

Beitrag zur Anatomie der Ficus-Blätter.

Von

Professor Dr. **M. Möbius.**

Mit Tafel II und III.

Die Beobachtungen, welche ich bei einer gelegentlichen anatomischen Untersuchung des Blattes von *Ficus neriifolia* machte, veranlaßten mich, einerseits den Bau dieses Blattes auch entwicklungsgeschichtlich genauer zu untersuchen, besonders hinsichtlich der „Grübchen“ und der Cystolithen, andererseits auch die anderen *Ficus*-Arten, von denen mir frisches Material zur Verfügung stand, zur Vergleichung heranzuziehen. Obgleich nun sowohl die Grübchen als auch die Cystolithen schon mehrfach untersucht worden sind, so ist die Mitteilung meiner Beobachtungen vielleicht doch nicht überflüssig und kann als Vorarbeit zu einer vergleichenden Anatomie des Blattes in der Gattung *Ficus*, von der es circa 600 Arten giebt, angesehen werden, falls jemand diese Arbeit unternehmen will.

Bei der äußeren Betrachtung des Blattes von *F. neriifolia*, das, wie der Name sagt, in seiner Gestalt dem des Oleander sehr ähnlich ist, fallen uns sofort die hellen Punkte auf, welche ungefähr in zwei dem Blattrand genäherten und ihm parallel verlaufenden Reihen liegen. Weil diese Punkte etwas vertiefte Stellen der Blattoberseite bilden, hat sie De Bary Grübchen genannt, er giebt sie außer für die genannte Art auch für *F. diversifolia*, *Porteana*, *eriobotryoides*, *leucosticta* u. a. an (vergl. Anatomie p. 57). An einer anderen Stelle (l. c. p. 392) sagt er, daß er die Grübchen von *F. neriifolia* und *diversifolia* anatomisch untersucht hat, constatirt aber nur, daß hier unter der mit Wasserspalten versehenen Epidermis eine scheibenförmige Epithemgruppe liegt. Betrachtet man das Blatt mit der Loupe, so

sieht man, wie die von den größeren Maschen der Blattnervatur sich abzweigenden feineren Nerven in den Grübchen zusammenlaufen. (Taf. II., Fig. 14.) Ein Querschnitt durch das Blatt an dieser Stelle zeigt, daß das Pallisadenparenchym durch ein Gewebe aus kleinen, farblosen, unregelmäßig gestalteten und viele Intercellulare zwischen sich lassenden Zellen unterbrochen wird und daß die sich pinselförmig auflösenden Gefäßbündelendigungen als kurze Tracheidenglieder in das eigentliche Epithemgewebe auslaufen. Ferner zeichnet sich die Epidermis an dieser Stelle durch kleinere Zellen und den Besitz von Spaltöffnungen, die sonst auf der Oberseite fehlen, aus. (Taf. II, Fig. 4.) Obgleich es mir nicht gelungen ist, jemals Tropfenausscheidungen an dem Blatte von *F. veriifolia* zu beobachten, auch nicht, als ich einen abgeschnittenen und in Wasser gestellten Sproß unter einer Glasglocke mehrere Wochen lang darauf hin prüfte, so dürfte doch kaum daran zu zweifeln sein, daß die Grübchen als wasserausscheidende Organe zu betrachten sind. Haberlandt¹⁾ hat nämlich an einem nicht näher bestimmten *Ficus*-Exemplar im Buitenzorger Garten an jedem Morgen die Blätter mit großen Wassertropfen über den Hydathoden bedeckt gefunden. Es ist dies freilich auch der einzige mir bekannte Fall einer solchen direkten Beobachtung, denn von *F. elastica*, dessen Hydathoden er genauer beschrieben und abgebildet hat, berichtet er nicht, die Tropfenausscheidung gesehen zu haben. Auch möchte ich darauf aufmerksam machen, daß Volkens²⁾ die Funktion, Wasser auszuschcheiden, an den ganz ähnlich gebauten Organen des Blattes von *Urtica*, einer mit *Ficus* nahe verwandten Gattung, nur aus ihrem Bau schließt, die Wasserausscheidung aber nicht wie bei den meisten anderen von ihm untersuchten Pflanzen gesehen hat. Übrigens haben die Epitheme bei diesen letzteren auch einen wesentlich anderen Bau: bei *Fuchsia spec.*, *Oenothera biennis*, *Linaria cymbalaria* sind die Epithemzellen senkrecht zur Oberfläche gestreckt, ziemlich lückenlos verbunden und lassen einen großen, der Atemhöhle entsprechenden Raum unter den Spaltöffnungen frei; bei *Calla* bilden die Epithemzellen zwar „ein Schwammgewebe“, aber dessen große und zahlreiche Inter-

1) Wiener Sitzungsberichte 1895. Bd. 104. Abth. I, p. 69.

2) Jahrb. des botan. Gartens in Berlin II, p. 205.

cellularen sind, „solange ein Blatt nicht welk erscheint, stets mit Wasser gefüllt“. Offenbar entspricht der Bau dieser Hydathoden viel mehr dem, wie wir ihn der Funktion nach erwarten dürfen, und der sonderbare Bau derer von *Ficus* und *Urtica* ist möglicherweise daraus zu erklären, daß die betreffenden Stellen des Blattes ursprünglich eine andere Funktion besessen haben, zu welcher Vermutung besonders die unten zu beschreibende Entwicklungsgeschichte führt. Erwähnen will ich nur noch die Beobachtung, daß sich in den Grübchen des Blattes von *F. nerii-folia* oft Pilzsporen ansammeln und teilweise zur Keimung gelangen.

Was nun die Anatomie des Blattes im Übrigen anbetrifft (vergl. Taf. II, Fig. 5), so finden wir die Epidermis auf beiden Seiten einschichtig, unter der oberen eine Schicht langer, schmaler Pallisadenzellen, unter diesen eine Schicht, deren Zellen zwar noch senkrecht zur Oberfläche gestreckt, aber kürzer und lockerer verbunden sind, so daß hier der Übergang in das lockere Schwammgewebe der Mitte des Blattes stattfindet, während nach der Unterseite zu die Zellen wieder mehr ein Pallisadenparenchym darstellen; nur über den Spaltöffnungen geht das Schwammparenchym bis an die Epidermis. Die kleineren Gefäßbündel durchziehen das Blatt in ungefähr gleichem Abstände von der oberen und unteren Epidermis. In den stärkeren Nerven ist der Bau des Mesophylls so modificiert, wie man dies gewöhnlich findet: die Pallisadenzellen fehlen und die Parenchymzellen werden oben und unten collenchymatisch. In der Mittelrippe sind die Gefäßbündel in einen nach oben offenen Bogen vereinigt, über dem eine kleine Gruppe umgekehrt orientierter Bündel liegt.¹⁾ Von besonderen Gewebeelementen sind noch die Milchsaftgefäße²⁾ und einzelne Zellen mit Kalkoxalatdrusen im Mesophyll zu erwähnen. Etwas nähere Betrachtung verdient noch die Epidermis, besonders wegen der Spaltöffnungen und der Cystolithen. Ihre Zellen sind auf beiden Seiten polygonal. Auf der Unterseite stehen die Spaltöffnungen in unregel-

¹⁾ Vergl. Marcatili, Sui fasci midollari fogliari dei Ficus. Malpighia III, 1889, p. 129—133.

