

AGROFORSTSYSTEME AM RAND TROPISCHER REGENWÄLDER

BIODIVERSITÄTSSCHUTZ UND ÖKOLOGISCHE DIENSTLEISTUNGEN

TEJA TSCHARNTKE, YANN CLOUGH UND BEA MAAS

Der weltweite Artenrückgang liegt wesentlich in der Zerstörung tropischer Regenwälder begründet, da diese Lebensräume die mit Abstand meisten Arten beherbergen. Ein großer Teil von ihnen ist auf den strikten Schutz ungestörter Regenwälder angewiesen. Entsprechend sollte dieses Thema höchste öffentliche Aufmerksamkeit genießen, will man diese Vielfalt erhalten. Weltweit stehen allerdings nur 12 % der Landfläche unter Schutz und 40 % werden landwirtschaftlich genutzt, sodass Schutzgebiete keineswegs für einen nachhaltigen Biodiversitätsschutz ausreichen. Zudem zeigt eine aktuelle Studie, dass die tropischen Waldschutzgebiete weltweit durch illegale Nutzung in erheblichem Maße beeinträchtigt sind. Für einen effektiven Waldschutz spielt es daher eine große Rolle, ob bewaldete Landnutzungsflächen (in der Regel Kaffee- und Kakao-Agroforstsysteme) oder Offenlandflächen am Waldrand angesiedelt sind. Kleinbauern im Randbereich tropischer Regenwälder können von der Biodiversität, wie sie die angrenzenden Wälder befördern, bei ihrer Flächennutzung profitieren. Beispielsweise sind in solchen Fällen die Bestäubung (von Kaffee) und die biologische Schädlingskontrolle (im Kakao) erhöht. Dieser Nutzen der Biodiversität bietet eine Chance, Schutzanstrengungen mit den Bedürfnissen der meist armen Kleinbauern zu verbinden. Zudem können Konsumenten durch den Kauf ökologisch zertifizierten Kaffees und Kakaos die umweltfreundliche Agroforst-Bewirtschaftung unterstützen.

Die voranschreitende Intensivierung von Landnutzung ist die Hauptursache für weltweiten Artenrückgang und Biodiversitätsverluste, sowohl lokal als auch regional betrachtet. Zum einen wird der Ertrag pro Fläche erhöht, zum anderen wird die intensive Produktion ausgeweitet. Dieser Wandel führt zu einer Monotonisierung traditionell vielfältiger Landschaften und findet bei uns genauso statt wie in den Tropen.

Warum beschäftigt man sich daher überhaupt mit der Frage, wie Landwirtschaft zum Erhalt der Biodiversität beitragen kann? Dafür gibt es eine Reihe von Argumenten:

(1) Landwirtschaft beherrscht 40 % der weltweiten Landfläche, wovon jedoch nur 12 % unter Schutz stehen. Nach Schätzungen sind bis zu 50 % aller Arten auf Flächen außerhalb von Schutzgebieten angewiesen. Damit beeinflusst die Landwirtschaft den Erhalt der weltweiten Artenvielfalt sowohl direkt als auch indirekt durch die Art und Weise der Intensivierung der Produktion. Zudem wurde gezeigt, dass die Schutzgebiete in den Tropen starken anthropogenen Veränderungen ausgesetzt sind, die wesentlich zur Abnahme der Artenzahlen beitragen – sogar in tropischen Waldschutzgebieten.

(2) Genutzte und ungenutzte Flächen liegen meist nicht voneinander isoliert und erlauben daher das Hin- und Herwandern von Arten („Spillover-Effekt“), was ihre Überlebenschancen

erhöht. Solche Arten verbinden verschiedene Lebensräume durch ständige Bewegung und Ressourcennutzung und werden daher auch als „mobile Links“ bezeichnet. Klassischerweise sind dies flugfähige Wirbeltiere (z.B. Vögel, Fledermäuse) sowie viele Insektenarten. Die Vernetzung von Landschaften wird daher durch eine durchlässige Landschaftsmatrix und häufige Bewegungen von Arten verbessert.

