

Der
anatomische Bau des Blattes von *Kingia australis* R.Br.

Von

A. Tschirch.

Hierzu Tafel I.

Die Flora Australiens ist durch die grosse Reihe endemischer Arten, ja ganzer Familien gegen die Floren benachbarter Gebiete schärfer abgegrenzt, als irgend eine andere. Die Proteaceen z. B. sind mit verhältnismässig wenigen Ausnahmen in Süd-Afrika und in Südamerika auf Australien beschränkt, ebenso die Epacrideen, Goodeniaceen, Styliideen, Xanthorrhoeen, Kingien u. a. Dazu kommt, dass eigentümliche Vegetationsformationen, wie die lichten, parkartigen Wälder und der dichte, öde Scrub, dazu beitragen der Vegetation einen ganz eigentümlichen Charakter aufzuprägen, wie er sich sonst nirgends findet: ein Umstand, der notwendig schon den ersten, diese Gegenden Bereisenden auffallen musste. Unter die merkwürdigsten Gewächse dieses an Besonderheiten so reichen Continents gehören unstreitig die Grasbäume, die Xanthorrhoeen und Kingien, die vollständig auf Australien beschränkt sind. Robert Brown, der Flinders auf seiner berühmten Reise im Jahre 1801¹⁾ als Botaniker begleitete und der wohl der erste war, der die Flora Australiens einer eingehenden wissenschaftlichen Durchforschung unterwarf, erwähnt die ersteren, die er zahlreich blühend am King George's Sound fand, in seinem botanischen Anhang (Appendix III) zu Flinders Reisebeschreibung²⁾; von letzteren, den Kingien, konnte weder er, noch später Cunningham (1818 und 1821) blühende Exemplare erreichen, und erst Baxter gelang es 1823 an der Küste des King George's Sound mehrere Exemplare mit Blüte und Frucht zu sammeln, die dann Brown einer eingehenden systematischen Beschreibung unterwarf³⁾. Er nannte die neue Pflanze nach

1) Flinders, *Voyage to Terra Australis*, London 1814, 2 Bde.

2) Allgemeine geographische und systematische Bemerkungen über die Flora Australiens. Verm. Schr. I. S. 100. Er stellt sie hier zu den Asphodeleen.

3) Charakter und Beschreibung der neuen auf der Südwestküste Neu-Hollands entdeckten Pflanzengattung *Kingia* etc. Verm. Schrift. IV S. 77. Die Abhandlung erschien im Appendix Botany zu *Voyages of Discovery undertaken to complete the Survey of the western Coast of New-Holland etc.* by Ph. P. King.

dem Capitain und Gouverneur King, *Kingia* und giebt von den Bestandteilen ihrer Blüte auf Tab. C. eine Reihe sehr guter Abbildungen. In dem unten citirten Anhange zu King's Reisebeschreibung beschreibt er jedoch nur eine Art, die *Kingia australis* R.Br. Später fand Preiss noch eine zweite, die er wegen ihrer weisslichen Behaarung — pilis adpressis brevibus nitentibus tecta — *Kingia argentea* Preiss nannte¹⁾, welche beide Arten jedoch in der, in Verbindung mit Ferdinand von Müller von Bentham herausgegebenen Flora australiensis — oder wie es einer Privatmitteilung Müllers zufolge, besser heissen müsste, Flora australiana — wieder zu der einen Art *Kingia australis* R.Br. zusammengezogen worden sind²⁾, was wohl bei den geringen Differenzen, welche beide zeigen, gerechtfertigt erscheint.

Auf einem 2—6, ja nach Drummond sogar bisweilen gegen 10 m hohen, cylindrischen, knotenlosen und unverzweigten Stamme erhebt sich ein mächtiger Büschel von langen, sehr dünnen, aber steifen, im Querschnitt rhombischen Grasblättern, zwischen welchen hindurch die gewaltige Inflorescenz, die bisweilen ebensolang wird, wie der Stamm, emporwächst; ein Wuchs, so eigenartig und absonderlich, dass man ihn mit dem keines anderen Baumes vergleichen kann. Auf das südwestliche Australien beschränkt, wo sie sich besonders am King George's Sound (Baxter, Brown, Cunningham), am Swan River (Drummond, Oldfield) und bei Perth und Plantagenet (Preiss) finden, verleihen diese Grasbäume der Gegend einen ganz merkwürdigen Charakter — ein Grasrasen am Gipfel der Bäume — und prägen ihr den Stempel der Eigentümlichkeit auf, besonders da sie dort, wo sie vorkommen, nicht nur vereinzelt, sondern in Gemeinschaft mit *Xanthorrhoea*, *Xerotes*, *Dasyopogon*, deren Wuchs ein ähnlicher ist, häufig angetroffen werden. Wie eine von Westall, dem Zeichner der Flinders'schen Expedition, entworfene Abbildung³⁾ in dem oben erwähnten Reisewerke beweist, bilden sie einen integrierenden Bestandteil der Physiognomie der Gegend um den King George's Sound.

Aber nicht nur ihr Habitus ist ein durchaus absonderlicher, auch im anatomischen Bau der Blätter, die Brown als „caudicem terminantia confertissima, longissima, numerosissima, apicibus arcuato-recurvis, lorea, solida, ancipitia apice teretiusculo, novella undique tecta pilis adpressis strictis, acutis, laevibus, angulis lateralibus et ventrali retrorsum scabra — beschreibt, bieten sie des Merkwürdigen Mancherlei, so dass es sich vielleicht verlohnt, demselben einige Worte zu widmen.

Die nachfolgende Beschreibung bezieht sich auf das Blatt einer

¹⁾ Lehmann, Plantae Preissianae II. pag. 52.

²⁾ Bentham, Flora austral. VII p. 119. 120.

³⁾ Flinders Voyage etc. book I. p. 60 „View from the south side of King George's Sound.“

von Preiss gesammelten *Kingia australis* R.Br., die sich im hiesigen Königl. Botan. Museum befindet¹⁾).

Was zunächst die mechanischen Elemente betrifft, so entspricht ihr Bau und ihre Anordnung allen den Anforderungen, welche die Festigkeitsetze an so lange Blattorgane stellten, die nur an einer Seite befestigt frei im Bogen — apicibus arcuato-recurvis — in die Luft ragen. Wenn so dünne und so langgestreckte Organe, die doch auch eine reichliche Menge von Assimilationsgewebe enthalten müssen, um ihrer Function als Blätter Genüge leisten zu können, der Einwirkung der Winde, sowie ihrer eigenen Schwere, ohne einzuknicken, Widerstand zu leisten befähigt sein sollen, so müssen ihre Festigkeitselemente sehr rationell angeordnet sein. Diesen Anforderungen genügen denn auch die biegungsfesten Constructionen im Mark der Blätter von *Kingia australis* vollkommen.

