

Komma
eine Insel im Atlantik

Diplomarbeit

zur Erlangung des akademischen
Grades eines Diplom-Ingenieurs

Studienrichtung: Architektur

Technische Universität Graz
Erzherzog-Johann-Universität
Fakultät für Architektur

Autor: Patrick Steiner

Betreuer: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. MDesS Harvard MLA Klaus K. Loenhardt
Institut für Architektur und Landschaft

Graz, April/2011

Inhaltsverzeichnis

9	Ziel der Arbeit
17	Biodiversity Hotspot Mata Atlântica
21	Biodiversity Corridor Serra do Mar
26	Biodiversität
31	Bedeutsamkeit der Forschung
43	Beispiele der Forschung in den Kronen
48	Schutzbemühungen im großen und kleinen Maßstab
57	Ilha de Cotunduba
62	Entwurf
76	Felsschnitt
96	TreeTopTower
119	Lineares Seilnetz, Kronennetz
136	Literaturnachweise
142	Abbildungsverzeichnis
145	Danksagung
147	Eidesstattliche Erklärung

„That plants are different from animals is a commonplace. What is less recognized is that biology, founded on what we know of animals, takes practically no account of plants. This is partly the result of our lack of understanding of the plant world, in which big surprises remain to be discovered.”

- **Hallé, Francis/Lee, David 2002.**

Einleitung



Abb. 1 „Let the hills be hills and the rivers be rivers.“

Ziel der Arbeit

Ausgangslage für den Entwurf

Die vorliegende Arbeit entstand als Reaktion auf einen internationalen Architekturwettbewerb zur Gestaltung eines neuen Wahrzeichens für Rio de Janeiro im Zusammenhang mit der Bewerbung für die Olympischen Sommerspiele 2016. Der von „Arquitectum“ ausgeschrieben und in Kooperation mit der Estácio de Sá Universität ausgearbeitete Wettbewerb enthielt die Aufgabe, einen „Lighthouse-Tower“ mit zahlreichen Funktionen als Symbol für Rio de Janeiro zu entwickeln. Der dafür auserkorene Ort war die unbebaute und naturbelassene Insel Cotunduba, die sich vor der Küste von Rio de Janeiro im Biom des atlantischen Regenwaldes befindet. Das Gewinnerprojekt sollte von der Stadtregierung adoptiert und zu einem Teil der Kampagne der Bewerbung Rio de Janeiros für die Olympischen Sommerspiele 2016 genutzt werden.

Das Ziel dieser Arbeit war das Entwickeln einer Strategie, welche die Möglichkeit bietet, durch die Generierung einer neuen Nutzung die Insel vor Zerstörung der besonderen Natur zu bewahren, sowie eine Basis für Regeneration der Pflanzendecke zu schaffen. Die genetische Vielfalt, die

Vielfalt der Arten sowie die Ökosysteme der Insel werden durch die neue Nutzungsebene geschützt, und damit wird eine Möglichkeit für ökologische und evolutionäre Prozesse gegeben. Die Komma-Form der Insel soll als Verbindung zu einem vollständigen Satz, der das Wiederverbinden fragmentierter Natur beschreibt, aufgefasst werden.

Das folgende Kapitel setzt sich zunächst mit dem Architekturwettbewerb des „Lighthouse-Tower“ sowie mit der Reaktion der brasilianischen Architektenkammer auf dessen Ausschreibung auseinander. Die darauffolgenden Teile beschäftigen sich mit den daraus auftauchenden Fragen nach der Besonderheit des Bioms in der die Insel liegt, sowie dessen Wert für Mensch und Natur. Die hohe Biodiversität des atlantischen Regenwaldes wird beleuchtet, im Speziellen die Vielfalt auf den Kronendächern der Wälder. Wissenschaftliche Forschungstechniken in den Baumkronen sowie deren Ergebnisse werden erläutert. Die Schutzbemühungen betreffend Cotunduba und deren Nachbarschaft werden untersucht. Mit dem Entwurf wird ein Vorschlag innerhalb der gesetzlichen Möglichkeiten für einen langfristigen Schutz der Insel unterbreitet.

Lighthouse-Tower + Skywalk + Bungee Jump + Tower Climbing + Gyro Drop = ?

Laut der Ausschreibung für den Wettbewerb „RIO DE JANEIRO 2009“ sollte das Projekt ein neues Symbol für Rio de Janeiro – im Speziellen für die Bewerbung für die Olympischen Spiele 2016 – werden. Ein Turm mit zahlreichen Funktionen sollte entworfen werden. Der erleuchtete Kulminationspunkt des Turmes sollte mindestens eine Höhe von 100 Meter über dem Meeresspiegel erreichen. Da der Gipfel der Insel 69 Meter über dem Meer liegt, hätte der Turm, falls er am höchsten Punkt geplant worden wäre, mindestens 31 Meter hoch sein sollen – bei einer niedrigeren Lage entsprechend höher. Das gesamte Objekt sollte durch multiple LED-Gruppen eingekleidet werden. Das Raumprogramm umfasste Zonen für Unterhaltung, Aussicht, Kultur, Verkauf sowie administrative Bereiche. Durch das detaillierte Programm des Wettbewerbes kommt dieser programmatisch dem Ziel, einen Freizeitpark zu planen, gleich. Einen Ort des Vergnügens zu schaffen, der von seiner Umgebung isoliert ist, wird hier durch die Tatsache, dass dies auf einer Insel geschehen soll, Genüge getan. Im Detail umfasste das

Raumprogramm Funktionen wie Aussichtsplattformen, einen Multifunktionsraum, ein Auditorium-Planetarium, ein Souvenir-Geschäft, eine Cafeteria und einen Freiluftbereich für Bungee Jumping, Tower climbing, einen Skywalk und ein Gyro Drop. Die Beschäftigung mit dem Ort brachte mich jedoch von dem Gedanken, ein neues potentielles Symbol für Rio zu entwerfen, ab. Die Vorstellung von Menschenströmen, die in diesem isolierten Kontext einer Erlebnis- und Freizeitwelt unterhalten werden sollten, erschien mir nicht als der geeignete Umgang mit der Naturlandschaft der Insel. Vielmehr sollte diese erhalten bleiben und mittels einer strategischen Intervention vor einer Nutzung der vorgeschlagenen Art geschützt werden.

Während meiner Beschäftigung mit dem Thema stieß ich auf ein Schreiben des *Instituto de Arquitetos do Brasil – Departamento Rio de Janeiro* (IAB-JR), das die Organisatoren des Wettbewerbs vor den Unregelmäßigkeiten in der Ausschreibung warnte.



Bei der Wettbewerbsentwicklung wurde nicht auf die Naturschutzgesetze „legislação ambiental“ geachtet, welche die Nutzungsmöglichkeiten für die Insel Cotunduba vorgeben. Laut Ausschreibung sollte das Siegerprojekt in die Kandidatur der Stadt für die Olympischen Spiele 2016 einfließen. Dadurch, dass es gesetzlich nicht möglich war, die vom Wettbewerb vorgesehenen Nutzungen tatsächlich in einem realen Projekt zu verwirklichen, wurde der Koordinator der Universidade Estácio de Sá, die als Wettbewerbsentwickler fungierte, nachträglich von der brasilianischen Architektenkammer gebeten, die Ausschreibung zu überdenken. Durch das Nichtbedenken der Gesetzgebung ändert sich der Charakter des Wettbewerbs von einem Realisierungswettbewerb zu einem Ideenwettbewerb. Weitere Unregelmäßigkeiten entstanden dadurch, dass der internationale Wettbewerb als solcher in der Ausschreibung genauer hätte definiert werden müssen, um unter diesen Bedingungen auch internationale Studenten teilnehmen lassen zu können. Eine Vorbedingung für die Durchführung des

Wettbewerbes wäre nach IAB-RJ auch die Untersuchung der Umwelteinflüsse gewesen.¹

Es stellt sich natürlich auch die Frage nach der Notwendigkeit eines weiteren Symbols für die Stadt Rio. Während Skylines der meisten Großstädte durch markante Bauten definiert sind, ist es in Rio de Janeiro die Landschaft, welche die Stadt unverkennbar macht. Die Bergkette der Serra do Mar geht hier ins Meer über und steht von der Größe her über allem Gebautem. Einzig die Statue des Cristo Redentor thront im Tijuca-Nationalpark auf einer Höhe von 710 Metern auf einem Granitfels. Die Symbolkraft der Christusfigur aus Stahlbeton wurde schon kurz nach der Errichtung in den 30er Jahren als Werbung für Städtereisen nach Rio genutzt. Sie wurde 2007 in die Liste der sieben neuen Weltwunder gewählt, die aber von der UNESCO nicht anerkannt ist. Im Vergleich zu dem 1022 Meter hohen Pico da Tijuca im Stadtgebiet von Rio de Janeiro mag die 34 Meter hohe Statue doch winzig anmuten.

¹ Vgl. IAB-RJ o.J.

Analyse

„If one can view the biosphere as a single superorganism, then the Naturalist considers that man is an enzyme capable of its regulation, and conscious of it. He is of the system and entirely dependent upon it, but has responsibility for management, derived from his apperception. This is his role - steward of the biosphere and its consciousness.”

- **McHarg, Ian L. 1969, 124.**



Abb. 2
Satellitenfotografie mit dem sichtbaren, verbleibenden Bestand des Atlantischen Regenwaldes: Am linken, unteren Bereich des Fotos kann man das Grenzgebiet von Argentinien und Brasilien mit dem Iguazu Nationalpark sehen. Entlang der Küste im Bundesstaat São Paulo bis Rio de Janeiro erkennt man anhand des dunkelgrünen Streifens die Serra do Mar.



Biodiversity Hotspot Mata Atlântica

Brasilien unterteilt sich nach dem Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) in sechs Biome, die sich durch charakteristische Flora und Fauna, Klimata und Geologie unterscheiden.

Nach dem Amazonas Regenwald und der Cerrado Savanne ist der Atlantische Regenwald mit einem 13-prozentigen Anteil an Brasiliens Fläche das drittgrößte Biom.²

Relikte eines gigantischen Küstenurwaldes

Während sie sich im 16. Jahrhundert entlang der brasilianischen Küste bis nach Argentinien und Paraguay mit Erstreckung ins Landesinnere auf eine Fläche von 1 bis 1.5 Millionen km² ausgebreitet hatte, umfasst ihre heutige Ausbreitung gerade einmal 7% der ursprünglichen Größe.^{3,4}

Die Mata Atlântica ist der brasilianische Küstenurwald, der sich heute auf einer Länge von etwa 5.000 km entlang der Atlantikküste von Rio Grande do Norte im Norden bis nach Rio Grande do Sul im Süden erstreckt. Dabei erreicht er eine Ausdehnung ins Landesinnere von bis zu 150 km. Der Atlantische Regenwald ist einer der artenreichsten Wälder der Erde.⁵ Aufgrund der ungewöhnlich hohen Speziesdichte und des hohen endemischen Prozentsatzes an Flora und Fauna zählt der Atlantische Regenwald zu den Top fünf Biodiversitäts-Hotspots der Erde.⁶ Von den 20.000 aufzufindenden Pflanzenarten sind 40% endemisch. Des Weiteren beheimatet die Mata Atlântica 1.000 Vogel-, 372 Amphibien-, 350 Fisch-, 192 Reptilien- und 270 Säugetierarten.⁷ Von den vorgefundenen Amphibienarten sind mehr als 60% ausschließlich hier beheimatet und sonst nirgends auf der Welt zu finden.⁸ Auf einer gleich großen Fläche ist die Artenvielfalt größer als im amazonischen Regenwald.⁹ Dieser Fakt ist

aufgrund des immensen Rückgangs der Fläche erstmals überraschend. So gut wie keine Spezies sind in der Zeit des Rückgangs ausgestorben, obwohl bei Verinselung der Flächen und des damit schrumpfenden Habitats damit zu rechnen wäre. Eine mögliche Erklärung dafür lässt sich in der Geschichte des Waldes finden. Der Wald erstreckte sich über Millionen von Jahren der Küste entlang mit Ausläufern ins Landesinnere und hatte somit einen sehr langen Randbereich. Gerade Bewohner dieses Randbereichs erweisen sich als widerstandsfähiger gegenüber wechselnden Lebensbedingungen, wie sie im Quartär (letzten 2,5 Mio. Jahre) durch Kalt- und Warmzeiten vorkamen. Während dies in den Tropen sich als Trocken- und Feuchtperiode auswirkte, schrumpfte der atlantische Regenwald dabei zu vielen winzigen Inseln. Nur Arten, die sich dieser Veränderung gegenüber resistent zeigten bzw. Anpassungsfähigkeit aufwiesen, konnten sich über diesen langen Zeitraum hinweg retten.¹⁰

Nichtsdestrotz besteht für viele Spezies die Gefahr des Artensterbens. Die *Red List of Threatened Species* der IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) gibt an, dass mehr als 110 Spezies im Atlantischen Regenwald als gefährdet, 29 davon als kritisch gefährdet gelten.

2 Vgl. IBGE 2004.

3 Vgl. Diegues 1995, 5.

4 Vgl. SOS Mata Atlântica o.J.

5 Vgl. World Wildlife Fund o.J., 2.

6 Vgl. Conservation International 2004.

7 Vgl. World Wildlife Fund o.J., 2.

8 Vgl. Conservation International 2004.

9 Vgl. Fischer 2004.

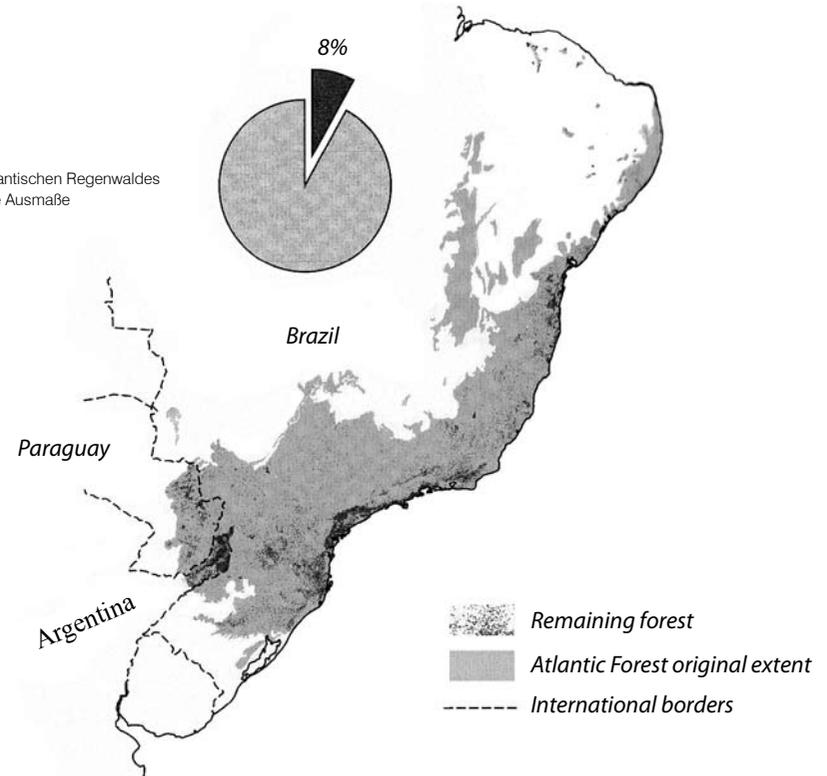
10 Vgl. Reichhoff 1999, 44-46.

Vernichtung des Primärwaldes

Der Untergang der riesigen brasilianischen Waldgebiete begann schon in der Kolonialzeit vor 500 Jahren mit dem Besitzanspruch der Portugiesen, Holländer und Franzosen auf das Gebiet.

Während Alexander von Humboldts Reisen durch Südamerika zwischen 1799 und 1804 litten die Urwälder schon stark durch die Abholzung von Harthölzern. Vor allem Mahagoni und Brasilholz (*Caesalpinia echinata*) wurden aus den Urwäldern geschlägert und mit Schiffen nach Europa transportiert. Anfang des 19. Jahrhunderts hatte der atlantische Regenwald trotz dieser punktuellen Eingriffe noch eine Fläche, die zweimal so groß war wie die Fläche Frankreichs. Von dieser ist heute nur noch eine Fläche so groß wie Österreich geblieben. Zu dieser Fläche zählen auch die nachgewachsenen Flächen, die jedoch nicht mit dem einstigen Artenreichtum aufwarten können.¹¹ Das Gebiet der Mata Atlântica ist heute sehr stark durch Bodennutzung fragmentiert. Den Anfang hierfür bildeten im 18. Jahrhundert der Zuckerrohranbau, der die durch Abholzung frei gewordenen Flächen nutzte, und später im 19. Jahrhundert die Kaffeeplantagen. Heute sind die Hauptgefahrenquellen die fortschreitende Expansion der Städte São Paulo und Rio de Janeiro und die mit der Urbanisation verbundenen Umstände, wie

Abb. 3
Überreste des Atlantischen Regenwaldes
und ursprüngliche Ausmaße



zum Beispiel Fischerei, Salzgewinnung, Ölförderung, Industrien, Holzwirtschaft, Weidewirtschaft, Plantagen, Infrastruktur und der Tourismus. Am stärksten gefährdet sind Vogelarten, die im Waldinneren beheimatet sind, da sie weit reichende Flächen benötigen, um ihr Überleben zu sichern. Auch ist nicht bekannt, ob der ungeheure Artenreichtum in den Resten der Mata Atlântica gut aufgehoben ist. Es ist möglich, dass sich das Aussterben der Arten über einen längeren Zeitraum zieht und der Anfang der Waldvernichtung vor 100 Jahren diesen eben einläutete.

¹¹ Vgl. Fischer 2004.

Schutzbemühungen

Die brasilianische Verfassung enthält seit 1988 einen Passus, der die Mata Atlântica zum nationalen Erbe erklärt und somit Regelungen zum Schutz und zur Nutzung des Urwaldes und dem Schutz vor Ausbeutung des Sekundärwaldes verlangt.

2006 wurde ein Gesetz zum Schutz und zur nachhaltigen Nutzung verabschiedet. Zwei Jahre später wurden durch das IBGE die geographischen Grenzen für den gesetzlichen Schutz der Mata Atlântica festgelegt. Zahlreiche Nicht-Regierungsorganisationen, die sogenannten NGOs, und Bürgerinitiativen arbeiten am Schutz und der Wiederaufforstung des Regenwaldes. Die Initiative *SOS Mata Atlântica* wird gefördert durch hunderttausend Mitglieder. Über die Internetseite der Organisation ist es möglich, sich über den Zustand des Waldes zu informieren, der von der *SOS Mata Atlântica* mittels Satellit überwacht wird. Trotz des rechtlichen Schutzes geht der Raubbau an der Natur weiter. Abholzung, Ausbeutung von Flora und Fauna und illegale Siedlungen treiben den Verlust des Waldes voran. NGOs spielen eine bedeutende Rolle beim Schutz des Waldes; sie sind jedoch meist auf internationale Geldgeber angewiesen, um handlungsfähig zu sein.

Innerhalb der Mata Atlântica leben 110 Millionen Menschen, weil sich auch die Großstädte Rio de Janeiro und São Paulo in ihr befinden. Im Großraum der Metropolen werden 70% des Bruttoinlandsprodukts erwirtschaftet. Der Wald trägt zur Reinhaltung der Luft bei und ist ein lebenswichtiger Trinkwasserspeicher für die Städte. In 224 geschützten Gebieten stehen circa 23.800 km² des übrig gebliebenen Waldes in Brasilien offiziell unter Schutz. Auch eine Fläche von insgesamt 1.000 km² steht unter Schutz durch 443 private Reservate.¹² Zwei Gebiete innerhalb der Mata Atlântica, nämlich die südöstlichen atlantischen Wälder und das Regenwaldgebiet der Küste der Entdeckung stehen außerdem seit 1999 auf der Liste des Weltkulturerbes der *UNESCO World Heritage Convention*.¹³

Dadurch, dass vielen dieser gesetzlich geschützten Gebiete der Apparat zur effektiven Umsetzung des Schutzes, wie zum Beispiel Management Pläne, Bestandsverzeichnisse von Flora und Fauna, Bodenbesitzstrukturen, Kontrolle und der Gesetzesvollzug fehlen, kann man schwer ihren tatsächlichen Wert abschätzen.¹⁴

¹² Vgl. Conservation International o.J.

¹³ Vgl. UNESCO o.J.

¹⁴ Vgl. Galindo-Leal, C./de Gusmão Câmara, I. 2003, 8.



Abb. 4
Staatspark Serra do Mar

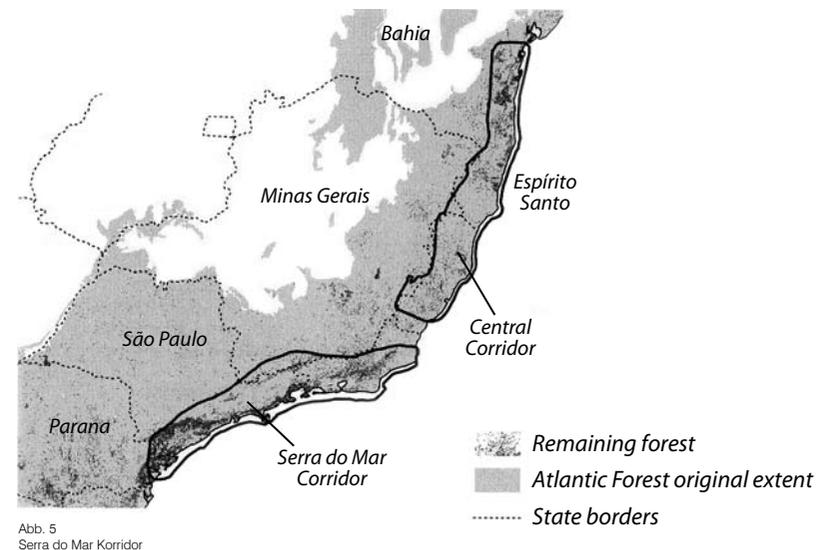
Biodiversity Corridor Serra do Mar

Vorstellung

Die Fragmentierung des Atlantischen Regenwaldes und der damit verbundene Verlust von großen, zusammenhängenden, bewaldeten Ökosystemen, die essentiell für das Überleben von Spezies mit großem Flächenbedarf sind, lässt nur wenige großflächige Lebensräume innerhalb der Mata Atlântica zu. Im Atlantischen Regenwald gibt es demnach nur noch zwei Flächen, die mehr als 10.000 km² zusammenhängende Fläche aufweisen. Eine davon sind die Wälder an der Grenze von Argentinien, Paraguay und Brasilien, die auch den Nationalpark von Iguazú einschließen, die andere ist die Serra do Mar.¹⁵

Die Serra do Mar ist ein Gebirgszug im Süd-Osten des Landes innerhalb der Mata Atlântica, der von Rio de Janeiro im Norden bis nach Rio Grande do Sul reicht. Von der 111.580 km² großen Fläche sind 30,48% bewaldet. Der vorherrschende Bewuchs war einst mit 95% Abdeckung die *floresta ombrófila densa* – ein immergrüner, dichter, tropischer Regenwald. Als Subregion des Atlantischen Regenwaldes weist sie die größte Anzahl an endemischen Spezies auf. Beispiele von gefährdeten, endemischen Spezies sind in der Klasse der Vögel die Graufügelkotinga (*Tijuca condita*), die

Goldhähnchenkotinga (*Calyptura cristata*), der Ockerbrust-Todityrann (*Hemitriccus kaempferi*) und der Uferlaubtyrann (*Phylloscartes kronei*) und in der Klasse der Säugetiere das Goldene Löwenäffchen (*Leontopithecus rosalia*) und das Schwarzkopflöwenäffchen (*Leontopithecus caissara*).¹⁶ Die Goldhähnchenkotinga, deren Brutstätten sich im Norden von Rio de Janeiro befinden, hat momentan eine geschätzte Population von weniger als 50 Stück. Sie galt vor dem Jahre 1996 als ausgestorben, bis zu dem Zeitpunkt, als sie nach 100 Jahren von einem Ornithologen wiederentdeckt wurde.¹⁷



15 Vgl. Galindo-Leal, C./de Gusmão Câmara, I. 2003, 6.
16 Vgl. da Silva, J. M. C./Casteleti, C. H. M. 2003, 48.
17 Vgl. IUCN 2010.

Eine Geschichte des erfolgreichen Artenschutzes

Goldene Löwenäffchen waren einst in der Küstenregion des Bundesstaates Rio de Janeiro und im südlichen Espírito Santo verbreitet. Der Bestand ging derart zurück, dass die Population nur noch in vier von 91 Gemeindegebieten von Rio de Janeiro zu finden war, während die Population in Espírito Santo verschwand.

Durch Rodung für Forst-, Vieh- und Landwirtschaft sowie Holzkohleproduktion wurde ihr Lebensraum auf kleine Inseln aus hauptsächlich Sekundärwald reduziert. Die Jagd auf sie hätte sie beinahe in der freien Wildbahn ausgerottet. Die Goldenen Löwenäffchen wurden aus Brasilien für Zoos und als Haustiere exportiert. Mit dem *translocation program* wurden sie wieder in andere Gemeindegebiete eingeführt.¹⁸ 2003 wurden sie in der *IUCN redlist* der bedrohten Spezies von kritisch gefährdet zu gefährdet hinabgestuft als Resultat von 30 Jahren Arbeit an ihrem Erhalt. Während es 1980 von ihnen nur noch unter 100 gab, gibt es Schätzungen zufolge heute wieder über 1.000 goldene Löwenäffchen in der freien Wildbahn.¹⁹ Durch ein Zuchtprogramm konnten

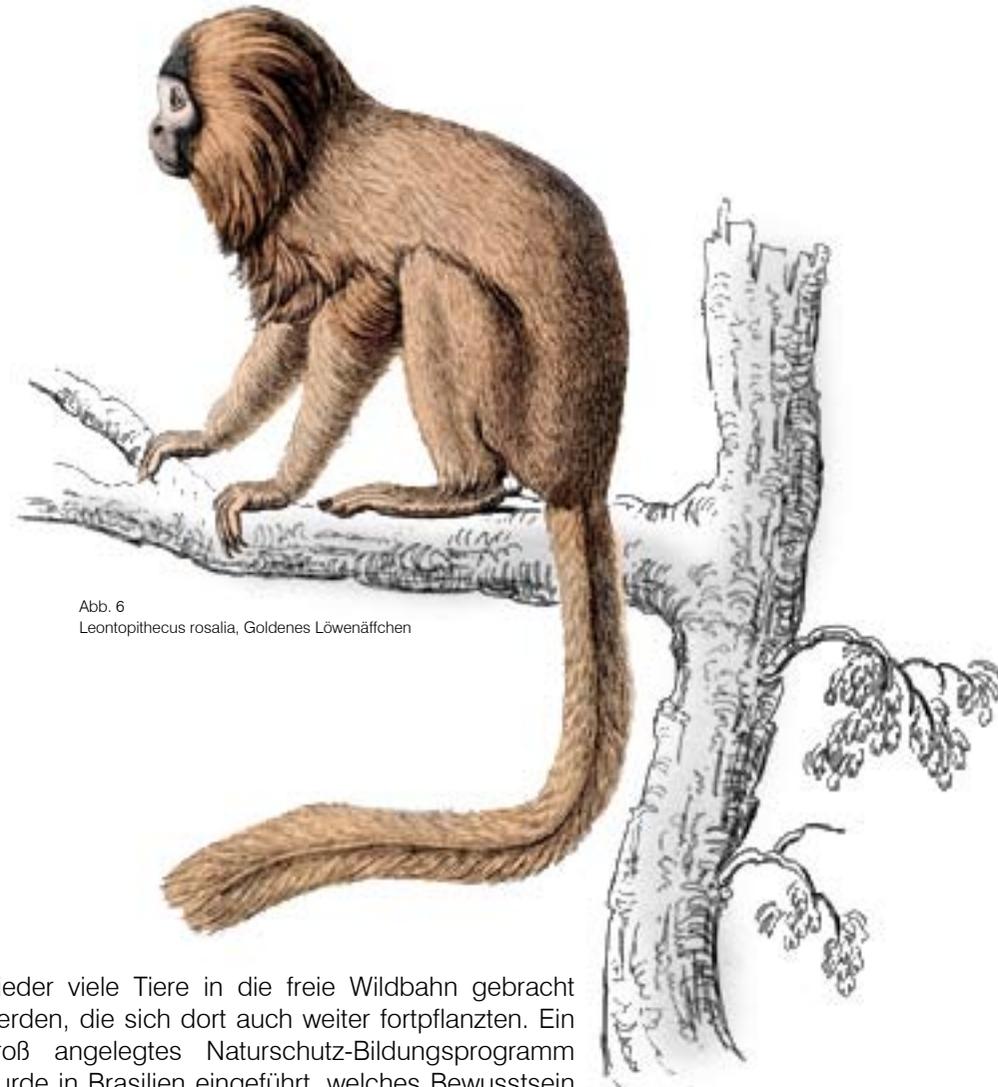


Abb. 6
Leontopithecus rosalia, Goldenes Löwenäffchen

wieder viele Tiere in die freie Wildbahn gebracht werden, die sich dort auch weiter fortpflanzten. Ein groß angelegtes Naturschutz-Bildungsprogramm wurde in Brasilien eingeführt, welches Bewusstsein und Stolz für die Löwenäffchen bildete, die jetzt als Zeichen für einen erfolgreichen Artenschutz in Brasilien gelten.

¹⁸ Vgl. Kierulff M. Cecilia M. u.a. 2003, 95.

¹⁹ Vgl. IUCN 2010.

Gefährdung des Korridors

Biodiversitätskorridore, die Konnektivität über eine Vielzahl an Schnittstellen für die Landschaft und ihre Bewohner anbieten, sind notwendig für Spezies mit großem Flächenbedarf und für ausgedehnte ökologische und evolutionäre Prozesse. Neben dem Corredor Central bietet auch die Serra do Mar durchgehend bewaldete Bereiche.²⁰

Obwohl sich die Wälder in der Nähe der beiden Metropolen Rio de Janeiro und São Paulo befinden, sind sie durch steile Hänge verhältnismäßig gut geschützt, da dieses sich nicht für Agrikultur als geeignet erweisen.²¹ Eine der land-intensivsten Nutzungen im Serra do Mar-Korridor im Staat Rio de Janeiro ist die Beweidung. Zur Weideflächengewinnung werden oft Waldbrände gelegt, die große Flächen der Wälder zerstören. Rinderherden mit einem Gesamtausmaß von 1,8 Millionen Tieren benötigen 19.300 km² in Rio de Janeiro. Für die Landwirtschaft werden Flächen von 9,4% des Staates Rio de Janeiro gebraucht. Die Holzindustrie übt auch großen Druck auf die Waldbestände aus. In den Waldregionen von Rio de Janeiro ist die Verwendung von Feuerholz, speziell

bei Menschen mit geringem Einkommen, ein Faktor der Entwaldung. Eine weitere Gefahrenquelle für den Biodiversitätskorridor ist das Ausbeuten von Flora und Fauna. Der Wildtierhandel ist der drittgrößte illegale Handel der Welt. Zehn Prozent des Welthandels macht alleine der brasilianische Markt aus. Betroffen davon sind mehr als 200 brasilianische Spezies, wovon 171 offiziell als bedroht gelten.²² Für bestimmte Tierarten werden horrend Preise bezahlt; so werden z.B. für das bereits erwähnte Löwenäffchen bis 20.000 USD pro Tier bezahlt, für bestimmte Ara-Arten sogar ein Vielfaches davon.²³

Eine weitere Gefahr für den Corredor Central ist die Einfuhr fremder Spezies, die zum Verfall des Ökosystems und zum Artenverlust beitragen. Auch der Tourismus ist eine große Gefahrenquelle für die Natur. So ist die Ausbreitung von Touristenunterkünften eine direkte Bedrohung für die Waldreste im Staate Rio de Janeiro durch Verdrängung des Unterholzes, Einführung von exotischen Spezies, das Anlegen von Pfaden sowie durch Fütterung der Wildtiere.²⁴

20 Vgl. Galindo-Leal, C./de Gusmão Câmara, I. 2003, 9.

21 Vgl. Aguiar 2003, 122

22 Vgl. Aguiar 2003, 123-125.

23 Vgl. sabiá brasilinfo 2011.

24 Vgl. Aguiar 2003, 126f.

„The diversity of life forms, so numerous that we have yet to identify most of them, is the greatest wonder of this planet. The biosphere is an intricate tapestry of interwoven life forms.”

