
Wald mit zwei Gesichtern: Pazifischer Trockenwald in Nordwest-Peru

MARIANNE LAUERER, VIVIANA HORNA, REINER ZIMMERMANN, PEDRO VÁSQUEZ & GREGOR AAS

Abstract

The biosphere reserve “La Reserva de Biosféra del Noroeste” is located in the north-west of Peru near the border with Ecuador. It is covered by dry forests of the floristic region “Amotape-Huancabamba”, which is known for its high number of plant species and endemics. The biosphere reserve is divided into four protected areas. One (Coto de Caza El Angolo) was visited by the authors since several years for eco-physiological studies. The climate and vegetation of this region and important characteristic tree species with their ecology are presented. The tropical, strongly seasonal vegetation of this pacific dry forests serves as a model for a dry forest greenhouse in the Ecological-Botanical Gardens of the University of Bayreuth. Work on this new greenhouse started in summer of 2007.

Zusammenfassung

Im Nordwesten Perus, nahe der ekuadorianischen Grenze, liegt das Biosphärenreservat „La Reserva de Biosféra del Noroeste“. Es umfasst vor allem Trockenwälder der arten- und endemitenreichen Florenregion Amotape-Huancabamba und gliedert sich in vier Schutzgebiete. Eines dieser Gebiete (Coto de Caza El Angolo) wird seit mehreren Jahren für ökophysiologische Untersuchungen von den Autoren aufgesucht. Die klimatischen Verhältnisse und die Vegetation dieser Region sowie charakteristische Pflanzenarten und deren Ökologie werden vorgestellt. Die tropische, regen Grüne Vegetation dieses pazifischen Trockenwaldes dient als Vorbild für ein Trockenwaldhaus im Ökologisch-Botanischen Garten der Universität Bayreuth, mit dessen Gestaltung im Sommer 2007 begonnen wurde.

1. Drei große Naturräume in Peru

Peru hat Anteil an drei großen Klima- und Naturräumen: die trockene und heiße Küste (Costa) mit etwa 11 % der Staatsfläche, das kühle Andengebiet (Sierra) mit ca. 15 % sowie den feuchten Andenosthang mit dem Amazonas-tiefland (Montaña und Selva) mit zusammen ca. 64 % der Landesfläche. Die Costa steht unter dem Einfluss des kalten Humboldtstroms und ist weitgehend durch Wüsten geprägt. Ihr südlicher Teil gehört zur Atacama, der trockensten Wüste der Erde. Hinter der schmalen Küstenregion beginnt die Sierra, die sich aus mehreren in Nord-Süd-Richtung verlaufenden Bergzügen der Anden zusammensetzt, durchbrochen von zahlreichen, durch Flüsse entstandenen, tief eingeschnittenen Quertälern an der West- und Ostseite der Kordillere. Sie umfasst die Berg- und Gebirgsvegetation und die hügeligen Hochebenen (Altiplanos) im Süden. Östlich der Anden beginnt die Regenwaldregion (Selva und Montaña), ein riesiges Waldgebiet, durchzogen von Flüssen, die aus den Anden kommend in weiten Mäandern zum Amazonas strömen.

2. Pazifische Trockenwälder im Norden Perus

2.1 Einführung

Im Norden Perus, an der Grenze zu Ecuador, wurde 1977 La Reserva de Biosféra del Noro-

este von der UNESCO als 2314 km² großes Biosphärenreservat ausgewiesen. Es besteht aus vier Schutzgebieten: Reserva Nacional de Tumbes im Norden, Parque Nacional Cerros de Amotape, Coto de Caza El Angolo im Süden sowie etwas entfernt von diesen dreien Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes im äußersten Nordwesten des Landes an der Pazifikküste.

Der Nordwesten Perus gehört zur trockenen Küstenregion und zur Amotape-Huancabamba-Zone, die sich zwischen dem Río Jubones-System im Norden (Ecuador), dem Río Chama-System im Süden (Peru), dem Río Marañón-Tal am Oberlauf des Amazonas im Osten und der Pazifikküste im Westen erstreckt und von Meereshöhe bis auf über 4000 Meter reicht. Ein Grund für den Artenreichtum dieses Gebietes wird in dem vielfältigen Mosaik unterschiedlicher Lebensräume und der Überlap-pung der Floren zweier unterschiedlicher Klimazonen in der Amotape-Huancabamba-Region gesehen (WEIGEND 2002, 2004). Pflanzen der feuchteren Nordanden gedeihen hier in den noch vorkommenden Resten von Nebelwäldern, während in den trockeneren Gebieten die Arten der Zentralanden vorkommen.

