

Aufforstung in Panama:

Agroforstsysteme zur Verbesserung der Wertholzproduktion in den Tropen

Carola Paul, Thomas Knoke und Michael Weber

Die Wiederaufforstung degradierter Brachflächen in den Tropen ist eine wichtige waldbauliche Aufgabe mit steigender Bedeutung. Sie ist dringend notwendig, um solche Flächen wieder in den Produktionskreislauf zu integrieren und so einer weiteren Entwaldung vorzubeugen. Die Aufforstung mit schnellwachsenden Wertholzarten erscheint hierfür besonders geeignet. In diesem Zusammenhang hat auch das Interesse von Verbrauchern an einem Investment in solche Wertholzplantagen zugenommen. Lokalen Bauern wie auch ausländischen Investoren erscheint jedoch eine Aufforstung häufig unattraktiv, da sie finanzielle Rückflüsse erst nach einigen Jahren erwarten können. Als Lösungsansatz bietet sich der vorübergehende Anbau von Kulturpflanzen zwischen den noch jungen Bäumen an.

Agroforstsysteme wurden bisher vor allem als Möglichkeit untersucht, um Bäume in landwirtschaftliche Flächen einzubringen [11]. Für den umgekehrten Weg, landwirtschaftliche Nutzpflanzen als agrarische Komponente in Forstplantagen anzubauen, fehlen jedoch waldbauliche und finanzielle Bewertungen weitgehend.

Agroforstsysteme zur Wertholzproduktion

Während in Europa die Idee der gezielten Wertholzproduktion in Agroforstsystemen relativ jung ist [1, 4, 9, 15], besteht in den Tropen bereits eine längere Tradition solcher silvoarablen Systeme (d. h. Bäume in Kombination mit landwirtschaftlichen Kulturpflanzen) (Tab. 1). Diese Ansätze sind bisher hauptsächlich in der traditionellen,

kleinbäuerlichen Nutzung verbreitet. Das für kommerzielle Plantagen entwickelte Taungya System (s. Tab. 1) hat dagegen in vielen Teilen der Erde durch die Anwendung während der Kolonialherrschaft einen schlechten Ruf. Es diente vor allem dazu, lokale Bauern sesshaft zu machen, indem ihnen das Bewirtschaften der Fläche zwischen staatlich angelegten Teakplantagen erlaubt wurde. Das Ziel des vor-

liegenden Projektes¹⁾ war daher, moderne agroforstliche Ansätze zu finden und ihre waldbaulichen und ökonomischen Potenziale für die Wertholzproduktion zu bewerten. Zu diesem Zweck legte der Lehrstuhl für Waldbau (TUM) eine 37 ha große Versuchsfläche im Osten der mittelamerikanischen Republik Panama an.

Versuchsanlage in Panama

Über zwei Jahre hinweg wurde das Wachstum sechs verschiedener tropischer Werthölzer mit einer Pflanzdichte von 1.111 Bäumen pro ha beobachtet. Auf einer Teilfläche von 3 ha wurden die fünf einheimischen Arten (Abb. 1) und der asiatische Teak (*Tectona grandis*) während der ersten 18 Monate mit vier verschiedenen Feldfruchtfolgen kombiniert. Hierfür wurden lokal weit verbreitete Kulturpflanzenar-

¹⁾ Dieses Forschungsprojekt wurde durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (WE2069/6-1+2) und über ein Forschungsstipendium des Elitenetzwerks Bayern gefördert. Die Versuchsflächen wurden zur Verfügung gestellt von der Forest Finance Gruppe, die auch die Kosten der Bewirtschaftung übernommen hat.

C. Paul ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fachgebiet für Waldinventur und nachhaltige Nutzung und promovierte im Rahmen dieses Projektes am Lehrstuhl für Waldbau. T. Knoke leitet das Fachgebiet für Waldinventur und nachhaltige Nutzung. M. Weber ist Mitarbeiter am Lehrstuhl für Waldbau und Leiter des vorgestellten Forschungsprojektes.



