

Vorwissenschaftliche Arbeit im Rahmen der Reifeprüfung

Untersuchung holzanatomischer Eigenschaften ausgewählter Gefäßpflanzen im Regenwald der Österreicher (Costa Rica)

Ein Beitrag zur Forschung mit besonderer Berücksichtigung der Blattanatomie

Maximilian Bruck

8D 2016/2017

Bundesgymnasium und Bundesrealgymnasium Wien 4
Wiedner Gymnasium/Sir Karl Popper Schule
A-1040 Wien, Wiedner Gürtel 68

Betreuungslehrperson: Dr. Peter Pany

Vorgelegt am Datum (15.02.2017)

Abstract

Der tropische Regenwald ist eines der sensibelsten und gleichzeitig eines der artenreichsten Ökosysteme der Erde. Durch großflächige Rodungen und die dadurch entstehende räumliche Trennung der einzelnen Waldgebiete wird die Ausbreitung und der Austausch der Tier- und Pflanzenwelt massiv eingeschränkt und die einmalige Artenvielfalt nachhaltig gefährdet. Um dieses Problem wirksam und langfristig zu beheben, werden schon seit einigen Jahren in Ländern wie Costa Rica Wiederbewaldungsprojekte erfolgreich umgesetzt. Eines dieser Projekte mit dem Ziel der Errichtung biologischer Korridore ist das von der Universität für Bodenkultur, dem Verein Regenwald der Österreicher und dem Verein Tropenstation La Gamba unterstützte Projekt-COBIGA. Für ein erfolgreiches Wiederaufforstungsprojekt ist die Auswahl der „richtigen“ Bäume entscheidend. Dabei stellt sich unter anderem die Frage, inwieweit bestimmte blattanatomischen Eigenschaften bei der Auswahl der Bäume berücksichtigt werden sollten.

Meine Untersuchungen der Blattanatomie und insbesondere der für die Wasserverdunstung verantwortlichen Stomata ausgewählter Baumarten zeigten, dass bei erwünschter rascher Aufforstung bei Sonnenstandorten den schnellwachsenden Weichholzarten, bei Schattenstandorten den langsamwachsenden Hartholzarten der Vorzug gegeben werden sollte.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Einleitung..... | 4 |
| Kapitel I. Der tropische Regenwald | 5 |
| 1. Definition und Aufbau | 5 |
| 2. Aufgaben | 6 |
| 2.1 Der Regenwald und seine Biodiversität | 6 |
| 2.2 Der Regenwald als Klimafaktor | 7 |
| 2.3 Der Regenwald als Holzlieferant | 7 |
| 3. Bedrohungen und Gegenmaßnahmen | 8 |
| 3.1 Bedrohungen | 8 |
| 3.2 Gegenmaßnahmen | 9 |
| Kapitel II. La Gamba..... | 10 |
| 1. Entstehung des Regenwaldes der Österreicher und der Forschungsstation La Gamba | 10 |
| 2. COBIGA-Projekt | 12 |
| 3. Zukunft von La Gamba | 13 |
| 4. Ziel der vorliegenden Arbeit..... | 13 |
| Kapitel III. Methode..... | 14 |
| 1. Aufbau meiner Arbeit..... | 14 |
| 2. Arbeit in Costa Rica | 15 |
| 3. Arbeit in Wien | 16 |
| Kapitel IV. Ergebnisse | 18 |
| Kapitel V. Diskussion und Anregungen..... | 27 |
| 1. Diskussion | 27 |
| 2. Anregungen | 29 |
| Literaturverzeichnis..... | 30 |
| Abbildungsverzeichnis..... | 31 |

Einleitung

Immer wieder hört und liest man von der fortgesetzten Zerstörung der tropischen Regenwälder, nur wenig bekannt sind hingegen die erfolgreichen Wiederbewaldungsprojekte, eines der bekanntesten mit Österreichbezug das Projekt COBIGA im Regenwald der Österreicher in Costa Rica. Bereits 2014 habe ich mich für eine Teilnahme am Sparkling Science Projekt der Universität für Bodenkultur an der Tropenstation La Gamba in Costa Rica beworben und die zahlreichen vorbereitenden Veranstaltungen und Lehrgänge im Laufe des Jahres 2015 besucht. Nach Vorträgen von Professor Anton Weissenhofer entstand die Idee, neuerlich eine vorwissenschaftliche Arbeit zur Untersuchung holz- und pflanzenanatomischer Eigenschaften ausgewählter Gefäßpflanzen in La Gamba praktisch vorzubereiten und in Wien fortzusetzen. Durch die Untersuchungen und mögliche Ergebnisse sollten bereits in Ausarbeitung befindliche Diplomarbeiten unterstützt werden.

Die Hauptliteratur zu meiner Arbeit sind das Buch „20 Jahre - Tropenstation La Gamba – Costa Rica“ (Albert u. a. 2013), in dem es hauptsächlich um die Entstehungsgeschichte der Tropenstation La Gamba und das Wiederbewaldungsprojekt COBIGA geht, sowie der unter anderem von Dr. Anton Weissenhofer verfasste Artikel „Der biologische Korridor in La Gamba“, der in der Zeitschrift ÖKO-L im Frühjahr 2016 veröffentlicht wurde (Weissenhofer, Jenking und Huber 2016). Für die allgemeinen Kapitel zum Thema Regenwald diene vor allem das Buch „Regenwald“ als eine sehr informative Quelle (Feest und Kron 2015).

Da es aus organisatorischen Gründen und aufgrund der Gegebenheiten vor Ort nicht möglich war, eine ausreichend große Anzahl unterschiedlicher Holzproben zu sammeln, musste der Schwerpunkt der Arbeit auf die Untersuchung bestimmter blattanatomischer Eigenschaften verlagert werden.

Kapitel I. Der tropische Regenwald

1. Definition und Aufbau

Nicht jeder Wald in dem es regnet, ist ein Regenwald. Wenn man von Regenwäldern spricht, meint man die immergrünen tropischen Regenwälder, in denen mindestens 1500 Millimeter Niederschlag pro Jahr fällt und die Durchschnittstemperatur zwischen 24 und 26°C liegt. Tropische Regenwälder gibt es daher rund um den Äquator, wo das ganze Jahr über genug Niederschlag fällt und eine gleichmäßig warme Temperatur vorherrscht. Dadurch, dass es de facto immer warm und feucht ist, gedeihen die Pflanzen besonders gut. In Zeiten von eher geringer externer Feuchtigkeitzufuhr produzieren die Regenwälder durch besonders hohe Verdunstung selbst Regen, wodurch ihre Blätter vor übermäßiger Sonneneinstrahlung geschützt werden. Wie sich ein Regenwald ausbildet, hängt stark von der Topografie ab, zum Beispiel von der Existenz und dem Verlauf von Gebirgszügen, das heißt von der Struktur der Kontinente. Auch die Höhenlage hat einen entscheidenden Einfluss auf die Entwicklung und Zusammensetzung der einzelnen Regenwälder. So unterscheidet man zwischen Tieflandregenwäldern und Bergregenwäldern, in Küstennähe herrschen Mangrovenwälder vor.

Im Gegensatz zu Wärme und Wasser, die in den Regenwäldern mehr als reichlich vorhanden sind, gibt es in den Böden aufgrund der starken Verwitterung über viele Millionen Jahre kaum mineralische Nährstoffe. Diese für Pflanzen und Tiere jedoch lebensnotwendigen Stoffe kommen nahezu ausschließlich in der Biomasse, das heißt in lebenden oder toten Tieren und Pflanzen, vor. (vgl. Feest und Kron 2015, 12–16; vgl. „Regenwald - Planet Wissen“ 2016).

Der Aufbau eines Regenwaldes erfolgt in mehreren „Stockwerken“. Das oberste Stockwerk bilden wenige vereinzelt stehende, überdurchschnittlich große Bäume, die bis zu 60 Meter groß werden können. Diese werden auch „Überständler“ genannt. Erst darunter befindet sich die sogenannte Kronenregion. Die Anordnung der Baumkronen im Kronendach ist sehr unterschiedlich, die Bäume in diesem Stockwerk erreichen üblicherweise eine Höhe zwischen 15 und 45 Metern. Dadurch entstehen viele Schichten verschiedenster Blätter, die ein nahezu undurchdringbares Blätterdach schaffen. Ist das Kronendach geschlossen, spricht man auch von einem Baldachin. Dieses dichte Dach bewirkt, dass nur extrem wenige Sonnenstrahlen (nur etwa ein Prozent des

Sonnenlichts) zum Boden durchdringen können. Da es unter dem Kronendach bereits viel dunkler ist und auch die Temperatur schon um einige Grade unter der Temperatur der oberen Schichten liegt, befinden sich in der mittleren Schicht, im mittleren Stockwerk, nur noch vereinzelte Bäume. Zwischen diesem Stockwerk und dem Waldboden gibt es noch eine lockere Strauchschicht. Angesichts des Umstands, dass den Waldboden und damit die Kraut- und Bodenschicht kaum mehr Licht erreicht, gedeihen hier vor allem schattenliebende Arten. Sobald allerdings ein großer Baum umstürzt und ein Loch im Kronendach entsteht, durch das Sonnenlicht direkt zum Waldboden gelangt, beginnen viele Pflanzen schlagartig aus dem mit Samen oder Sämlingen übersäten Boden zu sprießen und das entstandene Loch in kürzester Zeit wieder zu schließen (vgl. „Stockwerkbau – Faszination Regenwald“ 2016; vgl. „Landschaften - Regenwald - Landschaften - Natur - Planet Wissen“ 2016).

2. Aufgaben

2.1 Der Regenwald und seine Biodiversität

Auch wenn die genaue Anzahl der Pflanzen- und Tierarten, die in den tropischen Regenwäldern leben, nicht bekannt ist, geht man davon aus, dass zwischen 50 und 90% aller Tier- und Pflanzenarten dort zu finden sind. Warum gibt es aber gerade in den tropischen Regenwäldern so eine ausgeprägte Artenvielfalt? Dafür gibt es mehrere Gründe. Drei wesentliche Faktoren sind sicherlich das gleichmäßige Klima, das hohe Alter der Wälder, das genug Zeit für die Evolution ermöglichte, sowie die Entwicklung der Wälder, die wenig durch Eiszeiten beeinflusst wurden. Ein weiterer Grund für die Artenfülle ist der bereits erwähnte stockwerkartige Aufbau mit seinen unterschiedlichen ökologischen Nischen. Typisch für die tropischen Regenwälder sind aber auch die mineralstoffarmen Böden. Diese Böden haben zur Folge, dass es nicht von jeder Art große Mengen geben kann, da diese sich nährstoffmäßig nicht versorgen könnten, sondern viele unterschiedliche Arten, die sich an das vorhandene Angebot angepasst und auf bestimmte Nährstoffe oder Nährstoffquellen spezialisiert haben. Aufgrund der dennoch geringen Nährstoffquellen kann es allerdings jeweils nur sehr wenige Individuen pro Art geben. Das erklärt auch, warum so viele Arten vom Aussterben bedroht sind (vgl. Feest und Kron 2015, 297–301; vgl. „Regenwald - Planet Wissen“ 2016).

