



Dalilah Schmid und Maurus Schifferli, Bern, Schweiz  
Itisha Ismail und Simon Werren, Lahad Datu, Borneo

# Projekt Ostborneo

2023

# Inhaltsverzeichnis

Hintergrund	1
Palmöl	3
Agroforstsysteme	7
Landschaftsmanagement	14
Aufbau: Allgemein und Kalkulation	16
Aufbau der Aufforstung und des Agroforstsystemes	20
Ökophysiologie	23
Pflanzung	26
Pflanzschema	28
Organisation	32
Vision	36
Literaturverzeichnis	40
Impressum	41

## Hintergrund

### Einführung und geografische Einordnung



### Einführung

Ein grosser Teil der Fläche Borneos ist von Palmölplantagen bedeckt. Palmöl ist ein wichtiges Produkt und stellt die Einkommensgrundlage vieler Einheimischer dar. Der Anbau von Palmöl bringt jedoch viele Schwierigkeiten und negative Externalitäten mit sich. Zusätzlich stellt der Verlust an Regenwald durch Abholzung, Waldbrände und Anlage von Plantagen, sowie der allgemeine Verlust an Biodiversität ein grosses Problem dar.

Zusammen mit der allgemeinen Verschmutzung, dem Verlust an Biodiversität und die auf kurzfristigen Profit ausgerichteten Praktiken führt dies zu einem vulnerablen, durch fehlende Resilienz gekennzeichnetem System, welches angesichts des Klimawandels dringend nötig wäre. Das Projekt Ostborneo, soll einen ganzheitlichen Lösungsansatz, mit langfristigen Planungshorizont und zukunftsorientierten, nachhaltigem Grundsatz bieten, welche möglichst umfassend die wichtigsten Aspekte miteinbezieht.



## Geografische Einordnung

Das Projekt fokussiert sich auf den malaiischen Bundesstaat Sabah auf der Insel Borneo. Unser Projektverantwortlicher Vorort, ein Schweizer, lebt in der Region Ostborneo und wird das Projekt langfristig betreuen.

## Idee

Das Ziel ist eine langfristige Investition in die nachhaltige Entwicklung der Landwirtschaft auf Borneo und eine langfristige und zukunftsorientierte Renaturierung der wertvollen Regenwälder Borneos.

Ziele:

- Nachhaltige landwirtschaftliche Produktion mittels eines Agroforstsystems
- Renaturierung und Aufforstung des Regenwalds
- Bildungs- und Forschungszentrum für die Aus- und Weiterbildung in der nachhaltigen Landwirtschaft und Aufbaupflege des Regenwaldes



Abbildung 1: grobe Einteilung in die drei Kerngebiete Aufforstung, Agroforst und Bildungszentrum.

# Palmöl

## Anbau der afrikanischen Ölpalme

Nach der Abholzung der Regenwälder und dem Abbau der Braunkohlen wurden vielerorts Palmölplantagen angelegt. Die afrikanische Ölpalme ist eine wichtige und effiziente Kulturpflanze. Keine Ölpflanze ist auch nur ansatzweise so effizient wie die Ölpalme, demnach wird weniger Fläche benötigt als für andere Ölpflanzen wie Soja oder Raps. So bedeckt die Ölpalme nur etwa 5-5,5% der globalen Ölkulturfläche, aber macht 40% des konsumierten Öls aus.[1] Das aus der Frucht der afrikanischen Ölpalme gewonnene Palmöl zeichnet sich zusätzlich durch seine vielfältigen Einsatzmöglichkeiten aus, da es sich durch seine Hitzebeständigkeit, lange Haltbarkeit und seinen neutralen Geschmack kennzeichnet. Der Anbau der Ölpalme ist jedoch auf kurzfristigen Profit, mit umweltschädlichen Praktiken ausgerichtet.

In den bewaldeten Regionen von Borneo, Sumatra und der malayischen Peninsula werden über 90% des globalen Palmöls produziert, demnach ist die Ölpalme eine dementsprechend wichtige Kultur auf Borneo.[2]

Der in Borneo praktizierte Anbau von Ölpalmen, sei dies durch Smallholders oder grosse Firmen und Konzerne ist aus ökologischer Sicht problematisch. Dies wird überwiegend aus ökonomischem Interesse praktiziert. Zum Ufer-, Gewässer- und Bodenschutz gibt es Auflagen, diese werden aber schlecht bis gar nicht umgesetzt.

So gehört die Abholzung von Regenwaldflächen zur Gewinnung von zusätzlicher Anbaufläche [3] und das Abbrennen der ausgedienten Palmölplantagen, welche zu Luftverschmutzung führt [4], zu den angewandten Praktiken.

In Abbildung 3 sind die verschiedenen Abholzungsstadien der Wälder auf Borneo ersichtlich.



[1] (Meijaard et al., 2020)

[2] (Meijaard et al., 2020)

[3] (Abood et al., 2015; Busch et al., 2015; Carlson et al., 2013)

[4] (Carlson et al., 2013)



Abbildung 2: Auf Borneo gibt es eine Vielzahl an seltenen und gefährdeten Wirbeltieren, u.a. an Borneo-Orang-Utans, welche nur auf Borneo auftreten.

Der hohe Einsatz von Herbiziden führt zu freien Bodenflächen, welche den Witterungseinflüssen frei ausgeliefert sind, und dabei zu Erosion sowie Bodenabtragung führen. Diese unterstützen zusätzlich die hohe Stickstoffauswaschung sowie Grundwasserverschmutzung. Das Abwasser der Palmölmühlen wird oft ungefiltert abgelassen und richtet

beträchtliche Ökosystem-, wie auch Umweltschäden an. Die Palmölindustrie ist demnach einer der Hauptumweltverschmutzer [1]. Immer wieder kommt es auch zur Vergiftung wilder Tiere, welche in die Plantagen eingedrungen sind. So auch seltene, gefährdete und geschützte Wirbeltiere (Abb. 2), das genaue Ausmass dessen ist jedoch nicht bekannt.

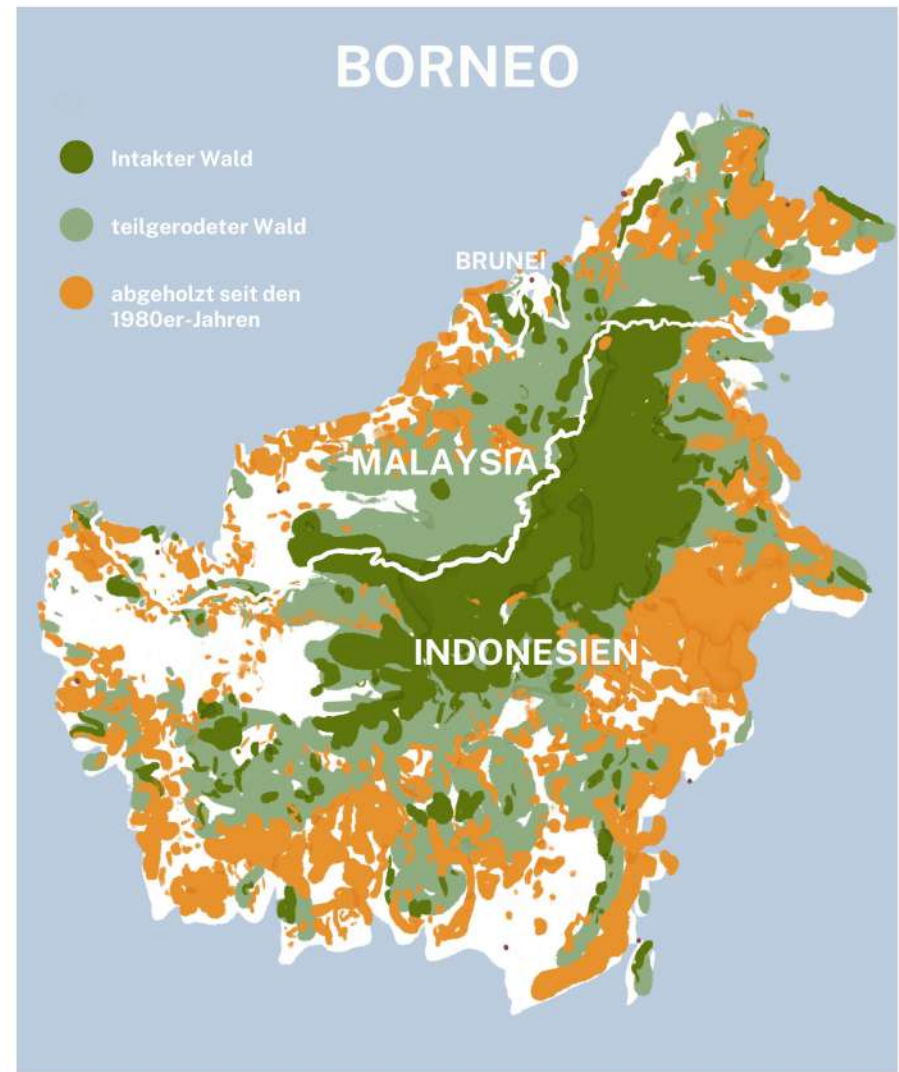


Abbildung 3: Illustration der bewaldeten Fläche Borneos 2021.

[1] (Ahmad et al., 2022; Cheah et al., 2018)

[1] (Ahmad et al., 2022; Cheah et al., 2018)

# Agroforstsysteme

## Alternative

### Definition

Für Agroforstsysteme oder auf Englisch kurz Agroforestry, gibt es eine Vielfalt an Definitionen.