(3) Auch Agrarökosysteme können eine hohe Artenvielfalt aufweisen. In Deutschland bzw. in Mitteleuropa sind Kalkmagerrasen und trockene Grasflächen die artenreichsten Lebensräume, die durch landwirtschaftliche Nutzung entstanden sind. Aber auch in den Tropen hat sich gezeigt, dass bewaldete Landnutzungssysteme wie Kaffee- und Kakao-Agroforstsysteme in ihrer Artenvielfalt vergleichbar zu Primärwäldern sein können, wenn sie eine vielfältige Struktur aufweisen.

(4) Agrarökosysteme sind zwar meist einfacher strukturiert, aber auch produktiver als ressourcenreiche Naturflächen. Von einem Feld mit Raps, der in großen Mengen Pollen und Nektar produziert, profitieren auch Bienen und andere Blütenbesucher, die außerhalb des Agrarökosystems leben. Ähnliches gilt für Samen- und Fruchtfresser in den Tropen, die von angebauten Nahrungspflanzen profitieren können.

(5) Agrarökosysteme brauchen eine funktionell intakte Artenvielfalt für die Aufrechterhaltung



Kakao-Agroforstsystem
mit Kakao- und Schattenbäumen am Rande des Lore Lindu National Parks in Sulawesi, Indonesien.

der für den Menschen wichtigen Ökosystemleistungen. Es wird oft unterstellt, man könne beliebig intensivieren und es würde sich alles – natürlicherweise – von alleine regeln. Das ist definitiv nicht der Fall. Agrarökosysteme bestehen (zum Beispiel selbst im Getreide) aus Hunderten von Arten und Hunderttausenden von Individuen an räuberischen Arthropoden pro Hektar, ohne die das Ökosystem nicht funktionieren würde.

KAKAOANBAU IN AGROFORSTSYSTEMEN INDONESIAENS

Seit mehr als zehn Jahren führen wir ökologische Untersuchungen in Indonesien durch, dessen Regionen Wallacea und Sundaland zu den weltweit wichtigsten Biodiversitätshotspots gehören. Allerdings hat sich Indonesien in den letzten Jahren auch zu einem führenden Agrarrohstoffproduzenten entwickelt. Das Land ist mittlerweile nicht nur der weltweit größte Palmölproduzent, sondern auch der drittgrößte Produzent von Kakao. Kakaobäume können sowohl als Monokultur als auch als Agroforstsystem, d.h. in Kombination mit großen Schattenbäumen, angebaut werden. Insofern stellt sich die Frage, ob bzw. wie man den Anbau von Kakao mit dem

AGROFORSTSYSTEME SIND VIELFÄLTIGER ALS ANDERE LANDNUTZUNGSSYSTEME UND BIETEN ZAHLREICHE RESSOURCEN FÜR EIN NACHHALTIGES LANDNUTZUNGSMANAGEMENT.

Schutz von Biodiversität verbinden kann: Ist eine Ertragssteigerung im Sinne des ökonomischen Interesses der Bewohner möglich, ohne dass es zu Verlusten an Biodiversität kommt?

WARUM AGROFORSTSYSTEME?

Agroforstsysteme sind sowohl von hohem ökonomischen als auch ökologischem Interesse. Da sie häufig zusammen mit anderen Pflanzen bzw. Schattenbäumen kultiviert werden, sind sie sowohl strukturell als auch funktionell vielfältiger als andere Landnutzungssysteme (z.B. Mais; Reis; Gemüseplantagen) und bieten zahlreiche Ressourcen, die durch nachhaltiges Landnutzungsmanagement nutzbar sind. Kakao-, Kaffee-, Obstbaumkulturen und andere Agroforstsysteme

