

Einfluss der Landnutzungsintensität auf Blütenbesucher am Kaffee und Arthropoden am Kakao in Agroforstsystemen in Sulawesi

Alexandra Klein, Ingolf Steffan-Dewenter & Teja Tscharntke

Agroecology, Georg-August University,
Waldweg 26, 37073 Göttingen, Germany, Tel. +49 551 392257,
Fax.: +49 551 398806, Email: a.klein@uaoe.gwdg.de

Abstract

When functional groups such as pollinators and predators are affected by land use, essential ecosystem services may suffer. In this study, we examined flower-visiting bees on coffee and arthropods on cocoa, using agroforestry systems differing in land-use intensity. The abundance of solitary bees increased with land-use intensity, while the species number and abundance of social bees decreased. The predator-prey relation, but not overall species number of herbivores and predators, decreased with increasing land use. These results contrast with the common hypothesis that intensively used agroforestry systems are characterized by high species losses. Furthermore, they support the idea that some arthropod species may even profit from land use.

Keywords: Indonesia, agroecosystems, pollination, predation

Einleitung

Tropische Landnutzungssysteme sind im Hinblick auf den Diversitätsverlust wenig untersucht worden (Power, 1996, Perfecto et al., 1997, Watt et al., 1997). Bemühungen, die Diversität zu schützen, fokussieren bis heute hauptsächlich auf die natürlichen Ökosysteme (Power, 1996), dabei sind nur fünf Prozent der terrestrischen Landfläche aus der anthropogenen Nutzung ausgeschlossen (Western & Pearl, 1986). Der Verlust von Schlüsselarten kann eine Aussterbekaskade anderer Organismen verursachen (Lasalle & Gauld, 1993). Dadurch können Ökosystemprozesse wie Bestäubung, Prädation, Herbivorie und Parasitismus aus dem Gleichgewicht gebracht werden (Rathcke & Jules, 1993, Didham et al., 1996). Die Häufigkeit und Artenzahl von blütenbesuchenden Bienen am Kaffee und Arthropoden am Kakao wurden hier untersucht. Folgende Hypothese sollte bestätigt werden:

Nicht alle Arthropoden sind gleichermaßen von der Landnutzung betroffen. Einige Tiere profitieren von ihr und andere werden negativ beeinflusst.

Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden in Zentral Sulawesi angrenzend an den Lore-Lindu-Nationalpark von Oktober 1998 bis März 1999 durchgeführt. Es wurde ein Nutzungsgradient mit der Abfolge: Naturnaher Wald, extensiv und intensiv genutzter Waldgarten, Hausgarten, extensiv und intensiv genutztes Agroforstsystem ausgewählt. Die Flächen umfassten eine Mindestgröße von 0,5ha und einen minimalen Abstand von 500m zueinander. Es wurden zwei Wiederholungen pro Landnutzungstyp beprobt. Abiotische Habitatparameter, relative Luftfeuchte, Lichtintensität und Temperatur wurden standardisiert und dreimalig unter freiem Himmel zwischen 8.00-10.00 morgens aufgenommen. Die Vegetation wurde nach Braun-Blanquet (1964) zweimal in einem 10m² Plot pro Fläche charakterisiert. Zusätzlich wurde der prozentuale Deckungsgrad der Baum-, Strauch- und Krautschicht, der Anteil offenen Bodens und der Todholzanteil geschätzt. In den zehn landwirtschaftlich genutzten Flächen wurden die Arthropoden und Bienen gekeschert. Die stark interkorrelierten Habitatparameter wurden statistisch mit einer Faktoranalyse strukturiert und in Form eines Faktors ausgedrückt. Dieser Faktor bezeichnet die Nutzungsintensität der Flächen. Die Bienen wurden dreimal pro Fläche 15 Minuten beobachtet und 15 Minuten gekeschert. Die Arthropoden wurden dreimal pro Fläche mit drei kräftigen Netzschlägen von den Kakaobäumen gesammelt. Heruntergefallene Tiere wurden von einer exponierten Plastikplane eingesammelt.

Ergebnisse

Die sechs Habitatparameter waren stark interkorreliert (Tab. 1). Die Abfolge des Gradienten zeigte, mit der aus der Faktoranalyse der sechs Parameter resultierten Nutzungsintensität, einen Zusammenhang in einer einfachen Regression ($y=6,43-0,37x$, $F=113,72$, $r^2=0,92$, $p<0,001$).

Tab 1: Correlation matrix based on simple linear regression between abiotic and biotic habitat parameters, r_p = correlation coefficient according to Pearson, p = significance level of the correlation coefficient* <0.05 , ** <0.01 , *** <0.001 , $n = 12$ study systems, fa = factor analyses(including all 6 variables).

