

Agroforstwirtschaft als Möglichkeit zur Verringerung der CO₂-Belastung der Atmosphäre

*Dr. Ernst Kürsten
Berater und Sachverständiger
Hannover*

SUMMARY

Trees are necessary to stabilize agroecosystems especially in tropical regions. Initiatives to integrate trees and shrubs into arable or pasture land may get financial support as joint implementation projects due to their CO₂-mitigation effects. Tree plantings should be accompanied by the installation of modern biomass energy facilities.

1. AGROFORSTWIRTSCHAFT - VERFAHREN UND MÖGLICHKEITEN

Mit Agroforstwirtschaft sind in diesem Beitrag alle Kombinationen von landwirtschaftlichen Kulturen und/oder Viehzucht mit Bäumen und Sträuchern gemeint, die auf einer Flächeneinheit gleichzeitig oder auch im Wechsel praktiziert werden. Verschiedenartigste Kombinationen von Nutzholz- und Obstbäumen mit Dauerkulturen wie Kaffee haben sich zum Beispiel im Bergland von Costa Rica seit mehr als 100 Jahren als nachhaltige Form der Bodennutzung bewährt (Espinoza 1985). Andere traditionelle und weit verbreitete Beispiele für Agroforstwirtschaft sind dicht mit vielerlei Bäumen bestandene Hausgärten, sowie "lebende Zäune" zur Brennholzgewinnung um und stammholzproduzierende Bäume auf Weideflächen (Budowski 1991, Canet 1986).

Ein praktisches Beispiel, daß die ökonomischen Vorteile eines speziellen Anbausystems demonstriert, beschreiben Juarez und McKenzie (1991). In El Salvador erbrachte der kombinierte Anbau von *Eucalyptus camaldulensis* mit Mais nach der Art des Taungya-Systems auf einem relativ armen Boden einen höheren Durchschnittserlös, als die reine Mais-, bzw. die reine Eucalyptuskultur. Dabei wurden Bäume und Maispflanzen im ersten Jahr gemeinsam auf die gleiche Fläche gepflanzt. In den ersten beiden Jahren konnte noch Mais geerntet werden, dann wurde die Beschattung durch die Bäume zu stark. Nach 4 Jahren schließlich wurden die Bäume geerntet und erbrachten hohe Einnahmen durch den Verkauf von Brennholz, Pfählen und anderem Nutzholz. Eine ähnliche Beispiel mit *Eucalyptus saligna* erbrachte eine Rendite auf das eingesetzte Kapital von 20% (Reiche 1987). Das Problem bei diesem Anbausystem ist, daß dabei im ersten (und im dritten) Jahr die Kosten die Einnahmen deutlich übersteigen, sodaß zumindest ärmere Bauern das notwendige Startkapital zur Verfügung gestellt bekommen müssen.

Diese und andere Systeme werden seit etlichen Jahren untersucht, weiterentwickelt und propagiert, weil die Bäume in den Tropen eine sehr große Bedeutung für die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit haben:

- Die Überschirmung mit Baumkronen bremst die heftigen Regengüsse ab und verringert so die Erosion.
- Bäume führen mit ihrem Laub, oft gesteigert durch das Mulchen mit abgeschlagenen Zweigen, und ihren Wurzeln dem Boden zusätzliches organisches Material zu, das dem Humusschwund entgegenwirkt und ebenfalls die Erosion mindert.
- Das weitreichende Wurzelsystem der Bäume nimmt Mineralien aus tieferen Bodenschichten und ausgewaschene Nährstoffe - auch aus zugeführten Kunstdünger - auf und führt sie über das Laub wieder den im Oberboden steckenden Kulturpflanzen zu.

2. POTENTIALE - WELTWEIT UND AM BEISPIEL ZENTRALAMERIKAS

Wegen der oben beschriebenen stabilisierenden Wirkungen wird die Verbreitung agroforstlicher Produktionssysteme vor allem in den Tropen vielerorts als einzige Möglichkeit angesehen, die allmähliche Degradierung landwirtschaftlicher Produktionsstandorte zu verhindern und eine nachhaltige Bodennutzung zu erreichen.