- **Wilson, E.O., Biodiversity, National Academy Press, Washington D.C., 1988, V.**

Biodiversität

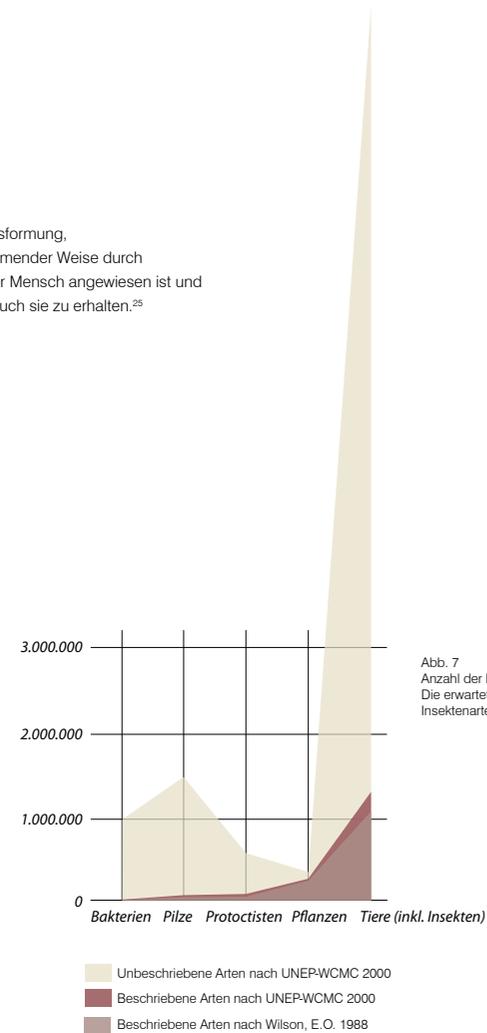
Der Ausdruck Biodiversität beschreibt die Vielfalt des Lebens auf der Erde, sowie deren natürliche Ausformung, welche sich über Jahrmillionen hinweg durch Evolution geformt von natürlichen Prozessen und zunehmender Weise durch menschlichen Einfluss entwickelt hat. Diese Vielfalt formt ein Netz von Abhängigkeiten, auf das auf der Mensch angewiesen ist und wiederum seinen Einfluss darauf ausübt. Er hat sowohl die Fähigkeit, diese Vielfalt zu vernichten als auch sie zu erhalten.²⁵

Biodiversität umfasst mehr als den Artenreichtum

Die Vielfalt des Lebens lässt sich in mehrere Gruppen einteilen. Eine davon ist die Vielfalt der Ökosysteme, die vermutlich mehreren Millionen von Arten Lebensraum bieten, wie zum Beispiel in Feuchtbiotopen, Agrarlandschaften, Wäldern und Gewässern.

Die Vielfalt der Arten, nämlich Tiere, Pflanzen und Mikroorganismen, von denen 1.750.000 Spezies identifiziert wurden, wird von Wissenschaftlern auf 13.000.000 Spezies geschätzt. Mancher Artenverlust geht an uns unbemerkt vorüber, da andere Arten die gleiche Funktion einnehmen können. Bei Schlüsselarten jedoch können ganze Systeme instabil werden. Die Vielfalt des Lebens beschreibt auch die genetische Vielfalt. Chromosomen, Gene und DNS determinierten die Einzigartigkeit von jeder individuellen Spezies.

Diese Ebenen der Biodiversität haben eine enge Verknüpfung miteinander; ihre Interaktionen untereinander und mit der Umgebung kreieren jene Umweltbedingungen, welche die Erde zu einem bewohnbaren Ort für Menschen machen.²⁶



²⁵ Vgl. Convention on Biological Diversity 2000, 3.

²⁶ Vgl. Convention on Biological Diversity 2000, 3.

Abb. 8
Die natürliche Population der Arabidopsis thaliana ist überraschend divers. Die genetische Vielfalt entstand vermutlich als Anpassung an lokale Bedingungen.



Bedeutsamkeit der Biodiversität

Der Verlust von Biodiversität bewirkt eine Verringerung der genetischen Variation und ökologischen Interaktion und führt zum Aussterben von Pflanzen- und Tierpopulationen. Jede Spezies hat ihren einzigartigen genetischen Code über Millionen Jahre entwickelt durch komplexe ökologische Wechselwirkungen. Das Aussterben würde sie für immer vom Planeten löschen.

Artensterben bedeutet Änderungen im Ökosystem, welches verarmt und nicht mehr fähig ist, gewisse Dinge zu leisten, auf die andere Spezies, wie der Mensch, angewiesen ist, wie etwa saubere Luft und Wasser, fruchtbarer Boden, unterschiedliche Pflanzen und Tiere, auf welche wiederum der Mensch schwer verzichten kann, sei es als Nahrung, Kraftstoff, Gewand oder Medizin. Der Verlust der Biodiversität bewirkt einen Ressourcenverlust, der direkt das Leben menschlicher Population beeinträchtigt. Paradoxe Weise sind Menschen die einzige Spezies auf dem Planeten, welche die Möglichkeit hat, sowohl den Sachverhalt zu begreifen als auch in diesen selbstgenerierten Zustand einzugreifen.²⁷ Das jetzige Leben auf der Erde ist ein Resultat von 3.5 Millionen Jahren Evolutionsgeschichte. Seit einer verhältnismäßig kurzen Zeitspanne von 10.000 Jahren, mit dem Beginn des Ackerbaus, begann der

27 Vgl. Galindo-Leal, Carlos u. a. 2003 13.

menschliche Eingriff in das System, der die Landschaft im weitesten Sinne maßgebend verändert hat. Der Bedarf an natürlichen Ressourcen steigt schneller als das Wachstum der Bevölkerungszahlen. Der Schutz der Biodiversität ist hauptsächlich im Eigeninteresse begründet, da die Natur die Ausgangsprodukte für Sparten wie Agrikultur, Kosmetik, Pharmazeutik, Bauindustrie und vieles andere hervorbringt.²⁸

Biodiversität und Gesundheit

Die Biodiversität kann man als Schatz für unsere Gesundheit bezeichnen. Viele Wirkstoffe von Medikamenten werden aus Pflanzenextrakten gewonnen. Für die vielfältigen organismischen Bedürfnisse ist auch eine Vielfalt in der Natur von Nöten. Dies stellt eine direkte Verbindung von Biodiversität und menschlichem Leben dar. Man kann Ökosysteme, in denen die Zusammensetzung natürlicher Artenvielfalt gestört ist, mit einem kranken Menschen

vergleichen – ist der Mensch anfällig für Grippeviren, kann das im schlimmsten Fall bis zum Tod führen. Das Ökosystem muss mit der eingeführten Art umgehen können. Arten in bestimmten ökologischen Systemen bilden ein gesundes Gefüge in einem idealen Leistungszustand, das eine evolutionäre Anpassung über einen längeren Zeitraum hinter sich hat. Unsere Begriffe von „gesund“ und „krank“ sind daher relativ.²⁹

Haben alle Lebewesen oder ganze Ökosysteme ein Recht auf Wohlergehen? Alleine davon auszugehen, dass die Biodiversität nur dem Menschen Nutzen bringt, wäre zu simpel. Auch ethische Argumente sollten in Betracht gezogen werden, wenn man an den Erhalt der Artenvielfalt appelliert. Der Mensch hat eine moralische Verpflichtung, sich damit zu beschäftigen, wie sich sein Handeln auf die Natur auswirkt. Der direkte Nutzen, der sich mit Vielfalt der Natur einstellt, muss vom Wert der Arten der Natur - unabhängig von deren Nutzen - unterschieden werden.³⁰

28 Vgl. Convention on Biological Diversity 2000, 3.

29 Vgl. Wittenberg, Erich 2010.

30 Vgl. Wittenberg, Erich 2010.

Earth Summit – die Geburtsstunde der Konvention über biologische Vielfalt

Die 1992 in Rio de Janeiro abgehaltene Konferenz UNCED (*United Nations Conference on Environment and Development*) – der sogenannte Earth Summit – war das größte Treffen von Weltpolitikern, das je stattgefunden hat. Unter den getroffenen Übereinkommen befanden sich zwei verbindliche Abkommen. Zum einen der Vertrag über Klimawandel, der die Emission von Treibhausgasen wie Kohlendioxid betrifft, zum anderen der Vertrag betreffend biologische Diversität. Als erste weltweite Vereinbarung über den Erhalt und die nachhaltige Nutzung der Biodiversität wurde das Abkommen von 150 Staaten bei der Konferenz in Rio de Janeiro unterzeichnet. Seit der Konferenz haben insgesamt mehr als 175 Staaten das Dokument ratifiziert.³¹

Die Biodiversitäts-Vereinbarung hat die Hauptziele der Konservierung von Biodiversität, die nachhaltige Nutzung der Biodiversitätskomponenten sowie eine gleichberechtigte und faire Aufteilung der Nutzen, die sich aus kommerzieller und anderer Verwendung genetischer Ressourcen

ergeben. Zum ersten Mal wurde anerkannt, dass der Erhalt der biologischen Diversität im gemeinsamen Interesse der Menschheit steht und ein integraler Bestandteil des Entwicklungsprozesses ist. Die Vereinbarung betrifft alle Ökosysteme, Spezies und genetische Ressourcen. Die Bedeutsamkeit des Abkommens besteht darin, dass es legal verpflichtend ist. Länder, die es ratifiziert haben, müssen seine Vorschriften erfüllen.

Während Umweltschutzbemühungen in der Vergangenheit meist auf bestimmte Arten oder Habitate ausgerichtet waren, zielt der Vertrag auf eine übergeordnete Ebene ab. Ökosysteme, Spezies und genetische Vielfalt müssen zum Wohle der Menschen genutzt werden, ohne zu einer langzeitigen Abnahme der Biodiversität zu führen. Das Übereinkommen erkennt an, dass substantielle Investitionen nötig sind, um biologische Vielfalt zu erhalten, macht aber auch erkenntlich, dass dies im Gegenzug signifikanten wirtschaftlichen, ökonomischen und sozialen Benefiz hervorbringt. In der Konvention

31 Vgl. Convention on Biological Diversity 2000, 8.

wurden die Themen des Ausmaßes und Anreizes des Schutzes und der nachhaltigen Nutzung der biologischen Diversität behandelt; andere Inhalte waren die Regulation des Zugangs zu genetischen Ressourcen, der Zugang und Austausch von Technologie – im Speziellen Biotechnologie, technische und wissenschaftliche Kooperation, Folgenabschätzung, Aufklärung und öffentliche Bewusstseinsbildung, die Bereitstellung finanzieller Ressourcen, sowie Berichterstattung der einzelnen Staaten über die Implementierung der vereinbarten Vertragspunkte.³²

Die vermutete Anzahl der Arten von 12,5 bis 30 Millionen, die von manchen Forschern sogar auf 100 Millionen geschätzt wird, zeigt, dass unser Planet von Myriaden Organismen bewohnt ist, von denen die Wissenschaft nur einen Bruchteil zu Gesicht bekommen hat und auch bekommen wird. Viele dieser Arten werden ohne unser Merken durch menschlichen Eingriff von der Erdoberfläche verschwinden, ohne dass ihr Bestehen überhaupt wahrgenommen wurde.

32 Vgl. Convention on Biological Diversity 2000, 8.

Bedeutsamkeit der Forschung

Biodiversität in den Kronen der Bäume

Die Anzahl der Arten sowie die Fülle der Lebensformen im immergrünen Regenwald sind enorm. Die Ursache hierfür ist der große Reichtum an ökologischen Nischen, hervorgerufen durch verschiedene Mikroklimata. In den ökologischen Nischen herrscht ein großer Konkurrenzdruck für die Arten sowie eine klimatische Stabilität. Die klimatische Stabilität macht eine Anpassung an die jahreszeitlichen Gegebenheiten nicht nötig, wodurch sie den Arten eine rasche Spezialisierung ermöglicht.³³

Die oberen Vegetationsschichten sind Lebensraum für eine Fülle von Pflanzen- und Tierarten: Lianen, Epiphyten, Baumnester von Termiten, Ameisen, Wespen, Bienen, Käfer, Frösche, Reptilien, Faultiere, Affen. Für die Bestäubung sind in der Regel Tiere wie Insekten, Vögel und Fledermäuse zuständig. Auch die Verbreitung der häufig fleischigen Früchte wird durch Tiere durchgeführt, während Windbestäubung selten ist. Einige altertümliche Arten, wie Baumfarne, Stummelfüßer, Gürteltiere, Ameisenbären und Spitzhörnchen haben sich im Regenwald erhalten können.³⁴

Es gibt einige von der Biodiversitätsforschung als besonders interessant eingestufte Lebensräume, in denen

eine beträchtliche Anzahl von Neuentdeckungen zu erwarten ist. Diese sind der Lebensraum Boden, in dem eine hohe Anzahl von niedrigen Pflanzen und Tieren, Bakterien und Pilzen darauf warten, entdeckt zu werden. Auch in der Tiefsee rechnet man mit einer ungeheuren, bis jetzt unaufgespürten Artenfülle, die erst durch Entwicklung neuer Techniken erforscht werden kann. Eine weitere Schatzkiste der Biodiversität findet sich in den Baumkronen der Wälder. In den letzten Jahren wurden dort mehr Insektenarten entdeckt als in jedem anderen Lebensraum der Erde.³⁵

Die Baumartenzahl der Erde wird auf etwa 30.000 bis 50.000 geschätzt, wobei sich die Artendichte von borealen zu feuchten, tropischen Wäldern auf bis zu 300 Arten pro Hektar erhöht.³⁶ Diese Vielfalt ist der hohen Menge an Niederschlag sowie den hohen Temperaturen zu verdanken. Dadurch gibt es ein Klima, das ohne Ruhezeit der Vegetation existiert, wie sie bei kalten oder trockenen Jahreszeiten vorkommt. Auch verantwortlich für die Fülle an Baumarten sind lange, störungsarme Zeiträume.³⁷

33 Vgl. Heinrich/Hergt 1998, 107.

34 Ibid.

35 Vgl. Leuschner 2002, 18.

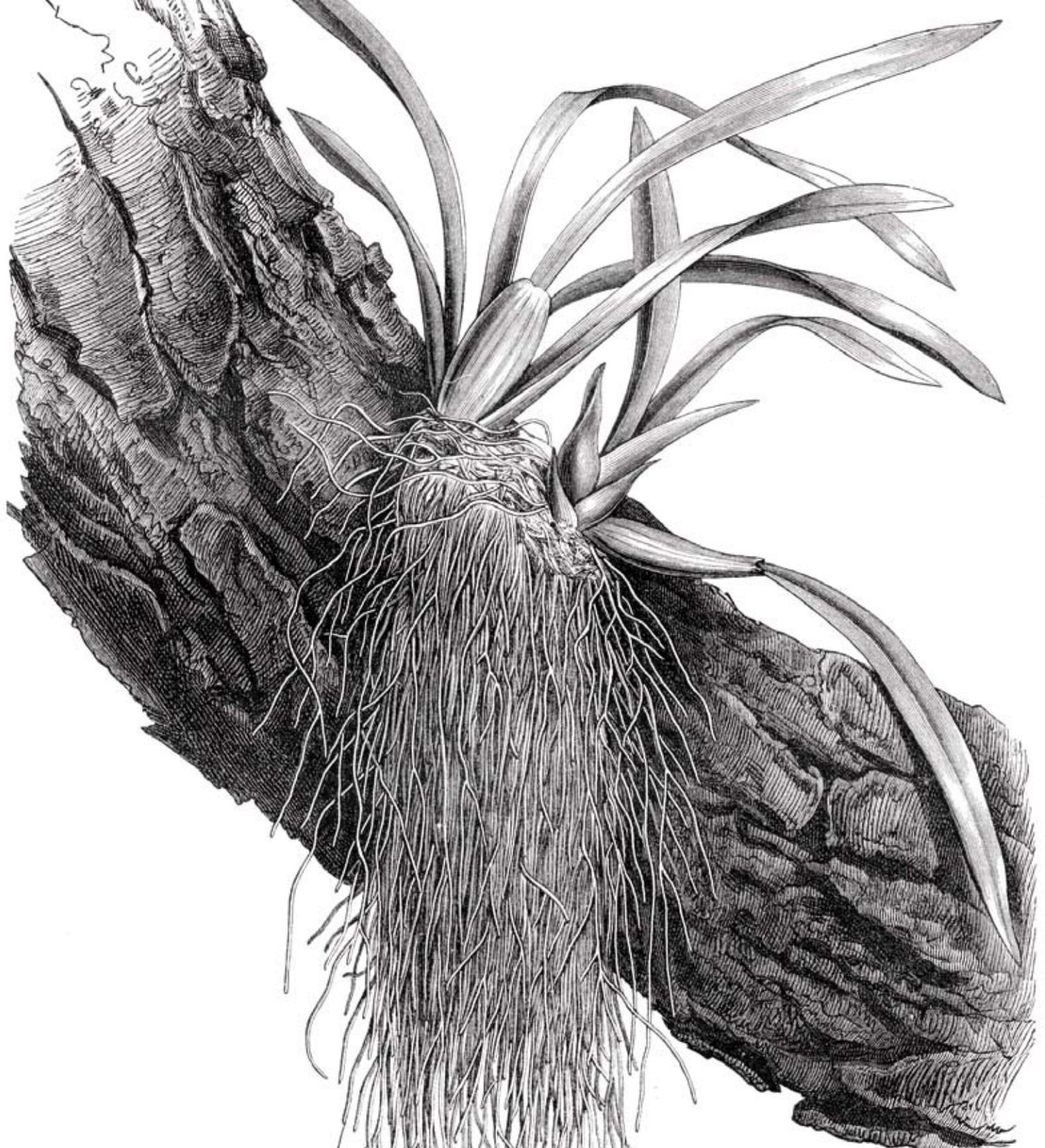
36 Vgl. Leuschner 2002, 18.

37 Vgl. Leuschner 2002, 21.

„[...]it's amazing to realize that over half of life on earth lives in the tops of trees. So we are really just beginning to discover the secrets of this world of millions of insects and thousands of birds and animals. It's actually so busy up there that I could probably spend the rest of my life and not really crack all the secrets.“

- **Lowman, M. 2008.**

Abb
Luftwurzeln einer auf der Borke ein
Baumastes angesiedelten Orchid



Baumkronenforschung

Das Schlüsselereignis der Erforschung der Biodiversität in Baumkronen geht auf den amerikanischen Entomologen Terry Erwin zurück, der Kronen tropischer Bäume mit Insektiziden besprühte und damit eine vollständige Artenliste von den in den Kronen lebenden Insekten fertigen konnte. Das Ergebnis setzte wesentliche Impulse zur Forschung in den Baumkronen, denn Erwin fand heraus, dass sogar nur ein einzelner tropischer Regenwaldbaum hunderte Insektenarten beherbergen kann. Die große Vielfalt an Baumarten ließ darauf schließen, dass es mehrere Millionen Insektenarten im tropischen Regenwald gibt, die bisher noch nicht entdeckt wurden.³⁸

Das Mikroklima im Kronendach ist viel trockener als in den Vegetationsetagen darunter. Kennzeichnend ist der Bewuchs des Kronendachs durch Aufsitzer- und Kletterpflanzen. Epiphyten, wie Orchideengewächse, Bromalien, Aronstabgewächse, Moose und Flechten wachsen in winzigen Ansammlungen von Erde in der Rinde oder der Astgabeln der Bäume. Der einzelne Epiphyt ist wiederum ein Lebensraum für andere Arten, denn durch die von ihnen aus dem

Staub der Luft gebildete Humusschicht entsteht Raum für Milben, Springschwänze und Würmer. In den Blatttrichtern der Bromalien bilden sich Zisternen, die wiederum ein Biotop für Kaulquappen und Mückenlarven sind.³⁹ Somit bietet ein Baum Lebensraum für viele Lebensräume.

38 Vgl. Leuschner 2002, 23.
39 Vgl. Bachmann 1999, 25f.

Infobox Epiphyten und Epiphyllie

Epiphyten und Epiphyllie Luftwurzeln, die bis ins Erdreich kommen im Gegensatz zu Lianen, die sich auch ihre photosynthetischen und generativen Organe in den oberen Stockwerken der Bäume haben, ohne Verwurzelung im Boden aus. Während die Liane andere Holzgewächse als Stütze verwendet, um in die oberen Stockwerke zu gelangen, und damit große Massen an organischem Stoff für ihren Aufbau zu verbrauchen, keimen Hemi-Epiphyten auf Bäumen und bilden dann erst Epiphyten, die bis ins Erdreich wachsen, um zu Wasser und Nährstoffen des Bodens zu gelangen. Epiphyten und Epiphyllie haben eine andere Technik für deren Versorgung. Die Epiphyten gewinnen das nötige Wasser über reine Luftwurzeln, Blattzisternen, Saugschuppen oder Blattrossetten. Epiphyllie wachsen an feuchten Standorten an der Oberfläche von Blättern. Meist handelt es sich dabei um Flechten, Algen und Moose, die mit Bakterien, Hefen und Pilzen vergesellschaftet sind.⁴⁰

40 Vgl. Heinrich/Hergt 1998, 109.

Geschichte und Techniken der Baumkronenforschung

Mit dem Ende des 20. Jahrhunderts begann die Erforschung von Baumkronen einzelner Bäume und Wälder. Die Schwierigkeit dabei war schlechte Zugänglichkeit der Baumkronen. Schon Alexander von Humboldt und Aimé Bonpland erkannten bei ihrer Reise durch Süd- und Mittelamerika die biologische Vielfalt der Baumkronen. Anhand umgestürzter Bäume konnten sie Orchideen und Bromaliden beobachten und feststellen, dass diese auf den Kronen gedeihen.⁴¹

Zu den Pioniersversuchen der Baumkronenforschung zählt eine 1929 durchgeführte Expedition der Oxford University in Guyana, in der Leitern und Flaschenzugsysteme zum Einsatz kamen.⁴² Um einen permanenten Zugang zu den Baumkronen zu ermöglichen, wurden in den 50er Jahren des 20. Jahrhunderts in mehreren tropischen Regenwäldern Metalltürme errichtet. Der Amerikaner Donald Perry entwickelte die alpine Kletterseiltechnik und konnte damit als erster eine Höhenzonierung bei waldbewohnenden

Insekten nachweisen. Perrys in den 70er Jahren entwickelte Kletterseiltechnik ermöglicht es, fast jeden beliebigen Baum zu erklimmen und wird noch heute von vielen Forschern angewendet. Des Weiteren

errichtete er im Nationalpark Braulio Carrillo in Costa Rica eine Seilbahn, die es erlaubte, eine 2.6 km lange Rundreise durch den Regenwald zurückzulegen. Durch seine Erfindungen schuf er die Möglichkeit für kommerzielle und touristische Baumkrontouren. Die Seilbahn, die vollständig von Costa-Ricanern organisiert und betrieben wird, ist ein Ökotourismus- und Bildungsprojekt, welches das Bewusstsein für ein einmaliges Ökosystem schärfen soll.^{43,44} Eine weitere wichtige Figur in der Baumkronenforschung ist die

amerikanische Ökologin Nalini Nadkarni, die ebenfalls mittels Kletterseiltechnik die Kronen der Wälder in Nord- und Mittelamerika untersuchte. Ihre Untersuchungen brachten zutage, dass Epiphyten organisches Material unter ihren Wurzeln sammeln, die eine nährstoffreiche Masse darstellen. Dadurch, dass der



Abb. 10
Alexander von Humboldt und Aimé Bonpland:
Sammlung der zoologischen Beobachtung,
gemacht am Atlantischen Ozean in Brasilien,
im Landesinneren und in der Südsee
in der Zeitspanne von 1799 bis 1803

41 Vgl. Universität Leipzig o.J.

42 Vgl. Smithsonian Institute o.J.

43 Vgl. Universität Leipzig o.J.

44 Vgl. Kleibel, Caroline 2008.

Waldboden sonst eher nährstoffarm ist, dient diese Masse anderen Pflanzen als Nährstoffbasis.⁴⁵ Seit den 80er Jahren wurden mehrere verschiedene Möglichkeiten zur Untersuchung der Baumkronen entwickelt. So benutzten zum Beispiel Annette und Marcel Hladik einen heliumgefüllten Fesselballon zur Kronenfotografie in Gabun. Des Weiteren verwendete der bereits erwähnte Entomologe Terry Erwin das aus Chrysanthemenblüten gewonnene natürliche Insektizid Pyrethrum, um vollständige Insektenartenlisten von ganzen Bäumen zu erlangen. Durch die in Mittelamerika in seiner Forschung gewonnenen Ergebnisse war es ihm möglich, Hochrechnungen über Artenzahlen aufzustellen.⁴⁶ Weitere Möglichkeiten fand die Forschung durch Fußgängerbrücken – sogenannte walkways – und durch Kräne. Sogar Kräne auf Schienen fanden in der Baumkronenforschung Anwendung.⁴⁷ In Zusammenarbeit mit dem Smithsonian Tropical Research Institute initiierte Alan P. Smith die Installation von Baumkränen, um Zugang zum Kronendach zu erreichen. In Kooperation mit dem UNEP Programm und mit finanzieller Unterstützung einiger Regierungen konnte 1990 ein Baukran in Panama installiert werden. Das Projekt war derart

erfolgreich, dass zwei fixe Kräne 1992 und 1997 in Panama aufgestellt wurden. Weitere Kräne in verschiedenen Biomen weltweit sollten folgen. Um gleiche Experimente weltweit in verschiedenen Waldtypen durchführen zu können, wurde das International Canopy Crane Network (ICCN) 1997 gegründet. Dieses ermöglicht nicht nur den Austausch von Forschungsergebnissen, sondern auch den Waldkronenzugang für Wissenschaftler in verschiedene Biome. Das Netzwerk besteht aus elf Kränen in acht Ländern. In den gemäßigten Klimazonen stehen Kräne in der Schweiz, Deutschland, Japan und den USA. In den tropischen Klimazonen wurden sie in Australien, Malaysia, Venezuela und Panama aufgestellt. Eine Gondel, die eine bis sechs Personen befördern kann, wird heute von den Forschern selbst über Funksteuerung in die Kronen hinabgesenkt. Der Kran bietet auch die Möglichkeit, die Gondel in innere Lagen der Krone sowie in tiefere Lagen der Vegetationsschichten zu bringen.⁴⁸

Dadurch, dass Kräne auf einen bestimmten Radius limitiert sind, war es notwendig, andere Möglichkeiten zur großflächigeren Forschung zu entwickeln.

45 Vgl. Universität Leipzig o.J.

46 Vgl. Hallé, Francis u.a. 2001, 47f.

47 Ibid.

48 Vgl. Smithsonian Institute o.J.

Dendronautics – wenn Menschen über Bäume fliegen und manchmal darauf landen

Um größere Bereiche für die Forschung zugänglich zu machen, wurden Luftschiffe entwickelt, mit denen man über dem Kronendach navigieren kann. Otis Barton gilt als Vorbereiter für die erfolgreiche Luftschiffahrt über den Baumkronen. Schon in den 50er Jahren hatte er die Idee von einem Ballon mit einem 300m langen Seil, wovon 150m als Ballast am Boden verbleiben sollten. Mit diesem Ballon glaubte Barton über eine Kurbel die eigene Höhe steuern und somit geräuscharm über den Baumkronen gleiten zu können. 1979 testete er tatsächlich den Prototyp seines Luftschiffes, genannt Spacecraft Of The Jungle, im Regenwald von Guatemala. Bartons Idee wurde in den 80er Jahren von einem französischen Team, geleitet von Francis Hallé, realisiert.⁴⁹

Francis Hallé

Der erste Versuch, sich den Kronen von oben her zu nähern, unternahm Francis Hallé mit einem gewöhnlichen Heißluftballon. Er ließ den Ballon über dem Kronendach eines Waldes hinabsenken, bis der Korb ebendort aufsetzte. Dieses 1981 durchgeführte Experiment ermutigte ihn, an dem Projekt weiterzuarbeiten.⁵⁰

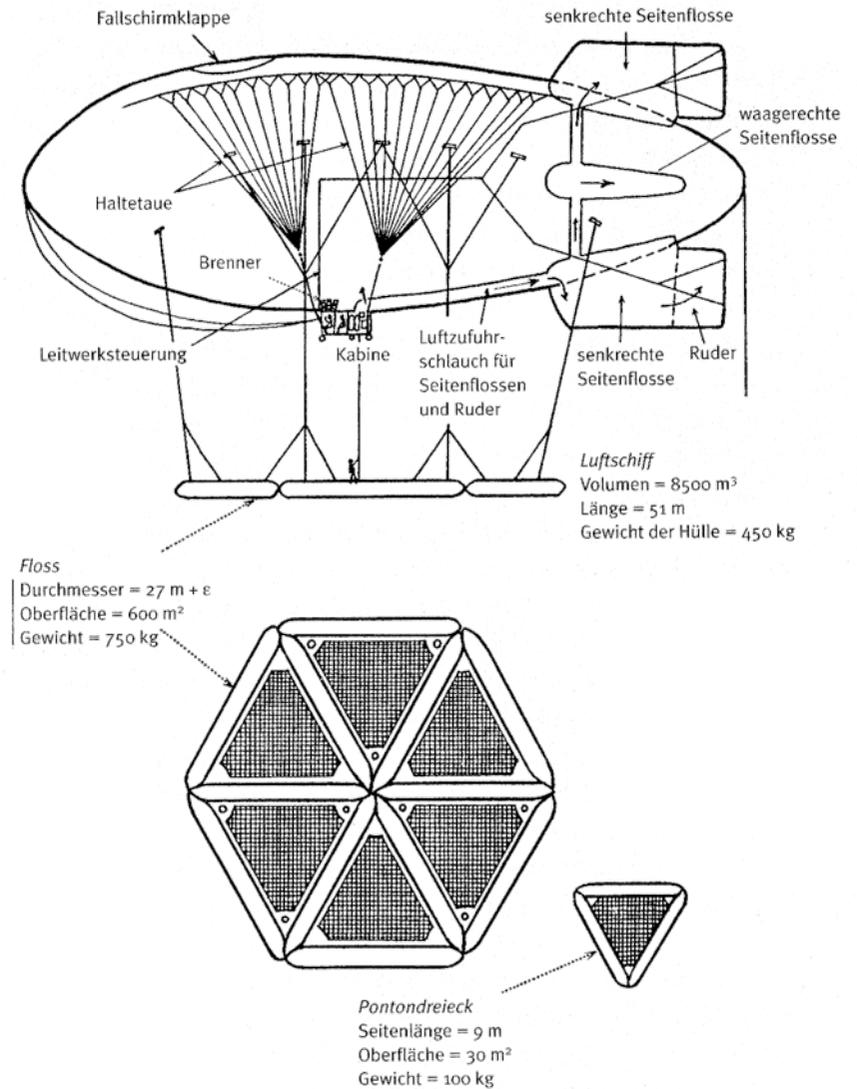


Abb. 11
Das 1989, von Francis Hallé und seinem Team, benutzte Luftschiff und Baumfloß. Die Kabine des Schiffes bot neben dem Sitz für den Piloten Platz für drei Passagiere, Gasbehälter und den 120 PS starken Motor.

Die Möglichkeit, mit einem Heißluftballon auf einem Schlauchboot im Wasser zu landen, war der Ideengeber dafür, den Korb des Ballons durch ein riesiges Schlauchboot zu ersetzen, welches es ermöglichen würde, auf die Bäume aufzusetzen.⁵¹ Zur gleichen Zeit entwickelte der Pariser Architekt Gilles Ebersolt eine Plattform, die aus aufblasbaren PVC -Pontons bestand, zwischen denen ein großmaschiges Seilnetz aus Aramid gespannt war. Dieses sogenannte Baumfloß entsprach dem, was sich Hallé und sein Pilot Dany Cleyet-Marrel von dem Schlauchboot erwartet hatten. Die drei beschlossen, ihre Ideen zu kombinieren.⁵²

1986 gelang ihnen die erste erfolgreiche Landung mit dem Baumfloß im Regenwald in Französisch-Guayana. Ihnen wurde aber auch klar, dass sie für eine vom Wind unabhängige Navigation ein Luftschiff benötigten.⁵³ Nachdem bei heliumgefüllten Zeppelins die Regelung der Flughöhe ungenau ist, entschieden sie sich für ein Luftschiff, welches mit heißer Luft an Höhe gewinnt. Dieses musste wegen des geringeren Auftriebs von heißer Luft gegenüber Helium dementsprechend größer sein und hatte schlussendlich ein Volumen von 7.500 Kubikmetern. Es wurde jedoch bald durch ein noch leistungsfähigeres Luftschiff mit einer 8.500 Kubikmeter fassenden Hülle

ersetzt.⁵⁴ Ihr Luftschiff mit der Bezeichnung AS300 hatte eine Länge von 52 m und eine Höhe von 20 m. Es trug, neben der Kabine für den Piloten und Gäste, das 600 Quadratmeter große Floß zu seinem zuvor bestimmten Ziel und setzte es dort für Forschungszwecke ab, wobei meist zuerst ein Erkundungsflug notwendig war, um einen geeigneten Ort für die Landung zu finden.⁵⁵ Ein 120 PS starker Flugzeugmotor sorgte dafür, dass man das Luftschiff navigieren konnte. Das 1.200 kg schwere Gespann konnte bis zu acht Personen sowie Treibstoffreserve in die Lüfte bringen.⁵⁶ Ebersolt entwickelte auch das Baumfloß weiter. Das neue sechseckige Floß bestand aus sechs Pontondreiecken und hatte eine gesamte Oberfläche von 600 Quadratmetern.