Das Mark, dessen Querschnittsform dieselbe wie die des ganzen Blattes, also eine rhombische, ist (Taf. I. Fig. 2m), und welches ein Mantel von Assimilationsgewebe allseitig umgiebt, besteht aus relativ weitlumigen, rundlichen Zellen, deren Querdurchmesser etwa ebenso gross ist, wie der der Pallisadenzellen, oder diese mehr oder weniger übertrifft, und die in der Längsrichtung des Organs ein wenig gestreckt sind. In den beobachteten Fällen waren sie inhaltslos, in ihren Wandungen verdickt und zeigten zwischen sich dreieckige intercellulare Durchlüftungsräume. In diesem weitlumigen Markgewebe finden sich nun zahlreiche Bündel mechanischer Elemente. Dieselbe verbinden in der Form der I-Träger die Oberseite mit der Unterseite (Taf. I. Fig. 2w) und bestehen aus mehr oder weniger englumigen mechanischen Elementen, deren Wandungen die bekannten, in linksläufiger Spirale angeordneten Poren tragen. Diese Bastzellen oder Stereiden sind lang und in der Richtung der Längsaxe des Blatt-Organes gestreckt, bieten also ebenso, wie das sie umgebende Markgewebe im Querschnitt des Blattes auch ihrerseits die Querschnittsansicht dar. In der Mitte jedes dieser I-Träger, genau in der neutralen Axe des Organs, wo also die Spannung Null ist, liegt je ein Gefässbündel. Dasselbe besteht aus nur wenigen Elementen und ist von zwei Bastscheiden oben und unten umgeben und „local geschützt“, deren Elemente noch grössere Wandverdickungen zeigen, als die anderen mechanischen Elemente des I-Trägers. Die Anordnung der Bastzellen zu solchen Trägern, welche Ober- und Unterseite verbinden, sowie die Streckung derselben im Sinne der Längsaxe des Organes deuten darauf, dass wir es hier mit dem

¹⁾ Ich benutze mit Vergnügen die Gelegenheit, sowohl Herrn Professor Eichler für die freundliche Bereitwilligkeit, mit der er mir die Sammlungen des Königl. Bot. Museums zugänglich machte, als auch den Herren Professoren Ascherson und Garcke, sowie Herrn Custos Dietrich für die jederzeit gewährte freundliche Unterstützung verbindlichst zu danken.

Teile des Blattes zu thun haben, der vornehmlich auf Biegungsfestigkeit construirt ist. Bei Organen, deren Biegungsfestigkeit nur in geringerer Weise, als hier, in Anspruch genommen wird, genügt zur Herstellung der nötigen Festigkeit meist eine Anordnung der mechanischen Elemente in zwei das Gefässbündel umgebende Bastsieheln, oder in Bastbelege auf der inneren Seite des Bündels und subepidermale Stereidengruppen — suchen doch die mechanischen Elemente überhaupt sich möglichst an der oberen und unteren Blattseite zu gruppieren, um mit möglichst geringem Materialaufwand die höchsten mechanischen Effecte zu erzielen¹⁾ — hier jedoch, wo es sich um die Biegungsfestigkeit eines Organs handelt, das bei gegen 2 m Länge²⁾ nur einen durchschnittlichen Durchmesser von 3—4 mm besitzt und das nicht herabhängt, sondern frei nach oben strebt, reichen offenbar zwei durch zartes Gewebe verbundene Bastgurtungen an der Ober- und Unterseite nicht aus; hier fließen daher die Gurtungen zu einem festgefügteten I-träger zusammen, der in seiner Mitte zum localen Schutz der Gefässbündel sogar noch besonders feste mechanische Elemente enthält. Wenn zwei kleine, durch einen Streifen von Füllgewebe verbundene Bastgurtungen diejenige Construction repräsentieren, welche den geringsten mechanischen Effect erzielt, so sehen wir in dem I-träger, der von Epidermis zu Epidermis reicht, diejenige, die so sehr wie keine andere die Biegungsfestigkeit eines Blattorgans erhöht. Ein ausreichender Grund für die Anwendung dieser festesten Construction liegt in der Länge des Organs und seinem geringen Querschnitt.

Aus mechanischen Gründen begreift man übrigens leicht, weshalb die I-träger nicht, wie es anatomisch ja auch möglich wäre, von der linken zur rechten Seite des Blattes reichen; würden sie doch bei einer derartigen Anordnung schlechterdings keinen mechanischen Effect erzielen, sondern sich etwa wie die auf die Seite gelegten Gurtungen einer Brücke verhalten, d. h. vom mechanischen Standpunkte ein Nonsens sein.

Solche I-träger, wie ich sie soeben bei *Kingia* beschrieben, finden sich auch bei dem *Kingia* nahestehenden *Xerotes*. Hier verbinden sie jedoch Epidermis mit Epidermis³⁾. —

Gegen die Anheftungsstelle des Blattes hin werden die I-träger zahlreicher und breiter, ihre Zellen starkwandiger, die Lumina kleiner. 60 cm unter der Spitze betrug ihre Zahl noch 8; 30 cm tiefer waren

1) Schwendener, das mechanische Prinzip im anatomischen Bau der Monokotylen. S. 20. u. f.

2) Denn so hoch muss man wenigstens die Länge der *Kingia*blätter anschlagen, wenn man die auf der oben citirten Abbildung in Flinders' Voyage, die der, von Brown wegen seines correcten Zeichnens gerühmte Westall entworfen, neben der *Kingia* stehende Figur eines Eingeborenen zu 1,5 m annimmt. Das Blatt der *Kingia* im königl. botan. Museum ist etwa 1 m lang und 2—2,5 mm dick.

3) Schwendener, a. a. O. tab. VIII. Fig. 7.

ihrer schon 9, und von nun an steigt ihre Zahl rasch. 1 cm tiefer zählte ich schon 13 und an der mit dichten 2,5 mm langen luftführenden Haaren besetzten Anheftungsstelle gar 15. In diesen untersten Partien ist das Blatt auch wesentlich anders gebaut, der Mantel von Assimilationsgewebe, der das Mark in dem übrigen Teile des Blattes umgibt, verschwindet gegen die Basis allmählich ganz, und von dem mechanischen Gewebe der Rindenpartie, auf das ich alsbald zu sprechen komme, bleibt nur ein ein-, höchstens zweizelliger, subepidermaler Bastbeleg übrig; dagegen verdicken sich sowohl die Epidermis- wie die Markzellen erheblich, und die I-träger treten bis nahezu zur Epidermis heran. Auch die Form der letzteren weicht von der der übrigen Teile des Blattes ab. Während sie dort ihre Elemente gleichmässig auf die Ober- und Unterseite verteilen und den gleichen Bau oben und unten zeigen, verbreitert sich hier die Seite, die der Blattunterseite entspricht, sehr erheblich. Während die Oberseite nur wenig an Breite zugenommen hat, berühren sich jetzt fast die, in Bezug auf den Querschnitt, basalen Teile der I-träger. Dies bedingt eine geringe bogenförmige Krümmung nach rechts und links. Man erhält den Eindruck als wäre ihr Verlauf in der Querschnittsebene ein orthogonal-trajectorischer. Aber die beiden Seiten der I-träger (oben und unten im Querschnitt) scheinen aus verschiedenem Material zu bestehen. Beide besitzen Zellen, deren Lumen fast verschwindet, aber während die oben gelegenen eine gelbe Farbe zeigen, sind die unteren farblos. Unwillkürlich kommt man auf den Gedanken, dass zwischen den beiden Hälften etwa ein Verhältnis obwalte, wie zwischen Guss- und Schmiedeeisen. Das letztere, als das biegungsfestere, braucht weniger Materialaufwand, um denselben Effect zu erreichen, den das erstere nur mit Anwendung grösserer Massen erzielen kann. Man würde demnach für den der Blattoberseite entsprechenden schmalen Teil des I-trägers ein festeres Material, für den unteren breiteren ein schwächeres annehmen müssen. Einen Anhaltspunkt für diese Annahme hat man, ausser in der Farbe der Zellen vielleicht auch in der Lage der Gefässbündel. Dieselben bleiben nämlich genau in der Längsaxe des Blattquerschnittes liegen. Da sie nun oben sich so genau in der neutralen Axe des Organs, in der weder Druck- noch Zugspannungen stattfinden, orientieren, so muss man wohl annehmen, dass auch hier die neutrale Axe durch sie zu legen ist. Dadurch wird dann der I-träger in zwei ungleiche Hälften geteilt, was entschieden auffallend wäre, wenn man nicht eine Verschiedenheit des Materials annimmt.

