

Waldschutz - Klimaschutz Projekt Biologischer Korridor Fila Cruces Costa Rica





Inhalt

Zusammenfassung/Abstract	3
Der Mesoamerikanische Biologische Korridor	4
Der Biologische Korridor Fila Cruces	5
Grundkäufe: Finca Amable in La Gamba	6-7
Grundkäufe: Finca Alexis in La Virgen	8-9
Klimawandel und CO₂	10
Kalkulation der Kohlenstoffbindung	11-16
Wiederbewaldung	17-21
Berechnungsgrundlagen	22
Kostenaufstellung	23
Angaben zum Verein Regenwald der Österreicher.....	24





Das Waldschutz-Klimaschutz Projekt Fila Cruces Regenwald der Österreicher, Costa Rica

Zusammenfassung/Abstract

Die Fila Cruces, ein 1700 hoher, bewaldeter Bergkamm im Süden Costas, ist Teil des geplanten Mesoamerikanischen Biologischen Korridores, der die natürlichen Lebensräume Nord- und Südamerikas miteinander verbinden soll. Die geschlossenen Waldflächen auf der Fila Cruces waren früher mit den artenreichen Regenwäldern rund um die Halbinsel Osa verbunden, zu denen auch der Regenwald der Österreicher (Nationalpark Piedras Blancas) zählt. Heute werden sie durch landwirtschaftlich genutzte oder aufgelassene Weideflächen unterbrochen, wodurch es zu einer Isolation von primären Waldflächen und zu einer Artenverarmung kommt. Diese Lücken sollen durch ein Waldschutz- und Wiederbewaldungsprojekt geschlossen werden, mit folgenden Zielen:

Noch bestehende Regenwälder außerhalb des Nationalparks werden freigekauft und vor Schlägerung geschützt, wodurch eine dauerhafte Speicherung des Treibhausgases CO₂ sichergestellt wird.

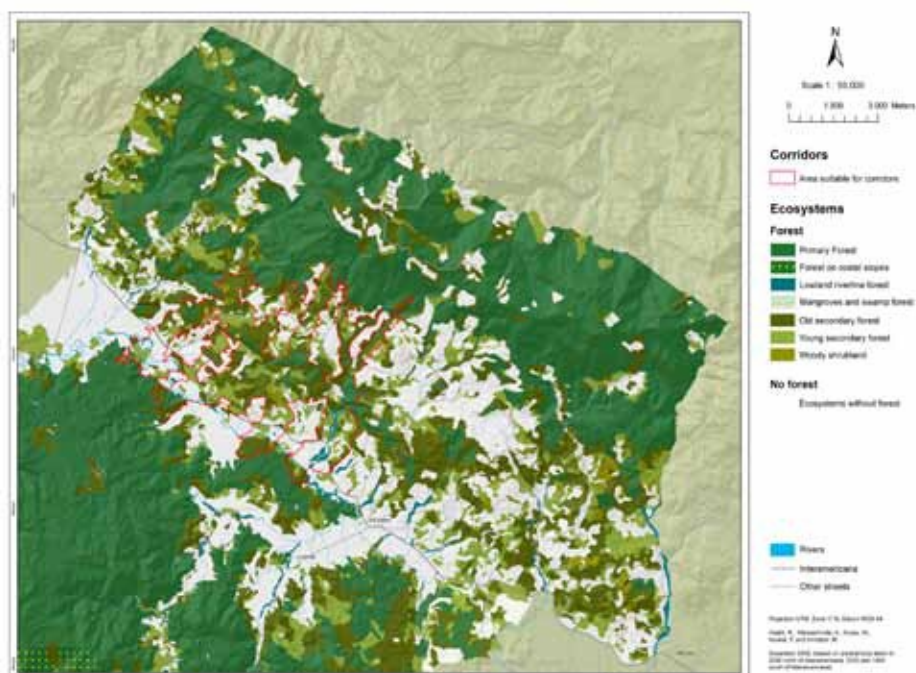
Acker- und Weideflächen werden mit Regenwaldbäumen aufgeforstet; durch die Wiederherstellung eines Ökosystems Wald werden langfristig weitere tausende Tonnen CO₂ gespeichert.

Ein durchgehender „biologischer Korridor“ zwischen der Fila Cruces und dem Regenwald der Österreicher soll isolierte Waldflächen verbinden und Wanderungsbewegungen von Tieren und Pflanzen ermöglichen.



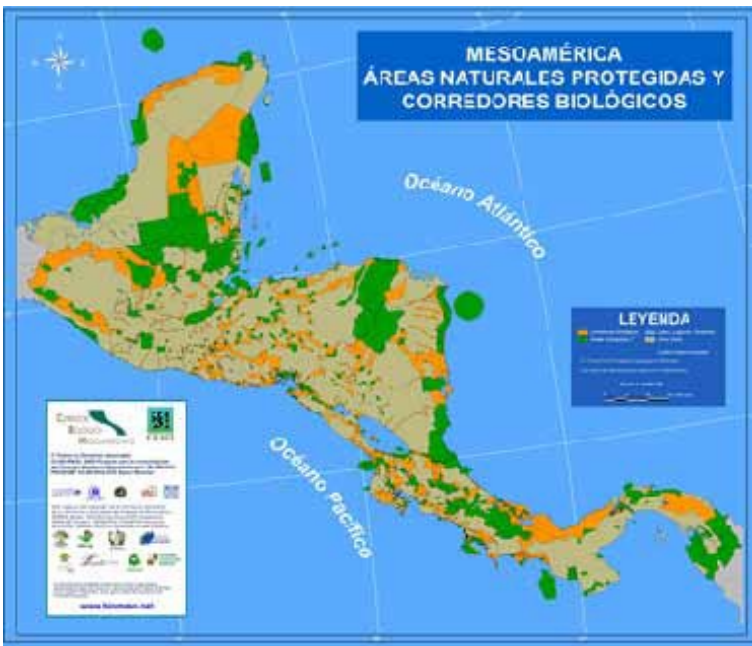
Die erste Phase des Korridor-Projekt Fila Cruces sieht den Kauf von vier Grundstücken mit einer Gesamtfläche von 150 ha vor. 120 ha sind bereits bewaldet oder werden der natürlichen Regenerierung überlassen, 30 ha werden mit 22.500 Bäumen aus etwa 40 einheimischen Arten aufgeforstet. Die Wiederbewaldung wird von der Tropenstation La Gamba der Universität Wien durchgeführt.

Die Gesamtkosten des Projekts betragen etwa 1.100.000 Euro. Über einen Zeitraum von 60 Jahren werden etwa 88.000 Tonnen CO₂ gebunden. Eine Tonne CO₂ kostet etwa 12,50 Euro. Eine Megawattstunde Strom kostet 7,25 Euro.



Die Vegetationskarte von DI Richard Hastik zeigt mögliche Korridore zwischen der Fila Cruces (oben rechts) und dem Regenwald der Österreicher (unten links). Die weissen Flächen sind nicht mehr bewaldet.

Der Mesoamerikanische Biologische Korridor (MBC)

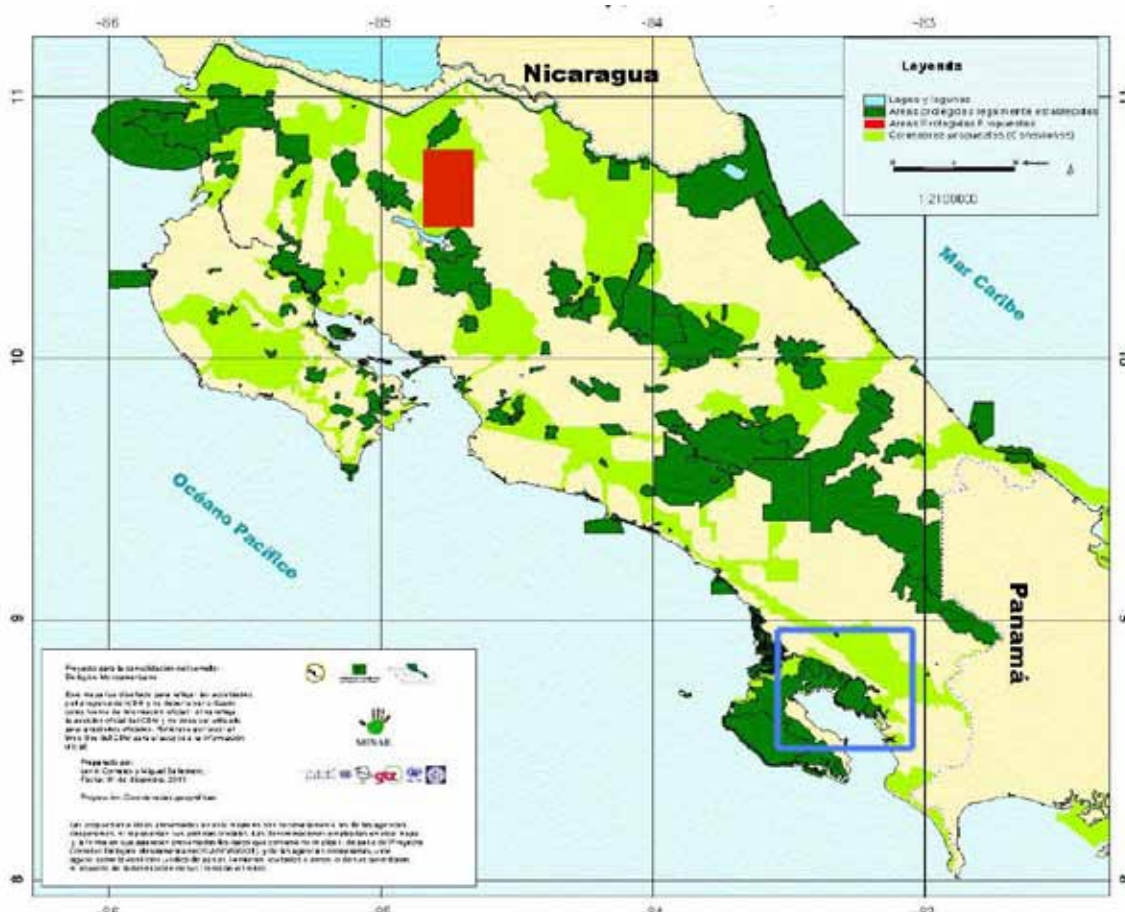


Bereits die Hälfte aller natürlichen Lebensräume Zentralamerikas ist bereits landwirtschaftlicher und städtischer Nutzung zum Opfer gefallen, und die Entwaldungsrate ist mit etwa 4.000km² jährlich weiterhin alarmierend hoch. Der MBC ist eine Initiative aller zentralamerikanischer Staaten sowie Mexikos. Sie wurde 1997 ins Leben gerufen und wird von vielen internationalen Organisationen und Regierungen unterstützt. Lag der Focus zunächst sehr eng auf der Entwicklung eines grenzüberschreitenden Systems von Schutzgebieten und verbindenden Korridoren, so handelt es sich heute mehr um ein integriertes Konzept zur nachhaltigen ökonomischen Entwicklung Mesoamerikas. Dabei sollen gleichzeitig der Erhalt und Schutz der Artenvielfalt (Biodiversität) berücksichtigt und eine ökologische Balance gesichert werden.

200 unterschiedliche Ökosysteme schaffen in Mesoamerika ökologische Nischen für etwa 7 bis 10 Prozent aller bekannter Lebensformen und dies auf weniger als einem halben Prozent der globalen Landmasse. Das sind u.a.

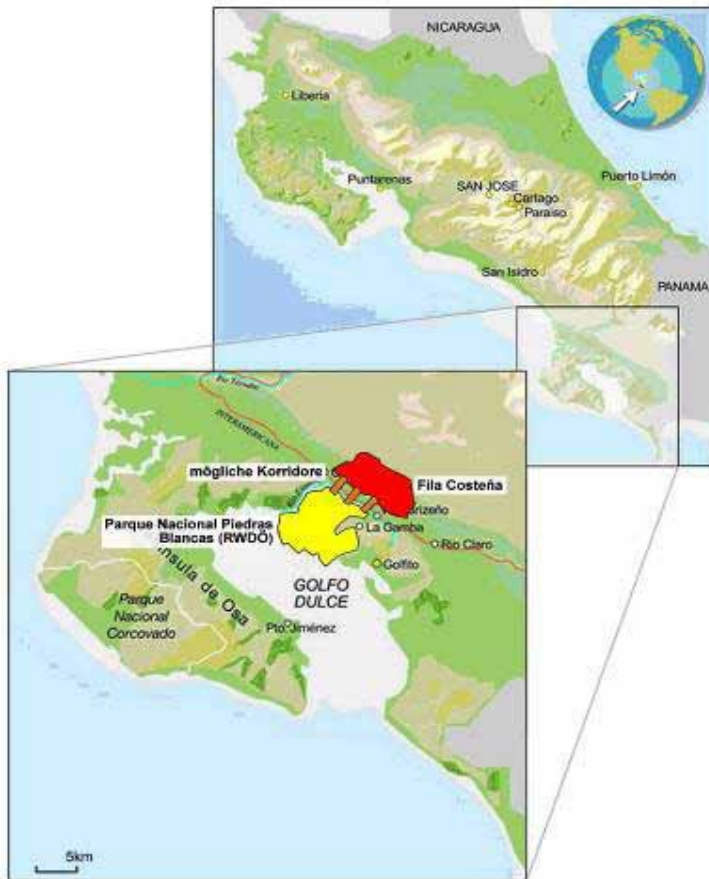
etwa 24.000 Pflanzenarten und 521 Säugetierarten. Auf einem einzigen Quadratkilometer Regenwald in Panama hat man 41.000 Insektenarten gezählt. Nirgendwo sonst auf der Welt findet man auf solch einer kleinen Fläche wie der Mesoamerikas derart vielen Species. Heute gehören alle etwa 600 Schutzgebiete Zentralamerikas zum MBC. Dies entspricht einem Fünftel des gesamten Territoriums der beteiligten Staaten.