1989 fand der Erstflug des neuen Luftschiffes und Baumfloßes in Brasilien statt. Im selben Jahr konstruierte Ebersolt auf Bitten der an den Fahrten teilnehmenden Entomologen und Botaniker ein einzelnes Dreieck aus aufblasbaren Pontons, das rund zehn Meter unter der Gondel des Luftschiffes hing. Dieses Pontondreieck erwies sich als nützliche Ergänzung der Ausrüstung.⁵⁷

Das Baumfloß wurde bei seinen Einsätzen von verschiedenen Wissenschaftlern aus vielen verschiedenen

49 Vgl. Dendronautics o.J.
50 Vgl. Hallé, Francis u.a. 2001, 164.
51 Ibid 168.
52 Ibid 170.
53 Ibid 180f.
54 Vgl. Hallé, Francis u.a. 2001, 200f.
55 Ibid 56f.
56 Ibid 58f.
57 Ibid 213f.

THE WHITE DIAMOND



Forschungszweigen, wie zum Beispiel Bioklimatologie, Aerologie und Entomologie, genutzt. Aber auch für die Suche nach neuen Aromastoffen für Parfüms und nach „neuen“ Früchten wurde das Floß genutzt.

Der englische Luftfahrttechniker Graham Dorrington flog 1995 mit seinem selbstentwickelten lenkbaren Luftschiff über die Regenwälder Borneos. Die Dirigible-4 hatte ein Heliumvolumen von 380 Kubikmetern und wurde zur Lärmverminderung von Elektromotoren anstelle von Verbrennungsmotoren betrieben. Mit dem Luftschiff konnte er auf einem blühenden Merbau-Baum landen und wieder fortfliegen. 2004 flog Dorrington wieder mit einem lenkbaren Luftschiff, welches über ein Heliumvolumen von 480 Kubikmetern verfügte. Dieses Luftschiff wurde von Elektromotoren mittels Lithium-Batterien angetrieben. Sein Flug mit der D6 über den Kaieteur National Park in Guyana wurde im Dokumentarfilm *The White Diamond* festgehalten.⁵⁸

58 Vgl. Dendronautics o.J.

Abb. 12
Dorrington's D6 Luftschiff
im Film von Werner Herzog

Weitere Entwicklungen in der Baumkronenforschung

Das Ikos, ebenfalls eine Erfindung des Architekten Ebersolt aus dem Jahre 1999, ist ein starrer Käfig in Form eines Ikosaeders mit Stäben aus Hartkunststoff und Aluminium. Diese als bewegliche Kapsel definierte Struktur hatte einen Durchmesser von 3,2 Meter und wog 40 Kilogramm. Sie wurde mittels Luftschiff in einer Gabelung der Hauptäste eines Baumes geklemmt und bot Platz für zwei Forscher, wie zum Beispiel Ornithologen.⁵⁹

Im gleichen Jahr entstand auch eine Erfindung von Dany Cleyet-Marrel – dem Piloten der Luftschiffe von Hallés Forschungs Expeditionen. Die Kronenkugel – Bulle des Cimes – war ein 180 Kubikmeter großer Heliumballon mit einem Durchmesser von sechs Metern. Der Ballon war in der Lage, eine Person samt Ausrüstung zu tragen und wurde auf die zu tragende Last abgestimmt, damit eine leichte Fortbewegung in der Schwebemöglichkeit war. Ein Zugseil wurde an Baumwipfeln und anderen fixen Punkten mittels Luftschiff, Helikopter oder Klettertechnik befestigt. Mittels Karabinerhaken wurde die Gondel am Seil befestigt. Der Passagier konnte sich durch

leichtes Ziehen entlang des kilometerlangen Seiles fortbewegen. Bei der Fortbewegung durch die Kronen war es jederzeit möglich anzuhalten, um Experimente, Untersuchungen und Analysen durchzuführen.⁶⁰

Weitere Erfindungen, die aus Zeit der Zusammenarbeit mit Francis Hallé hervorgingen, waren das Solvin Bretzel und der Arboglisneur. Das 2003 gefertigte Solvin Bretzel war eine Weiterentwicklung des Baumfloßes. Dieses 400 Quadratmeter große, dreiachsige Gebilde konnte von drei Benutzern gleichzeitig verwendet werden. Obwohl es gut 200 Quadratmeter kleiner als das Baumfloß war, trug das Solvin Bretzel aufgrund seiner Form nur eine Person weniger als das Baumfloß, welches für vier Menschen gedacht war.⁶¹

Der Arboglisneur von Cleyet-Marrel ist ein 2005 entwickeltes Luftschiff, das auf dem Rozière-Prinzip beruht. Durch die Kombination aus Gasballon und Heißluftballon hat man den Vorteil eines kleineren Volumens, sowie eines geringen Brennstoffverbrauchs. Der Ballon wird durch einen Rotax Motor angetrieben. Der Arboglisneur ist in seiner Einsatzmöglichkeit variabler als das Luftschiff, auch weil nur kleine Lichtungen für den Abflug notwendig sind.⁶²

59 Vgl. Hallé, Francis u.a. 2001, 219.

60 Vgl. Hallé, Francis u.a. 2001, 222f.

61 Vgl. Ebersolt Gilles, o.J.

62 Vgl. Cleyet-Marrel, D. o.J.





Beispiele der Forschung in den Kronen

Das Rätsel der pflanzenfressenden Ameisen

Die Behauptung des amerikanischen Entomologen E.O. Wilson, dass Ameisen die ökologisch dominanten Tiere des Regenwaldes sind, ist seine zentrale Aussage über deren Wichtigkeit im Ökosystem. Quantitative Feldversuche in den 70er Jahren ergaben, dass Ameisen 20-40% der Biomasse der Gliederfüßler in den Baumkronen tropischer Regenwälder ausmachen.

Die gängige Meinung über Ameisen ist, dass sie Jäger und Sammler sind. Jedoch zeigen thermodynamische Grundlagen, dass die meiste tierische Biomasse in terrestrischen Gemeinschaften pflanzenfressende Konsumenten der 2. Ordnung, also Sekundärkonsumenten sein müssen. Eine Vorstudie beweist, dass viele Regenwaldameisenarten sich tatsächlich ganz oder teilweise pflanzlich ernähren. Im Gegensatz zu Raupen und anderen laubfressenden Insekten fressen Ameisen nicht die Blätter an sich. Sie ernähren sich hauptsächlich vom Exsudat – den Absonderungen – der Blattsauger-Insekten. Manchen Arten ist auch die Versorgung mit extrafloralem Nektar, Pollen, Pilzsporen, Hyphen und Epiphyllie möglich. Genauso wie Jägerameisen sind Pflanzenfresserameisen Wächter der natürlichen Auslese,

indem sie die Anzahl der Blattsauger-Insekten, die die Pflanzen der Baumkronen ausbeuten, in Maßen halten. Pflanzenfresserameisen spielen daher eine wichtige Rolle in der ökologischen Dynamik des Regenwaldes und damit auch in der Kohlendioxidbilanz der Erde.⁶³

Phyllosphärische Diversität

Das primäre Habitat von terrestrischen Mikroorganismen ist die Blattoberfläche, auch Phyllosphäre genannt. Über die Diversität von Mikroorganismen in diesem Milieu ist sehr wenig bekannt. Eine Studie aus dem Jahr 2006 versucht das Thema genauer zu beleuchten.⁶⁴

Durch einen Vergleich von Bakteriengemeinschaften auf Blattoberflächen verschiedener Baumarten mittels einer molekularen Methode, die DNS Fingerabdrucke der vorherrschenden Bakterien erzeugt, konnte herausgefunden werden, dass auch Bäume der gleichen Art eine eigene bakterielle Zusammensetzung aufweisen. Des Weiteren wurde herausgefunden, dass die Phyllosphäre einer Baumart mindestens 95 bis 671 Bakterienarten beheimatet. Demnach stellt das Kronendach tropischer

⁶³ Vgl. Hunt, J.H. 2003, 916f.
⁶⁴ Vgl. Hunt, J.H. 2003, 916f.



Abb. 16
Beobachtung des
Wachstums einer Clusia

Wälder ein großes Reservoir unentdeckter mikrobieller Diversität dar. Durch Hochrechnung kam man auf eine Zahl von 2 bis 13 Millionen neu zu entdeckender Bakterien im atlantischen Regenwald. 97% der auf der Blattoberfläche gefundenen Spezies waren noch nicht bekannte Arten, was nahelegt, dass diese einzigartig in dem jeweiligen phyllosphärischen Habitat sind.⁶⁵

Mit dieser Untersuchung tauchen neue Fragen auf, für die es Antworten zu finden gilt. Beheimaten gleiche Baumarten an verschiedenen Orten gleiche Arten und Mengen an Mikroorganismen? Zu welchem Grad beeinflussen Umweltfaktoren die Zusammensetzung der Phyllosphäre? Welche Rolle spielen mikrobielle Gemeinschaften der Phyllosphäre beim Schutz gegen Pflanzenfresser oder Krankheitserreger? Dies eröffnet die Möglichkeit für weiterführende Studien zu Themen wie der Stoffwechselfähigkeiten und ökologischen Funktionen der in der Phyllosphäre beheimateten Mikroorganismen im terrestrischen Ökosystem.⁶⁶

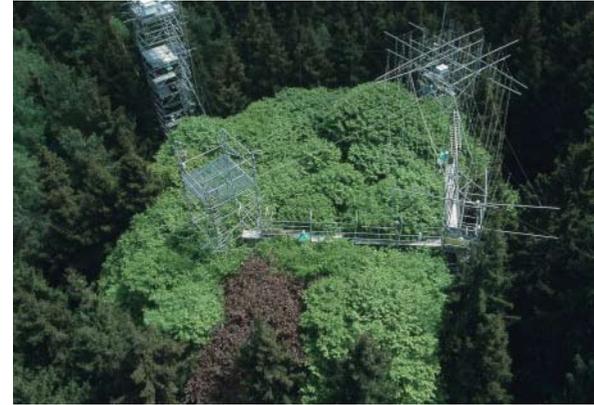


Abb. 15
Experiment der Verwundbarkeit der Bäume
unter dem Einfluss von Ozon.

Auszug aus Disziplinen mit wissenschaftlichem Interesse am Studium der Baumkronen

*Aerologie
Aromatologie
Bioklimatologie
Biologie der Blumen
Biomechanik
Biophysik
Bryologie
Entomologie
Evolutionslehre
Flechtenkunde
Floristik
Genetik
Herpetologie
Kartografie*

*Mammologie
Medizin
Mikrobiologie
Morphologie und
Architektur der Pflanzen
Mykologie
Ornithologie
Palynologie
Parasitologie
Phytochemie
Radiometrie
Virologie
Wald-Ökologie⁶⁷*

67 Vgl. Hallé, Francis u.a. 2001, 123f.

65 Vgl. Hunt, J.H. 2003, 916f.

66 Ibid.

Forschungsarbeiten auf dem Dach der Kronen – und wozu braucht man ein Herbarium?

Die Forschung in den Baumkronen steht nicht nur im Zeichen der Biodiversitätsforschung. Viele andere Aspekte wie physikalische und biochemische Funktionen sowie verstärkt klimatische Untersuchungen werden durchgeführt. Das Spektrum der Disziplinen, die sich wissenschaftlich mit dem Studium des Kronendaches beschäftigen, ist weit reichend. Viele wissenschaftliche Fachgebiete haben Interesse, Untersuchungen in den Kronen der Bäume durchzuführen.

Die großen internationalen Herbarien – Sammlungen getrockneter Pflanzen, die für die Allgemeinheit und für wissenschaftliche Zwecke angelegt wurden – befinden sich in London, Paris, New York und Genf. Auch Ergebnisse neuer Sammlungen werden hier aufbewahrt. Einerseits bietet ein Herbarium Studenten die Möglichkeit, Pflanzen zu studieren, andererseits können so ausgestorbene Arten – zumindest in getrockneter Art und Weise – für die Nachwelt erhalten bleiben. Während Proben von der Zeit vor den 1980er Jahren hauptsächlich vom Boden stammen, ist durch das Aufkommen der Forschung auf den Baumkronen eine vollständigere Sammlung mit höherer Qualität möglich.

Die Eventualität, aus einer der gesammelten Proben eine chemische Substanz extrahieren zu können, die medizinische Bedeutung hat, ist ein großer Antrieb für das Sammeln. Die Chance, Pflanzen mit antibiotischen, krebsbekämpfenden oder virentötenden Substanzen zur Verbesserung medizinischer Möglichkeiten zu entdecken, ist gegeben.⁶⁸

Prädominanz der Ameisen - die kleinsten Gärtner

Myrmekologen – Entomologen, die auf Ameisen spezialisiert sind – haben die Möglichkeit, in den Höhen des Kronendaches die Nester von Ameisen zu untersuchen. Nestbauende Ameisenarten tragen Samen mehrerer Pflanzenarten in ihre Nester. Diese Samen keimen und verwurzeln in dem Nestmaterial; gewisse aufgekeimte Pflanzenarten wie der Philodendron schützen die Nester durch ihre Blätter vor Auswaschungen durch den Regen. Ameisen widmen ihren Pflanzen große Sorgfalt – so entsteht durch die Nester eine eigene Flora auf den Bäumen. Im Primärwald macht das Trockengewicht aller Ameisen oft viermal so viel aus, wie das aller Wirbeltiere, die darin leben.⁶⁹

68 Vgl. Hallé, Francis u.a. 2001, 117ff.

69 Vgl. Hallé, Francis u.a. 2001, 132.

„Landscapes that are ecologically sound, and that also evoke enjoyment and approval, are more likely to be sustained by appropriate human care over the long term. People will be less likely to redevelop, pave, mine, or ‚improve‘ landscapes that they recognize as attractive. In short, the health of the landscape requires that humans enjoy and take care of it.”

- Thompson, Ian 2009, 198.

Schutzbemühungen im großen und kleinen Maßstab

Naturschutzgebiete im Atlantischen Regenwald

Die IUCN definiert ein Naturschutzgebiet als „a clearly defined geographical space, recognised, dedicated and managed, through legal or other effective means, to achieve the long term conservation of nature with associated ecosystem services and cultural values.“⁷⁰

Nach dem Iguazú Nationalpark in Argentinien im Jahre 1934 entstanden in Brasilien 1937 der Nationalpark Itatiaia, der sich an der Grenze der beiden Bundesstaaten Rio de Janeiro und Minas Gerais befindet und 1939 der Nationalpark Iguaçú – das Gegenstück des argentinischen Nationalparks auf der anderen Seite des Iguaçú-Flusses. Seit Beginn des 20. Jahrhunderts wurden 676 geschützte Bereiche, mit einer Fläche von etwa 134.000 Quadratkilometern, errichtet. Vor allem in den 80er und 90er Jahren war ein großer Anstieg an geschützten Bereichen zu verzeichnen, wobei die genaue Flächenaufstellung problematisch ist, da Grenzen teilweise noch nicht genau definiert sind und sich geschützte Flächen der verschiedenen administrativen Einheiten, von nationaler bis kommunaler Ebene, mitunter überlagern. So listet die brasilianische Umweltbehörde IBAMA (*Instituto*

Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) staatlich geschützte Gebiete auf – ohne auf durch Bundesländer und privat geschützte Gebiete Rücksicht zu nehmen.⁷¹

Die vielen geschützten Flächen im Atlantischen Regenwald bestehen zu einem großen Teil aus „kleineren“ Einheiten. 59 % der geschützten Gebiete haben weniger als 10 Quadratkilometern, während es nur 23 geschützte Gebiete mit über 1.000 Quadratkilometer gibt.⁷²

Im Bundesstaat Rio de Janeiro obliegt der Schutz dem *Secretario de Estado do Ambiente* (SEA), während in der Stadt Rio de Janeiro das *Secretaria Municipal de Meio Ambiente* (SMAC) die Verantwortung dafür trägt. Im Stadtgebiet von Rio de Janeiro existieren 93 geschützte Bereiche; davon sind 34 Naturschutzparks und 26 in Schutzzonen, genannt *Áreas de Proteção Ambiental* (APAs). Von den Naturschutzparks sind zwei in staatlicher und drei in bundesstaatlicher Verwaltung. Zwei der APAs sind ebenfalls in bundesstaatlicher Verwaltung, während für die restlichen 25 SMAC verantwortlich ist.⁷³

⁷⁰ Vgl. IUCN 2008.

⁷¹ Vgl. Lairana, A. 2003, 444ff.

⁷² Vgl. Lairana, A. 2003, 449f.

⁷³ Vgl. Agrizzi, M. 2008, 2f.

APA do Morro do Leme, Urubu e Ilha de Cotunduba

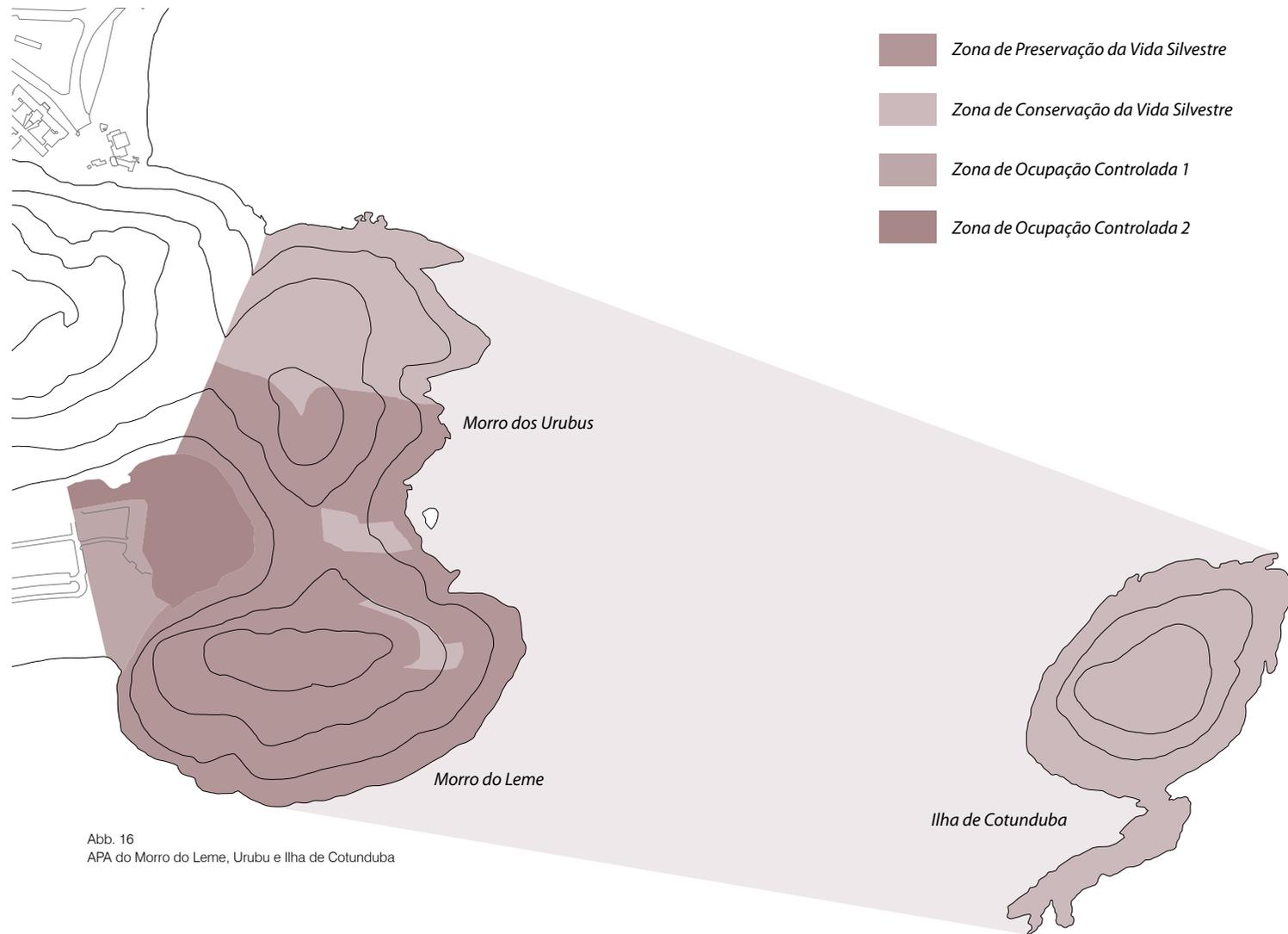
Die Insel Cotunduba liegt in der Schutzzone *APA do Morro do Leme, Urubu e Ilha de Cotunduba*, die durch die Gesetzesverordnung N° 9.799 im Jahre 1990 geschaffen und damit offiziell unter Schutz gestellt wurde. Die Verordnung legt die Grenzen für das Gebiet fest und beschreibt die Notwendigkeit für dessen Schutz, sowie dessen Mechanismen.⁷⁴

Das heutige Gebiet der APA, welches Morro do Leme, Urubu und Cotunduba umfasst, wurde mit Hilfe der *Fundação Parques e Jardins*, der Brasilianischen Armee, der *Associação de Amigos da APA do Morro do Leme* und der Stadtregierung auf Initiative von der *Associação de Moradores e Amigos do Leme* wiederaufgeforstet und unter Schutz gestellt. Im Zuge der Aufforstung mit 4.700 einheimischen und teilweise schnell wachsenden Pflanzen wurde ein Betrag von USD 30.000 eingesetzt. Das auf dem Morro do Leme stehende Fort, Duque de Caxias, das zwischen 1776 und 1779 erbaut wurde und die damit verbundene beschränkte Benutzung des unter Kontrolle des Militärs stehenden Gebietes, trug entscheidend zur Konservierung der ursprünglichen Natur bei.

Während im Jahr 1987 nur einzelne Bereiche noch den primären Bewuchs des atlantischen Regenwaldes aufwiesen und der Rest fast ausschließlich von leicht entzündbarem Gras bedeckt war, konnte man schon fünf Jahre nach dem Eingriff markante Fortschritte erkennen. Das *Panicum maximum* (Guineagrass) invadiert nach Feuern und stellt eine potentielle Gefahr für den Wald dar. Durch die Wiederbepflanzung schlossen sich die ersten Lücken zwischen den Waldinseln. 15 Jahre später ist die Rückgewinnung des atlantischen Regenwaldes in der APA so weit fortgeschritten, dass die Waldbrandgefahr minimiert und die großen Grasflächen durch Sekundärwald ersetzt sind. Durch die Zusammenarbeit der verschiedenen Assoziationen wurde es diversen Institutionen ermöglicht, in diesem Gebiet Florastudien zu vollziehen sowie Untersuchungen an der Avifauna anzustellen.

Die APA besteht nun aus 12 Hektar atlantischem Regenwald und 16 Hektar wiederaufgeforstetem Wald. In dieser geschützten Zone finden sich über 90 Vogelarten, 33 Schmetterlingsarten sowie 7 vom

74 Vgl. Alencar M. u.a. 1990.



Aussterben bedrohte Pflanzenarten. Die Wichtigkeit der Rekuperation und des Schutzes dieser relativ kleinen Zone zeigt sich in der Beheimatung von 33 Spezies von Flora und Fauna, die vom Aussterben bedroht sind. Der Ort wurde auch speziell für die Beobachtung von Schmetterlingen auserkoren, da er einen leichten Zugang für einheimische und internationale Experten bietet und das Gebiet teilweise unter dem Schutz der Armee steht.⁷⁵

Eine Gesetzesverordnung aus dem Jahre 1995, das Decreto N° 14.008, welches sich auf die Verordnung aus dem Jahre 1990 bezieht, definiert die *APA do Morro do Leme, Urubu e Ilha de Cotunduba* genauer und schafft eine Zonierung mit verschiedenen Regelungen und erlaubten Nutzungen innerhalb des Schutzgebietes. Cotunduba befindet sich in der *Zona de Conservação da Vida Silvestre (ZCVS)*. Diese Zone besitzt Potential für eine Regeneration der Natur. In der ZCVS sind nur Bebauungen zugelassen, die der Forschung, der Erholung der Umwelt oder der Umwelterziehung dienen.⁷⁶ Das 2009 verabschiedete Gesetz N° 5.019 führt die *Zone Área de Proteção Ambiental e Recuperação*

Urbana (APARU) ein. Sie vereint Bereiche der Stadt in den administrativen *Complexo Cotunduba-São João* – damit also auch die 1990 festgelegte *APA do Morro do Leme, Urubu e Ilha de Cotunduba*. Das Management der Zone wird darin geregelt, in das auch Zivilgesellschaften eingebunden sind. Das Ziel ist, einen größeren Bereich für den Schutz von Flora und Fauna und im Speziellen für vom Aussterben bedrohte Spezies zu schaffen. Damit will man eine Regeneration der Pflanzendecke und die Wiederherstellung der Verbindung der einzelnen Waldfragmente erreichen. Das Gesetz beinhaltet auch funktionelle Beziehungen mit der Stadt, wie den hydrographischen Schutz – den Wasserrückhalt – sowie den Schutz von Quellen und das Vorbeugen von Hangrutschungen.

Die ZCVS, in der sich unter anderem die Insel Cotunduba befindet, wird in diesem Gesetz als Zone der floralen Regeneration und ökologischen Integration und Rekuperation der Natur definiert. In ihr sind Naturschutzaktionen, Ökotourismus, Aktionen zur Regeneration der Umwelt sowie wissenschaftliche Forschung erlaubt.⁷⁷

⁷⁵ Vgl. Senna, P. 2005.

⁷⁶ Vgl. Maia, C. 1995, 1ff.

⁷⁷ Vgl. Paes, E. o.J.

Naturlandschaft und Kulturlandschaft

Als Naturlandschaften bezeichnet man Landschaften, die gar nicht, oder nur im geringen Maß, von Menschen und hauptsächlich von der Natur geprägt sind. Der Grad der menschlichen Beeinflussung, der angibt, bis oder ab wann eine Landschaft als Naturlandschaft bezeichnet wird, ist schwer definierbar. Im Bezug zum Begriff Naturlandschaft stellt sich die Frage, ob es diese überhaupt noch gibt, da das Handeln des Menschen den gesamten Globus umspannt. Natur jedoch ist in jeder Landschaft vorhanden und ist auch in von Menschen eingenommenen Gebieten omnipräsent. Bei Rückgang der menschlichen Aktivität erobert sie den Raum für eine Ausbreitung zurück. Wenn man von Natur spricht, meint man im Allgemeinen das, was nicht vom Menschen erschaffen worden ist. Der Begriff steht auch für das Ursprüngliche und Reine.

Eine Frage, die im Zusammenhang mit Naturlandschaft auftaucht, ist, ob der Mensch Teil der Natur ist oder nicht. Würde man den Menschen als Teil der Natur sehen, so sind auch seine Eingriffe Teil der Natur. Sieht man den Menschen nicht als Teil der Natur an, steht er mit seinen Eingriffen außerhalb der Natur, und man spricht dann von Kulturlandschaften. Die Kulturlandschaft bezeichnet

demnach eine Landschaft, die aus natürlich vorhandener Landschaft und der darin stattfindenden menschlichen Tätigkeiten besteht. Die Spanne reicht von extensiv genutzten Landschaften, wie Berg- oder Wüstengebieten, bis zu intensiv genutzten Landschaften, wie Siedlungen und Städten. Mit der Sichtweise des Menschen als Teil der Natur wäre der Begriff der „Kulturlandschaft“ aber obsolet.⁷⁸

Die Freizeitlandschaft als spezielle Ausformung der Kulturlandschaft kann man als eine Entwicklung einer individualisierenden Gesellschaft auffassen, die im Umgang mit Landschaft auf deren Vermarktung und Idealisierung setzt. Durch die Individualisierung findet ein starker Zuwachs an Erlebnis-, Sport- und Freizeitwelten statt. Wellnesslandschaften und Themengärten entstehen, um dem Verlangen nach Abenteuer, Abwechslung und hedonistischer Lebensweise nachzukommen. Bei der Schaffung von künstlichen Naturlandschaften entsteht das Paradoxon, dass diese etwas vorgeben zu sein, was sie überhaupt nicht sind - nämlich einzigartige, natürliche Landschaften.⁷⁹

⁷⁸ Vgl. Zerjatke, E. 2010.

⁷⁹ Ibid.

Ökologie und Umweltethik

Die Umweltethik versucht, richtige Handlungsweisen des Menschen im Zusammenhang mit der Natur zu bestimmen.⁸⁰ Sie beschäftigt sich mit Fragen wie: „Haben einzelne Lebewesen oder ganze Ökosysteme ein Recht auf Wohlergehen?“ oder „Hat der Mensch eine moralische Verpflichtung sich, darüber Gedanken zu machen, wie sich sein Handeln auf die Natur auswirkt?“ Um das Entstehen ökozentrischer Theorien in der Umweltethik besser verstehen zu können, ist es hilfreich, sich einen kleinen Überblick über die geschichtliche Entwicklung zu schaffen.

Ökologie war ursprünglich ein Zweig der Biologie, der sich mit der Studie der Populationen von lebendigen Organismen, und wie deren Verbreitung und Abundanz durch Interaktionen mit anderen Lebewesen und ihrer Umgebung beeinflusst wurden, beschäftigt. Der Ausdruck Ökologie, der von dem deutschen Biologen Ernst Haeckel geprägt wurde, stammt von den griechischen Worten oikos (Haushalt) und logos (Lehre). Durch die Nähe der wissenschaftlichen Disziplin zum Umweltschutz verwandelte sich diese in eine Weltanschauung und Ideologie.

Das heutige Umweltbewusstsein hat seine Wurzeln bei den Romantikern und kann auf den Dichter William Wordsworth (1770-1850) zurückgeführt werden. Die Romantiker wendeten sich von der industrialisierenden Welt ab, um Sinn, Trost und spirituelle Erfüllung in der Natur zu finden. John Muir (1838-1946) setzte sich in den USA für den Landschafts- und Naturschutz ein und erreichte die Etablierung des Yosemite Valleys als Nationalpark und gründete den Sierra Club, eine der ersten Naturschutzorganisationen im modernen Sinn.

Bis in die 1960er Jahre waren Umweltschutzgedanken nicht weit verbreitet. Dies änderte sich jedoch durch eine Publikation von Rachel Carson, die aufzeigte, wie das Insektizid DDT (Dichloridphenyltrichlorethan) in die Nahrungskette gelangen kann und nicht nur den Tod für eine Reihe von Singvögeln bedeutete, sondern auch eine Gefahr für den Menschen darstellte. Durch erste Fotografien der Erde vom Weltall aus, die 1968 im Zuge der Apollo 8 Mission gemacht wurden, drang auch die Fragilität der Erde ins Bewusstsein der Menschen.

80 Vgl. Amerbauer, M. o.J., 72.

In den 1970er Jahren kamen erste Bedenken, aufgrund von Prognosen bezüglich Hautkrebs und Missernten infolge der Vergrößerung des Loches in der Ozonschicht auf. Im selben Jahrzehnt stellte der Atmosphärenwissenschaftler James Lovelock die Sichtweise auf, dass die Biosphäre ein homöostatisches Resonanzsystem formt und ähnlich wie ein lebender Organismus versucht, überlebenswichtige Zustände zu erhalten. Lovelock ist auch Mitbegründer der Gaia Hypothese, die besagt, dass die Mechanismen der Erde zur Regulation der selbsterhaltenden Zustände keine Bevorzugung zum Schutz der menschlichen Rasse aufweisen.

1985 kam der Begriff Biodiversität mitsamt der Wahrnehmung für die Vielfalt der Arten und des Artensterbens auf. In letzter Zeit ist der Fokus des Umweltbewusstseins auf globale Erwärmung gerichtet, die mit dem Kohlendioxidausstoß menschlichen Konsums fossiler Brennstoffe in Verbindung gebracht wird.⁸¹

Positionen in der Umweltethik können nach Thompson in anthropozentrische und nicht-anthropozentrische Theorien unterteilt werden. Anthropozentrische Theorien in der Umweltethik sehen im Menschen nicht nur das Zentrum des moralischen Universums, sondern auch die einzige Kreatur mit moralischem Interesse und intrinsischem Wert. Die restliche Natur hat kein Interesse dieser Art, und ihr Wert liegt nur in der Erfüllung der Bedürfnisse des Menschen. Anthropozentrische Theorien werden in egozentrische und homozentrische Theorien unterteilt. Egozentrische Theorien betrachten die Natur als Ressource, die zum Wohl der Menschheit ausgebeutet werden soll. Beispiele dafür sind die klassische Ökonomie, der Liberalismus, die Neue Rechte und der Kapitalismus.⁸² Der im 17. Jahrhundert lebende Liberalist John Locke schrieb zum Thema Natur: „[...]natural reason, which tells us, that men, being once born, have a right to their preservation, and consequently to meat and drink, and such other things as nature affords for their subsistence [...]“⁸³. Homozentrische Theorien haben

⁸¹ Vgl. Thompson, I. 2009, 158f.