Carola Paul
paul@forst.tu-muenchen.de

Tab. 1: Vergleich verbreiteter silvoarabler Systeme zur Wertholzproduktion in den Tropen

	traditionelles Taungya-System	Allee-Pflanzung (Alley cropping)	Kaffee- und Kakao-Systeme
Schematische Darstellung			
	● = Baum ▼ = einjährige Kulturpflanze ■ = mehrjährige schattentolerante Sträucher		
Synonyme	Weitverbandpflanzung mit landwirtschaftlicher Nebennutzung Sequential plantation intercropping	Windschutzhecken, Agroforstsystem mit Baumstreifen	Schattenbaumsysteme
primäres Produktionsziel	Tropisches Wertholz	Feuerholz, Viehfutter, Windschutz, teilweise tropisches Wertholz	Produktion schattentoleranter Straucharten wie z. B. Kaffee und Kakao, Wertholz
beigemischte Kulturpflanzen	möglichst einjährig	einjährig/mehnjährig	mehnjährig
Dauer der landwirtschaftlichen Nebennutzung	kurzfristige landwirtschaftliche Produktion bis zum Kronenschluss (2 bis 5 Jahre)	langfristige Mischung von Land- und Forstwirtschaft über gesamte Umtriebszeit	langfristige Mischung von Land- und Forstwirtschaft über gesamte Umtriebszeit
Bestandesbegründung	üblicherweise 3 x 3 m ~ 1 111 Bäume/ha	Reihenabstand: 3 bis 50 m	~ 150 Bäume/ha
Pflanzdesign	symmetrischer Weitverband	Reihenpflanzung	regulär oder unregelmäßig
Literatur	[5, 8]	[6, 10]	[2]



Abb. 1:
Beispiel für ein silvopastorales Agroforstsystem zur Produktion von Wertholz in Costa Rica: Fläche mit Teak als Baumart (rechts) und streifenweise Zwischenpflanzung von Banane (links), Palmen und Ingwer (Mitte)

Foto: C. Paul

Finanzielle Vorteile des Agroforstsystems

Durch den gleichzeitigen Anbau von Kulturpflanzen, insbesondere solcher mit einer intensiven Bodenbeschattung und längeren Kulturzyklen, kann die Häufigkeit der Begleitwuchsregulierung und können somit die Kosten reduziert werden. Üblicherweise wird diese in jungen Forstplantagen alle drei bis vier Monate durchgeführt. Die Kosten für die Saat und Pflege der Kulturpflanzen als auch die Pflegekosten der Bäume konnten in dem untersuchten Agroforstsystem bereits nach dem ersten Jahr durch den Verkauf der landwirtschaftlichen Fruchterträge gedeckt werden. Dieser Versuch erbrachte durch die Nebenutzung von Mais und Straucherbsen in den Teakplantagen sogar einen jährlichen Deckungsbeitrag von bis zu 335 \$US/ha für jeweils beide Jahre nach der Pflanzung. Im Vergleich dazu lagen die Kosten für die reine Forstplantage bei 775 \$US/ha im Jahr 1 und 667 \$US/ha im Jahr 2 nach der Pflanzung. Die hohen Kosten der Baumpflanzung selbst konnten hingegen nicht voll durch landwirtschaftliche Erträge ausgeglichen werden. Der Vorteil dieses Systems liegt also hauptsächlich in der Deckung der Pflegekosten während der ersten Jahre nach der Pflanzung.

Obwohl eine landwirtschaftliche Nebenutzung wegen der raschen Beschattung nur während der ersten drei Jahre im Fall des exotischen Teaks und bis etwa fünf Jahre im Fall der langsamer wachsenden einheimischen Baumarten möglich ist, zeigt sie auch über den gesamten Umtrieb gesehen einen deutlichen finanziellen Vorteil: So lag der erwartete Kapitalwert des Agroforstsystems über die angestrebte Umtriebszeit von 25 Jahren und einer Verzinsung von 6 % je nach Baumart-Kulturpflanzenkombination zwischen 8 % und 50 % über dem der reinen Forstplantage.