Gegen die Spitze zu ist das Blatt weit leichter gebaut. Die Zahl der I-träger nimmt ab, die Lamina der Zellen werden grösser, ihre Wandungen dünner. In der allmählichen Verjüngung dieser Blattorgane, die ganz allmählich in eine stumpfe Spitze auslaufen, sowie in der wachsenden Festigkeit derselben gegen die Anheftungsstelle zu,

erblickt man das Bild eines „Trägers von gleichem Widerstande“, wie er so schön ausgebildet selten im Pflanzenreiche angetroffen wird.

Diesem auf Biegungsfestigkeit construirten System mechanischer Elemente im Innern entspricht ein zweites in der das Mark umgebenden, peripherischen Zone, das entschieden als auf Druck in Anspruch genommen und auf Druckfestigkeit construiert anzusehen ist. Es befinden sich nämlich in der peripherischen Zone, die zunächst, vermöge ihrer dem Lichte ausgesetzten Lage, assimilatorischen Zwecken dient, neben dem chlorophyllführenden Pallasidengewebe, auf das ich später zu sprechen komme, zwei Systeme von Bastzellen, die in ihrem anatomischen Bau, ihrer Anordnung und ihrer mechanischen Function verschieden sind von dem System mechanischer Elemente im Innern.

Das erste dieser Systeme besteht aus einer Reihe ganz kurzer in radialer Richtung mehr als in longitudinaler gestreckter Stereiden, die im Bau den Elementen der sogleich zu beschreibenden Strebepfeiler gleichend, einen continuirlichen, subepidermalen Bastbeleg bilden. Dieser Stereideencylinder umgiebt das ganze Organ wie mit einem starken Mantel und dient offenbar, wie die subepidermalen Bastbelege bei den kleinen Nadeln oder Schuppen einiger Coniferen, nur zur Aussteifung der Epidermis, nicht zur Erhöhung der Biegungsfestigkeit, trägt also zur Erhaltung der Querschnittsform bei, indem er Faltungen der Epidermis verhindert.

Die Zellen des anderen Systems, dem ich einstweilen den Namen „System der Strebepfeiler“ geben will, sind ebenfalls in radialer Richtung gestreckt, so dass der Blattquerschnitt sie im Längsschnitt zeigt. Mit ihren Enden fügen sie sich echt prosenchymatisch in einander, doch sind sie sowohl dickwandiger und breiter, wie weit kürzer als die mechanischen Elemente des Markes, auch viel mehr gewunden (Fig. 1st). Man gewinnt den Eindruck, als schmiegeten sie sich möglichst fest allseitig an einander, welcher Eindruck noch dadurch erhöht wird, dass die Verwachsung der einzelnen Zellen eine so vollständige ist, dass ihre Begrenzungslinien oft fast ganz unsichtbar sind und meist sich nur als feine Streifen markiren. Selbst nach der Behandlung mit Schulze'scher Macerationsflüssigkeit lassen sie sich schwer von einander trennen. Sie sind englumig, doch stehen ihre Lumina durch viele und grosse Poren in Verbindung, deren je zwei von benachbarten Zellen sich stets an der Grenzlinie derselben begegnen und so eine Reihe von Verbindungsanälen bilden, deren Unterbrechung durch die dünne Lamelle der Zwischensubstanz an vielen Stellen deutlich ins Auge springt. Das Ganze macht in seinem festen Gefüge den Eindruck eines starken Trägers. Diese Träger nun, die ich vorhin mit dem Namen „Strebepeiler“ bezeichnete — welcher Name sich jedoch nur auf die Querschnittsansicht, nicht auf die räumliche Gruppierung bezieht —, werden, da sie aus continuirlich verbundenen Strebe-

pfeilerreihen bestehen, füglich mit dem Namen „Strebewände“ bezeichnet. Sie bestehen, wie gesagt, nicht aus isolirten Bündeln mechanischer Elemente, die nur wenige Zellen umfassend, sich nur auf ganz kurze Strecken in der Längsrichtung des Blattes verfolgen lassen, sondern sind continuirliche Versteifungsleisten, senkrecht zur Richtung der Längsaxe des Blattes gestellt. Derartige Strebewände sind bisher nicht beobachtet worden, wohl aber kennt man eine Anzahl von Fällen, wo einzelne Strebezellen oder ein Bündel weniger, die ebenfalls radial gestreckt sind — also auf dem Querschnitt ihre Längsansicht darbieten — sich innen an das starkwandige Mark und aussen entweder an einen subepidermalen Bastbeleg oder direct an die feste Epidermis anlegen. Hierher gehören die knochenförmigen mechanischen Zellen der Gattung *Hakea*¹⁾; ferner finden sich solche Zellen bei *Restio*²⁾, *Isopogon*, *Roupala*, *Stenocarpus*, *Olea* u. a. Ihre beiden Enden sind meist fussförmig verbreitert — also auch hier die stärkste Massenhäufung oben und unten — und greifen die Füße sogar bisweilen mit ihren mannichfach zerschlitzten Enden wie ein Flechtwerk in einander und stellen so gewissermassen beiderseits einen tangentialen Verband zwischen den einzelnen Strebezellen³⁾ her.