2.2 Der Regenwald als Klimafaktor

Wie bereits erwähnt ist das Klima in den tropischen Regenwäldern das ganze Jahr über recht gleichmäßig sehr warm und sehr feucht. Die Bäume speichern einerseits das Wasser in den Wurzeln, andererseits lassen sie gezielt bei besonders großer Hitze Wasser über die Blätter verdunsten. Durch die Verdunstung wird die umgebende Luft abgekühlt und die Blätter vor Verbrennung geschützt. Gleichzeitig entstehen durch das verdunstende Wasser Wolken, in denen das Wasser an feinen Staubpartikeln wieder kondensiert und sowohl unmittelbar als auch in weiter entfernten Gebieten für essentiellen Niederschlag sorgt. Dies wird in der Fachsprache Verdunstungszyklus genannt. Die großen Oberflächen der Regenwälder sind ausschlaggebend dafür, dass durch den Verdunstungszyklus oder auch Wasserkreislauf das feuchtwarme Klima aufrecht gehalten wird. Die im Verdunstungszyklus entstehenden Wolken haben aber auch noch eine andere wichtige Funktion. So wie Schnee und Eis haben Wolken eine besonders hohe Albedo, das heißt sie reflektieren besonders viel Sonnenlicht und verhindern dadurch, dass die darunterliegenden Wälder das Sonnenlicht absorbieren und die Erdoberfläche weiter erwärmt wird.

Darüber hinaus wird Kohlendioxid (Treibhausgas) im Rahmen der Fotosynthese in großen Mengen von den Bäumen aufgenommen. Dies gilt besonders für Bäume und Wälder die sich im Wachstum befinden. Durch die Aufnahme des Kohlendioxids kommt ihnen eine wichtige Rolle bei der Verlangsamung der Erderwärmung zu. Alte Wälder können zwar nicht zum Sinken der Treibhausgase beitragen, produzieren allerdings selbst auch kein zusätzliches Kohlendioxid (vgl. „Regenwald - Planet Wissen“ 2016; vgl. Feest und Kron 2015, 292–95; vgl. „Folgen der Regenwaldzerstörung für das Klima, Faszination Regenwald“ 2016).

2.3 Der Regenwald als Holzlieferant

Während die Bewohner der Regenwälder den Rohstoff Holz primär zur Deckung ihrer eigenen Bedürfnisse, das heißt als Baustoff oder Brennmaterial oder im Tauschhandel für andere Güter, nutzten ohne einen nachhaltigen Eingriff in die Natur vorzunehmen, änderte sich diese Situation gravierend mit der Kolonialisierung. Der zunehmende Holzbedarf in den Ländern Europas, als Werkstoff aber zum Beispiel auch in der Papierproduktion, sowie damit einhergehend der zunehmende Einsatz von Maschinen führte zu einer massiven Ausbeutung und Zerstörung. Selbst mit

dem Ende des Kolonialismus blieb für viele Regenwaldländer der Handel mit Holz ein wichtiger Devisenbringer. Tropenhölzer sind vor allem aufgrund ihrer Robustheit, feinen Struktur und geringen Anfälligkeit für Holzschädlinge beliebt. Da sie lange Zeit auch nur in geringem Ausmaß verfügbar waren, waren sie als Schmuckhölzer vor allem für Furniere beliebt. Als Baumaterial wurden sie viele Jahre im Eisenbahn- und Schiffsbau verwendet (vgl. Feest und Kron 2015, 201–3).

3. Bedrohungen und Gegenmaßnahmen

3.1 Bedrohungen

Laut der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) erfolgte im Zeitraum 2000 bis 2009 die Zerstörung von insgesamt 13 Millionen Hektar Waldfläche, der Großteil davon in den Tropen. Umgerechnet entspricht dies der Zerstörung von mehr als 35 Fußballfeldern Waldfläche in der Minute (vgl. Feest und Kron 2015, 241–49; vgl. „Bedrohungen Abenteuer Regenwald“ 2016). Erste große Eingriffe in die tropischen Regenwälder erfolgten bereits im 19. Jahrhundert. Die meisten Bäume des Regenwaldes wachsen vereinzelt und nicht in geschlossenen Beständen. Während dies für die Deckung des Bedarfs der lokalen Bevölkerung kein Problem war, erschwerte dies die industrielle Gewinnung von unterschiedlichen Produkten aus dem Regenwald. Zu einem ersten besonders massiven Eingriff – auch aufgrund der steigenden Nachfrage in Europa und des Fehlens einer künstlichen Alternative – kam es bei der Gewinnung von Naturkautschuk – sowohl durch das Anlegen von Plantagen als auch durch die Profitgier und damit einhergehender unmenschlicher Behandlung der indigenen Bevölkerung (vgl. Feest und Kron 2015, 207–14; vgl. „Bedrohungen Abenteuer Regenwald“ 2016).

Neben dem Raubbau zur Gewinnung tropischer Edelhölzer für den Möbelbau erfolgte – und erfolgt noch immer – der wohl größte Eingriff in die tropischen Regenwälder durch Rodung enormer Flächen zur Gewinnung von Agrarflächen, sei es als Weideland für Viehzucht oder als Anbaugebiet insbesondere von Soja als Futtermittel. In den letzten Jahren kam dazu auch die Vernichtung von Waldflächen zum Anbau von Ölpflanzen zur Produktion von Biodiesel.

Angesichts der – bereits im vorangehenden Kapitel beschriebenen – zentralen Aufgaben des Regenwaldes ist klar, dass durch die fortschreitende Zerstörung des Regenwaldes massiv in die Artenvielfalt, den Wasserkreislauf und das Klima eingegriffen wird. Durch Brandrodung vernichtete

Wälder produzieren enorme Mengen an Kohlendioxid. Die Zerstörung von Vegetation, insbesondere von Wäldern, durch den Menschen ist die Ursache für etwa 30 % des beobachteten Anstiegs von Kohlendioxid in den letzten 250 Jahren. Die Vernichtung der tropischen Wälder und damit einhergehend das Verschwinden des Verdunstungszyklus, der unter anderem Wolken entstehen lässt, würde zu einer globalen Erwärmung beitragen (vgl. Feest und Kron 2015, 294–95).

3.2 Gegenmaßnahmen

Weltweit gibt es seit mehr als 30 Jahren viele unterschiedliche Initiativen zum Schutz der tropischen Regenwälder. In den westlichen Staaten war und ist es vor allem wichtig, ein Problembewusstsein insbesondere bei den Konsumenten zu schaffen.

So waren im Bereich Tropenhölzer Zertifizierungssysteme und Handelsverbote ein erster Schritt in die richtige Richtung, der Handel mit Tropenholz bleibt allerdings weiterhin eine attraktive Einnahmequelle. Laut einer Interpolstudie (Jahr der Studie nicht bekannt), werden jährlich mehr als 650 Millionen Kubikmeter Holz weltweit illegal in den Regenwäldern geschlagen. Dies entspricht einem Warenwert von ca. 80 Milliarden Euro, wobei das organisierte Verbrechen etwa 90% davon umsetze (vgl. Feest und Kron 2015, 203).

Ein Umdenken war und ist aber auch bei den produzierenden Staaten von höchster Notwendigkeit. Bereits in den 80er Jahren entwickelte die brasilianische Regierung beispielsweise erste Satellitenüberwachungssysteme gegen illegale Rodungen.

Bei der Weltklimakonferenz auf Bali (2007) wurden erstmals auf Basis von umfangreichem Bildmaterial von Satelliten die Auswirkungen der Vernichtung des tropischen Regenwaldes auf den Klimawandel (Anstieg der Treibhausgase durch Freisetzen von Kohlendioxid) und damit auch die Notwendigkeit eines globalen Vorgehens zum Schutz der Regenwälder anerkannt. Das führte auch zu zahlreichen Projekten zur Eindämmung der Rodungen (vgl. Feest und Kron 2015, 249).

Bereits Jahre vor der Weltklimakonferenz, genauer gesagt 1991, wurde in Wien der Verein „Regenwald der Österreicher“ ins Leben gerufen, um in Costa Rica, einem der Länder mit der größten Artenvielfalt, den Esquinas-Regenwald im Süden des Landes vor der Zerstörung zu schützen. Stand zuerst der Freikauf – finanziert durch Spenden – von ca. 40 km² Regenwald im Mittelpunkt des Projekts, umfasst dieses mittlerweile eine Vielfalt von Aktivitäten, einschließlich nachhaltiger

Tourismus, Betreuung von Forschungsgruppen aus unterschiedlichen Ländern, Tropenforschung und Wiederbewaldung (vgl. Schnitzler 2016).

Kapitel II. La Gamba

1. Entstehung des Regenwaldes der Österreicher und der Forschungsstation La Gamba

Schon vor Jahrtausenden wurden Waldflächen von Costa Rica gerodet, da Holz ein wichtiges Brenn- und Baumaterial war und die Flächen in der Folge für den Anbau von Obst und Gemüse genutzt wurden. Doch erst seit dem 19. Jahrhundert erfolgten Rodungen in Costa Rica im großen Stil, mit denen der Großteil der Waldflächen in Plantagen und Weideland umgewandelt wurde. Allerdings gab es dazu bereits in den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts Gegenbewegungen – sowohl auf Seiten der Politik als auch durch nationale und internationale Naturschützer. Erste Nationalparks und Schutzgebiete wurden gegründet und Costa Rica galt bald als eines der Vorbilder im Naturschutz.

Im Jahre 1991 wurde der Verein Regenwald der Österreicher von Michael Schnitzler gegründet. Michael Schnitzler, ein österreichischer Violinist und Kammermusiker, hatte Ende der 1980er Jahre als Naturfreund am Rande des Esquinas Regenwaldes (heute Teil des Piedras Blancas Nationalparks) ein kleines Haus gekauft, wo er bald mit Holzschlägerungen im großen Stil konfrontiert war. Ziel des Vereins war, durch Spendengelder den eigentlich unter Schutz stehenden Esquinas Wald freizukaufen und so vor illegalen Schlägerungen zu schützen (vgl. Albert u. a. 2013, 10–26).

Durch private Kontakte wurden Mitarbeiter einiger naturwissenschaftlicher Fakultäten der Universität Wien und der Universität für Bodenkultur auf das Projekt aufmerksam. Zu jener Zeit arbeiteten einige weltweit anerkannte Tropenforscher wie beispielsweise Friedrich Ehrendorfer, Rupert Riedl und Anton Weber an der Universität Wien. Forschungsprojekte in den tropischen Regionen waren damals extrem kostspielig und sehr kompliziert zu organisieren. In Costa Rica gab es zu der Zeit nur zwei Stationen und am meisten wurde in Südostasien geforscht. Einige der Wissenschaftler hatten bereits in den 1980er Jahren botanische Sammelreisen und Forschungsarbeiten in Costa Rica getätigt und erkannten die potentielle Bedeutung des Esquinas Regenwaldes sowohl für naturwissenschaftliche Forschungen als auch für den Schutz der Artenvielfalt (vgl. Albert u. a. 2013, 38).

Unter den jungen Wissenschaftlern waren unter anderem die damaligen Diplomanden Anton Weissenhofer und Werner Huber, die 1993 bei ihren umfangreichen Feldforschungen von Michael Schnitzer unterstützt wurden. Aufgrund des großen Interesses in Wien konnte noch im November 1993 die Tropenstation La Gamba, benannt nach dem gleichnamigen Ort nordwestlich von Golfito in der Provinz Puntarenas, im Regenwald der Österreicher als eine österreichische Forschungs-, Lehr- und Weiterbildungsinstitution gegründet werden. Erklärtes Ziel war, einen Beitrag zur Erforschung und Erhaltung des Esquinas Regenwaldes zu leisten. Bereits Mitte der 1990er Jahre kam es aufgrund der zunehmenden Bekanntheit der Forschungsstation zu immer mehr Forschungsexpeditionen und Besuchen aus aller Welt. Zur finanziellen Unterstützung der Forschungsstation, die ursprünglich Teil des Vereins des Regenwaldes der Österreicher war, wurde 2002 der Verein zur Förderung der Tropenstation La Gamba gegründet, womit auch die 2006 erfolgende Ausgliederung der Tropenstation aus dem Verein Regenwald der Österreicher vorbereitet werden konnte. Die Bekanntheit La Gambas stieg parallel dazu weiter an, zunehmend gab es auch Unterstützung seitens großer Unternehmen (vgl. Albert u. a. 2013, 10–41).