In Costa Rica steht mehr als ein Viertel des Landes unter Naturschutz. Hier, an der engsten Stelle Mittelamerikas, verläuft der MBC durch die bis zu 3800m hohe Cordillera Talamanca, wo freilich nur jene Tier- und Pflanzenarten leben können, die sich an große Höhen und niedrige Temperaturen anpassen. Aus diesem Grund ist ein zweiter, paralleler Korridor entlang der Pazifikküste geplant, von Meereshöhe bis in eine Höhe von etwa 1700m, doch gerade hier ist die Entwaldungsrate extrem hoch und ein großer Teil der Wälder ist bereits Viehweiden, Ackerland oder Plantagen zum Opfer gefallen.



Die hellgrünen Flächen an der Pazifikküste bilden jenen Teil des Korridors, der von Meereshöhe bis 1700m verläuft. Innerhalb des blauen Rahmens befindet sich der Schnittpunkt zwischen der Fila Cruces und den Regenwäldern der Halbinsel Osa (siehe nächste Seite).

Der Biologische Korridor Fila Cruces

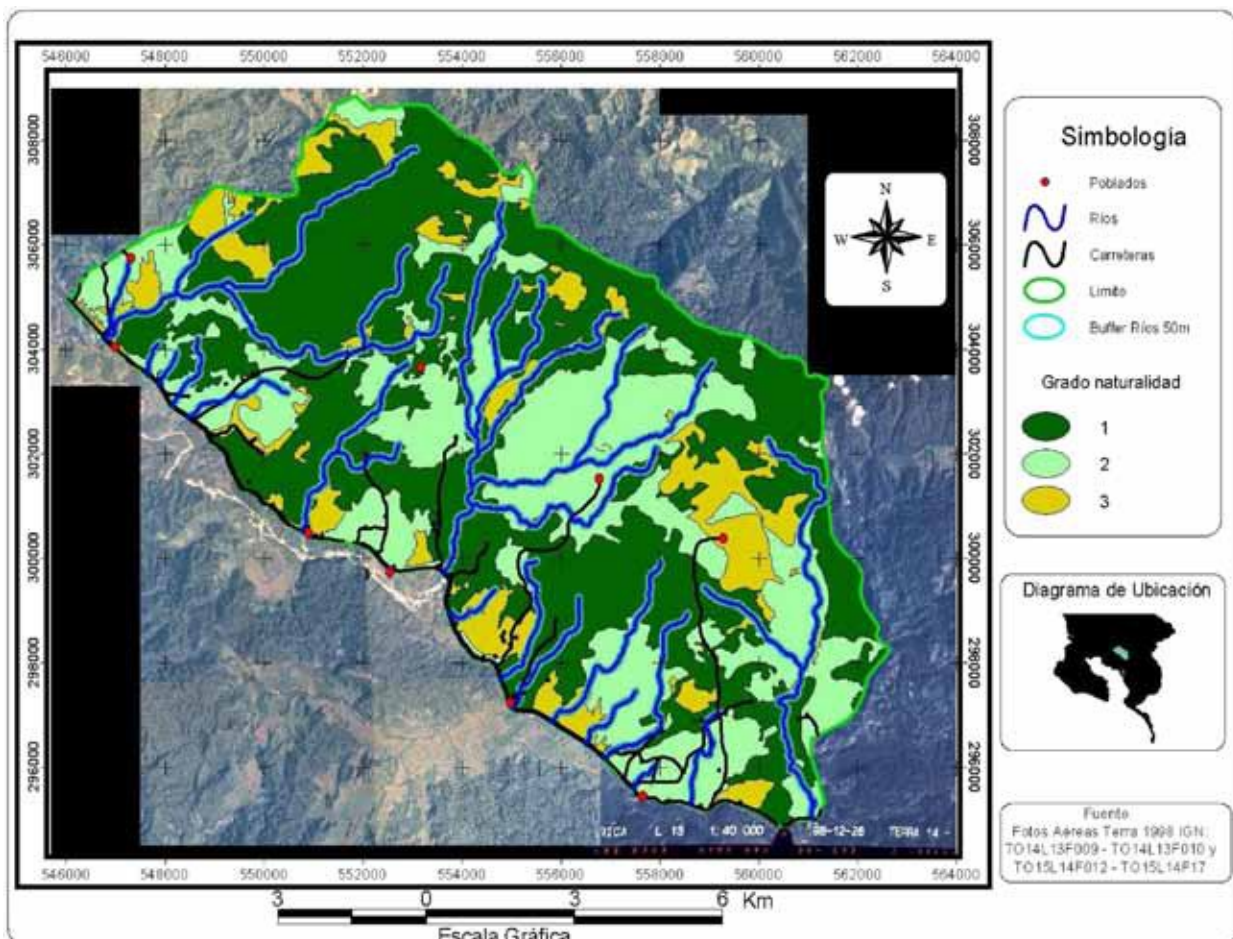


Der biologische Korridor soll die Fila Cruces mit dem Regenwald der Österreicher und den Wäldern rund um den Golfo Dulce verbinden.

Verbleibende, isolierte „Waldinseln“, die von landwirtschaftlichen Flächen umgeben werden, sind auf lange Zeit nicht überlebensfähig, da ein genetischer Austausch mit Pflanzen- und Tierarten außerhalb der Schutzgebiete oft nicht mehr gegeben ist. Es kommt dadurch zu einer Artenverarmung; manche Arten sterben ganz aus. Unser Wald- und Klimaschutz Projekt „Biologischer Fila Cruces“ bildet einen Teil des geplanten pazifischen Korridores und soll den Bergkamm Fila Cruces mit dem Regenwald der Österreicher und den ausgedehnten Regenwäldern der Halbinsel Osa verbinden. Damit sollen Wanderungsbewegungen von Tieren und Pflanzen zwischen den isolierten Waldflächen ermöglicht und die Quellgebiete einiger wichtiger Flüsse geschützt werden.

Mehrere zusammenhängende Grundstücke sollen erworben werden. Bestehende Wälder werden durch diesen Freikauf geschützt, dazwischen liegende gerodete Flächen werden mit Regenwaldbäumen wiederbewaldet. Die Pflanzungen werden von der Tropenstation La Gamba der Universität Wien wissenschaftlich begleitet, wobei Fragestellungen wie CO₂-Akkumulierung, Wachstumsraten, Eignung von Baumarten und Erhaltung der Artenvielfalt bearbeitet werden sollen.

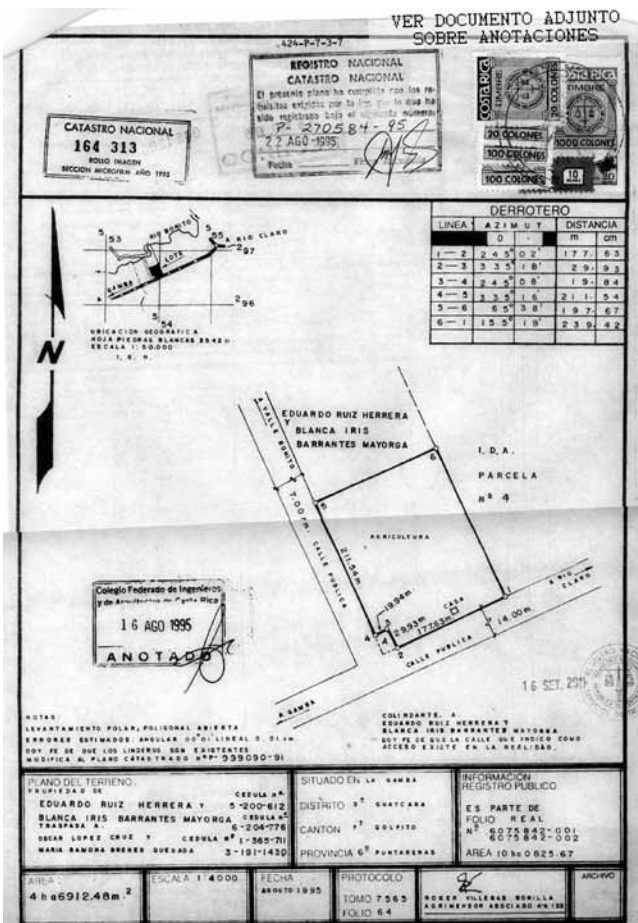
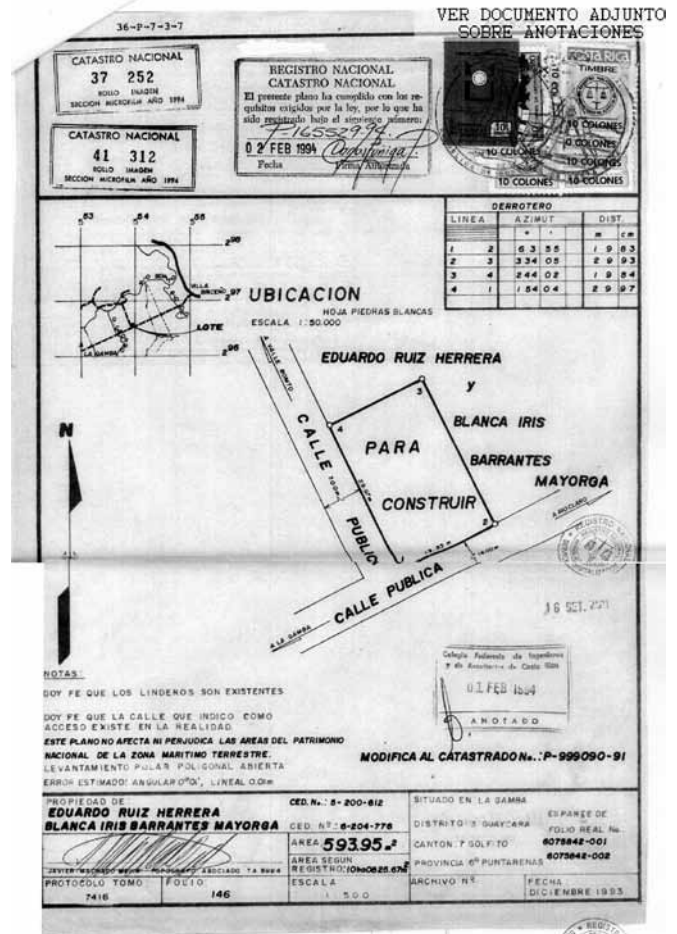
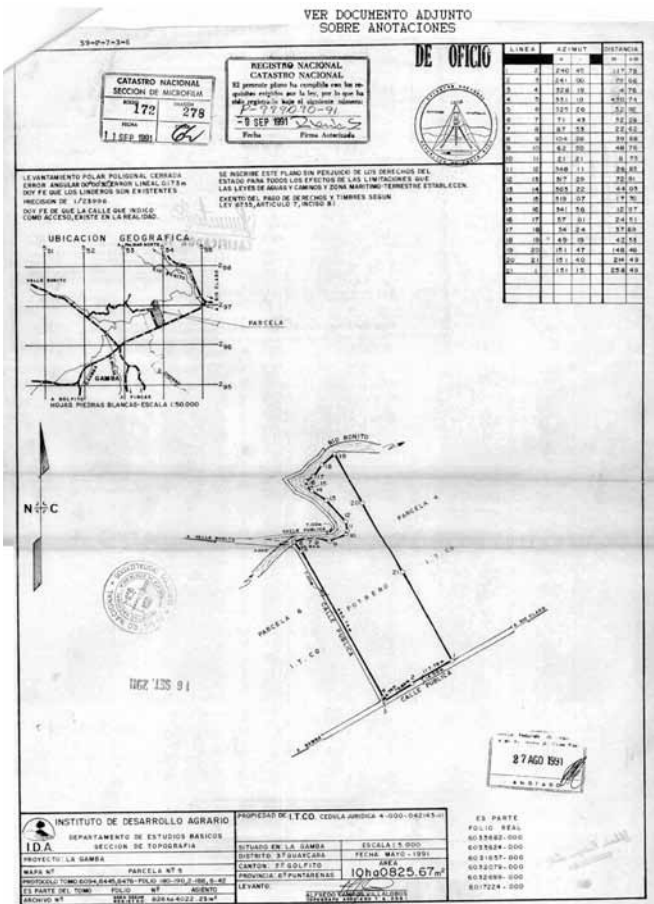
Sobald ein durchgehender Korridor geschaffen wurde könnte ein neuer Nationalpark entstehen und der Korridor dauerhaft unter Schutz gestellt werden.