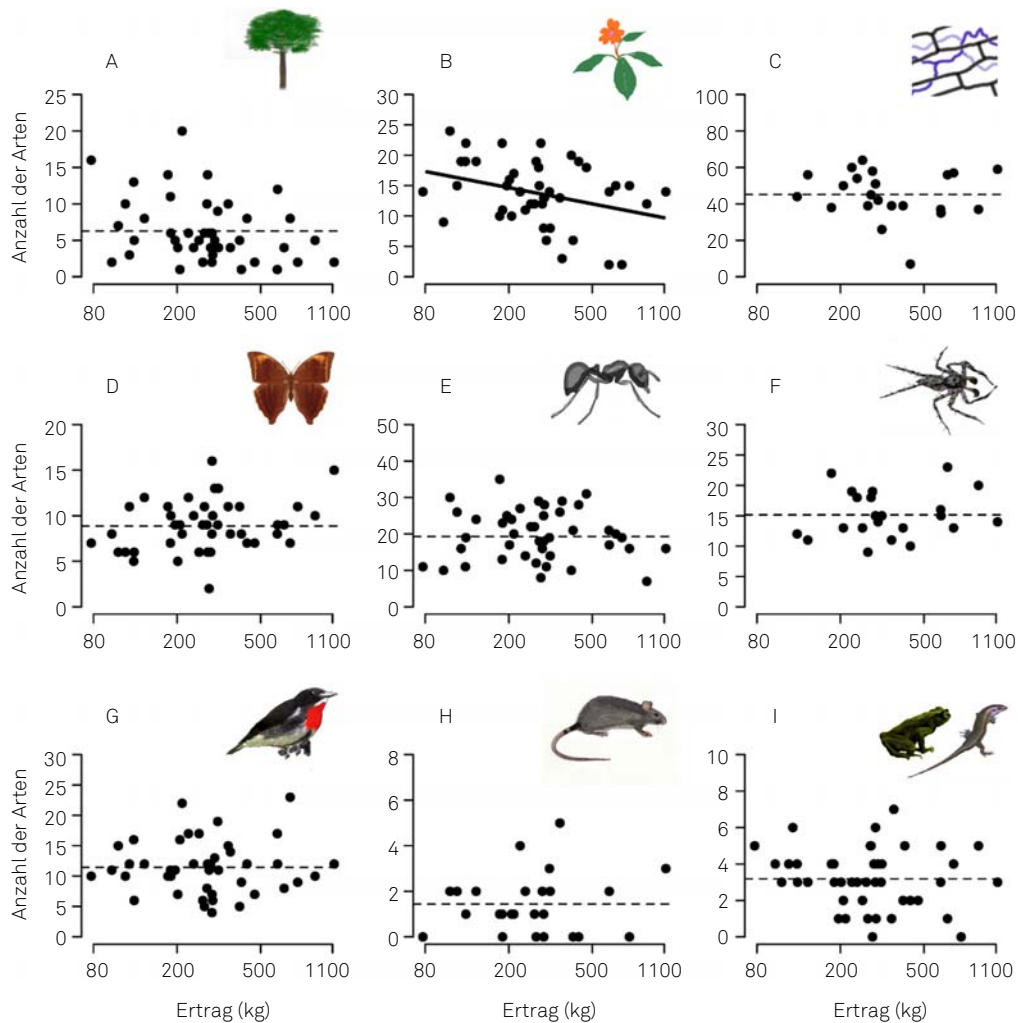


Kakao-Baum mit Früchten
am Rande des Lore Lindu National Parks in Sulawesi, Indonesien.

produzieren global vermarktbare „Cash Crops“, die zur Sicherung von Einkommen und Lebensqualität in vielen Anbauregionen beitragen. Vor allem tropische Regionen sind besonders stark von Ausdehnung und Intensivierung der Landwirtschaft geprägt, was sich insbesondere in Gebieten mit mangelnder Infrastruktur, gesetzlicher Instabilität und hoher Armut negativ auf lokale Bevölkerungsgruppen, Kleinbauern und die natürliche Artenvielfalt auswirkt. Alternative Bewirtschaftungsmethoden und die Nutzung natürlicher Schädlingskontrolle können zu langfristigeren Erträgen, der Entlastung von Primärhabitaten (Wäldern) und dem Schutz bedrohter Arten in den Tropen beitragen, weshalb sie von großem Interesse für Ökologen und Ökonomen sind.

ERTRAG UND ARTENVIELFALT

In den europäischen Ländern wirken sich gesteigerte Erträge (z.B. Weizenerträge) typischerweise negativ auf die Artenvielfalt aus: Je höher der Ertrag, desto mehr Arten verschwinden auf einer Fläche. Anders präsentiert sich dieser Zusammenhang in den Tropen, da die landwirtschaftliche



Anzahl der Arten und Ertrag

(in Kilogramm pro Hektar und Jahr) in kleinbäuerlichen Kakao-Agroforstsystemen am Rande des Lore Lindu National Parks in Sulawesi, Indonesien.