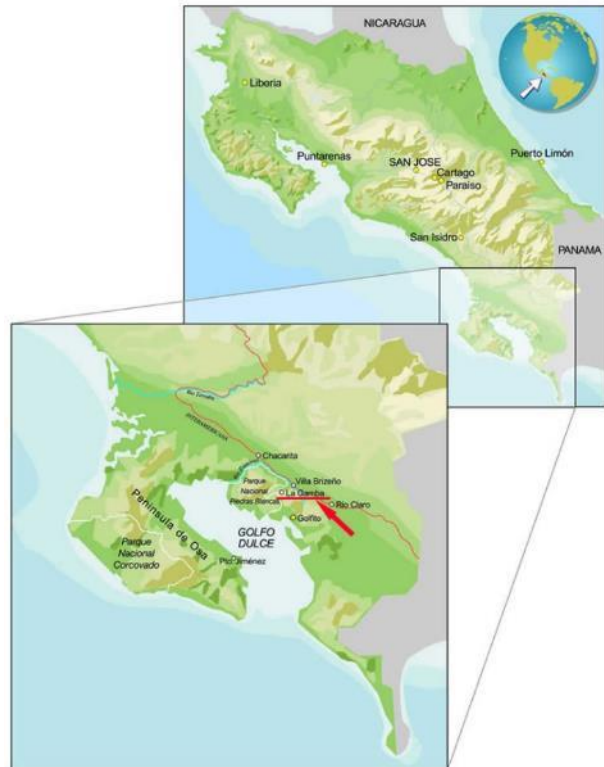


Abb. 1: La Gamba (roter Pfeil). (bearbeitet von Maximilian Bruck)

Eine der wesentlichen Voraussetzungen für den Artenreichtum in der Region war stets der intensive Austausch von Fauna und Flora zwischen den Bergregenwäldern und den Tieflandregenwäldern an der Küste. Während es durch zahlreiche Nationalparks bereits sehr viel Schutz für die Tieflandregenwälder gab, fehlte diese Art von Schutz in den Bergregionen, sodass dort weiter illegal geschlägert wurde. Als ein langfristig gesehen schwerwiegendes Problem stellte sich die zunehmende räumliche Trennung der einzelnen Waldgebiete voneinander dar. Diese Fragmentierung schränkte die Ausbreitung und den Austausch der Tier- und Pflanzenwelt massiv ein, was

langfristig gesehen durch Inzucht und zu geringe genetischer Variabilität zum Aussterben einer Art führen kann. Um dieses Problem wirksam und langfristig zu beheben, wurde die Idee sogenannter biologischer Korridore entwickelt, durch welche Tiere von einem Waldfragment ins nächste ziehen und auch ein besserer Pollen- und Samentransport sichergestellt werden können. Die beste, nachhaltigste aber auch schwierigste Form der Erstellung eines solchen Korridors ist die Waldrestoration, d.h. der Ansatz, jene Baum- und Pflanzenarten wieder anzusiedeln, die ursprünglich in diesem Bereich vorhanden waren. Das langfristige Ziel ist ein biologischer Korridor, welcher wie eine Brücke die verbliebenen Waldfragmente Nordamerikas über Mittelamerika nach Südamerika verbinden sollte. Trotz der oben erwähnten Ausgliederung der Tropenstation aus dem Verein Regenwald der Österreich 2006 ging die Zusammenarbeit der beiden Vereine erfolgreich weiter (vgl. Weissenhofer, Jenking, und Huber 2016, 16–26; vgl. Barquer Mariana u. a. 2012, 12).

2. COBIGA-Projekt

Am Anfang des 21. Jahrhunderts begannen in La Gamba die Arbeiten an den ersten Korridor-Projekten, welche den Namen COBIGA „Corredor Biologico La Gamba“ tragen. Der Gedanke hinter dem COBIGA-Projekt war es, möglichst große Waldstücke mit möglichst wenig Aufwand zu verbinden. Ein zentrales Problem bei der Realisierung dieses Projekts bestand darin, dass viele der benötigten Landflächen im Privatbesitz waren. Deshalb war viel Überzeugungsarbeit seitens der Forschungsstation La Gamba sowie das Eingehen von Kompromissen notwendig, um für beide Seiten befriedigende Lösungen zu finden. Bis Juni 2016 wurden mehr als 37.500 Bäume von über 200 Baumarten gepflanzt, wodurch insgesamt 45 Hektar Wald wiederbewaldet werden konnten. Der Anbau unterschiedlicher Baumarten mit unterschiedlichem Wachstum und unterschiedlicher Wachstumsrate ist allein deshalb notwendig, um den ursprünglich vorhandenen Stockwerkbau des tropischen Regenwaldes zu erzielen und so die unterschiedlichen Lebensräume und Nischen zu ermöglichen, die zentrale Grundvoraussetzung für die enorme Artenvielfalt sind.

Im Jahre 2009 stellte sich auch der Verein „Regenwald der Österreicher“ hinter das Projekt des biologischen Korridors. La Bolsa war das erste Großprojekt, welches mit dem Verein „Regenwald der Österreicher“ durchgeführt wurde, es wurden mehr als 6.000 Bäume von insgesamt 113 ver-

schiedenen Arten gepflanzt. Die ehemalige Waldlücke von 13,6 Hektar wurde so erfolgreich wiederbewaldet, dass sich in der Zwischenzeit schon wieder seltene Vögel wie der Baird's Trogon (*Trogon bairdii*) dort angesiedelt haben.

Angesichts der Erfolge, die mit La Bolsa erzielt wurden, war es naheliegend, das Projekt fortzusetzen. Nächstes Ziel war die Aufforstung der Finca Amable, ebenfalls in La Gamba liegend, die lange als Viehweide genutzt worden war. Auf der größtmäßig mit La Bolsa vergleichbaren Fläche gelang es bis Ende 2015 mit wissenschaftlicher Hilfe durch die Universität Wien und die Universität für Bodenkultur über 205 Baumarten (insgesamt 10.700 Bäume) anzupflanzen (vgl. Weissenhofer, Jenking und Huber 2016, 16–26). Die für diese vorwissenschaftliche Arbeit gesammelten Pflanzenproben stammen ausschließlich von der Finca Amable.

3. Zukunft von La Gamba

Im Jahre 2016 wurden nicht nur Grundstücke, die außerhalb des Esquinas Nationalparks vom Verein Regenwald der Österreicher gekauft wurden, an den Verein Tropenstation La Gamba übergeben, sondern es war grundsätzlich ein sehr bedeutsames Jahr für das COBIGA-Projekt und die Tropenstation La Gamba. Das Ziel ist es, auch in Zukunft die Zusammenarbeit zwischen den beiden Vereinen noch weiter zu stärken. Einer der nächsten Schritte ist die Arbeit auf der sogenannten Finca Alexis, die aufgrund ihrer Lage besonders wichtig für den Quellschutz des Esquinas Flusses ist. Die Tropenstation La Gamba hat sich in Zusammenarbeit mit der Universität für Bodenkultur in Wien vorgenommen, 14 Hektar auf der Finca Alexis wieder zu bewalden und so einen Korridor zum Regenwald der Österreicher zu schaffen. Die finanziellen Mittel dafür (ca. 10 Mio USD) müssen allerdings erst aufgetrieben werden. Fest steht, dass La Gamba ein idealer Ort für Forschungsarbeiten und universitäre wie voruniversitäre Projekte wie beispielsweise „sparkling science“ bleibt (vgl. Weissenhofer, Jenking und Huber 2016, 16–26).

4. Ziel der vorliegenden Arbeit

Ursprüngliches Ziel dieser Arbeit war, durch die Untersuchung pflanzenanatomischer Eigenschaften ausgewählter Gefäßpflanzen herauszufinden, inwiefern die Anatomie des Holzes Auswirkungen auf das Wachstum beziehungsweise auf die Stabilität und Härte des Holzes hat. Wenn auch die Wiederbewaldung durch rasch wachsende Hölzer (Weichholz) schneller erzielt werden kann,

ist, wie bereits ausgeführt, der Anbau unterschiedlicher Baumarten mit unterschiedlichem Wachstum und unterschiedlicher Wachstumsrate notwendig, um den ursprünglich vorhandenen Stockwerkbau des tropischen Regenwaldes zu erzielen und so die verschiedenen Lebensräume und Nischen zu ermöglichen, die zentrale Grundvoraussetzung für die enorme Artenvielfalt sind. Neben holzanatomischen Eigenschaften spielt auch die Kenntnis der blattanatomischen Eigenschaften wie zum Beispiel der Größe und Anzahl der Stomata auf den Blättern eine Rolle bei der Auswahl der Baumarten und kann ausschlaggebend dafür sein, ob die Jungpflanzen anwachsen oder nicht. Daher wurden in der vorliegenden Arbeit folgende Fragestellungen untersucht:

- Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Anzahl von Stomata und deren Größe?
- Kann von der Anzahl der Stomata pro mm² oder der Länge der Stomata auf die Holzdicke und damit auf die Holzgattung (Weich- oder Hartholz) geschlossen werden?
- Inwiefern sind diese Informationen für die Auswahl von Bäumen für das COBIGA Projekt relevant?

Kapitel III. Methode

1. Aufbau meiner Arbeit

Um den Aufenthalt in Costa Rica möglichst sinnvoll zu nutzen, wurde bereits in Wien gemeinsam mit Felix Kreinecker (Universität für Bodenkultur) besprochen, welche Art von Blatt- und Holzproben für diese Arbeit gesammelt werden sollten. Das Sammeln der Proben sollte sich auf maximal vier Baumarten, darunter sowohl Weich- als auch Hartholzsorten, beschränken. Jede Probe sollte aus einem etwa fünf bis acht Zentimeter langen und etwa einen Zentimeter dicken Stück Ast sowie aus allen von diesem Holzstück mit Wasser versorgten Blättern bestehen. Nach der Arbeit im Feld und im Labor in Costa Rica war für Wien die detaillierte Untersuchung und photographische Erfassung der Blatt- und Holzproben vorgesehen.

2. Arbeit in Costa Rica

Die Auswahl und Lokalisierung der Bäume erfolgte auf Basis der auf der Finca Amable aufliegenden Bestandslisten und Pflanzungsprotokolle. Aus organisatorischen und zeitlichen Gründen sowie aufgrund des Umstandes, dass nur wenige der zugänglichen Bäume den Vorgaben entsprachen, konnten während des Aufenthalts insgesamt nur Proben von drei Baumarten genommen werden (*Astronium graveolens*, *Tabebuia chrysantha* und *Sapium sp.*). Um eine ausreichende empirische Arbeit zu ermöglichen und die Untersuchungen pflanzenanatomisch allenfalls zu intensivieren, wurde daher das Sammeln von Blattproben strukturiert ausgeweitet. Zur Sicherstellung der gleichen Rahmenbedingungen wurden alle Proben an einem Tag zur Mittagszeit gesammelt. Für die Gewinnung der Proben wurden von den ausgewählten Bäumen mit Teleskopscheren je zwei Äste (der eine Ast der Sonne ausgesetzt der andere im Schatten) auf halber Höhe der Baumkrone geschnitten. Durchschnittlich trugen die Aststücke ca. 20 bis 40 Blätter. Blatt- und Holzproben mussten vom gleichen Aststück sein.