⁸² Vgl. Thompson, I. 1998, 175ff.

im Gegensatz dazu als Basis den Glauben an Wohlstand und soziale Gerechtigkeit für alle. Beispiele hierfür sind der Marxismus, der Utilitarismus und der Ökosozialismus.

Nicht-anthropozentrische Theorien basieren auf einer entgegengesetzten Position. Die Basis dieser ist, dass alle Lebewesen, in manchen Theorien sogar nicht lebende Dinge wie Steine oder Berge, einen intrinsischen moralischen Wert haben und wir ihnen aus diesem Grund Respekt schulden. Die nicht-anthropozentrischen Theorien unterteilen sich in biozentrische und ökozentrische Theorien. Biozentrische Theorien schließen in die Grenzen der moralischen Signifikanz Tiere und Pflanzen mit ein. Einige Philosophen befürworten das Prinzip des biozentrischen Egalitarismus, nach dem Menschen nicht nur Teil der Natur sind, sondern auch auf dieselbe Stufe mit ihr gestellt werden. Ökozentrische Theorien sind nahe den biozentrischen, sehen aber einen moralischen Wert in größeren Ökosystemen, anstatt nur in der einzelner

Spezies. Ökosysteme stellen in ökozentrischen Theorien mehr als nur einen Raum zum Schutze von Pflanzen und Tieren dar; Ökosysteme sollen für ihre Komplexität, ihre Vernetzungen und ihre Persistenz geschätzt werden. Sehr eng damit verbunden steht die Tiefenökologietheorie von Arne Naess. Naess will ein Bewusstwerden des Menschen in der Rolle des Bewahrers oder Zerstörers der eigenen Lebensgrundlage erreichen. Jeder Organismus, der Mensch mit eingeschlossen, stellt einen Knoten im Feld der Existenz dar. Dadurch wäre es selbstverständlich, dass jegliche Zerstörung der Natur eine Zerstörung an uns selbst bedeuten würde.⁸⁴

⁸³ Vgl. Locke, J. 1821, 208.

⁸⁴ Vgl. Thompson, I. 1998, 175ff.



Abb. 17
Morro do Leme, Cotunduba

Ilha de Cotunduba

Gestatten, Komma

In einer Entfernung von etwa 1,8 Kilometern vor Praia Vermelha und 800 Metern vor dem Morro do Leme befindet sich die Ilha de Cotunduba. Die Insel mit der felsigen Küste hat eine Länge von 440 Meter ohne und 690 Meter mit dem Cotunduba Baixa, dem Schweif des Kommas. Bei einer Breite von 290 Metern erreicht sie eine Fläche von 12 Hektar. Während der Schweif des Kommas eine maximale Höhe von 12 Metern erreicht, befindet sich der höchst gelegene Punkt der Insel 68 Meter über dem Meeresspiegel. Die Insel hat einen Untergrund aus Plutoniten; diese präkambrischen Granite sind 100 Millionen Jahre alt. Die Granite schmolzen und kühlten unter 10 Kilometer Tiefe ab, wobei Spannungsreste erhalten blieben. Cotunduba besteht aus Überresten von Schalenschichten dieser Plutonite. Durch Abspaltungen entstehen Schalenklüfte oder senkrechte Klüfte. Die markante Granitplatte Cotunduba Baixa ist ein identifikationsstiftendes Merkmal der Insel. Auffallend ist auch ein etwa 60 Meter breiter und 20 Meter hoher Fels im westlichen Teil von Cotunduba, der eine Abspaltung vom Untergrund schildert. Der blanke Fels stellt eine Möglichkeit für einen Aussichtspunkt mit freier Sicht in Richtung Festland dar. Zwischen der Insel und dem Morro do Leme befindet sich eine Schiffspassage mit einer Tiefe von 17

Metern, die in die Bucht von Guanabara führt. Ein Großteil der Insel ist von Sekundärvegetation bewaldet, aber man findet auch Teile mit niedrigen Sträuchern, Kakteen und Bromaliengewächsen sowie Flächen, die von Guineagrass bedeckt sind. Diese sind Anzeichen für stattgefundene Waldbrände, die wahrscheinlich unabsichtlich durch Fischer oder Abenteurer ausgelöst wurden, die auf der Insel an Land gingen.

Die Überfahrt zur Insel startet meist von der Praia Vermelha. Man folgt der felsigen Küste des Morro dos Urubus, bis man das Profil der Insel mit seiner hohen Vegetationsdichte zur linken und dem niedrigen, felsigen Schweif des Kommas zu seiner rechten Seite sehen kann. Von hier an geht es weiter in Richtung des östlichen Teils des Morro do Leme, um danach den Schiffskanal zu kreuzen und die Verbindung von Cotunduba mit ihrem Schweif anzusteuern. Man gelangt zu einer kleinen Bucht, welche geschützt vor hohen Wellen und Strömungen einen sicheren Platz zum Anlegen und Ankern bietet. Dieser Platz ermöglicht auch einen guten Blick auf den Meeresgrund, wo man auf Meeresschildkröten, Rochen und andere Fische treffen kann. Nicht weit von der Anlegestelle gibt es eine Höhle, in der manchmal Fischer die Nacht verbringen

müssen, wenn der Seegang zu rau ist und sie nicht von der Grupamento Marítimo des Corpo de Bombeiros, Rio de Janeiro geborgen werden.

Cotunduba wird auch als Destination von geführten Kajaktouren angesteuert. Diese als Ökotourismus bezeichnete Tour ermöglicht es Touristen neben einer Kajakfahrt mit interessanten Blickbezügen bei der Insel zu schnorcheln. Nur mit Hilfe eines Seiles ist es möglich vom Wasser aus auf den Schweif des Kommas zu gelangen, um einen Blick zurück auf die Szenerie Rio de Janeiros werfen zu können. Die Touristen halten sich nur im tiefer gelegenen, felsigen Bereich auf und dringen nicht in den Wald oder bis an die Spitze der Insel vor.

Des Weiteren finden auch Tauchfahrten lokaler Betreiber per Motorboot nach Cotunduba statt, um im Bereich der Insel tauchen zu können. Eine andere Nutzung der Insel besteht am felsigen Schweif der Insel. Hier können einige Bereiche zum Bouldern – dem Klettern von kurzen Strecken in Absprunghöhe ohne Kletterseil – genutzt werden; man findet hier bis zu zehn Meter hohe, steile Felsblöcke.

Abb. 18

Im Hintergrund der Insel Cotunduba sind die Felsen Pedra da Gávea und Dois Irmãos erkennbar.





Entwurf

Umfang des Entwurfs

Die Strategie, diesen Teil des Bioms des Atlantischen Regenwaldes zu schützen, die vorhandene Natur zu erhalten und eine Basis für eine Rückeroberung des einstigen Primärwaldes zu schaffen, besteht darin, eine vorhandene Schutzzone durch eine Funktion, welche die ganze Insel betrifft, zu stärken. Der Bereich soll durch seine prominente Lage vor der Metropole Rio de Janeiro ein Zeichen gegen Fragmentierung des Serra do Mar-Korridors setzen.

Durch bereits in Ansätzen vorhandene Nutzung der Insel im Sinne des Ökotourismus ist ein Ausbau dessen zu überlegen. Während die Strategie einer möglichen Nutzung von Cotunduba im Sinne des Ökotourismus die ökologische Sensibilität von Touristen und einheimischen Beteiligten schärfen und ein Umweltbewusstsein erzeugen kann, muss der Ökotourismus – genau wie bei der Erforschung individueller Spezies – im Kontext mit ihrem Ökosystem analysiert werden. Im besten Falle bietet er Möglichkeiten, die eine fundamentale Änderung der Tourismusindustrie zur Folge haben können. Im schlimmsten Fall jedoch kann Ökotourismus sogar auf das Ökosystem, in dem er wirkt und von dem er abhängt, zerstörenden Einfluss nehmen. Die Wechselwirkung zwischen Schutz und

Tourismus kann verschiedenartig ausgebildet sein. Die Gefahr für Cotunduba ist, dass sich der Ökotourismus in dieser besonderen Lage mit einmaligen Ausblicken leicht zu Massentourismus verändern könnte, sobald die ökonomischen Aussichten erkannt werden. Wie man anhand des Wettbewerbes erkennen kann, würden Schutzbemühungen missachtet und die Insel als Werkzeug zur Geldbeschaffung gesehen werden. Ein Beispiel einer negativen Auswirkung des Ökotourismus ist, dass Spezies davon in Mitleidenschaft gezogen werden können. Zur Veranschaulichung hierfür kann man das Aussterben der endemischen Goldkröte in Monteverde, Costa Rica, betrachten. Um das Habitat der Kröte und anderer Tiere zu schützen, wurde der Ökotourismus als Einnahmequelle herangezogen. Die Wahrscheinlichkeit ist hoch, dass die Tierart aufgrund der Einfuhr fremder Organismen durch Ökotouristen ausgestorben ist.⁸⁵

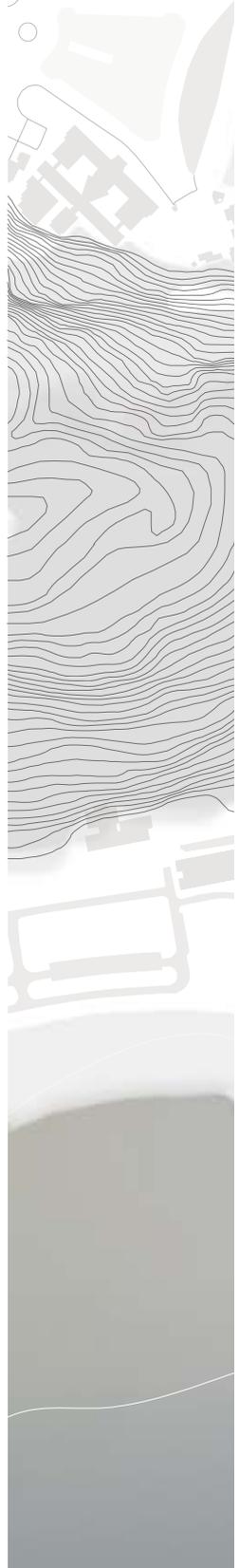
Eine strategische Intervention, die den Umweltschutzgesetzen entspricht und die Gesamtheit der Insel betrifft, wäre im Bereich der Forschung und Umwelterziehung anzusiedeln. Durch gezielte Eingriffe in die Naturlandschaft der Insel ist es möglich, diese vor dem Szenario eine Freizeitlandschaft zu werden, zu schützen. Eine Exklusivnutzung

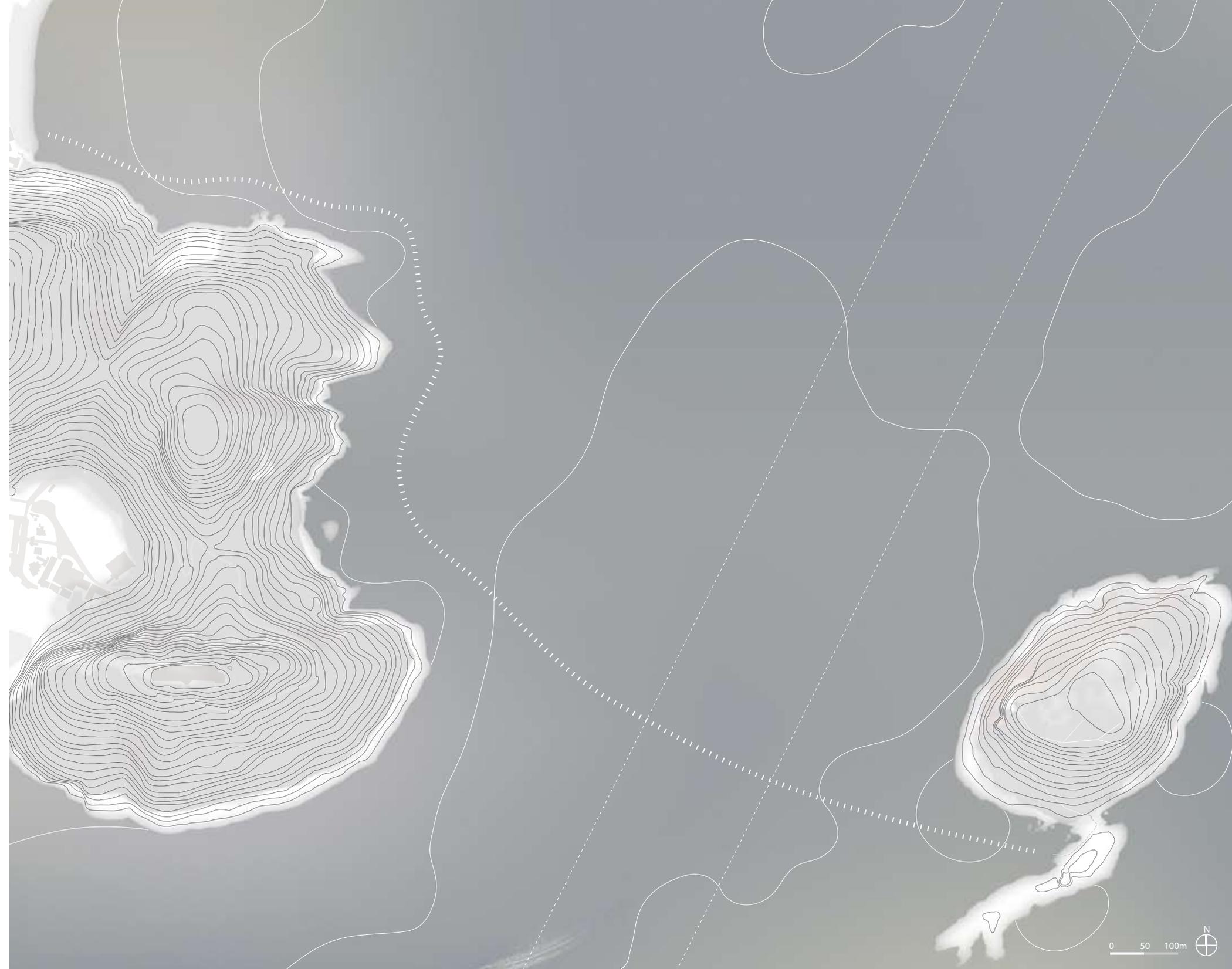
85 Honey, M. 2008, 4.

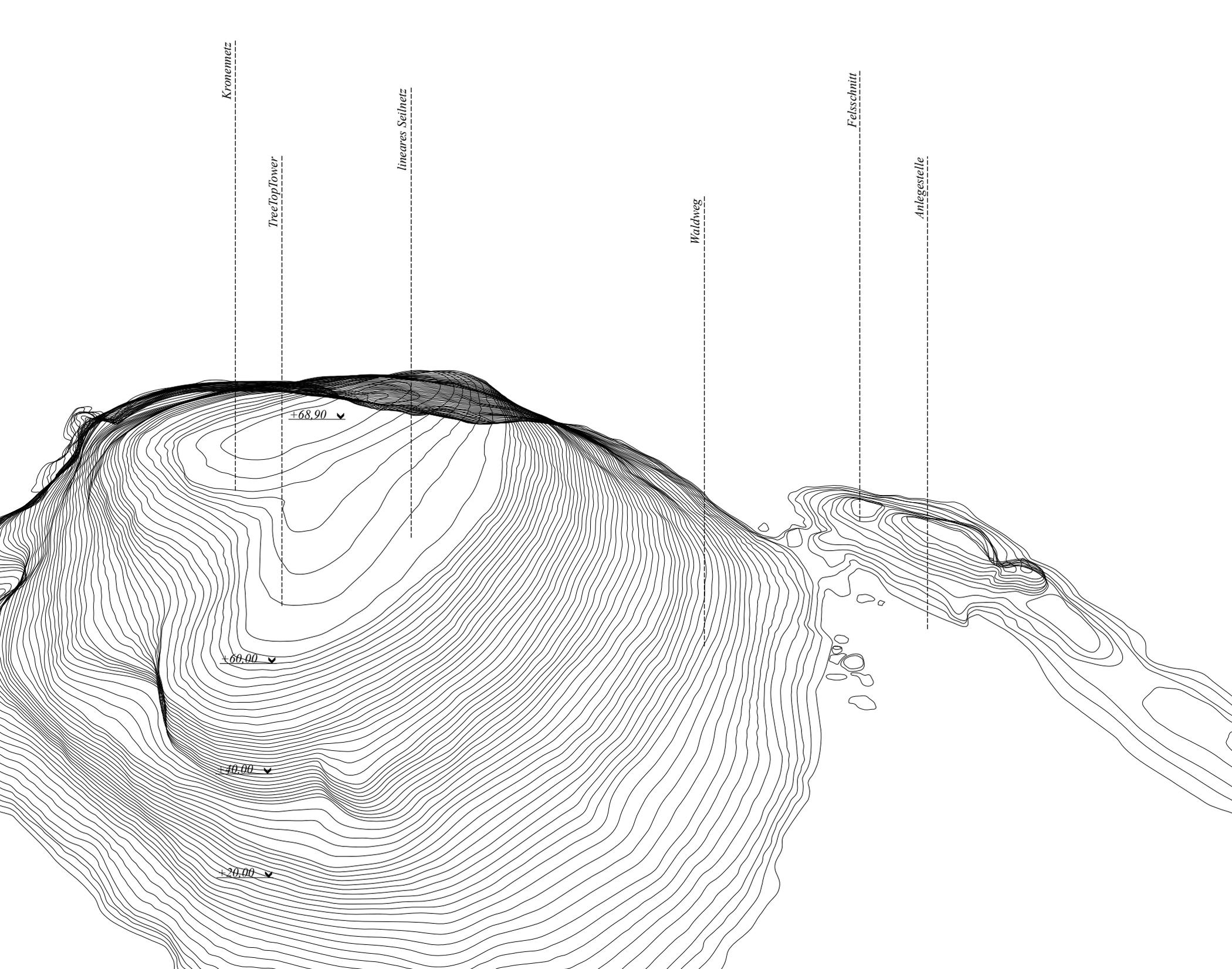
des Gebietes für Forschung und Umweltdukation kann die Insel vor etwaigen anderen Bebauungsplänen durch ihre immanente Schutzfunktion absichern. Die Forschung auf der Insel ist für verschiedenste wissenschaftliche Disziplinen von Interesse. So ist es unter anderem möglich, Ornithologie und Lepidopterologie zu betreiben, Epiphyten und Luftplankton zu untersuchen, biochemische und aromatische Untersuchungen durchzuführen sowie Studenten, wie zum Beispiel Studierenden der Tropenbotanik, einen Zugang zu ihrem Forschungsgebiet zu ermöglichen. Auch die Untersuchung des Nachwachsens des Sekundärwaldes – die Rückgewinnung durch die Natur und die mit dem Nachwachsen verbundene Veränderung im Ökosystem des Waldes – soll Teil der wissenschaftlichen Forschung sein, die damit auch aktiv am Schutz des Gebietes vor Waldbränden und Fremdnutzung teilhat.

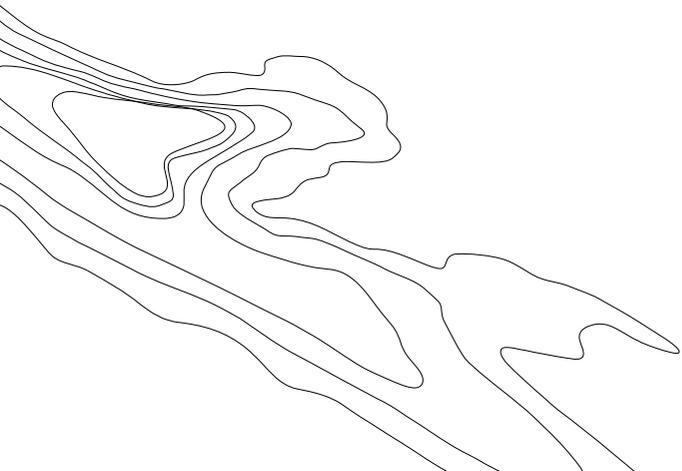
Der Weg in die Baumkronen startet mit der Fahrt vom Festland und dem Ankommen auf dem felsigen Teil der Insel. Die hier vorgenommenen Eingriffe ermöglichen ein Erfahren des Geländes und dessen Beschaffenheit und führen weiter zum Hauptteil der Insel. Der Wegesverlauf, der vorerst einen frei leitenden Charakter aufweist, taucht nun in die Natur der Insel ein, setzt sich durch den dichten Wald

fort und führt zu dem TreeTopTower, der auf einer markanten Stelle etwa 58 Meter über dem Meeresspiegel steht. Während am Anfang des Waldweges ein Höhengewinn im Vordergrund steht, kann man kurz vor Erreichen des Turmes die Weiterführung des Weges in den Baumkronen erblicken. Der TreeTopTower, der eine Schnittstelle von Waldboden und Baumkronen bildet, ist eine Forschungsstation mit Notschlafstelle und Aussichtsplattform. Er ermöglicht den Zugang zu den Baumkronen auf verschiedene Art und Weise, je nach wissenschaftlichem Forschungsgebiet. Während es für Ornithologen notwendig ist, eine stabile Beobachtungsplattform zur Beobachtung von Vögeln zu haben, untersuchen zum Beispiel einige spezialisierte Myrmekologen Ameisennester in den Baumkronen. Auch zur Erforschung der Architektur der Bäume, wie etwa der Kronenschüchternheit, ist es notwendig, den Waldboden zu verlassen. Anstatt Proben vom Boden zu sammeln und aus der Ferne mit Hilfe von Teleskopen zu arbeiten, wird es möglich, direkt auf den Baumkronen Untersuchungen, wie beispielsweise den Austausch gasförmiger Substanzen zwischen den Bäumen durchzuführen. Differenzierte Forschungsarbeit verlangt verschiedenartige Zugänge zu der Materie. Eine Kombination aus Zugangsmöglichkeiten wird angeboten, die ein möglichst weites Feld abdeckt.



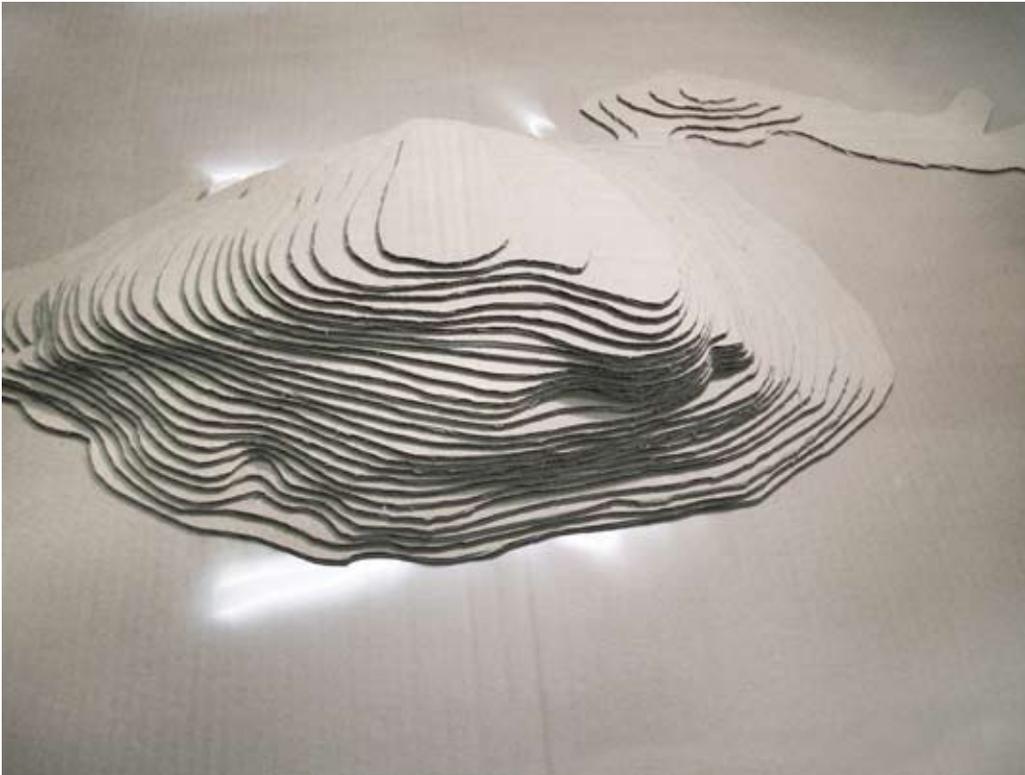


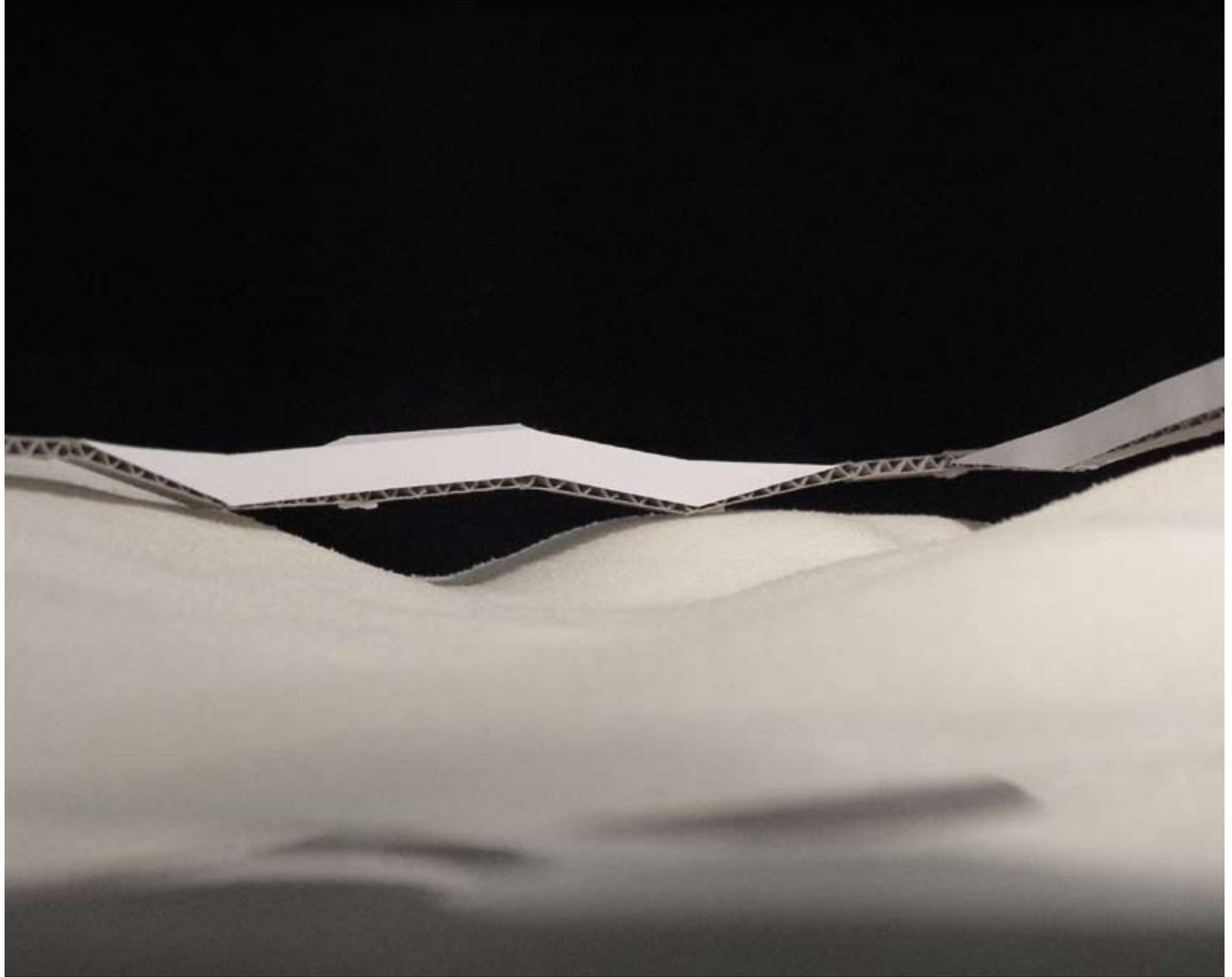
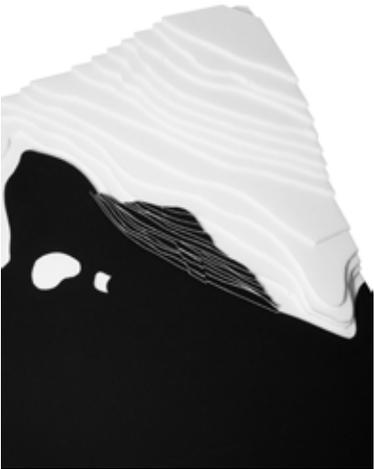




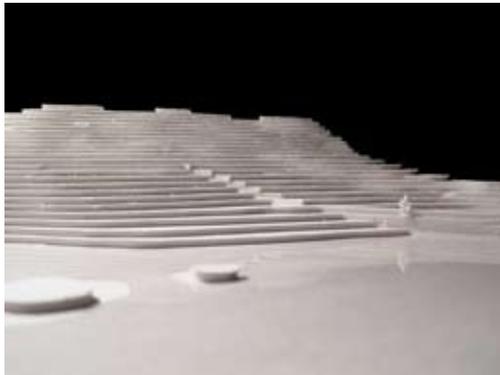
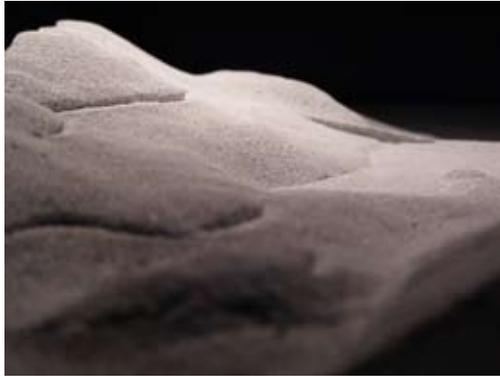


Cotunduba und Umgebung

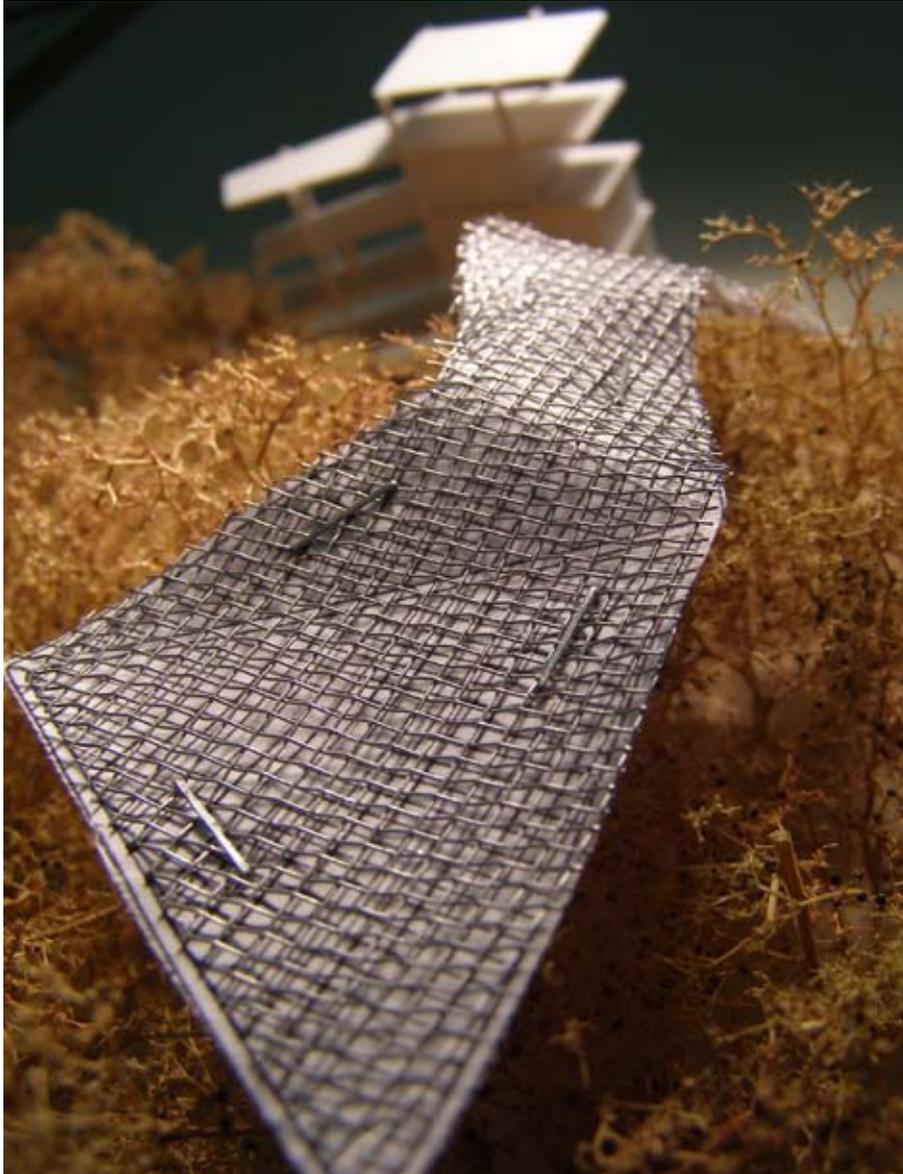
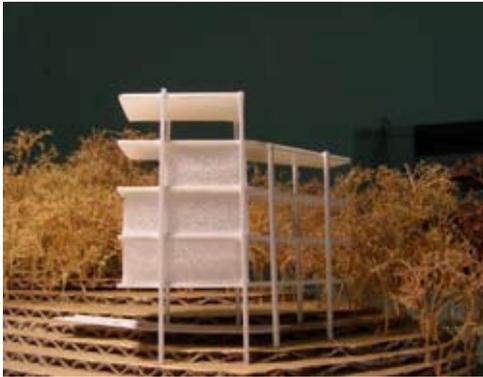
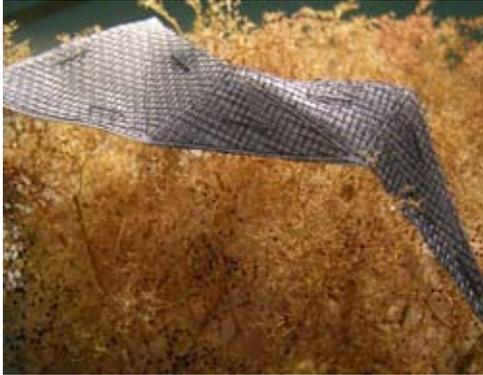




