Arten *Echium*, *Linaria vulgaris*, *Convolvulus*, *Senecio*, *Matricaria*, *Reseda* und *Bromus*. Welcher Unterschied in der Größe der Blattrosetten von *Echium* und dem üppigen Wachstum aller oberirdischen Organe, wie viel reicher die Blütenfülle von *Linaria* und allen anderen im Vergleich zu den Zwerg- und Kümmerformen des Schotters! Samen dieser Schotterpflanzen, in Gartenerde gezogen, ergaben Riesenexemplare, die sich von den Eltern nicht nur durch die Größe (z. B. *Echium*, 1 m im Durchmesser und 1 m hoch, gegenüber den 1 dm hohen Eltern), sondern auch im Habitus bedeutend verschieden zeigten.

Da auf alle spezifischen anatomischen Merkmale aus Raummangel nicht eingegangen werden kann, seien hier einige besonders auffällige anatomische Beobachtungen noch kurz erwähnt:

Wurzelquerschnitte von *Melandryum album* zeigten eine Zerklüftung des Holzkörpers in der Weise, daß in die Zone des Xylems das Rindengewebe an zwei oder mehreren Stellen keilförmig eingeschoben ist, wodurch namentlich im ersten Falle zwei kreuzweis gegenübergestellte keilförmige Träger geschaffen sind. Diese Erscheinung ist aber nicht regelmäßig und hängt auch nicht vom Alter der Wurzel ab, da auch schon ganz junge Wurzeln die Anlage dieser auffälligen Bildung

zeigen und andererseits alte Wurzeln stellenweise davon ausgenommen sein können.

Für *Cichorium intybus* stellte ich eine Wurzelverwachsung fest, die kaum den natürlichen Wurzelverwachsungen gleichgestellt werden dürfte, wie sie Göppert an *Pinus*, *Taxus*, *Silybum* und *Daucus* beobachtet hatte. Die Verwachsung der *Cichorium*-Wurzeln glaube ich so erklären zu dürfen, daß durch den äußeren Druck des Schotter eine seitliche Verschiebung ursprünglich zentral gelagerter Zentralzylinder eintrat. Ein ziemlich wirres Gewebe parenchymatischer Zellen stellt die Verbindung zwischen den verschobenen Stelen her. Den ganzen Komplex der von je einem Periderm umgebenen Zentralzylinder hält außen ein zweites Periderm zusammen. Ähnliches begegnete mir in der Wurzel von *Convolvulus arvensis*.

An Stammquerschnitten von *Tunica* und *Melandryum* ließ sich feststellen, daß der für viele Caryophyllaceen charakteristische Festigungsring sklerenchymatischer Zellgruppen auch an diesen beiden Arten entwickelt ist.

*Erigeron canadensis* zeigt die Anlage von Rindenbündeln im Stamm, eine Erscheinung, die ich bei Kompositen nur für *Achillea*-, *Centaurea*- und *Senecio*-Arten angegeben fand.

### Zusammenfassung.

Das Ziel vorliegender Arbeit war, die Eigentümlichkeiten der Donau-Schotterflora bei Wien in ihrer Abhängigkeit vom Standort hervorzuheben, um den Zusammenhang zwischen den äußeren Faktoren der Umwelt und dem morphologisch-anatomischen Bau dieser Schotterbewohner zu finden.

Hinsichtlich der Ansiedlung dieser Flora können drei Gruppen mit entsprechenden Übergangsformen unterschieden werden:

- a) typische Schotterpflanzen, die auf Grund ihres anatomischen Baues dem Standort angepaßt und seit der ersten Besiedlung bodenständig sind;
- b) zugewanderte Pflanzen, durch Samenverbreitung nachträglich immer wieder hinzugekommen;
- c) Grenzbewohner.