Die Zahl der Arten wurde für 40×40 Meter große Flächenausschnitte ermittelt, bei Bäumen für Flächen von 50×50 Meter).

A: Bäume, B: krautige Pflanzen, C: epiphytische Pilze, D: Schmetterlinge, E: Ameisen, F: Spinnen, G: Vögel, H: Säugetiere, I: Amphibien und Reptilien.

Nutzung in vielen Fällen nicht im Sinne einer ökonomischen „Best-Practice-Nutzung“ ist, also nicht der besten Verfahrensweise folgt. Auf der indonesischen Insel Sulawesi, wurde in der Untersuchung von Kakao-Agroforstsystemen und mehreren Arten kein Zusammenhang zwischen Artenreichtum und dem Kakao-Ertrag gefunden, außer bei überwiegend exotischen, krautigen Pflanzen. Dies gilt auch für endemische Arten, wie für Schmetterlinge und Vögel gezeigt werden konnte.

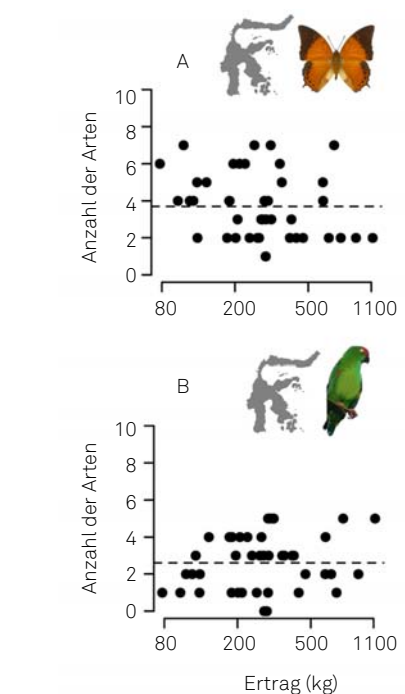
Neben dem Artenreichtum ist die Artenzusammensetzung ein wichtiger Vergleichsfaktor.

Regionaler Artenreichtum (z.B. von Vögeln) kann in wenig und stark gestörten Waldlandschaften sehr ähnlich sein, jedoch in der Zusammensetzung

der Arten große Unterschiede aufweisen. Diese Ergebnisse zeigen, dass strukturell vereinfachte Landschaften oft auch vereinfachte Artenzusammensetzungen aufweisen und der reine Fokus auf den Erhalt hoher Artenzahlen ungeeignet für den Schutz seltener und spezialisierter Arten sein kann.

BESCHATTUNG

Sowohl in Kakao- als auch in Kaffee-Agroforstsystemen tendieren Kleinbauern in den Tropen zum Fällen vorhandener Schattenbäume, um den Ertrag zu erhöhen. Diese Bäume sind häufig Relikte aus ehemaligen Waldstrukturen und bleiben im Laufe der Landschaftsveränderung stehen.



Anzahl endemischer Arten und Ertrag

(in Kilogramm pro Hektar und Jahr) in kleinbäuerlichen Kakao-Agroforstsystemen am Rande des Lore Lindu National Parks in Sulawesi, Indonesien. Die Artenzahl wurde für 40×40 Meter große Flächenausschnitte ermittelt, bei Bäumen für Flächen von 50×50 Meter).

A: Schmetterlinge, B: Vögel.

Ökophysiologische Modelle der „Best-Practice“-Kakaoerzeugung ergeben jedoch eine nicht lineare Beziehung zwischen dem Anteil lokaler Beschattung und dem Ernteertrag, was gut mit den beobachteten Mustern aus Sulawesi übereinstimmt. Die Ertragsverluste sind bei niedriger Beschattung sehr gering, d.h., Schattenanteile von bis zu 40 % könnte man im Interesse des Artenschutzes durchaus in Kauf nehmen.

Für den Kakaoertrag zählt weder die Größe noch die Anzahl der Schattenbaumarten, sondern der Prozentsatz an geschlossener Kronendichte durch die Schattenbäume, die den Schatten spenden. Für den Artenreichtum an Vögeln und anderen Organismengruppen ist jedoch das Vorhandensein großer Bäume und verschiedener



Stammständige Blüten von Kakao *Theobroma cacao* (Sterculiaceae)

Baumarten viel wichtiger als die beschattete Fläche an sich. Durch entsprechende Veränderungen in der Zusammensetzung der Schattenbäume kann daher die Artenvielfalt beeinflusst werden, ohne negative Auswirkungen auf den Ernteertrag zu haben.