Die Fila Cruces bildet das Quellgebiet einiger Flüsse, die in den Pazifischen Ozean fließen. Dort, wo jetzt Weiden und Äcker bis zu den Flussufern reichen, soll durch die Pflanzung von Regenwaldbäumen ein 50-100m breite Waldstreifen auf beiden Seiten der Flüsse entstehen.

Grundkäufe

A. Finca Amable in La Gamba (Amable Porras Sanchez)



Grundfläche 148.332,10 m²
Plan Nr. (Registro Nacional)
P-165529-1994 593,95 m
P-999090-1991 100.825,67 m
P-270584-1995 46.912,48 m
Kaufpreis CRC 75 Mio. (ca. € 111.000, Dezember 2011)
Anzahlung September 2011 CRC 20 Mio. **bezahlt**
Restzahlung November 2011 CRC 55 Mio. **bezahlt**

Die Bosque de los Austriacos S.A. wurde am 25. November 2011 im Registro Nacional, Registro de Bienes Imuebles, als rechtmäßiger Eigentümer eingetragen unter der Nummer Tomo 2011, Asiento A-000332313.





Finca Amable, La Gamba

Die Finca Amable zählt zu den letzten flachen Grundstücken in La Gamba, die noch nicht mit Ölpalmen bepflanzt wurden. Bedingt durch ihre Lage am Rio Bonito bildet sie eine direkte Verbindung zum Nationalpark Piedras Blancas, deren Grenze im Fluss verläuft. Die Biodiversität an Bäumen wird die Monotonie der umliegenden Plantagen durchbrechen, und es ist mit Sicherheit anzunehmen, dass Tier- und Pflanzenbewegungen vom Park in den neu entstandenen Regenwald stattfinden.

Ab 2012 werden 10.960 Bäume auf einer Fläche von 13,7 ha gepflanzt.

Die Finca Amable liegt an der Strasse von Villa Briceño zur Tropenstation La Gamba und kann problemlos besichtigt werden.



B. Finca Alexis in La Virgen (Maria Elisa Vargas Alvarado)

Finca 1: 41,90 Ha. (16 ha Wald, 25 ha Weide und Sekundärwald)

Finca 2: 76,25 Ha. (44,75 ha Primärwald, 4,5 ha Sekundärwald, 21,5 ha Weide, 5,5 ha Teak)

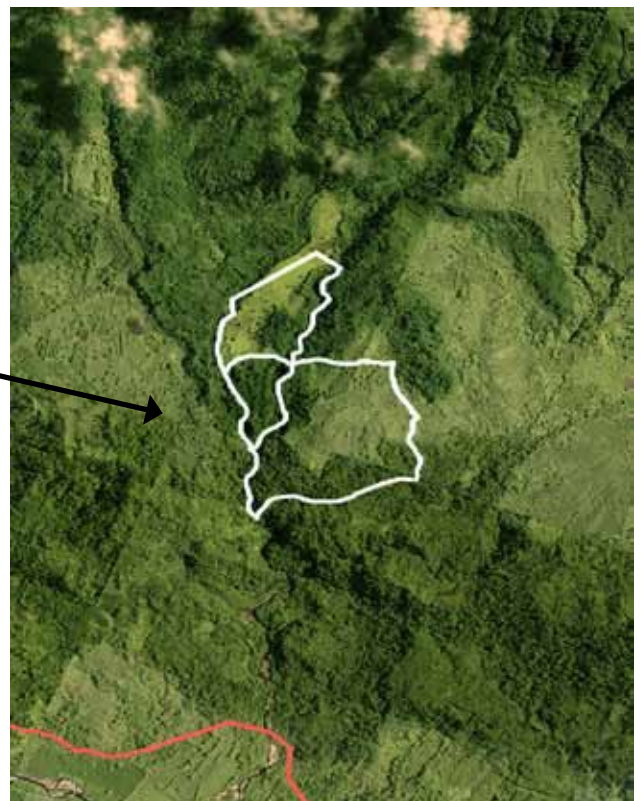
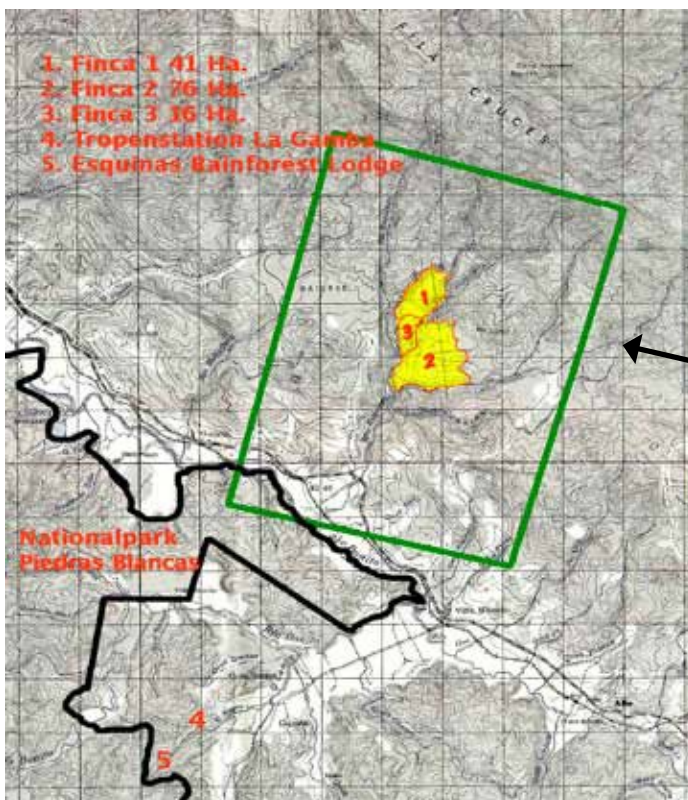
Finca 3: 16 Ha. (16 ha Primärwald)

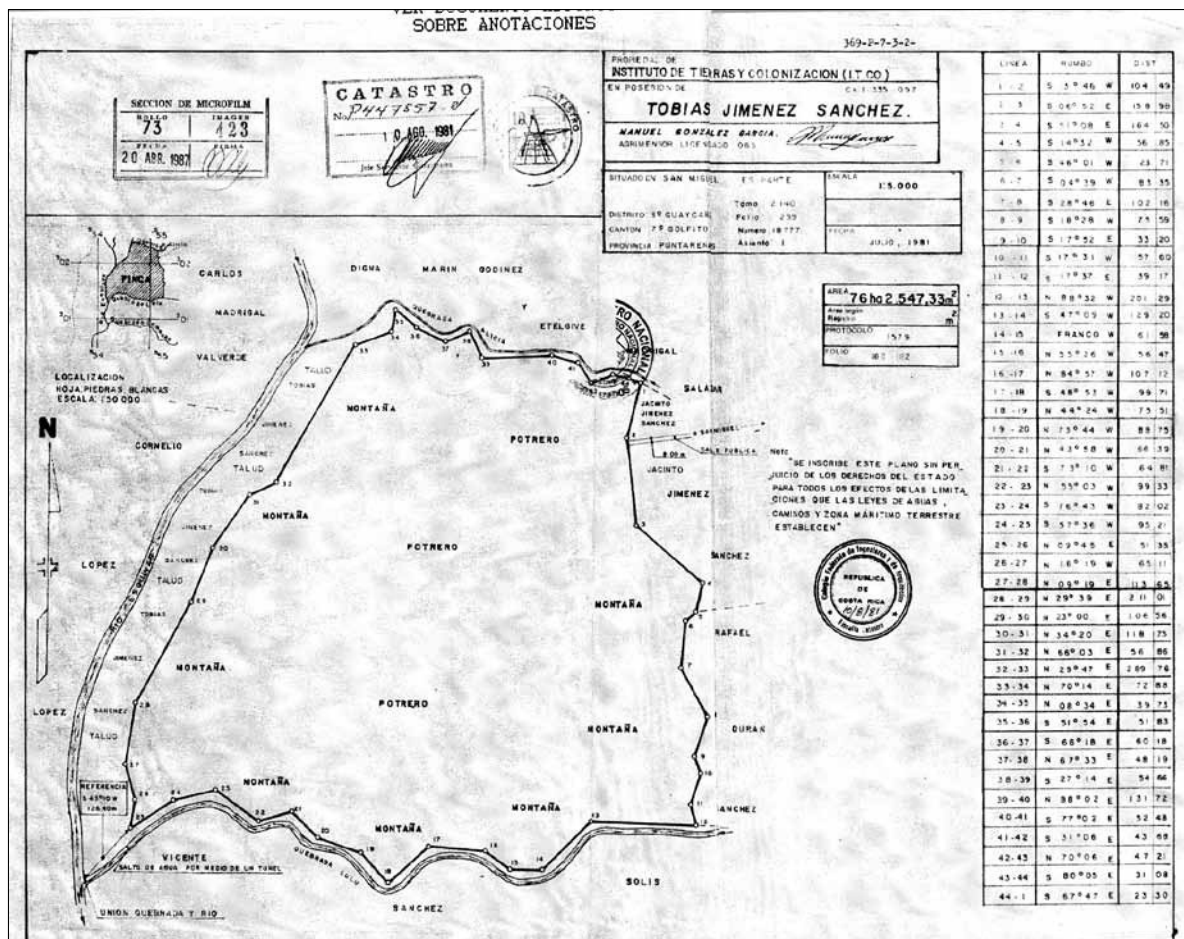
Der Kauf der Finca 2 soll bis Januar 2013 abgeschlossen sein. Die Fincas 1 und 3 sollen bis 2015 gekauft werden.

Auf der Finca 2 sollen ab 2013 etwa 11.500 Bäume gepflanzt werden.



Vegetations-Karte von Richard Hastik: Bildmitte unten La Gamba und Bonito-Tal, Bildmitte die Hauptstrasse Interamericana, Bild oben Fila Cruces. Die Primärwälder sind dunkelgrün eingezeichnet, der Kreis zeigt das Gebiet der Fincas 1, 2 und 3. Das Bild veranschaulicht die Wichtigkeit von Korridoren zwischen den intakten Regenwäldern.





Finca Alexis (Finca 2)

Grundfläche 762.547,33 m²

Grundstück Nummer 6-45673-000

Plan Nr. (Registro nacional) P-447857

Kaufpreis CRC 230 Mio. (€ 341.000, Dezember 2011)

1. Rate September 2011 CRC 30 Mio. **bezahlt**
2. Rate November 2011 CRC 20 Mio. **bezahlt**
3. Rate fällig 31. Juli 2012 CRC 90 Mio **bezahlt.**
4. Rate fällig 31. Januar 2013 CRC 90 Mio. **bezahlt**

Eine Kaufoption für die Bosque de los Austriacos S.A. wurde am 25. November 2011 im Registro Nacional, Registro de Bienes Inmuebles, eingetragen unter der Nummer Tomo 2011, Asiento A-000332312.



Oben: Michael Schnitzler mit Prof. Weissenhofer, Daniel Jenkins und Den rainforestlern aus Luxembourg Drs. vet. Fischbach,

Unten: Weideflächen auf der Finca Alexis, die ab 2013 wieder bewaldet werden sollen.



Klimawandel



Drei der häufigsten Umweltsünden in Costa Rica: illegale Schlägerung der Wälder, unkontrollierte und oft unbewilligte Bauprojekte, Plantagen von Ölpalmen für die Biosprit-Erzeugung

Treibhausgas CO₂

Bis vor wenigen Jahrzehnten galten Umweltzerstörung, Erschöpfung der Vorräte und Ernährungsgrundlage als die Grenzen des Wachstums der Menschheit. Heute ist der Klimawandel in das Zentrum der Diskussion gerückt. Die Berichte des UNO-Weltklimarates haben gezeigt, dass ein schneller und entschlossener Kurswechsel in unserer Wirtschaftspolitik ebenso wie in unserem Konsumverhalten unabdingbar ist, wenn wir die schlimmsten Auswirkungen des Klimawandels noch abwenden wollen. Die globalen Klimaveränderungen sind für die Menschen ein Problem in wirtschaftlicher, sicherheitspolitischer und sozialer Hinsicht. Die stetige Zunahme des Treibhausgases Kohlendioxid (CO₂) in der Erdatmosphäre führt zum Treibhauseffekt und somit zu einer globalen Erderwärmung.