Als Agroforestry kann man grundsätzlich jedes Landnutzungssystem, -praktik oder -technologie verstehen, bei welchem mehrjährige holzige Pflanze und/oder Tiere mit landwirtschaftlichen Kulturen im selben Landmanagementsystem kombiniert werden. Zusätzlich zeichnen sie sich durch eine ökologisch und dynamisch basierte Nutzung der natürlichen Ressourcen aus.

Agroforstsysteme und Forstmanagement sind laut Lundgren and Raintree (1983) eine der praktikablen Alternativen zur nicht nachhaltigen Bewirtschaftung von natürlichen Ressourcen in tropischen Ökosystemen.

Leakey (1996) definiert Agroforstsysteme als dynamisches, ökologisch basiertes, Managementsystem natürlicher Ressourcen, welches durch die Integration von Bäumen in Landwirtschaftsland, die Produktion diversifiziert und aufrechterhält, für erhöhte soziale, ökonomische und umwelttechnische Vorteile. Es gibt verschiedenste Einteilungsmöglichkeiten von Agroforstsystemen, da es eine Vielzahl von möglichen Implementationen gibt. Eine wichtige Voraussetzung für eine erfolgreiche Implementation von Agroforstsystemen ist das Einhalten der inwohnenden „Ökosystem-Integrität“.

Dies bedeutet, dass Gewährleisten der Nachhaltigkeit im Hinblick auf die sich ändernden Umweltbedingungen sowie der internen und externen Stressoren, durch das Entwickeln eines Systems, in welchem die Habitatsstruktur, die natürlichen Funktionen und Artenkomposition zusammen agieren und dies gewährleisten (Wyant, 1996).

Agroforstsysteme haben viele Vorteile; umwelttechnisch, wirtschaftlich wie auch sozial.



Die Auswirkungen des allgemeinen Verlusts von Biodiversität durch die verbreiteten Ölpalmonkulturen sind schwer bezifferbar aber äusserst vielseitig. Insbesondere in Anbetracht der Tatsache, dass in den tropischen Gebieten rund um den Äquator verglichen mit den Gebieten in der nördlichen und südlichen Hemisphäre, näher zu den Polen, die höchste Artendichte herrscht. Leider sind genau diese Gebiete von Abholzung und Umnutzung gefährdet, so auch durch Palmölplantagen.

Palmöl ist aus vielen Produkten nicht mehr wegzudenken und die Industrie ist weltweit auf dieses vielseitige Öl angewiesen. Durch den hohen Ertrag und die Krankheitsresistenz der Ölpalme kann der Anbau der Ölpalme als sinnvoll erachtet und eingestuft werden. Jedoch bedarf dies überarbeiteten ökologischeren Anbaupraktiken, denn der Anbau der Ölpalme könnte auch anders aussehen. Nachhaltigere Wege gibt es bereits, so zum Beispiel der Anbau der Ölpalme in einem Agroforstsystem.



Allgemein wird durch den Verlust an Biodiversität und die anfallenden negativen Externalitäten durch den Anbau der afrikanischen Ölpalmen und vergleichbaren Monokulturen ein äusserst anfälliges System geschaffen. Im Angesicht eines längeren Zeithorizonts und der kommenden Wetterextremen als Folgen des Klimawandels, wird dieses System früher oder später an seine Grenzen kommen. Kurzfristig sind die angewandten Praktiken machbar und gewinnbringend. Langfristig kann ein solches System jedoch nicht aufrechterhalten werden.





## Ölpalmen im Agroforstsystem

Einer der vielversprechendsten Alternativen zu Ölpalm-Monokulturen ist dabei der Anbau von Palmen in einem Agroforstsystem, kombiniert also mit anderen ein- und mehrjährigen Pflanzen zu einem eigenen, aus Nutzpflanzen aufgebautem Ökosystem. Beispiele für Pflanzen dieses Ökosystems wären Pfeffer, Kakao, Kaffee, Moringa, Zimt (*C. burmanii* oder *C. verum*), Tamarinde, Muskatnuss, Kardamom (halbschattige Bergwälder), Vanille, Mango, Mangosteen, Durian, Jackfruit, Soursop, Bambus, Kokospalme, Rattan, Ingwer, Pandan-Leaf und verschiedenste Gemüseulturen.

Auch einheimische Regenwaldpflanzen könnten miteingebunden werden, so auch Carbon-Trees. Edle Holzarten, welche im Agroforstsystem gepflanzt werden, könnten eine zusätzliche Einkommensquelle liefern, welche erst nach frühestens 20 Jahren erwirtschaftet werden kann, aber zusätzlich zum Ökosystemcharakter des Agroforstsystems beitragen.

«For example, there are indications in the literature that practices that are common in smallholder landscapes, such as polyculture, are better for local biodiversity and food security.» (Ogahara et al., 2022)

## Syntropie

Syntropie ist eine mögliche Form der Implementation eines Agroforstsystems, welche vom Schweizer Agronomen Ernst Götsch entwickelt wurde. Syntropie als Begriff in wissenschaftlichen Diskussionen, wurde Mitte des 20. Jahrhunderts eingeführt und bezeichnet die Fähigkeit lebender Systeme sich auf einen in der Zukunft liegenden Zustand besserer Organisation auszurichten. In der Ökologie bezeichnet die Syntropie die vergesellschaftete Lebensweise verschiedener Organismen, die jeweils gegenseitig bestimmte Stoffwechselprodukte für den anderen Partner produzieren und somit gegenseitig voneinander abhängen.



Die syntropische Landwirtschaft weist Elemente auf, welche in den meisten Formen der Agrarökologie zu finden sind, wie z.B. der Verzicht auf Einsatz von Chemikalien, umweltfreundliche oder wenig umweltbelastende Technologien sowie ein Konzept, welches an die ökologische zeitliche Abfolge von Pflanzen erinnert. Sie unterscheiden sich aber darin, dass die Syntropie die Hauptgrundlage ist, sowohl für die Interpretation der Lebensmechanismen als auch für den Entscheidungsprozess bezüglich der Bewirtschaftung auf dem Feld.

Die Schichtung und die Sukzession sind dabei wichtige, von der Natur inspirierte Konzepte der Syntropie, da jede angebaute Pflanze den «richtigen» Platz im Raum (Schichtung) zur richtigen Zeit (Sukzession) bekommt (Abb. 4). Diese Konzepte sollen als Ersatz für Düngemittel und Pestizide dienen und führen auch zu einer Akkumulation an organischer Substanz. In diesem System hat jede Pflanze während einer Phase eine Aufgabe um das Gesamtsystem weiterzubringen.

### Hauptgrundlage der Syntropie



Abbildung 4: Die Grundlage der Syntropie ist es, jeder Pflanze einen richtigen Platz im Raum (Schichtung) zur richtigen Zeit (Sukzession) zu geben.

Das gesamte System soll so als Ökosystem agieren und ermöglicht nebst der Ökosystemintegrität eine dauerhafte Bodenbedeckung, eine geschichtete Vegetation und eine Optimierung der Photosynthese und Kohlenstoffbindung. Die mit dem Ökosystem verbundenen Dynamiken werden durch die Landwirte in die Prozesse integriert [1].

Die Aktivität jeder Generation von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen liefert eine komplexere Umwelt für die nächste Generation, wobei die hierarchisch breiteren Organisationsebenen unter anderem in der Veränderung und Anpassung an die sich ständig verändernde Umwelt Regenerationsprozesse unterstützt und beschleunigt.

Trotz des Mehraufwandes und zusätzlich nötigem Wissen und Arbeitsinput ist die Syntropie wirtschaftlich und erzeugt hochwertige Produkte.

Das Agroforstsystem in unserem Projekt, soll auf Basis der Syntropie angelegt werden und dabei auch neuere Erkenntnisse der Forschung miteinbeziehen. Insbesondere die Umstrukturierung der Palmölplantagen geschieht auf Basis der Syntropie und deren wichtigen Prozesse der Sukzession und Schichtung.



## Waldnutzung in Sabah

Sabah hat eine hundertjährige Geschichte von grossflächiger Waldausbeutung mittels selektiven Holzschlages [1], welche in jüngerer Vergangenheit immer mehr durch Kahlschläge für Nutzholz und später für Palmölplantagen abgelöst wurden [2](Abb.4). Wälder bedecken etwa 59% der 7.25 Millionen Hektar Fläche von Sabah, und die meisten sind stark aber sehr verschieden gerodet (Abb. 5). [3]

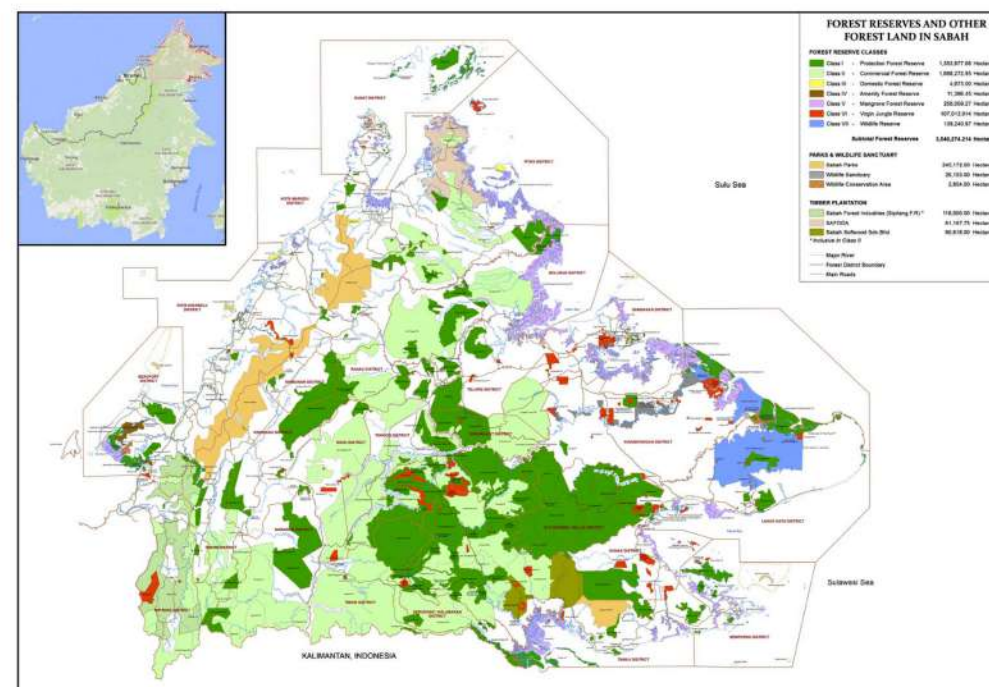


Abbildung 5: Karte von Anser et al. (2018) der landesweiten Verteilung der offiziellen Waldreservate und anderer Waldgebiete in Sabah, Malaysia. Karte des Sabah Forestry Departments.