Diese Strebezellen stehen, wie ein Tangentialschnitt lehrt, isolirt und sind wie Säulen in einem Saale mannichfach in dem Gewebe verteilt, ohne zu Reihen oder grösseren Gruppen angeordnet zu sein, oder in anderer, als der eben erwähnten, übrigens seltenen, Verbindung zu stehen. Der Unterschied zwischen ihnen und den ebenbeschriebenen Strebewänden tritt auf einem Längsschnitte sofort deutlich hervor. Die Partien mit Strebezellen erscheinen wie der Querschnitt durch einen Säulenwald, während die Strebewände einen Zusammenhang der einzelnen Zellen auch in der Längsrichtung des Organs erkennen lassen. Während Querschnittsansichten von *Hakea*¹⁾ und *Kingia* (Fig. 1) darin übereinstimmen, dass sie anscheinend beide Kammerbildungen in den äusseren Gewebepartien besitzen, zeigt der Längsschnitt, dass „echte Kammerung“ mit allseitigen Wänden nur bei *Kingia* angetroffen wird, während bei *Hakea* die äussere Epidermis nur durch einzelne Säulen gestützt ist. Doch sind bei *Kingia* die einzelnen Kammern in ihrem Grundriss nicht viereckig, auch nicht polygonal, sondern ihre Wände sind mannichfach gewunden. Der Raum ist also etwa in der Weise gefächert, wie ein Saal, der durch vielfach gewundene Wände in eine Reihe einzelner selbständiger Kammern (Fig. 2 p) unterab-

1) Mohl, Vern. Schriften tab. VII Fig. 2. Bengt Jönsson, Bidrag till kända- domen om bladets anatomiska byggnad hos Proteaceerna. Arbeten från Botaniska Institutionen, Lund, III, 1880 tab. 1 Fig. 1. 8.

2) Pfitzer, Das Hautgewebe der Restiaceen. Pringsh. Jahrb. VII. Fig. 1.

3) Bengt Jönsson l. c. tab. I. Fig. 4.

4) Bengt Jönsson l. c. tab. I. Fig. 1.

teilt ist. Hieraus erklärt es sich, dass man auf einem Querschnitte des Blattes oft auf weiten Strecken kein Pallisadengewebe, sondern nur diese Strebewände erblickt (Fig. 2). Es sind dies Stellen, wo man eine solche Wand im tangentialen Längsschnitt, d. h. von der Breite gesehen, vor sich hat, während dicht daneben wieder eine ganze Anzahl anscheinend regelmässiger Kammern liegt, die uns die Strebewände in ihrer Profilsicht darbieten. Diese Kammern sind es, die mit dem weichen Assimilationsgewebe angefüllt sind.

Was nun die mechanische Bedeutung dieser Strebewände anlangt, so liegt dieselbe nicht etwa in einer Erhöhung der Biegefestigkeit des Organs — für die sorgen die I-träger im Innern ausreichend —, sondern sie sind offenbar auf Druckfestigkeit construirt. Dies erhellt aus ihrer Lage rechtwinklig zur Längsaxe des Organs, sowie der festen seitlichen Verbindung ihrer Zellen, die ein Ausbiegen oder Einknicken völlig ausschliesst. Sie entsprechen demnach allen Anforderungen, die die Mechanik an druckfeste Constructionen stellt¹⁾, und zwar übertreffen sie in ihrem mechanischen Effect die einzelnen Strebezellen (von *Hakea*, *Restio*) etwa um ebensoviel, wie die I-träger biegefestiger Organe die einfachen beiderseitigen Bastgurtungen an mechanischer Leistungsfähigkeit in Bezug auf Biegefestigkeit übertreffen —, denn es leuchtet ein, dass eine Decke, auf der ein grosser Druck lastet, besser durch Wände als durch Säulen gestützt wird. In untergeordneter Weise werden freilich auch diese Strebewände, da ihre einzelnen Elemente auch in der Längsrichtung des Organs mit einander in Verbindung stehen, die Biegefestigkeit erhöhen, aber dies ist offenbar nicht ihr Hauptzweck, der entschieden in ihrer Function als auf Druck construirter Gewebeteile zu suchen ist. Absolut gleichgiltig für die Biegefestigkeit sind jedoch die einzelnen Strebezellen, deren ausschliessliche Function als druckfeste Organe auf der Hand liegt.

Welchen Druck nun sollen diese Strebewände und Strebezellen, ohne einzuknicken oder seitlich auszubiegen, aushalten, und warum finden sich gerade in dem Randgewebe diese Constructionen? Ich glaube eine ausreichende Erklärung dafür in der Annahme zu finden, dass diese Einrichtungen dem Contractionsbestreben der zarteren Gewebe, wie es beim Austrocknen sicher hervortreten wird, entgegenwirken sollen. Die Kingien bewohnen Gegenden des an und für sich trocknen australischen Continents, die als ganz besonders trocken zu bezeichnen sind. Am King George's Sound und Swan River ist die Menge der jährlichen Niederschläge eine äusserst geringe. Unter diesen ungünstigen Verhältnissen muss namentlich das weiche, aus relativ dünnwandigen Zellen bestehende Assimilationsgewebe der Pflanzen, wenn es nicht geschützt ist, leiden. Von Aussen nach Innen vertrocknen die Zellen, die Epidermis zieht sich zusammen, und indem sich der

¹⁾ Schwendener, a. a. O. S. 22.

Querschnitt verringert, werden die Zellen des weichen Chlorophyllgewebes verbogen, verzerrt, zerrissen, so dass ein Wiederaufleben, etwa bei neu zutretender Feuchtigkeit, unmöglich wird. Dem wirken diese festen Strebewände und Strebezellen im Verein mit dem subepidermalen Bastbeleg entgegen. Die durch letzteren versteifte Epidermis kann, da sich ihr die am Mark fest eingefügten Strebepfeiler entgegenstemmen, trotzdem sie mit dem ganzen Druck einer sich durch Austrocknen zusammen ziehenden Membran auf alle darunter liegenden Gewebe wirkt, diese nicht drücken oder quetschen, und das in den Kammern eingeschlossene Pallisadengewebe bleibt daher völlig intact. Da der Querschnitt des Blattes im ausgetrockneten Zustande fast genau derselbe ist wie im frischen, so können Zerreißen oder Verbiegungen einzelner Chlorophyllzellen nicht wohl eintreten, und wenn von Neuem Regen fällt und das Blatt wieder Feuchtigkeit zugeleitet erhält, so werden die grünen Zellen ungestört weiter functioniren.

Man sieht also, dass den beiden Bedürfnissen der Biegungsfestigkeit und Druckfestigkeit in der Construction des Blattes Genüge geleistet ist. Die I-Träger im Innern stellen die Biegungsfestigkeit her, und die Strebewände in den Randpartieen sind auf Druckfestigkeit construirt und dienen dieser Function durch ihre Lage und Anordnung aufs beste.