	Land-use intensity [fa]	Canopy cover [%]	Height of trees [m]	Relative humidity [%]	Relative light intensity [Lux]	Temperature [°C]
Canopy cover[%]	0.79**	---	---	---	---	---
Height of trees [m]	0.96***	0.63*	---	---	---	---
Relative humidity [%]	-0.95***	0.72**	0.88***	---	---	---
Relative light intensity [Lux]	0.81**	-0.85***	-0.77**	-0.63*	---	---
Temperature [°C]	0.89***	-0.57*	-0.86***	-0.90***	0.62*	---
Dead organic materials [%]	-0.90***	0.49 n.s.	0.93***	0.87***	0.61*	0.83***

Es wurden 22 Bienenarten mit 592 Individuen am Kaffee beobachtet (7 soziale Arten mit 305 Individuen und 15 solitäre Arten mit 287 Individuen). Die Diversität und Abundanz aller Bienen war nicht mit der Nutzungsintensität und dem Blütendeckungsgrad vom Kaffee korreliert. Die Individuenzahl der sozialen Bienen zeigte einen negativen Zusammenhang mit der Nutzungsintensität (Fig. 1A), während die Individuenzahl der solitären Bienen positiv korreliert war (Fig. 1B). Die Anzahl der sozialen Bienenarten war ebenfalls negativ mit der Nutzungsintensität korreliert ($y=6,64-0,37x$, $F=7,88$, $r^2=0,49$, $n=10$, $p=0,023$). Die solitären Bienenarten zeigten keinen Zusammenhang mit der Nutzungsintensität ($y=3,81+0,14x$, $F=0,27$, $r^2=0,03$, $n=10$, $p=0,62$). Am Kakao wurden insgesamt 1409 Arthropodenindividuen aus 9 Ordnungen und 37 Familien gekeschert. Am häufigsten waren die Diptera mit 751 Individuen, gefolgt von den Coleoptera mit 194 Individuen und den Hymenoptera mit 106 Individuen (davon 71 Formicidae). Die Abundanz aller Arthropoden war nicht mit der Nutzungsintensität korreliert ($y=8,81+0,30x$, $F=1,88$, $r^2=0,19$, $n=10$, $p=0,21$), ebenso wenig wie die Artenzahlen. Die entomophagen

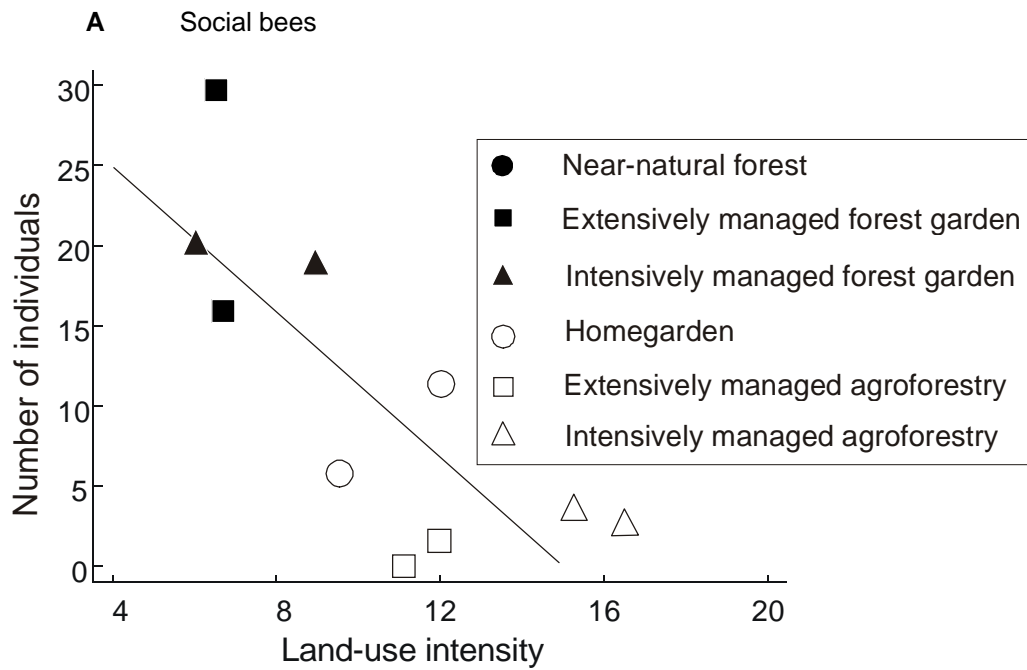


Fig. 1A Effects of land-use intensity on the number of social bee individuals per observation $y=31.78-2.28x$, $F=14.4$, $r^2=0.64$, $n=10$, $p=0.005$.