Durch die Verbrennung von fossilen Energieträgern (Erdöl, Erdgas, Kohle) sowie durch die Abholzung und Brandrodung von Wäldern kam es während der letzten hundert Jahre zu einer durchschnittlichen Erwärmung der Erdoberfläche um ca. 0,7°C. Dies hat u.a. ein Abschmelzen der Polkappen, das Absterben von Korallenriffen, die Ausdehnung von Trockengebieten und Wüsten sowie ein Artensterben zur Folge. Die Menschen als Hauptverursacher sind heute gefordert Maßnahmen für eine Reduktion des CO₂ und eine weitere Erwärmung vorzubeugen. Dafür gibt es verschiedene Möglichkeiten, von denen die Bekanntesten wohl Einsparmaßnahmen und die Verwendung alternativer Energien anstatt fossiler Energieträger sind.

Eine weitere Form der CO₂ Reduktion ist eine langfristige Bindung des Kohlenstoffs in Biomasse, z.B. in Holz als nachwachsender Rohstoff. Die Wiederbewaldung bringt einen Zuwachs an gebundenem CO₂ von bis zu 600 t pro Hektar (auf einen Zeitraum von 60 Jahren gerechnet), während bereits existierende, ausgewachsene Primärwälder gleich viel CO₂ abgeben, wie sie aufnehmen.

Was dieses Klimaschutzprojekt von anderen CO₂-Projekten unterscheidet

Viele angesehenen und seriösen Firmen bieten die Möglichkeit, klimaneutral zu fliegen, Auto zu fahren oder zu wohnen indem umweltbewusste Personen oder Unternehmen an Hand von CO₂-Rechnern ihre Emissionen ausrechnen und an diese Anbieter einen Fixpreis von €10/Tonne bis €26/Tonne zu zahlen. Die Spenden werden in eine Reihe von nachhaltigen Projekten in der ganzen Welt investiert, die von Wild- und Sonnenenergie über Biogas bis zu Aufforstungen reichen. Solche Projekte werden erst in das Angebot von CO₂-Anbietern aufgenommen, nachdem sie strenge internationale Kriterien erfüllt haben und Gutachten von unabhängigen Sachverständigen vorweisen können. Dieser Prozess ist für CO₂-Anbieter notwendig weil diese nicht selbst die Projekte durchführen aber trotzdem dafür gerade stehen müssen. Sie müssen sich vergewissern und absichern, dass die Investition ihrer Kunden tatsächlich die versprochene Kohlenstoff-Bindung bringt.

Bei unseren Klimaschutzprojekten handelt es sich hingegen um Projekte, die von uns selbst durchgeführt werden und deren Klimaschutzwirksamkeit durch einen hochrangigen wissenschaftlichen Beirat der Universität Wien geprüft wurde. Sie unterwerfen sich zwar einer Reihe von strengen Qualitätskriterien und lehnen sich an anerkannte Standards an, sind aber zu klein, um den langwierigen und kostspieligen Prozess einer Verifizierung nach Richtlinien des Kyoto-Protokolls und der United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) anzustreben. Es ist uns durchaus bewusst, dass wir Standards wie CDM-Gold, VER oder CCBS nur teilweise erfüllen. Es ist auch nicht unser Ziel, börsennotierte CO₂-Zertifikate zu verkaufen. Wir bieten dennoch Privatpersonen, Firmen, Schulen oder Betrieben die Möglichkeit, **freiwillig** ihren ökologischen Fußabdruck zu mindern.

CO₂-Bindung Finca Amable und Finca Alexis

89,5 Ha. Schutz bestehender Waldflächen

CO₂ Bindung 82,5 Hektar/Jahr = 880 t

CO₂ Bindung 82,5 Hektar/60 Jahre = **52.805 t**

30 ha Wiederbewaldung (11.000 Bäume Finca Amable, 11.500 Bäume Finca Alexis)

CO₂ Zuwachs 30 Hektar pro Jahr = 295 t

CO₂ Zuwachs 30 Hektar 60 Jahre = **17.700 t**

29,5 Natürliche Wald-Regenerierung

CO₂ Zuwachs 29,5 Hektar pro Jahr = 290 t

CO₂ Zuwachs 29,5 Hektar 60 Jahre = **17.405 t**

CO₂ Bindung Schutz + Zuwachs = 87.910 t

Kalkulation der Kohlenstoffbindung bei Wiederbewaldung in den Tropen

Wissenschaftliche Beratung:

ao.Univ.Prof. Mag.Dr. Wolfgang Wanek (Universität Wien, Fakultätszentrum für Ökologie)
Univ.Prof. Dr. Andreas Richter (Universität Wien, Fakultätszentrum für Ökologie)
ao.Univ.Prof.Dr. Roland Albert (Universität Wien, Fakultätszentrum für Ökologie)
Univ.Prof.Dr. Konrad Fiedler (Universität Wien, Fakultätszentrum für Biodiversität)
Dr. Werner Huber (Universität Wien, Fakultätszentrum für Biodiversität)
Dr. Anton Weissenhofer (Universität Wien, Fakultätszentrum für Biodiversität)
Univ.DoZ.Dr. Peter Weish (Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Zoologie)



Fakultät für
Lebenswissenschaften

Trockene Biomasse: 340 Tonnen pro Hektar

Die trockene Biomasse bezeichnet die Menge oder Masse der lebenden Organismen, die in Wäldern zu >95% von Bäumen ausgemacht wird. Nach verschiedensten Quellen beträgt die oberirdische Biomasse tropischer Regenwälder in Zentral- und Südamerika 125-474 t OTS (organische Trockensubstanz) pro Hektar (*Tabelle 1*). Die großen Unterschiede hängen mit Lage, Klima, Bodenart und Nährstoffverfügbarkeit, der Baumartenzusammensetzung sowie der Berechnungsmethode (*Fußnote 1*) zusammen. Die heute wissenschaftlich anerkannteste Berechnung der Biomasse, angewandt auf den Esquinas-Regenwald, ergibt ein Mittel (Median) von 315 t OTS oberirdischer Biomasse pro Hektar (*Tabelle 2*), mit einem Bereich von 233 bis 447 t OTS pro Hektar. Dieser Wert basiert auf 10 Untersuchungsflächen im Regenwald der Österreicher. Berechnet auf die gesamte Biomasse des Waldes beträgt durchschnittlich die unterirdische Biomasse (Wurzeln) 20% und ergibt damit im Regenwald der Österreicher 78 t pro Hektar unterirdische Biomasse (*Fußnote 2*). Die Einberechnung der Wurzeln erhöht folglich die Gesamtbiomassewerte 1.25-fach, und daher von 315 auf 394 t OTS pro Hektar. Da die unterirdische Biomasse jedoch nur in wenigen tropischen Studien erhoben wurde und für die Region keine verlässlichen Gesamtwerte existieren, nehmen wir hier einen konservativen Wert von 25 t OTS unterirdisch pro Hektar an, was eine Gesamtbiomasse von 340 t OTS pro Hektar ergibt.

Kohlenstoffanteil: 160 Tonnen pro Hektar

Eine neue Untersuchung zeigte, dass der Kohlenstoff-Anteil (C) trockener Holzbiomasse 42-52% beträgt, mit einem Mittelwert von 47.4% [*Martin and Thomas, 2011*]. Wir gehen daher von einem mittleren Kohlenstoff-Anteil von 47.4% aus und rechnen damit, dass im Regenwald der Österreicher (im Klimaxstadium) pro Hektar 160 t Kohlenstoff gebunden sind (*Fußnote 3*).

Kohlendioxid-Äquivalent: 590 Tonnen pro Hektar

Der Faktor 3,67 lässt sich aus den Atomgewichten errechnen. Das Atomgewicht von Kohlenstoff (C) ist 12, von Sauerstoff (O) 16, Das Molekulargewicht von Kohlendioxid (CO_2) beträgt 44. 12 Gewichtsteile Kohlenstoff sind in 44 Gewichtsteilen Kohlendioxid enthalten. Daher entspricht 1 Gewichtsteil Kohlenstoff 3,67 Gewichtsteilen CO_2 . 161 t Kohlenstoff entsprechen demnach 591 t CO_2 . Abgerundet rechnen wir daher mit 590 t CO_2 -Bindung pro Hektar.

Umtriebszeit: 60 Jahre

Die Umtriebszeit ist die Bezeichnung für die durchschnittliche Dauer von der Keimung des Baumes aus dem Samen bis seinem Absterben. Obwohl einzelne neotropische Bäume wie der Kapokbaum bis zu 500 Jahre oder älter werden können, wird die mittlere Lebensdauer von Bäumen auf 40-110 Jahre und im Regenwald der Österreicher auf 50-70 Jahre geschätzt (*Fußnote 4*). Wir nehmen eine natürliche Umtriebszeit von 60 Jahren an.

Sekundärwälder erreichen in ca. 60 Jahren das Biomasseäquivalent von ungestörten Wäldern

„Klimaxgesellschaften“, also jene Vegetationsformen, die sich nach langfristiger ungestörter Entwicklung einstellen, sind nach verbreiteter Auffassung Pflanzengesellschaften, die den maximalen Bestand an Biomasse aufweisen. Sekundärwälder erreichen in etwa in 30-190 Jahren das Biomasseäquivalent ungestörter Regenwälder (*Fussnote 5*). Die großen Abweichungen erklären sich durch Unterschiede in der vorherigen Landnutzung, klimatischen Unterschieden, und Unterschieden in der Bodenfruchtbarkeit und Bodentextur. Sekundärwälder in immerfeuchten Tropengebieten mit (mäßig) nährstoffreichen Böden weisen sehr rasche Erholungsraten auf und erreichen das Biomasseäquivalent ungestörter Wälder in 30-60 Jahren. Wir nehmen daher an, dass in dieser Region, unter vergleichbaren Umweltbedingungen, die Sekundärsukzession rasch vonstatten geht und die Sekundärwälder in 60 Jahren das Biomasseäquivalent ungestörter Regenwälder erreichen.

Jährlicher Zuwachs: ~10 Tonnen CO_2 pro Hektar

Bei einer natürlichen Umtriebszeit von 60 Jahren, einem Zeitraum von ca. 60 Jahren, bis die Sekundärwälder das Biomasseäquivalent ungestörter Regenwälder erreichen (hier: 340 t OTS pro Hektar) und daraus folgend einem CO_2 -Äquivalent von 590 t pro Hektar, beträgt die durchschnittliche jährliche Bindung über diesen Zeitraum 9.83 also ~10 t CO_2 pro Hektar bzw. 2.7 t C pro Hektar und Jahr (*Fussnote 6*).

CO_2 -Speicherung pro Baum: 12,3 Kg pro Jahr

Ehemaliges Weideland in La Gamba und Umgebung wird mit 800 Jungpflanzen pro Hektar aus 40-50 Baumarten wiederbewaldet. In dieser Zahl ist bereits eine Mortalität von 25-30% berücksichtigt. Die angenommene CO_2 -Bindung von 590 t/ha, dividiert durch 800 Bäume, ergibt eine CO_2 -Speicherung von ~740 Kg pro Baum über eine Lebensdauer von 60 Jahren oder eine durchschnittliche jährliche CO_2 -Bindung von 12,3 Kg pro Baum.