Aber noch einen anderen Zweck erfüllt diese Kammerbildung. Es schliessen nämlich die Wände dieser Kammern bestimmte Partieen des Pallisadengewebes von anderen daneben liegenden ab; sodass, wenn etwa in einer dieser Abteilungen das Plasma oder Chlorophyll der Zellen durch gleichviel welche störenden Einflüsse, etwa Austrocknen, zerstört und zu Grunde gegangen ist, die Nachbarpartieen nicht in Mitleidenschaft gezogen werden können, während auf der anderen Seite die Rohnährstoffe ihnen, unbehindert durch die gegenseitige Abschliessung, durch das Mark zugeleitet werden können. Thatsächlich findet man denn auch, selbst bei Herbarmaterial, neben scheinbar völlig abgestorbenen und braunen Kammern solche, bei denen das Chlorophyll noch gut erhalten ist. Derartige Kammerbildungen sind nichts seltenes, sie finden sich jedoch meist in regelmässigerer, aber für die soeben besprochenen Verhältnisse weniger vorteilhafter Form als bei *Kingia*, auch werden sie nie, wie hier von Complexen radial gestreckter Zellen auf beiden Seiten begrenzt, sondern die Kammerwände, z. B. bei *Xanthorrhoea hostile* Sm., bestehen aus T-Trägern, deren Zellen in der Längsrichtung des Organs gestreckt sind. Daher finden sich hier nur soviel durch die ganze Länge des Organs verlaufende Kammern als T-Träger vorhanden sind. Die Kammern werden zu langen Längsrinnen, und die Vorteile einer gegenseitigen Abschliessung kleiner Gewebepartieen gehen bis auf einen unbedeutenden Rest verloren. Die T-Träger von *Xanthorrhoea* grenzen mit ihrer schmalen

Basis an das feste kollenchymatisch verdickte Mark mit ihrer breiten Spitze an die Epidermis. Sie dienen, wie schon aus ihrer Längsstreckung ersichtlich, sehr wesentlich zur Herstellung der nötigen Biegungsfestigkeit der ebenfalls sehr langen Blattorgane — da hier im Innern keine L-Träger, sondern nur kleine Bastbelege an den zerstreuten Gefässbündeln anzutreffen sind —, wenschon auch ausserdem ihr Wert für die Druckfestigkeit der Randpartieen nicht zu verkennen ist.

Eine Fächerung, wie die soeben bei *Xanthorrhoea* beschriebene, trifft man, wie gesagt, auch anderwärts an¹⁾. Sie ist z. B. bei den Gräsern eine gar nicht seltene Erscheinung. Bei den Pflanzen jedoch mit einzelnen Strebezellen findet eine derartige echte Kammerung nicht statt, sie entbehren daher auch der oben erörterten Vorteile.

Das in den Kammern eingeschlossene Pallisadengewebe zeigt ebenfalls eine Reihe von Eigentümlichkeiten. Die Zellen, in Länge und Breite sehr variabel (die Mittelwerte sind für die Länge 70 Mikrom., für die Breite 25 Mikrom.), sind sehr ungleich in ihrer Wanddicke. Man begegnet sehr dünnwandigen Zellen neben beträchtlich dickwandigen. Ihre Membran ist entweder gleichmässig dick und gewellt, dann greifen die Wellungen zweier neben einander liegender Pallisaden in einander, oder sie ist ungleich verdickt, dann finden sich Höckerbildungen (Fig. 1h), und die Zellen greifen weniger regelmässig ineinander. Diese Höckerbildungen an den Pallisaden, die sich besonders an den inneren Zellreihen reichlich entwickelt finden, aber auch den äusseren nicht fehlen, sind an den Zellen in zwei oder drei Längsreihen angeordnet, die zwar bisweilen nicht ganz genau der Richtung der Längsaxe der Zelle folgen, aber selten wesentlich davon abweichen: Verhältnisse, die sich an durch Maceration isolirten Zellen durch Drehen derselben auf dem Objectträger besonders leicht constatiren lassen. Ihre Zahl ist variabel und richtet sich nach der Länge der Zelle; als Durchschnitt fallen auf eine Reihe vier, so dass diesen Fall angenommen die cylindrische Zelle mit 12 (oder bei zwei Reihen 8) Höckern versehen ist. Von diesen drei Höckerreihen, die übrigens nicht in gleichen Abständen um den Mantel der Zelle verteilt sind, sieht man auf dünnen Querschnitten natürlich nur zwei; ist der Schnitt dagegen dicker, so erblickt man bei einer etwas tieferen Einstellung noch deutlich die dritte Reihe (wie an zwei Zellen der Fig. 1 zu sehen); liegt diese jedoch auf der abgekehrten Seite, so werden die Höcker in ihrer Flächenansicht als eine Reihe undeutlich umschriebener Kreise sichtbar (Fig. 1b). Die höckerförmigen Erhebungen nun passen entweder in die Thäler zwischen zwei Höckern der Nachbarzellen, oder sie ragen frei in den Intercellularraum hinein. Aber auch für den Fall, dass sie in die Thäler passen, berühren sich doch die Nachbarzellen fast nie, so dass eine seitliche Verwachsung nicht stattfindet,

¹⁾ vergl. Schwendener, a. a. O. Taf. IV. 8. VI. 2. 7. IX. 7. 8. X. 11.

welche Verwachsung meist nur zwischen Zellen, deren Wandung gewellt ist, aufzufinden ist. Doch auch hier sind hin und wieder Intercellularräume zwischen den Zellwänden sichtbar (dieselben sind in Fig. 1 schwarz gezeichnet), und trennen sich die einzelnen Elemente des Pallisadenparenchyms, wenn man es mit Schulze'scher Macerationsflüssigkeit behandelt, ungemein leicht von einander. In den oberen Reihen dieses Gewebes beobachtet man auch bisweilen Zellen, um welche gürtelförmige Durchlüftungskanäle herum laufen; diese Zellen — in Fig. 1gr etwas übertrieben dargestellt — zeigen Wandungen, die im Querschnitt das Bild eines Rosenkranzes darbieten. Zwischen je zwei „Gürtelcanälen“ sind die Membranen der Nachbarzellen verwachsen, während sie zur Bildung der ringförmig um die Zelle laufenden Canäle von einander weichen. Die in den Erweiterungen schwarz gezeichneten Ovale sind die Querschnitte dieser Gürtelcanäle. Die dickwandigeren der Pallisaden stehen oft durch Poren mit einander in Verbindung, die in ihrer Lage bei den Zellen mit gewellten Membranen die Wellenthäler und Wellenberge zu bevorzugen scheinen (Fig. 1d). Wie aus Obigem ersichtlich, ist das Durchlüftungssystem bei *Kingia* ein ebenso mannichfaltiges, wie reiches.

Das Hautgewebe (Fig. 1e) schliesslich besteht aus einer Reihe farbloser Zellen, deren Aussenwände nicht erheblich cuticularisirt, und deren Seitenwände häufig durch Poren unterbrochen sind. Es ist versteift durch eine Reihe Bastzellen (Fig. 1s).