[1] (Andrade et al., 2020)

[1] (Jomo et al., 2004)(Pinard et al., 1996)  
 [2] (Bryan et al., 2013)  
 [3] (Asner et al., 2018)  
 [4] (Asner et al., 2018)  
 [5] (Gaveau et al., 2016)

Die verbleibenden natürlichen Wälder, ohne Mangroven, bedecken eine Fläche von 3,7 Millionen Hektaren. Diese gehören einem von sieben Schutzgebieten an. Fast alle dieser Wälder wurden in der Vergangenheit selektiv abgeholzt [4]. Eine der aktuellen Schätzungen geht von einer von 1973 bis 2015 abgeholzten Fläche von über 1.86 Millionen Hektar alleine in Sabah aus [5].



Abbildung 6: Geschichte der Waldausbeutung auf Borneo.



## Kohlenstoffspeicher und Biodiversität

Asner et al. (2018) fanden in den von Sabahs Regierung am höchsten deklarierten «Forest Class» mit der grössten Biodiversität auch die höchste Kohlenstoffdichte. Diese war fast doppelt so hoch als in der nächstniedrigeren «Forest Class». Dabei bedeuten die höchste Forest class nicht unberührter Regenwald, sondern beinhaltet Primär- wie auch Sekundärwälder mit grosser Biodiversität. Demnach sind die Wälder grösster Biodiversität in Sabah auch die Wälder mit dem grössten Kohlenstoffspeicher (Abb. 7).

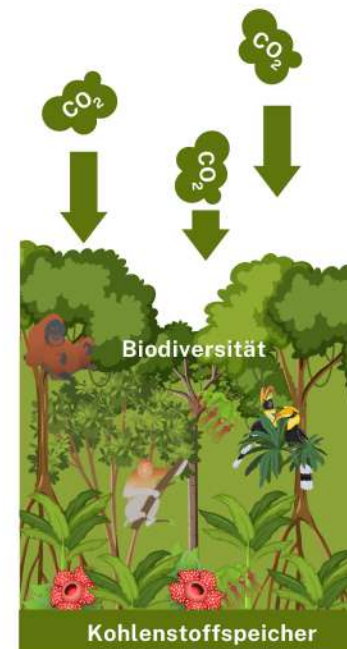
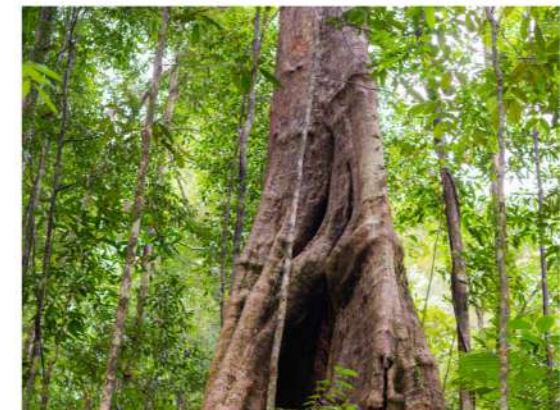


Abbildung 7: Illustration des Zusammenhangs hoher Biodiversität bzw. höchsten und damit laut der Regierung Sabahs wertvollsten "Forest Class" und der vorhandenen Kohlenstoffdichte bzw. Grösse des oberirdischen Kohlenstoffspeichers. Vereinfacht: hohe Biodiversität und grosser Kohlenstoffspeicher hängen zusammen.

Laut Asner et al. (2018) sind sowohl in den abgeholzten, wie auch in den nicht abgeholzten Wäldern Sabahs enorme Mengen Kohlenstoff vorhanden, denn die von ihnen gemessene oberirdische Kohlenstoffdichte in den nicht abgeholzten Wäldern übertrifft die Kohlenstoffvorräte der meisten tropischen Wälder, einschliesslich grosser Teile des Amazonas und Kongobeckens. Sogar die abgeholzten Wälder von Sabah beherbergen derzeit so viel Kohlenstoff pro Hektar wie alte Wälder des westlichen Amazonasbeckens und andere tropische Wälder weltweit. Asner et al. (2018) kommen auch zum Schluss, dass Sabah theoretisch seinen oberirdischen Kohlenstoffspeicher verdoppeln könnte, indem sich die heute abgeholzten Flächen vollständig regenerieren würden. Demnach liegt ein sehr grosses Potential in der Wiederaufforstung der Regenwälder auf Sabah, sowohl aus Sicht der Kohlenstoffspeicherung wie auch der Biodiversität.



[1] (Jomo et al., 2004)(Pinard et al., 1996)  
 [2] (Bryan et al., 2013)  
 [3] (Asner et al., 2018)  
 [4] (Asner et al., 2018)  
 [5] (Gaveau et al., 2016)



# Landschaftsmanagement

Lebensraumvernetzung und Resilienz

Die Wiederaufforstung und das Agroforstsystem müssen ins Gesamtlandschaftsbild gestellt werden. Kleine Aufforstungsgebiete alleine sind von geringerem ökologischen Wert als verbundene Aufforstungsgebiete. Gebietsisolation, -reduktion und -fragmentation von Habitaten führt zu isolierten Populationen von Tierarten. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn ein kleines Aufforstungsgebiet inmitten von Monokulturen liegt. Je länger ein isoliertes Gebiet unverbunden ist, desto mehr Arten verliert es mit der Zeit und je kleiner es ist, desto weniger Arten kann es beherbergen.



Dies ist auf drei wichtige ökologische Konzepte zurückzuführen:

## Aussterbestrom:

Kleine Populationsgrößen und kleine Genpools führen durch Inzucht zum Aussterben.

## Überschreitung der Tragfähigkeit:

Ein gewisses Gebiet kann nur eine gewisse Anzahl an Individuen beherbergen aufgrund limitierter Futter- und Lebensraumressourcen.

## Randeffekte:

kleine Gebiete sind anfälliger auf externe Einflüsse, unter anderem die Aufrechterhaltung des Mikroklimas.

Aufforstungsgebiete sind die Grundlage, aber als wichtiger nächster Schritt müssen diese vernetzt werden.

Wildtierkorridore sind unerlässlich damit Tiere wandern und ein Genaustausch zwischen verschiedenen Populationen stattfindet. Tiere wie auch Pflanzen profitieren von Lebensraumvernetzung.

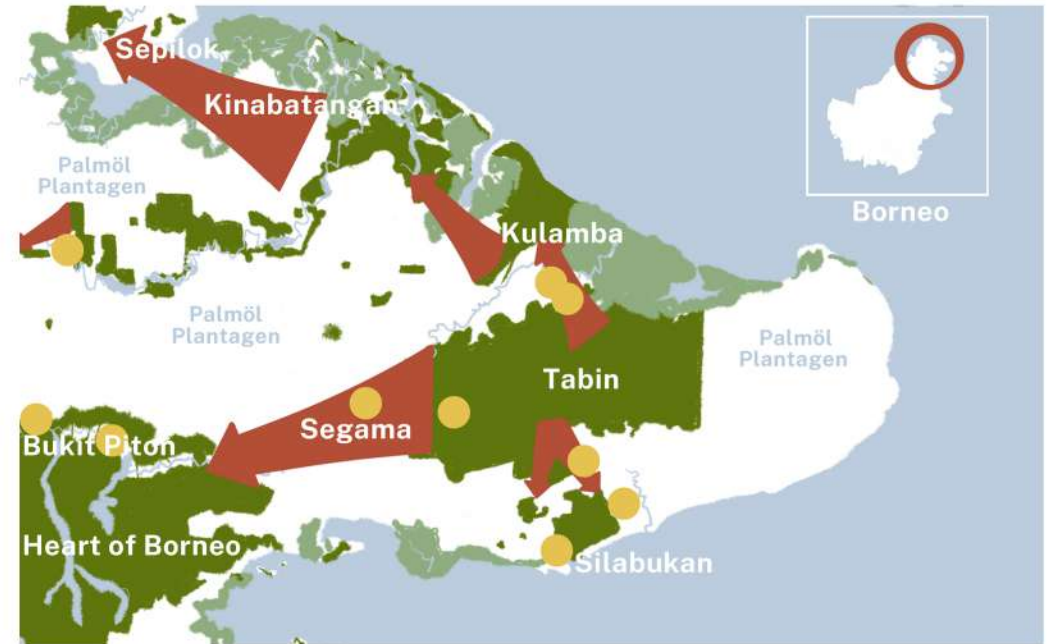


Abbildung 8: Die geplanten Wildtierkorridore (rot), welche die Waldgebiete, Mangrovenwälder (hellgrün) und Wildtier-Resorts (dunkelgrün), verbinden. In gelb sind die Gebiete des Rhino and Forest Fund e.V. eingezeichnet. Zwischen den Waldgebieten befinden sich grosse Flächen an Ölpalmen.