2.2 Coto de Caza El Angolo: Schutzstatus, Boden, Klima und Vegetation

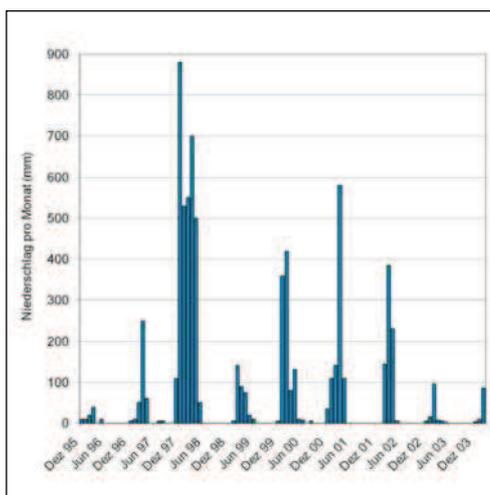
Coto de Caza El Angolo (CCA) ist eine ehemals als Weideland und Jagdrevier genutzte Hacienda, die seit dem 1. Juni 1975 durch eine Landwirtschaftsreform verstaatlicht ist. Seitdem verwaltet die Naturschutzbehörde SINANPE (Sistema Nacional de Areas Naturales Protegidas por El Estado) das Gebiet als Wild- und Jagdreservat (Coto de Caza). Schutzzweck ist die Erhaltung und kontrollierte Bejagung des Peruanischen Weißwedelhirsches (*Odocoileus virginianus peruvianus*). Darüber hinaus dient die CCA der Wissenschaft für tier- und pflanzenökologische Studien sowie der Ausbildung von Forst- und Biologiestudierenden der größten Universität des Landes, der Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) in Lima. Das Schutzgebiet ist insgesamt 65 000 ha groß, liegt nur wenige hundert Kilometer südlich des Äquators und ist ein von 650 auf 1600 m Höhe ansteigendes Hügelland. Zum Schutz vor den überall frei weidenden Schafen und Ziegen wurden bereits vor der Verstaatlichung 10 280 ha dieses Gebietes vollständig eingezäunt und blieben dadurch recht naturnah. Im Südosten der CCA, im eingezäunten Gebiet, liegt die ehemalige Hacienda Sauce Grande, die als Stütz-

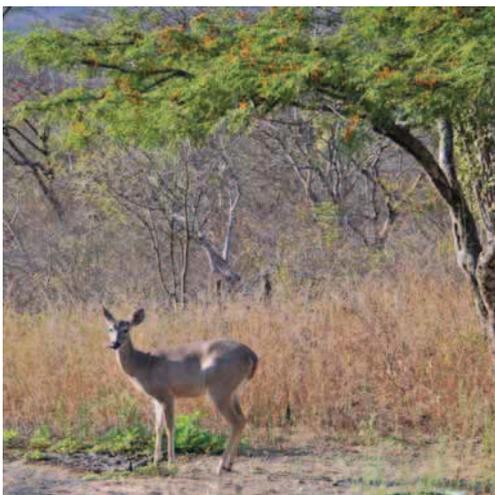
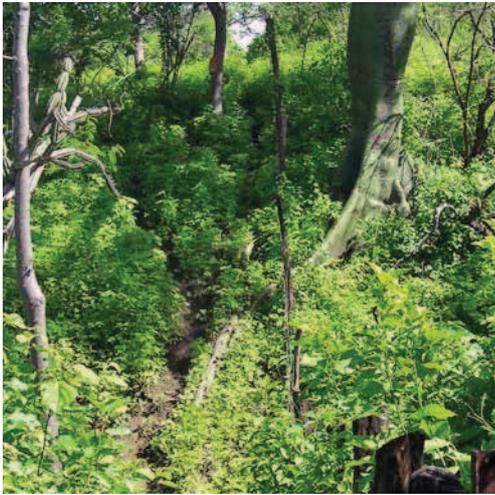


Abb. 1 (oben): Nordwest-Peru. Rot eingetragen ist die Carretera Panamericana. Zwischen Sullana (Mitte links im Bild) und dem Parque Nacional Cerros de Amotape (grün schraffiert) liegt das Schutzgebiet Coto de Caza El Angolo, (Kartenausschnitt aus KIRST 2000).