Ueber jeder Kammer liegen eine oder mehrere Spaltöffnungen, deren Spalte, wie es ja bei Monokotylen so häufig der Fall ist, in der Richtung der Längsaxe des Blattes gestreckt ist. An der Gelenkstelle (Fig. 1g), dort wo die Spaltöffnung mit der oberen Epidermis der Nebenzellen in Verbindung steht, ist die Membran der Epidermiszellen erheblich dünnwandiger. Meist sind die Schliesszellen ein wenig unter das Niveau der äusseren Epidermis eingesenkt. Die äussere Cuticularleiste ist stark entwickelt, erheblich cuticularisirt, und hebt sich scharf gegen den übrigen Teil der Schliesszelle ab. Das Lumen der letzteren ist spaltenförmig. Auf der inneren Seite steht die Spaltöffnung durch Ausläufer der subepidermalen Bastzellen oder der sogleich zu besprechenden Schutzzellen mit jenen in fester Verbindung.

Die unter der Spaltöffnung liegende Athemhöhle ist klein, bietet aber in ihrem Bau eine bemerkenswerte Eigentümlichkeit. Sie ist nämlich durch eine vielfach gewundene Zelle nach unten gegen das Pallisadengewebe verschlossen (Fig. 1sch). Die Zelle, die ich zunächst mit demselben Namen belegen will, mit dem Pfitzer die Schutzeinrichtungen bei *Elegia nuda* (Rottb.) Kth. belegt¹⁾, diese „Schutzzelle“ besitzt etwa die Form des vielfach gebogenen Rhizoms von *Smilax China* L., d. h. sie ist unförmlich, an vielen Stellen wulstig

¹⁾ Das Hautgewebe der Restionaceen. Pringsh. Jahrb. VII. S. 577.

aufgetrieben, mit zahlreichen, oft sehr langen Höckern besetzt und mit rundlichen Emergenzen versehen (Fig. 5 und 6), übrigens in ihrer Gestalt sehr veränderlich, bald in den allgemeinen Umrissen langgestreckt, bald elliptisch, bald oval: nie geben zwei dieser durch Maceration isolirten Zellen dasselbe Bild. So ist es auch mit dem Querschnitt (Fig. 1sch Fig. 4). Ist derselbe sehr dünn, so erblickt man auf dem Boden der Athemhöhle eine Anzahl rundlicher oder mannichfach verbogener, anscheinend isolirter Zellen, die ein Lumen nicht erkennen lassen, und von denen einzelne am Rande mit dem subepidermalen Bastbeleg in Verbindung stehen; ist der Schnitt jedoch etwas dicker, so bemerkt man, dass diese Zellen nur Teile einer einzigen grossen, vielfach gewundenen Zelle sind, denn man sieht bei verschiedenen hohen Einstellungen deutlich, wie diese Wülste mit einander in Verbindung stehen, und dass das Ganze zu beiden Seiten an die Bastschicht unter der Epidermis angewachsen ist, diese also durch die Athemhöhle nicht unterbrochen wird. Ebenso, ja noch weit mannichfaltiger, als die Bilder sind, welche die isolirten Schutzzellen gewähren, sind die, welche man auf solchen Querschnitten erhält. Bald erblickt man (anscheinend) einige wenige grosse Zellen und bei tieferer Einstellung dahinter eine Menge kleiner, bald erstreckt sich eine grosse S-förmig gewundene Zelle durch die in solchem Falle erheblich vertiefte Athemhöhle, bald scheint eine Anzahl kleiner Zellen um eine grössere gedrängt, aber dennoch frei in der Höhle zu liegen — kurz die Mannichfaltigkeit ist eine unendliche, immer jedoch erkennt man deutlich, dass zwischen den Protuberanzen hindurch Verbindungscanäle laufen, welche die Athemhöhle mit dem Durchlüftungssystem des Assimilationsgewebes in Verbindung setzen. Dass dies thatsächlich der Fall ist, lehrt ein tangentialer Flächenschnitt durch die Athemhöhle. Ist derselbe hoch geführt, durchschneidet er also die Athemhöhle nicht weit unter dem Schliesszellenpaar der Spaltöffnung (wie Fig. 3 zeigt, welche den oberen Teil der Athemhöhle von Innen gesehen darstellt), so wird die allseitige Anwachsung der Schutzzelle an die die Athemhöhle umgebenden Bastzellen, sowie bei tieferer Einstellung die Ueberwölbung der Athemhöhle durch die Fortsätze der subepidermalen Bastzellen, welche die Spaltöffnungen tragen, klar. Geht der Schnitt jedoch durch den unteren Teil der Athemhöhle, schneidet er also nicht nur die äussersten hervorragenden Köpfe der Schutzzellen, sondern diese selbst, so ist der ganze Raum der Athemhöhle von rundlichen, entweder anscheinend isolirten, oder mit einander durch Fortsätze in Verbindung stehenden Zellen angefüllt, zwischen denen mehr oder weniger grosse Zwischenräume liegen. Hier tritt also noch klarer als auf dem Querschnitt die Communication der Athemhöhle mit dem Durchlüftungssystem der Pallisaden hervor. Der Verschluss, den diese Schutzzellen hier hervorbringen, ist also kein fester, er ist vielmehr etwa mit einem Verschlusse

vergleichbar, den ein auf eine Oeffnung gewälzter Stein von sehr unregelmässiger Gestalt bewirkt: er verschliesst wohl die Oeffnung und erschwert die Communication, hebt sie jedoch nicht auf, zwischen den Protuberanzen können die Gase frei circuliren. Der Zweck dieser Verschlusseinrichtung liegt in einer Erschwerung der Exhalation von Wasserdampf, als Schutz gegen zu grosse Verdunstung des Assimilationsgewebes. Fragen wir nun, was diese abnorme Einrichtung gerade hier soll, und warum sie nicht auch anderwärts auftritt, so giebt uns der Wohn- und Standort darauf die Antwort. Wie schon oben erwähnt, bewohnen die Kingien den trocknen Südwesten Australiens, wo einen grossen Teil des Jahres ein Südostpassat herrschend ist, der, nachdem er an den Gebirgen der Ostküste seine Feuchtigkeit verloren und über weite, von der Sonne durchwärmte, wüste Ebenen streichend, sich erheblich erhitzt hat, nicht wenig dazu beiträgt, das Klima zu einem trocknen zu machen.¹⁾ Zudem aber kommen diese Pflanzen vornehmlich an dürrer, steinigen Orten vor. So fand Preiss *Kingia australis* R.Br. bei Perth „in arenosis“²⁾ und *Kingia argentea* Preiss „in glareoso-lapidosis“, Vegetationsbedingungen, aus denen man leicht die Notwendigkeit besonderer Schutzeinrichtungen gegen zu starke Verdunstung ableiten kann. Wenn man ferner bedenkt, dass die Spaltöffnungen oberflächlich liegen und selbst keine Schutzeinrichtungen, wie etwa Vertiefung oder emporgezogene Cuticularleisten, besitzen, auch das Durchlüftungssystem ein sehr mannichfaltiges und reich entwickeltes ist, so wird es vollends verständlich, warum hier an der Atemhöhle eine Verschlusseinrichtung angebracht ist, welche die Nachteile, die ein grosses Durchlüftungssystem und in der Höhe der Epidermis liegende Stomata für eine unter so ungünstigen Verhältnissen lebende Pflanze haben müsste, nahezu eliminiert.