Bei der ökonomischen Bewertung von Bewirtschaftungsalternativen können wechselnde Produktionskosten und sich ändernde Preise für Holz und landwirtschaftliche Erzeugnisse aber zu abweichenden Ergebnissen führen [7]. Um den Effekt dieser Einflüsse zu kalkulieren, wurde eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Diese erbrachte, dass das arbeitsintensivere Agroforstkonzept sogar unter der Annahme eines 50%igen Anstieges der Lohn- und Materialkosten immer noch höhere Kapitalwerte aufwies als die reine Forstplantage. Das Agroforstsystem ist somit robuster gegenüber steigenden Produktionskosten. Den größten Einfluss auf das zu erwartende finanzielle Ergebnis einer Forstplantage haben

ten mit einer Produktionszeit von weniger als 12 Monaten wie Mais, Bohnen, Reis, Maniok (*Manihot esculenta*) oder Straucherbsen (*Cajanus cajan*) ausgewählt.

Waldbauliche Effekte der landwirtschaftlichen Beipflanzungen

Nach zwei Jahren, also sechs Monate nach der letzten landwirtschaftlichen Ernte, zeigte keine der untersuchten Baumarten Wachstumseinbußen durch den gleichzeitigen Anbau von Kulturpflanzen. Ganz im Gegenteil wies das Agroforstsystem für einige Baumarten sogar ein besseres Höhenwachstum auf als die reine Forstfläche (Abb. 1). Direkt nach der letzten Ernte aller Feldfrüchte (18 Monate nach der Baumpflanzung) war dieser Unterschied sogar noch deutlicher: In Mischung mit Straucherbsen waren die *Terminalia amazonia*-Bäume beispielweise um 118 cm (76 %) höher als auf der Freifläche. Der Zuwachs von *Cedrela odorata* war während der Kulturphase der Straucherbsen sogar viermal

höher als der in der reinen Forstplantage. Dieser Effekt erklärt sich hauptsächlich durch die schnelle Beschattung der Bäume durch Mais und Straucherbsen. Ohne diese Kulturpflanzen dominieren fremdländische Gräser die ehemaligen Weideflächen. Im Fall der schnellwachsenden Straucherbse, die bis zu 4 m Höhe erreicht, war der Boden innerhalb von drei Monaten sogar vollständig beschattet (Abb. 2). Weitere Wechselbeziehungen, die zu einem erhöhten Baumwachstum beitrugen, sind vermutlich die Konkurrenz um Licht sowie die bodenverbessernde Wirkung durch intensive Bewurzelung und die Stickstoffdüngung durch Bohnen und Erbsen (Leguminosen). Zudem reduzierte der Anbau von Mais, Maniok und Straucherbsen deutlich den Befall von *C. odorata* mit dem Mahagonitriebbohrer (*Hypsipyla grandella*), wodurch Wachstum und Qualität der wertvollen Art deutlich verbessert werden konnte [14]. Ähnliche positive Effekte der Beipflanzung von Straucherbsen wurden auch in einem nachfolgenden Praxisversuch an einem weiteren Standort bestätigt [3].

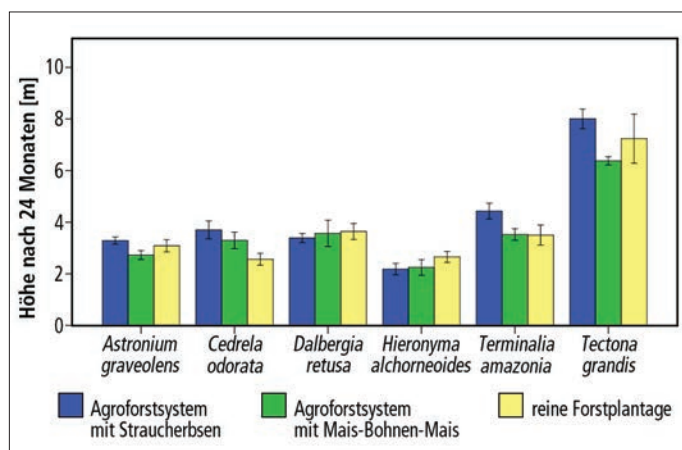


Abb. 2:
Höhe von sechs tropischen Holzarten zwei Monate nach der Pflanzung in reinen Forstplantagen und im Agroforstsystem. Beispielhaft ist die Kombination mit Straucherbsen und Mais-Bohnen-Mais-Rotation gezeigt (verändert nach [13], N = 20 pro Baumart und Behandlung).