Die Möglichkeit eines Aushaltens an diesem Standort ist trotz ungünstiger Lebensbedingungen — die das Entstehen von Zwerg- und Kümmerformen zur Folge haben — durch Anpassungserscheinungen und Schutzeinrichtungen gegeben. Diese können sich in folgender Weise äußern:

I. Sie sind xerophytischer Natur und entwickeln sich

- a) in der Wurzel: bedeutende Länge, großlumige Holzgefäße, ein breiter Korkring, Borke (*Cichorium*, *Verbascum*) oder vertikal und horizontal weitgreifendes Wurzelsystem (*Chamaenerion*);
- b) im Stamm: Kollenchym an Riefen und Kanten, Bastbelege, Sklereiden, verdickte Epidermis, Behaarung;
- c) im Blatt: Reduktion der Größe und Zahl der Blätter, Steilstellung, Rasenbildung; dichtes Mesophyll, Isolateralität (*Chamaenerion*), Haarbedeckung, verdickte, großlumige Epidermiszellen. Atemhöhle der Spaltöffnungen sehr verengt, Zahl der Spaltöffnungen sehr gering.

II. Es bildet sich wasserreiches Assimilationsgewebe aus (Sukkulenz).

III. Häufig tritt eine Verkürzung der Vegetationsperiode ein.

Die Druckwirkung des Schotters auf die Wurzeln macht sich in der seitlichen Kompression derselben geltend (*Chamaenerion*). Die seitliche Verschiebung mehrerer von einem Periderm umgebener Zentralzylinder, wie sie an *Cichorium* gut zu bemerken ist, dürfte auch darauf zurückzuführen sein.

Ein Vergleich dieser Schotterflora mit einer Wüstenflora ist daher insofern berechtigt, als die ökologischen und anatomischen Verhältnisse unleugbar gewisse Ähnlichkeiten haben und dem Habitus der Flora dieses Geländes ein charakteristisches Gepräge geben.

### Verzeichnis der gefundenen Arten:

*Polygonaceae:*

*Polygonum aviculare.*

*Caryophyllaceae:*

*Tunica saxifraga*

*Saponaria officinalis*

*Melandryum album.*

*Ranunculaceae:*

*Clematis vitalba.*

*Cruciferae:*

*Sisymbrium orientale*

*Erysimum canescens*

*Berteroa incana.*

*Resedaceae:*

*Reseda lutea.*

*Geraniaceae:*

*Erodium cicutarium.*

*Crassulaceae:*

*Sedum acre*

*Sedum maximum.*

*Rosaceae:*

*Sanguisorba minor.*

*Leguminosae:*

*Melilotus albus.*

*Oenotheraceae:*

*Chamaenerion palustre.*

*Umbelliferae:*

*Eryngium campestre*

*Pimpinella saxifraga*  
*Daucus carota.*

**Convolvulaceae:**

*Convolvulus arvensis.*

**Boraginaceae:**

*Anchusa officinalis*  
*Echium vulgare.*

**Scrophulariaceae:**

*Verbascum phlomoides*  
*Linaria vulgaris*  
*Linaria genistifolia.*

**Labiatae:**

*Galeopsis angustifolia.*

**Rubiaceae:**

*Galium aparine*  
*Galium mollugo.*

**Compositae:**

*Erigeron canadensis*  
*Achillea millefolium*  
*Matricaria inodora*  
*Artemisia vulgaris*  
*Senecio vulgaris*  
*Carlina vulgaris*  
*Carduus acanthoides*  
*Centaurea rhenana*  
*Cichorium intybus*  
*Leontodon hispidus*  
*Crepis rhoeadifolia*  
*Hieracium umbellatum.*

**Gramineae:**

*Bromus tectorum*  
*Bromus sterilis*  
*Festuca ovina*  
*Hordeum murinum*  
*Melica ciliata.*

---

**Literaturverzeichnis.**

- Altenkirch G., Die Verdunstungsschutzeinrichtungen in der trockenen Geröllflora Sachsens. Leipzig, 1894.
- De Bary A., Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne. Leipzig, 1877.
- Burgerstein A., Die Transpiration der Pflanzen. Jena, 1904.
- Cannon W. A., The root of habits of dessert plants. Carnegie inst. of Washington. Publ. Nr. 131, 1911, 1—96.
- Figdor W., Experimentelle und histologische Studien über die Erscheinung der Verwachsung im Pflanzenreiche. Sitzber. d. Akad. d. Wiss. Wien, 1891.
- Fitting H., Die Wasserversorgung und die osmotischen Druckverhältnisse der Wüstenpflanzen. Zeitschr. f. Botanik, III., 1911, S. 209 f.
- Haberlandt G., Physiologische Pflanzenanatomie, 5. Aufl. Leipzig, 1918.
- Hannig E., Untersuchungen über die Verteilung des osmotischen Druckes in der Pflanze in Hinsicht auf die Wasserleitung. Berichte d. Deutsch. botan. Gesellschaft, XXX., 1912, S. 194 f.
- Heinricher E., Isolateraler Blattbau. Pringsheims Jahrb., XV., 1884.
- Jost L., Die Zerklüftungen einiger Rhizome und Wurzeln. Bot. Zeitung, 1890.
- Kerner A., Abhängigkeit der Pflanzengestalt von Klima und Boden. Innsbruck, 1869.
- Lopriore G., Über bandförmige Wurzeln. Nova acta, Abh. d. deutsch. Akademie d. Naturforscher, Bd. LXXXVIII, Nr. 1. Halle, 1907, S. 31 ff. und S. 83 ff.