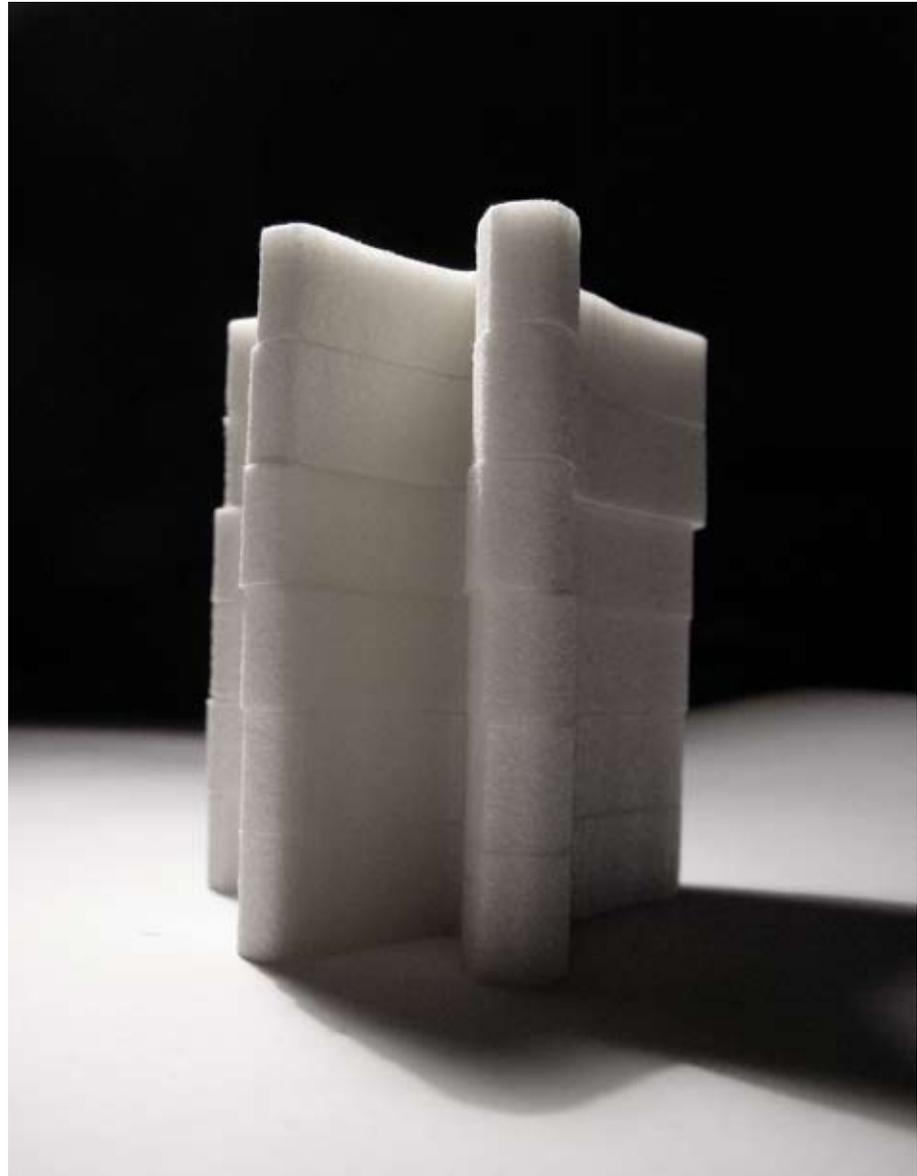
Spiel mit der Exfoliation / Steg über den felsigen Teil der Insel



Felsschnitte



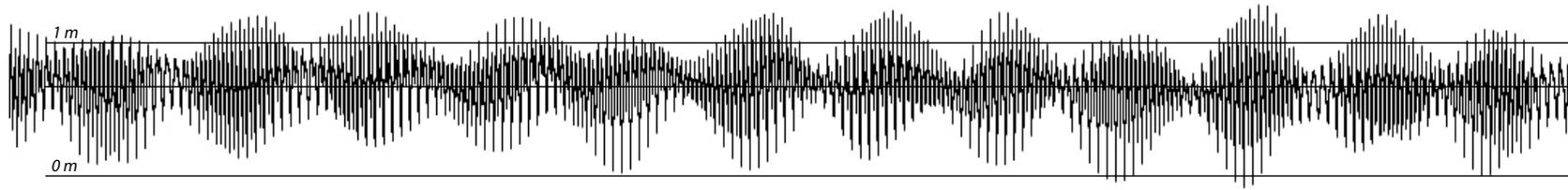
Turm als Verbindungsglied zu den Baumkronen / Kronennetz



Turm als Verbindung zu den Baumkronen / TreeTopTower

„People [...] prefer circumstances that require them to expand their horizons,
or at least circumstances where such enrichment is a possibility.”

- Kaplan, R., Kaplan, S. 1995, 50ff.



Felsschnitt

Die Erschließung der Insel von Cotunduba erfolgt von der Praia Vermelha aus mittels Kajak oder Boot. Wie bereits erläutert, ist das Anlegen in der Bucht des Schweifs des Kommas die logische Schlussfolgerung aufgrund der geschützten Lage. Auch topographisch ist es die geeignete Anlegestelle, denn die Steigung des Ufergeländes ist hier geringer als am Hauptteil Cotundubas. Eine Rampe mit einer Steigung von 15,3%, die aus dem Wasser herauszukommen scheint, ermöglicht ein sicheres Betreten des felsigen Bereiches der Insel. Bei einer Länge von 15 Metern erreicht sie eine Höhe von zwei Metern über dem Meeresspiegel. Nachdem der durchschnittliche Tidenhub in Rio de Janeiro im Jahresverlauf bei etwa 70 Zentimetern und maximal 120 Zentimetern liegt, ist eine Landung bei unterschiedlichen Gezeiten möglich.⁸⁶

Eine Verbindung, die eine Möglichkeit darstellt, auf das betretene Terrain einzugehen und dadurch einen Einblick in dessen Beschaffenheit bietet, wird zwischen der Rampe und dem Eintritt in den Wald erzeugt. Das Projekt besteht aus Eingriffen in Form von Geländeschnitten entlang eines möglichen Weges. Die Schnitte im Gelände weisen die gleiche Höhe auf, unterscheiden sich aber in ihrer Breitenausformung. Anhand der Breite des Schnittes an verschiedenen Stellen wird es ermöglicht, das Gelände

zu lesen. Gewinnt die horizontale Schnittfläche an Breite, kann man dies mit einer Verflachung des Geländes gleichsetzen – bei schmaler horizontaler Schnittfläche ist die Hangneigung dementsprechend steiler. Mit den Schnitten in die Oberfläche des Geländes wird gleichzeitig das Thema der Exfoliation des Tiefengesteines aufgegriffen und eine verstärkte Darstellung davon erzeugt, um Denkprozesse anzukurbeln und Aufmerksamkeit zu erhöhen und zu lenken. Die in verschiedenen Abständen wiederkehrende Intervention soll beim Fußgänger neuartige Erlebnisse hervorrufen, jedoch kein Bildungspfad sein. Die Wissensvermittlung eines beschilderten Bildungspfades ist nicht das Ziel des Projekts. Die Felsschnitte sind Teil des Weges, der bis in die Baumkronen führt und geben einen möglichen Wegesverlauf vor, der aber als solcher nicht zwingend einzuhalten ist. Vielmehr kann die Erfahrung des Geländeschnittes in einem bestimmten Abstand dazu gemacht werden.

Der beschrittene Weg des Fußgängers ist ein informeller. Er steht in Abhängigkeit mit dem Verlangen eine bestimmte Route zu bevorzugen. Diese, von Fußgängern frei gewählte Wege werden *desire lines* genannt. *Desire lines*, die auch unter dem Namen *disire paths* bekannt sind, stellen Pfade dar, die durch das Schreiten von Menschen eine sichtbare

86 Vgl. Tide/Current Predictor, 2011.

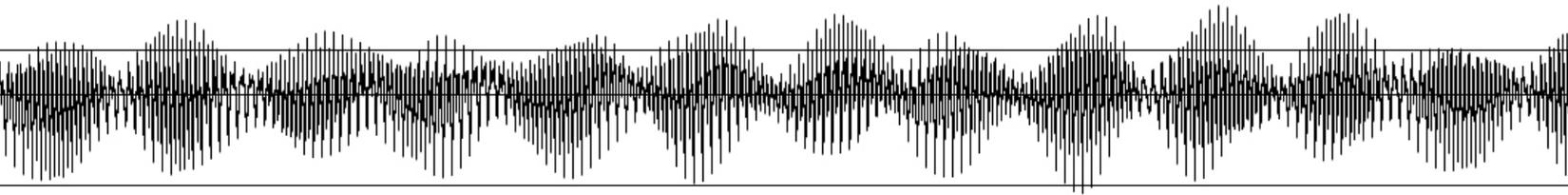


Abb. 19 Tidenhub in Rio de Janeiro im Jahresverlauf

Abnutzung hinterlassen haben. Oft ist eine *desire line* eine Abkürzung oder eine Route, die eine Erleichterung des Weges zwischen Start- und Zielpunkt gestattet. Durch den Grad der Abnutzung und die Breite lassen sich Rückschlüsse auf das Maß der Beanspruchung des Weges ziehen. *Desire paths* entstehen an jenen Stellen, wo die strategische Wegeplanung nicht mit dem menschlichen Gehverhalten übereinstimmt.

Häufig ist es besser vor dem Anlegen eines Weges das Verhalten der Menschen zu beobachten, als eine Vorhersage davon zu treffen um danach zu planen. Das Verhalten der Menschen zeigt auf, wo ein optimaler Pfad sein sollte. Planer machten sich dieses Wissen im Laufe der Geschichte zu Nutze und planten bewusst Wege erst nach geraumer Zeit, um die gewünschten Abnutzungsspuren als Planungsmittel einzusetzen.⁸⁷ Eine einfache Art die Spuren menschlichen Gehverhaltens festzustellen bietet der Schnee in dem sich Ruten am Boden leicht ablesen lassen können. Diese *desire lines* können jedoch nur in bestimmten Gegenden der Welt als Planungsmittel benutzt werden. Viele Wege älterer Städte haben ihren Ursprung in *disire lines*, die sich dann zu den heutigen, modernen Straßen zu entwickeln.

Desire Lines auf dem felsigen Teil der Insel Cotunduba können nach verschiedenen Kriterien entstehen. Die kürzeste Verbindung vom Anlegebereich zum Waldweg spielt dabei eine entscheidende Rolle; diese ist jedoch durch den Tidenhub und den damit beschreitbaren Flächen beeinflusst. Andererseits sind mögliche Ausblicke und Sichtbeziehungen ein Grund für die Entwicklung bestimmter *desire lines*. Erst durch eine bestimmte Höhe im Gelände lässt sich das Gebiet klar überblicken. Auch das Verlangen Ausblicke auf das offene Meer zu bekommen und auf die andere Seite der Insel zu sehen hat eine große Bedeutung. Der Felsschnitt spielt mit den *desire lines*, indem er einen möglichen Weg aufzeigt, der jedoch bewusst keinen zwingenden Weg darstellt. Vielmehr zeigt er eine Möglichkeit des Durchschreitens auf und beeinflusst die *desire lines* in ihrem Entstehen.

Wie bei Richard Serras Projekt *Shift* in King City, Ontario, der mittels sechs dreieckiger Betonelemente eine Art Wasserwaage schafft, die Bezugspunkte zum Gelände bilden und damit dem Betrachter eine differenzierte Raumwahrnehmung ermöglicht, werden Unterschiede in Höhe und Gefälle an den Eingriffen selbst ablesbar.

⁸⁷ Vgl. Berkun, S, 2011.



Abb. 20
Richard Serra, *Shift*
Die einzelnen Betonelemente haben eine waagrechte Oberkante mit einer maximalen Höhe von etwa 150 Zentimeter und folgen in ihrer Anordnung den nächst gelegenen Punkten mit 150 Zentimeter Höhenunterschied im Gelände.

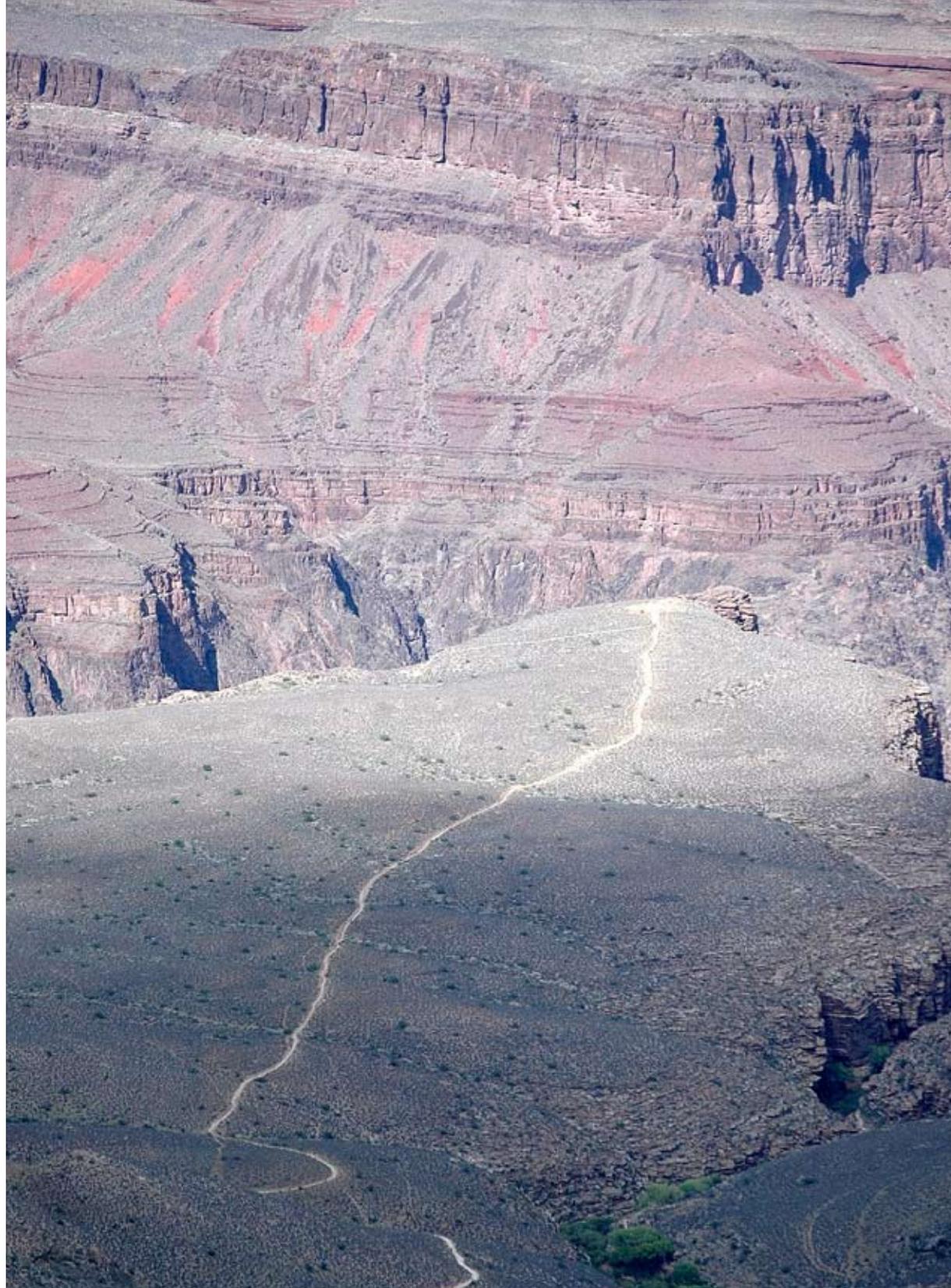
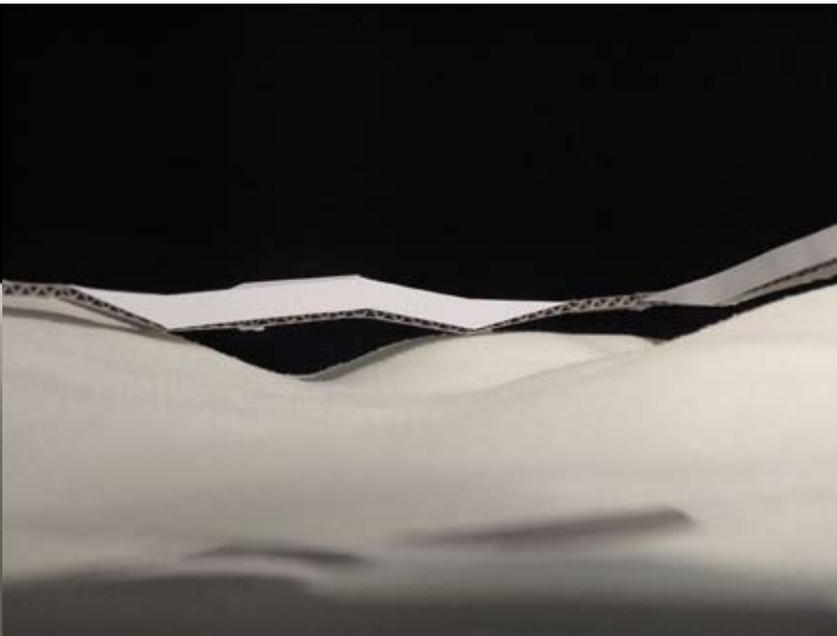


Abb. 21

Desire path im Grand Canyon
Der Weg ist nicht geradlinig und
folgt im steileren Teil den Konturen
des Geländes



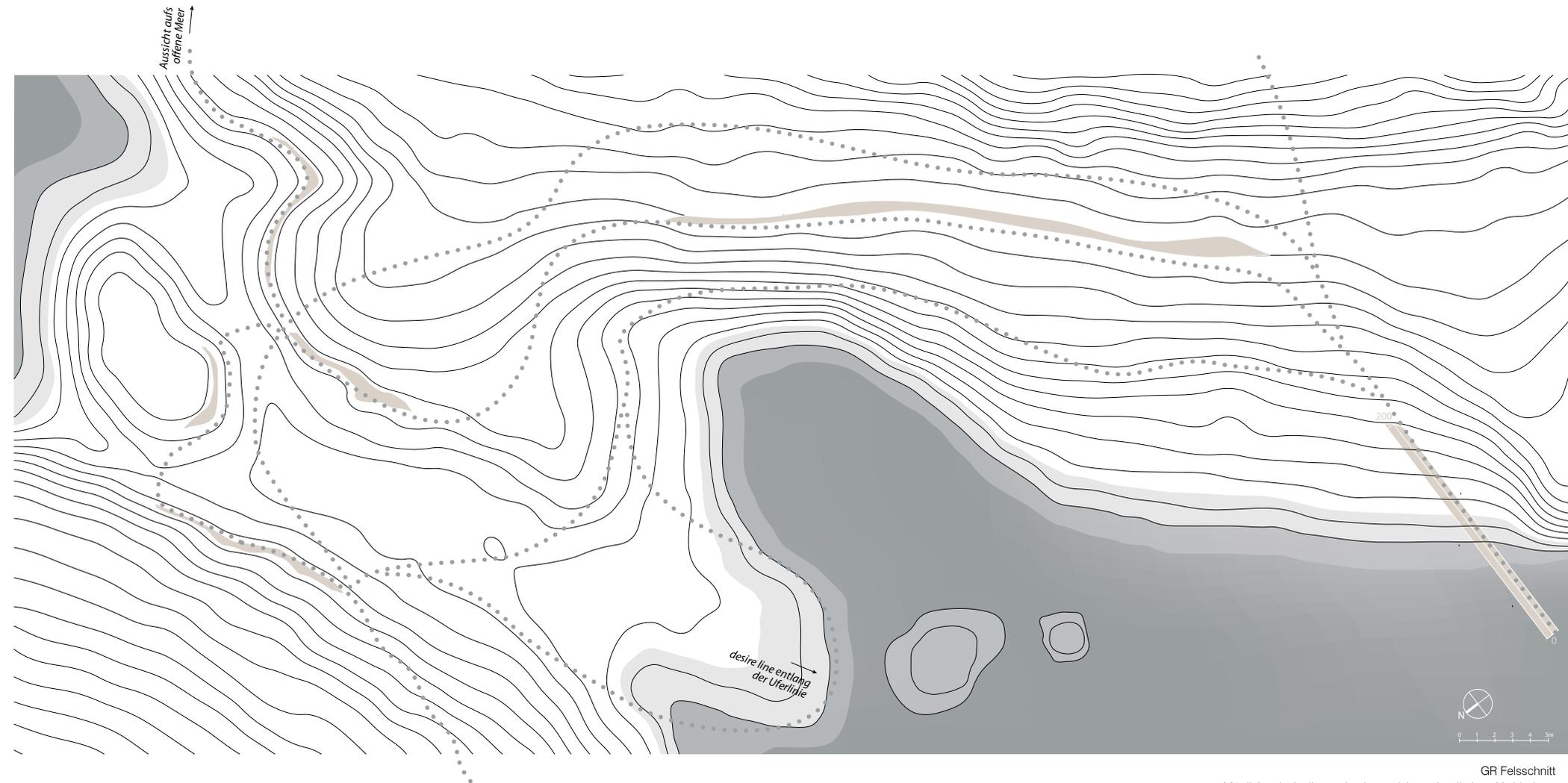
Steg über den felsigen Bereich, der durch Breite und Steigung auf das unter ihm liegende Gelände reagiert: Bei einer Zunahme der Steigung und einem dementsprechend schwierigerem Vorankommen verringert sich die Breite des Steges. Ein flacher werdendes Gelände ermöglicht hingegen wieder ein schnelleres Vorankommen, was sich auch in einer Verbreiterung des Steges widerspiegelt. Der Abstand des Steges vom darunterliegenden Terrain beeinflusst auch die Breite des Steges und sorgt bei geringer Höhe für ein schnelleres Vorankommen.

Annäherungen an den Entwurf: Steg, der durch Breite und Steigung auf das Gelände reagiert; Eintauchen in den Fels



Der Schnitt in den Felsen ermöglicht ein Eintauchen in die Materie und erlaubt das Erleben der Exfoliation des Felsen. Der durch die einzelnen Schnitte festgelegte Wegesverlauf lässt die Bewegung des Terrains erkennen.

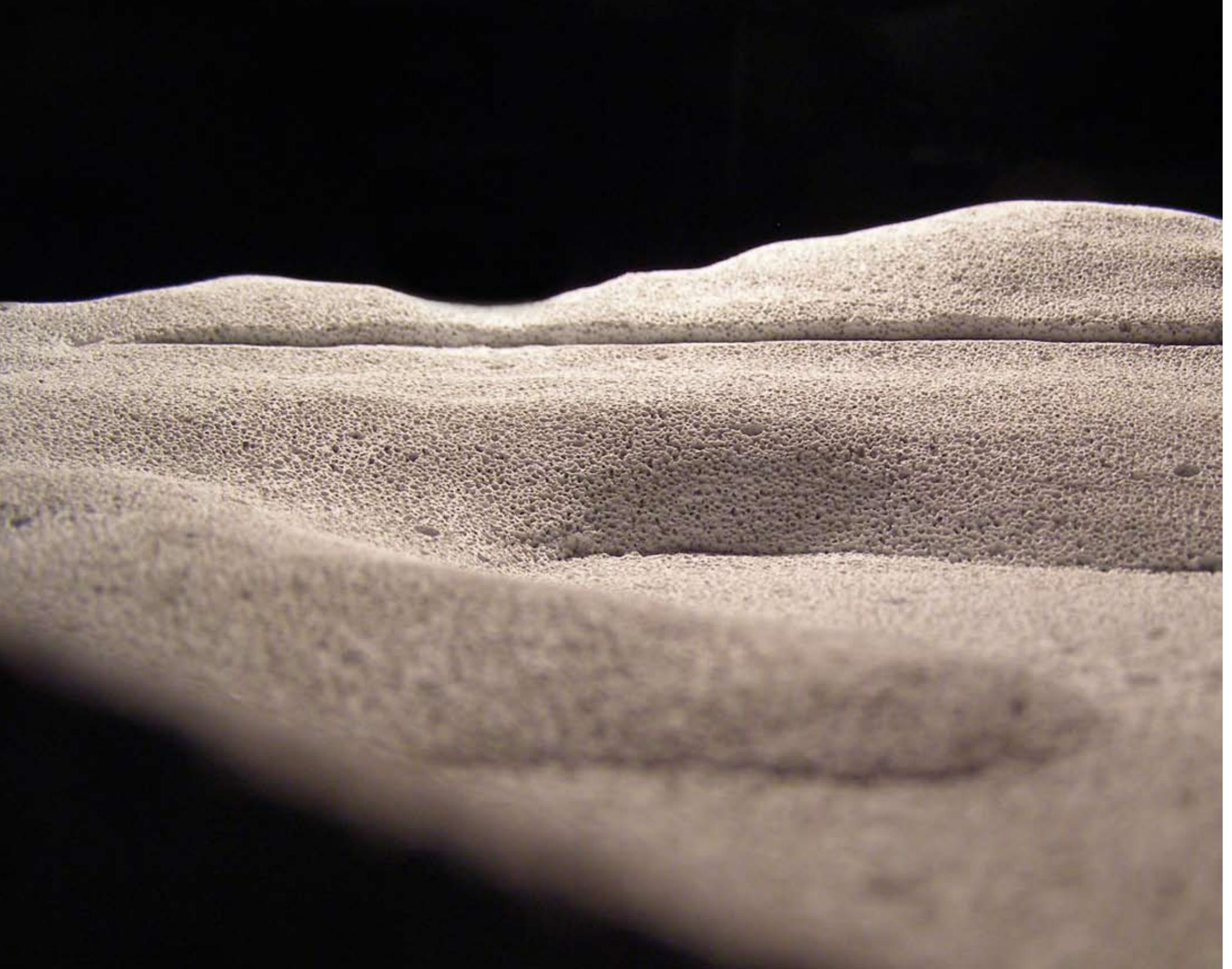




GR Felsschnitt
 Mögliche *desire lines* orientieren sich an der direkten Verbindung und an der Aussicht. Der Fußgänger wird durch die Felsschnitte in seiner natürlichen Wegführung beeinflusst.













„Webster’s New World Dictionary defines a trail as ‘a blazed or trodden path through a wild region.’
But it’s more than that—a good trail also protects the region it passes through from damage by use and the forces of nature.
Ultimately a trail is a vehicle for the experience of travel through a natural area.”

- Demrow, Carl/Salisbury, David, Boston 1998, 13.

Weg der Schweiz - von Morschach bis Brunnen

Der Weg der Schweiz ist ein, zur 700 Jahr Feier der Schweiz entstandener, 35 Kilometer langer Wanderweg der auf die Idee der Landschaftsarchitekten Stefan Rotzler und Peter Lanz zurückgeht. Er besteht aus Abschnitten, die seit Jahrhunderten bestehen und aus neuen Teilen, die den Weg zu einem kontinuierlichen Wanderweg ergänzen.

Der Weg wurde nach Kantonen in neun Wegabschnitte unterteilt. Der siebente Wegabschnitt des Weges der Schweiz führt von Sisikon über Morschach nach Brunnen. Auf ihm überwindet man eine Höhendifferenz von 390 Metern. Vom Dorf Sisikon, das am Ufer des Urnersees liegt, führt ein steiler Aufstieg bis auf 835 Meter Seehöhe und gibt dann den Blick über den Urnersee, die Berg, das Rütli sowie auf die andere Seeseite frei.

Nachdem man Morschach passiert hat, geht es Richtung Brunnen am Vierwaldstättersee weiter. Dieser Wegabschnitt – die Genfer Strecke - zeichnet sich unter anderem durch Interventionen von verschiedenen Künstlern aus. Bei den Interventionen handelt es sich um Störungen des Systems. Durch die Art wie sich das System wieder zusammenfügt, belehrt es über seine Natur und seine Funktionsweise.

Punktuelle Eingriffe in das System reichen also aus, um es verstehen zu können. Die Beiträge der verschiedenen Künstler haben das gleiche Ziel – durch Hervorhebung gewisser Merkmale des Ortes auf verschiedene Schichten des Territoriums aufmerksam zu machen. So arbeiten die Künstler mit Geräuschen, Fotos des Weges und Hervorhebung von Spuren entlang des Weges.

Der Weg selbst soll beim Spaziergeher neue Emotionen hervorrufen, jedoch kein beschilderter Bildungspfad sein. Er soll sich als gebrochener Faden gestalten – als etwas, das man in gleichmäßigen Abständen wiederfindet. Für die Eingriffe gab es eine Zusammenarbeit mit Spezialisten verschiedener Sparten, wie zum Beispiel Geographen und Botaniker. Einer der Interventionen bestand beispielsweise darin einen großen Findling von Bewuchs zu befreien und eine reine Felsoberfläche zu schaffen um damit die Besonderheit des während der Eiszeit durch einen Gletscher abtransportierten Blockes in seine Umgebung aufzuzeigen. Der Findling wirkte mit seiner reinen Oberfläche wie ein Fremdkörper in der Umgebung. Eine weitere Intervention waren horizontale Stufen, die auf eine Länge von 100 Meter in der Landschaft errichtet wurden.

Sie konnten als Treppe, wie auch als Sitzgelegenheit um die Landschaft zu betrachten benutzt werden, stellen aber gleichzeitig eine Verbindung zu den von Kühen in den Hang getretenen Stufen her. An einem anderen Teilstück des Weges zwischen Morschach und Brunnen wurde ein trommelförmiges Metallgerüst – das Chänzeli – mit Aussicht auf den See aufgestellt in das der Spaziergeher sich hinein begeben kann und dazu dient gleichermaßen ein Panorama und Distanz zu verschaffen. Das von den Spaziergehern hier Gesehene soll als Projektion ihrer eigenen Kultur verstanden werden und nicht bloß als ein weiterer Aussichtspunkt.



Abb. 22
Das Chänzeli an der Genfer Strecke
des Weges der Schweiz



Waldweg

Nachdem der flachere, felsige Teil der Insel verlassen wurde, taucht man in den dichten Wald ein. Der Weg setzt sich nun auf dem steileren Hauptteil der Insel fort und bildet eine Art Tunnel durch das Dickicht der Natur. Der Weg ermöglicht nicht nur eine Verbindung zum Turm und zum linearen Netz, sondern schützt auch die Natur vor wildem Durchgehen und soll einen möglichst kleinen Einfluss auf die Umwelt haben.

Die Steigung des Weges beträgt durchschnittlich etwa 15 Prozent und benötigt darum keine Befestigungsmaßnahmen. Der von Ästen und Gestrüpp befreite Tunnel durch das dicht bewaldete Unterholz hat eine Breite von 1,2 und eine Höhe von 3 Metern. Auf die Hangneigung quer zum Pfad muss bei dem steilen Gelände besonders Rücksicht genommen werden, damit Erosion so gut wie möglich verhindert werden kann. Die seitliche Neigung des Hanges soll dabei im Bereich des Weges ein Maximum von 70 Prozent nicht überschreiten. Diese Maßnahme wird nicht nur gegen Erosion eingesetzt, sie verhindert auch eine große Aushubböschung, die bei steilerer Hangneigung notwendig wäre. Der etwa 280 Meter lange Weg soll über die 50 Höhenmeter einen raschen, konsistenten Höhengewinn ermöglichen. Der weitere Verlauf des

Weges nach den Kehren ist im Vorhinein nicht einsehbar, um ein Abkürzen zu verhindern und damit die Natur zu schonen. Im oberen Bereich des Weges, wo das Gelände wieder flacher wird, kann, wenn man in die Höhe blickt, die Weiterführung des Weges in den Kronen gesehen werden. Das lineare Seilnetz und der Pfad am Boden spielen in Kombination eine wichtige Rolle für Abwurf von botanischer Ernte, um diese leicht wiederfinden zu können. Der Waldweg führt weiter in Richtung des TreeTopTowers, um dann in den Kronen der Bäume zu enden.