²⁾ Vergl. Pirota et Marcatili, Sui rapporti tra i vasi laticiferi ed il sistema assimilatore nelle piante. (Annuario dell' Istituto botanico di Roma vol. II. Roma 1885.)

mäßiger Verteilung. Auf der Oberseite kommen nur in den Grübchen Spaltöffnungen vor: jedes Grübchen, dessen Epidermiszellen kleiner sind als die an den übrigen Stellen, mag mit circa 20 Spaltöffnungen versehen sein. Den Unterschied in der Gestalt der Schließzellen bei den oberen und unteren Spaltöffnungen erläutern am besten die Figuren 10 und 11 (Taf. II), die bei gleicher Vergrößerung gezeichnet sind. Es fällt besonders auf, daß das Lumen bei den Wasserspalten im Querschnitt rundlich, bei den Luftspalten im Querschnitt dreieckig erscheint, die Membran also dort ringsum ziemlich gleichmäßig verdickt, hier mit den charakteristischen Verdickungsleisten oben und unten an der dem Spalt zugekehrten Seite versehen ist. Auch die Cuticularvorsprünge treten bei den Luftspalten viel mehr hervor. Von der Fläche betrachtet, bildet bei den Wasserspalten das Schließzellenpaar ziemlich einen Kreis, bei den Luftspalten eine Ellipse. In der Gestalt drückt sich die verschiedene Funktion aus: die Fähigkeit, den Spalt zu schließen und zu öffnen, kommt offenbar nur den Luftspalten zu, wie das ja allgemein angenommen wird. Dieselben können jedoch durch eine andere Einrichtung in ihrer Funktion behindert werden, nämlich durch den Verschluß der Atemhöhle und des Spaltes von den angrenzenden Parenchymzellen aus. Eine oder mehrere dieser Zellen wachsen in die Atemhöhle hinein und bekommen an der dem Spalte zugewendeten Seite der Membran eine eigentümliche Verdickung (Taf. II, Fig. 12). Bisweilen sieht man dieselbe sich gerade unter den Eingang des Spaltes legen, ihn verschließend. Ein solcher Verschluß, der aber nur bei einem Teile der Spaltöffnungen eintritt, ist bei lederigen Blättern immergrüner Pflanzen, wenn sie älter werden, nicht selten und zuerst wohl von Schwendener¹⁾ für *Prunus Lauvo-Cerasus* und *Camellia japonica* angegeben worden; eine besondere Verdickung der Membran findet aber dort bei den den Verschluß bildenden Zellen nicht statt.

Wir kommen nun zu den Cystolithen, die gerade bei dieser Art noch nicht untersucht worden zu sein scheinen. Vielleicht hat sie Schacht²⁾ beobachtet, da er angiebt, daß er mindestens

¹⁾ Monatsberichte der Berliner Akademie 1881, S. 861, Fig. 16 a.

²⁾ Abhandl. der Senckenberg. naturf. Gesellsch. Bd. I, p. 139.

30 *Ficus*- und *Urtica*-Arten auf Cystolithen untersucht habe, er beschreibt sie aber nicht. In den älteren Blättern findet man auf der Unterseite des Blattes, deren Epidermiszellen nur etwa halb so hoch sind als die auf der Oberseite, einzelne große blasenförmige Zellen, in denen je ein großer, die Blase fast ausfüllender, also auch annähernd kugeliges Cystolith auf kurzen starken Stiele sitzt. (Taf. II, Fig. 5.) Schichtung und radiale Streifung treten an demselben auch ohne Behandlung mit Säure meistens ziemlich deutlich hervor; die Oberfläche ist mehr unregelmäßig buckelig als regelmäßig warzig. Von der Fläche betrachtet ist die Cystolithenzelle an der Oberfläche etwas kleiner als die umgebenden Epidermiszellen, die sich schön sternförmig um sie angeordnet haben. (Taf. II, Fig. 6.) Schon mit der Loupe sind die Cystolithen der Unterseite deutlich zu erkennen, während man auf der Oberseite damit keine unterscheiden kann. Genauere Untersuchung zeigt, daß sie hier viel zahlreicher sind als unten, aber in unveränderten Epidermiszellen liegen, dieselben mehr oder weniger ausfüllend. Am besten zeigt uns ein Flächenschnitt (Taf. III, Fig. 1) die verschiedenen Formen der Cystolithen, die sich in ihrem Umriß gewöhnlich nach der Gestalt ihrer Zellen richten. Dabei sieht man auch, daß der Stiel nicht immer in der Mitte der Zelle ansitzt, sondern oft nach der einen Seite, ja bis auf eine Radialwand der Zelle verschoben ist. Bisweilen fehlt auch der Stiel und der Cystolith bildet eine große warzenförmige Verdickung der Radialwand und Fig. 9 (Taf. II) zeigt einen Fall, wo von der Grenz wand zweier Epidermiszellen in beide solche warzenförmige Cystolithen vorspringen. Im Allgemeinen sind die Cystolithen, auf dem Blattquerschnitt betrachtet, etwas von oben nach unten zusammengedrückt, kurzgestielt, mit Streifung und Schichtung versehen und reich an Kalk. Neben den ausgebildeten Cystolithen kommen auch solche vor, die auf den Stiel beschränkt sind oder, mit anderen Worten, nur aus knopfförmigen, meistens in der Mitte der Außenwand aufsitzenden Verdickungen bestehen. Ob diese, besonders in dem Flächenschnitt auffallenden Knöpfchen Rudimente wieder aufgelöster Cystolithen sind, oder nicht vielmehr sehr spät entstehende und nicht mehr zur vollen Entwicklung kommende, ist schwer zu sagen. Merkwürdigerweise nämlich werden die Cystolithen der Oberseite sehr spät angelegt,

wie uns die jetzt noch zu besprechende Entwicklungsgeschichte des Blattes zeigt; durch sie erfahren wir auch erst etwas über die Haare, denn die älteren Blätter scheinen ganz kahl zu sein.

Im März hat unser Stock im Warmhaus angefangen zu treiben. Fig. 1 (Taf. II) zeigt einen Querschnitt durch die Endknospe, nachdem sich schon mehrere Blätter entfaltet haben: der lange spitze Kegel ist unter der Mitte seiner Höhe durchgeschnitten und wir sehen zwei Laubblätter, a und b, in verschiedenen Entwicklungsstadien, von den Stipulargebilden eingeschlossen. Blatt a ist in Fig. 2 nochmals dargestellt. Auf der großen Mittelrippe ist ein vielzelliges Köpfchenhaar entwickelt, das den Raum zwischen den zusammengelegten Teilen der Blattspreite fast ausfüllt. Diese besitzt nur drei Mesophyllschichten, man sieht die Anlage der Gefäßbündel p, der Grübchen bei g, und einiger Köpfchenhaare, während noch keine Anlagen der Spaltöffnungen und Cystolithen bemerkbar sind. Die Entwicklung der Grübchen ist sehr eigentümlich. Sie geht aus von einer Epidermiszelle, die sich etwas vergrößert, nach außen vorwölbt und ihre Außenwand etwas verdickt (g). Diese Zelle vergrößert sich weiter, bildet eine kleine Papille nach außen und die ganze Membran verdickt sich, so daß die Außenwand dicker ist als die Wandung der in der Mittelrippe bereits deutlich hervortretenden Holzgefäße. Zugleich treten bereits Teilungen in den darunter liegenden Zellen als Anlage des Epithels auf. Fig. 3 zeigt die Grübchenanlage in dem älteren Blatte b: das „Grübchen“ bildet hier vielmehr einen Vorsprung des Blattes, durch die Verdickung des Mesophylls an dieser Stelle und die papillenförmige Initialzelle der Epidermis hervorgerufen. Auch sieht man, wie rechts und links von dieser Zelle Keulenhaare gebildet sind, die sich der, auch durch ihren körnigen Inhalt ausgezeichneten Papillenzelle zuneigen. Auf dem Flächenschnitt des jüngst entfalteten Blattes erkennen wir leicht die Grübchenanlagen an dem Kranz der Keulenhaare, deren Mittelpunkt die papillenförmige Epidermiszelle einnimmt. Um sie herum finden lebhaft Teilungen in den anderen Epidermiszellen statt, wodurch ein kleines Feld erzeugt wird, das sich am Rande, wo dann besonders die Teilungen stattfinden, vergrößert und so den anfänglich engen Kranz der Keulenhaare erweitert; Wasserspalten sind noch nicht angelegt. Bei einem älteren, 9 cm langen Blatte, an dem die Grübchen

als weiße Punkte bereits mit bloßem Auge erkennbar sind, findet man in der Mitte schon halbfertige Spaltöffnungen und am Rande die ersten Anlagen derselben, während auf der Unterseite schon viele Spaltöffnungen ausgebildet sind. Es verhält sich also das Blatt in dieser Beziehung anders als es nach Nestler¹⁾ die Regel ist, daß sich nämlich die Wasserspalten eher entwickeln als die Luftspalten. Die Ausbildung des Grübchens ist nun bald vollendet: die Spaltöffnungen werden ausgebildet, die Initialzelle ist von den anderen Epidermiszellen in ihrer Größe erreicht worden. Das umgebende Blattgewebe hat sich stärker entwickelt, so daß das Grübchen vertieft, also wirklich zum Grübchen wird, die Haare fallen ab und die Epithemzellen, die sich unterdessen durch Teilungen stark vermehrt haben, nehmen die unregelmäßige Gestalt an und bilden viele kleine Inter-cellullarräume.