Die Aufforstungsgebiete wie auch die Agroforstsysteme können zur Vernetzung der Lebensräume und zur Schaffung von Wildtierkorridoren auf Borneo genutzt werden. Sie stellen ein wichtiges Puzzelstück in der Schaffung der von der Forstbehörde auf Sabah sowie des Rhino and Forest Fund e.V. geplanten Wildtierkorridore dar, dessen Ziel es ist ein Habitatsnetz von ausreichender Größe und Qualität zu schaffen, um möglichst grossen Teil der bedrohten Flora und Fauna Borneos zu erhalten. Ein Schwerpunkt der Bestrebungen ist die Tabin-Landschaft, mit seiner enormen Vielfalt an gefährdeten und vom Aussterben bedrohter Arten (Abb. 8).



# Aufbau

## Aufbau des Projektes Bukit Piton

### Allgemeiner Aufbau

Das Projekt besteht aus verschiedenen Themengebiete, welche in neun einzelne Teilgebiete mit gewissen Überschneidungen extrahiert werden können. Diese acht Teilgebiete sind in Abbildung 9 ersichtlich.

Das Bildungszentrum stellt dabei das Zentrum der Teilgebiete dar. Alle Teilgebiete sind um das Bildungszentrum angeordnet.



Abbildung 9: Aufbau und Einteilung in 9 Teilgebiet mit dem Bildungszentrum als Kern des Projektes.

## Finanzieller Aufbau

Der Geldfluss der Investition bzw. Spende, über die Investition in Palmölplantagen in die Aufforstung ist in Abbildung 10 ersichtlich.

### GELDFLUSS

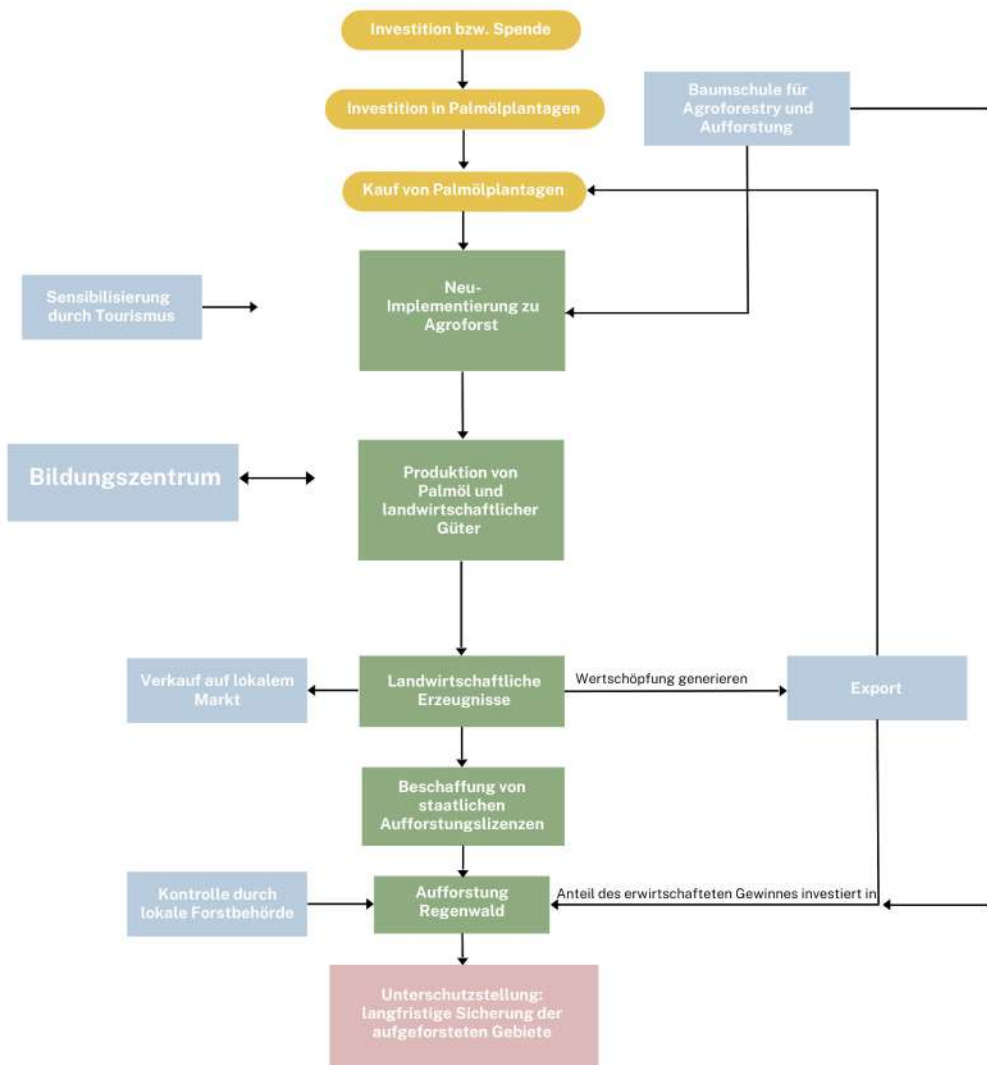


Abbildung 10: Geldfluss des Projektes und die Einordnung der einzelnen Teilgebiete sowie deren Verbindungen untereinander.

# Kalkulation

## Vorgeschlagene Kalkulation

Eine grobe Kalkulation auf Basis einer Investition von 100'000 CHF führt zu einer möglichen Agroforstfläche von 5 Hektaren und einem Waldaufforstungsgebiet von 10 Hektaren (Abb. 11).

Die Kalkulation ist eine Momentaufnahme aus dem Jahre 2022 und kann sich jederzeit ändern; Marktpreise sind sehr volatil.

	MYR	CHF	
Wechselkurs CHF/MYR		4.5	
Acre pro Hektar		2.471	
<b>PALMÖL PLANTAGE</b>			
Investition	450'000.00	100'000.00	
Preis pro Acre	35'000.00	7'778.00	
Preis pro Hektar	86'485.00	19'219.00	
<b>mögliche Anzahl Hektaren Agroforst</b>			<b>5.2</b>
<b>UMSATZ DER AGROFORSTFLÄCHE</b>			
Ertrag pro Hektar und Jahr in t			18
Preis pro t	1'100.00	244.00	
Gesamtumsatz pro ha	19'800.00	4'400.00	
Gesamtumsatz der investierten Hektaren	102'960.00	22'880.00	
Unterhaltskosten der Plantage pro Jahr	25'000.00	5'556.00	
Gewinn der Plantage	77'960.00	17'324.00	
<b>AUFFORSTUNG WALD</b>			
Kosten für eine Pflegerunde pro ha	1'650.00	367.00	
Runden pro Jahr			4
Totale Kosten pro ha/Jahr	6'600.00	1'467.00	
Anzahl Jahre			5
Totale Pflege- und Unterhaltskosten für die Anzahl Jahre pro ha	33'000.00	7'333.00	
Kosten zur Eröffnung des Geländes pro ha	3'200.00	711.00	
Durchschnittliche Kosten für die Anzahl Jahre pro ha	36'200.00	8'044.00	
totale Aufforstungskosten pro ha/Jahr	7'240.00	1'609.00	
<b>Anzahl Hektaren zur Aufforstung</b>			<b>10.8</b>

Abbildung 11: Kalkulation auf Basis einer Investition von 100'000 CHF.



# Aufbau

## der Wiederaufforstung und des Agroforstsystems



### Kreislauf

Das Projekt besteht grob aus drei Teilen, welche miteinander verknüpft sind. Dadurch soll eine langfristige Implementation erreicht werden, welche nicht auf einen konstanten periodischen Geldfluss aus Investitionen angewiesen ist.

### Wiederaufforstung von Regenwald

Die Aufforstung dient unter anderem dazu, zerstörte Böden zu regenerieren und seltene sowie vom Aussterben bedrohte Tier- und Pflanzenarten einen Lebensraum zu bieten, unter anderem der Vielfalt an Vogelarten und seltenen, auf Borneo vorkommenden, Wirbeltierarten wie Orang Utans, Pigmy Elephants, Nasenaffen, Sun Bears und Banteng.

Regenwald ist nicht nur ein wichtiger

Lebensraum, sondern erfüllt noch viele andere wichtige Nutzen, so auch die Absorption von Kohlenstoffdioxid in Form von organischem Kohlenstoff. Auch das Agroforestry System erfüllt viele dieser Nutzen, auch wenn in geringerem Ausmass als das Ökosystem Regenwald. Jedoch bietet die landwirtschaftliche Produktion mittels einem Agroforstsystem nachhaltige Lebensgrundlage für die Bewirtschaftenden und beinhaltet, erfüllt und fördert wichtige soziale Aspekte. Auch bereits teilgerodete Flächen erfüllen noch wichtige soziale wie auch Ökosystemleistungen. Laut der Studie von Boul Lefevre et al. (2022) sollten alle langfristigen Unternehmungen zum Schutz und zur Wiederaufforstung des Waldes auf Borneo angedacht werden.



### Palmölplantagen

Ölpalmplantagen werden oft durch Kahlschlag der Wälder oder auf Braunkohlegebieten erstellt. Dies reduziert die 25m hohen Baumkronen zu nacktem Boden mit einem rauen Mikroklima. Dabei haben ältere Plantagen mit geschlossenen Baumkronen und einer Höhe von 13m ein besser gepuffertes Mikroklima als dies jüngere Plantagen mit einer Höhe von 4m und offenen Baumkronen haben. Insgesamt sind Palmölplantagen heisser und trockener [1].