Abb. 2 (Mitte): Lage des Biosphärenreservates (Reserva de Biosfera del Noroeste; Fläche: 2314 km²) in Nordwest-Peru bestehend aus den vier Schutzgebieten Cota de Caza El Angolo (CCA; Fläche: 65 000 ha) mit der Estación Sauce Grande (Δ), Parque Nacional Cerros de Amotape (PNCA; Fläche: 94 577 ha), der Reserva Nacional de Tumbes (RNT; Fläche: 19 267 ha) und dem Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes an der Küste (SNMT; Fläche: 2972 ha; Karte PEDRO VÁSQUEZ).

Abb. 3 (unten): Niederschlag pro Monat von Dezember 1995 bis Februar 2004, gemessen an der Estación Sauce Grande (nach VÁSQUES et al. 2007). Die Niederschlagsmengen pro Regenzeit variieren von 100 mm im besonders trockenen Jahr 1995/1996 bis 3300 mm im El-Niño-Jahr 1997/1998.





punkt für die Ausübung der Jagd und für wissenschaftliche Arbeiten dient. Seit mehreren Jahren werden hier von deutschen und peruanischen Wissenschaftlern gemeinsam ökophysiologische Untersuchungen durchgeführt (Institut für Botanik der Universität Stuttgart-Hohenheim; Institut für Ökologie und Ökosystemforschung der Universität Göttingen, Ökologisch-Botanischer Garten der Universität Bayreuth sowie der Universidad Nacional Agraria La Molina in Lima).

Im Gebiet der CCA dominieren Gesteine aus dem Karbon, dem Devon und dem Tertiär (INGEMMET 1994). Es handelt sich dabei um dunkle, kalkfreie Tonsteine oder sehr kalkreiche Mergel. Erstere stehen großflächig rund um die Estación Sauce Grande und die umliegenden Anhöhen an und zeigen einen pH-Wert von etwa sechs. Mergel dominieren an den Hängen der Hügellandschaft, die daraus entstehenden Substrate haben einen pH-Wert von ca. sieben. Die Böden im Gebiet sind meist Leptosole. In der Trockenzeit zeichnen sie sich häufig durch tiefe Trockenrisse aus, die aufgrund der Quellung und Schrumpfung der Tonminerale entstehen. Sekundäre Kalkausfällungen sind häufig bis in Bodentiefen von 40 cm anzutreffen. Diese entstehen, indem aus tieferen Schichten aufsteigendes, kalkhaltiges Wasser oberflächennah verdunstet und Kalk zurückbleibt.

Die Jahresmitteltemperatur liegt an der Estación Sauce Grande bei 25,6 °C. Der mittlere Jahresniederschlag beträgt etwa 800 mm und fällt in den Sommermonaten hauptsächlich als Regen, in höheren Lagen zum Teil auch als feiner Nebel. Entscheidend für die Vegetation ist die enorme Schwankung in der Niederschlagsmenge von Jahr zu Jahr, wie das für viele Gebiete

Abb. 4 (oben): Coto de Caza El Angolo: Typischer Trockenwald des unteren Hügellandes (ca. 620 m Meereshöhe) mit *Ceiba trischistandra*.

Abb. 5 (Mitte): Rechts im Bild eine seit 1985 eingezäunte Parzelle mit Vollschutz vor Großherbivoren.

Abb. 6 (unten): Weiblicher Weißwedelhirsch (*Odocoileus virginianus peruvianus*) unter einer blühenden *Caesalpinia paipai*.

der trockenen Tropen typisch ist. So variierten im Zeitraum zwischen 1995 und 2004 die an der Estación gemessenen Niederschläge von nur 100 mm (1995/96) bis 3300 mm im El-Niño-Jahr 1997/98. Die Niederschläge fallen oft als Sturzregen, die dann innerhalb weniger Stunden oberflächlich in Erosionsrinnen und Trockentälern (Quebradas) abfließen.

Die natürliche Vegetation dieser Region sind Trockenwälder, wie sie von Mittelamerika bis in den Nordwesten Perus typischer Weise vorkommen. Sie sind von regengrünen Bäumen und Sträuchern, von bewehrten Pflanzen wie Säulenkakteen und einer reichen, aber kurzlebigen, Kraut- und Grasschicht in der Regenzeit geprägt.