Tabelle 1. Biomasseverteilung (Trockenmasse) in ungestörten und gestörten Neotropischen Regenwäldern (Zentral- und Südamerika). Die Daten wurden zusammengestellt durch [Wanek et al., 2008].								
Site	Forest/soil type	Rainfall (mm a ⁻¹)	Altitude (m a.s.l.)	Above-ground biomass (Mg ha ⁻¹)	Fine live roots (Mg ha ⁻¹)	Coarse live roots (Mg ha ⁻¹)	Root biomass (Mg ha ⁻¹)	Reference
Mean Latin America				236				Houghton (2005)
La Selva. Costa Rica	Ultisol	4000	80-150	264±80 ¹				[DeWalt and Chave, 2004]
La Selva. Costa Rica	Inceptisol	4000	80-150	204±11	0.6-1.1 ²		2.4 ³	[Gower, 1987]
Barro Colorado Island.	Oxisol	2600	120	232±38 ¹				[Powers, 2004]
Panama Barro Colorado Island.	Alfisol	2600	120	196±54	3.5 ⁴		2.8 ³	[Yavitt and Wright 2001]
Panama Cocha Cashu. Brazil	Ultisol	2165		310±36 ¹				
Cocha Cashu. Brazil	Entisol	2165		474±46	<4.6 ⁵		5.0 ³	[Powers et al., 2005]
KM41. Brazil	Spodosol	2650		263±68 ¹				
KM41. Brazil	Oxisol	2650		276±21			8.0 ³	
Tapajos. Brazil	Oxisol	2000		291-305	3.4-4.2	30-33	34-36	[Nepstad et al., 2002]
KM80 Manaus. Brazil	20 plots	1900-	50-100	339-421				[Nascimento and Laurance, 2002]
Marena plots. Panama	54 plots	3500 1890-	20-810	(398±30) 169-464				[Chave et al., 2004]
Barro Colorado Island.		4000 2600	120	(246±60) 287				[Chave et al., 2003]
Panama Panama Canal. Panama	primary. 15 plots			258				[Condit et al., 2004]
Panama Canal. Panama	secondary. 4 plots			278				
La Selva. Costa Rica	primary. 18 plots	4000	80-150	161				[Clark and Clark, 2000]
La Selva. Costa Rica	secondary. 2 plots	4000	80-150	79-129				[Nicotra et al., 1999]
Nouragues. French Guyana	70 + 12 ha plot	2760	200-400	230-416			75±45	[Chave et al., 2001]
NW Amazonia	20 plots			(301±32) 182-259				[Baker et al., 2004]
C & E Amazonia	17 plots			(277±26) 250-379				
SW Amazonia	19 plots			(341±38) 125-289				
Puerto Rico	primary. 3 plots	2000	730	(246±42) 173±33				[Marin-Spiotta et al., 2007]
Puerto Rico	secondary. 10-80 yrs	2000	730	53-272				
Puerto Rico	wet tabonuco	3500		226			75	data compiled by [Cairns et al., 1997]
Puerto Rico	lower montane	3920		198			65	
Surinam	lowland	2250		415			66	
French Guyana	lowland			323			42	
Venezuela	montane humid	1500		348			56	
Puerto Rico	lower montane	3725		223			69	
Brazil	lowland	1770		406			69	
Porce region. Colombia	primary. 33 plots	2080	900-	259±41			83.6±17.3	[Sierra et al., 2007]
Porce region. Colombia	secondary. 77 plots	2080	1500 900-	46±4			25.5±3.1	
Los Tuxtlas. Mexico	primary	>4000	100-300	363±45				[Hughes et al., 1999]
Los Tuxtlas. Mexico	secondary. 1-50 yrs	>4000	100-300	5-287				

Tabelle 2. Oberirdische Biomasse (OBM, Trockenmasse in Tonnen pro Hektar) in tropischen Wäldern der Golfo Dulce Region. Die Berechnung basiert auf der pantropischen Gleichung von Jerome Chave für perhumide Tropenwälder [Chave et al., 2005].

Position	Größe (ha)	Baumzahl (Anzahl >10 cm dbh/ha),	OBM (t/ha)	Autoren	Statistik	OBM (t/ha)
Gestörte und ungestörte Primärwälder						
Kamm, ungestört	1	848	314	AW & WH	Mittelwert	325
Kamm, ungestört	0.12	970	233	WW & AR	Median	315
Hang 6/1, gestört vor 25 Jahren	0.1	960	447	ES et al.	Standardabweichung	78
Hang – Inland, ungestört	1	527	307	AW & WH	Minimum	233
Hang – Inland, ungestört	0.12	466	240	WW & AR	Maximum	447
Hang – Küste, ungestört	1	588	383	AW & WH		
Hang Vochysia 6/3, gestört	0.1	840	341	ES et al.		
Hang Vochysia 6/5, gestört	0.1	750	436	ES et al.		
Schlucht, ungestört	1	483	315	AW & WH		
Schlucht, ungestört	0.12	496	234	WW & AR		
Junger Sekundärwald						
Hang 6/2, junger Sekundärwald	0.1	460	72	ES et al.		

Autoren: AW, Anton Weissenhofer; WH, Werner Huber; WW, Wolfgang Wanek; AR, Andreas Richter; ES, Eva Schembera. Universität Wien. Die pantropische Gleichung, die auf der Analyse von 2410 Bäumen mit BDH von 5 cm bis 156 cm aus 27 Studien verteilt über den gesamten tropischen Raum basiert, lautet:

$$OBM (t/ha) = \text{Holzdichte} \times \exp(-1.239 + 1.980 \ln(BDH) + 0.207 (\ln BDH)^2 - 0.0281 (\ln BDH)^3)$$

BDH entspricht dem Baumdurchmesser in Brusthöhe in cm. Die Holzdichte wurde für die in den Beobachtungsflächen vorkommenden Baumarten nicht eigens bestimmt, sondern der Mittelwert von 921 Baumarten zentralamerikanischer Regenwälder i.e. 0.602 g/cm³ eingesetzt [Chave et al., 2006].

Fußnote 1. Wir testeten weiters die Abweichungen in der Kalkulation der oberirdischen Biomasse aus Brustumfang, Baumhöhe und Holzdichte durch Verwendung verschiedener allometrischer Gleichungen (10 verschiedene Gleichungen wurden getestet). Diese lagen zwischen 22% unter und 45% über den Ergebnissen der pantropischen Gleichung [Chave *et al.*, 2005], die hier verwendet wurde. Im Mittel lagen die hier berechneten Werte 16% unter dem Mittelwert der 10 Schätzungen, und stellen daher konservative Schätzungen der Biomasse dar. In einer Vergleichsstudie in Panama wurde die Unsicherheit (Standardabweichung) der Biomasseabschätzung durch die Verwendung verschiedener allometrischer Beziehungen mit 37 bzw. 77 t/ha angegeben [Chave *et al.*, 2004], mit bzw. ohne Einberechnung der Holzdichte der Baumarten, und war daher vergleichbar mit der Unsicherheit hier.

Fußnote 2. In der Region SW Costa Ricas wurden bislang keine genauen Untersuchungen der gesamten unterirdischen Biomasse durchgeführt. Vorläufige Studien der Feinwurzelbiomasse ergaben Werte von 3-8 t OTS pro Hektar, die jedoch den Anteil der Grobwurzeln und des Wurzelstrunks nicht beinhalteten. Auf Basis globaler Untersuchungen in Wäldern ergab sich ein Mittelwert von 0.235 (0.220-0.327, 10 Studien) für Sproß: Wurzelverhältnisse tropische feuchte Regenwälder [Mokany *et al.*, 2006]. In der Publikation wurde auch eine Formel abgeleitet, die es erlaubt aus oberirdischer Biomasse die unterirdische Biomasse zu berechnen:
$$\text{Unterirdische Biomasse} = 0.489 \times \text{Oberirdische Biomasse}^{0.890} \quad (\text{Bestimmungsmaß } R^2=0.93)$$

Mit beiden Ansätzen errechnen sich unterirdische Biomassen für den Regenwald der Österreicher (mit einer mittleren oberirdischen Biomasse von 315 t OTS pro Hektar) von 74-82 t pro Hektar. In Tabelle 1 werden ebenfalls gemessene Vergleichswerte angegeben, die in einem Bereich von 2-84 t OTS pro Hektar schwanken. Die großen Abweichungen in der unterirdischen Biomasse leiten sich von Unterschieden in der Wurzelbiomasse-Bestimmung ab, und basieren weiters auf der Bodentextur (höhere unterirdische Biomasse auf sandigen Böden) und Jahresniederschlag (geringere unterirdische Biomasse bei höheren Niederschlägen). Durch die geringe Anzahl an Studien, auf deren Basis die Formeln und mittleren Sproß: Wurzelverhältnisse von Mokany *et al.* (2006) basieren, die hohen Jahresniederschläge und die Feinkörnigkeit der Böden in der Region nehmen wir einen geringeren Wert von ca. 25 t pro Hektar für die unterirdische Biomasse an. Dies ergibt einen zu erwartenden Gesamtbiomassewert von 340 t OTS pro Hektar.

Fußnote 3. Obwohl in nahezu allen Kohlenstoff-Projekten mit einem mittleren Kohlenstoffgehalt der Biomasse von 50% gerechnet wird, basieren diese auf nur sehr wenigen echten Messungen. Kürzlich wurde in einer systematischen Untersuchung von 59 Baumarten tropischer Regenwälder in Panama gezeigt, dass die Werte signifikant darunter liegen, mit $47,4 \pm 2,5\%$ [Martin and Thomas, 2011]. Daher wurde hier mit diesem Mittelwert gerechnet.

Fußnote 4. In natürlichen Wäldern wird die Umtriebszeit (in Jahren, englisch: tree turnover rate) berechnet durch Division von 100 durch den Mittelwert der Erneuerungsrate (%Keimrate der Bäume je Hektar und Jahr) und der Mortalitätsrate (%Absterberate der Bäume je Hektar und Jahr). Die Umtriebszeit gibt daher die durchschnittliche Dauer von der Keimung des Baumes aus dem Samen bis seinem Absterben in einem Wald an. Mehrere Studien berechneten und kompilierten die Umtriebsraten in tropischen Regenwäldern und kamen zu ähnlichen Ergebnissen: Mittel 1.74%, Bereich 0.54-4.43%, mit höheren Werten auf nährstoffreicheren Standorten (2.26%) als auf verarmten Böden (1.39%) [Stephenson and van Mantgem, 2005]. Obwohl einzelne neotropische Bäume wie der Kapokbaum bis zu 1000 Jahre alt werden [Fichtler *et al.*, 2003; Vieira *et al.*, 2005], wird die mittlere Lebensdauer von Bäumen im neotropischen Regenwäldern wesentlich niedriger geschätzt, z.B. 60-110 Jahre [Vieira *et al.*, 2005] bzw. 57 Jahre (44 Jahre nährstoffreich, 72 Jahre nährstoffarm) [Stephenson and van Mantgem, 2005]. Im Regenwald der Österreicher wurde die Umtriebszeit von Bäumen in einem typischen Hangwald auf 50-70 Jahre geschätzt (Werner Huber, pers. Komm.). Wir nehmen daher eine natürliche Umtriebszeit von 60 Jahren an.

Fußnote 5. Sekundärwälder erreichen jedoch erst über eine bestimmte Zeitspanne die Biomasse von ungestörten (primären) Regenwäldern, die nicht mit der Umtriebszeit der natürlichen Wälder zusammenhängt. Sollten diese Zeitspannen nicht gleich sein, müsste die CO₂ Bindung korrigiert werden auf jene Biomasse, die Sekundärwälder nach 60 Jahren erreichen. Der Zeitraum, den es benötigt, bis Sekundärwälder die Biomasse von ungestörten Wäldern erreichen, variiert stark und ist abhängig von vorheriger Landnutzung und dessen Dauer, klimatischen Bedingungen, sowie Bodenart und Textur. Die meisten Studien untersuchten jedoch nur junge Stadien der Wiederbewaldung (bis ca. 25 Jahre Alter) und langfristige Muster der Sekundärsukzession wurden wenig erforscht. Unter vergleichbaren klimatischen und Bodenbedingungen in NO Costa Rica erreichten Sekundärwälder bereits nach 20-30 Jahren das Biomasseäquivalent von ungestörten Tropenwäldern [Letcher and Chazdon, 2009] und in Puerto Rico geschah dies innerhalb von 60 Jahren [Marin-Spiotta *et al.*, 2007]. Auf nährstoffarmen Böden in Venezuela betrug der Zeitraum bis zu 190 Jahre [Saldarriaga *et al.*, 1988] bzw. unter etwas trockeneren klimatischen Bedingungen in Panama erreichten Sekundärwälder erst nach 80-130 Jahren 85% des Biomasseäquivalents ungestörter Wälder [Mascaro *et al.*, 2011]. Auf Basis der hohen Niederschläge und der relativ nährstoffreichen Böden im Gebiet des Regenwalds der Österreicher nehmen wir daher an, dass die Sekundärwälder rasch Biomasse entwickeln und innerhalb von 60 Jahren das Biomasseäquivalent ungestörter Wälder erreichen. Hier wären jedoch Biomasse-Studien in der Region an datierten Sekundärwaldsukzessionen sehr wichtig, um die Kohlenstoffsequestrierung in Sekundärwäldern ableiten zu können.