Die Entwicklung der Cystolithen beginnt erst in den bereits entfaltetten Blättern. In dem zuletzt entfaltetten sind die betreffenden Epidermiszellen auf der Unterseite etwas größer als die anderen und zeigen eine warzenförmige Verdickung der Außenwand nach innen (Taf. II, Fig. 8), also keine so gleichmäßige Verdickung, wie sie als Anlage der Cystolithen von *F. elastica* durch De Barys Abbildung und Beschreibung bekannt ist, sondern so, wie es Schacht (l. c.) für *F. australis* beschreibt und abbildet. Dem Vorsprung der Membran nach innen entspricht ein kleinerer spitziger nach außen. Betrachtet man die Epidermis der Unterseite von der Fläche, so lassen sich auch hier schon einzelne Cystolithen-Anlagen erkennen, ihre Zellen sind durch die Größe und durch die kranzförmige Anordnung der anderen Zellen um sie herum ausgezeichnet. (Taf. II, Fig. 7.) Im Übrigen sind die Epidermiszellen von sehr ungleicher Größe und in lebhafter Teilung begriffen; einzelne Spaltöffnungen sind schon ausgebildet, die meisten erst angelegt, manche wohl noch nicht angelegt. Es scheint nämlich eine Eigentümlichkeit in der Entwicklung dieses Blattes zu sein, die verschiedenen Gewebe und Zellenformen ziemlich langsam und ungleichmäßig auszubilden. Selbst bei einem 9 cm langen Blatte, das also die halbe Länge der größten ausgewachsenen Blätter erreicht hat, sieht man auf

1) Nova Acta, Bd 64, p. 173.

der Epidermis der Unterseite nebeneinander die Spaltöffnungen in den verschiedensten Entwicklungsstufen: vollständig ausgebildete, ungeteilte Mutterzellen der Schließzellen und alle Zwischenstufen. (Taf. II, Fig. 13.) Die Cystolithenzellen der Unterseite haben bei einem solchen Blatte schon ihre definitive Größe erreicht, schon in einem jüngeren Blatte (von 5 cm Länge) ragen sie soweit in das Gewebe hinein, daß sie fast bis zur halben Höhe des Blattquerschnittes reichen und im Verhältnis zu dem umgebenden Mesophyll, das hier aus meistens vier Zellschichten besteht, größer erscheinen als im ausgebildeten Zustande, in dem sich das Mesophyll durch Teilung und Wachstum seiner Zellen bedeutend vermehrt hat. Die Cystolithen selbst wachsen viel langsamer: in dem Blatte von 5 cm Länge bestehen sie aus dem Stiel, auf dem sich einige Schichten des Kopfes aufgelagert haben, und in dem Blatt von 9 cm Länge sind sie noch nicht viel größer. Während dieser ganzen Entwicklung des Blattes ist nun von den Cystolithen der Oberseite noch keine Spur zu sehen; sie fangen wohl erst dann an sich zu bilden, wann das Treiben der Sprosse eingestellt wird; vielleicht sind auch äußere Umstände dabei von Einfluß. Bei wiederholten Prüfungen in den Monaten April, Mai und Juni konnte ich keine Cystolithen auf der Oberseite des Blattes finden, auch wenn dieses schon eine feste lederige Beschaffenheit hatte. Erst Ende Juni gelang es mir, sie in einem diesjährigen Blatte zu finden. Dasselbe war 17 cm lang, aber auch bei ihm war der größte Teil noch ohne Cystolithen auf der Oberseite, nur an der Spitze waren sie, zum Teil bis zu halber Größe, ausgebildet. Von da nach der Basis zu sieht man sie immer kleiner, und ebenso zeigt sich eine Abnahme vom Rand nach der Blattmitte zu: in der unteren Hälfte des Blattes sind auch am Rande noch keine Cystolithen auf der Oberseite vorhanden. Daraus ist also zu entnehmen, daß ihre Entstehung von der Spitze und dem Rande des Blattes nach unten und der Mitte zu fortschreitet, in umgekehrter Richtung, wie die Bildungstoffe dem Blatte durch die Gefäßbündel zugeführt werden. In derselben Weise findet auch die Ausbildung der Cystolithen auf der Blattunterseite statt, denn an dem zuletzt erwähnten Blatte sind diese Cystolithen an der Blattspitze bereits in ihrer definitiven Größe vorhanden, während sie an der Blattbasis fast noch auf den Stiel

beschränkt sind. In derselben Weise geht auch die Auflösung der Cystolithen vor sich, wie ich an einem im Welken begriffenen Blatte bereits im März beobachtet habe: dasselbe zeigte in seinem basalen Teile gar keine Cystolithen mehr an der Oberseite, im oberen Teile aber noch ziemlich viele, die auch noch reichlich mit Kalk incrustiert waren. Da an demselben Blatte die Cystolithen der Unterseite noch keine Auflösungserscheinungen zeigen, so geht daraus hervor, daß sie, wenn überhaupt, erst nach denen der Oberseite wieder resorbiert werden. Im Allgemeinen kann man also für diese Art wohl sagen, daß die Cystolithen um so eher wieder aufgelöst werden, je später sie gebildet werden: die Sache genau zu untersuchen, stand mir zu wenig Material zu Gebote. Ich will nur noch anführen, daß auch Ende Juni an einem vorjährigen Blatte noch Cystolithen auf der Oberseite, besonders an der Blattspitze, gefunden wurden, teils noch in normaler Größe, teils, wie es schien, in Auflösung begriffen.

Betrachten wir nun noch in kürzerer Weise die anderen *Ficus*-Arten, die ich, bei der Schwierigkeit in der Nomenclatur und der Bestimmung, mit den in dem Gewächshause angewandten Namen bezeichnen muß.

Ficus religiosa, deren Blatt als buddhistisches Symbol so bekannt ist, schließt sich in seiner Structur am nächsten an das von *F. neriiifolia* an, doch fehlen die Grübchen. Die Epidermis ist auf beiden Seiten einschichtig, oben sind ihre Zellen viel größer als unten. Die Cystolithen liegen auf der Unterseite in großen, weit in das Mesophyll hineinragenden Zellen, auf der Oberseite sind sie wie bei *F. neriiifolia* ausgebildet, scheinen aber nicht so zahlreich vorhanden zu sein; auch einfache knopförmige Verdickungen treten an den Außenwänden neben entwickelten Cystolithen auf, wie es Kohl¹⁾ (Taf. IV, Fig. 23) abbildet. Dieser Autor hat auch die Cystolithen der Oberseite, von der Fläche gesehen, und einen Cystolithen von der Unterseite gezeichnet, „der in hervorragendem Maße die Ausbildung vom Centrum aus divergierender, verzweigter Cellulosebalken, resp. Fäden zeigt“.

¹⁾ Anatomisch-physiologische Untersuchung der Kalksalze und Kieselsäure in der Pflanze. Marburg 1889.