Die Äste wurden zum Transport beschriftet, vorsichtig in Plastiksäcke verpackt und im Labor bis zur Verarbeitung der Proben in Wasserkübeln gelagert, um einen weiteren Wasserverlust zu verhindern. Für die Blattproben wurden die Blätter ohne Stängel von den Ästen getrennt, abgewogen und über einen Zeitraum von mindestens 12 Stunden in einer Trockenkammer getrocknet. Nach dem Trocknen wurden die Blätter nochmals gewogen und durch die Differenz der beiden Messwerte das spezifische Gewicht der Blätter ermittelt. Für die fortgesetzten Untersuchungen der Blattproben in Wien, insbesondere zur Untersuchung der Spaltöffnungen (Stomata), wurden kleine Blattproben mit einer Breite von etwa einem Zentimeter aus der Blattmitte herausgeschnitten. Die Blattproben wurden in beschriftete Pergamenthüllen gegeben und bis zur Abreise im Labor aufbewahrt. Für die Holzproben wurde ein möglichst gerades Stück, ohne Verzweigungen mit einer Länge von 4-8 Zentimetern aus dem Ast herausgeschnitten. Danach wurden die Holzproben ebenfalls in Pergamentsäckchen verpackt, beschriftet und zum Trocknen im gekühlten Labor aufbewahrt.

3. Arbeit in Wien

Die Blattproben, die in Costa Rica gesammelt und auch dort in einem Trockenschrank getrocknet wurden, mussten in Wien an der Universität für Bodenkultur zuerst in einem „Eppi“ (Eppendorfergefäß mit Schraubverschluss) mit destilliertem Wasser eingeweicht werden, um die Blätter wieder flexibel zu machen (vgl. Abb. 2). Dies war die Voraussetzung, um einen Abdruck nehmen zu können. Nach Lagerung der Blattprobe für ca. eine Stunde in destilliertem Wasser wurde ein kleines Stück aus ihr herausgeschnitten. Dabei war zu beachten, dass keine Adern im Weg waren, da sich einerseits auf Adern keine Stomata befinden und andererseits die Adern eine Erhebung darstellen, wodurch der Abdruck rundherum unscharf hätte werden können. Das noch nasse Blatt musste mit einem Filterpapier beziehungsweise einem Löschpapier vorsichtig trocken getupft werden, damit keine Risse in der Blattprobe entstehen (vgl. Abb. 3). Danach entfernte ich von dem Plexiglasobjektträger die Schutzfolie und trug vorsichtig auf einem Ende des Objektträgers einen Tropfen Butanon auf. (vgl. Abb. 4). Die Blattprobe musste ich zentral auf den Tropfen setzen und ungefähr 15-25 Sekunden mit einem Latexhandschuh festdrücken (vgl. Abb. 5). Das Butanon weicht die Kunststoffoberfläche des Objektträgers an, wodurch dann ein Blattabdruck auf dem Objektträger zurückbleibt. Als nächstes musste die Blattprobe sehr vorsichtig mit einer feinen Pinzette angehoben und dann langsam und behutsam abgezogen werden (vgl. Abb. 6). Nach dem Abziehen des Blattes dauerte es noch wenige Sekunden bis der Blattabdruck auf der

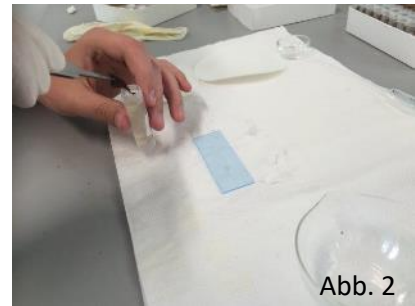


Abb. 2

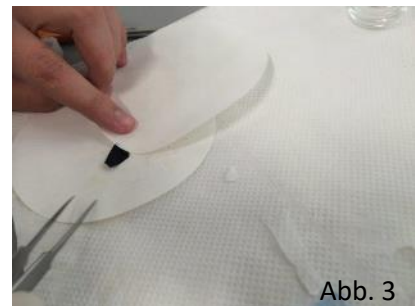


Abb. 3

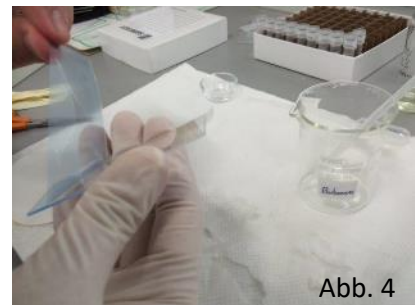


Abb. 4



Abb. 5

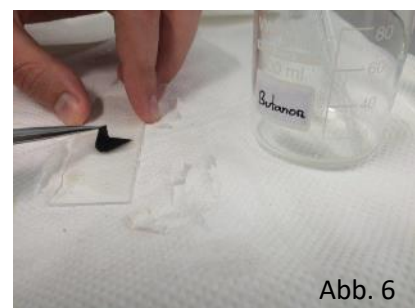


Abb. 6

Kunststoffoberfläche des Objektträgers komplett ausgehärtet war und so für weitere Untersuchungen zu Verfügung stand. (vgl. Abb. 7).

Da teilweise nur schwer zwischen Blattober- und -unterseite unterschieden werden konnte, wurden sicherheitshalber zwei Abdrücke pro Blattprobe durchgeführt. Danach waren die Objektträger zu beschriften, um eine Verwechslung der unterschiedlichen Proben zu vermeiden. Zuletzt habe ich am Computer Fotos mit der am Mikroskop

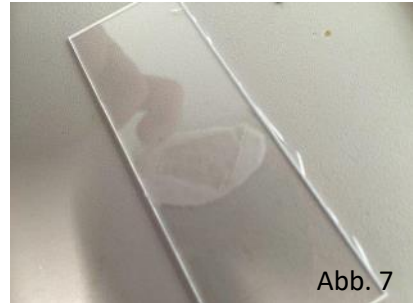


Abb. 7

Abb. 2-7: Präparation der Blattproben

des Typs DM5500 B (Leica Microsystems Ltd., Wetzlar, Deutschland) montierten Kamera DMC2900 (Leica Microsystems Ltd., Heerbrugg, Schweiz) und des Programms LAS V4.8 von Leica gemacht. Die Bilder der Objektträger wurden in der Folge unter dem Mikroskop untersucht. Dabei war besonders darauf zu achten, eine Stelle mit einer durchschnittlichen Anzahl an Stomata heranzuziehen, um Extremwerte zu vermeiden. Die Messdaten wurden dann in einer Tabelle eingetragen, um besser Vergleiche anstellen und genaue Untersuchungsergebnisse präsentieren zu können.

Kapitel IV. Ergebnisse

Die Auszählung erfolgte mit dem bereits erwähnten Programm LAS V4.8 von Leica. Sofern sie sich am oberen oder linken Fotorand befanden, wurden auch halbe Stomata oder Teile von Spaltöffnungen gewertet, nicht gezählt wurden sie, wenn sie den rechten oder unteren Rand des Fotos berührten. Grundsätzlich wurde versucht, Blattadern zu vermeiden. Die Zahl der Stomata wurde schließlich durch die ausgezählte Fläche dividiert, um so auf Stomata pro mm^2 hochzurechnen.

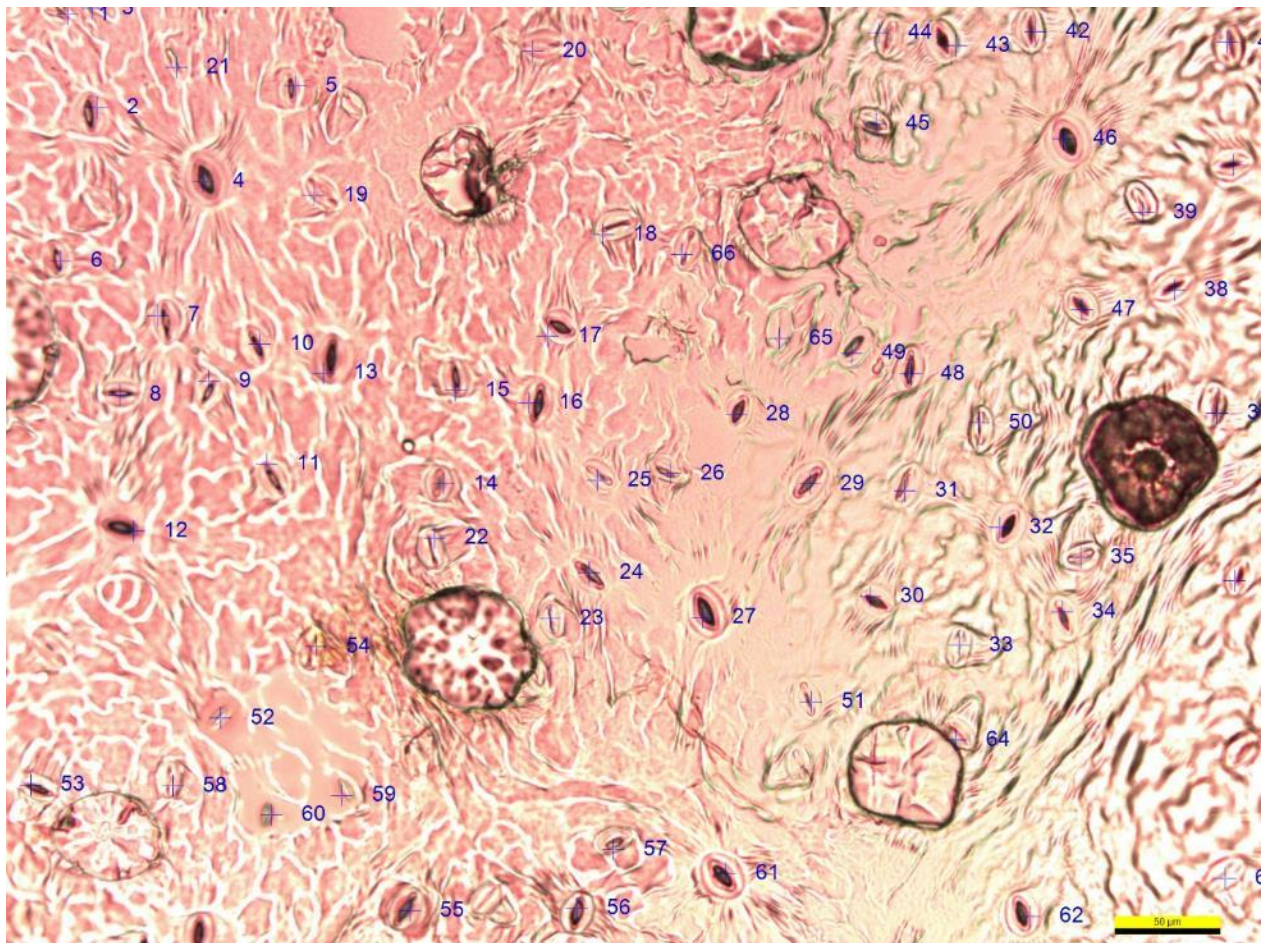


Abb. 8: Abgezogene Epidermis von *Tabebuia chrysantha*. Die 66 gezählten Stomata auf einer Fläche von $0,27 \text{ mm}^2$ ergeben eine Stomatadichte von $248 \text{ Stomata pro mm}^2$.

Zum Errechnen der Stomatalänge wurde ebenfalls das Programm LAS V4.8 von Leica verwendet, wobei jeweils fünf durchschnittlich große Stomata vermessen wurden. In Excel wurden schließlich die Mittelwerte der je fünf Messungen für die Stomatalänge berechnet.