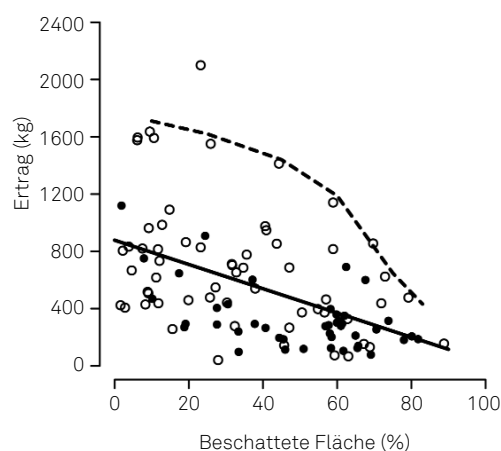
BESTÄUBUNG, BIOLOGISCHE SCHÄDLINGSKONTROLLE UND DER ANGRENZENDE WALD

Neben dieser eher lokalen Ebene spielt die Einbettung der Anbauflächen in die umgebende Landschaft eine große Rolle beim Biodiversitätsschutz. Letztlich bestimmt die Anzahl von Arten auf Landschaftsebene (der sogenannte Artenpool) die lokale Artenvielfalt. Wie eingangs erwähnt, bewegen sich die meisten Arten zwischen den verschiedenen Systemen einer Landschaft. Wir konnten nachweisen, dass das Vorhandensein nahegelegener Restbestände natürlichen Regenwaldes für die Artenvielfalt von Waldbäumen und krautigen Pflanzen, von Früchte- und Nektarkonsumierenden Vögeln, sowie für endemische Ratten, Bienen, Wespen und Schmetterlinge von großer Bedeutung ist. Die Rolle der Bestäubung wird bei Nutzpflanzen in der Regel deutlich unterschätzt, weil Getreide (z.B. Mais, Reis, Weizen)

windbestäubt ist. Dennoch hängen nicht nur 70 % der weltweit von der FAO gelisteten wichtigsten Nutzpflanzen von der Bestäubung durch Tiere ab, sondern auch 35 % der weltweiten Nahrungsmittelproduktion.

BESTÄUBUNG BEIM KAFFEE

Beim Hochlandkaffee, der lange Zeit als ausschließlich selbstbestäubend galt, ist die Anzahl der Bienenarten wesentlich wichtiger für den Fruchtansatz als deren Häufigkeit und kann eine Ertragssteigerung von 50 % bringen. Dies beruht



auf Komplementäreffekten bei der Bestäubung, wie wir sie inzwischen auch für andere Nutzpflanzenarten wie dem Kürbis zeigen konnten. Insbesondere die sozialen Bienenarten (Honigbienen und stachellose Bienen) sind in höheren Artenzahlen vorhanden, wenn an das Agroforstsystem ein Regenwald grenzt. Aus der Anzahl der Bienenarten in Abhängigkeit von der Entfernung zum Regenwald lässt sich die Ertragsminderung von Kleinbauern ableiten. Eine Entfernung von 1500 Meter zum umgebenden Regenwald bedeutet einen Rückgang auf 60 % des Fruchtansatzes, auf 78 % des Kaffeebohnenengewichts und auf 55 % der finalen Ernte. Eine optimale Kreuzbestäubung erhöht zudem die Qualität bei vielen Fruchtarten.

BESTÄUBUNG BEIM KAKAO

Werden Laubstreu, sowie alte Zweige und Äste aus dem Kakao-Agroforstsystem entfernt, nehmen die Artenzahlen von Reptilien und Amphibien stark ab. Ein Liegenlassen der Streuschicht ist dabei wirtschaftlich nicht von Nachteil; es gibt im Gegenteil sogar Hinweise, dass Streu und alte Fruchtreste für die Bestäuber von Kakao (winzige Mücken oder auch Gnitzen) wichtig sind.