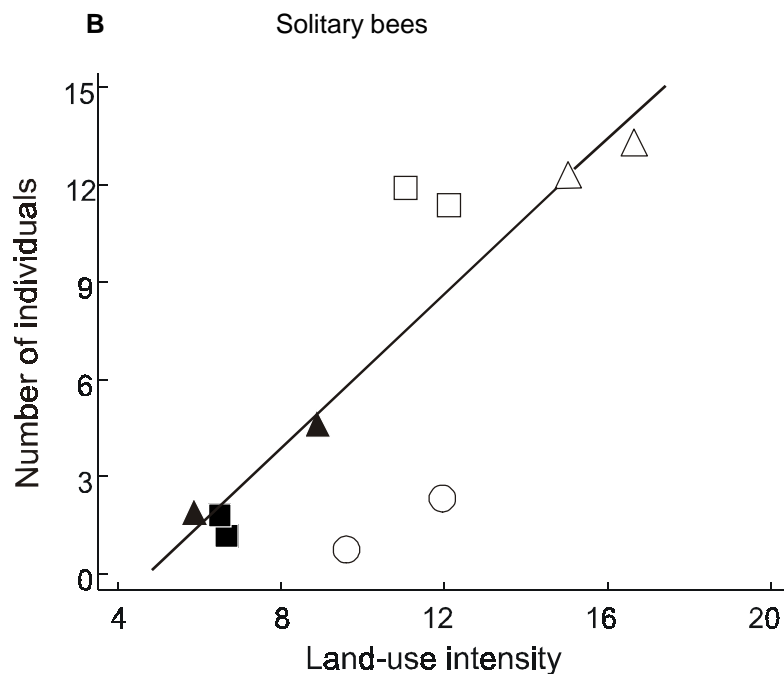


Fig. 1B Effects of land-use intensity on the number of solitary bee individuals per observation $y=-5.29+1.20x$, $F=14.88$, $r^2=0.65$, $n=10$, $p=0.005$.

Individuen nahmen mit zunehmender Nutzungsintensität ab ($y=7,63-0,26x$, $F=4,03$, $r^2=0,33$, $n=10$, $p=0,071$). Dagegen stieg die Anzahl der phytophagen Individuen mit zunehmender Nutzungsintensität an ($y=1,18+0,65x$, $F=20,85$, $r^2=0,72$, $n=10$, $p=0,0002$). Auch die Artenzahlen (anhand von Morphospecies) zeigten die gleichen Zusammenhänge für entomophage Arten ($y=9,62-0,46x$, $F=8,21$, $r^2=0,50$, $n=10$, $p=0,021$) und für phytophage Arten ($y=3,26+0,35x$, $F=17,98$, $r^2=0,69$, $n=10$, $p=0,009$). Abgeleitet von diesen Ergebnissen war das Räuber-Beute Verhältnis (in Bezug auf das Individuenverhältnis) negativ mit der Nutzungsintensität korreliert (Figure 2).

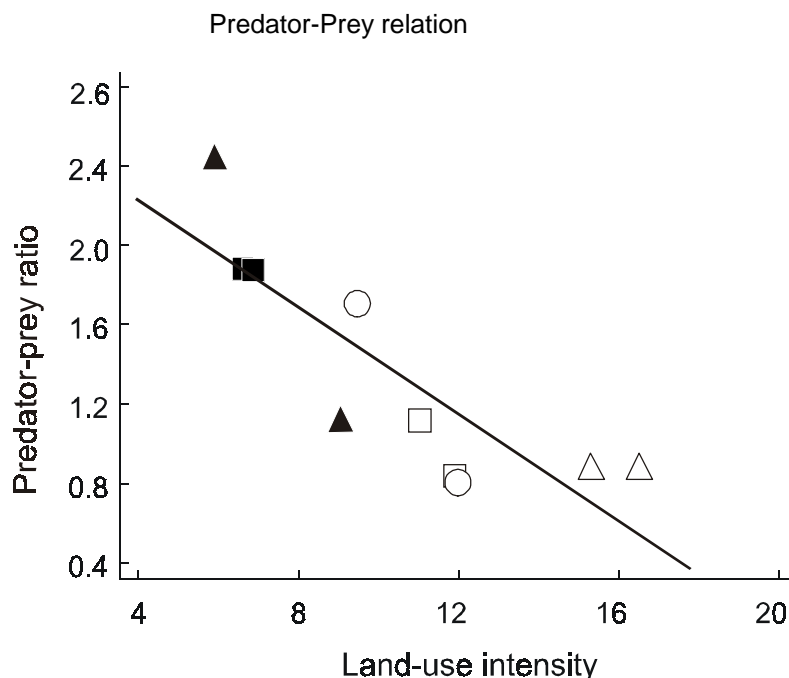


Fig. 2 Effects of land-use intensity on the predator-prey ratio (of predators to prey abundance) $y=2.24-0.14x$, $F=20.89$, $r^2=0.72$, $n=10$, $p=0.002$.