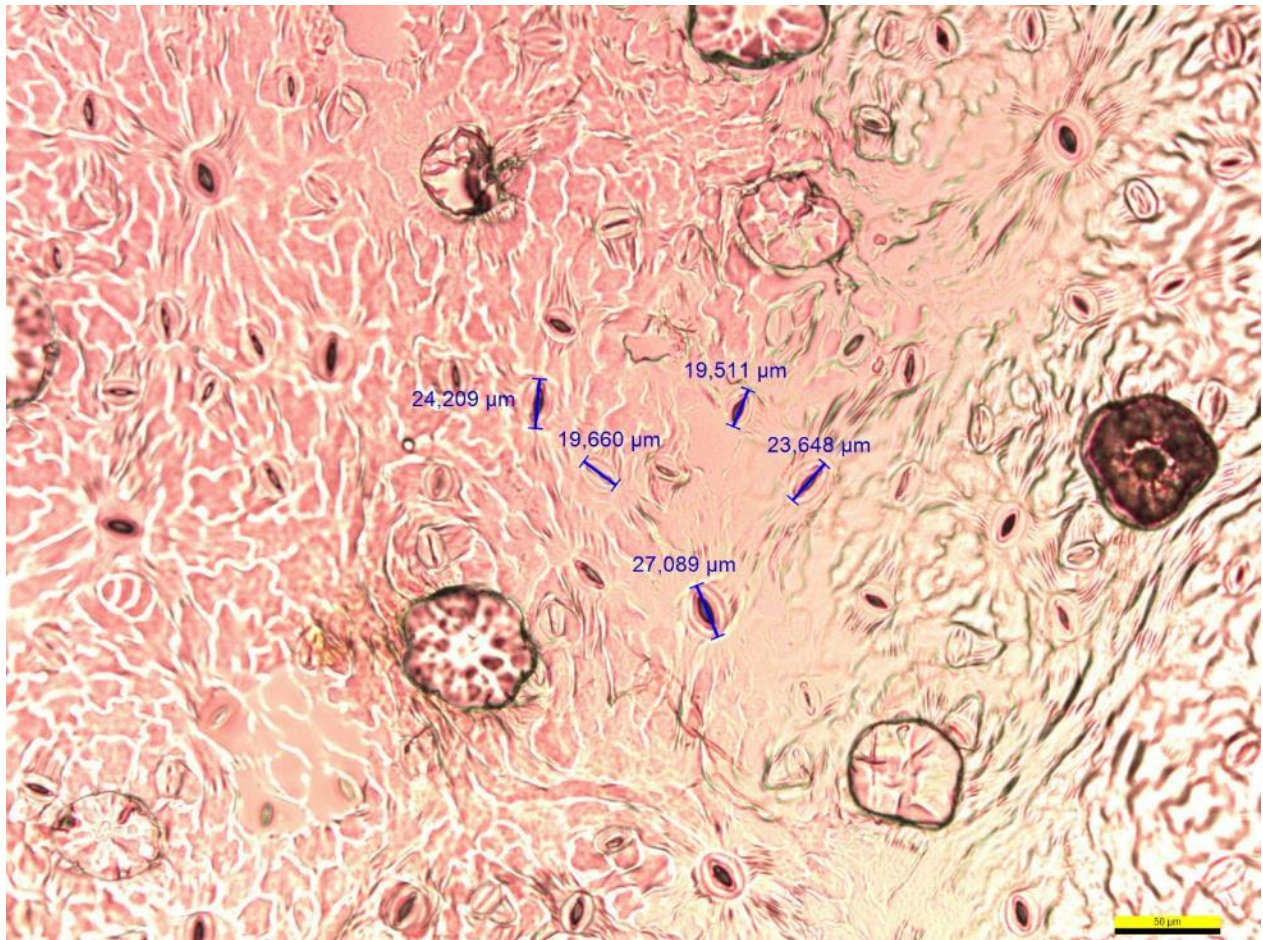


Abb. 9: Abgezogene Epidermis von *Tabebuia chrysantha* mit fünf vermessenen Stomata (Stomata-Länge blau) auf einer Fläche von 0,07 mm² mit einer durchschnittlichen Stomatalänge von 22,823 µm.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen Epidermisabdrücke der Pflanzen *Astronium graveolens* (ASTGRA), *Tabebuia chrysantha* (TABCHR) und *Sapium sp.* (SAP_SP) in zwanzigfacher (20x) beziehungsweise vierzigfacher (40x) Vergrößerung. Ast 1 steht für Blattproben eines Astes, der sich im Schatten befunden hat; Ast 2 für Blattproben, die der Sonne ausgesetzt waren. xx/yy/zz definiert den genauen Standort der Pflanze auf der Finca Amable in La Gamba.