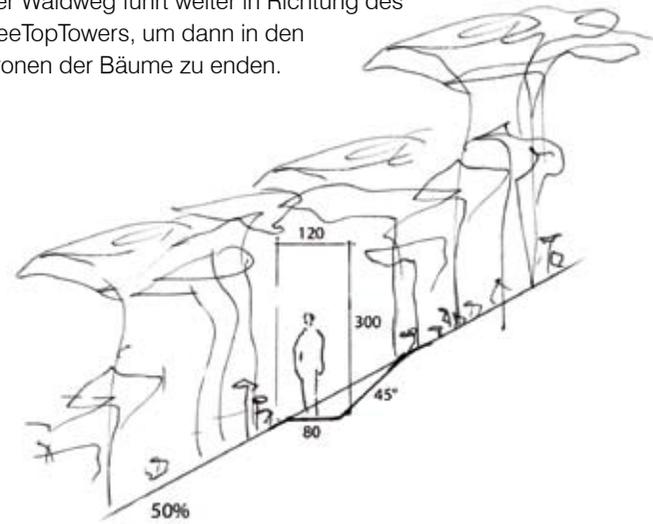
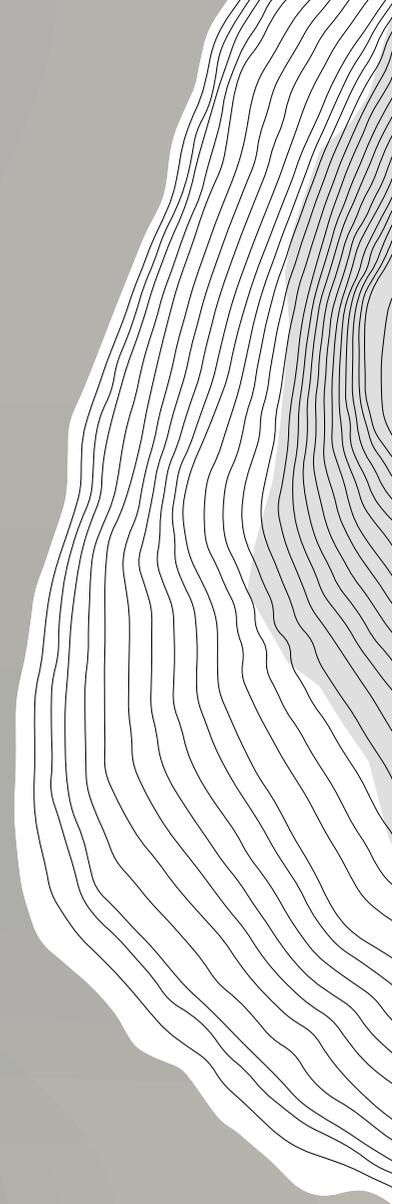
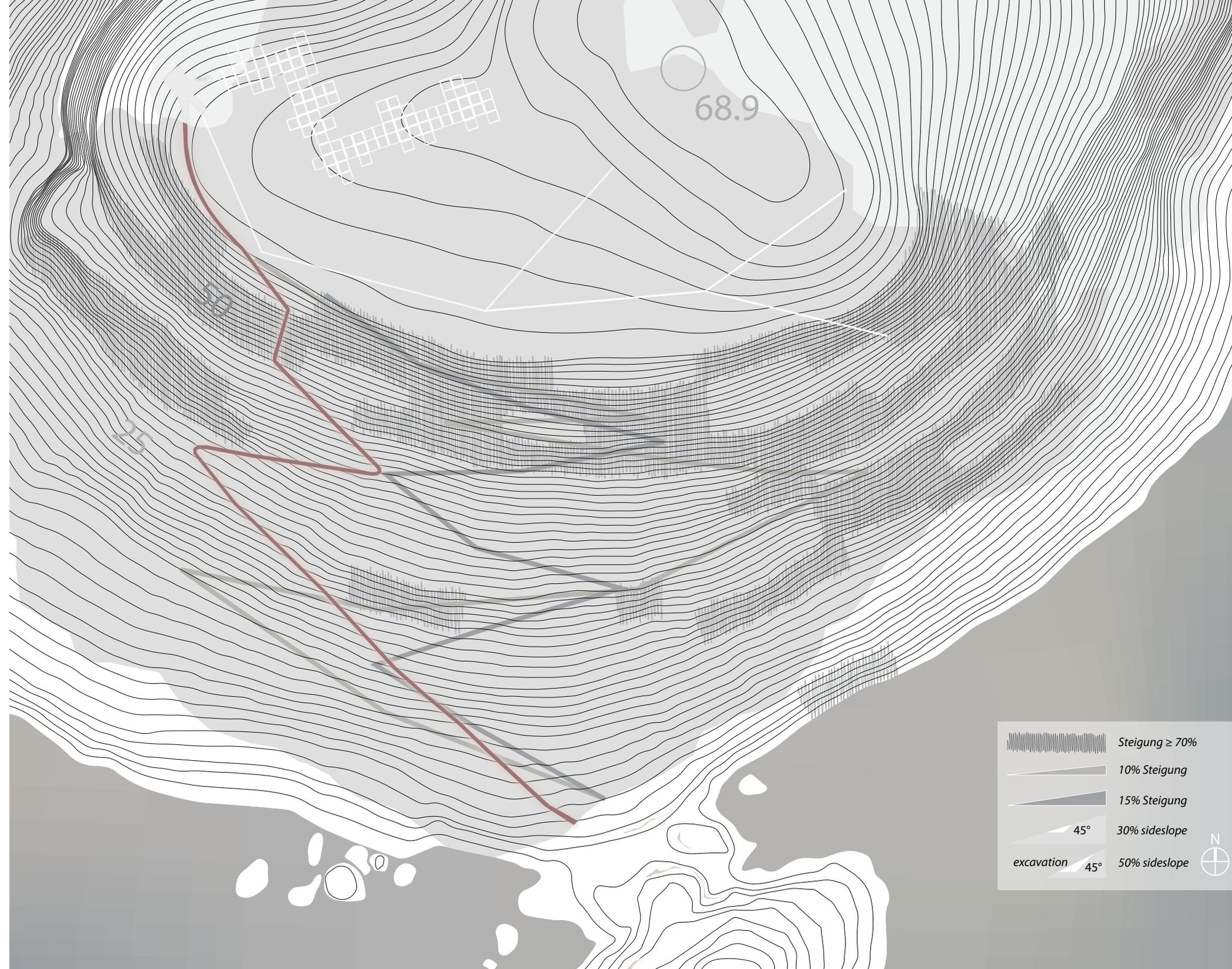


Abb. 23
Waldweg durch dichtes Unterholz



Lageplan Waldweg M1:1000
Varianten mit verschiedenem
Steigungsverhältnis





68.9

50

25

-  Steigung $\geq 70\%$
-  10% Steigung
-  15% Steigung
-  45° 30% sideslope
-  excavation 45° 50% sideslope



TreeTopTower

Direkt vom Waldweg kommend, tritt man in den TreeTopTower ein. Er fungiert als Bindeglied zwischen Waldboden und Baumkronen. Neben seiner Funktion als Schnittstelle stellt er auch einen geschützten Bereich auf der Insel dar, der eine Notschlafstelle sowie einen Arbeitsbereich für Forscher beherbergt. Die oberste Ebene ist eine Beobachtungsplattform für beispielsweise Ornithologen, Botaniker, Waldökologen und andere Forschungsrichtungen sowie zur Wachstumsbeobachtung im Sekundärwald.

Vor dem TreeTopTower befindet sich der markante unbewachsene Fels der Insel. Dadurch, dass an dieser Stelle ein Nachwachsen der Bäume nicht möglich ist, bleibt eine visuelle Verbindung zwischen dem Turm und dem Festland auf Dauer bestehen. Die drei Finger des Turmes sind eine Anspielung auf ein kartesisches Koordinatensystem, bei dem der Nullpunkt eine Schnittstelle zu Waldweg, Kronennetz und linearem Seilnetz bildet. Sie werden wie ein Puzzlestück in die Baumkronen des Waldes passen, sobald dessen Regeneration fortgeschritten ist. Die Lage des TreeTopTower an diesem Punkt der Insel ist auch von der Sichtweise, den Eingriff in die Natur der Insel möglichst klein zu halten, günstig. Des Weiteren bietet die

Position auf der Insel einen Punkt, der nicht unmittelbar ins System eingreift, sondern eine Beobachtung vom Rand aus ermöglicht, um beobachtete Tierarten nicht zu beeinflussen. Er dient dazu, gleichermaßen Aussicht und Distanz zu verschaffen. Die Kronenbeobachtung des Turmes erfährt, wie die einer Raumstation, eine wechselnde Besatzung, die in verschiedene Richtungen forscht und studiert. Der zehn Meter hohe TreeTopTower besitzt durch seine Sichtbetonoberfläche einen Ausdruck einer einmaligen, endgültigen Formulierung als Fixpunkt in einem von dynamischen Prozessen umgebenen Ökosystem.

Nach dem Eintritt in das Gebäude wird man mittels einer abschüssigen Rampe in das selbige förmlich hineingezogen. Im Inneren herrscht die Atmosphäre wie unter einem Blätterdach. Lichtpunkte fallen auf Wände und Boden und erzeugen so wechselnde Stimmungen. Der zum Festland gerichtete Teil des Turms weist Öffnungen auf, die den aus dem Bereich der Fotografie entstammenden Bokeh-Unschärfelichtreflexen ähneln. Die vertikale Verbindung wird im Inneren des Turms durch ein freies Blickfeld nach oben hin betont. So ist der TreeTopTower als Verbindungsglied zum Kronennetz und zum

linearen Seilnetz erfahrbar. Den Außenwänden folgende Treppenläufe, Podeste und Plattformen führen in die Höhe. Die freie Fläche der Eingangsebene kann als Raum zur Ausstellung der hier gemachten Forschungsergebnisse genutzt werden um, Einblick in die Arbeit auf Cotunduba geben zu können. Über eine freitragende, gewendelte Betontreppe gelangt man in das unterste Level, welches einen eigenen Bereich innerhalb des Turms bildet, in dem man ungestört auf Sitzstufen mit Aussicht Richtung Rio de Janeiro nachdenken und beobachten kann.

Folgt man dem Treppensaum von der Eingangsebene in die Höhe, kommt man zur Notschlafstelle, die sich von unten als ein geschlossenes Element im Raum zeigt. Der Schlafbereich ist visuell vom restlichen Gebäude getrennt, besitzt aber ein Oberlichtband in Richtung der Bokeh-Fassade um eine Belichtung des Raumes zu ermöglichen. Die Notschlafstelle weist zwei Schlafebenen auf und bietet Platz für bis zu zehn Menschen.

In der Ebene über der Notschlafstelle ist ein Arbeitsbereich für Forschung mit Ausrichtung zur Bokeh-Fassade angesiedelt. Der Weg durch den Turm steigt vom Arbeitsbereich aus weiter an und führt zu den Öffnungen,

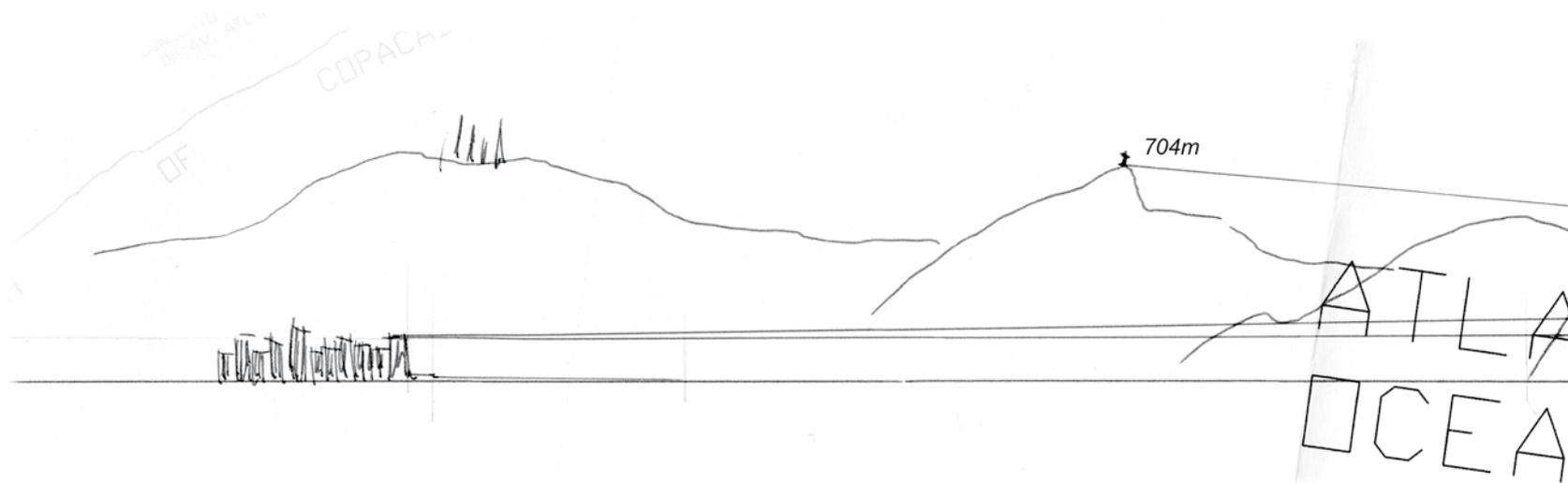
durch die man zum linearen Netz und zum Kronennetz gelangt. Von hier weg geht eine Treppe weiter auf die Aussichtsplattform des Turmes. Die Plattform dient als Beobachtungsstelle für verschiedene Forschungsgebiete, wobei für Ornithologen die Stabilität des ganzen Gebäudes hier besonders wichtig ist. Starke Winde sollen dem Turm nichts anhaben, damit die vibrationsempfindlichen Ferngläser nicht beeinträchtigt werden. Neben den Forschungsmöglichkeiten bekommt man hier auch einen besonderen Ausblick geboten, der sonst in Rio de Janeiro nicht möglich ist. Man kann zurücksehen auf die Skyline der Stadt, wobei im Gegensatz zu vielen anderen Metropolen in der Skyline von Rio de Janeiro die Natur im Vordergrund steht. So kann man das 842 Meter hohe Gebirgsmassiv Pedra da Gávea, Dois Irmãos und den Corcovado im Tijuca Nationalpark betrachten. Man kann auch den Eingang in die Guanabara Bucht und Niterói auf der anderen Seite des Einganges erblicken. Als Schutz der Natur der Insel ist von hier aus auch Waldbrandüberwachung möglich, die sich durch die Anwesenheit der Wissenschaftler auf der Insel stark verbessert und Brandgefahr minimiert. So trägt die Forschung auf Cotunduba, neben dem Schutz der Insel vor großflächiger Bespielung und Bebauung, auch auf diese Art zum Erhalt der Natur der Insel bei.

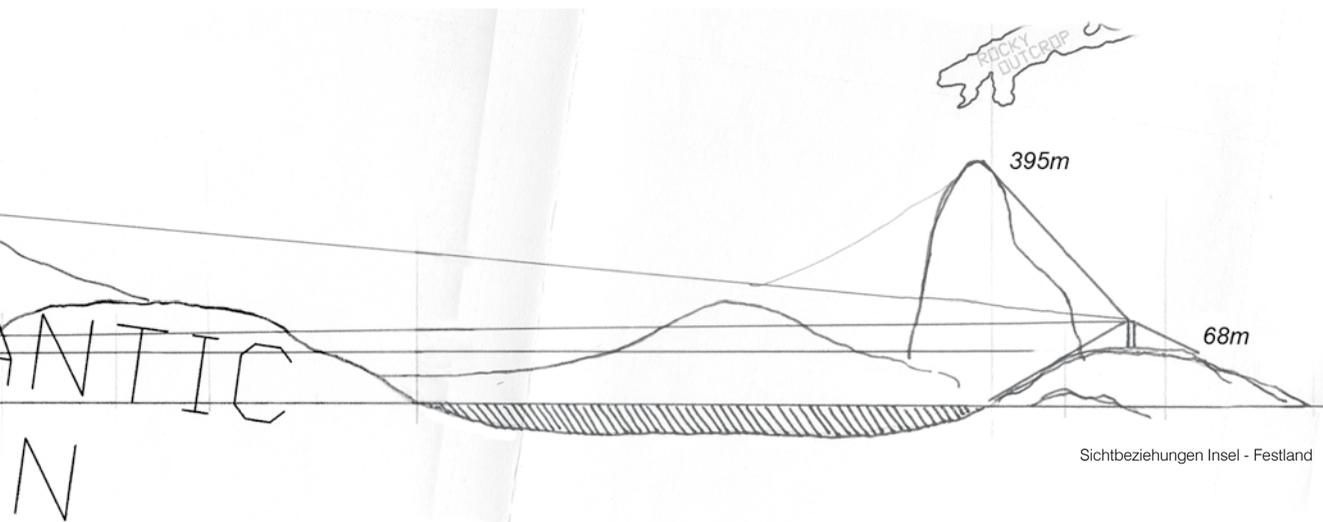
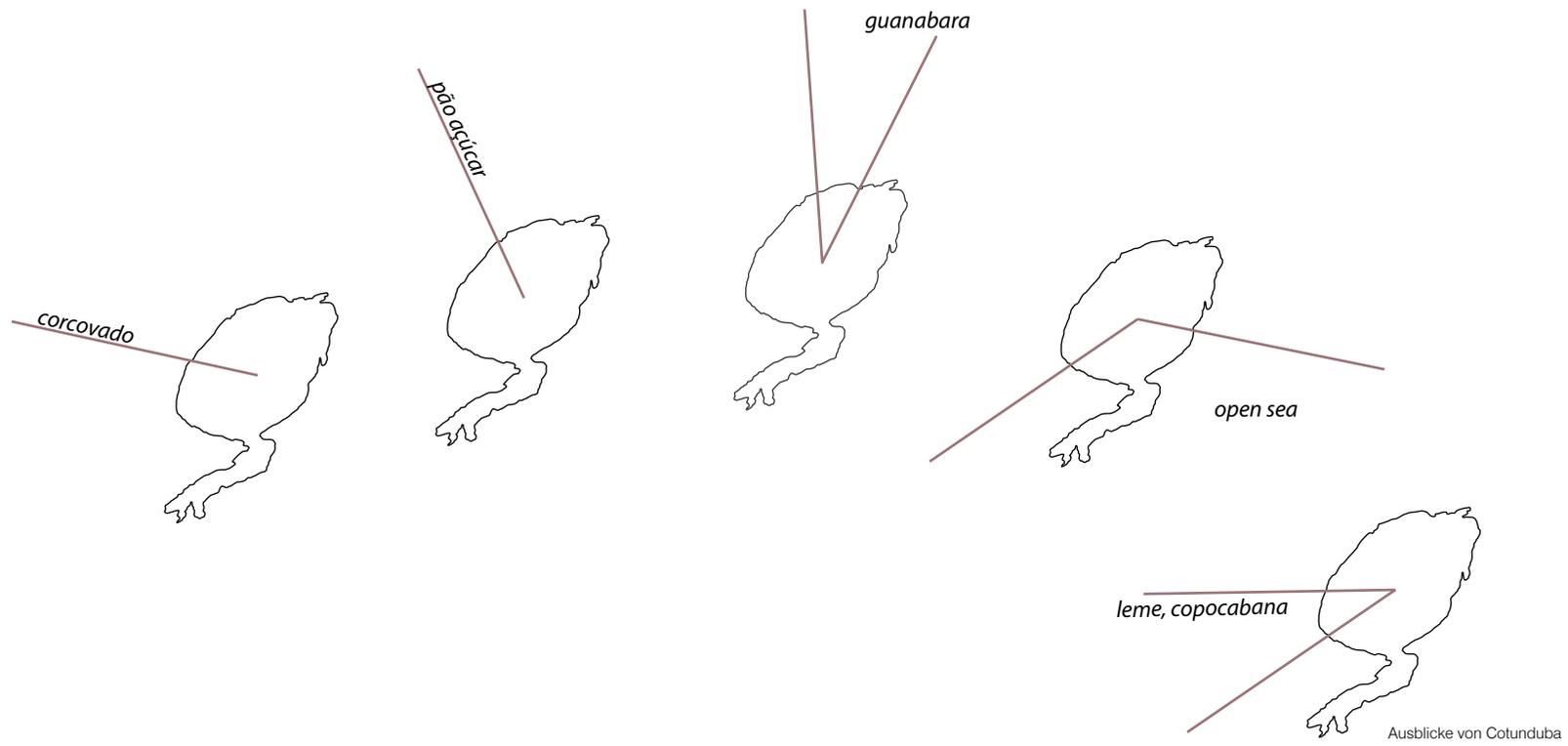
Beispiel Bird Observation Tower Gårdsvatnet

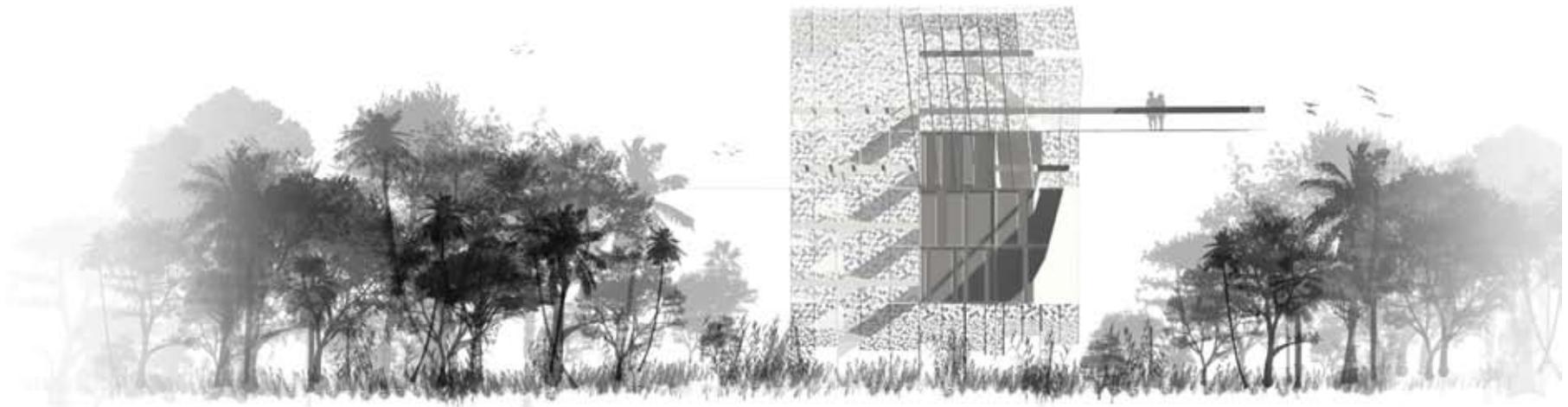
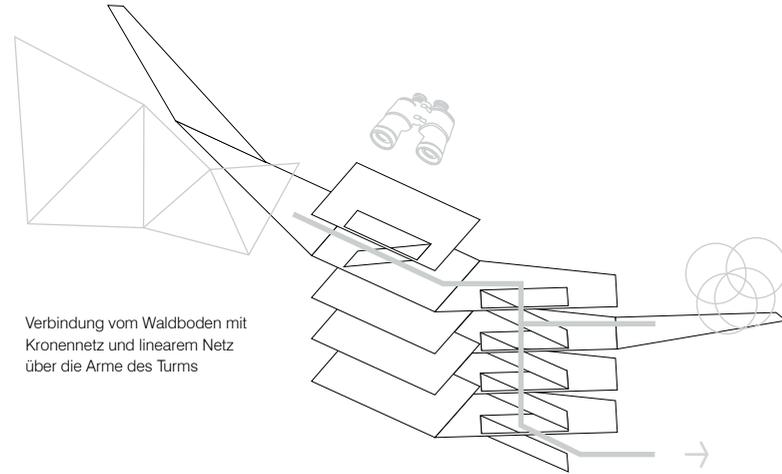
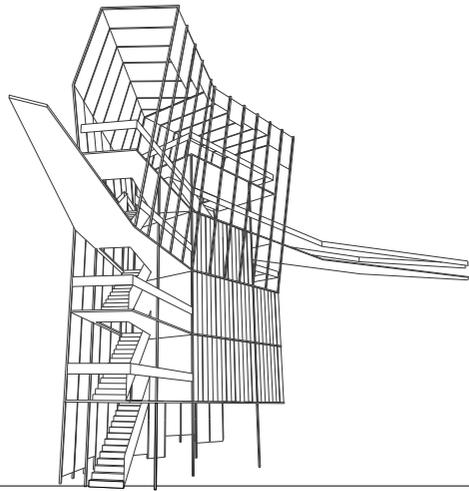
Der Vogelbeobachtungsturm von 70° Nord Arkitektur in Gårdsvatnet wurde als Teil des nationalen touristischen Projekts in Norwegen gebaut. Durch Abschirmung des Zugangs ermöglicht der 6,5 Meter hohe Turm, am Vogelleben teilzuhaben, ohne die Vögel während ihrer Brutzeit zu stören. Auf Eingangsniveau gibt es einen wettergeschützten Bereich. Die tragende Struktur des mit naturbelassenem Holz verkleideten Vogelaussichtsturms ist aus Stahl. Die Stabilität ist sehr wichtig, damit dem Turm starke Winde nichts ausmachen und vibrationsempfindliche Ferngläser nicht beeinträchtigt werden.

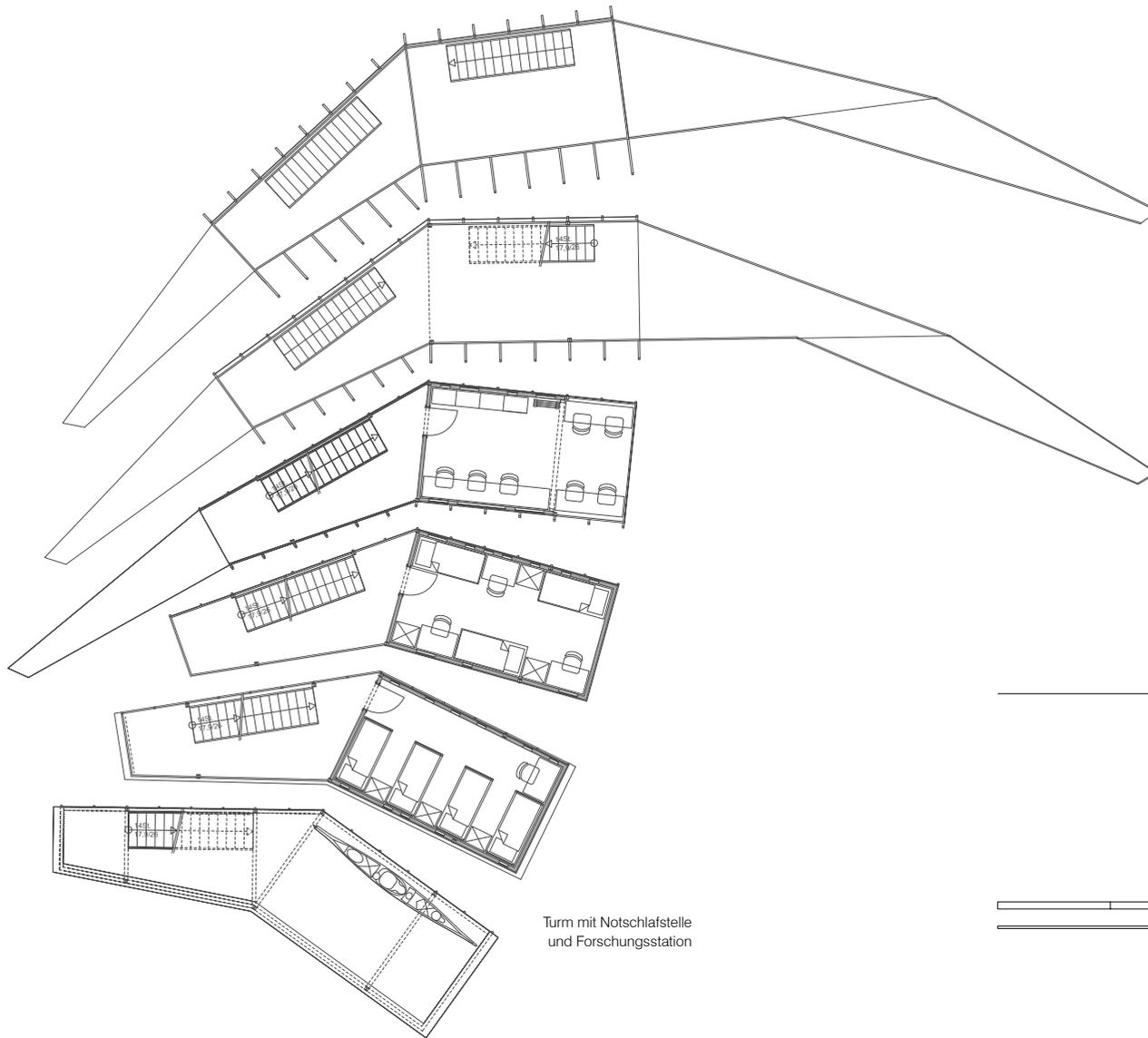


Abb. 24
Vogelbeobachtungsstelle
Gårdsvatnet

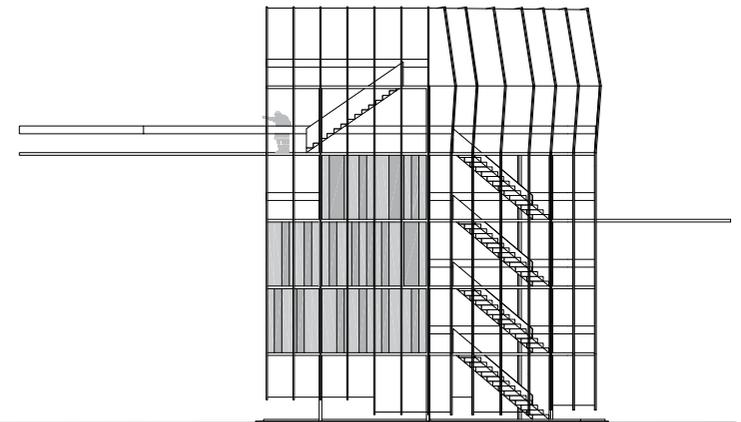
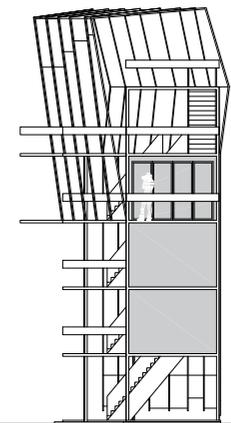








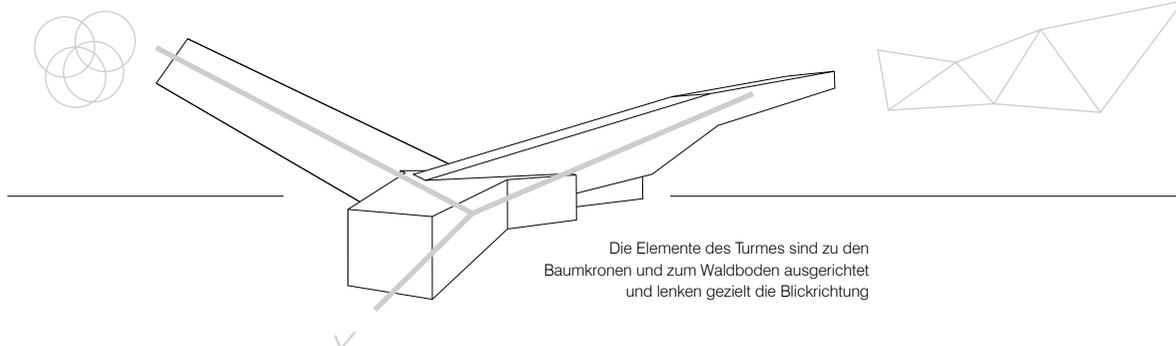
Turm mit Notschlafstelle
und Forschungsstation