Die CCA hat Anteil an drei verschiedenen Ausprägungen des Trockenwaldes (MINISTERIO DE AGRICULTURA 1995): Trockenwald der mittleren Berglagen (Bosque seco de collinas, etwa 60 % der Fläche) und der höheren Lagen (Bosque seco de montañas, etwa 30 %) sowie savannenartige Trockenwälder in den tieferen Lagen (Bosque seco tipo sabana, etwa 10 % der Fläche nur im äußersten Südosten). Ende der 1980er Jahre wurde eine floristische Erhebung im gesamten Gebiet der CCA durchgeführt, wobei 179 Arten aus 151 Gattungen und 60 Familien identifiziert wurden, davon 44 Baum- und 47 Straucharten (Ríos Trígoso 1989). Leguminosen, Gräser und Korbblütler sind die Familien mit den meisten Arten.

3. Typische Baumarten und ihre Ökologie

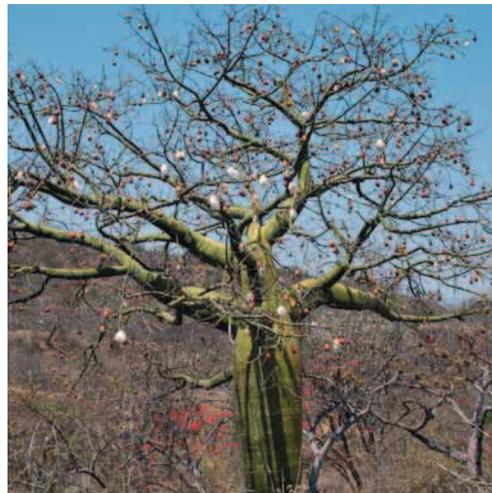
Wichtige Baumarten im El Angolo:

Regengrün: *Bursera graveolens* (Palo santo, Burseraceae), *Ceiba trichistandra* (Ceibo, Malvaceae), *Cochlospermum vitifolium* (Polopolo, Cochlospermaceae), *Eriotheca ruizii* (Pasallo, Malvaceae), *Erythrina smithiana* (Porotillo, Fabaceae) *Loxop-*

Abb. 7 (oben): Fruchtender *Ceiba trichistandra* in der Trockenzeit (September 2007)

Abb. 8 (Mitte): Die Blüten von *Ceiba trichistandra* erscheinen am Ende der Regenzeit, öffnen sich vorwiegend nachts und sind tagüber oft verblüht am Boden zu finden (März 2006).

Abb. 9 (unten): Blüten von *Erythrina smithiana*, (September 2007).





terygium huasango (Hualtaco, Anacardiaceae), *Pisonia macranthocarpa* (Pego pego, Nyctaginaceae).

Immergrün oder bis weit in die Trockenzeit hinein belaubt:

Acacia macracantha (Faique, Espino, Fabaceae), *Caesalpinia paipai* (Charán, Pai pai, Fabaceae), *Capparis scabrida* (Sapote, Capparidaceae), *Geoffroea striata* (Almendro, Fabaceae), *Pithecellobium multiflorum* (Angolo, Fabaceae), *Prosopis pallida* (Algarrobo, Fabaceae).



Die meisten Bäume und Sträucher sind regengrün, werfen also in der sieben- bis zehnmonatigen Trockenzeit ihr Laub ab. Charakteristisch für das ganze Gebiet ist *Ceiba trichistandra*, ein bis 30 m hoher Baum. Sein flaschenförmiger Stamm dient der Wasserspeicherung und erreicht einen Durchmesser von bis zu 1,5 m. In der Jugend ist der gesamte Stamm durch Stacheln bewehrt, im Alter befinden sich diese oft nur noch auf der Oberseite waagerechter Äste und erschweren kletternden Tieren (z. B. Affen) die Fortbewegung. Stamm und Äste sind, außer nach Verletzungen, unverborkt und grün. Über die Rinde findet ein reger Gasaustausch statt. Die Photosynthesebilanz ist ausgeglichen und die CO₂-Aufnahme für die Photosynthese kompensiert die zellulären Atmungsverluste im Stamm (M. KÜPPERS, unveröffentlicht). Die Blüten erscheinen zahlreich am Ende der Regenzeit, stehen einzeln und sind mit ihren rotbraunen Kelchblättern und den leuchtend weißen Petalen recht dekorativ. Die Frucht ist eine 5-klappige Kapsel, bis 17 cm lang und 8 cm im Durchmesser, die in der Trockenzeit reift. Die Samen werden über den Wind ausgebreitet und sind in wollartige Fasern der Frucht-



Abb. 10 (oben): *Caesalpinia paipai*. Dieser immergrüne Baum blüht während der Trockenzeit (September 2007).