Der Ertrag an Kakaofrüchten ist direkt proportional zur Anzahl der bestäubten Blüten und eine Bestäubung per Hand kann den Ertrag wesentlich steigern. Den Mücken, die die Kakaoblüten auf natürliche Art bestäuben, kommt daher eine große wirtschaftliche Bedeutung zu. In einer neueren Versuchsanordnung wurden auch die Wasserversorgung, die Stickstoffdüngung und die Beschattung variiert, aber allein die Bestäubungsrate erwies sich als der entscheidende Faktor, der den Ertrag einschränkte. Jedoch ist über die Biologie der Bestäuber kaum etwas bekannt, und aufgrund dieser fehlender Kenntnisse gibt es

Beschattung und Ertrag

Der Kakaoertrag (in Kilogramm pro Hektar und Jahr) und die von Bäumen beschattete Fläche (in %). Ausgefüllte Punkte: Felddaten; Kreise: von Kleinbauern angegebene Daten; durchgehende Linie: Korrelation). Gestrichelte Linie: Zusammenhang gemäß SUCROS-Kakao-Modell bei maximalen Erträgen („Best-Practice-Modell“).



Käfig für den Ausschluss von Vögeln und Fledermäusen im Kakao-Agroforst am Rande des Lore Lindu National Parks in Sulawesi, Indonesien.

keine konkreten Hinweise, wie man der offensichtlichen Begrenzung von Bestäubern am besten entgegensteuern könnte.

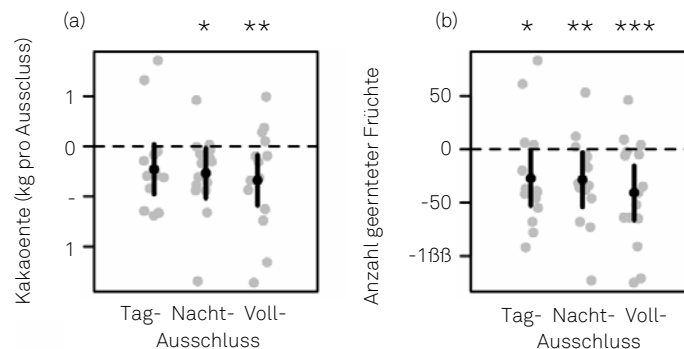
Auch in anderen tropischen Systemen, wie den Hausgärten, die oft in unmittelbarer Nachbarschaft zu den Agroforstsystemen liegen, ist die Bestäubungsleistung oft sehr viel wichtiger als Düngung oder Pflanzenschutz. So wurde beispielsweise erst kürzlich gezeigt, dass der verbreitete und intensive Pestizideinsatz keine erkennbar positiven Wirkungen auf den Ertrag in den Hausgärten von Sulawesi hatte.

BIOLOGISCHE KONTROLLE DURCH AMEISEN, VÖGEL UND FLEDERMÄUSE

Insektenfressende Räuber in tropischen Kakao-Agroforstsystemen tragen wesentlich zur natürlichen Bekämpfung von Schädlingen und somit letztlich zur Ernteproduktion bei, wie in Freilandexperimenten in Sulawesi nachgewiesen werden konnte. Vögel und Fledermäuse sowie räuberische Ameisen wurden von Kakao-Agroforstsystemen ausgeschlossen, um deren Effekt auf die Produktion der Kakaofrüchte und den finalen Erntertrag zu messen. In Abwesenheit von Vögeln und Fledermäusen warfen die Kakaobäume 31 % weniger Ernte ab. Diese Ökosystemdienstleistung entspricht einen ökonomischen

Wert von 730 US-Dollar pro Hektar und Jahr, die durch Vögel und Fledermäuse gesichert werden kann. Die natürliche Schädlingskontrolle durch Vögel und Fledermäuse war unabhängig von lokalen und landschaftlichen Faktoren (Schattenbaummanagement, bzw. Distanz zum Primärwald), was die generell hohe Bedeutung dieser Ökosystemleistungen verdeutlicht. Interessanterweise beeinflusste der Ausschluss von Vögeln und Fledermäusen weder die Häufigkeit von Kakaokrankheiten noch den Blattfraß. Dies weist auf eine natürliche Kontrolle von Insektengruppen hin, die sich direkt negativ auf die Fruchtentwicklung und Ernte auswirken. Die genannten Ausschlussexperimente führten zur Beschreibung kaum erforschter Interaktionen von Top-Prädatoren (Vögeln und Fledermäuse), Meso-Prädatoren (räuberische Insekten und Spinnen) und Primärkonsumenten (pflanzenfressende Insekten) im Kakao, mit Auswirkungen auf die Entwicklung von Kakaofrüchten und Ernte. Durch gezieltes Management und den Schutz bestimmter Arten könnten diese positiven Effekte auf die Kakaoproduktion potentiell sogar gesteigert werden.