Diskussion

Traditionelle Kaffee- und Kakao-Anbausysteme besitzen bei geschlossenem Kronendach eine ähnliche Luftfeuchte, Lichtintensität und Blattabfallrate wie Naturwälder (Perfecto et al., 1996). Diese abiotischen Parameter bestimmen entscheidend die Struktur der Insektengemeinschaft (Didham et al., 1996).

Die hohe relative Feuchte in den Tropenwäldern beeinflusst die Nistmöglichkeiten der bodennistenden solitären Bienen (Michner, 1979).

Deshalb werden endogäisch nistende Bienen vorwiegend in Agrarökosystemen außerhalb des Waldes mit höherer Sonneneinstrahlung nisten. Dies erklärt, weswegen die sozialen Bienen negativ und die solitären Bienen positiv mit der Landnutzung korreliert waren. Große Dichten von sozialen Bienen wurden auch an Waldrandbereichen in Argentinien gefunden (Aizen & Feinsinger, 1994). Die geeigneten Nistplätze für die stachellosen, sozialen Bienen sind Hohlräume in lebenden oder toten Bäumen (Roubik, 1995). Auch die sozialen Honigbienen der Gattung *Apis* nisten bevorzugt in strukturreichen Waldgebieten (Klein et al., 2000a).

Die Landnutzungsintensität war nicht mit der Artenzahl der Arthropoden am Kakao korreliert, die phytophagen Arten nahmen allerdings zu, die entomophagen dagegen ab (Klein et al., 2000b). Dies entspricht der Erwartung nach der Feind-Hypothese, dass die Herbivorendichte negativ mit einer vielfältigen, strukturreichen Vegetation korreliert ist (Root, 1973), weil die natürlichen Feinde effektiver durch ein geeignetes Ressourcenangebot in strukturreichen Systemen phytophage Arthropoden kontrollieren können. Außerdem besitzen beschattete Systeme, besonders zahlreiche Ressourcen für räuberische Insekten (Power, 1996).

Literatur

Aizen, M.A. & Feinsinger, P. (1994a) Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in a chaco dry forest, Argentina. *Ecology* 75: 330-351

Didham, R.K., Ghazoul, J., Stork, N.E. & Davis, A. (1996) Insects in fragmented forests: a functional approach. *Trends of Ecology and Evolution* 11: 255-260

Klein, A., Steffan-Dewenter, I., Buchori, D. & Tschardtke, T. (2000a) Effects of land-use intensity in tropical agroforestry systems on flower-visiting and trap-nesting bees and wasps (submitted)

Klein, A., Steffan-Dewenter, I. & Tschardtke, T. (2000b) Predator-prey relations on cocoa in a land-use gradient in Indonesia (submitted)

- Lasalle, J. & Gauld, J.D. (1993) Hymenoptera: Their diversity, and their impact on the diversity of other organisms. In: Hymenoptera and biodiversity. CAB International Wallingford, pp 1-26
- Michener, C.D. (1979) Biogeography of the bees. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 66: 278-347
- Perfecto, I., Rice, R.A., Greenberg, R. & Wan der Voort, M.E. (1996) Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity. Shade coffee plantations can contain as much biodiversity as forest habitats *BioScience* 46: 598-608
- Perfecto, I., Vandermeer, J., Hanson, P. & Cartin, V. (1997) Arthropod biodiversity loss and the transformation of a tropical agroecosystem. *Biodiversity and Conservation* 6: 935-945
- Power, A.G. (1996) Arthropod diversity in forest patches and agroecosystems of tropical landscapes. In: Schelhas, J. & Greenberg, R. (eds.); *Forest patches in tropical landscapes*, Island Press, Washington, pp 91-110
- Rathcke, B.J. & Jules, E.S. (1993) Habitat fragmentation and plant-pollinator interactions. *Current Science* 65: 273-277
- Western, D. & Pearl, M.C: (1989) *Conservation for the twenty-first century*. Oxford University Press, New York
- Root, R.S. (1973): Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecological Monographs* 43: 95-120
- Roubik, D.W. (1995) *Pollination of cultivated plants in the tropics*, FAO Agricultural Services Bulletin 118