Abb. 11 (Mitte): Blüte von *Capparis eucalyptifolia*, wie *Capparis scabrida* ein immergrüner Baum, der bis drei Meter hoch wird und endemisch im Pazifischen Trockenwald vorkommt (August 2006).

Abb. 12 (unten): Junge Frucht und Blätter von *Capparis scabrida* in der Trockenzeit (September 2007).

wand eingebettet wie auch beim nahe verwandten Kapokbaum (*Ceiba pentandra*). Die Fasern von *Ceiba trichistandra* werden in der Region „Kapok“ genannt und für Kissen- und Matratzenfüllungen genutzt. Die Samen enthalten etwa 18% Öl, das ausgepresst als Speiseöl verwendet wird. Aus der Rinde werden Seile und Taue angefertigt und das Holz dient zur Herstellung von Booten, Zimmerdecken und Kunstgegenständen. Die Art kommt endemisch nur in den Pazifischen Trockenwäldern in NW-Peru sowie im südlichen Ekuador in den Provinzen Guayas, Manabi, Pichincha und um Loja vor. Die Grenzen ihrer natürlichen Verbreitung sind aber nicht genau bekannt (VÁSQUEZ et al. 2007).

Die meisten Pflanzenarten des beschriebenen Gebietes blühen und fruchten in der Regenzeit. Unter den Gehölzen allerdings gibt es einige, deren Blüte- und Fruchtzeit in die Trockenzeit fallen. Von diesen ist der Korallenbaum (*Erythrina smithiana*) wegen seiner großen, leuchtend roten Blütenstände besonders auffällig. Die Fahne der Blüte ist, wie für die Gattung *Erythrina* typisch, stark vergrößert und durch eine Drehung der Blüte um 180° nach unten orientiert. Die Staubblätter weisen pinselartig nach oben, die zwei Flügel und die beiden Blütenblätter des Schiffchens bilden eine kleine „Schale“, die reichlich Nektar enthält. Die Blüten locken vor allem in den Morgenstunden viele Vögel als Bestäuber an. Unter diesen sind Kolibris und Papageien sowie der Weißschwügel (*Penelope albipennis*) eine geschützte Hühnervogelart, die endemisch im Nordwesten von Peru verbreitet ist. Bemerkenswert, aber

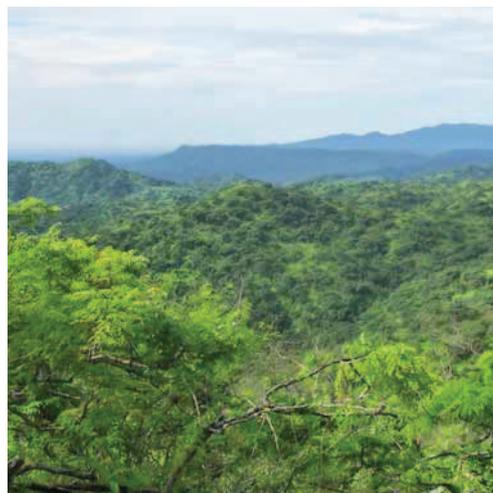


Abb. 13 (oben): *Pseudosydium* spec., eine verholzte Liane aus der Familie der Cucurbitaceae, bildet zur Wasserspeicherung große, verholzte Knollen an der Basis der Sprosse.

Abb. 14 (Mitte): Blick von einer Hügelkette auf ca. 800 m Meereshöhe im Coto de Caza El Angolo nach Westen Richtung Pazifik in der Regenzeit (März 2006).