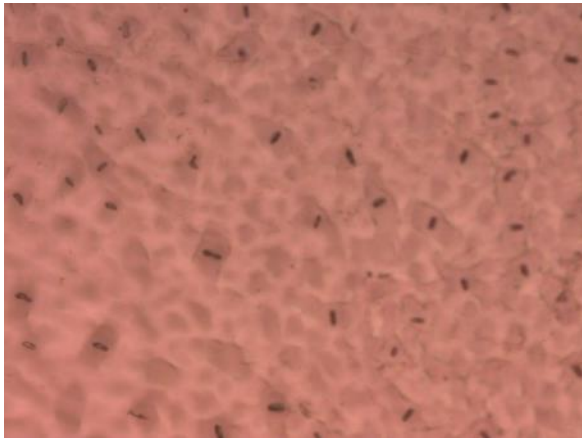


Abb. 10: ASTGRA Ast 1; 24/18/13; 40x

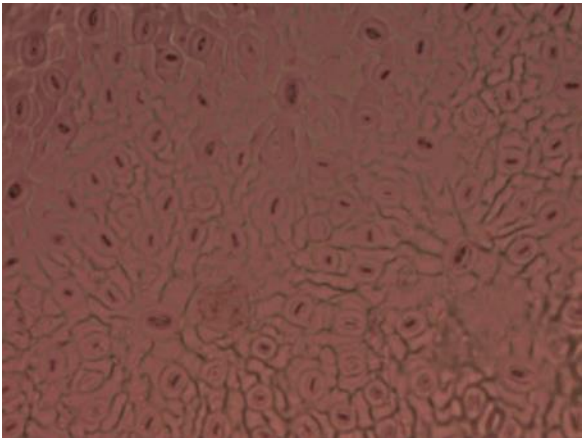


Abb. 13: ASTGRA Ast 2; 24/18/13; 40x

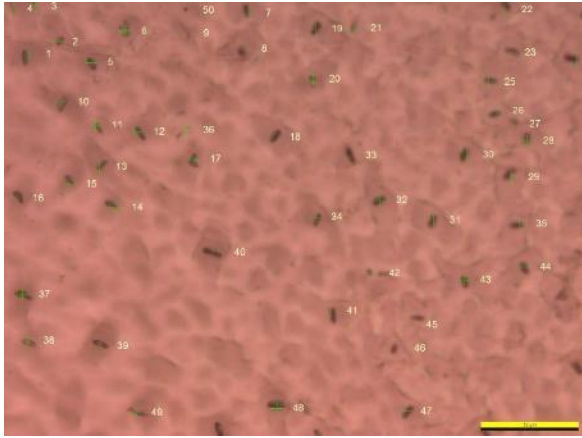


Abb. 11: ASTGRA Ast 1; 24/18/13; 40x

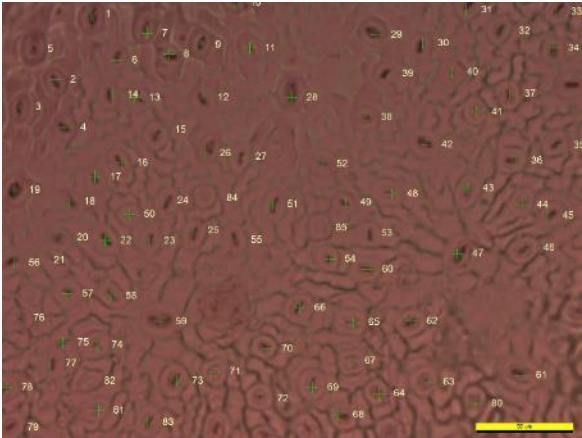


Abb. 14: ASTGRA Ast 2; 24/18/13; 40x

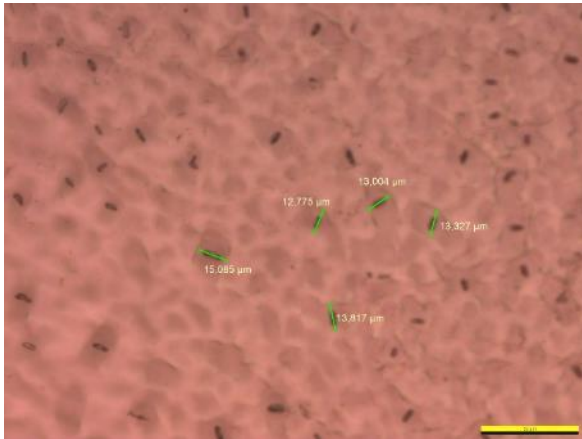


Abb. 12: ASTGRA Ast 1; 24/18/13; 40x

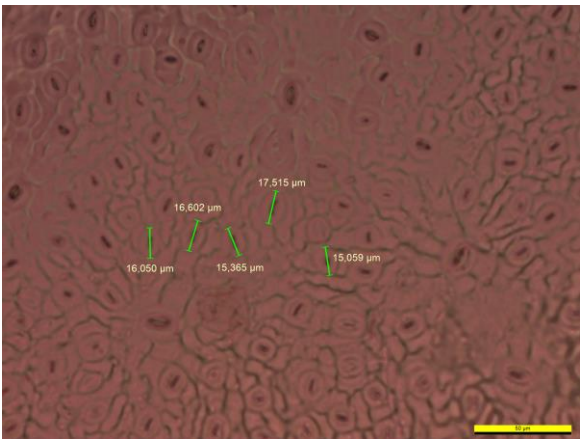


Abb. 15: ASTGRA Ast 2; 24/18/13; 40x

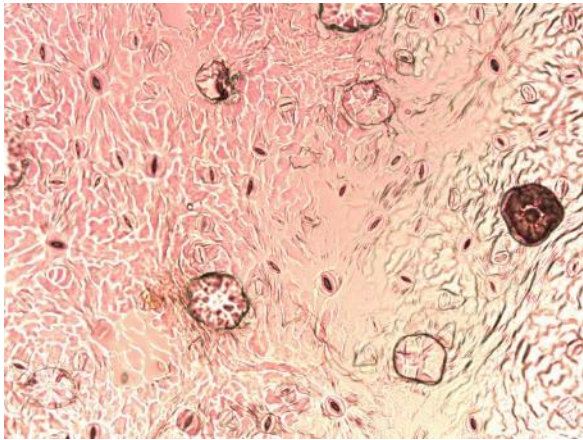


Abb. 16: TABCHR Ast 1; 20/14/11; 20x

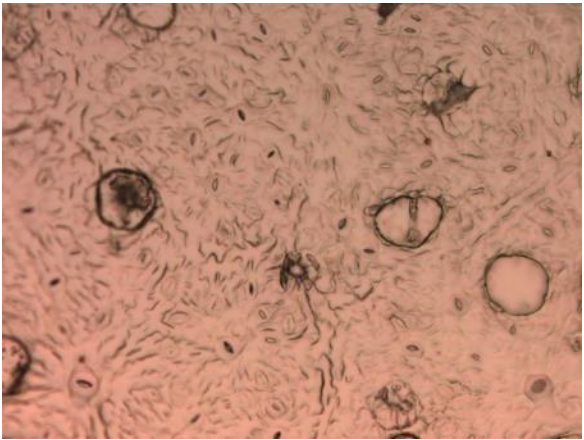


Abb. 19: TABCHR Ast 2; 20/14/11; 20x

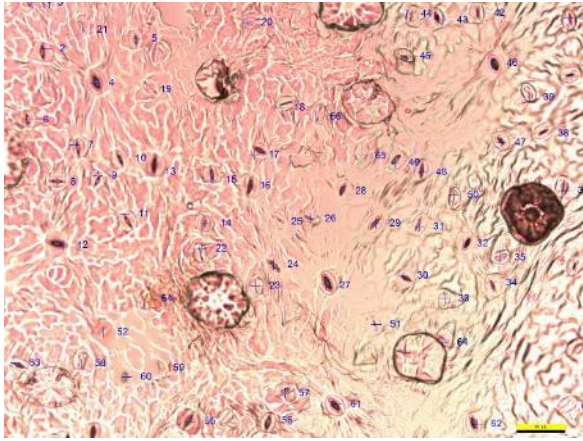


Abb. 17: TABCHR Ast 1; 20/14/11; 20x

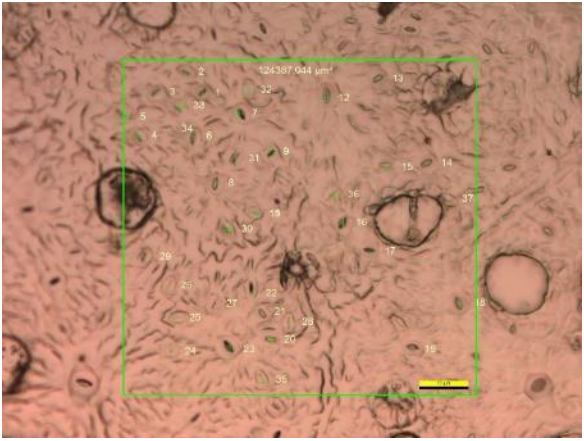


Abb. 20: TABCHR Ast 2; 20/14/11; 20x

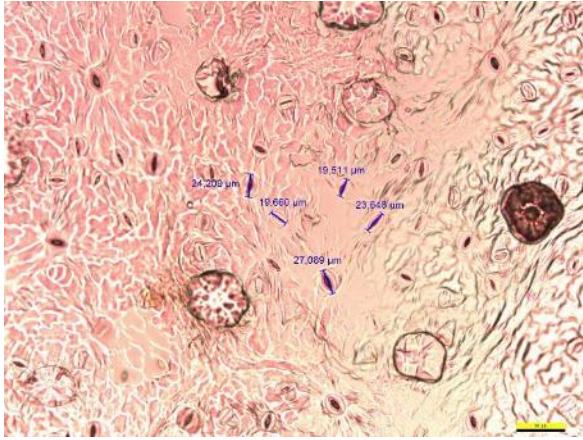


Abb. 18: TABCHR Ast 1; 20/14/11; 20x

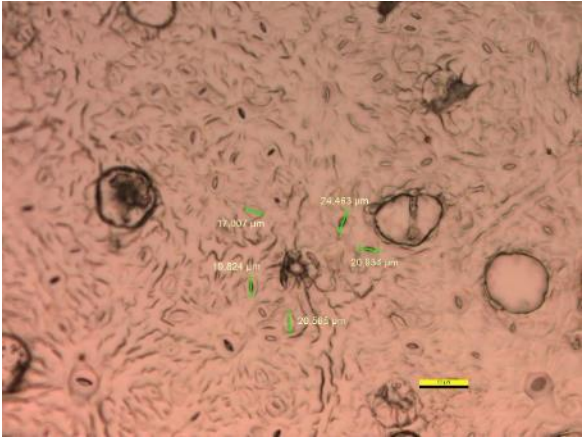


Abb. 21: TABCHR Ast 2; 20/14/11; 20x

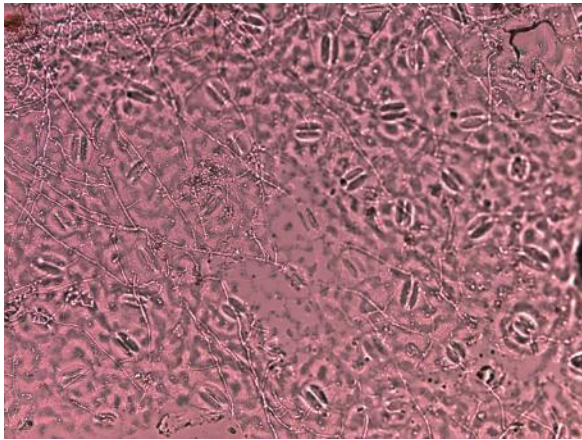


Abb. 22: SAP_SP Ast 1; 21/10/5; 20x

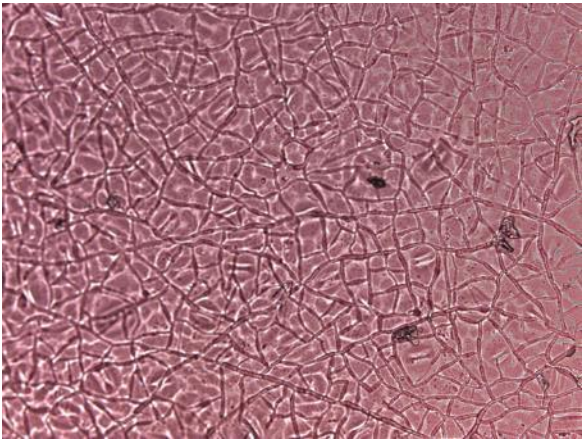


Abb. 25: SAP_SP Ast 2; 21/10/5; 40x

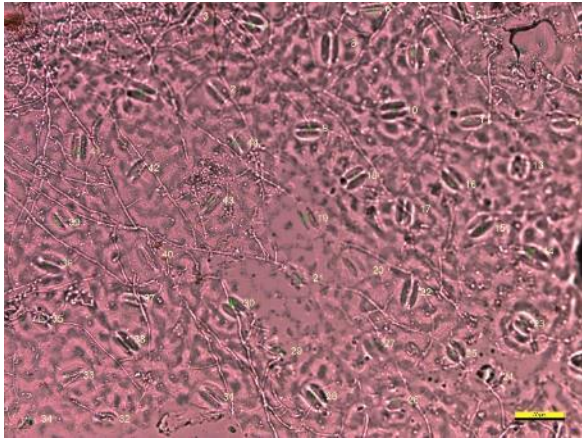


Abb. 23: SAP_SP Ast 1; 21/10/5; 20x

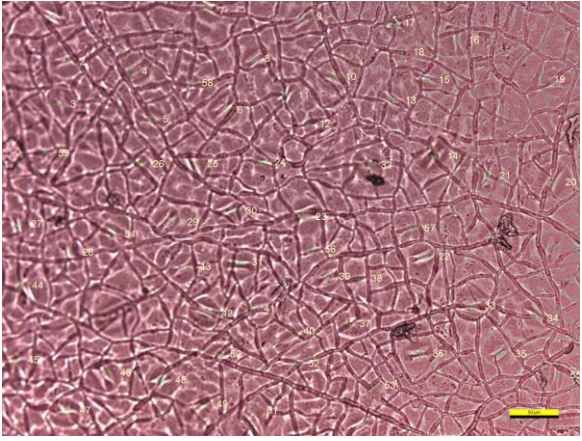


Abb. 26: SAP_SP Ast 2; 21/10/5; 20x

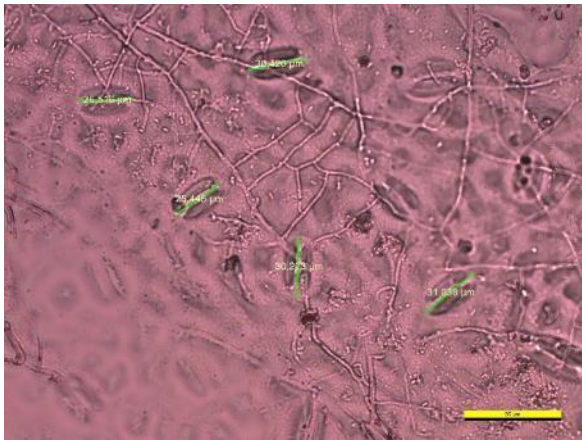


Abb. 24: SAP_SP Ast 1; 21/10/5; 40x

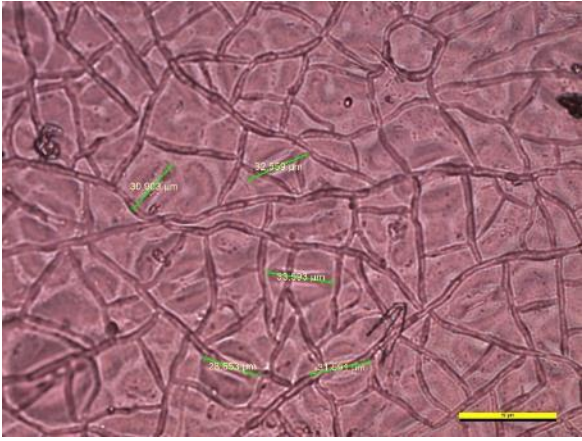


Abb. 27: SAP_SP Ast 2; 21/10/5; 40x

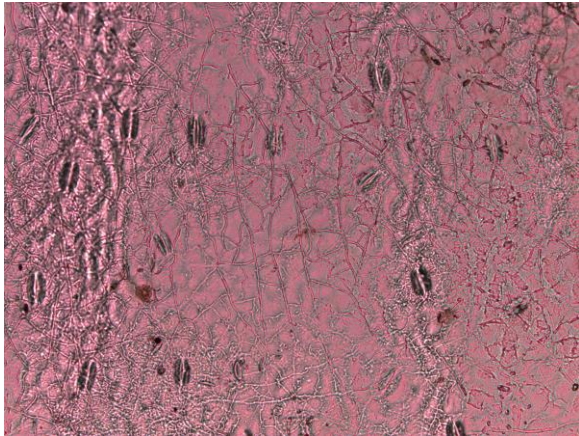


Abb. 28: SAP_SP Ast 1; 21/10/5/ 20x Blattoberseite

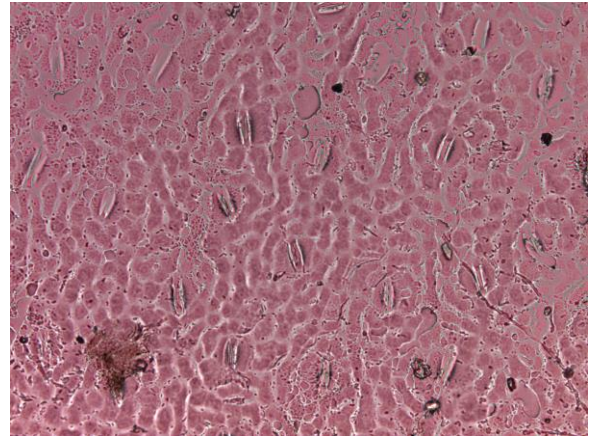


Abb. 31: SAP_SP Ast 2; 21/10/5; 20x Blattoberseite

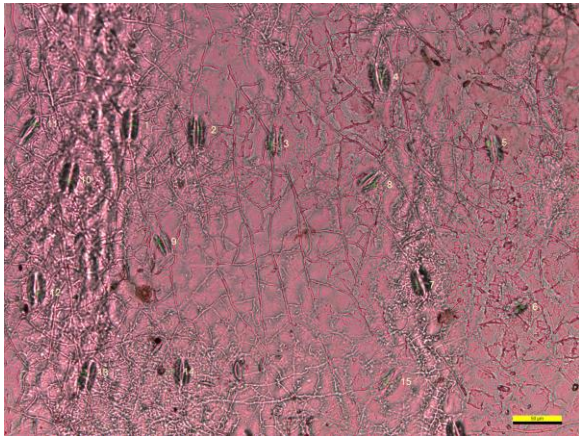


Abb. 29: SAP_SP Ast 1; 21/10/5; 40x Blattoberseite

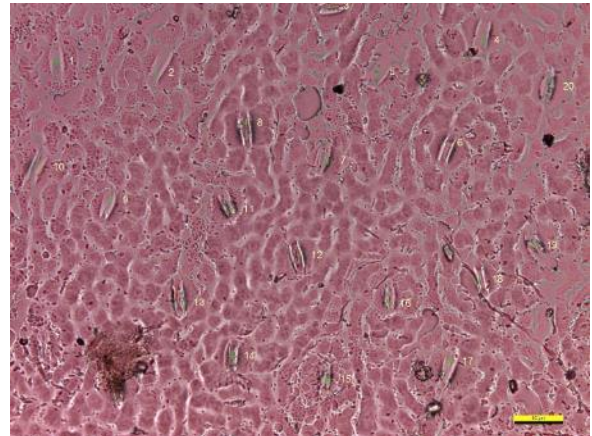


Abb. 32: SAP_SP Ast 2; 21/10/5; 20x Blattoberseite

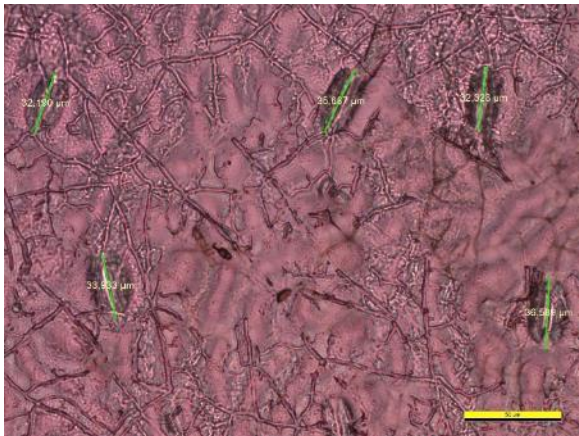


Abb. 30: SAP_SP Ast 1; 21/10/5; 40x Blattoberseite

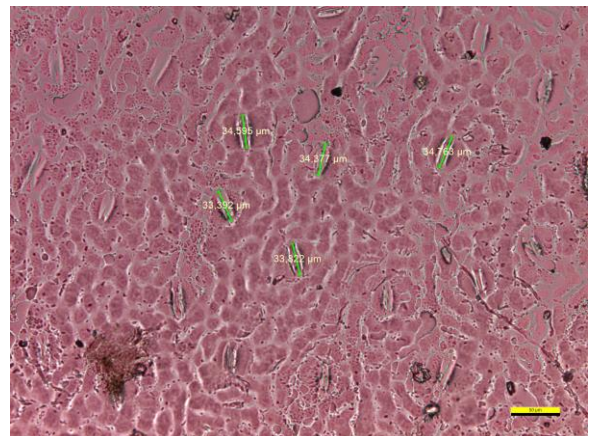


Abb. 33: SAP_SP Ast 2; 21/10/5; 20x Blattoberseite

Meine weiteren Untersuchungsergebnisse:

| Location | Branch | Spezies | Stomata | Fläche (µm ²) | Stomata/mm ² | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Länge Stomata (µm) Durchschnitt |
|----------|-----------|---------|---------|---------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------------------|
| 24/18/13 | AST2 | ASTGRA | 85 | 66521 | 1277,79 | 15,37 | 16,60 | 16,05 | 17,52 | 15,06 | 16,12 |
| 24/18/13 | AST1 | ASTGRA | 50 | 66521 | 751,64 | 15,09 | 12,78 | 13,00 | 13,33 | 13,82 | 13,60 |
| 21/10/05 | AST2 | SAPSP. | 59 | 266090 | 221,73 | 33,59 | 28,65 | 31,59 | 30,90 | 32,56 | 31,46 |
| 21/10/05 | AST1 | SAPSP. | 43 | 266090 | 161,60 | 26,52 | 30,42 | 25,45 | 30,22 | 31,04 | 28,73 |
| 21/10/05 | AST2-OBEN | SAPSP. | 20 | 266090 | 75,16 | 34,60 | 34,38 | 33,82 | 33,39 | 34,76 | 34,19 |
| 21/10/05 | AST1-OBEN | SAPSP. | 15 | 266090 | 56,37 | 35,69 | 32,33 | 36,59 | 33,93 | 32,19 | 34,15 |
| 20/14/11 | AST1 | TABCHR | 66 | 266090 | 248,04 | 23,65 | 24,21 | 19,66 | 19,51 | 27,09 | 22,82 |
| 20/14/11 | AST2 | TABCHR | 37 | 124387 | 297,46 | 24,46 | 20,93 | 19,82 | 20,59 | 17,01 | 20,56 |

Aufgrund meiner Untersuchungen kann man erkennen, dass Blätter auf der Sonnenseite mehr Stomata aufweisen als Blätter auf der Schattenseite. Außerdem kann man ablesen, dass in der Mehrzahl der Fälle die Stomata auf der Sonne zugewandten Seite im Vergleich zu den Stomata auf der Schattenseite der gleichen Pflanze größer sind. Größe und Anzahl der Stomata haben einen Einfluss auf die Wasserverdunstung und damit auch auf die Mineralstoffzufuhr.

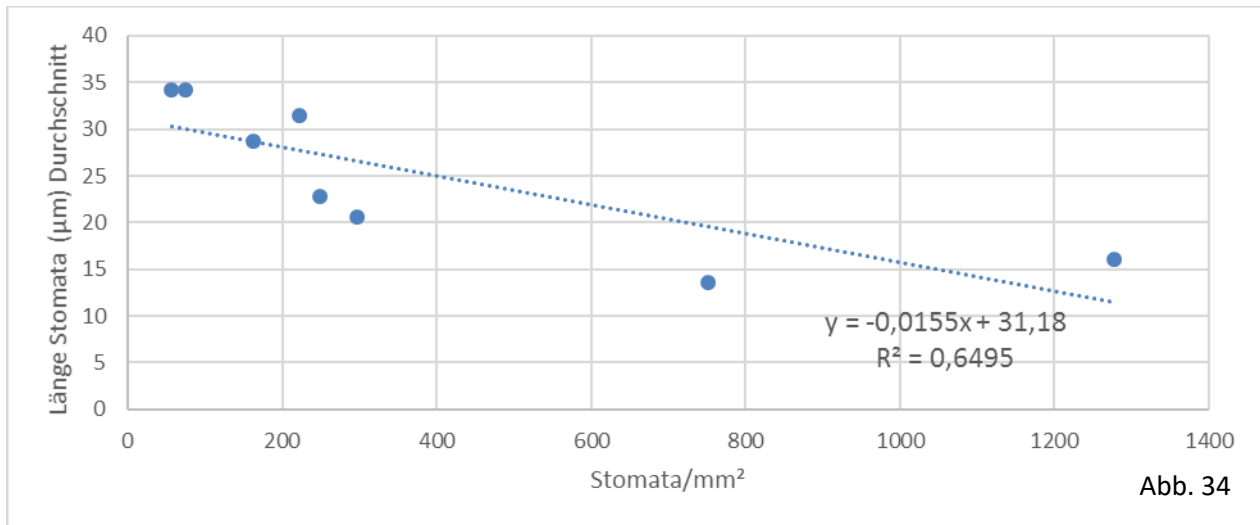


Abb. 34: Verhältnis zwischen der Länge der Stomata und deren Anzahl pro mm².

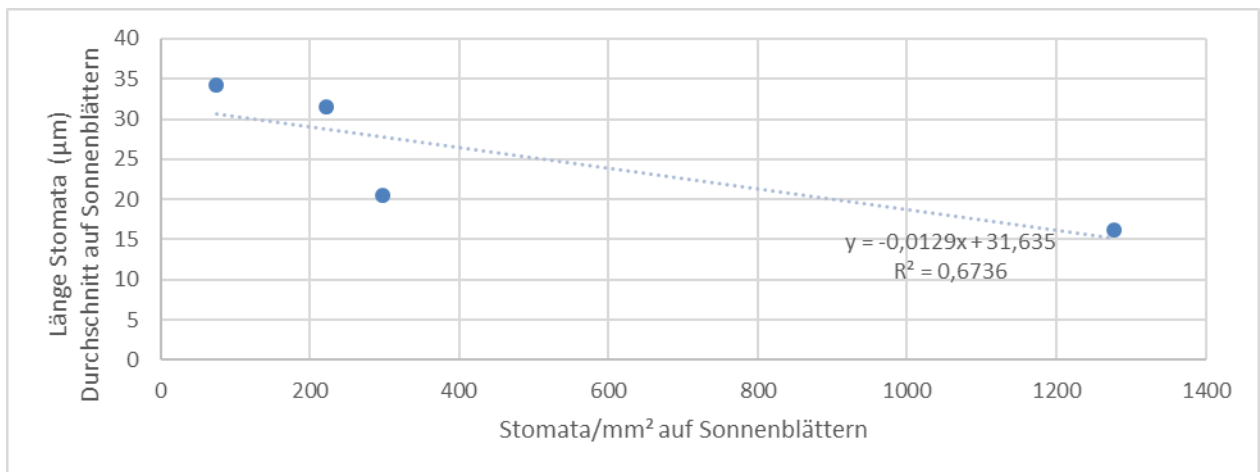


Abb. 35: Verhältnis zwischen der Länge der Stomata und der Anzahl pro mm² auf Sonnenblättern.

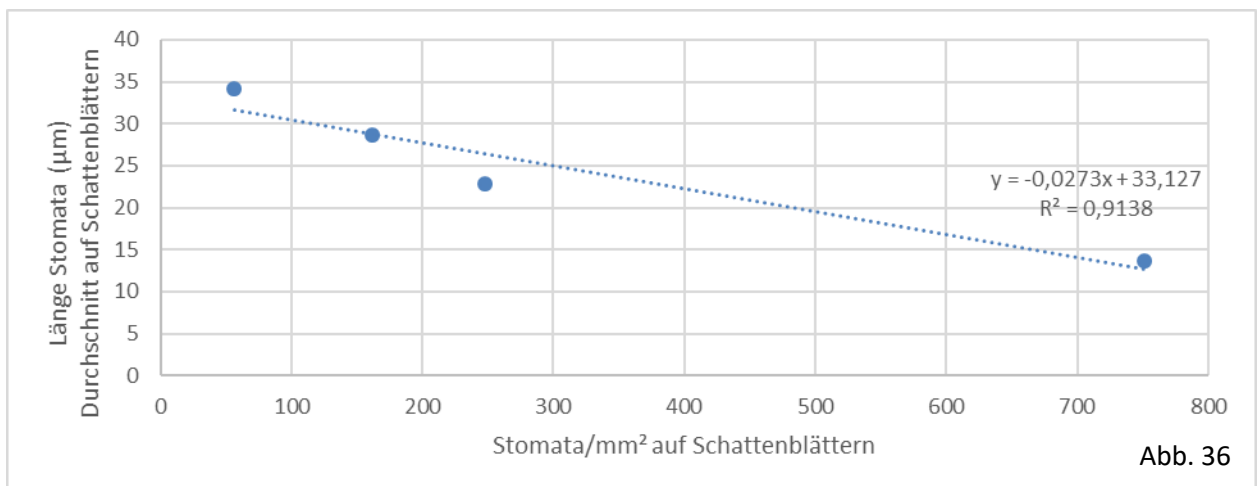


Abb. 36: Verhältnis zwischen der Länge der Stomata und der Anzahl pro mm² auf Schattenblättern.

Sapium sp hat eine Holzdicke von $0,439 \text{ g/cm}^3$ und ist somit ein recht weiches Holz. *Tabebuia chrysantha* hat eine Holzdicke von $0,582 \text{ g/cm}^3$ und fällt daher unter die Harthölzer (vgl. Kreinecker 2016, 68).