Ameisen sicherten durchschnittlich 27 % der Kakaonernte, wobei die Einführung invasiver Arten sogar Ernterückgänge von bis zu 34 % zur Folge hatte. Im Detail allerdings offenbarten die sehr artenreichen Artengemeinschaften (in den Agroforstsystemen Sulawesi kamen bis zu 160



Ausschluss von Vögeln und Fledermäusen

Kakaonernte und Kakaofruchtproduktion infolge von Vogel- und Fledermausausschlüssen in Sulawesi. Es wird die signifikante Verminderung des Kakaotrags im Vergleich zur Kontrolle (d.h. ohne den Ausschluss von Fledermäusen und Vögeln) gezeigt.

(a) Ernteeinbrüche (kg Ernte pro Ausschluss) in den kompletten Vogel- und Fledermausausschlüssen („Voll-“) sowie den alleinigen Ausschlüssen von Fledermäusen („Nacht-“) und Vögeln („Tag-Ausschluss“). (b) Verminderung der Kakaofruchtproduktion (Anzahl geernteter Früchte) in allen Ausschlüssen. Signifikante Änderungen sind durch *-Symbole angezeigt.

Ameisenarten vor!) sehr unterschiedliche Effekte, wozu auch die folgenden Bärendienste für den Kakaertrag gehören: die Kultivierung von Schildläusen und Blattläusen durch Ameisen, ihr Beitrag zur Ausbreitung der Sporen von Pathogenen und auch die Tatsache, dass sie einen untergeordneten Schädling unterdrückten und damit überraschenderweise einen Hauptschädling indirekt förderten. Insgesamt aber waren die positiven Dienstleistungen der Ameisen (verringertes Fraß an Blättern und Früchten durch Schädlinge, indirekte Förderung der Bestäubung) wichtiger und trugen zu dem insgesamt positiven Bilanz der Ameisen bei, die eine artenreiche Ameisengesellschaft zu leisten vermag.

EMPFEHLUNGEN FÜR AGROFORSTSYSTEME

Aus den dargestellten Zusammenhängen leitet sich eine Reihe von Maßnahmen ab, mit denen sich eine optimale Nutzung von Agroforstsystemen mit einem optimalen Schutz in Bezug auf die Artenvielfalt verbinden lässt:

- (1) Es sollte eine Mindestzahl von Schattenbäumen mit 20–40 % Kronenbedeckung erhalten bleiben – mit vielen Schattenbaumarten und auch großen Bäumen. Das hat minimale Auswirkungen auf den Ertrag, aber sehr große Auswirkungen auf den Artenreichtum in Agroforstsystemen.



Celebes-Hornvogel (*Aceros cassidix*)

Diese große endemische Vogelart ist in den Agroforstsystemen häufig anzutreffen.

- (2) Die Blattstreu und das am Boden liegende Totholz sollten nicht entfernt werden, um Amphibien, Reptilien und andere wichtige Tiergruppen zu schützen.
- (3) Reste des ursprünglichen Regenwaldes sollten in wenigen hundert Metern Entfernung zu dem Agroforstsystem erhalten bleiben, um wichtige Nützlinge wie die insektenfressenden Vögel und Fledermäuse zu erhalten.
- (4) Der Einsatz von Pestiziden sollte vermieden oder minimiert werden und führt in vielen Fällen nicht zu der erhofften Schädlingsreduktion.
- (5) Natürliche Schädlingskontrolle von Vögeln, Fledermäusen und Ameisen und der Erhalt der wichtigen Bestäuber (Bienen im Kaffee, Mücken im Kakao) sollte im Management von Agroforstsystemen berücksichtigt werden.