Wie mannichfaltig jedoch die Mittel sind, deren sich die Natur bedient, um einen und denselben Zweck zu erreichen, lehrt ein vergleichender Blick auf die der *Kingia* nahestehende *Xanthorrhoea*, welche, mit ersterer im Südwesten vergesellschaftet ihren Verbreitungsbezirk jedoch bis an die Nordostküste ausdehnt, ebenfalls „in arenosis“³⁾ noch wohl gedeiht und oft auf felsigen Sandsteinbergen angetroffen wird⁴⁾, wenn schon sie im Allgemeinen der Trockenheit nicht so ausgesetzt zu sein scheint wie *Kingia*.⁵⁾ Auch hier bei *Xanthorrhoea hostile* finden sich Kammern und in der Höhe der Epidermis liegende Stomata mit etwas emporgezogener Cuticularleiste, aber das Assimilationsgewebe besteht

¹⁾ Petermanns geograph. Mitteil. 1864 S. 296.

²⁾ Lehmann, Plantae Preissianae II. 52.

³⁾ Plantae Preissianae II. 39.

⁴⁾ Leichhardt, Tagebuch einer Landreise in Australien etc. S. 129.

⁵⁾ Auch *Xanthorrhoea* fiel schon den ersten Reisenden in Australien auf, und findet sich in der Reisebeschreibung Phillips's (in Forsters Magazin I. p. 100) auf einem Landschaftsbilde eine *Xanthorrhoea* abgebildet.

aus viel fester an einander gelagerten Zellen, und die Epidermis wird von Zellen gebildet, die einseitig nach Aussen so stark verdickt sind, dass ihr Lumen verschwindend klein dagegen erscheint. Ueber diese dickwandigen Epidermiszellen breitet sich als weiterer Schutz eine starke Cuticula. Die Kammern sind hier Längsrinnen, die continuirlich durch die ganze Länge des Blattes verlaufen und werden, wie schon erwähnt, von je zwei T-Trägern, deren Zellen in der Richtung der Längsaxe des Blattes gestreckt sind, gebildet. Diese zur Herstellung der nötigen Biegefestigkeit dienenden T-Träger der Randpartie reichen jedoch nicht beiderseits an die Atemhöhlen hinan, sondern machen über den, mit Assimilationsgewebe erfüllten Längsrinnen einer subepidermalen Zellschicht Platz, die den tangentialen Verband zwischen den T-Trägern herstellt, und deren Zellen im Bau wesentlich von denen abweichen, welche die T-Träger zusammensetzen. Dieselben sind nämlich nur wenig in der Längsrichtung gestreckt, zeigen keine zugespitzten Enden, sondern sind meist parallelepiped und unterscheiden sich auch noch dadurch sofort sehr scharf von den Stereiden der T-Träger, dass sie mit vielen und grossen Poren versehen sind, die zwar den Zellen der Träger nicht ganz fehlen, aber hier doch lange nicht so entwickelt sind, wie bei diesen Versteifungselementen. Sie besitzen ausserdem ein relativ grosses Lumen. Die die kleine Atemhöhle begrenzenden Bastzellen entsenden nun meist schräg nach unten gerichtete breite wulstige Fortsätze in die Atemhöhle, die sich jedoch dem Anscheine nach nie verzweigen oder in der bei den Schutzzellen der *Kingia* beschriebenen Weise mannichfach verbiegen, sondern die wie Zapfen in den Hohlraum hineinragen und die Atemhöhle nach unten zwar nicht verschliessen, aber doch verengern und die Communication derselben mit dem Durchlüftungssystem der Pallisaden erschweren. Ihre Anordnung ist dabei eine durchaus unregelmässige; bald sendet diese, bald jene Begrenzungszelle einen Fortsatz in die Atemhöhle, und die im Flächenschnitt sichtbar werdenden Hohlräume zwischen den Zapfen sind höchst unregelmässig umschrieben. Die Querschnittsansicht dieses Schutzapparates der Atemhöhle ist insofern der von *Kingia* ähnlich als auch hier eine Anzahl scheinbar isolirter Zellen auf dem Boden der Atemhöhle zu liegen scheint; aber an glücklich geführten Schnitten sieht man sofort den Unterschied. Man erblickt in solchen Fällen zu beiden Seiten des oberen Theiles der Atemhöhle zwei mechanische Zellen, die der subepidermalen Versteifungsröhre angehörend, sich nach unten verlängern und scharf gegen die mittleren, scheinbar ganz frei liegenden rundlichen Zellen abgrenzen, ohne mit ihnen in Verbindung zu treten. Diese letzteren sind nun augenscheinlich die quer durchschnittenen Spitzen der von hinten in die Atemhöhle eindringenden Fortsätze anderer Zellen des Bastbelegs, die einer tiefer liegenden Schicht angehören. So wulstig verbogene vielköpfige Zellen, wie sie

schon der Querschnitt bei *Kingia* zeigt, habe ich hier niemals bemerkt. Dennoch glaubte ich anfangs, dass auch dort der Verschlussapparat aus Fortsätzen der die Atemhöhle umgebenden Bastzellen gebildet würde, die sich nur ungleich mehr verbogen und verzweigt und durch einander geschlungen hätten; die durch Maceration frei gelegten, beim Rollen auf dem Objectträger in ihren Conturen deutlich zu verfolgenden Schutzzellen belehrten mich jedoch eines Besseren und zeigten, dass hier wirkliche Schutzzellen vorlagen, die an allen Seiten mit dem subepidermalen Bastbeleg durch Fortsätze in Verbindung stehen, welches Ergebnis dadurch eine weitere Stütze erhielt, dass erstlich mehrmals an isolirten Pallisaden noch oben eine Schutzzelle aufsass, und dass die an den isolirten Schutzzellen wie an dem Verschlussapparat im Blattquerschnitt vorgenommenen Messungen — soweit dies bei einem so unregelmässigen Object möglich — übereinstimmten. Die Entstehung dieser Schutzzellen, die über vielerlei Aufschluss geben wird, was jetzt noch unentschieden gelassen werden muss, hätte ich gern verfolgt, doch war es mir nicht möglich Material zu einer entwicklungsgeschichtlichen Untersuchung zu erhalten, da die einzige im Berliner Botanischen Garten vorhandene lebende *Kingiapflanze* in einem noch so zarten Entwicklungsstadium ist, dass man, ohne ihr Leben zu gefährden, nichts davon abschneiden konnte. Ich hoffe jedoch später darauf zurückkommen zu können.