Fußnote 6. Die durchschnittliche jährliche Kohlenstoff-Bindung über 60 Jahre ergibt sich als ~10 t CO₂ pro Hektar bzw. 2.7 t C pro Hektar und Jahr in diesem Wiederbewaldungsprojekt. Die Kohlenstoff-Sequestrierungsrate ist allerdings nicht konstant über die 60 Jahre. In einem Literaturüberblick nahm die oberirdische Biomasse im Schnitt mit einer Rate von 3.1-4.2 t C pro Hektar und Jahr über die ersten 20 Jahre Sukzession zu, und mit einer Rate von 1.5 t C pro Hektar und Jahr über die ersten 80 Jahre [Helmer *et al.*, 2009; Silver *et al.*, 2000]. Immerfeuchte tropische Regenwälder zeigten höhere Biomasseaufbauzeiten (1.6 t C/ha/Jahr) als wechselfeuchte Regenwälder (1.1 t C/ha/Jahr) [Silver *et al.*, 2000]. Die errechneten jährlichen Kohlenstoffbindungsraten liegen also durchwegs im Schnitt immerfeuchter tropischer Regenwälder.

Referenzliste

- Baker, T. R., et al. (2004), Increasing biomass in Amazonian forest plots, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences*, 359(1443), 353-365.
- Cairns, M. A., S. Brown, E. H. Helmer, and G. A. Baumgardner (1997), Root biomass allocation in the world's upland forests, *Oecologia*, 111(1), 1-11.
- Chave, J., B. Riera, and M. A. Dubois (2001), Estimation of biomass in a neotropical forest of French Guiana: spatial and temporal variability, *Journal of Tropical Ecology*, 17, 79-96.
- Chave, J., R. Condit, S. Lao, J. P. Caspersen, R. B. Foster, and S. P. Hubbell (2003), Spatial and temporal variation of biomass in a tropical forest: results from a large census plot in Panama, *Journal of Ecology*, 91(2), 240-252.
- Chave, J., R. Condit, S. Aguilar, A. Hernandez, S. Lao, and R. Perez (2004), Error propagation and scaling for tropical forest biomass estimates, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences*, 359(1443), 409-420.
- Chave, J., H. C. Muller-Landau, T. R. Baker, T. A. Easdale, H. Ter Steege, and C. O. Webb (2006), Regional and phylogenetic variation of wood density across 2456 neotropical tree species, *Ecological Applications*, 16(6), 2356-2367.
- Chave, J., et al. (2005), Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests, *Oecologia*, 145(1), 87-99.
- Clark, D. B., and D. A. Clark (2000), Landscape-scale variation in forest structure and biomass in a tropical rain forest, *For. Ecol. Manage.*, 137(1-3), 185-198.
- Condit, R., S. Aguilar, A. Hernandez, R. Perez, S. Lao, G. Angehr, S. P. Hubbell, and R. B. Foster (2004), Tropical forest dynamics across a rainfall gradient and the impact of an El Nino dry season, *Journal of Tropical Ecology*, 20, 51-72.
- DeWalt, S. J., and J. Chave (2004), Structure and biomass of four lowland Neotropical forests, *Biotropica*, 36(1), 7-19.
- Fichtler, E., D. A. Clark, and M. Worbes (2003), Age and long-term growth of trees in an old-growth tropical rain forest, based on analyses of tree rings and C-14, *Biotropica*, 35(3), 306-317.
- Gower, S. T. (1987), Relations between mineral nutrient availability and fine root biomass in two Costa Rican tropical wet forests: a hypothesis, *Biotropica*, 19(2), 171-175.
- Helmer, E. H., M. A. Lefsky, and D. A. Roberts (2009), Biomass accumulation rates of Amazonian secondary forest and biomass of old-growth forests from Landsat time series and the Geoscience Laser Altimeter System, *J. Appl. Remote Sens.*, 3.
- Hughes, R. F., J. B. Kauffman, and V. J. Jaramillo (1999), Biomass, carbon, and nutrient dynamics of secondary forests in a humid tropical region of Mexico, *Ecology*, 80(6), 1892-1907.
- Letcher, S. G., and R. L. Chazdon (2009), Rapid Recovery of Biomass, Species Richness, and Species Composition in a Forest Chronosequence in Northeastern Costa Rica, *Biotropica*, 41(5), 608-617.
- Marin-Spiotta, E., R. Ostertag, and W. L. Silver (2007), Long-term patterns in tropical reforestation: Plant community composition and aboveground biomass accumulation, *Ecol. Appl.*, 17(3), 828-839.
- Martin, A. R., and S. C. Thomas (2011), A Reassessment of Carbon Content in Tropical Trees, *Plos One*, 6(8).
- Mascaro, J., G. P. Asner, H. C. Muller-Landau, M. van Breugel, J. Hall, and K. Dahlin (2011), Controls over aboveground forest carbon density on Barro Colorado Island, Panama, *Biogeosciences*, 8(6), 1615-1629.
- Mokany, K., R. J. Raison, and A. S. Prokushkin (2006), Critical analysis of root: shoot ratios in terrestrial biomes, *Global Change Biology*, 12(1), 84-96.
- Nascimento, H. E. M., and W. F. Laurance (2002), Total aboveground biomass in central Amazonian rainforests: a landscape-scale study, *Forest Ecology and Management*, 168(1-3), 311-321.
- Nepstad, D. C., et al. (2002), The effects of partial throughfall exclusion on canopy processes, aboveground production, and biogeochemistry of an Amazon forest, *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 107(D20), 8085.
- Nicotra, A. B., R. L. Chazdon, and S. V. B. Iriarte (1999), Spatial heterogeneity of light and woody seedling regeneration in tropical wet forests, *Ecology*, 80(6), 1908-1926.
- Powers, J. S. (2004), New perspectives in comparative ecology of Neotropical rain forests: Reflections on the past, present, and future, *Biotropica*, 36(1), 2-6.
- Powers, J. S., K. K. Treseder, and M. T. Lerdau (2005), Fine roots, arbuscular mycorrhizal hyphae and soil nutrients in four Neotropical rain forests: patterns across large geographic distances, *New Phytologist*, 165(3), 913-921.
- Saldarriaga, J. G., D. C. West, M. L. Tharp, and C. Uhl (1988), Long-Term Chronosequence Of Forest Succession In The Upper Rio Negro Of Colombia And Venezuela, *Journal of Ecology*, 76(4), 938-958.
- Sierra, C. A., et al. (2007), Total carbon stocks in a tropical forest landscape of the Porce region, Colombia, *For. Ecol. Manage.*, 243(2-3), 299-309.
- Silver, W. L., R. Ostertag, and A. E. Lugo (2000), The potential for carbon sequestration through reforestation of abandoned tropical agricultural and pasture lands, *Restor. Ecol.*, 8(4), 394-407.
- Stephenson, N. L., and P. J. van Mantgem (2005), Forest turnover rates follow global and regional patterns of productivity, *Ecol. Lett.*, 8(5), 524-531.
- Vieira, S., S. Trumbore, P. B. Camargo, D. Selhorst, J. Q. Chambers, N. Higuchi, and L. A. Martinelli (2005), Slow growth rates of Amazonian trees: Consequences for carbon cycling, *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 102(51), 18502-18507.
- Wanek, W., S. Drage, N. Hinko, F. Hofhansl, E.-M. Pölz, A. Ratzer, and A. Richter (2008), Primary production and nutrient cycling in lowland rainforests of the Golfo Dulce region, in *Natural and Cultural History of the Golfo Dulce Region, Costa Rica*, edited by A. Weissenhofer, W. Huber, V. Mayer, S. Pamperl, A. Weber and G. Aubrecht, pp. 155-178, Biologiezentrum der OÖ Landesmuseen, Linz, Austria.
- Yavitt, J. B., and S. J. Wright (2001), Drought and irrigation effects on fine root dynamics in a tropical moist forest, Panama, *Biotropica*, 33(3), 421-434.



Unterschriftenliste

Univ.Prof. Dr. Andreas Richter (Universität Wien, Fakultätszentrum für Ökologie)	
ao.Univ.Prof. Mag.Dr. Wolfgang Wanek (Universität Wien, Fakultätszentrum für Ökologie)	
ao.Univ.Prof.Dr. Roland Albert (Universität Wien, Fakultätszentrum für Ökologie)	
Univ.Prof.Dr. Konrad Fiedler (Universität Wien, Fakultätszentrum für Biodiversität)	
Dr. Werner Huber (Universität Wien, Fakultätszentrum für Biodiversität)	
Dr. Anton Weissenhofer (Universität Wien, Fakultätszentrum für Biodiversität)	

Wien, 01. Dezember 2011

Vergleichbare Berechnungen der Kohlenstoff-Bindung in Tropenwäldern

Dr. Edmund Tanner, Univ. of Cambridge: durchschnittlich 201tC/Ha (Panama 148tC/Ha); Ernesto Medina & Elvira Cuevas: 170tC/Ha; J. Roberts, Centre for Ecology and Hydrology, Oxfordshire: 170tC/Ha www.esd.ornl.gov/projects/qen/carbon4.html

Ross W. Gorte, Congressional Research Service, „Carbon Sequestration in Forests“ (2007): 109tC/Acre oder 269tC/Ha http://www.nbii.gov/.../156209_1216396278010_Carbon_Sequestration_in_Forests.pdf

Für nachhaltig konzipierte Aufforstungsprojekte kann in den ersten Jahrzehnten von einem durchschnittlichen Minderungspotenzial von 10-40 t CO₂/ha*a in den Tropen ausgegangen werden www.prima-klima-weltweit.de/grafiken/downloads/paul_studie.pdf

Gibbs et al. (2007) „Monitoring and estimating tropical forest carbon stocks“ : zwischen 128 tC/Ha und 200 tC/Ha. iopscience.iop.org/1748-9326/2/4/045023/fulltext

Global Connections-„Faustformel“/ Nationaler Inventarbericht 2010 zu Treibhausgasen/ Johann Heinrich von Thünen-Institut: 10 Tonnen CO₂-Absorption pro Hektar und Jahr http://www.globcon.org/de/index.php?option=com_content&view=article&id=76&Itemid=75

„Stark Druck VisionsWald“ Aufforstungs-Projekt, Costa Rica: Ein Hektar des entstehenden Regenwaldes bindet in 50 Jahren rund 570t CO₂. <http://www.stadtwerke-pforzheim.de/de/3560.php>

Ein Hektar zusätzlicher Wald bindet 10 CO₂ pro Jahr <http://www.prima-klima-weltweit.de/grafiken/pdf/prima-klima-faustformel.pdf>

Univ. Doz. Dr. Peter Weish
Department für integrative Biologie
und Biodiversitätsforschung
Institut für Zoologie der
Universität für Bodenkultur
Gregor Mendel Straße 33 A-1180 Wien
peter.weish@boku.ac.at



Wien, am 2. Dezember 2011

Die Berechnungen des Wissenschaftlichen Beirats der Universität Wien, die sich auf ein reiches Datenmaterial stützen, bestätigen die "Kalkulation der Kohlenstoffbindung bei Wiederbewaldung in den Tropen", die ich im September 2008 für den Verein „Regenwald der Österreicher“ ausgeführt habe.

Peter Weish

Kalkulation der Kohlenstoffbindung bei Wiederbewaldung in den Tropen

Peter Weish, 18.09.08

Nach verschiedenen Quellen beträgt die Biomasse tropischer Regenwälder 255-800 t OTS (organische Trockensubstanz) pro Hektar. Ungefähr 50% davon macht Kohlenstoff aus. Bei manchen Angaben wird zwischen oberirdischer und unterirdischer Biomasse unterschieden, bei anderen ist nicht klar, ob nur die oberirdische oder die gesamte Biomasse gemeint ist. Für unsere vorsichtige, grobe Schätzung nehmen wir 350 Tonnen OTS/ha an. Wir rechnen also damit, daß im tropischen Regenwald (im Klimaxstadium) pro Hektar 175 t Kohlenstoff gebunden sind. Als Umtriebszeiten schätzt man 50-70 Jahre, d.h. in dieser Zeit ist die C-Bindung in der Nähe des Maximums. Nimmt man für die nächsten Jahre einen durchschnittlichen jährlichen Zuwachs von 1/60 an, so macht das 2,9 t C/ha und Jahr aus. Diese Rechnung stimmt relativ gut überein mit Angaben über Ecuador, wo man für eine Zuwachsperiode von 20 Jahren eine CO₂-Bindung von 75 t/acre ermittelt hat. (<http://www.carbonbalanced.org/science/B3-faqs.asp#Q19>) Umrechnung: 1 ha = 2,47 acre. 1 t CO₂ entspricht 0,27 t C. 75 t x 2,47 = 185,2 t (CO₂), das entspricht ca. 50 t C in 20 Jahren pro Hektar, somit jährlich 2,5 t C/ha. Daher bindet nach dieser Rechnung 1 ha Regen-Jungwald 2,9 t Kohlenstoff pro Jahr

Obwohl ein Klimaxwald eine ausgeglichene CO₂ Bilanz aufweist, kann man auch dem Käufer von Regenwald diese CO₂-Einsparung gutschreiben, wenn durch den Kauf eine Abholzung verhindert wurde.