Die Lebensraummerkmale von Palmölplantagen ändern sich während des Lebenszyklus der Plantagen, so zum Beispiel die Kontinuität des Kronendachs und die Verfügbarkeit von Futter. So ist es wahrscheinlicher, dass wenn Ölpalmen wachsen und an struktureller Komplexität gewinnen, einheimische Arten diese Ressourcen nutzen oder sich in den Plantagen ausbreiten.[2]



## Sozialer Aspekt

Der soziale Aspekt dieses Projekts ist ein wichtiger, unterschätzter Teil. In konventionellen Palmölplantagen gibt es grob zwei Jobs, Ölpalmfrüchte ernten und diese in die Mühle fahren. Dies geschieht täglich und wird überwiegend von einer demografischen Gruppe ausgeführt: jung und männlich. Die Arbeiter und ihre Familien leben gemeinsam auf der Plantage, für die Frauen und älteren Menschen, gibt es meist keine Arbeit in der Plantage. Hier würde auch das Agroforstsystem aufgreifen und für alle Altersgruppen und Geschlechter Arbeit bieten, da die anfallenden Arbeiten sehr divers sind.

## Baumschule

Die Baumschule wäre gleichzeitig eine Grundlage wie auch eine Erweiterung. Der Aufbau einer Saatgutbank ist ein wichtige Aufgabe der Baumschule und bildet die Grundlage für die Umsetzung der Aufforstung und des Agroforstes. Als Mutterquartier die die Baumschule der Saatgutgewinnung wie auch der Produktion von Setzlingen.

Vor Ort die Setzlinge zu produzieren und Saatgut zu gewinnen, garantiert die gewünschte Qualität und bereits standortangepasste Bäume und Sortentypen, deren Pflanzschock, geringere Ausmasse annimmt, da sie bereits in näherer Umgebung angezogen wurden. Zusätzlich kann die Qualität des Saatguts selbst überprüft werden und die gewünschte Qualität eingesetzt werden. Des Weiteren kann die Artzusammensetzung des Initialwaldes durch eine eigene Baumschule viel freier selbst bestimmt werden. So sollten seltene und gefährdete Arten vermehrt werden. „Carbon fixating trees“ könnten zu einer guten Mischung der Baumarten beitragen. Die Mischung der Bäume und Ziele deren sollte gut ausgewählt werden und möglich viele Nutzen abdecken. Den interessierten Anbauern, könnte bei eigener Baumschule auch gleich die Bäume mitverkauft werden, so dass ein ganzheitliches Paket angeboten werden könnte, welche die Einstiegshürde massiv senken würde.



# Ökophysiologie

die Grundlage der Ökologie des Agroforstsystems



## Umweltfaktoren

Umweltfaktoren in verschiedener Intensität haben unterschiedlichste Einflüsse auf die Pflanzen.

Die wichtigsten Umweltfaktoren (Abb. 12) tropischer Wälder sind:

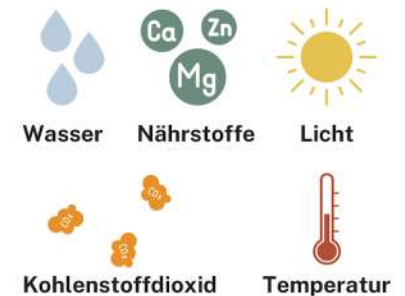


Abbildung 12: wichtige Umweltfaktoren

## Grundlage

Die Ökophysiologie von Pflanzen beschäftigt sich mit den Umweltfaktoren und deren Einfluss auf Physiologie der Pflanzen. Eine Ökophysiologische Betrachtungsweise ist für die Planung und Umsetzung des Projektes Bukit Biton von grosser Bedeutung. Deren Prinzipien sind die Grundlage der Anbauplanung, Vegetationsstufen und Sukzessionsplanung.

Die Dynamik dieser Umweltfaktoren, führt zu einem Zusammenspiel zwischen den Arten.

Umweltfaktoren sind somit von wichtiger Bedeutung für die Ausprägung der enormen Vielfalt in tropischen Regenwäldern. [1] Die Grundlagen für diese Vielfalt sind nur bei einem sehr engen Bereich von mittleren Stressbedingungen gegeben. Hoher wie auch niedriger Stress begünstigen keine Merkmale die die Entfaltung von Variabilität und Diversität ermöglichen.[2]

## Dynamische Struktur und Sukzession

Regenwälder sind einer dynamische Struktur und einem kontinuierlichen Zyklus aus verschiedenen Stufen der Sukzession unterworfen.

Der Wald durchläuft einen Zyklus aus Sukzessionsstufen. So führt das Umfallen eines Baumes, zu einem Eröffnen der Baumkronen und einer Störung der Vegetation am Boden des Aufpralls. Diese Störung führt zu einem Erneuern des Waldes (Abb. 13).

Lichtungen und Lücken werden von der Vegetation überwuchert und über die verschiedenen Sukzessionsstadien wird der Wald wiederhergestellt.

Die Schichtung des Waldes steht in direktem Zusammenhang mit der lokalen Einwirkung bestimmter Umweltfaktoren wie Licht, Temperatur, Feuchtigkeit, CO<sub>2</sub> und Mineralien.

Vereinfacht führt dies zu fünf Hauptschichten:

- Schicht aufstrebender Riesenbäume mit einer Höhe von bis zu 60-80m
- eine obere Schicht unter den Riesenbäumen
- eine mittlere Hauptkronenschicht mit einer Höhe von bis zu 24-26m
- eine untere Kronenschicht
- eine Kraut- bzw. Gehölzschicht

Die reichhaltige Flora dieser Schichten bestimmt wiederum den Gradienten der wichtigen Umweltfaktoren.



## Die Wichtigkeit von Licht

Die wichtigste Rolle bei der Bestimmung des ökophysiologischen Verhaltens von Waldpflanzen ist Licht. Die Lichtbedingungen im Wald sind stark variabel.

Die Blätterdecke absorbiert Licht. Dadurch nimmt nicht nur die Bestrahlungsstärke vom Kronendach bis zum Boden ab, sondern es verändert sich auch die Lichtqualität und Lichtkomposition (Abb. 14).

Licht kann sowohl durch zu viel wie auch durch zu wenig zu einem Stressfaktor werden. [2]

Vereinfacht gibt es Schatten- und Lichtpflanzen. Schattenpflanzen und damit Pflanzen unterer Schichten haben verschiedene Anpassungen, die ihnen dies erlauben. Sonnenpflanzen und damit auch Pionierpflanzen im Gegenzug benötigen mehr Licht.

Jedoch ist diese Einteilung nicht ganz korrekt, da viele Pflanzen sich an die gegebenen Bedingungen anpassen können. Jedoch kommt es oft zu Konkurrenz um Licht.

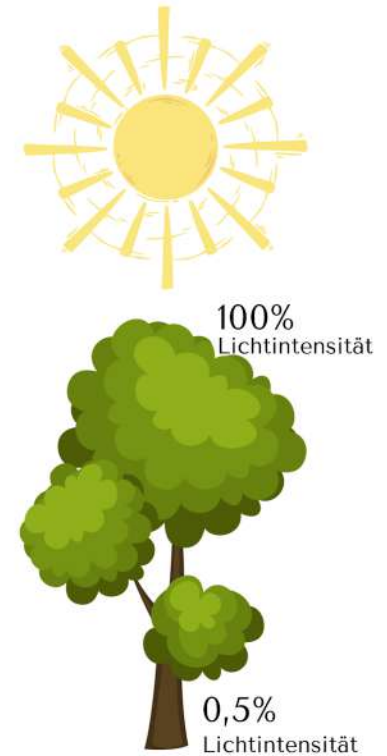


Abbildung 14: relative Lichtintensität im Kronendach und am Boden. Dabei sind 1000 μmol/(m<sup>2</sup>·s<sup>-1</sup>) Photonen einhundert Prozent. Dieser Wert kann jedoch bis 2,5 mal so groß sein. [1]



Abbildung 13: kontinuierliche Sukzessionsstadien mit der Wiederherstellung des Waldes nach einer Störung, ein umfallender Baum gekennzeichnet durch den Blitz. Der Pfeil zeigt die Richtung der zunehmenden Zeit an.

## Nährstoffe

Die Mineralisationsrate organischer Substanz ist in tropischen Böden sehr hoch und der Kreislauf der Nährmineralien sehr schnell, insbesondere im Vergleich zu Bedingungen der gemäßigten Breiten.

So korreliert ein sehr wichtiges, aber meist limitierendes Element, Phosphor in den humiden tropischen Wäldern mit dem Streufall [1] und der Förna.

Die extrem schnelle Rezirkulation der Nährstoffe verhindert zudem deren Auswaschung.



[1] (Lüttge, 2007)

[1], [2] (Lüttge, 2007)

# Pflanzung

## Der Aufbau des Systems in Schichten

### Aufbau

Dem Agroforstsystem wie auch der Aufforstung liegt derselbe grundlegende Aufbau zugrunde.

Die grundlegende Struktur liegt den natürlichen, in Regenwäldern anzutreffenden Prinzipien der Sukzession und Schichtung zugrunde.

Vier der fünf Hauptschichten sind in Abbildung 15 ersichtlich, wobei die bodennahe Kraut- und Gehölzschicht nicht eingezeichnet ist.

Die vier Schichten werden im folgenden mit E = Überbau, C = Oberbau, M = Mittelbau und U = Unterbau bezeichnet.

Grundsätzlich können alle Baumarten in eine der vier Höhenstufen eingeteilt werden.

Gewisse Arten können in zunehmende Alter nach mehreren hundert Jahren jedoch auch sehr gross werden und dabei zu einer höheren Schicht wechseln.