Abschließend lässt sich festhalten, dass es in kleinbäuerlichen Agroforstsystemen durchaus möglich ist, hohe Erträge mit einer hohen Artenvielfalt und mit der Förderung von Arten, die funktionell für die Stabilität der Agrarökosysteme wichtig sind, zu verbinden. Davon profitieren auch Arten, die unter dem Gesichtspunkt des Naturschutzes bedeutend sind. Allerdings besteht bei landwirtschaftlichen Systemen die Gefahr, dass ihre Beständigkeit (Persistenz) aufgrund traditioneller Anbauverfahren gering ist, zum Beispiel durch stetig ansteigenden Schädlingsbefall

(„Boom-and-Bust-Effekte“ beim Kakao) oder schwankende Marktpreise.

Besonders wichtig ist es, den Blick von der lokalen auf die Landschaftsebene zu erweitern, weil Artenvielfalt und die damit verbundenen Ökosystemfunktionen nur auf großen Skalen gesichert werden können. So sind die Nutzpflanzenbestäubung und die natürliche Schädlingskontrolle durch Tiere global sehr wichtige Ökosystemleistungen, die z.B. in Kaffee- oder Kakao-Agroforstsystem oft unterschätzt werden und nur durch den Erhalt oder den Ausbau benachbarter Regenwaldreste gesichert werden können. Eine Stabilisierung von hohen Erträgen benötigt die funktionell wichtige Biodiversität, in den Tropen noch mehr als bei uns. Allerdings sollte dabei nicht aus den Augen verloren werden, dass der Schutz der letzten Regenwaldreste und die Verhinderung weiterer Transformationen von Regenwald in Plantagen (zum Beispiel für Ölpalmen) unter Naturschutzgesichtspunkten Priorität zu genießen hat.

Konsumenten können durch Kauf ökologisch zertifizierten Kaffees und Kakaos einen Beitrag zur umweltfreundlichen Agroforst-Bewirtschaftung leisten. Denn die Zertifizierung von Lebensmitteln ist eine Möglichkeit, eine umweltfreundliche Produktion in artenreichen Regionen zu unterstützen. Beispielhaft für den Erfolg der Zertifizierung ist der Anbau von Vogel-freundlichem Kaffee in Agroforstsystemen Lateinamerikas: Durch den Erhalt vieler großer Schattenbaumarten im Kaffee-Agroforst werden geeignete Winterquartiere für nordamerikanische Zugvögel erhalten. Die Einwohner Nordamerikas zahlen für diesen Vogelschutz einen höheren Kaffeepreis. Allerdings sollte bei zukünftigen Zertifizierungsprogrammen die Diskrepanz zwischen dem Management auf lokaler sowie umgebender Landschaftsebene stärker berücksichtigt werden. Es wäre wünschenswert, dem Landwirt nicht nur lokale Standards aufzulegen, sondern ihn auch Standards auf der Landschaftsebene erfüllen zu lassen, zum Beispiel mit einem Verbot der Waldrodung.

WEITERFÜHRENDE LITERATUR

Der Beitrag beruht in Teilen auf einem Beitrag für ein Rundgespräch der Kommission für Ökologie der Bayerischen Akademie für Wissenschaften (Tschamtko und Clough 2013), in dem sich auch detaillierte Literaturbelege finden.

TSCHARNTKE, T. und Y. CLOUGH, Lassen sich Biodiversitätsschutz und landwirtschaftliche Nutzung im Randbereich tropischer Regenwälder verbinden? In: Bayerische Akademie der Wissenschaften (Hg.), *Schutz und Nutzung von Tropenwäldern*. Rundgespräche der Kommission für Ökologie 42 (München: Pfeil), S. 65–74.

TSCHARNTKE, T., C. LEUSCHNER, M. ZELLER, E. GUHADJA und A. BIDIN (Hg.), 2007 *Stability of Tropical Rainforest Margins: Linking Ecological, Economic and Social Constraints of Land Use and Conservation*. Berlin – Heidelberg: Springer

TSCHARNTKE, T., C. LEUSCHNER, E. VELDKAMP, H. FAUST, E. GUHADJA und A. BIDIN (Hg.), 2010 *Tropical Rainforests and Agroforests under Global Change*. Ecological and Socio-economic Valuations Series. Berlin – Heidelberg: Springer.

Wir danken unseren hilfreichen Counterparts an den Universitäten in Palu (Sulawesi), Bogor (Java) und Jambi (Sumatra). Finanzielle Unterstützung kam von der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG (SFB 552 STORMA, SFB 990 EFFORTS).