Quellen:

Larcher, Walter: Ökophysiologie der Pflanzen, 6. Auflage. UTB 8074, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart 2001.
Jordan C.F. (Ed.): Amazonian Rain Forests. Ecological Studies 60, Springer-Verlag 1986.
Whitmore T. C.: An Introduction of Tropical Rain Forests. Clarendon Press Oxford, 1990.

Wiederbewaldung

- Die Tropenstation La Gamba übernimmt die Planung, Administration und wissenschaftliche Begleitung. Die wissenschaftliche Begleitung bedarf einer Vorbereitungsphase. Mit der technischen Assistenz vor Ort werden Forstingenieure/Innen beauftragt, die Lage und Größe der Flächen und die Menge des benötigten Pflanzenmaterials berechnen. Kurse werden durch die Tropenstation abgehalten, insbesondere bezüglich Baumschule, effizienten Umgang mit Setzlingen und Pflege der Jungbäume.
- Aus Samen von etwa 40-80 Baumarten aus dem umliegenden Regenwald werden die Jungpflanzen in Baumschulen und Gewächshäusern gezogen. Pflanzenmaterial wird je nach Frucht reife während eines ganzen Jahres laufend gesammelt. Die Produktion des Pflanzenmaterials, die Pflanzung selbst sowie auch die Pflege der Jungbäume werden von Einheimischen unter Anweisung eines Forstingenieurs durchgeführt, wodurch Arbeitsplätze und zusätzliche Einnahmequellen entstehen (vor allem während Frucht reife in der Trockenzeit von Jänner/Februar bis April)
- Das Gelände wird vorbereitet, markiert und aufgegraben. Durchschnittlich 800 Bäume werden pro Hektar gepflanzt. Diese Menge soll in der Tropenstation La Gamba sowie auch von Einheimischen aus La Gamba und San Miguel produziert werden. Die Auspflanzung ist nur während der regenreicheren Zeiten von April-November möglich. Die Pflanzungen auf der Finca Amable sollen 2011 durchgeführt werden, gefolgt von den Pflanzungen auf der Finca Alexis.
- Nach 3-5 Monaten können die ersten Jungpflanzen ausgesetzt werden. Nach 2-3 Monaten beginnt die Nachpflanzung von möglicherweise abgestorbenen Jungbäumen sowie die Pflege der Setzlinge. Diese müssen frei von Lianen und Gräsern im Umkreis der Pflanzung sein. In den ersten 2-3 Jahren ist alle 2-3 Monate eine derartige Pflegemaßnahme notwendig.



- Lokale Arbeitskräfte und österreichische VolontärInnen betreuen über drei Jahre die Jungwälder (Auslichtung, Düngung, Nachsetzen von abgestorbenen Bäumen). Nach 3 Jahren sollten die Bäume erstarkt sein und ohne weitere Pflege auskommen. Kontrollgänge falls notwendig sollten dennoch 2x jährlich gemacht werden. Durch ein kontinuierliches Monitoring der Pflanzungen sollen wissenschaftliche Erkenntnisse über Wachstumsraten, Effizienz der CO₂-Bindung, Wiederbesiedlungsstrategien, Eignung von Baumarten und Erhaltung der Artenvielfalt gewonnen werden.
- Ziel ist es, mit nativen (einheimischen) Arten wiederzubewalden. Generell konzentrierte sich die Forstwirtschaft in den Tropen allgemein aber auf wenige schnellwüchsige Baumarten, die aus Afrika oder Asien stammen. Die bekanntesten Arten sind Melina und Teak. Für biologische Korridore sind solche Arten aber wenig wertvoll, da diese kaum Nahrung für andere Tiere liefern. Es wurde daher nach geeigneten einheimischen Bäumen mit biologischem Wert (z.B. Futterpflanze für Wildtiere) gesucht. Bis heute konnte eine Liste mit etwa 60 geeigneten Baumarten erstellt werden, die laufend aktualisiert wird.





Wiederbewaldung der Finca Ovelio 2010-2011



Bis Herbst 2011 hatten manche Bäume bereits eine Höhe von 4 Metern erreicht.

Der Verein Regenwald der Österreicher hat im November 2009 die 16,5 ha große Finca Ovelio im hinteren La Bolsa Tal bei La Gamba gekauft und einen Vertrag mit der Tropenstation La Gamba über die Wiederbewaldung von Weideflächen abgeschlossen. Unter Leitung von Ing. Daniel Jenking wurden 2009 und 2010 7.500 Bäume von HilfsarbeiterInnen aus La Gamba, StudentInnen der Tropenstation und VolontärInnen aus Costa Rica und Österreich gepflanzt. Dieses Pilotprojekt dient als Musterbeispiel für weitere Wiederbewaldungen in der Umgebung.



18 Monate alter Jungwald auf der Finca Ovelio



Blick zu einem aufgeforsteten Hang auf der Finca Ovelio, Mai 2010 und März 2011

Weitere Wiederbewaldungen durch die Tropenstation La Gamba 2007-2010

In La Gamba (ca. 500 Einwohner, Mittlere Jahrestemperatur: 27,4, Regentage pro Jahr: 286, Regenmenge pro Jahr: 5800 mm) wurden in den 1950er-Jahren große Bananen-Plantagen angelegt. Nach einigen Jahren verließ die United Fruit Company die Gegend,

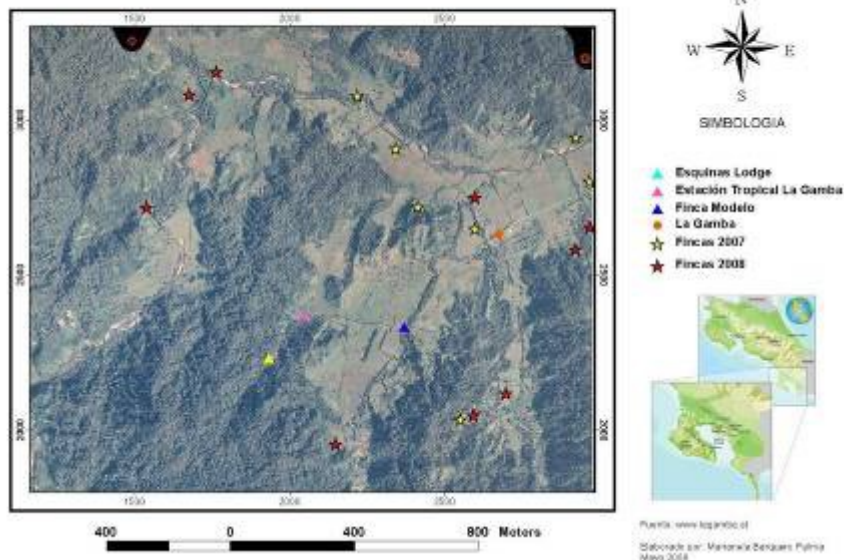
Ölpalme (*Elaeis guineensis*) an wirtschaftlicher Bedeutung gewonnen hat, haben immer mehr Bauern ihr Acker- und Weideland mit Ölpalmen bepflanzt, die in den Tropen schnell wachsen und Fruchtstände von bis zu 50 kg produzieren. Das Einkommen durch den Verkauf von Palmfrüchten ist wesentlich höher als der Ertrag durch Reis oder Viehzucht.

Um zu verhindern, dass auch die letzten verbliebenen Weiden in La Gamba der Monokultur Ölpalme zum Opfer fallen hat die Tropenstation La Gamba 2007 und 2008 mit finanzieller Unterstützung der OMV Aufforstungen auf kleinen Flächen durchgeführt. Pflanzungen von „lebenden Zäunen“ an Flussufern hatten die Priorität weil diese von den Tieren als Wanderwege bevorzugt werden und Erosion verhindern. Insgesamt wurden von 2007 bis 2010 mehr als 17.000 Bäume in La Gamba und Umgebung gepflanzt.



2007					
Finca	Besitzer	Wiederbewaldung ha	Waldschutz ha	Anzahl Bäume	Typus
F1	Ernesto Avellan	0,8	80	210	Artenanreicherung
F2	Canuto Villegas	2,2	1	1087	Flußbegrünung
F3	Maria E Reyes	0,162		230	Flußbegrünung
F4	Brines Ramirez	0,1	0,5	50	Anreicherung
F5	Efrain Villatoro Camacho	0,2	4	340	Flußbegrünung
F6	José Angel	1		900	Flußbegrünung
F7	Ovidio Cruz	0,2		440	Flußbegrünung
F8	Richard Weixler	0,1		223	Flußbegrünung
F9	Virginia Barahona	0,01		37	Wiederbewaldung regulär
F10	Arturo Quiros	1,5		600	Flußbegrünung
	Gesamt	6,272	85,5	4117	
2008					
Finca	Besitzer	Fläche Wiederbewaldung	Fläche Waldschutz	Anzahl Bäume	Typus
F11	Gerardo Chacon	160 m		110	Lebende Zäune
F12	Luis Sanchez	300 m		130	Lebende Zäune
F13	Manuel Marchena	800 m2		200	Flußbegrünung
F14	Luis Jimenez	Por definir		200	Artenanreicherung
F15	Teofilo Vargas Leon	4 ha		2500	Flußbegrünung
F16	Jose y Carlos Ortiz	1000 m2		100	Flußbegrünung
F17	Ana Maria Quiros	1500 m2		200	Flußbegrünung
F18	Wernar Klar	1500 m2		200	Artenanreicherung
F19	Mari Sanchez	3 ha		2000	Wiederbewaldung regulär
	Gesamt	ca. 8-9ha		5640	

Ubicación de fincas dentro del proyecto Corredor Biológico La Gamba 2007 - 2008. Costa Rica



Lage der Wiederbewaldungsflächen in La Gamba, Costa Rica, Regenwald der Österreicher.



Liste der verwendeten Baumarten bei bisherigen Wiederbewaldungen in La Gamba

Fotos: Baumschulen in La Gamba, Rio Claro und San Miguel, die für die Aufforstungsprojekte 2007-2010 angelegt wurden.

Table 1 List of selected tree species used for the restoration and reforestation in the region.