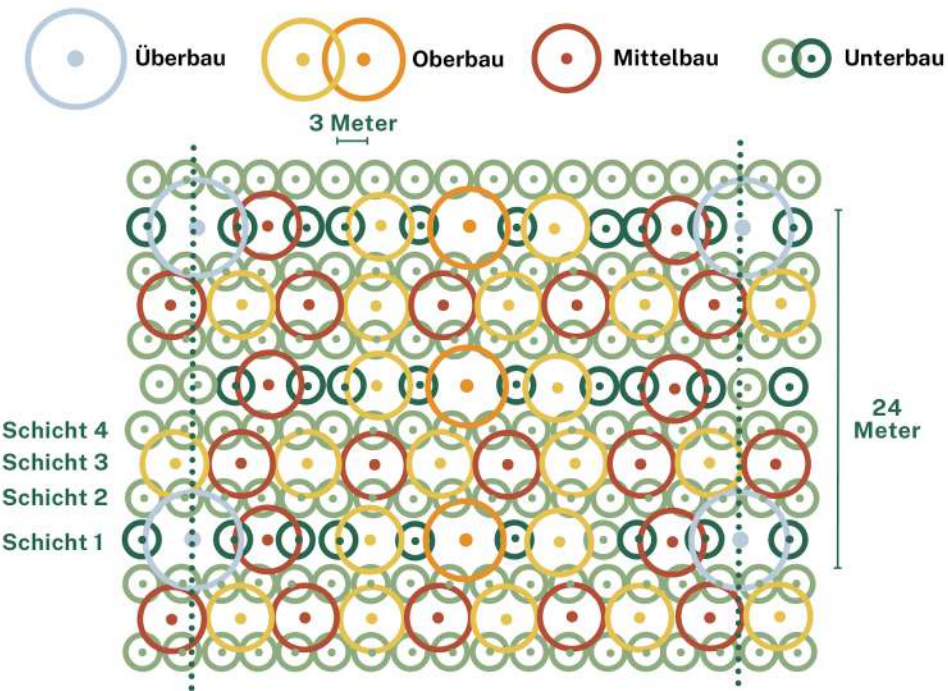


Abbildung 15: Plan der prinzipiellen Pflanzstruktur von Agroforst und Aufforstung mit den einzelnen Höhenstufen Überbau, Oberbau, Mittelbau und Unterbau. Ein Kreis bezeichnet jeweils einen Baum. Das mit der gestrichelten Linie gekennzeichnete Intervall ist auf der nächsten Seite (Abb. 16) noch genauer ersichtlich.



Schicht 1

24 Meter



Schicht 2/4

3 Meter



Schicht 3

Abbildung 16: Seitenansicht der einzelnen Schichten aus dem Pflanzplan aus Abb. 11 mit grün = Unterbau, rot und gelb = Mittelbau, orange = Oberbau und blau = Überbau. Die gestrichelte Linie bezeichnet ein Intervall, welches sich auf beiden Seiten wiederholt, bis die gesamte Fläche bedeckt ist.

# Pflanzschema des Agroforst

Der Aufbau des Agroforstsystems in Schichten

## Aufbau

Die Pflanzung verläuft analog dem Pflanzschema in Schichten. Die Schichtung besteht jedoch aus homogenen Reihen, damit die Anlage von Maschinen befahrbar ist. Ansonsten ist es schwierig das Erntegut zu transportieren und erleichtert die Pflege. Zudem reduziert es die Konkurrenz um Licht unter den Pflanzen, welches bei Agroforstsystemen ein potentiell Problem darstellt.

Im Unterbau befinden sich schattenbevorzugende Pflanzen wie Kakao und Kaffee. Diese weisen bei direkter Sonneneinstrahlung eine höhere Krankheitsanfälligkeit auf. Die Kultur im Schatten grösserer Bäume ist demnach ideal.



Die Mittelschicht, also der Mittelbau, besteht grösstenteils aus Jackfruit, Mango, Teak und Ölpalmen, kann jedoch auch weitere Obstbäume enthalten.

Die Oberschicht, oder Oberbau, besteht aus den beiden Fruchtbäumen Rambutan und Mangostan. Die Überschicht, der Überbau besteht grösstenteils aus Mahagonie (Abb. 18).



Abbildung 17: Mögliche Ernteprodukte des Agroforstsystems: Jackfruit, Kakao, Mango und Durian (von links).

Die erwähnten Kulturen können auch variieren und ergänzt werden, denn je nach Standortspezifischen Verhältnissen macht eine andere Kultur bzw. Kulturmischung Sinn.

Jedoch sind die drei wichtigen, auch als Cash-Crops bezeichneten Kulturen die Ölpalme, der Kaffee und der Kakao. Diese sorgen für die nötige Rentabilität.

Durch die verschiedenen Kulturen erhält das Agroforstsystem einen Ökosystemcharakter und bietet Tier, Natur und Mensch viele Vorteile. So können sich auch Tiere an den Obstbäumen verpflegen, und je nach Lage, kann ein zum Wald angrenzende Reihe extra dafür eingeplant werden, um den Wildtierkorridor auszubauen.





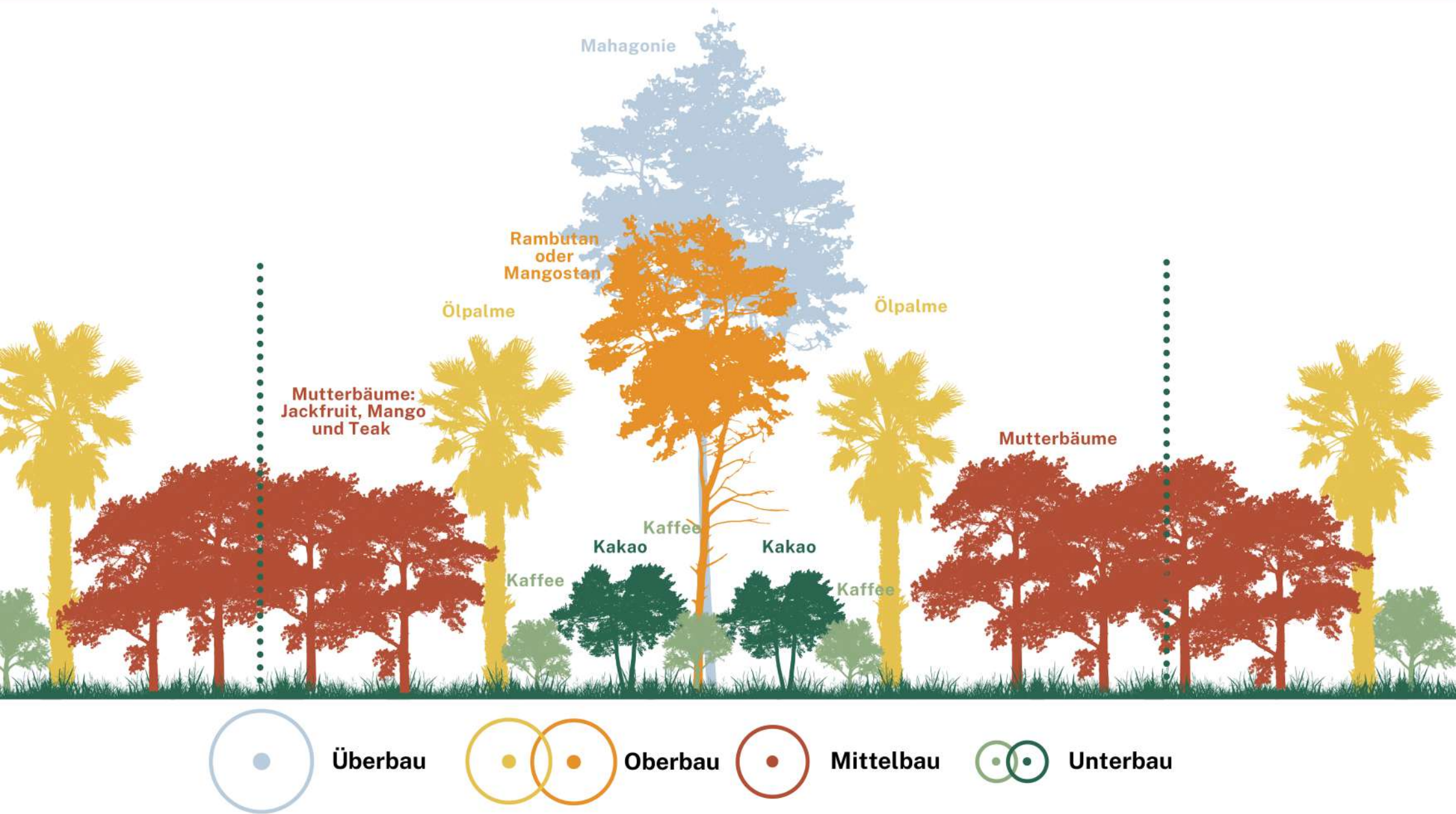


Abbildung 18: Seitenansicht des Agroforstsystems und Illustration derer Schichtung. Im Überbau wird Mahagonie angebaut, im Oberbau Rambutan oder Mangostan, im Mittelbau Jackfruit, Mango, teak und Ölpalme und im Unterbau Kakao und Kaffee. Die gestrichelte Linie bezeichnet ein Intervall, welches über die Länge der Fläche wiederholt wird und sich somit über die gesamte Fläche erstreckt.

# Organisation

## Organisatorische Struktur

Ein Verein bildet mit dem Aufbau eines Bildungszentrum und dem Anbau und Umstrukturieren landwirtschaftlicher Flächen zu Agroforstsystemen die Grundlage für dieses Projekt. Der Verein organisiert auch die Investitions- und Spendengelder und investiert diese in die landwirtschaftliche Produktion.