Ansicht des Turmes beim Verlassen des Waldes

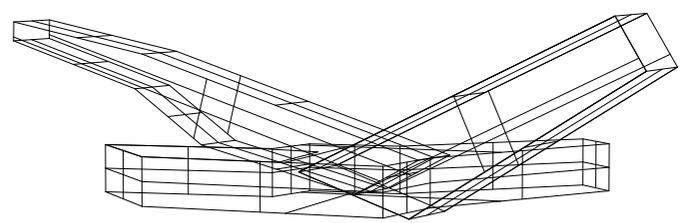


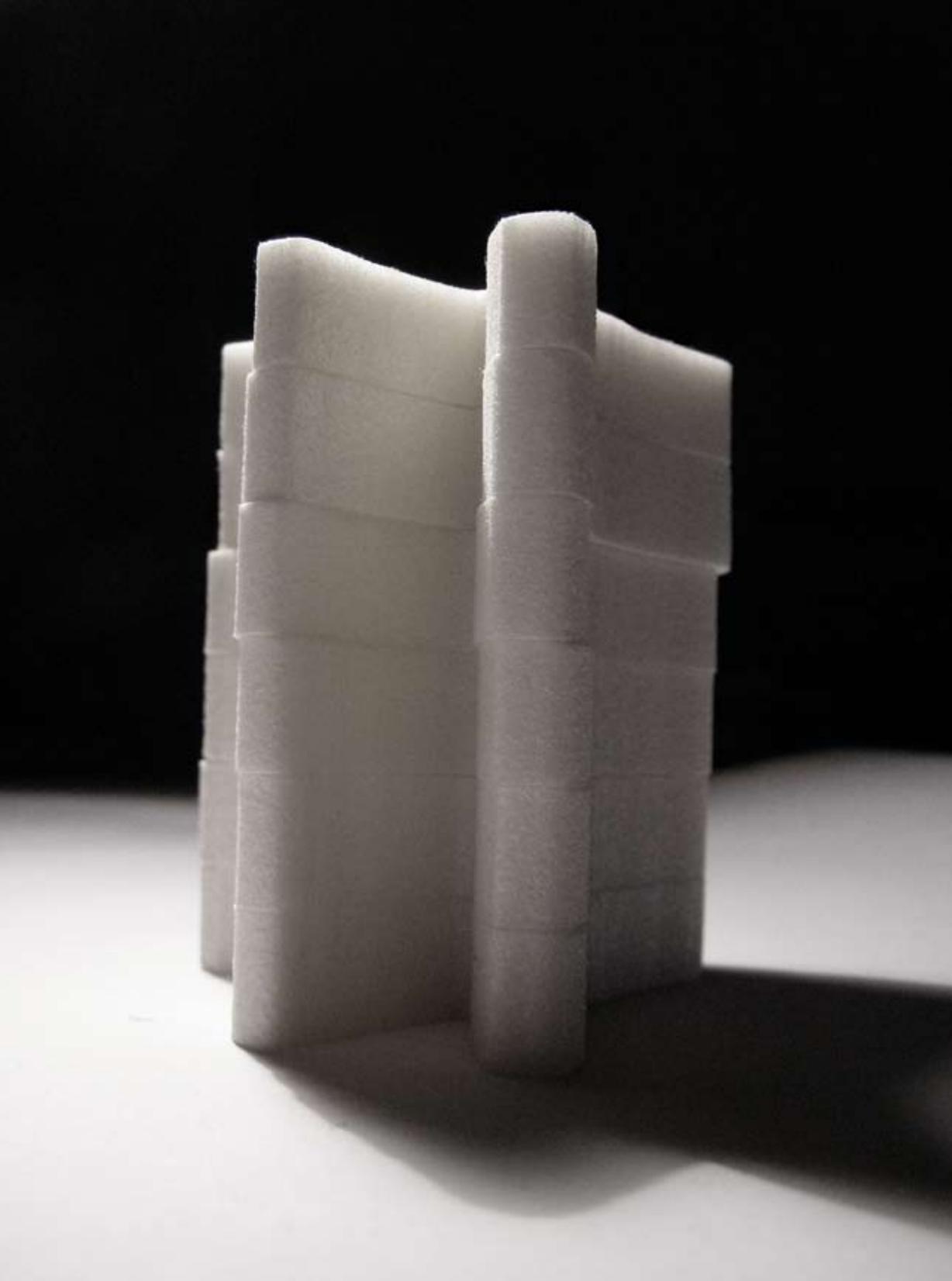


Die Elemente des Turmes sind zu den Baumkronen und zum Waldboden ausgerichtet und lenken gezielt die Blickrichtung



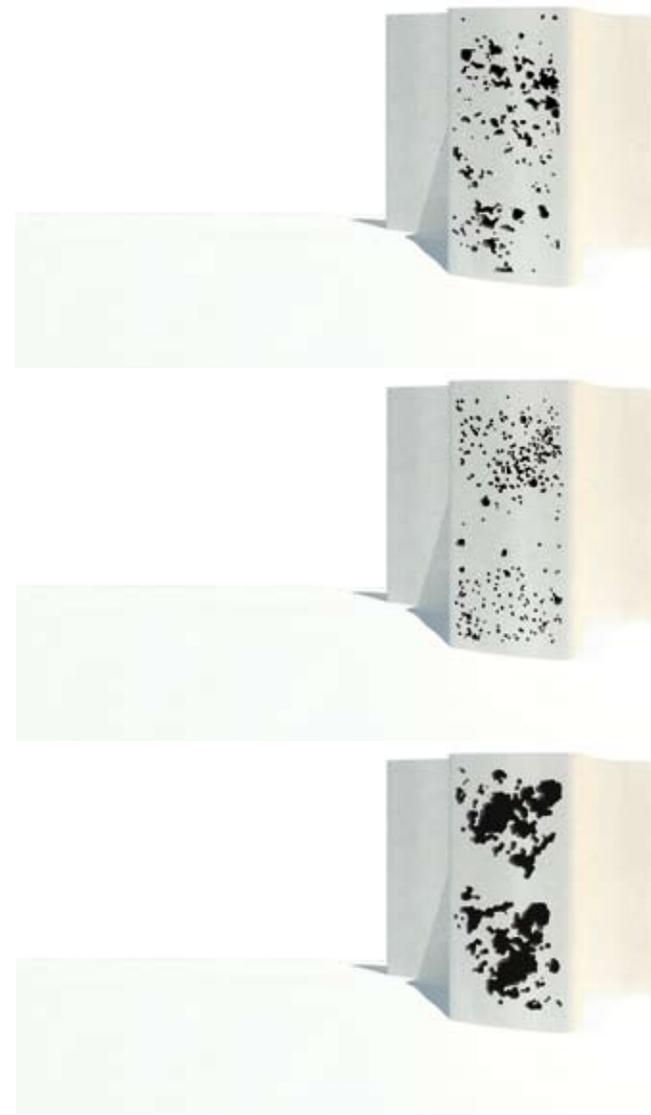
Sinnbild für die Achsen des kartesischen Koordinatensystems sowie der Verbindung von Waldboden, linearem Netz und Kronennetz



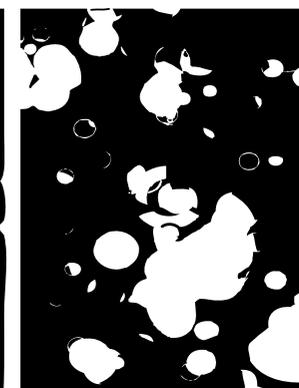
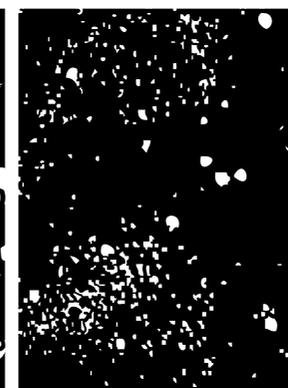
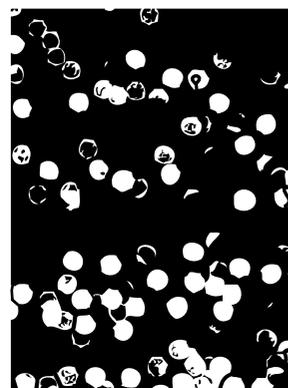
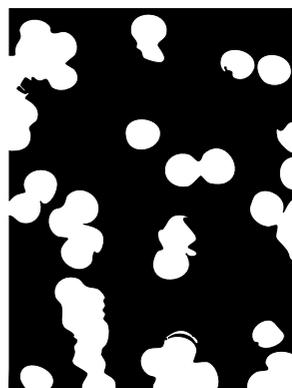








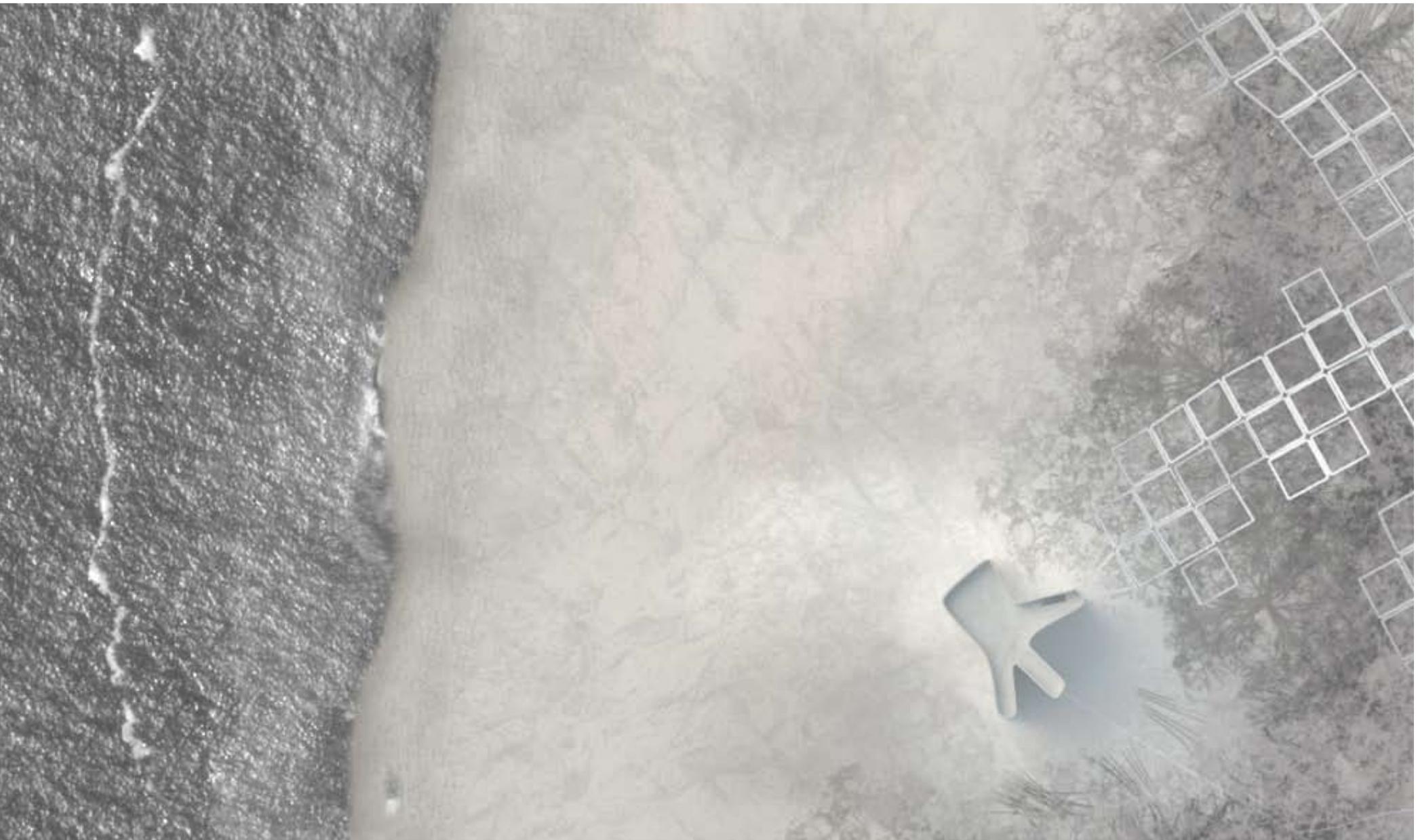
Bokeh-Versuche mit
Auswirkung auf das Fassadenbild

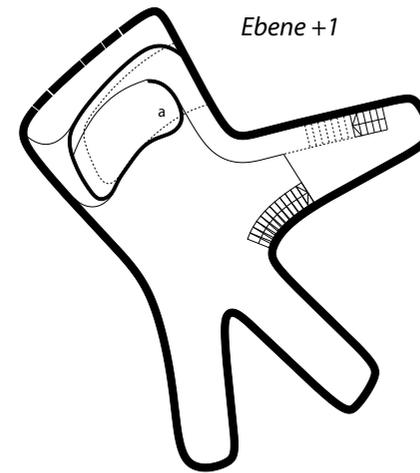
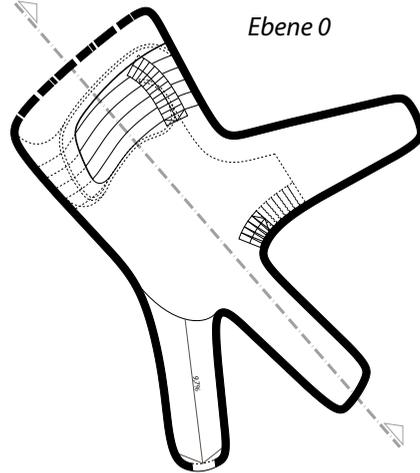
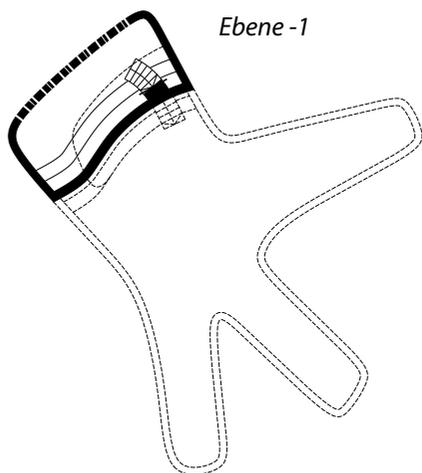
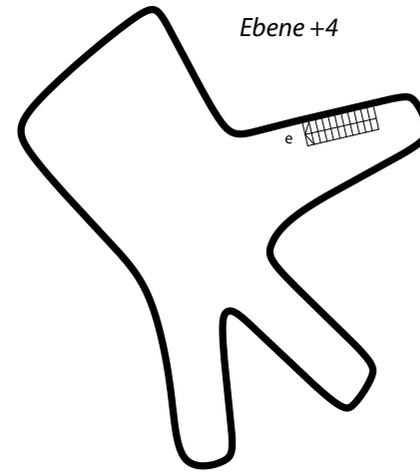
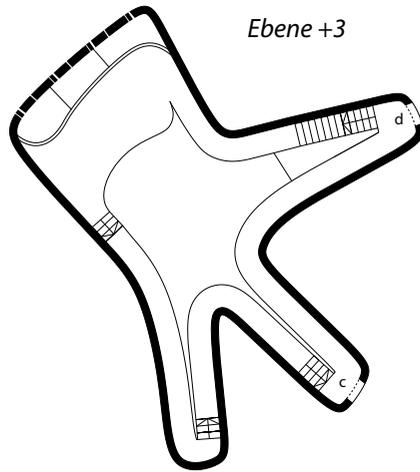
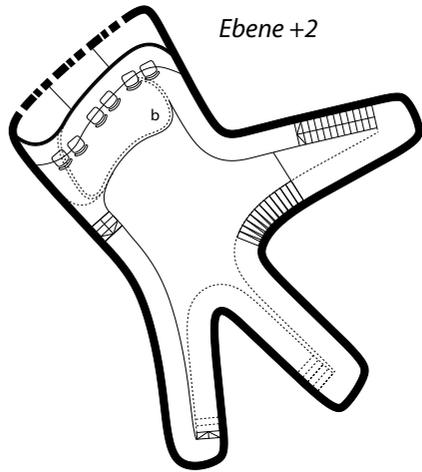






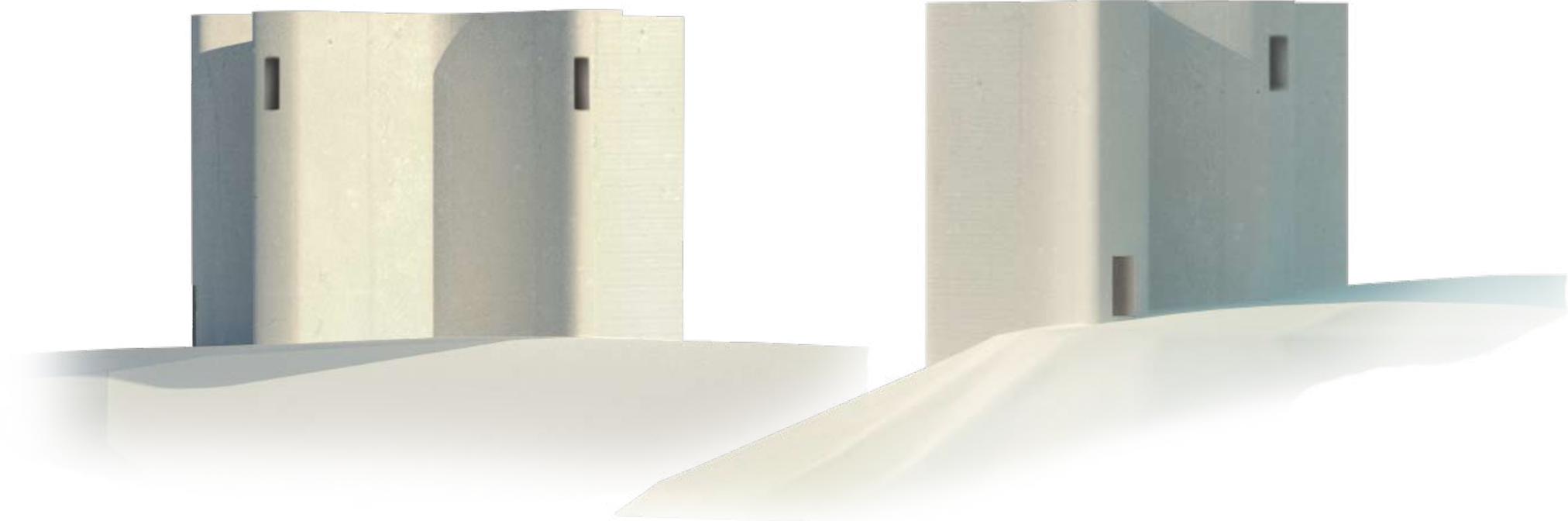


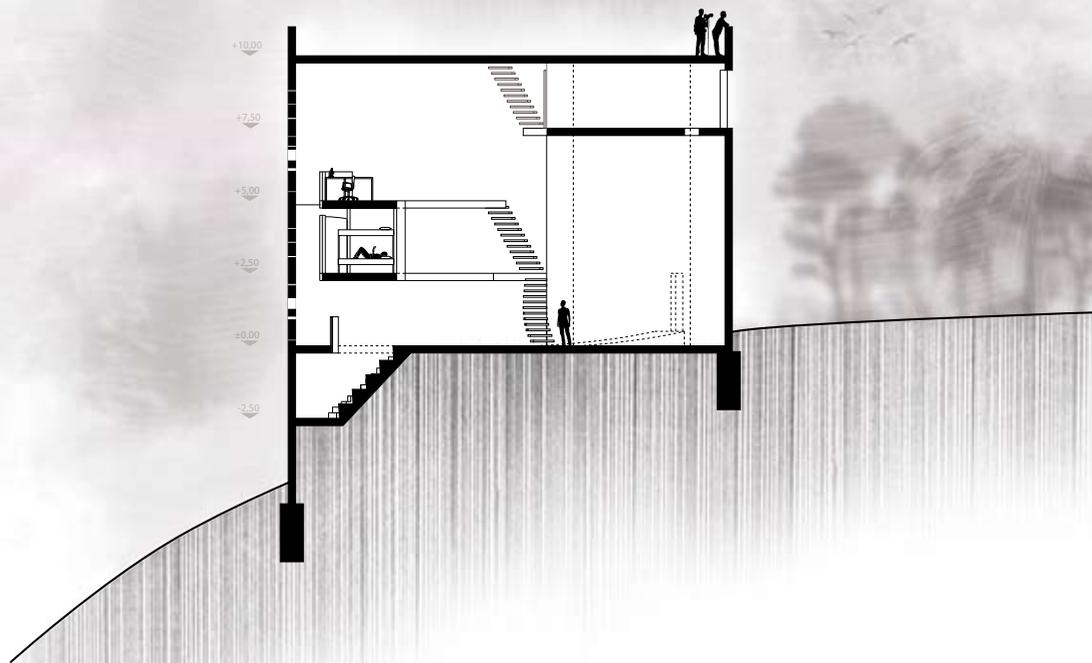




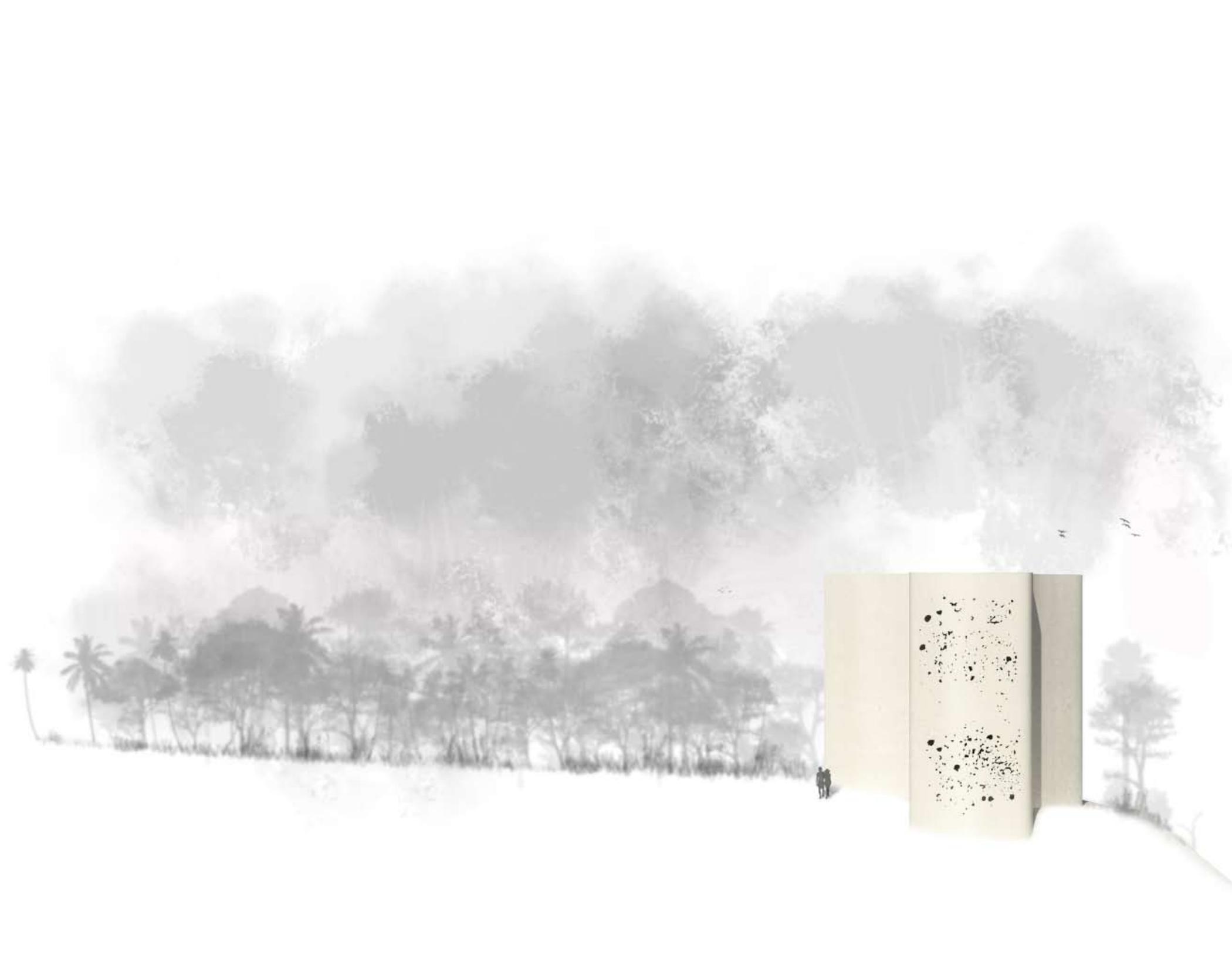
- a Notschlafstelle
- b Arbeitsbereich
- c Verbindung zu linearem Netz
- d Verbindung zum Kronennetz
- e Aussichtsplattform

0 1 2 5m





0 1 2 5m



Zugang zu den Baumkronen

Wie man anhand des geschichtlichen Überblicks der Baumkronenforschung gesehen hat, gab und gibt es verschiedene Möglichkeiten, die auch von der Art der Forschungsarbeit abhängen, zur Beobachtung und Erforschung der Baumkronen. Während man mittels Turm, Seilzugang und Baumleitern eher punktuell in die Kronen eindringt, gibt es auch lineare Systeme wie Gondeln oder Ballons, die für weite Distanzen gut geeignet sind. Hierbei gibt es die Möglichkeit von Gondelbahnen mit Stützen als starres System, sowie einen Ballon mit Zugseil als flexible Zugangsmöglichkeit. Das Zugseil benötigt jedoch eine freie Verbindung von Ballon bis zum Waldboden, die bei dichter Bewaldung nicht gegeben ist. Ein guter Mittelweg der beiden Systeme ist ein lineares Seilnetz mit flexiblen Verankerungspunkten für die Fahrt mit einem daran festgemachten Ballon.

Eine Methode, die auch das Absenken in tiefere Regionen der Baumkronen zulässt, stellt ein Kran dar. Dieser ist jedoch an einen Radius gebunden, der durch seine Konstruktion vorgegeben wird. Einen sehr freien Zugang ermöglicht der Hubschrauber – jedoch ist dieser für die wenigsten Forschungsarbeiten zu gebrauchen, da er bei einer bestimmten Nähe zu den Kronen Bäume entlaubt und Äste brechen lässt.

Ein freier Zugang zu den Kronen stellt auch ein Kronennetz dar. Durch die Möglichkeit, dieses zu erweitern, um zu interessanten Flächen auf dem Dach des Waldes zu gelangen, kann man damit flexibel auf Vorgänge in Kronen reagieren.

Eine Kombination verschiedener Methoden zur Beobachtung der Baumkronen soll verschiedensten Bereichen der Forschung einen jeweils optimalen Zugang ermöglichen.

Lineares Netz

Das lineare Seilnetz startet von der Schnittstelle TreeTopTower aus und verzweigt sich zu interessanten Punkten des Waldes. Da diese variieren, kann man durch die flexiblen, an Bäumen befestigten Punkte darauf reagieren, um neue Wege zu schaffen.

Die Tragkraft des Ballons ist abhängig von den verwendeten Traggasen und dem bestehenden atmosphärischen Druck. Um den Ballon mitsamt seiner Last in einem Schwebезustand halten zu können, ist es nötig, die Menge der Traggase mit der Umgebungstemperatur, dem Luftdruck und dem zu tragenden Gewicht abzustimmen.



Während die Dichte der Luft unter Normalbedingungen etwa $1,293 \text{ kg/m}^3$ beträgt, haben Traggase eine Dichte von $0,08$ (Wasserstoff) bis $0,20 \text{ kg/m}^3$ (Helium). Die Tragkraft des Traggases wird durch Subtraktion der Dichte des Traggases von der Dichte der Luft ermittelt. Mit Wasserstoff lässt sich demnach ein etwas höherer Auftrieb bewerkstelligen als mittels Helium. Ein Kubikmeter Wasserstoff hat eine Tragkraft von $1,21$ Kilogramm. Für eine Person mit einem Gewicht von 80 Kilogramm wären, ohne das Material des Ballons selbst und die Plattform für den Piloten zu berücksichtigen, 66 Kubikmeter Wasserstoff notwendig, um diesen in Schwebelage halten zu können. Das aus vier einzelnen, kugelförmigen Kammern bestehende Fluggerät benötigt demnach einen Radius von $1,56$ Metern pro Kammer, um das nötige Heliumvolumen aufnehmen zu können.

Der Sitz des Passagiers, der gleichzeitig auch Pilot des Ballons ist, ist wie ein Elektron, das um den Atomkern aus Protonen und Neutronen kreist, am Fluggerät abgehängt. Der Verbindung vom Fluggerät mit dem linearen Seilnetz geschieht mittels Karabinerhaken, die bei Verzweigungen oder den Fixpunkten an dem folgenden

Tragseil befestigt werden. Auch die über das Kronendach hinausragenden Wipfel können damit überwunden werden. Der Pilot hat die volle Kontrolle über die Vorwärtsbewegung des Fluggerätes; durch leichtes Ziehen am Zugseil gerät dieses in Bewegung. Das Seilnetz weist eine Gesamtlänge von 350 Metern auf, ist jedoch nicht durch fixe Punkte bestimmt, da es Flexibilität in Hinblick auf Änderungen der Streckenführung zulassen soll. Das lineare Netz ist erweiterbar auf ein bis zwei Kilometer Länge und ermöglicht ein Befahren der bewaldeten Bereiche der Insel, die sich im Laufe der Zeit auch noch weiter ausdehnen werden.

Während der Fortbewegung durch die Kronen ist es möglich, überall entlang des Weges anzuhalten, um Experimente, botanische Ernten, Untersuchungen und Analysen durchzuführen, zu filmen und zu fotografieren sowie Insektenfallen auszulegen. Durch eine teilweise deckende Wegführung mit dem Waldweg ist es nicht nur möglich, in diesem Bereich mit Personen am Boden zu kommunizieren, sondern auch die botanische Ernte, wie etwa Blätter, Äste und Rinde abzuwerfen, um diese danach wieder leichter aufzufinden. Auch das steilere Gelände kann mittels Ballon erkundet werden.



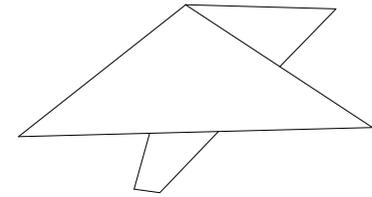
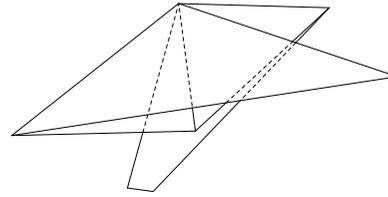
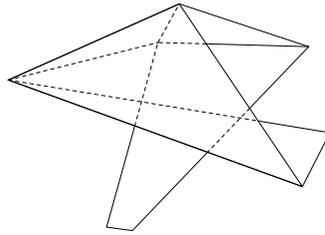
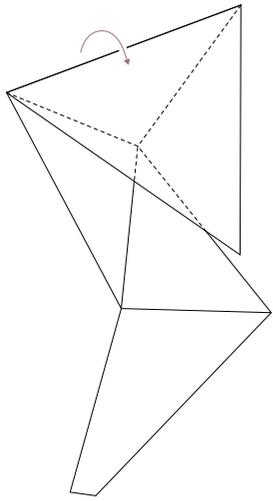
Kronennetz

Das Kronennetz ist mit einem Epiphyt vergleichbar. So wie ein Epiphyt auf Bäumen wächst, deren Zweige als Halt nutzt und verschiedene Arten wie Schmetterlinge und Vögel anlockt, liegt das Kronennetz auf den Ästen der Baumkronen auf, benützt diese als tragende Struktur und lockt die Art *Homo sapiens sapiens* an.