Nr.	Family	Genus	species	Vernacular name	Status
1	Anacardiaceae	<i>Anacardium</i>	<i>excelsum</i>	Espavel	common
2	Anacardiaceae	<i>Astronium</i>	<i>graveolens</i>	Ronron	extincion
3	Anacardiaceae	<i>Spondias</i>	<i>mombin</i>	Jobo	common
4	Apocynaceae	<i>Aspidosperma</i>	<i>myristicifolium</i>	caratigre	amenazada
5	Apocynaceae	<i>Aspidosperma</i>	<i>spruceanum</i>	Manglillo	common
6	Bignoniaceae	<i>Tabebuia</i>	<i>guayacan</i>	Corteza	extincion
7	Malvaceae	<i>Bursera</i>	<i>simarouba</i>	Indiodesnudo	common
8	Bombacaceae	<i>Ceiba</i>	<i>pentandra</i>	Ceiba	amenazada
9	Bombacaceae	<i>Ochroma</i>	<i>pyramidale</i>	Balso	common
10	Fabaceae-Casalpinoideae	<i>Schizolobium</i>	<i>parahyba</i>	Gallinazo	common
11	Fabaceae-Casalpinoideae	<i>Copaifera</i>	<i>camibar</i>	Camibar	extincion
12	Fabaceae-Casalpinoideae	<i>Cynometra</i>	<i>hemitomophylla</i>	Cativo, guapinol negro	extincion
13	Fabaceae-Casalpinoideae	<i>Peltogyne</i>	<i>purpurea</i>	Nazareno	amenazada
14	Clusiaceae	<i>Calophyllum</i>	<i>brasiliense</i>	Maria	common
15	Combretaceae	<i>Terminalia</i>	<i>amazonica</i>	Amarillon	common
16	Euphorbiaceae	<i>Hyeronima</i>	<i>alchorneoides</i>	Pilon, zapatero	common
17	Euphorbiaceae	<i>Acalypha</i>	<i>diversifolia</i>	Gusanillo, rabodegato	common
18	Euphorbiaceae	<i>Croton</i>	<i>schiedeana</i>	Colpachi	common
19	Fabaceae	<i>Platymiscium</i>	<i>curuense</i>	Cristobal, Cachimbo	extincion
20	Fabaceae	<i>Dussia</i>	<i>discolor</i>	Sangregao, targuayugo	extincion
21	Salicaceae	<i>Tetrathylacium</i>	<i>macrophyllum</i>	Lenguadevaca, zapote	common
22	Humiriaceae	<i>Humiriastrum</i>	<i>diguense</i>	Chiricano alegre, lorito, nispero	extincion
23	Lauraceae	<i>Ocotea</i>	sp.	Ira	common
24	Lecythidaceae	<i>Couratari</i>	<i>guianensis</i>	Copohediondo	extincion
25	Lecythidaceae	<i>Lecythis</i>	<i>ampla</i>	Jicaró, ollademono	extincion
26	Meliaceae	<i>Carapa</i>	<i>guianensis</i>	Cedrobateo	common
27	Meliaceae	<i>Cedrela</i>	<i>odorata</i>	Cedroamargo	common
28	Meliaceae	<i>Guarea</i>	<i>grandifolia</i>	Caobilla	common
29	Fabaceae/Mimosoideae	<i>Inga</i>	<i>oerstediana</i>	Cuajiniquil	common
30	Fabaceae/Mimosoideae	<i>Inga</i>	spp.	Guaba	common
31	Fabaceae/Mimosoideae	<i>Parkia</i>	<i>pendula</i>	Tamarindo, tamarindogigante	extincion
32	Fabaceae/Mimosoideae	<i>Zygia</i>	<i>longifolia</i>	Sotocaballo	common
33	Moraceae	<i>Brosimum</i>	<i>utile</i>	Lechoso	common
34	Moraceae	<i>Artocarpus</i>	<i>altis</i>	Castañó, frutodepan	nonativo
35	Moraceae	<i>Brosimum</i>	<i>alicastrum</i>	Ojoche	common
36	Moraceae	<i>Ficus</i>	<i>insipida</i>	Chilamate	common
37	Myristicaceae	<i>Virola</i>	<i>koschnyi</i>	Frutadorada	common
38	Oleaceae	<i>Chaunochiton</i>	<i>kappleri</i>	Manglillo	extincion
39	Oleaceae	<i>Minquartia</i>	<i>guianensis</i>	Manu, manunegro, palode piedra	extincion
40	Poaceae	<i>Gynerium</i>	<i>sagittatum</i>	Cañabrava	common
41	Malvaceae	<i>Apeiba</i>	<i>membranacea</i>	Peinedemico	common
42	Malvaceae	<i>Apeiba</i>	<i>tibourbou</i>	Peinedemico	common
43	Malvaceae	<i>Luehea</i>	<i>semanii</i>	Guacimocolorado	common
44	Malvaceae	<i>Mortoniadendron</i>	<i>anisophyllum</i>	Cuerodevieja	common
45	Verbenaceae	<i>Vitex</i>	<i>cooperi</i>	Manuplatano	common
46	Vochysiaceae	<i>Qualea</i>	<i>paraensis</i>	Masicaran	extincion
47	Vochysiaceae	<i>Vochysia</i>	<i>ferruginea</i>	Mayo	common
48	Vochysiaceae	<i>Vochysia</i>	<i>allenii</i>	Mayo	common





Wiederbewaldung: Sozioökonomische Aspekte

- Die Produktion des Pflanzenmaterials, die Pflanzung selbst sowie auch die Pflege der Jungbäume werden von Einheimischen aus La Gamba unter Anweisung eines Forstingenieurs durchgeführt, wodurch Arbeitsplätze und zusätzliche Einnahmequellen für die einheimische Bevölkerung La Gambas entstehen.
- Die “peónes” oder Hilfsarbeiter erhalten den gesetzlich festgelegten Stundenlohn (dzt. CRC 1.650) für Landarbeiter und werden bei der Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) für die Arbeitsdauer versichert. Die Bezahlung der Gehälter und der Sozialabgaben erfolgt durch ein örtliches Lohnverrechnungsbüro.
- Die Einbindung der Schule von La Gamba war bereits bei allen Aufforstungen in La Gamba von großer Bedeutung. Schulkinder werden als VolontärInnen eingesetzt.
- Einwohner von La Gamba sollen eingeschult werden, Jungpflanzen zu produzieren, die dann vom Projekt angekauft werden.
- Damit schon die Kinder einen Einblick in nachhaltige Anbaumethoden bekommen, wurde der “Gartenunterricht” ins Leben gerufen. Die Kinder lernen einmal pro Woche theoretisch und praktisch wie man Regenwurmkompost erhält, Keimsubstrat für Samen herstellt, Beete errichtet, und Gemüsepflanzen pflegt.
- Bei der Aufforstung handelt es sich um einen Versuch, einen primären Regenwald durch die Pflanzung von 30-40 einheimischen Arten möglichst getreu nachzubilden. Im Gegensatz zu Plantagen von Teak oder Palmöl verfolgt die Aufforstung keinen kommerziellen Zweck. Sollten sich jedoch nach einigen Jahren manche Baumarten für die nachhaltige Holznutzung eignen, ist daran gedacht, einzelne Bäume zu fällen und durch Nachpflanzungen zu ersetzen.
- Durch die Zusammenarbeit zwischen österreichischen Studenten und Biologen einerseits und einheimischen Hilfsarbeitern, VolontärInnen und Schulkindern andererseits entstehen Synergien von unschätzbarem sozialen Wert.



Fotos: Arbeitskräfte und Schulkinder aus La Gamba und VolontärInnen aus Österreich bei Aufforstungen 2007-2010



Berechnungsgrundlagen

A. CO₂-Speicherung bei Waldschutz und Wiederbewaldung

Wir beziehen uns auf die Berechnung durch den wissenschaftlichen Beirat der Universität Wien (siehe „Kalkulation der Kohlenstoffbindung bei Wiederbewaldung in den Tropen“) und durch Prof. Dr. Peter Weish von der Universität für Bodenkultur

und nehmen in bestehenden Wäldern im Klimaxstadium eine CO₂-Bindung von 590 t/ha an. Bei Wiederbewaldung beträgt der durchschnittliche jährliche Zuwachs an gebundenem CO₂ rund 9.83 t/ha über einen Zeitraum von 60 Jahren, also ebenfalls etwa insgesamt 590 t/ha.

B. Vergleichende Berechnungen Strom (CO₂ Emissionen pro Kilowattstunde)

Umweltbundesamt Bundesrepublik Deutschland

<http://www.umweltbundesamt.de/energie/archiv/co2-strommix.pdf>

Stromverbrauch (Strommix)* 1 kWh = 563 g CO₂

Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien (IWR)

<http://www.iwr.de/re/eu/co2/co2.html>

Stromverbrauch (Strommix)* 1 kWh = 590 g CO₂

<http://www.prima-klima-weltweit.de/co2/kompens-berechnen.php>

Strommix* 1 kWh = 550 g CO₂

<http://www.umweltbewusst-heizen.de/>

Strommix* 1 kWh = 600 g CO₂

Ökostrom* 1 kWh = 400 g CO₂

Lebensministerium Bayern, Infozentrum UmweltWirtschaft

www.izu.bayern.de/download/xls/berechnung_co2_emissionen.xls

1 kWh = 616 g CO₂

Universität Göttingen

www.uni-goettingen.de/de/79037.html

1 kWh = 572 g CO₂

Greenpeace

<http://greenpeace-energy.klima-aktiv.de/?cat=living-pt>

Strommix* 1 kWh = 610 g CO₂

Carbon Fund

http://www.carbonfund.org/site/pages/carbon_calculators/category/

Assumptions 1 kWh = 592 CO₂

U.S. Energy Information Administration (EIA)

<ftp://ftp.eia.doe.gov/environment/co2emiss00.pdf>

1 kWh = 616 g CO₂ (1,36 lb)

Carbon Independent http://www.carbonindependent.org/sources_home_energy.htm

1 kWh = 527 g CO₂

<http://www.co2-emissionen-vergleichen.de/Stromerzeugung/CO2-Vergleich-Stromerzeugung.html>

*Strommix (29 % Kernenergie, 25 % Braunkohle, 21 % Steinkohle, 10 % Erdgas, 12% Ökostrom)

1 kWh = 600 g

*Ökostrom (45 % Windkraft, 38 % Wasserkraft, 13 % Biomasse, 3,9 % Biomüll, 0,1 % Photovoltaik)

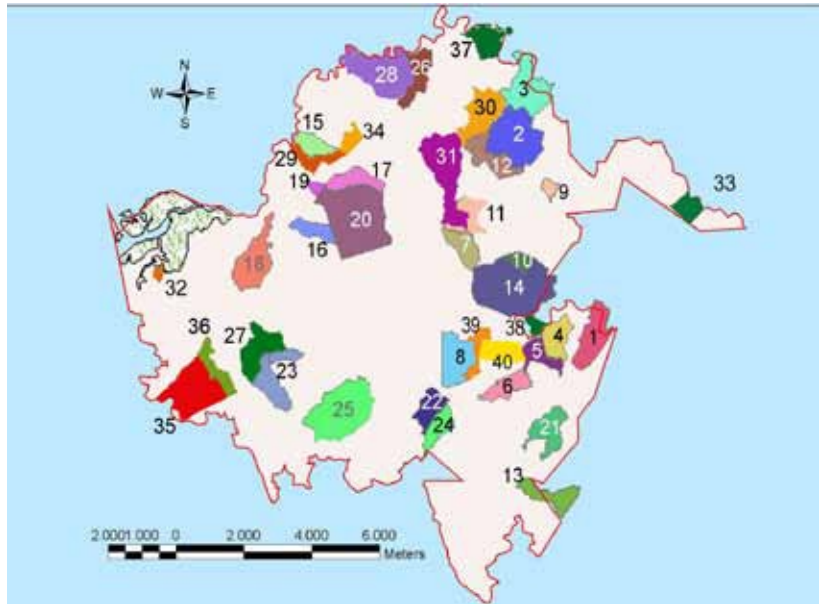
1 kWh 400 g

Angaben zum Verein Regenwald der Österreicher

1991 gründete der Wiener Musiker Michael Schnitzler den Verein *Regenwald der Österreicher* (www.regenwald.at), um den letzten ungeschützten Tieflandregenwald an der Pazifikküste Mittelamerikas, den Esquinas-Regenwald in Costa Rica, zu schützen. Dank der Hilfe tausender NaturliebhaberInnen konnten 4000 Hektar dieses artenreichen Dschungels vor der Zerstörung durch Holzfäller gerettet und in den Nationalpark Piedras Blancas eingegliedert werden. Für seine Verdienste um den Erhalt der Natur wurde Michael Schnitzler mit dem Österreichischen Staatspreis für Umwelt (Konrad Lorenz-Preis) ausgezeichnet. Andere Naturschutzorganisationen sowie die Republik Costa Rica selbst schlossen sich der Aktion an. Weitere Schlägerungen wurden verboten, 72% des Esquinas-Waldes sind heute freigekauft, die verbliebenen Grundstücke innerhalb der Parkgrenzen gelten nicht mehr als gefährdet.

Um die Artenvielfalt zu schützen bezahlt *Regenwald der Österreicher* die Gehälter von zwei Wildhütern und finanzierte den Bau einer Wildhüter-Station am Rande des Nationalparks. Der Verein war maßgeblich an der erfolgreichen Wiedereinführung von hellroten Aras im Esquinas-Regenwald beteiligt und unterstützt die Organisation Yaguará (www.yaguara.org) bei deren Bemühungen, die gefährdete Wildkatzenpopulation zu schützen.

1993 wurde die „Tropenstation La Gamba“ (www.lagamba.at) zur wissenschaftlichen Erforschung des Regenwaldes eingerichtet. Sie ist heute eine international anerkannte Forschungs-, Lehr- und Weiterbildungsinstitution der Universität Wien. 1994 wurde die Esquinas Rainforest Lodge (www.esquinaslodge.com) als Entwicklungsprojekt der Republik Österreich gebaut. Das 100% CO₂-neutrale, vorbildliche Ökotourismusprojekt, heute in Privatbesitz, wurde mehrfach ausgezeichnet und finanziert Projekte zur Verbesserung des Lebensstandards im nahe gelegenen Dorf La Gamba.



Landkäufe Nationalpark Piedras Blancas durch den Verein Regenwald der Österreicher, 1992-2010



www.regenwald.at

Seit Jänner 2013 gibt es nun auch uns, den Unterstützerverein aus Luxemburg, der sich rein auf die Wiederbewaldung, Fortbildung und die wissenschaftliche Forschung konzentriert.

Ein „intelligenter Baum“ kostet bei uns deshalb 18.-Euro weil er damit nicht nur 750 kg CO₂ bindet, sondern weil er damit auch Agroforestal-Kurse für die einheimischen Bauern, Instandhaltung der Baumschule, Schulungen über Samenerkennung und -Behandlung, Kompostaufbereitung, Gemüseanbau unterstützt. Unsere Bäume haben ihren Ursprung in den Samen die im Primärwald gesammelt werden.

So sind wir Partner der Tropenstation und des Regenwaldes der Österreicher und bringen uns in dieses gut durchdachte, seit 20 Jahren funktionierende, Projekt ein.