Aehnliche Schutzrichtungen wie hier bei *Kingia* und *Xanthorrhoea* sind mir nicht bekannt, doch fand Pfitzer¹⁾ bei *Elegia nuda* und einer Anzahl anderer Restionaceen eine Schutzvorrichtung an der Atemhöhle, die entschieden einen noch weit höheren Effect erzielt, da bei den genannten Pflanzen cuticularisirte Zellen die Atemhöhle auskleiden. Auch er hat für diese Pflanzen nachgewiesen, dass sie an trocknen Standorten vorzukommen pflegen —

In allen Teilen des Blattes der *Kingia* sehen wir eine sehr charakteristisch hervortretende Harmonie zwischen Bau und Function. Das mechanische System im Innern entspricht den hohen Anforderungen der Biegungsfestigkeit, das äussere System der Strebewände genügt der doppelten Function, dem Druck der Epidermis entgegen zu wirken und die Pallisaden zu schützen und in einzelne Kammern abzuschliessen. Die Gefässbündel sind in der neutralen Faserschicht, wo weder Druck noch Zug stattfindet, angeordnet. Sie und das Assimilationsgewebe in den Randpartien, beide ernährungsphysiologischen Zwecken dienend, sind demnach trefflich geschützt. Der subepidermale Bastbeleg, der nicht einmal an der Atemhöhle erheblich unterbrochen ist, dient zur Versteifung der Epidermis und trägt zugleich durch die continuirliche Verbindung seiner Zellen in longitudinaler und tangentialer Richtung, untergeordnet auch zur Erhöhung der Biegungsfestig-

¹⁾ a. a. O. S. 577 Taf. XXXVII Fig. 7. 11.

16 A. Tschirch: Der anatomische Bau des Blattes von *Kingia australis* R.Br.

keit bei. Die Pallisaden erleichtern, da sie relativ dickwandig, durch Porenbildung den Säfteaustausch, während ihre Höckerbildungen ein reiches Durchlüftungssystem hervorrufen. Der Spaltöffnungsapparat endlich mit seinen Schutzzellen auf dem Boden der Atemhöhlen hindert durch diese Schutzeinrichtung, der Trockenheit von Klima und Standort entsprechend, die zu rasche Verdunstung des Wassers in den Blattorganen.

Vorstehende Arbeit wurde in dem, unter der Leitung des Herrn Professor Schwendener stehenden Botanischen Institute vorgenommen.

Erklärung der Tafel.

Kingia australis R.Br.

Fig. 1. Querschnitt durch eine Kammer der Randpartie des Blattes; a Atemhöhle, g Gelenk, sch Schutzzelle, s subepidermaler Bastbeleg, e Epidermis, gr Gürtelpallisaden, st Strebewand (Profilansicht), h Höckerpallisaden, b Höcker von der Fläche gesehen, d Poren (800).

Fig. 2. Schematischer Blattquerschnitt; sp Spaltöffnungen, w I-träger, st Strebewände, m Mark, gf Gefässbündel, p Pallisaden (150).

Fig. 3. Atemhöhle, oberer Teil von innen gesehen (900).

Fig. 4. Schutzzelle, Querschnitt (800).

Fig. 5 u. 6. Schutzzellen durch Maceration isolirt (600).

NB. Die Pallisaden sind der Deutlichkeit wegen inhaltslos, die Strebewandzellen mit Schattirung dargestellt.

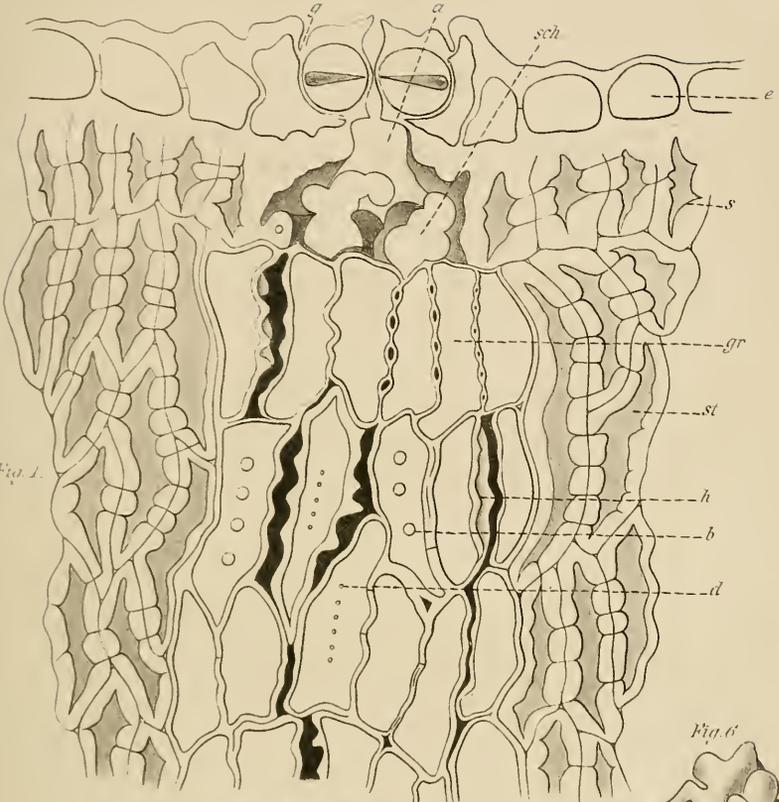


Fig. 1.

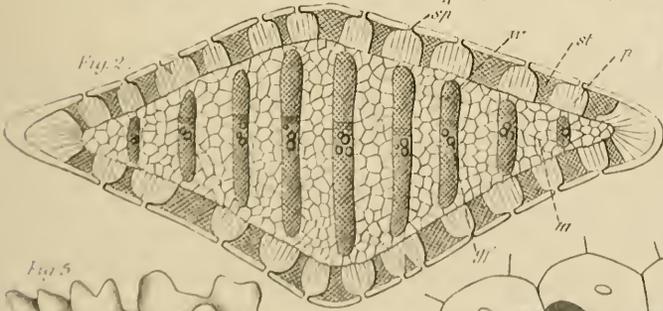


Fig. 2.



Fig. 6.

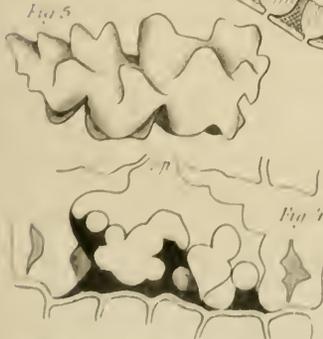


Fig. 5.

Fig. 7.

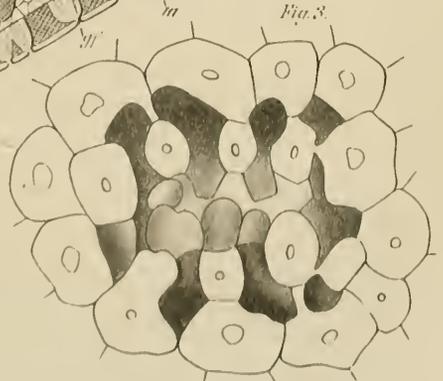


Fig. 3.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des Botanischen Vereins Berlin Brandenburg](#)

Jahr/Year: 1882

Band/Volume: [23](#)

Autor(en)/Author(s): Tschirch Alexander

Artikel/Article: [Der anatomische Bau des Blattes von Kingia australis R.Br. 1-16](#)