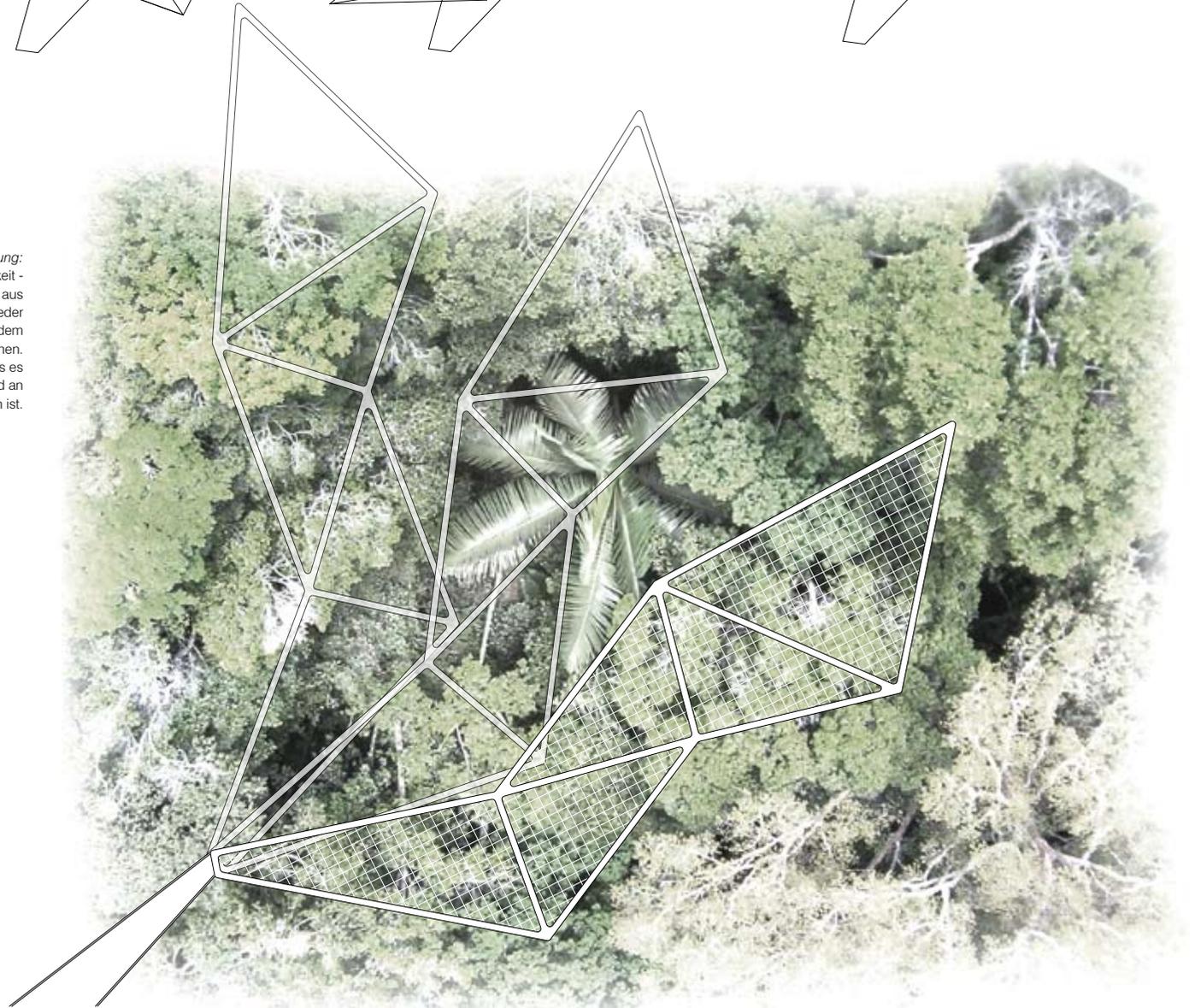
Das System des Baumkronennetzes auf Cotunduba beruht auf der Regeneration von dessen Natur. Auf den schnell wachsenden Pionierhölzern der wiederaufgeforsteten Flächen ist aufgrund deren Biegsamkeit nicht mit einem stabilen Untergrund für das Netz zu rechnen. Bestimmte Flächen können daher erst im Laufe der Zeit für diese Zugangsmethode genutzt werden. Die von Guineagrass bedeckten Bereiche können, wie wir am Beispiel des Morro do Leme gesehen haben, innerhalb von 15 Jahren wieder von dichtem Wald bedeckt sein. Das Kronennetz ist im Gegensatz zu dem linearen Seilnetz für flacheres Gelände vorgesehen. Es ist ebenso wie das lineare Netz erweiterbar, um zu bestimmten Punkten am Kronendach zu gelangen. Die einzelnen Elemente sind elastisch miteinander

verbunden und geben im Verbund Stabilität. Die vier mal vier Meter großen Quadrate bestehen aus Profilen aus glasfaserverstärktem Kunststoff mit Fangnetzen aus Polypropylen. Das Gewicht der GFK Profile ist mit 32 Kilogramm pro Element sehr gering. Zusammen mit dem Fangnetz kommt man auf 36 Kilogramm pro Element, was eine Last von 2,25 Kilogramm pro Quadratmeter bedeutet, die von den Baumkronen abgetragen wird. Das Gewicht der Personen auf dem Kronennetz wird auf mehrere Elemente aufgeteilt, weshalb auf eine stabilisierende Struktur Wert gelegt werden muss. Durch seine Größe ist es möglich, dass mehrere Forscher gleichzeitig ihre Arbeit am Kronennetz verrichten können.

Neben der Forschungsmöglichkeit ist auch das Erlebnis, in den Baumkronen zu schweben, einzigartig. Man kann Fledermäuse, Flughörnchen, Schmetterlinge, Libellen, Papageien und andere Vögel in ihrem Habitat beobachten. Außerdem ist es möglich, Luftplankton – winzige biologische Organismen, wie etwa Pollen, Sporen und Samen, die sich vom Wind verwehen lassen – zu erblicken.

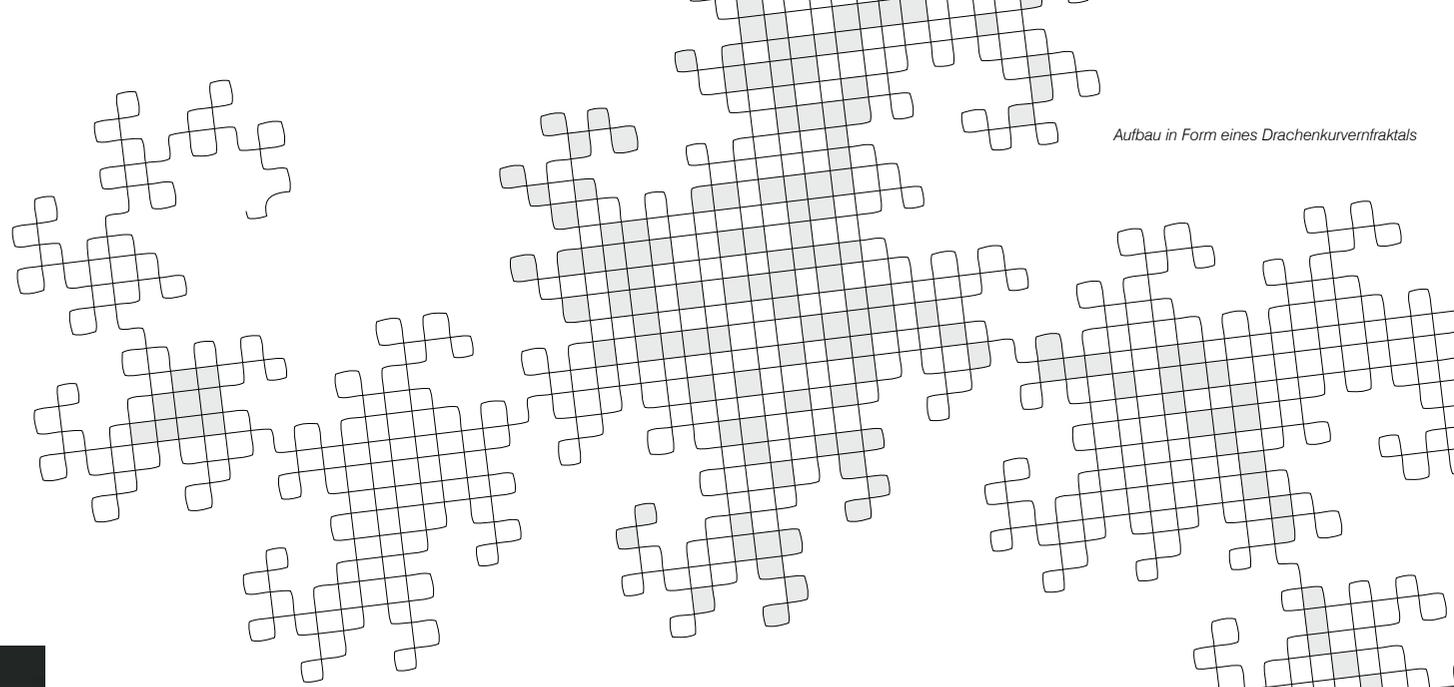
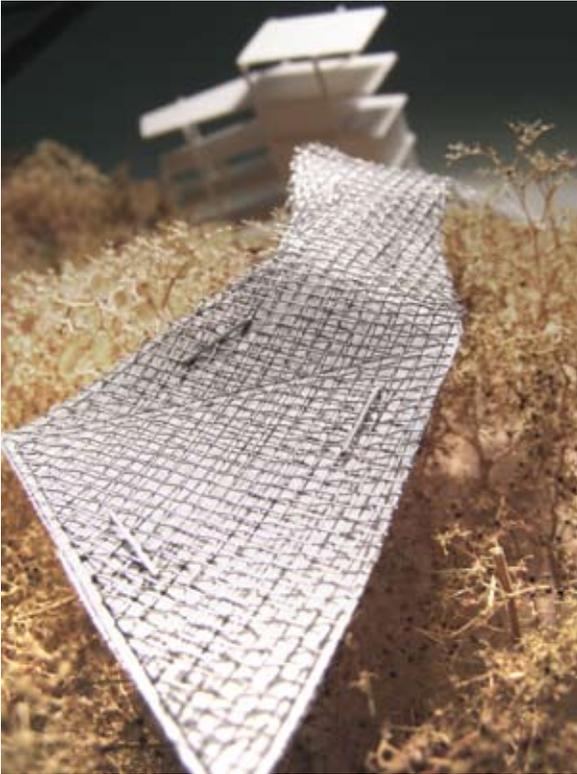


Entwurfsannäherung:
Ausbreitung des Kronennetzes durch Falbarkeit -
das Netz lässt sich vom TreeTopTower aus
einholen, um einen fixen Punkt drehen und wieder
ausklappen, um verschiedenen Stellen auf dem
Kronendach erreichen zu können.
Der Nachteil dieses Netzes besteht darin, dass es
nur eine bestimmte Fläche einnehmen kann und an
einen vorgegebenen Radius gebunden ist.

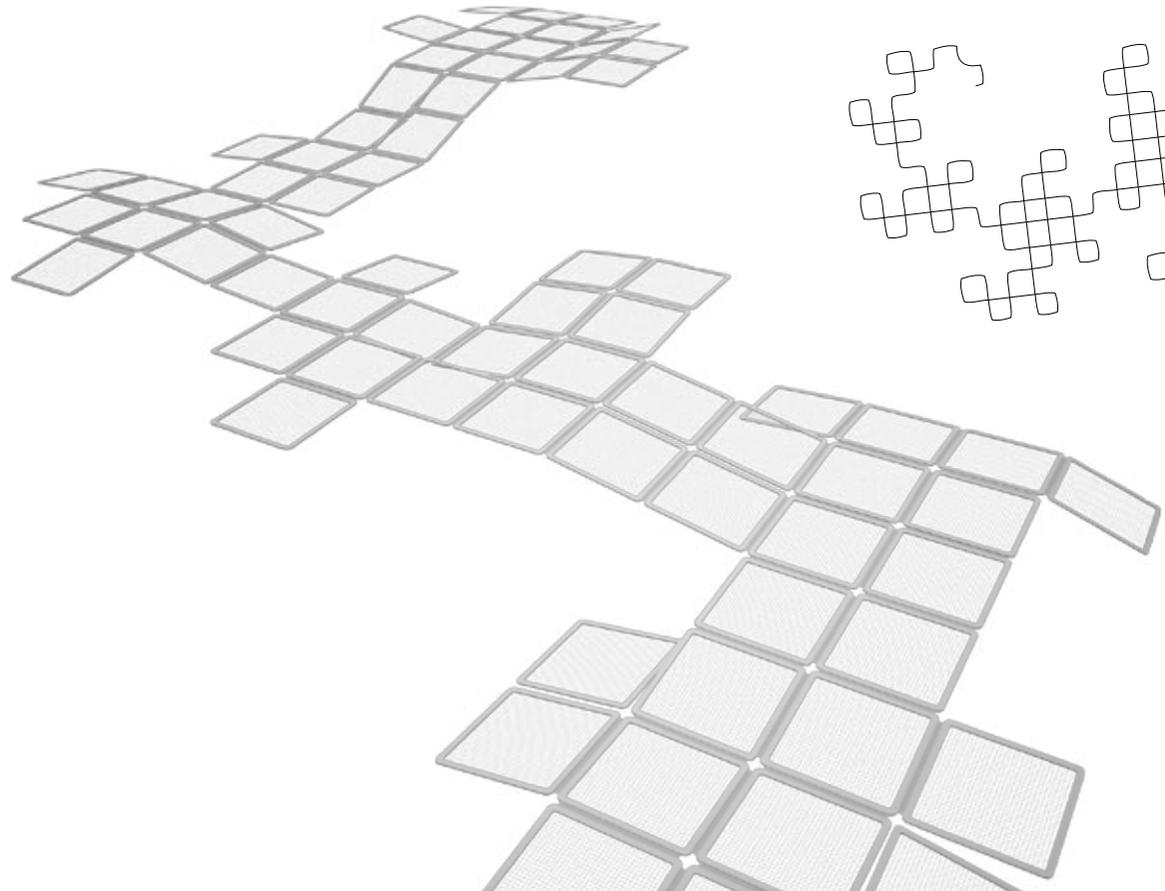


Elementierbarkeit des Kronennetzes

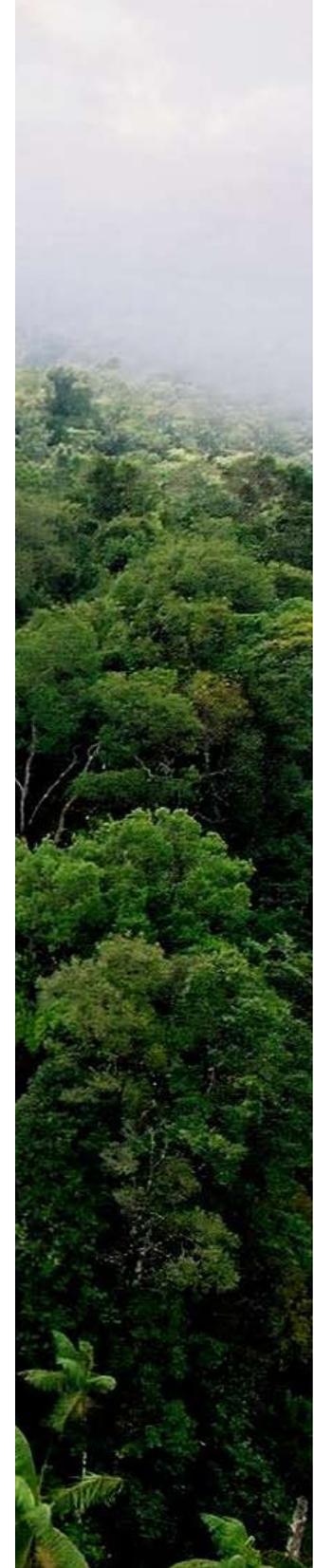
Um zu bestimmten, interessanten Punkten auf dem Kronennetz zu gelangen, ist es nötig flexibel auf die wechselnden Punkte des Interesses reagieren zu können. Mittels steckbaren Elementen können bestimmte Wege auf dem Dach der Kronen eingeschlagen werden. Es sind nicht nur Erweiterungen des Netzes möglich, auch der Rückbau ist vorgesehen. Durch eine Verteilung des Gewichtes auf mehrere Baumkronen kann das System an Stabilität gewinnen und das Gewicht der Profile, des Netzes und den darauf sich befindenden Personen tragen.



Aufbau in Form eines Drachenkurvenfraktals







Das Kronennetz -
auf stabilen Baumkronen
aufliegend

Durch das Nachwachsen des Waldes
ergeben sich Möglichkeiten der Erweiterung
des Kronennetzes.









Zusammenfassung

Die als Reaktion auf einen internationalen Architekturwettbewerb entstandene Arbeit beschäftigt sich mit einer strategischen Intervention, die durch den Vorschlag einer Nutzung des Gebietes im Sinne der Forschung und Umwelterziehung den Erhalt der Naturlandschaft sowie eine Regeneration der Pflanzendecke erreicht.

Auf dem Gebiet der Insel Cotunduba, die sich vor der Küste von Rio de Janeiro im Biom des atlantischen Regenwaldes befindet, soll die Möglichkeit zur Biodiversitäts- und Baumkronenforschung gegeben werden. Durch gezielte Eingriffe in der Naturlandschaft der Insel ist es möglich, diese vor dem Szenario, eine Freizeitlandschaft zu werden, zu schützen. Ein Weg, der mit dem Ankommen auf dem felsigen Teil der Insel startet, durch die dichte Natur der Insel über die Schnittstelle zu den Baumkronen bis hinauf ins Kronendach führt, wird gebildet. Diese Schnittstelle

von Waldboden und Baumkronen, der sogenannte TreeTopTower, ist eine Forschungsstation mit Notschlafstelle und Aussichtsplattform. Er ermöglicht den Zugang zu den Baumkronen auf verschiedene Art und Weise, je nach wissenschaftlichem Forschungsgebiet. Eine Kombination aus linearer und flächiger Zugangsmöglichkeit wird angeboten, um ein möglichst weites Forschungsspektrum abzudecken.

Die genetische Vielfalt, die Vielfalt der Arten sowie die Ökosysteme der Insel werden durch die neue Nutzungsebene geschützt und damit wird eine Möglichkeit für ökologische und evolutionäre Prozesse gegeben.

Literaturnachweise

Audiovisuelle Quellen

Fischer, Gudrun: *Mata Atlântica - Der brasilianische Küsten-Urwald*,
in: Radioprogramm SWR2, 2005

Margaret D. Lowman, Ph.D. a.k.a. Canopy Meg, NPR's Fresh Air 25.8.1990
<www.canopymeg.com/wp/category/multimedia/audio>,
in: <www.canopymeg.com>, 24.3.2011

Margaret D. Lowman, Ph.D. a.k.a. Canopy Meg, ABC Radio National, *Canopy explorer shares her story* 4.12.2008
<www.canopymeg.com/wp/category/multimedia/audio>,
in: <www.canopymeg.com>, 18.3.2011

Wittenberg, Erich: *Biodiversität und Gesundheit*,
in: Podcast des Department Ökologische Systemanalyse, UFZ, 11/2010

Wittenberg, Erich: *Biodiversität und Ethik*,
in: Podcast des Department Ökologische Systemanalyse, UFZ, 5/2010

Bücher

Aguiar, Alexandre Pires u.a.: *The Central and Serra do Mar Corridors in the Brazilian Atlantic Forest*,
in: *The Atlantic Forest of South America – Biodiversity Status, Threats, and Outlook*, Washington 2003

Lairana, Alexandra-Valeria: *A Challenge for Conservation: Atlantic Forest Protected Areas*,
in: *The Atlantic Forest of South America – Biodiversity Status, Threats, and Outlook*, Washington 2003

Da Silva, José Maria Cardoso/Casteleti, Carlos Henrique M.: *Status of the Biodiversity of the Atlantic Forest of Brazil*,
in: *The Atlantic Forest of South America – Biodiversity Status, Threats, and Outlook*, Washington 2003

Demrow, Carl/Salisbury, David: *The Complete Guide to Trail Building and Maintenance*, Boston 1998

Galindo-Leal, Carlos u.a.: State of Hotspots: The Dynamics of Biodiversity Loss,
in: The Atlantic Forest of South America – Biodiversity Status, Threats, and Outlook, Washington 2003

Galindo-Leal, Carlos/de Gusmão Câmara, Ibsen: *Atlantic Forest Hotspot Status: An Overview*,
in: The Atlantic Forest of South America – Biodiversity Status, Threats, and Outlook, Washington 2003

Hallé, Francis/Lee, David: *In Praise of Plants*, Portland 2002

Hallé, Francis u.a.: *Mit dem Luftschiiff über den Wipfeln des Regenwaldes - ein Expeditionsbericht*, München 2001

Heinrich, Dieter/Hergt, Manfred: *Terrestrische Ökosysteme*, in: dtv-Atlas Ökologie, München 1998

Honey, Martha: *Ecotourism and Sustainable Development*, Washington, D.C., 2008

Locke, John: *Two Treatises of Government*, London, 1821

Kaplan, Rachel/Kaplan, Stephen: *The Experience of Nature*, Ann Arbor, 1995

Kierulff, M. Cecília M u.a.: *Past, Present, and Future of the Golden Lion Tamarin and Its Habitat*,
in: The Atlantic Forest of South America – Biodiversity Status, Threats, and Outlook, Washington 2003

McHarg, Ian L.: *Design with nature*, New York, 1969

Thompson, Ian: *Rethinking Landscape, a critical reader*, Oxon 2009

Wilson, E.O.: *Biodiversity*, Washington D.C. 1988

Bücher Herausgeber

Galindo-Leal, Carlos/de Gusmão Câmara, Ibsen (Hg.):

The Atlantic Forest of South America – Biodiversity Status, Threats, and Outlook, Island Press, Washington 2003

Internetquellen

Agrizzi Nacaratti, Marilene (2008): *Áreas Protegidas*,
<portalgeo.rio.rj.gov.br/armazenzinho/web/imagens/areas%20protegidas.pdf>,
in: <portalgeo.rio.rj.gov.br>, 27.3.2011

Alencar M. u.a. (1990): *Decreto N° 9.779 de 12 de novembro de 1990*,
<www2.rio.rj.gov.br/smu/buscafacil/Arquivos/PDF/D140008M.PDF>,
in: <www2.rio.rj.gov.br>, 27.3.2011

Amerbauer, Martin (o.J.): *Angewandte Ethik in: Erste Schritte in der Philosophie*,
<www.ubs.sbg.ac.at/people/Philo6.pdf>,
in: <www.ubs.sbg.ac.at> 5.4.2011

Berkun, Scott (2011): *Thinking in Desire Paths*,
<www.scottberkun.com/blog/2011/thinking-in-desire-paths/>,
in: <www.scottberkun.com>, 18.4.2011

Caroline Kleibel (2008): *Über den Wipfel*, Salzburger Nachrichten Wochenende 25.Okt 2008,
<www.textundkommentar.at/seiten/ueber_den_wipfel.pdf>,
in <www.textundkommentar.at>, 20.3.2011

Convention on Biological Diversity (2000): *Sustaining Life on Earth*,
<www.cbd.int/doc/publications/cbd-sustain-en.pdf>,
in: <<http://www.cbd.int/>>, 16.3.2011

Conservation International (2004): *Unique Biodiversity – Diversity & Endemism*,
<www.conservation.org/explore/priority_areas/hotspots/south_america/atlantic-forest/Pages/biodiversity.aspx>,
in: <www.conservation.org>, 7.3.2011

Conservation International (o.J.): *Atlantic Forest – Conservation Action and Protected Areas*,
<www.biodiversityhotspots.org/xp/hotspots/atlantic_forest/Pages/conservation.aspx>,
in: <www.biodiversityhotspots.org>, 7.3.2011

Dendronautics (o.J.): *Exploration of the rain forest canopy using airships and other methods*,
<www.dendronautics.org/page3.htm>,
in: <www.dendronautics.org>, 20.3.2011

Gilles Ebersolt (o.J.): *Solvin Bretzel*,
<www.gilleasebersolt.com/rea/sob.htm>,
in: <www.gilleasebersolt.com>, 21.3.2011

IAB-RJ (o.J.): *IAB RJ alerta os oragnisadores brasileiros do concurso sobre irregularidades no edital publicado*,
<www.iabRJ.org.br/wp-content/uploads/2008/11/cartaconcursoacademico_1-2.pdf>,
in: <www.iabRJ.org.br>, 28.3.2011

IGBE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2004),
<www.igbe.gov.br/home/presidencia/notias_visualiza.php?id_noticia=169>, in:
<www.igbe.gov.br>, 18.3.2011

IUCN (2010): *IUCN Red List of Threatened Species – Calyptura Cristata*,
<www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/145423/0>,
in: <www.iucnredlist.org>, 9.3.2011

IUCN (2010): *IUCN Red List of Threatened Species – Leontopithecus rosalia*,
<www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/11506/0>,
in: <www.iucnredlist.org>, 9.3.2011

IUCN (2008): *Protected Areas – what are they, why have them?*,
<www.iucn.org/about/work/programmes/pa/>
in: <www.iucn.org>, 25.3.2011

Maia Cesar (1995): *Decreto N° 14.008 de 05 de julho de 1995*,
<www2.rio.rj.gov.br/smu/buscafacil/Arquivos/PDF/D140008M.PDF>,
in: <www2.rio.rj.gov.br>, 27.3.2011

Paes, Eduardo (o.J.): *Lei n°. 5019 de 9 de maio de 2009*,
<ademi.webtexto.com.br/article.php?id_article=31109>,
in: <ademi.webtexto.com.br>, 27.3.2011

Sabiá brasilinfo (2011): *Brasiliens illegaler Tierhandel*,
<www.brasilienportal.ch/wissen/flora-und-fauna-brasiliens/brasiliens-illegaler-tierhandel.html>,
in: <www.brasilienportal.ch>, 11.3.2011

Senna, Plínio Loures (2005): *Projeto de Reflorestamento e Conservação Ambiental*,
<morrodoleme.tripod.com/hist.htm>,
in: <morrodoleme.tripod.com>, 27.3.2011

Smithsonian Tropical Research Institute (o.J.): *Canopy access and Canopy Cranes*,
<www.stri.si.edu/english/research/facilities/terrestrial/cranes/canopy:access:canopy:cranes.php>,
in <www.stri.si.edu>, 20.3.2011

SOS Mata Atlântica (o.J.): *Mata Atlântica*,
<www.sosmatatlantica.org.br/index.php?section=info&action=mata>,
in: <www.sosmatatlantica.org.br>, 17.3.2011

Tide/Current Predictor (o.J.): *Rio de Janeiro, Brazil*,
<tbone.biol.sc.edu/tide/tideshow.cgi>,
in : <tbone.biol.sc.edu>, 4.4.2011

UNESCO (o.J.): *World Heritage List*,
<whc.unesco.org/en/list>,
in: <whc.unesco.org>, 7.3.2011

Universität Leipzig (o.J.): *Baumkronenforschung*,
<www.uni-leipzig.de/~instbota/LAK/Baumkronenforschung.htm>,
in: <www.uni-leipzig.de>, 20.3.2011

World Wildlife Fund (o.J.): *Mata Atlântica - herança em perigo*,
<assets.wwfbr.panda.org/downloads/brochure_bosque_atlantico12_1.pdf>,
in: <www.wwf.org.br/>, 7.3.2011

Zerjatke, Eva (2010): *Landschaft im Wandel*,
<www.wasistlandschaft.de/index.php?file=was-ist-landschaft/landschaftswandel.inc>,
in: <www.wasistlandschaft.de>, 8.4.2011

Zerjatke, Eva (2010): *Gibt es Kulturlandschaft noch?*,
<www.wasistlandschaft.de/index.php?file=was-ist-landschaft/kulturlandschaft.inc>,
in: <www.wasistlandschaft.de>, 8.4.2011

Zeitschriften

Bachmann, Klaus: *Das Rätsel des Reichtums*, in: GEO Wissen Nr. 25, 1999

Diegues, Antonio Carlos: *The Mata Atlântica biosphere reserve: An Overview*, in: Working Papers N°1, 1995

Hunt, James H.: *Cryptic Herbivores of the Rainforest Canopy*, in: Science, Washington, DC, 300/2003

Lambais, M.R. u.a.: *Bacterial Diversity in Tree Canopies of the Atlantic Forest*, in: Science, Washington, DC, 312/2006

Leuschner, Christoph: *Schatzkiste der Biodiversität*, in: Leben braucht Vielfalt – Biodiversität,
Georgia August, Georg-August-Universität Göttingen, 1/2002

Leuschner, Christoph: *Lebensraum Baumkrone: Schatzkister der Biodiversität*,
Georgia August, Georg-August-Universität Göttingen, 1/2002

Reichholf, Josef: *Am Rande des Überlebens*, in: GEO Wissen Nr. 25, 1999

Thompson, Ian: *Environmental Ethics and the Development of Landscape Architecture Theory*,
in: Landscape Research 23 (2), 1998

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1 nach: *Let the hills be hills and the rivers be rivers*, <www.vizeer.com/wp-content/uploads/2011/01/visual-print-campaign-04.jpg> 7.4.2011
- Abb. 2 NASA World Wind Version 1.4, The Blue Marble (NASA Goddard Space Flight Center, Earth Observatory), 6.4.2011
- Abb. 3 nach: Galindo-Leal, Carlos/de Gusmão Câmara, Ibsen: Atlantic Forest Hotspot Status: An Overview, in: *The Atlantic Forest of South America – Biodiversity Status, Threats, and Outlook*, Washington, 2003, Seite 4
- Abb. 4 *Staatspark Serra do Mar*, <picasaweb.google.com/brazil.eco.adventure.tours/SerraDoMar#5526443205271634898>, 7.4.2011
- Abb. 5 nach: Galindo-Leal, Carlos/de Gusmão Câmara, Ibsen: Atlantic Forest Hotspot Status: An Overview, in: *The Atlantic Forest of South America – Biodiversity Status, Threats, and Outlook*, Washington, 2003, Seite 10
- Abb. 6 *Leontopithecus rosalia*, *golden lion tamarin*, Primates in Art & Illustration Collection, <pin.primate.wisc.edu/factsheets/image/127>, 9.3.2011
- Abb. 7 *Anzahl der beschriebenen Arten und geschätzte Artenzahl*, nach: Wilson, E. O.: *Biodiversity*, 1986 Seite 5f. und *Status and Trends of Global Biodiversity*, <www.cbd.int/doc/publications/gbo/gbo-ch-01-en.pdf>, Seite 61 in: <www.cbd.int>, 6.4.2011
- Abb. 8 *Arabidopsis thaliana*, <[www.gfoe.org/fotogalerie.html?tx_gooftoboek_pi1\[fid\]=2&cHash=482bb27c04](http://www.gfoe.org/fotogalerie.html?tx_gooftoboek_pi1[fid]=2&cHash=482bb27c04)>, in: <www.gfoe.org>, 7.4.2011
- Abb. 9 *Epiphyt*, <www.actaplantarum.org/morfologia/Radici/images/12Radici-aeree---Orchidea-epi.jpg>, in: <www.actaplantarum.org>, 13.4.2011
- Abb. 10 <www.sammlungen.hu-berlin.de/media2/sammlung/dokument/0000/0000/0000/0000/0000/0003/6767/content.800.jpg>, in: <www.sammlungen.hu-berlin.de>, 8.4.2011
- Abb. 11 Hallé, Francis u.a.: *Mit dem Luftschiff über den Wipfel des Regenwaldes - ein Expeditionsbericht*, München 2001, Seite 61
- Abb. 12 nach: *The white Diamond*, <www.new-video.de/co/whitediamond-ft.jpg>, in: <www.new-video.de>, 13.4.2011

- Abb. 13 nach: <www.hotairships.com/airships/lindstrand/as300/707523_051.jpg>, in: <www.hotairships.com>, 7.4.2011
- Abb. 14 Hallé, Francis u.a.: *Mit dem Luftschiff über den Wipfeln des Regenwaldes - ein Expeditionsbericht*, München 2001, Seite 187
- Abb. 15 CASIROZ <www.casiroz.de/casirozcam.html>, in: <www.casiroz.de>, 7.4.2011
- Abb. 16 *Plana Diretor da APA dos morros do Leme e Urubu*, <www.2.rio.rj.gov.br/smu/buscafacil/Arquivos/PDF/D14008M.PDF>, in: <www.2.rio.rj.gov.br>, 8.4.2011
- Abb. 17 Google Earth, 10.4.2011
- Abb. 18 <v6.cache2.c.bigcache.googleapis.com/static.panoramio.com/photos/original/17277542.jpg?redirect_counter=1>, 8.4.2011
- Abb. 19 *Tide/Current Predictor: Rio de Janeiro, Brazil*, <tbone.biol.sc.edu/tide/tideshow.cgi>, in: <tbone.biol.sc.edu>, 4.4.2011
- Abb. 20 Bering, Kunibert „*Richard Serra, Skulptur - Zeichnung - Film*“, Bonn 1998, Seite 55
- Abb. 21 *Desire Path*, <www.flickr.com/photos/canreadme/1431521053/>, in: <www.flickr.com>, 18.4.2011
- Abb. 22 *Un architecte dans le paysage*, <www.muestradoc.com/2010/media/k2/galleries/86/arquitecto.jpg>, in: <www.muestradoc.com>, 18.4.2011
- Abb. 23 <www.zerrenner.fot.br/wallpapers/12floreseplantas/index.html>, in: <www.zerrenner.fot.br>, 8.4.2011
- Abb. 24 <cdn.archdaily.net/wp-content/uploads/2008/09/40586493_gardsvatn03-70n-1.jpg>, in: <www.archdaily.com>, 7.4.2011

Mein Dank gilt

Professor Klaus K. Loenhardt für Betreuung der
Diplomarbeit, Motivation und konstruktive Kritik

Melissa, meiner Familie, Roli, Gigi für die Hilfe
mit dem Verständnis der portugiesischen Texte,
Dipl.-Ing. Martin, Companhia da Escala Rio de
Janeiro, Schrunni und Tommy und dem AZ Turm

Deutsche Fassung:

Beschluss der Curricula-Kommission für
Bachelor-, Master- und Diplomstudien vom 10.11.2008
Genehmigung des Senates am 1.12.2008

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommene Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 3.Mai 2011

Englische Fassung:

Statutory Declaration

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources/resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources.

Graz, the 3rd of May, 2011