Die kleinen dünnen Blätter von *Ficus stipulata* haben einen sehr einfachen Bau: oben und unten einfache Epidermis, eine Schicht Pallisadenparenchym und einige Schichten Schwammparenchym. Im Mesophyll fallen Zellen mit großen Einzelkrystallen von oxalsaurem Kalk auf, diese Zellen bilden zusammenhängende Scheiden um die Gefäßbündel. Während die Epidermiszellen der Oberseite, von der Fläche gesehen, polygonale Gestalt haben, sind die der Unterseite mit gebuchteten Wänden in einander gefügt. Hier kommen auch keulenförmige Haare vor, die aus Fußzelle, einzelligem Stiel und einem Kopfe von circa 6 Zellen bestehen. (Taf. III, Fig. 7.) Cystolithen treten nur auf der Unterseite auf, ihre Zellen sind im Verhältnis zum übrigen Blattgewebe sehr groß und nehmen auf dem Querschnitte mehr als die halbe Blatthöhe ein. Der Cystolith ist rundlich mit deutlichem längeren Stiel, dessen Ansatz ein kleines Spitzchen auf der Außenseite der Zellenwand entspricht. Auf der Oberseite werden einzelne Grübchen angetroffen, neben denen fast regelmäßig ein aus einer Zellenreihe bestehendes zugespitztes Haar steht. Die Funktion desselben ist um so zweifelhafter, als die Stellung von Haar und Grübchen in Beziehung zur Configuration des Blattes keine bestimmte ist.

Dem eben beschriebenen Blatte verhält sich in seinem Bau sehr ähnlich das einer im hiesigen Palmengarten als *Ficus radicans* kultivierten Art. Der größeren und etwas festeren Blattspreite entsprechend treten hier schon gelegentlich Teilungen in den Epidermiszellen der Oberseite auf. Die Grübchen sind nicht von Haaren begleitet; es kommen aber auch zweierlei Haare auf dem Blatte vor: oben starke einzellige zugespitzte und auf beiden Seiten, besonders der unteren, Köpfchenhaare, deren kleines, fast kugeliges Köpfchen aus zahlreicheren Zellen als bei *F. stipulata* besteht. Die Cystolithen verhalten sich ganz wie bei dieser Art. Bemerkenswert ist hier noch die Ausbildung der Epidermis auf der Unterseite. Die Spaltöffnungen stehen in kleinen Gruppen in den Maschen des Nervennetzes. Die Epidermiszellen sind an diesen Stellen sehr klein und haben ineinander gebuchtete Wände, während die anderen Epidermiszellen, die über und an den Seiten der Nerven liegen, viel größer sind und nur schwach gebogene Wände besitzen. Im Bereiche der letzteren Zellen liegen auch die mit

den Cystolithen. Da nun auch die, von der Fläche gesehen sternförmigen, Schwammparenchymzellen unter den Spaltöffnungen viel kleiner sind, als die unter den großen Epidermiszellen liegenden, so erinnert dieses Verhältnis einigermaßen an das der Grübchen auf der Blattoberseite, deren Gewebe ja auch aus viel kleineren Zellen besteht als das umgebende.

Der Querschnitt des Blattes von *Ficus Carica* zeigt oben eine einschichtige Epidermis mit weiten, annähernd quadratischen Zellen, in denen nur selten eine tangentielle Teilung auftritt. Das Pallisadengewebe ist zweischichtig, das Schwammgewebe drei- bis vierschichtig und besteht aus verhältnismäßig sehr dicht verbundenen Zellen. Die Epidermis auf der Unterseite ist wieder einschichtig, ihre Zellen sind niedriger als die der oberen Epidermis; die Schließzellen liegen im Niveau der äußeren Grenze der Epidermiszellen oder sogar etwas weiter nach außen; auch hier kommen an dem jungen aber schon ausgewachsenen Blatte noch unentwickelte Spaltöffnungen zwischen den fertigen vor. Grübchen finden sich ganz vereinzelt auf der Oberseite, man findet sie nur mit der Loupe, denn sie sind so klein, daß sie nur wenige Spaltöffnungen enthalten. Köpfchenhaare treten vereinzelt auf den Nerven auf der Unterseite auf und sind klein und wenigzellig. Die Borstenhaare sind ebenfalls besonders auf der Unterseite entwickelt, sie sind einzellig und sitzen mit breiter Basis in der Epidermis; ihre Membran ist häufig durch lokale Verdickungen punktiert und die Spitze oft mit Membransubstanz ausgefüllt. Die Beziehungen zwischen Trichom- und Cystolithenbildung sind von Kohl (l. c. p. 125) durch Worte und Zeichnungen genügend erörtert worden, sodaß ich auf ihn verweisen kann. Die größten Cystolithen liegen in Zellen, die fast bis an das Pallisadengewebe hinaufreichen. Diese, sowie die in den Haaren sind also auf die Unterseite beschränkt; die rudimentären Cystolithen der Oberseite werden von Kohl nur in der Übersicht (l. c. p. 123) erwähnt, aber von Haberlandt (physiologische Pflanzenanatomie, 2. Aufl. p. 449) abgebildet. Wie es mir scheint, liegen sie immer in einzelnen Zellgruppen, deren Mittelpunkt ein Haar bildet, was natürlich in der Flächenansicht besonders deutlich hervortritt, wie Fig. 2 (Taf. III) zeigt.

F. erecta gleicht im Bau seines Blattes fast vollständig der eben besprochenen *F. Carica*. Auch hier kommen gestielte Cysto-

lithen in besonderen Zellen nur an der Unterseite des Blattes vor, rudimentäre Cystolithen in unveränderten Epidermiszellen, die zu Gruppen vereinigt sind, an der Oberseite. Die größten Cystolithen in weit ins Innere ragenden Zellen haben, auf dem Blattquerschnitt gesehen, häufig einen in die Breite gezogenen Körper, bisweilen ist ihr Umriß fast herzförmig, indem die dem Stiel gegenüberliegende Stelle ein wenig eingesenkt ist. Besonders auffallen ist mir an diesem Blatte die Ausfüllung des Inneren der Borstenhaare durch Membransubstanz. Die Spitze ist gewöhnlich in dieser Weise ausgefüllt; an die Ausfüllungsmasse kann sich der Stiel eines Cystolithen ansetzen, während er in anderen Fällen sich seitlich darunter an den dünneren Teil der Membran ansetzt. Auch habe ich Borstenhaare mit kurzer breit kegelförmiger Spitze gefunden, die von Membransubstanz ausgefüllt war, von welcher aus der Cystolith fast ohne Stiel in den weiten basalen Teil des Haares hineinragte. Nicht selten ist aber auch von dem nach außen vorragenden Teil des Haares nur die untere und die obere Partie mit Membransubstanz ausgefüllt, so daß dazwischen ein von körnigem Protoplasma erfülltes Lumen übrigbleibt. An diese untere Ausfüllungsmasse der Haarborste kann sich nun noch ein kleiner Cystolith ansetzen, der in die Basis des Haares hineinragt. Es herrscht hier also eine große Mannigfaltigkeit in der Ausbildung der Borstenhaare und ihren Beziehungen zu den Cystolithen. Ich will nur noch bemerken, daß die primäre Membran des Haares, die oft deutlich geschichtete, ausfüllende Membransubstanz und die Substanz des Cystolithen sich in der Regel scharf von einander abheben, also wohl auch aus verschiedenen chemischen Modifikationen der Cellulose bestehen.¹⁾

¹⁾ Eine noch viel größere Mannigfaltigkeit in den Borstenhaaren und Cystolithen findet man im Blatte von *Broussonetia papyrifera*. Während auf der Oberseite einzelne kegelförmige Borstenhaare mit sehr breiter Basis stehen, deren Inneres durch eine cystolithenartige Verdickung mehr oder weniger ausgefüllt wird, trägt die Unterseite die verschiedensten einzelligen Borstenhaare mit oder ohne Cystolithen, deren Anheftungsweise, Größe und Gestalt außerordentlich variiert; manchmal scheinen in derselben Zelle von verschiedenen Stellen Cystolithen auszugehen, die dann miteinander verschmelzen. Dagegen fehlen Cystolithenzellen, die in das Innere des Blattes eingesenkt sind, ohne nach außen hervorzuragen. Kohl hat die Cystolithen von *Broussonetia* nicht untersucht.