Die Bewirtschaftung der Plantagen und die Produktion der landwirtschaftlichen Güter geschieht durch ein Verein mit Familien, welche zur Bewirtschaftung angestellt werden. Sobald eine Agroforstfläche verfügbar ist, wird eine Familie gesucht, welche angestellt durch den Verein, die Fläche bewirtschaftet (Abb. 19). Der erwirtschaftete Gewinn fließt in die Aufforstung der Regenwaldflächen, welche durch den Verein umgesetzt wird. Für diese Arbeit werden einen Teil der angestellten Familien angestellt.

## Organisationsstruktur



Abbildung 19: Organisationsstruktur der Agroforstsysteme mit eigenständigen Familienunternehmen, ausserhalb des Vereines sowie vom Verein angestellten Familien



Zusätzlich können Familien mit eigenen Landwirtschaftsflächen eine Ausbildung im Bildungszentrum in Anspruch nehmen und ihre Fläche nach den Prinzipien des Agroforstes bewirtschaften. Über den Verein können auch Export und Vertrieb organisiert werden. Diese Familien agieren als eigenständige Unternehmen, welche jedoch in einem Austauschverhältnis mit dem Verein stehen. Sollten sie nach der anfänglichen Phase der Umstellung auf Agroforst mit dem Verein, selber Vertriebszweige eröffnen, so können sie sich vom Verein distanzieren und ihren eigenen Weg gehen. Möchten angestellte Familien durch den Erwerb von Landwirtschaftland selber zu eigenständig bewirtschaftenden Unternehmern werden, so ist dies ohne weiteres möglich. Langfristig soll so ein Mosaik an mit Agroforstbewirtschaftenden Flächen entstehen, eigenständige Unternehmen und angestellte Familiend, und so das Bild der Landwirtschaft auf Borneo nachhaltig verändern.

Der Einbezug von Smallholdern auf Borneo erfolgt über deren Ausbildung im Bildungszentrum und den durch den Verein organisierten Vertrieb, welche anschliessend über das Unternehmen exportiert und vermarktet. Synergien werden so genutzt und ein grösserer Abnehmer beliefert. Deren Abnahme wird aber vorgehend mit einem langfristigen Abnahmevertrag sichergestellt.



## Vertrieb

Die lokale Abnahme ist aktuell nur für die Frucht der Ölpalme gegeben. Es gibt jedoch einen gewissen lokalen Markt für verarbeitete Produkte wie Kakao. Damit das Projekt erfolgreich sein kann und auch weitere Anbauer auf ein syntropisches Agroforstsystem umstrukturieren würden, müsste auf den internationalen Markt aufgegriffen werden. Ein Export würde sich anbieten und die zusätzlich nötige Wertschöpfung generieren. Dabei wäre es sinnvoll, dass nur veredelte Produkte exportiert werden. Ohne Export wäre die Vision eines verbreiterten Agroforstbaus in Sabah, zum aktuellen Zeitpunkt nicht erreichbar. Kooperationen in asiatischen Städten, Europa und die Schweiz würden auch die Bekanntheit und Erreichbarkeit erhöhen.

## Landkauf: Bedingungen und geografische Lage

Im Bundesstaat Sabah auf Borneo gibt es grundsätzlich vier verschiedene Landtypen. Town Lease sind grösstenteils Landstücke in der Stadt mit einer Laufzeit von 99, 60 oder 30 Jahren. Native Title Land ist nur für die indigene Bevölkerung Sabahs erwerbbar. Deren Wert zum Kauf ist tiefer als die anderen Leases, da sie nur zwischen indigener Bevölkerung gehandelt werden dürfen. Field Registrar sind Landtitel, welche unter Native Land klassifiziert werden. Country Lease ist Land ausserhalb von Städten, deren Pacht hat entweder eine unbegrenzte Laufzeit oder eine Laufzeit von 999, 99 oder 60

Jahren. Die meisten Landstücke sind vom Country Lease Typ mit einer Laufdauer von 99 Jahren festgelegt. Das Projekt wird primär Land aus der Country Lease Kategorie erwerben.

## Human Capital

Mitarbeiter sind ein wichtiger, aber anspruchsvoller Teil des Projektes. Das Ziel wäre es, zur Bewirtschaftung der Flächen des Vereines eine motivierte Familie anzustellen, wobei die Bildung der Kinder werden muss. Dies sollte sich aber mit zunehmender Anzahl der Familien und dem Aufbau einer Dorfschule einfacher umsetzen lassen. Frauen werden einen grossen Teil der Workforce stellen. Voraussichtlich werden auch Mitarbeiter verschiedenster Bildungsstufen für das Projekt arbeiten.

## Infrastruktur

Die Erstellung des Bildungszentrums setzt eine gewisse Infrastruktur voraus. So wird eine Mitarbeiterunterkunft, zum Beispiel aus Langhäusern, ein Empfangszentrum zur Information, zum Zusammensitzen und zur Bildung notwendig. Eine Unterkunft für Gäste, seien dies interessierte Plantagenbesitzer, Investoren oder Touristen sowie verschiedenste Räume und Gebäude zur Verarbeitung, Lagerung und Trocknung der landwirtschaftlichen Produkte einzuplanen. Diese können jedoch je nach Ermessen und Bedürfnis variieren. Ein Restaurant zur Verpflegung der Gäste und Mitarbeiter mit lokalen und auch selbst angebauten Produkten bildet ein wichtiges Element, auch zur lokalen Vermarktung verarbeiteter Produkte.





## Vision

### Nachhaltige Palmölproduktion mit Aufforstung

Unsere Vision ist die Aufforstung von Wäldern auf Borneo mit der nachhaltige Veränderung in der Palmölproduktion und der Umstrukturierung von Ölpalmpflanzungen, bei gleichzeitiger Produktion von Palmöl und weiteren landwirtschaftlichen Produkten.

Dabei soll eine wichtige und äusserst effiziente Kultur; die Ölpalme in Agroforstkultur angebaut werden, mit anderen Arten zur Erstellung eines Systems mit Ökosystemintegrität. Das Projekt soll durch die periodische Wiederaufforstung der Regenwälder und dem Mosaik an mit agroforstbewirtschaftenden Flächen die Möglichkeiten einer nachhaltigen Palmölproduktion aufzeigen und langfristig das Landschaftsbild auf Borneo verändern.

### Ausbildungs-, Info- und Lehrzentrum

Damit ein solches Projekt auch langfristig Nutzen stiftet und langfristig erfolgreich agiert, ist Bildung unentbehrlich.

## Ausbildungs-, Info- und Lehrzentrum

### Bildung: langfristiger Erfolg und Nachhaltigkeit

Damit es nicht nur dabei bleibt, dass das Projekt eigene Plantagen betreibt, sondern auch Smallholders [1] von den Vorteilen von Agroforstsystemen profitieren können und den Risiken bewusst sind, müssten mehrere Tools angeboten werden. Unter anderem müsste ein Netz von Abnehmern verfügbar sein, damit überhaupt ein Reiz zur Umstellung besteht. So sollte ein Paket verfügbar sein, welches die Hürde der Umstellung möglichst erniedrigt. So sollte nach der Kontaktaufnahme und Erklärung der Idee der Umpflanzung, ein Abnahmevertrag aufgesetzt werden, welcher dem Smallholder die Abnahme seiner Produkte garantiert, dazu gehört auch ein Factsheet und die Organisation des Exports. Um die Qualität garantieren und kontrollieren zu können, müssen jedoch Richtlinien erarbeitet werden, an welche die Anbauer gebunden sind. Die interne Kontrolle ist wichtig. Der Verein erniedrigt damit die Hürde und soll so Anreize einer nachhaltigen Produktion schaffen. Wenn sich für die Smallholder andere Wege des Vertriebes eröffnen, so können sie selbständig ihren Weg weitergehen.



Das Projekt hat das Potential Jobs zu schaffen, gute Arbeitsbedingungen aufzustellen, Bildung verfügbar zu machen und die nachhaltigere Bewirtschaftung durch Wissen und Weiterbildungen langfristig zu sichern und letztlich einem nicht zu unterschätzenden Beitrag für die Zukunft unseres Planeten leisten.

## Aufforstungsgebiete

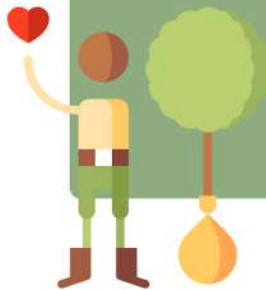
Die Aufforstungsgebiete werden über 5 Jahre viermal jährlich gepflegt und anschliessend der Natur Borneos übergeben.

Die Aufforstung werden in der Regel mit dem Forestry Departement in geschützten Gebieten umgesetzt, welche einen permanenten Schutz vor Abholzung

garantieren, und so Pflanzen wie auch Tieren einen geschützten Lebensraum bieten.

Gefährdeten Arten soll so eine Grundlage zur Etablierung und Erhaltung gegeben werden.

## Unser Ziel



Das Ziel wäre einen langfristigen Beitrag zur Aufwertung des landwirtschaftlichen Gebietes sowie der Regenwälder auf Borneo zu leisten und dabei eine Vorreiter Funktion im Bereich der nachhaltigen Bewirtschaftung von Agroforstsystemen zu sein.