Abb. 15 (unten): Blick wie in Abb. 14, aber während der Trockenzeit. Gut erkennbar ist in der Küstennähe durch den kalten Humboldtstrom verursachte niederschlagslose Nebelinversion über der Halbwüste (links am Horizont).



bislang noch nicht genau untersucht, ist die große Produktion an Nektar zu einer Zeit, in der für die Bäume extremer Wasserstress herrscht und sie deshalb laublos sind. *Erythrina* transportiert auch in der Trockenzeit, und dann vor allem nachts, Wasser in die Krone, das möglicherweise überwiegend für die Nektarproduktion verwendet wird.

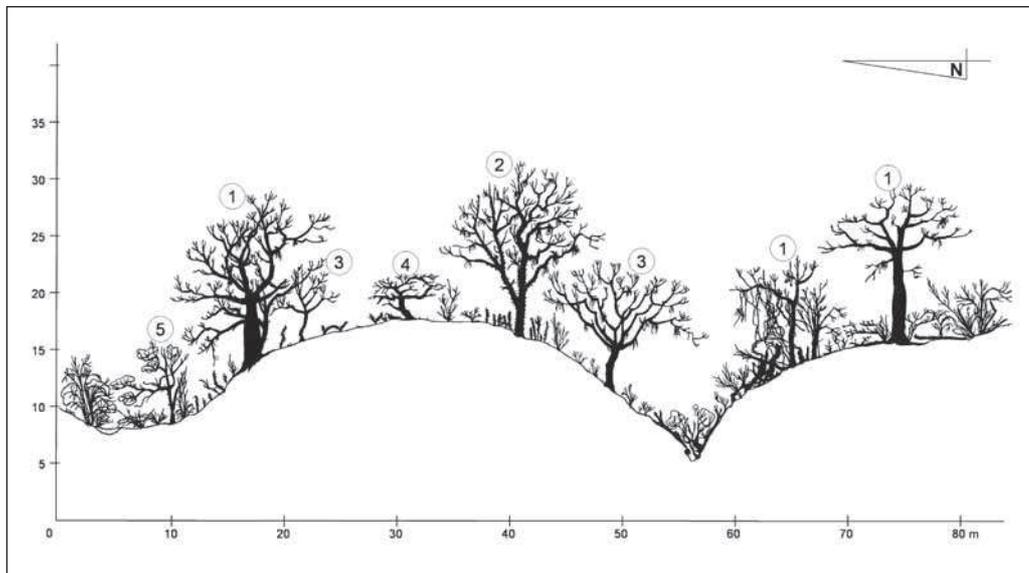
Erythrina smithiana ist in Zentral- und Süd-Ecuador, in Kolumbien und im Norden Perus verbreitet und wird bis zu 15 m hoch. Ihre Rinde ist glatt und grün. Die Stacheln an Stamm und Zweigen können stattliche Größen erreichen, da sie an der Basis über Jahre nachwachsen. Die leuchtend roten Samen werden zur Herstellung von Schmuck verwendet, sind aber aufgrund ihres Alkaloid-Gehaltes giftig.

Ausdauernde Pflanzen des El Angolo-Gebietes brauchen effektive Anpassungen, um die in manchen Jahren bis zu zehn Monate währende Trockenzeit zu überdauern. Viele Gehölze werfen ihr Laub ab, wobei sie auch im laublosen Zustand zumindest geringe Mengen an Wasser verbrauchen, beispielsweise für die Bildung von Blüten und Früchten oder für den Laubaustrieb, der häufig am Ende der Trockenzeit erfolgt. Die Speicherung von Wasser ist daher eine wichtige Strategie, um die extreme Trockenphase zu überstehen. *Ceiba trichistandra* kann große Mengen Wasser im flaschenförmigen Stamm speichern, ebenso die baumförmigen Säulenkakteen, von denen im Gebiet sieben Arten vorkommen (Ríos TRIGOSO 1989). *Eriotheca ruizii* speichert Wasser in speziellen Wurzelknollen. Die Liane *Pseudosicydium* spec. (Cu-

Abb. 16 (oben): Baumförmige Säulenkakteen wie *Armato-cereus* spec. sind ein wesentliches Element dieser Wälder.

Abb. 17 (Mitte): *Tillandsia usneoides* und *Racinaea* cf. *multiflora* auf einem Ast von *Eriotheca ruizii* am Cerro Callana auf etwa 1050 m üNN. Vor allem in höheren Lagen des Schutzgebietes, ab etwa 800 m üNN, treten vermehrt epiphytische Tillandsien auf: neben den beiden abgebildeten vor allem auch *Tillandsia floribunda* und *Tillandsia spinosae*. Letztere kommen endemisch nur im Pazifischen Trockenwald von Nord-Peru und Süd-Ecuador vor.