Ficus barbata besitzt ein ziemlich derbes aber nicht lederiges sondern leicht welkendes Blatt, das durch reichliche Behaarung ausgezeichnet ist. Der Querschnitt zeigt Folgendes: oben eine 2—3 schichtige Epidermis, darunter 1—2 Schichten von Pallisadenparenchym, das in das mit sehr großen Intercellularen durchsetzte Schwammparenchym übergeht. Dasselbe wird vollständig unterbrochen durch die Gefäßbündel, die sich also vom Pallisadenparenchym bis zur Epidermis der Unterseite erstrecken. Hier besteht die Epidermis aus größeren Zellen oft von 2 Lagen, während die Epidermiszellen über dem Schwammparenchym niedriger und kleiner sind, sie allein sind mit gebuchteten Wänden versehen und nur hier findet man die Spaltöffnungen, die im Niveau der anderen Epidermiszellen liegen. Grübchen fehlen. Cystolithen finden sich auf beiden Seiten, auf der unteren aber reichlicher als auf der oberen, wo sie dafür größer sind. Die Cystolithen der Oberseite sind ziemlich eiförmig und füllen ihre Zellen fast ganz aus, die an die hier etwas vertiefte Oberfläche des Blattes grenzen und bisweilen, der Ansatzstelle des Stieles entsprechend, eine kleine kegelförmige Verdickung nach außen bilden. Bei den Cystolithen der Unterseite sind solche Spitzen über der Ansatzstelle des Stieles regelmäßig vorhanden. Die Cystolithenzelle bildet also eine kegelförmige, von der dünnen Cuticula überzogene Ausstülpung, die mit einer weder die Reaktion der Cuticula noch die der Cellulose gebenden Membransubstanz ausgefüllt wird. Auf ihr setzt sich erst der Cystolith an, so daß zwischen der Füllmasse des Kegels und seiner unteren Stielgrenze eine scharfe Grenzlinie zu sehen ist. (Taf. III, Fig. 5.) Der Stiel des Cystolithen ist lang und stark, sein Kopf rundlich und buckelig, so daß manche dieser Cystolithen in ihrer Gestalt an die Speisemorchel erinnern. Einmal habe ich eine sehr merkwürdige Abnormität gefunden, nämlich einen Cystolithen, der mit seinem Stiel an die dem Blattgewebe anliegende Seite seiner Zelle befestigt war und einer Spitzmorchel ähnlich sah, deren Spitze der Verengung des Zellraums nach außenhin angepaßt war. (Taf. III, Fig. 6.) Die Entwicklung der Cystolithenzellen habe ich leider nicht untersuchen können wegen Mangel an Material, das ich dem Palmengarten verdanke. An dem untersuchten frischen Triebe hatte das jüngst entfaltete Blatt schon ziemlich vollständig ausgebildete Cystolithen, das älteste der

noch eingerollten zeigte aber noch keine Anlage derselben. Diese jungen Blätter sind aber besonders geeignet, um die außerordentliche Mannigfaltigkeit in der Haarbildung zu studieren. Die Haare sind teils Köpfchen-, teils Borsten-Haare. Bei ersteren ist der Fuß in die Epidermis eingesenkt, der Stiel einzellig, die Zellen des Köpfchens sind in eine einfache Reihe, in zwei Reihen, in einen rundlichen Complex oder in eine Scheibe angeordnet und ihre Anzahl ist eine wechselnde, ihre Membran ist dünn und sie vertrocknen leicht. (Taf. III, Fig. 9 und 11.) Die Borstenhaare sind ein- oder mehrzellig. Die letzteren haben dicke Längs- und zarte Querwände, um ihr unteres Ende bilden die sich vorwölbenden umgebenden Epidermiszellen ein kleines Tragpolster und im jugendlichen Zustande erinnern sie sehr an die Brennhaare von *Urtica*, und auch dies kann wohl als Ausdruck der verwandtschaftlichen Beziehungen der Gattungen *Ficus* und *Urtica* angesehen werden. Die großen derben Borstenhaare sitzen den Nerven auf, und da auf der Oberseite des Blattes nur die stärkeren Nerven hervortreten, so kommen auch hier nur die denselben entsprechenden Haare vor, da aber auf der Unterseite auch die feineren Maschen der Nervatur vortreten, so ist die Unterseite dicht mit Borstenhaaren besetzt. Selten trifft man kleine einzellige nur mit der Spitze aus dem Blattgewebe hervorragende Borstenhaare, welche gewissermaßen als Übergang zwischen den großen Borsten und den Cystolithenzellen der Unterseite angesehen werden können.

Die jetzt noch zu betrachtenden Blätter sind lederig bis fleischig; als Typus dieser Gruppe kann das allbekannte Blatt des Gummibaumes gelten, an ihren Anfang setzen wir am besten *Ficus indica*. Die unter diesem Namen in unserem Gewächshaus kultivierte Pflanze hat lederige Blätter von der Form derer von *F. elastica*, aber etwas schmälere mit ungefähr folgenden Größenverhältnissen: Stiel 4 cm lang, Spreite 14 cm lang und 4 cm breit; Farbe dunkelgrün. Die Epidermis besteht auf der Oberseite aus zwei Schichten, einer oberen aus kleineren, einer unteren aus größeren Zellen. Das Pallisadenparenchym besitzt zwei Schichten, das Schwammparenchym ist so lacunös gebaut, daß besondere Schichten nicht unterschieden werden können. Die Epidermis der Unterseite ist einschichtig und entspricht der oberen Lage der Epidermis der Oberseite. Grübchen treten auf

der Oberseite spärlich auf und enthalten 10—12 Spaltöffnungen. Die Cystolithen sind auf die Oberseite beschränkt, sie sind eiförmig und füllen ihre Zellen, die bis an die zweite Pallisadenschicht reichen, fast ganz aus. Der Stiel ist kurz; charakteristisch ist die starke Membranverdickung der Zellwände, welche an die Ansatzstelle des Cystolithen grenzen. In der oberen Schicht der Epidermis der Oberseite und in der Epidermis der Unterseite kommen häufig kleine Zellen vor, die Drusen von Kalkoxalat frei in ihrem Innern enthalten. Das Vorkommen von Drusen in der Epidermis, besonders in der äußeren Schicht, ist auffallend; es kommen ja sonst nicht selten Krystalle in Epidermiszellen vor, allein es sind dann meistens Einzelkrystalle, die in beliebigen Epidermiszellen auftreten, während hier besondere kleine Zellen als Drusenbehälter ausgebildet sind.¹⁾ Die Epidermiszellen der Unterseite sind mit unregelmäßigen leistenförmigen Vorsprüngen nach außen versehen, Haare habe ich am erwachsenen Blatte nur auf der Unterseite an den Nerven gefunden: sie bestehen aus einer Fuß- und einer Stielzelle und einem Köpfchen mit zwei länglichen nebeneinander liegenden Zellen, stellen also eine besondere Modifikation der Köpfchen- oder Keulen-Haare vor. (Taf. III, Fig. 10.)