Abb. 3: Beschattung des Begleitwuchses durch Kulturpflanzen: Links: Beschattete Bodenvegetation im Agroforstsystem Teak mit Straucherbsen fünf Monate nach der Straucherbsensaat und 17 Monate nach Baumpflanzung. Rechts: Dominante Weidegräser zum gleichen Zeitpunkt auf der Freifläche. Im rechten Bildrand wurde das Gras zwei Wochen zuvor mit der Machete geschnitten, am linken Bildrand, vier Monate zuvor. Die Baumreihe ist mit *Dalbergia retusa* angelegt.

Fotos: C. Paul

auch hier die Holzpreise. Diese Studie belegt jedoch, dass selbst eine kurzfristige landwirtschaftliche Nebennutzung die hohe Abhängigkeit der Investition vom Abtriebswert deutlich reduziert. Eine reine Plantage mit *C. odorata* müsste beispielsweise einen fast doppelt so hohen Abtriebswert erreichen wie das entsprechende Agroforstsystem mit Mais-Bohnen-Mais, um eine interne Verzinsung von 5 % zu erzielen (Abb. 3). Dies gilt insbesondere für die einheimischen Baumarten, da diese wegen des langsameren Wachstums bzw. günstigeren Kronenhabitus den Anbau von Kulturpflanzen über einen längeren Zeitraum erlauben. Die Produktdiversifizierung dieses Agroforstsystems führt damit zu früheren Rückflüssen – aber auch zu einer Verringerung finanzieller Risiken.

Schlussfolgerung und Empfehlungen

Die waldbaulichen und ökonomischen Vorteile des Agroforstsystems können zur Überwindung grundlegender Hindernisse der tropischen Aufforstung beitragen. Arbeitsexensive Kulturpflanzen mit längeren Anbauphasen, welche Gras rasch unterdrücken (z. B. Straucherbsen), erscheinen hierfür besonders geeignet. Diese Strauchart hat den weiteren Vorteil, dass die Erbsen in der Trockenzeit reifen. So kann dieser Zeitraum, bei dem die Arbeitsbelastung in Forstplantagen meist geringer ist, zur landwirtschaftlichen Ernte genutzt werden. Dieses Vorgehen schafft nicht nur einen effizienteren Einsatz der Arbeitskraft, sondern auch eine durchgehende Beschäftigung.

Vor dem Hintergrund einer wachsenden Weltbevölkerung und der damit einhergehenden steigenden Nachfrage nach Nahrung und Energie erscheint die landwirtschaftliche Nutzung der in Aufforstungsprojekten zur Verfügung stehenden Flächen sinnvoll. Damit wird die Aufforstung als Landnutzungsoption konkurrenzfähig und stärkt durch den Anbau von Feldfrüchten gleichzeitig die Nahrungsmittelversorgung der lokalen Bevölkerung.

Literaturhinweise:

[1] BENDER, B.; CHALMIN, A.; REEG, T.; KONOLD, W.; MASTEL, K.; SPIECKER, H. (2009): Moderne Agroforstsysteme mit Werthölzern: Leitfaden für die Praxis. xxx Selbstverlag. [2] BUDOWSKI, G. (1993): The scope and potential of agroforestry in Central America. *Agroforestry Systems*, 23(2), S. 121-131. [3] EICHHORN, C. (2013): Anwuchsverhalten während der ersten 6 Monate von *Tectona grandis* und *Terminalia amazonia* unter Beipflanzung von Straucherbsen (*Cajanus cajan*) in Panama. Bachelor Thesis, Lehrstuhl für Waldbau, TU München Freising, Weihenstephan. [4] EICHHORN, M.; PARIS, P.; HERZOG, F.; INCOLL, L.; LIAGRE, F.; MANTZANAS, K. et al. (2006): Silvoarable systems in Europe – past, present and future prospects. *Agroforestry Systems*, 67(1), S. 29-50. [5] JORDAN, C. (Hrsg.) (1992): Taungya: Forest plantations with agriculture in Southeast Asia. Wallingford, CAB International. [6] KANG, B. (1993): Alley cropping: past achievements and future directions. *Agroforestry Systems*, 23(2-3), S. 141-155. [7] KNOKE, T. (2012): Forstbetriebsplanung als Entscheidungshilfe. Ulmer Verlag, Stuttgart. [8] LAMPRECHT, H. (1986): Waldbau in den Tropen: Die tropischen Waldökosysteme und ihre Baumarten – Möglichkeiten und Methoden zu ihrer nachhaltigen Nutzung. Parey Verlag. [9] LUICK, R.; VONHOFF, W. (2010): Wertholzplantagen – Agroforstsysteme neu interpretiert. *AFZ-DerWald*, Nr. 2/2010 S. 28-31. [10] NAIR, P. (1993): An introduction to agroforestry. Kluwer Academic Publishers in Kooperation mit dem International Centre for Research in Agroforestry. [11] NAIR, P.; GARRITY, D. (Hrsg.) (2012): *Agroforestry – The Future of Global Land Use*. Springer Verlag. [12] Oficina Nacional Forestal de Costa Rica (ONF): Precios de la madera para el I Trimestre del 2012. (November 2012) www.oficinaforestalcr.org/publicaciones-tecnicas-onf/precios-de-la-madera. [13] PAUL, C. (2014): Timber-based agrisilvicultural systems to facilitate reforestation in Panama – A silvicultural and economic evaluation. Dissertation, Technische Universität München. [14] PAUL, C.; WEBER, M. (2013): Intercropping *Cedrela odorata* with shrubby crop species to reduce infestation with *Hypsipyla grandella* and improve the quality of timber. *ISRN (International Scholarly Research Notices) Forestry*, 10. [15] SPIECKER, H.; BRIX, M.; UNSELD, R.; KONOLD, W.; REEG, T.; MÖNDEL, A. (2006): Neue Trends in der Wertholzproduktion. *AFZ-DerWald*, Nr. 19/2006, S. 1030-1033.

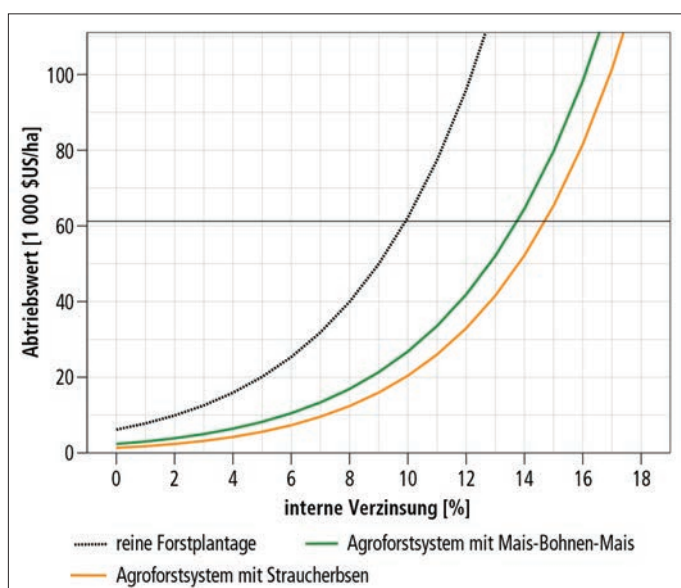


Abb. 3: Notwendiger Abtriebswert zur Erreichung einer bestimmten Zinsforderung am Beispiel von *C. odorata* für eine reine Forstplantage und die Agroforstsysteme (AF) mit Mais-Bohnen Rotation und Straucherbsen (Landkauf ist nicht berücksichtigt). Die Gerade entspricht dem angenommenen Abtriebswert nach 25 Jahren, bei einem aktuellen Holzpreis von 280 \$/ha für die Durchmesserstufe >35 cm [12] (Naturaldaten aus [13]).