Abb. 18 (unten): Freigelegte Wurzelknolle von *Eriotheca ruizii*, die der Wasserspeicherung dient.



curbitaceae) speichert Wasser und Nährstoffe in der verdickten Stammbasis (Lignotuber). Spannend und untersuchenswert ist, wie die in den Trockenwäldern vorkommenden immergrünen Bäume ihre Wasserversorgung bis zum Ende der langen Trockenzeit sichern. Nach WALTER & BRECKLE (2004) ist der Laubfall in den tropischen Trockengebieten oft fakultativ, d.h. manche Laub abwerfende Bäume können je nach Dauer und Intensität von Regen- und Trockenzeit in einem Jahr immergrün, in einem anderen trockenkahl erscheinen (VARESCHI 1980). In der Mitte der Trockenzeit 2007 (August/September) waren in El Angolo einige Leguminosen sowie beispielsweise *Capparis scabrada* noch belaubt. Nicht genau bekannt ist bislang, ob diese Arten ihre Blätter auch bei fortschreitender Trockenheit behalten. Auffallend ist, dass viele der immergrünen Arten nur relativ geringe Baumhöhen erreichen. So wird *Caesalpinia paipai* nur wenige Meter hoch, *Pi-*

thecellobium multiflorum etwa 8 m und *P. excelsum* bis 5 m. Eine Ausnahme unter den Immergrünen stellt *Prosopis pallida* dar, die an günstigen Standorten Brusthöhendurchmesser bis zu einem Meter und Höhen bis 20 m erreichen kann.

Unter den Immergrünen fällt *Capparis scabrada* auf. Anders als viele der ausdauernd belaubten Leguminosen mit sehr kleinen Fiederblättern hat dieses Gehölz große, dunkelgrüne Blätter. Sie sind einfach, eiförmig, derb, 16 bis 20 cm lang und bis 4 cm breit, dicht behaart und stehen vor allem an den Zweigenden. Die Art kommt endemisch in den Pazifischen Trockenwäldern vor und wird je nach Wasserversorgung 2 bis 6 m hoch bei strauch- bzw. baumförmigem Wuchs. Die Pflanze hat ein gut entwickeltes Wurzelsystem mit vielen oberflächennahen Seitenwurzeln, die in sechs Monaten bis zu 2 m in die Länge wachsen können. Erste Gaswechsellmessungen an den Blättern von *Capparis scabrada* in der Trockenzeit haben gezeigt, dass die Transpirationsrate und damit der Wasserverlust nahe Null sind. Die Blüten entwickeln sich in der Trockenzeit, sind unauffällig, haben eine Vielzahl langer, weißer Filamente, enthalten reichlich Nektar und werden von Insekten bestäubt. Speziell von *Capparis*

Abb. 19: Maßstabsgetreue Transektzeichnung durch einen Trockenwald des unteren Hügellandes in der Trockenzeit am Quebrada Barbacoas, Coto de Caza El Angolo auf etwa 600 mNN. ①: *Ceiba trichistandra*, ②: *Erythrina smithiana*, ③: *Eriotheca ruizii*, ④: *Caesalpinia paipai* und ⑤: *Geoffroea striata*.

scabrida wird ein Honig gewonnen, der auf den lokalen Märkten sehr begehrt ist. Für gewöhnlich werden nur wenige Früchte gebildet. Ein Baum von acht Jahren trägt nur 5–20 Früchte mit jeweils 5–100 Samen, die durch Frucht fressende Säugetiere (z. B. eine Fuchsart, *Lycalopex sechurae*) ausgebreitet werden. Die Samen behalten nach der Darmassage ihre Keimfähigkeit bis zu acht Jahre lang.

4. Der Trockenwald von El Angolo im Botanischen Garten Bayreuth

Der Ökologisch-Botanische Garten (ÖBG) verfügte bis vor kurzem über kein Schaugewächshaus, in dem Pflanzengemeinschaften der trockenen Tropen dargestellt sind. Die Möglichkeit zu intensiven Studien in der Coto de Caza El Angolo waren Anlass zur Gestaltung eines Trockenwaldhauses in Bayreuth. Neben Arten aus Madagaskar und Afrika wie *Kigelia africana*, *Hildegardia barteri*, Schirmakazien sowie *Alluaudia*-Arten, Pedaliaceae und sukkulente Aloen, bildet nun eine Fläche mit neotropischen Arten den Schwerpunkt in diesem Gewächshaus. Das Vorbild hierfür sind die Trockenwälder von El Angolo.