Ficus elastica ist eine Art, deren Blatt schon vielfach untersucht worden ist, man scheint aber übersehen zu haben, daß in der Kultur zwei Sorten vorkommen, die eine mit breiteren fleischigeren Blättern ohne helle Punkte auf der Oberseite, die andere mit etwas dünneren Blättern, die stärker zugespitzt sind und deutlich helle

¹⁾ conf. Kohl l. c. p. 36. Bei dieser Gelegenheit will ich auf die eigentümlichen Krystallzellen im Blatt von *Maclura tricuspidata* hinweisen, deren Blatt ich untersucht habe, da Kohl (l. c. p. 123) sagt, daß er die Gattungen *Maclura* und *Broussonetia* nicht auf Cystolithen geprüft habe. Hier kommen in der Epidermis auf beiden Seiten des Blattes Gruppen von 2—6 kleinen Zellen vor, die offenbar durch frühzeitige Teilung einer Epidermiszelle hervorgegangen sind und von deren jede eine kleine sie fast ausfüllende Druse enthält. (Taf. II, Fig. 13.) Eine derartige Ausbildung der Krystallzellen ist für das Grundgewebe ebenso gewöhnlich wie für die Epidermis selten. Im Übrigen zeichnet sich die Struktur des Blattes durch keine Besonderheiten aus. Doch habe ich eigentliche Cystolithen nicht finden können, sondern nur schwache, cystolithenartige Verdickungen in gewöhnlichen Epidermiszellen der Oberseite, die in vereinzelt Gruppen vereinigt sind. Auf der Unterseite kommen einzellige, denen von *Ficus Carica* ähnliche Borstenhaare vor.

Punkte am Rande aufweisen; die letztere wird von den Gärtnern als Berliner Sorte bezeichnet. Anatomisch zeigen die Blätter der beiden Sorten keinen anderen Unterschied, als daß, entsprechend der geringeren Dicke, bei der zweiten das Mesophyll aus einer geringeren Zahl von Zellenschichten besteht und daß, entsprechend den hellen Punkten auf der Oberseite, hier auch Grübchen auftreten. Sie sind kleiner als bei *F. neriifolia* und von oben gesehen oval, mit circa 20 Spaltöffnungen versehen. In der Mitte bemerkt man sowohl bei der Flächenansicht als auch auf dem Querschnitt die große vorgewölbte Zelle, von der wir durch die Untersuchung an *F. neriifolia* wissen, daß sie den Ausgangspunkt der ganzen Grübchenanlage bildet. Wie schon oben bemerkt, hat Haberlandt die Grübchen von *F. elastica* beschrieben und abgebildet, die Initialzelle aber wohl übersehen. Die Epidermis ist oben und unten dreischichtig, oben aber etwa doppelt so dick wie unten, da dort besonders die Zellen der dritten Schicht viel größer sind als hier. Stellenweise liegen auch vier Zellen übereinander. Das Bild, welches die dreischichtige Epidermis mit den großen Cystolithenzellen darbietet, ist bekannt, letztere sind soweit eingesenkt, daß der Ansatz des Stieles des Cystolithen an der Grenze der zweiten und dritten Zellschicht liegt und das untere Ende der Cystolithenzelle bis an die untere Grenze des Pallisadengewebes geht, das aus 2—3 Schichten besteht. Wie schon De Bary (vergl. Anatomie p. 111) sagt, hat die Blattunterseite ähnliche, jedoch kleinere Cystolithen wie die Oberseite. Ich habe sie vereinzelt bei beiden Sorten dieser Art gefunden; ihre Zellen ragen auch ein großes Stück in das Gewebe des Schwammparenchymis hinein, doch entgehen die Cystolithen der Unterseite wegen ihrer Seltenheit leicht der Beobachtung. Spaltöffnungen kommen, abgesehen von den Grübchen, nur auf der Unterseite vor: ihre Schließzellen liegen gerade auf der Grenze der zweiten und dritten Schicht der Epidermis. Haare treten nicht nur am ausgewachsenen sondern auch am jungen Blatt nur vereinzelt auf; Fig. 12 (Taf. III) zeigt ein solches von der Oberseite in der Nähe des Mittelnerven. Zu bemerken ist schließlich noch, daß in der Epidermis und zwar in der mittleren Schicht der Oberseite häufig Drusen vorkommen, die meistens an deutlichen Cellulosebalken in der Mitte der Zelle suspendiert sind, also sogenannte Rosanoff'sche Krystalle.

Am nächsten an *F. elastica* schließt sich in der Struktur des Blattes *Ficus australis* (= *rubiginosa*) an. Die Epidermis verhält sich wie bei jener Art und die Cystolithen sind auch hier auf der Oberseite größer und zahlreicher als auf der Unterseite. Immer aber liegen die Cystolithenzellen weiter nach außen als bei *F. elastica*, so daß wenigstens der Teil der Membran, wo der Stiel ansitzt, nicht von anderen Epidermiszellen überdeckt ist; an dieser Stelle bildet die Membran sogar bisweilen (an der Unterseite des Blattes) ein kleines Spitzchen. Die Entwicklung des Cystolithen in der Zelle ist für diese Art schon von Schacht (l. c.) beschrieben, der auch mehrere Abbildungen dazu giebt. Grübchen fehlen dem Blatte. Auf der Unterseite kommen am älteren Blatt zweierlei Trichome vor, nämlich Keulenhaare, die nur aus Stiel-, Fuß- und Endzelle bestehen; die letztgenannte dafür aber zu einem langen Schlauch entwickelt haben, (Taf. III Fig. 8) und Borstenhaare, die nur aus einer Zelle bestehen mit erweitertem Basalteile und sehr dicker Wandung. Sehr bemerkenswert ist das reichliche Vorkommen von „Schleimzellen“ und zwar erstens in der obersten Pallisadenschicht und zweitens als Scheiden der Gefäßbündel. Ich nenne sie „Schleimzellen“, weil sie einen farblosen Inhalt führen, der durch Alkohol zu einer gleichmäßigen, die ganze Zelle ausfüllenden gelblichen Masse wird: die sich aber mit Corallin nicht rot färben läßt. Schnitte durch Alkoholmaterial lassen die Schleimzellen sehr deutlich hervortreten (Taf. III, Fig. 3) und man sieht nun, daß das Pallisadenparenchym in seiner obersten Schicht aus zweierlei Zellen besteht, ganz schmalen chlorophyllhaltigen, die immer zu mehreren vereinigt sind, und den eben so hohen, aber 3—4 mal so breiten durch die chlorophyllhaltigen Zellen meist getrennten Schleimzellen. Daß diese Sekretzellen in so großer Menge gerade in das Assimilationsgewebe eingelagert werden und auch als Pallisadenzellen ausgebildet sind, scheint mir eine höchst auffallende Erscheinung zu sein. Um die Gefäßbündel bilden die Schleimzellen auf dem Querschnitt einen mehr oder weniger vollständig geschlossenen Kranz; einzelne Schleimzellen kommen noch in Begleitung der Gefäßbündel über oder unter ihnen vor, im übrigen Mesophyll aber fehlen sie.

Das Blatt von *Ficus Chauvieri* entbehrt ebenfalls der Grübchen: sein Querschnitt ist dem von *F. elastica* wiederum

sehr ähnlich, doch besteht die Epidermis der Unterseite durchgehends nur aus zwei Zellschichten, die keine Cystolithen zu enthalten scheinen. Die der Oberseite haben einen kurzen Stiel und einen eiförmigen Körper und bilden durch die Regelmäßigkeit der Warzen einen schönen „Traubenkörper“.

Äußerlich ist das Blatt von *Ficus macrophylla* dem von *F. elastica* sehr ähnlich; es zeichnet sich aber durch ein sehr engmaschiges, schon mit bloßem Auge bemerkbares Nervengeflecht auf der Unterseite aus. Auf der Oberseite sind einzelne Grübchen vorhanden. Die Epidermis ist oben drei-, unten zweischichtig; oben und unten sind in der zweiten Schicht kleinere Zellen mit Krystalldrüsen häufig. Cystolithenzellen treten nur auf der Oberseite auf, sie sind nicht so weit in die Epidermis und das Mesophyll eingesenkt, wie bei *F. elastica* und auch von mehr rundlicher Form. Das Schwammparenchym ist sehr lacunös gebaut. Haare scheinen am erwachsenen Blatte nicht mehr vorhanden zu sein.