- Schimper A. F. W., Pflanzengeographie auf physiolog. Grundlage. Jena, 1898.  
 Schroeter C., Pflanzenleben der Alpen. Zürich, 1908.  
 Solereder H., Systematische Anatomie der Dikotyledonen. Stuttgart, 1899,  
 Ergänzungsband 1908.  
 Stenström, Über das Vorkommen derselben Arten in verschiedenen Klimaten, an  
 verschiedenen Standorten, mit besonderer Berücksichtigung der xerophil aus-  
 gebildeten Pflanzen. Flora, LXXX., 1895, S. 117.  
 Volkens E., Die Flora der ägyptisch-arabischen Wüste. Berlin, 1887.

## Ein Beitrag zur Kenntnis der marginalen Filicineen.

Von Dr. Ivo Horvat.

(Aus dem Botanischen Institut der Universität Zagreb.)

(Mit 1 Textabbildung.)

Die durch den Sorusaufbau und die Sporangiengestaltung gut charakterisierte Farnfamilie der Polypodiaceen zeigt in bezug auf die anderen Merkmale so große Unterschiede, daß die Unterfamilien recht gut abgegrenzt sind. Die Indusialgebilde und besonders die Stellung der Sori am Sporophylle ist in einzelnen Gruppen so grundverschieden, daß nach der Ansicht fast aller Autoren die Polypodiaceen nur eine bestimmte Entwicklungsstufe repräsentieren, die von verschiedenen Entwicklungsreihen erreicht wurde (Prantl<sup>1</sup>). Sie haben sich größtenteils aus den Cyatheaceen entwickelt und darin sind wohl alle Autoren einig, solange die Cyatheaceen im Sinne von Mettenius<sup>2</sup>) als einheitliche Familie behandelt werden. Wenn aber Bower<sup>3</sup>) die „*Gradatae*“ und „*Mixtae*“ nach der Stellung der Sori in „*Superficiales*“ und „*Marginales*“ einteilte und die ersten von den Gleicheniaceen und Matoniaceen, die letzteren dagegen von den Schizaeaceen abzuleiten versucht, dann wendet sich Goebel<sup>4</sup>) entschieden gegen solche Abtrennung; er sagt: „Entgegen der Auffassung Bowers hält der Verfasser die Gruppe der Cyatheaceen im Sinne von Mettenius für eine natürliche, was sowohl die Sporangiengestaltung als anatomische Verhältnisse (Schleimbehälter usw. und Antheridienbau) dartun. Bowers versuchsweise Einteilung der Leptosporangiaten in ‚*Marginales*‘ und ‚*Superficiales*‘ ist meiner Ansicht nach künstlich.“ Was diese Angaben

<sup>1</sup>) Prantl K., Arbeiten des botan. Instituts zu Breslau, I., 1892. (Nach Schnarf, a. a. O., S. 556.)

<sup>2</sup>) Mettenius G., Filices Horti Lipsiensis, 1856.

<sup>3</sup>) Bower F. O., Studies in the phylogeny of the *Filicales*. III. Ann. of Bot., XXVII., 1913, S. 471.

<sup>4</sup>) Goebel K., Organographie der Pflanzen, 2. Aufl., II. 2, 1916, S. 1154.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichische Botanische Zeitschrift = Plant Systematics and Evolution](#)

Jahr/Year: 1923

Band/Volume: [072](#)

Autor(en)/Author(s): Ebner Hedwig

Artikel/Article: [Die Schotterflora bei Wien. 322-335](#)