## Abbildungsverzeichnis

Die Fotos stammen von Simon Werren und Maurus Schifferli, und die Abbildungen von MAURUS SCHIFFERLI, LANDSCHAFTSARCHITEKTEN mit folgenden Ausnahmen:

Titelblatt: ©kjorgen from Getty Images via Canva.com, @dariolopresti via Canva.com  
Inhaltsverzeichnis: ©kjorgen from Getty Images via Canva.com  
Seite 1: ©borneo rimbawan from Getty Images via Canva.com, @richcarey from Getty Images via Canva.com  
Seite 2: ©donwogdo from Getty Images via Canva.com  
Seite 3: ©Hermansyah28 from Getty Images via Canva.com  
Seite 4: ©yusnizam from Getty Images Pro via Canva.com, @richcarey from Getty Images via Canva.com  
Seite 6: ©Kaszojad from Getty Images via Canva.com  
Seite 7: ©Cavan Images from Getty Images via Canva.com  
@elmvilla from Getty Images via Canva.com  
Seite 8: ©muslin from Getty Images via Canva.com, @ArtsyBeeKids from pixabay via Canva.com  
Seite 11: @IconsB via Canva.com  
Seite 12: @blueringmedia via Canva.com, @Sya J from Sya J via Canva.com, @annstasag via Canva.com, @fbxx from Getty Images via Canva.com  
Seite 13 und 26: @sketchify via Canva.com  
Seite 19: © Hans Swift from Getty Images via Canva.com, ©Canva Creative Studio via Canva.com, ©Canva Creative Studio via Canva.com, ©Nadiinko from Nadiinko via Canva.com, ©OpenClipart-Vectors from pixabay via Canva.com, ©oksanasazhniewa via Canva.com, @iconsy via Canva.com  
Seite 20: ©Nadiinko from Nadiinko via Canva.com, @umarhayat from khizar via Canva.com, @Nosyrevy via Canva.com, ©OpenClipart-Vectors from Pixabay via Canva.com, ©DARSHINI\_K27 from DARSHINI\_K27 via Canva.com, ©GDJ from pixabay via Canva.com  
Seite 21: @joakimbkk from Getty Images via Canva.com, ©Hannah Dorol from Sketchily Education via Canva.com, ©ArtsyBeeKids from pixabay via Canva.com  
Seite 23 und 25: ©Nosyrevy via Canva.com, ©OpenClipart-Vectors from Pixabay via Canva.com, ©DARSHINI\_K27 from DARSHINI\_K27 via Canva.com, ©GDJ from pixabay via Canva.com  
Seite 24: @Vectortradition via Canva.com  
Seite 29: @jacus from Getty Images via Canva.com  
Seite 31: ©Eucalypt from amethyststudio via Canva.com  
Seite 32: ©undefined from Lori Waller's Images via Canva.com  
Umschlag: ©CasPhotography from Getty Images via Canva.com, @patrickheagney from Getty Images via Canva.com

# Literaturverzeichnis

- Abood, S.A., Lee, J.S.H., Burivalova, Z., Garcia-Ulloa, J., Koh, L.P., 2015. Relative Contributions of the Logging, Fiber, Oil Palm, and Mining Industries to Forest Loss in Indonesia. *Conserv. Lett.* 8, 58–67. <https://doi.org/10.1111/conl.12103>
- Ahmad, I., Ibrahim, N.N.B., Abdullah, N., Koji, I., Mohama, S.E., Khoo, K.S., Cheah, W.Y., Ling, T.C., Show, P.L., 2022. Bioremediation strategies of palm oil mill effluent and landfill leachate using microalgae cultivation: An approach contributing towards environmental sustainability. *Chin. Chem. Lett.* 107854. <https://doi.org/10.1016/j.ccl.2022.107854>
- Andrade, D., Pasini, F., Scarano, F.R., 2020. Syntropy and innovation in agriculture. *Curr. Opin. Environ. Sustain., Open Issue 2020 Part A: Technology Innovations and Environmental Sustainability in the Anthropocene* 45, 20–24. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2020.08.003>
- Asner, G.P., Brodrick, P.G., Philipson, C., Vaughn, N.R., Martin, R.E., Knapp, D.E., Heckler, J., Evans, L.J., Jucker, T., Goossens, B., Stark, D.J., Reynolds, G., Ong, R., Renneboog, N., Kugan, F., Coomes, D.A., 2018. Mapped aboveground carbon stocks to advance forest conservation and recovery in Malaysian Borneo. *Biol. Conserv.* 217, 289–310. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.10.020>
- Boul Lefevvre, N., Keller, N., Plagnat-Cantoreggi, P., Godoong, E., Dray, A., Philipson, C.D., 2022. The value of logged tropical forests: A study of ecosystem services in Sabah, Borneo. *Environ. Sci. Policy* 128, 56–67. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.11.003>
- Brockerhoff, E.G., Jactel, H., Parrotta, J.A., Quine, C.P., Sayer, J.A., 2008. Plantation forests and biodiversity: Oxymoron or opportunity? *Biodiversity Conservation*, 17, 925–951.
- Bryan, J.E., Shearman, P.L., Asner, G.P., Knapp, D.E., Aoro, G., Lokes, B., 2013. Extreme Differences in Forest Degradation in Borneo: Comparing Practices in Sarawak, Sabah, and Brunei. *PLoS ONE* 8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0069679>
- Busch, J., Ferretti-Gallon, K., Engelmann, J., Wright, M., Austin, K.G., Stolle, F., Turubanova, S., Potapov, P.V., Margono, B., Hansen, M.C., Baccini, A., 2015. Reductions in emissions from deforestation from Indonesia's moratorium on new oil palm, timber, and logging concessions. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 112, 1328–1333. <https://doi.org/10.1073/pnas.1412514112>
- Carlson, K.M., Curran, L.M., Asner, G.P., Pittman, A.M., Trigg, S.N., Marion Adeney, J., 2013. Carbon emissions from forest conversion by Kalimantan oil palm plantations. *Nat. Clim. Change* 3, 283–287. <https://doi.org/10.1038/nclimate1702>
- Cheah, W.Y., Show, P.L., Juan, J.C., Chang, J.-S., Ling, T.C., 2018. Microalgae cultivation in palm oil mill effluent (POME) for lipid production and pollutants removal. *Energy Convers. Manag.* 174, 430–438. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.08.057>
- Gaveau, D.L.A., Sheil, D., Husnayaen, Salim, M.A., Arjasakusuma, S., Ancrenaz, M., Pacheco, P., Meijaard, E., 2016. Rapid conversions and avoided deforestation: examining four decades of industrial plantation expansion in Borneo. *Sci. Rep.* 6, 32017. <https://doi.org/10.1038/srep32017>
- Jomo, K.S., Chang, Y.T., Khoo, K.J., 2004. Deforesting Malaysia: the political economy and social ecology of agricultural expansion and commercial logging. *Deforesting Malays. Polit. Econ. Soc. Ecol. Agric. Expans. Commer. Logging.*
- Leakey, R.R.B., 1996. Definition of agroforestry revisited. *Agrofor. Today ICRAF.*
- Lundgren, B., Raintree, J., 1983. Sustained Agroforestry.
- Luskin, M.S., Potts, M.D., 2011. Microclimate and habitat heterogeneity through the oil palm lifecycle. *Basic Appl. Ecol.* 12, 540–551. <https://doi.org/10.1016/j.baee.2011.06.004>
- Lüttge, U., 2007. *Physiological Ecology of Tropical Plants.* Springer Science & Business Media.
- Meijaard, E., Brooks, T.M., Carlson, K.M., Slade, E.M., Garcia-Ulloa, J., Gaveau, D.L.A., Lee, J.S.H., Santika, T., Juffe-Bignoli, D., Struebig, M.J., Wich, S.A., Ancrenaz, M., Koh, L.P., Zamira, N., Abrams, J.F., Prins, H.H.T., Sendashonga, C.N., Murdiyarsa, D., Furumo, P.R., Macfarlane, N., Hoffmann, R., Persio, M., Descals, A., Szantoi, Z., Sheil, D., 2020. The environmental impacts of palm oil in context. *Nat. Plants* 6, 1418–1426. <https://doi.org/10.1038/s41477-020-00813-w>
- Ogahara, Z., Jespersen, K., Theilade, I., Nielsen, M.R., 2022. Review of smallholder palm oil sustainability reveals limited positive impacts and identifies key implementation and knowledge gaps. *Land Use Policy* 120, 106258. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106258>
- Pinard, M., Hewlett, B., Davidson, D., 1996. Site conditions limit pioneer tree recruitment after logging of dipterocarp forests in Sabah, Malaysia. *Biotropica* 28, 2–12. <https://doi.org/10.2307/2388766>
- Wyant, J., 1996. Agroforestry - an ecological perspective 3.



# Impressum

Herausgegeben von: Maurus Schifferli, Dalilah Schmid, Simon Werren und Itisha Ismail  
Gestaltung, Illustration und Text: Dalilah Schmid  
Ansprechpartner Borneo und Informationen: Simon Werren und Itisha Ismail  
Druck der analogen Form: Vögeli AG, Langnau i.E.

© 2023 FORREST, Restoration & Agroforestry

Die Herausgeber haben sich bemüht, alle Inhaber(innen) von Urheberrechten ausfindig zu machen. Sollten dabei Fehler oder Auslassungen unterlaufen sein, werden diese bei entsprechender Benachrichtigung im folgenden Druck korrigiert. Etwaige Rechteinhaber(innen) möchten sich bitte mit dem entsprechenden Nachweis an die Herausgeber wenden.

Alle Rechte vorbehalten.



# Contact us for further inquiries

FORREST, Restoration & Agroforestry:

Kontakt Europa:  
Maurus Schifferli, Bern, Schweiz  
[www.msbern.ch](http://www.msbern.ch)  
[ms@msbern.ch](mailto:ms@msbern.ch)

Kontakt Malaysia:  
Itisha Ismail und Simon Werren, Lahad Datu, Borneo  
<https://www.orang-utan-project.com>  
[info@orang-utan-project.com](mailto:info@orang-utan-project.com)



2023