Trotz der verhältnismäßig so geringen Anzahl der untersuchten Arten lassen sich doch einige allgemeine Resultate für die anatomischen Verhältnisse der *Ficus*-Blätter daraus entnehmen.

Wir sehen, daß jede Art in ihrem Blattbau auch anatomisch charakterisiert ist. Von den Strukturverhältnissen kommen in Betracht: 1) die Beschaffenheit der Epidermis, ob sie nämlich ein- oder mehrschichtig ist, 2) die Haare, 3) die Cystolithen, 4) die Grübchen.

Die Epidermis bildet, besonders auf der Oberseite des Blattes, mehrere Schichten bei den dicken, lederigen Blättern, deren Typus das des Gummibaums ist. *Ficus indica* steht am Anfang dieser Reihe, indem hier die Epidermis oben nur aus zwei Schichten, unten nur aus einer Schicht besteht, während sie bei *F. elastica* oben aus 3—4, unten aus drei Schichten besteht. Bei den dünneren Blättern ist die Epidermis auf beiden Seiten einschichtig; *F. barbata* nimmt eine besondere Stellung ein, indem sein derbes aber nicht lederiges Blatt oben eine durchgehends zweischichtige, unten eine nur stellenweise zweischichtige Epidermis besitzt. Wenn die Epidermis auf beiden Seiten einschichtig ist, so ist sie doch auf der Oberseite dadurch dicker, daß ihre Zellen hier größer sind und es entspricht die stärkere Ausbildung der Epidermis auf der Oberseite in allen Fällen ihrer

Funktion als Wassergewebe, das auf der der Transpiration mehr ausgesetzten Fläche stärker entwickelt ist. Von der Fläche gesehen sind die Zellen bei mehrschichtiger Epidermis immer polygonal mit geraden Wänden: gebuchtete Wände besitzen besonders die Zellen der einschichtigen Epidermis auf der Unterseite über dem Schwammgewebe.

Von Haaren kommen wohl bei allen Arten Keulenhaare vor und es ist interessant zu sehen, wie mannigfaltig die Form derselben modifiziert wird. Während nämlich Fuß und Stiel aus je einer Zelle bestehen, kann das Köpfchen ein-, wenig- oder vielzellig sein. (Vergl. Taf. III, Fig. 7—12 und Taf. II, Fig. 2.) Die eine Zelle wird sehr lang bei *F. australis*, das Köpfchen teilt sich der Länge nach in zwei Zellen bei *F. indica*, der Quere nach in mehrere Zellen bei *F. barbata*, gewöhnlich aber zerfällt es durch Längs- und Querteilungen, in eine größere Anzahl von Zellen und dann ist es entweder mehr in die Länge entwickelt, als ein richtiges Keulenhaar, oder ist mehr platt gestaltet, wie es viele Drüsenhaare sind. Diese Köpfchenhaare sind in der Regel hinfällig und werden am besten am jungen Blatte untersucht; bei *F. barbata* scheinen sie am reichlichsten und mannigfaltigsten entwickelt zu sein. Diese Art zeigt nun auch die stärkste Ausbildung der anderen Sorte von Haaren, der Borstenhaare, die ein- oder mehrzellig sein können; da sie dicke Wände haben und mit dem Fuß fest in das Gewebe eingefügt sind, so sind sie nicht hinfällig, sie fehlen aber vielen Arten, besonders unter denen mit fleischig-lederigen Blättern.

Die Cystolithenzellen können als modifizierte Trichome betrachtet werden, wie dies an *F. Carica, erecta* und *barbata* zu erkennen ist, wo die Zellen zum Teil als Papillen über die Epidermis hervorragen. Auch ist das Spitzchen, das bei vielen Arten über dem Stiel des Cystolithen außen aufsitzt, als Rudiment der Spitze des Borstenhaares anzusehen. Von den Cystolithen können wir im Übrigen zwei Sorten unterscheiden: solche, die sich in eigens modifizierten, vergrößerten Zellen bilden und solche, die in nicht vergrößerten Epidermiszellen auftreten. Letztere habe ich bei *F. nerifolia, religiosa* und *Carica* gefunden, bei allen nur auf der Oberseite des Blattes; für die beiden letzteren Arten sind sie schon durch Kohl und Haberlandt bekannt. Bei *F. nerifolia* und *religiosa* sind es meistens richtige Cysto-

lithen mit Stiel und Kopf, bei *F. Carica* sind es nur starke warzenförmige Verdickungen der Zellwände; die Knöpfchen, die an den ersteren Arten in manchen Zellen die Stelle der Cystolithen einnehmen, sind wahrscheinlich rudimentäre Gebilde. — Die andere Sorte, die großen Cystolithen, wie ich sie der Einfachheit halber nennen will, können auf beiden Seiten des Blattes auftreten: im Allgemeinen kann man sagen, daß sie bei den lederig-fleischigen Blättern auf der Oberseite, bei den weicheren Blättern auf der Unterseite liegen. So habe ich sie gefunden nur auf der Oberseite bei *F. macrophylla* und *F. indica*, zahlreicher und größer auf der Oberseite bei *F. elastica*, *australis* und *Chaurieri*, zahlreicher auf der Unterseite bei *F. barbata*, nur auf der Unterseite bei den übrigen. *F. elastica* zeichnet sich dadurch aus, daß die Cystolithenzellen ganz in die mehrschichtige Epidermis eingesenkt sind, so daß die zwei äußeren Schichten derselben über dem Stielansatz zusammenstoßen, während sonst an dieser Stelle die Zelle frei nach außen grenzt, bisweilen in einer hier gebildeten kleinen Vertiefung der Epidermis. Nach dieser Darlegung erscheint die Einteilung der *Ficus*-Arten nach den Cystolithen, wie sie Kohl (l. c. p. 123) giebt, nämlich A nur an der Oberseite der Blätter, B nur an der Unterseite, C an beiden Seiten, eine ziemlich unnatürliche, denn er stellt dabei *F. religiosa* und *elastica* in dieselbe Gruppe C, während *F. elastica* in die Gruppe mit fleischig-lederigen Blättern gehört, wo die Cystolithen vorwiegend auf der Oberseite liegen, *F. religiosa* aber in die Gruppe mit weichen Blättern, wo die großen Cystolithen auf der Unterseite liegen und das Auftreten der kleinen Cystolithen in nicht umgebildeten Epidermiszellen eine besondere Ausnahme ist. Es ist hier noch besonders hervorzuheben, daß die „kleinen“ Cystolithen auf einer nachträglich sehr späten Bildung beruhen.

Was nun schließlich die Grübchen betrifft, so hängt ihr Vorkommen nicht von der äußeren Beschaffenheit des Blattes ab und steht mit anderen anatomischen Eigentümlichkeiten nicht in Beziehung, soweit dieses aus der Untersuchung der vorliegenden Fälle beurteilt werden kann. Sie kommen vor bei den kleinen, dünnen Blättern von *F. stipulata* und *radicans*, bei den größeren und derberen von *F. nerifolia* und *Carica*, bei den lederigen Blättern von *F. indica* und *macrophylla*, und bei *F.*

elastica ist es nur die sogenannte Berliner Sorte, welche sie besitzt. Ihre eigentümliche Entwicklung, wie sie für *F. neriiifolia* geschildert worden ist, dürfte wohl überall dieselbe sein, und es ist recht bemerkenswert, daß, so wenig der ausgebildete Zustand dies auch verrät, doch auch die Grübchen der Entstehung nach von Trichomgebilden abzuleiten sind.

Von anatomischen Eigentümlichkeiten seien außerdem nur noch die „Schleimzellen“ erwähnt, deren Vorkommen für *F. australis* beschrieben worden ist; *F. barbata* scheint an entsprechenden Stellen Zellen von ähnlichem Inhalt zu besitzen, sonst aber sind mir solche Schleimzellen nicht aufgefallen. Der Inhalt der betreffenden Zellen von *F. australis* wäre noch genauer zu untersuchen.