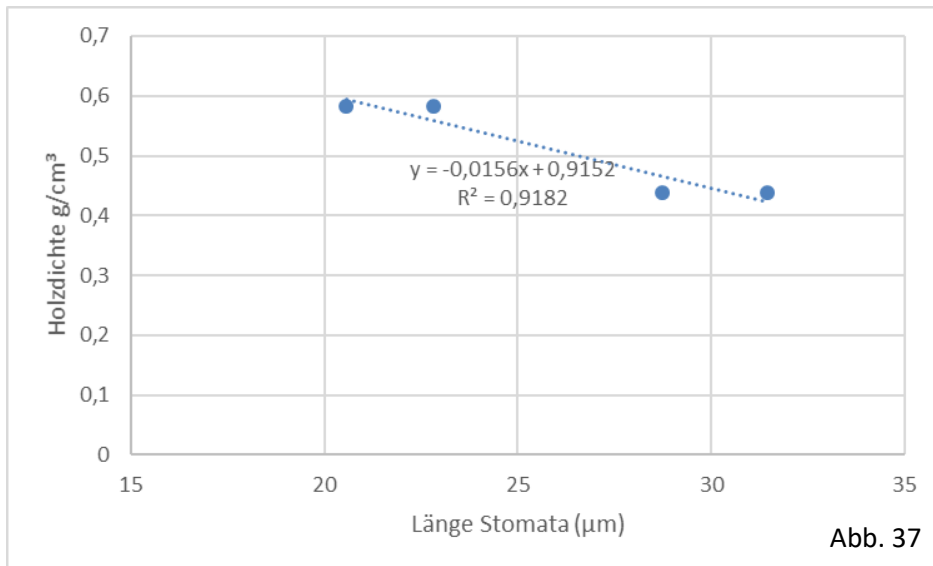


Abb. 37: Verhältnis zwischen der Länge der Stomata und der Astholzdicke der ausgewählten Baumarten.

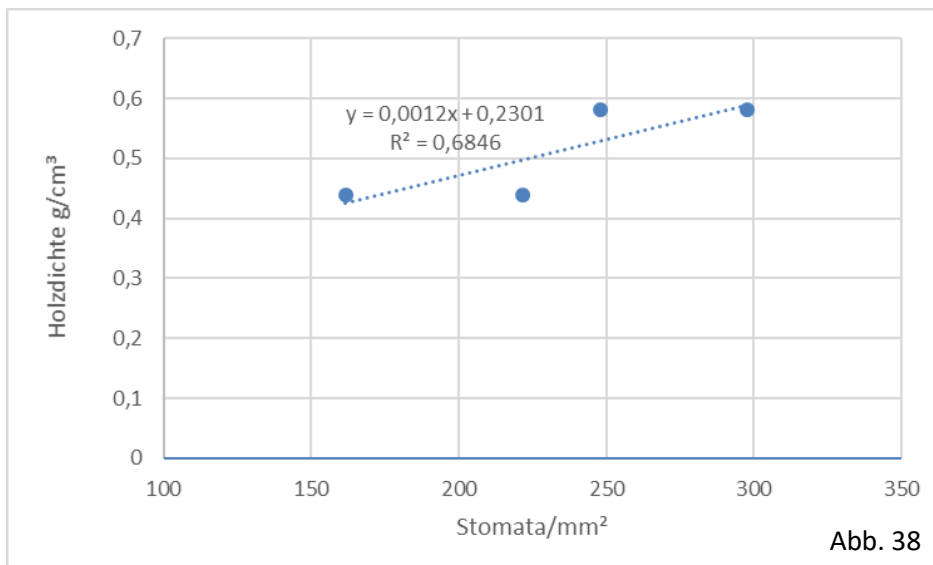


Abb. 38: Verhältnis zwischen der Anzahl an Stomata pro mm^2 und der Astholzdicke der ausgewählten Baumarten.

Kapitel V. Diskussion und Anregungen

1. Diskussion

Die Untersuchung und Vergleiche meiner gesammelten Proben ergaben, dass es einen indirekten Zusammenhang zwischen der Länge der Stomata (vgl. Abb. 9) und der Anzahl der Stomata gibt (vgl. Abb. 8). Je größer die Länge der Stomata war, desto geringer war die Anzahl der Stomata pro mm^2 (vgl. Abb. 34). Ein solches Ergebnis gab es sowohl bei im Schatten gesammelten Blättern (vgl. Abb. 36) als auch bei im direkten Sonnenlicht gesammelten Blättern (vgl. Abb. 35).

Generell ließ sich aus den gesammelten Daten ablesen, dass Blätter auf der Sonnenseite des gleichen Baumes mehr und auch längere Stomata aufwiesen als Blätter auf der Schattenseite. Auch wenn es logisch erscheint, da die Kühlung und damit auch der Schutz der Blätter vor Verbrennung durch die Wasserabgabe (Verdunstung) der Stomata erfolgen und dies gerade auf der sonnenzugewandten Seite für das Überleben der Pflanze essentiell ist, war dieses Ergebnis doch überraschend.

Die Untersuchungen zeigten, dass sich die Blätter von Bäumen unabhängig von der Baum- und Holzart durch die Ausbildung von Stomata an den Standort – Sonne oder Schatten – anpassen und so auch durch die entsprechende Wasserverdunstung vor Verbrennung schützen können. Wenn die Geschwindigkeit einer Bewaldung nicht wichtig ist, ist es daher aus meiner Sicht weitgehend egal, welche Baum- oder Holzart angebaut wird.

Als ich meine Blattproben des Weichholzbaumes (*Sapium sp.*) mit meinen Blattproben des Hartholzbaumes (*Tabebuia chrysantha*) verglich, konnte ich feststellen, dass die Blattproben des Weichholzbaumes eher lange aber wenige Stomata, die Blattproben des Hartholzbaumes eher kurze dafür aber viele Stomata aufwiesen (vgl. Abb. 37 und 38). Auffällig war, dass *Sapium sp.* zusätzlich zu den Stomata auf der Blattunterseite auch Stomata auf der Blattoberseite hatte. Insgesamt war bei ausschließlicher Berücksichtigung der Stomata auf den Blattunterseiten feststellbar, dass die Stomatafläche bei der Weichholzbaumart in der Sonne größer als jene der Hartholzbaumart war, die der Hartholzbaumart jedoch größer im Schatten.

Diese Untersuchungen lassen den Schluss zu, dass es für eine rasche Wiederbewaldung einer freien und damit der Sonne exponierten Fläche sinnvoll ist, zuerst eine Weichholzbaumart zu pflanzen. Diese rasch wachsenden Bäume würden in der Folge den Schatten spenden, der für das Wachstum von Hartholzbäumen, die meiner Untersuchung nach eine größere Stomatafläche im Schatten besitzen, notwendig ist. Unabhängig davon ist es allerdings zur Sicherstellung eines möglichst ursprünglichen Waldes und, wie bereits mehrfach erwähnt, der Artenvielfalt und des Stockwerkbaus des tropischen Regenwaldes bei Wiederbewaldungsprojekten auf jeden Fall wichtig, auf eine Mischung von verschiedenen Holz- und Baumarten zu achten.

2. Anregungen

Um aufgrund der technischen Kriterien für den Astschnitt einen unnötigen Zeitverlust zu vermeiden, sollte bereits im Vorfeld einer solchen Arbeit die Auswahl geeigneter Bäume im Feld und nicht nur auf Basis von Bestandslisten getroffen werden. Beispielsweise befanden sich manche Bäume im unwegsamem Gelände oder hatten wider Erwarten eine zu geringe Anzahl an geeigneten Ästen, sodass die Entfernung eines Astes den Baum beschädigt hätte.

Die große Hitze vor Ort und zeitliche wie räumliche Distanz zwischen Probennahme und Weiterverarbeitung im Labor führten zu Wasserverlust sowohl in den Blättern als auch in geringerem Maße in den Ästen. Durch die Bereitstellung von Kühltaschen könnte dies verhindert werden.

Da ich bei dieser Arbeit nur sehr wenige Blattproben untersuchen konnte, wäre es aus meiner Sicht sinnvoll, bei Folgearbeiten eine größere Vielfalt an Baumarten zu untersuchen, um meine in dieser Arbeit aufgestellten Theorien zu überprüfen.

Da bei vereinzelt Baumarten die Blätter auch auf der Oberseite Stomata besaßen, die Blattseiten jedoch nach dem Trockenvorgang nicht mehr eindeutig bestimmt werden konnten, mussten von jeder Probe beide Seiten untersucht werden. Das Markieren einer Blattseite der Probe unmittelbar nach dem Zuschnitt würde diese Arbeit erleichtern.

Interessant wäre es auch in einer längerfristigen Studie zu prüfen, ob die zusätzliche Anzahl an Stomata auf der Blattoberseite der Baumart *Sapium sp.* durch die Möglichkeit, mehr Wasser verdampfen zu lassen und auch mehr Wasser samt Mineralstoffen aus dem Boden zu entnehmen, das Wachstum der Pflanze merkbar beeinflusst.

Literaturverzeichnis

Albert, Roland, Werner Huber, Susanne Pamperl, Wolfgang Wanek, Anton Weber, und Anton Weissenhofer, Hrsg. 2013. *20 Jahre Tropenstation La Gamba, Costa Rica*. Wien: Verein zur Förderung der Tropenstation La Gamba.

Barquer Marianela, Chacón Eduardo, Werner Huber, Daniel Jenking, Marian Lechner, Wolfgang Wanek, Anton Weber, und Anton Weissenhofer. 2012. *Creating a Forest. Creando un Bosque*. Wien: Verein zur Förderung der Tropenstation La Gamba.
<http://www.nhbs.com/title/186156/creating-a-forest-creando-un-bosque>.

„Bedrohungen Abenteuer Regenwald“. 2016. Zugegriffen Dezember 18. <https://www.abenteuer-regenwald.de/bedrohungen>.

Feest, Christian, und Christine Kron. 2015. *Regenwald*. Darmstadt: Theiss, Konrad.
„Folgen der Regenwaldzerstörung für das Klima, Faszination Regenwald“. 2016. Zugegriffen Dezember 11. <http://www.faszination-regenwald.de/info-center/zerstoerung/klima.htm>.

Kreinecker, Felix. 2016. „Funktionelle Eigenschaften von Holz und deren Bedeutung für die Ökologie tropischer Baumarten in Costa Rica“. Diplomarbeit, Universität Wien.
file:///C:/Users/maxbr_000/Desktop/Diplomarbeiten%20vwa/Diplomarbeit_Kreinecker_0968762.pdf.

„Regenwald - Planet Wissen“. 2016. Zugegriffen Dezember 9. <http://www.planet-wissen.de/natur/landschaften/regenwald/>.

Schnitzler, Michael. 2016. „Regenwald der Österreicher:Waldschutz und Klimaschutz in Costa Rica“. Zugegriffen Dezember 18. <http://www.regenwald.at/>.

„Stockwerkbau – Faszination Regenwald“. 2016. Zugegriffen Dezember 9. <http://www.faszination-regenwald.de/info-center/allgemein/schichtung.htm>.

Weissenhofer, Anton, Daniel Jenking, und Werner Huber. 2016. „Der Biologische Korridor COBIGA in La Gamba“. *ÖKO-L* 38 (3): 16–26.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: https://www.univie.ac.at/lagamba/researchdb/pagede/besucher/Karte_large.jpg. Aufgerufen am 31.12.2016

Abb. 2 – Abb. 7: Fotos aufgenommen von Maximilian Bruck und Daniel Hackl

Abb. 8 – Abb. 33: Fotos aufgenommen von Maximilian Bruck und Daniel Hackl

Abb. 34 – Abb. 38: Diagramme erstellt von Maximilian Bruck