Für den ÖBG und die Besucher stellt dieses Trockenwaldhaus eine Bereicherung bezüglich der Darstellung der tropischen Pflanzenvielfalt dar. Für die Gärtner wird es eine besondere Herausforderung, den verschiedenen Ansprüchen einzelner Arten, von den Sukkulente bis hin zu Bäumen, gerecht zu werden. Insbesondere müssen die Saisonalität und der physiognomische Wechsel (Blühphasen, Laubabwurf), die für diesen Lebensraum so typisch sind, unter Kulturbedingungen erzeugt werden. Das neu gestaltete Gewächshaus soll aber auch eine wissenschaftliche Plattform sein, um Fragestellungen, die am Naturstandort bearbeitet werden, im Gewächshaus unter definierten Bedingungen vergleichend untersuchen zu können. Dazu zählen z. B. phänologische Beobachtungen, die Untersuchung der Photosynthese grüner Baumstämme oder die Änderung von Quantität und Qualität des Blütennektars.

Dank

Unser Dank gilt Dr. BARBARA KÜPPERS und Prof. Dr. MANFRED KÜPPERS für Hinweise zum Gaswechsel einiger Arten sowie MATTHIAS HECKMANN für Informationen zu Geologie und Böden des Gebietes. Wir danken den Biologiestudenten der Universität La Molina, CARLOS SANTANA VERGARA, VÍCTOR PASTOR LOYOLA und RENZO ANDRÉ DE LA PEÑA LAVANDER sowie den Mitarbeitern der Estación Sauce Grande für die tatkräftige Unterstützung bei den Untersuchungen im Arbeitsgebiet.

Literatur

- FERREYRA, R. 1983: Tipos de vegetación de la costa Peruana. – Lima, Peru.
- INGEMMET (Instituto Geológico Minero Metalúrgico) 1994: Geología de los Cuadrángulos de Paíta, Piura, Talara, Sullán, Lobitos, Quebrada Seca, Zorritos, Tumbes y Zarumilla. – Lima, Peru.
- KIRST, D. 2000: Peru, Bolivien. DuMont richtig reisen. 2. Auflage. – Köln.
- LEAL-PINEDO, J. M. 2005: Los bosques secos de la Reserva de Biosfera del Noroeste (Perú): Diversidad arbórea y estado de conservación. *Caldasia* 27: 195–211.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA (Hrsg.) 1995: Mapa forestal del Peru. Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA). – Lima, Peru.
- PENNINGTON, T. D., REYNEL, C., & DAZA, A. 2004: Illustrated guide to the trees of Peru. – Milborne Port.
- RÍOS TRIGOSO, J. A. 1989: Análisis del habitat del Coto de Caza El Angolo-Piura. Magisterarbeit Universidad Nacional Agraria La Molina. – Lima, Peru.
- VARESCHI, V. 1980: Vegetationsökologie der Tropen. – Stuttgart.
- VÁSQUEZ P., BURNEO F., CANZIANI E., RÍOS J. C. 2007: Las plantas silvestres en la alimentación del venado cola blanca Coto de Caza El Angolo. Piura, CDC-UNALM. – Lima, Peru.
- WALTER, H. & BRECKLE, S. W. 2004: Ökologie der Erde. Spezielle Ökologie der tropischen und subtropischen Zonen. – München.
- WEIGEND, M. 2004: Additional observations on the biogeography of the Amotape-Huancabamba zone in Northern Peru: Defining the south-eastern limits. – *Rev. Peru. Biol.* 11: 127–134.
- WEIGEND, M. 2002: Observations on the biogeography of the Amotape-Huancabamba zone in northern Peru. *Bot. Rev.* 68: 38–54.

Internetseiten

- <http://www.uni-protokolle.de/nachrichten/id/47/>
(abgerufen am 27. 09. 2007)
- <http://www.rlc.fao.org/redes/sisag/arboles>
(abgerufen am 27. 9. 2007)