Figurenerklärung.

Tafel II: *Ficus neriiifolia*, Blatt.

Fig. 1. Querschnitt durch die Endknospe eines im Austreiben begriffenen Sprosses; a und b junge Blätter, die adern sind Stipulargebilde.

Fig. 2. Blatt a aus Fig. 1 stärker vergrößert. In der Mitte ein Haar. Bei g und g₁ die ersten Anlagen der Grübchen; bei p Procambiumstrang.

Fig. 3. Querschnitt durch einen Teil des Blattes b aus Fig. 1 mit einem jungen Grübchen, zu beiden Seiten desselben Köpfchenhaare.

Fig. 4. Flächenansicht der Epidermis von der Oberseite; auf der rechten Seite, wo die Zellen kleiner sind und Spaltöffnungen liegen, befindet sich ein Grübchen.

Fig. 5. Teil eines Querschnittes vom alten Blatt mit Cystolithen.

Fig. 6. Flächenansicht der Epidermis von der Unterseite, in der Mitte ein Cystolith, dessen Umfang durch die punctirte Linie angegeben ist.

Fig. 7 und 8. Cystolith von der Unterseite eines ganz jungen aber schon entfalteteten Blattes; 7: von der Fläche, 8: im Querschnitt.

Fig. 9. Zwei Zellen mit Cystolithen von der Oberseite eines alten Blattes.

Fig. 10. Spaltöffnung und Epithem von der Oberseite des Blattes in einem Grübchen.

Fig. 11. Spaltöffnung von der Unterseite bei gleicher Vergrößerung wie Fig. 10.

Fig. 12. Spaltöffnung von der Unterseite mit Verschluß der Atemhöhle durch die Schwammparenchymzellen, deren Wand einseitig verdickt ist.

Fig. 13. Epidermis von der Unterseite eines jungen, 9 cm langen Blattes; die Schließzellen der Spaltöffnungen und ihre Mutterzellen sind grau gezeichnet.



Fig. 14. Adernetz von einem Teil des Blattes, bei *m* die Mittelrippe, bei *g* Grübchen. (Loupenvergrößerung).

Tafel III.

Fig. 1. Flächenansicht der Oberseite des Blattes von *F. nervifolia* mit Cystolithen in verschiedener Ausbildung.

Fig. 2. Dasselbe von *F. Carica*; die Cystolithen führenden Zellen bilden eine Gruppe um eine rudimentäre Haarzelle.

Fig. 3. Teil eines Blattquerschnittes von *F. australis*; die „Schleimzellen“ grau; oben ein Cystolith, unten eine Cystolithenzelle, deren Cystolith nicht mit durch den Schnitt getroffen ist.

Fig. 4. Spaltöffnung von *F. Chauvieri*. (Blattunterseite.)

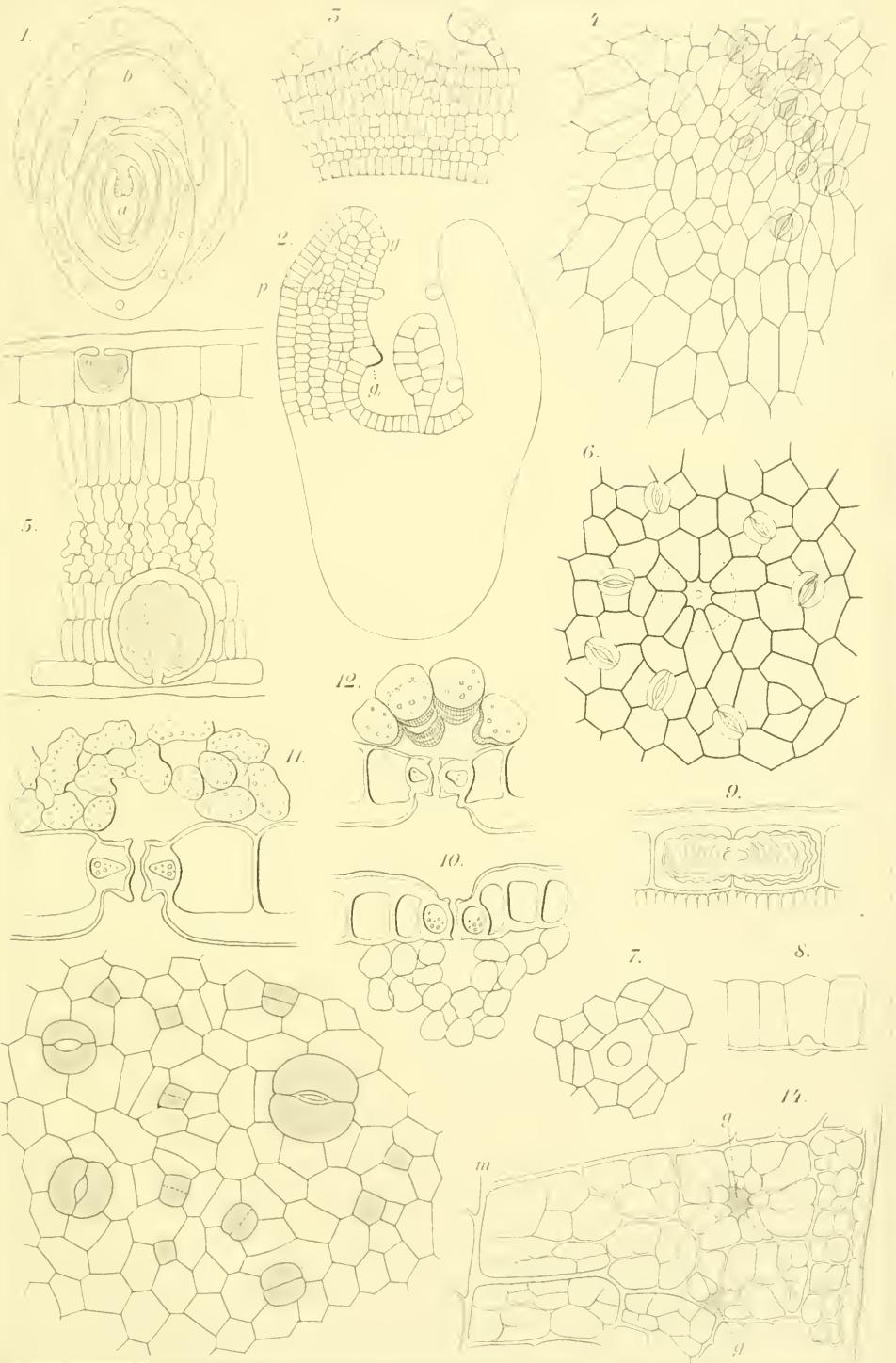
Fig. 5. Cystolith von *F. barbata* von der Unterseite des Blattes.

Fig. 6. Ebenfalls ein Cystolith von *F. barbata*, mit abnormer Anheftungsweise.

Fig. 7–12. Verschiedene Formen der Köpfchenhaare. (Vergl. auch Taf II, Fig. 2), und zwar 7. von *F. stipulata* (Blattunterseite), 8. von *F. australis* (Unterseite; *f* = Fußzelle, *s* = Stiel, *k* = Kopf), 9. von *F. barbata* (Unterseite), 10. von *F. indica* (Unterseite), 11. von *F. barbata* (Unterseite), 12. von *F. elastica* (Oberseite).

Fig. 13. Flächenansicht der Unterseite des Blattes von *Maclura tricuspidata*: die langgestreckten Zellen liegen über einem Nerven, die gebuchteten Zellen über dem Schwammparenchym, dazwischen Spaltöffnungen und Zellgruppen mit Drusen.

Frankfurt a. M., Botanischer Garten. Juni 1897.





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Bericht über die Senckenbergische naturforschende Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: [1897](#)

Autor(en)/Author(s): Möbius (Moebius) Martin

Artikel/Article: [Beitrag zur Anatomie der Ficus-Blätter. 117-138](#)