Eine Abschätzung der Flächen, die agroforstlich genutzt werden sollten, bzw. könnten, zeigt Tabelle 1:

Tab. 1: Für eine zusätzliche Bindung von Kohlenstoff geeignete Flächen in den Tropen (Houghton et al. 1991)

Möglichkeit	Fläche (10 ⁶ ha)
A. Degradierete Flächen mit Eignung für Forstplantagen	0-579
B. Sekundärwälder oder Waldbrachen mit Regenerationspotential	15-858
C. Landwirtschaftliche Nutzflächen mit Eignung für Agroforstwirtschaft	356-499

In den Ländern Zentralamerikas stellt heute extensive Beweidung mit Rindern häufig die wichtigste Bodennutzung dar. In Costa Rica macht sie z.B. ca. 40% der Landesfläche aus. Unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten sollte jedoch "*naturnaher Wirtschaftswald*" und "*Schutzwald*" 55% der Landfläche Zentralamerikas einnehmen, gefolgt von "*Gemischten Dauerkulturen und Plantagenwald*" mit 20%, während "*Beschränkt annuelle Kulturen, Dauerkulturen und Weidewirtschaft*" nur 14% und "*Intensivfeldbau und annuelle Kulturen*" nur 9% der Landfläche gewidmet werden sollten (Kapp 1997). Die ökologische Stabilisierung der Landnutzung erfordert in dieser

Region also erhebliche Aufforstungen und große Anstrengungen zur stärkeren Verbreitung agroforstlicher Anbausysteme.

3. CO₂-MINDERUNGSEFFEKTE

Bäume (und andere Pflanzen) bestehen zur Hälfte ihrer Trockenmasse aus Kohlenstoff, den sie im Zuge der Photosynthese in Form von CO₂ der Luft entnehmen. Die Wälder der Erde spielen eine sehr wichtige Rolle im globalen Kohlenstoffhaushalt. In den Bäumen und im Bodenumus ist mehr Kohlenstoff gespeichert als in der Atmosphäre. Die Zerstörung des Wälder, insbesondere in den Tropen, leistet einen bedeutenden Beitrag (15%) zur Anreicherung von CO₂ in der Luft.

Umgekehrt führt die Pflanzung von Bäumen stets zu einer Entlastung der Atmosphäre von diesem „Treibhausgas“. Auch die Nutzung von Holz kann diesen Effekt haben. Zunächst ist festzustellen, daß es nicht nur als Bestandteil eines lebenden Baumes, sondern auch in be- oder verarbeiteter Form noch als Kohlenstoffspeicher dient.

Noch wichtiger ist aber oft die Tatsache, daß die Nutzung von Holz auch zur Reduzierung von CO₂-Emissionen aus fossilen Brennstoffen beitragen kann,

- wenn das Holz an deren Stelle als Energieträger genutzt wird und das verbrannte Holz im gleichen Maße wieder nachwächst oder wenn es sonst verrottet wäre (z.B. Holzabfälle). (Energiesubstitution)
- wenn das Holz als Bau- und Werkstoff anstelle von Materialien verwendet wird, die mit einem höheren Aufwand an Energie produziert werden, wie z.B. Beton, Stahl und Kunststoffe. (Materialsubstitution)

Diese Substitutionseffekte können nach BURSCHEL et al. 1993 auf der Basis verschiedener Fallstudien pauschal folgendermaßen quantifiziert werden:

- **Energiesubstitution:** 1 t Holz (atro) mit 70% Wirkungsgrad anstelle von Heizöl verfeuert entlastet die Atmosphäre um 0,26 t C (= 0,95 t CO₂).
- **Materialsubstitution:** 1 m³ Holz im Bauwesen anstelle anderer Materialien verwendet entlastet die Atmosphäre im Durchschnitt um 0,28 t C (= 1,03 t CO₂).

Der zweite Substitutionseffekt ist fast doppelt so hoch ist wie der durch die Energiesubstitution erreichbare. Daher ist es CO₂-ökologisch sinnvoller, vorrangig Holz als Bau- und Werkstoff zu produzieren, statt Energieholz zu produzieren und dieses dann für die Produktion der oben genannten Rohstoffe zu verwenden (Siller 1986).

Neben der Möglichkeit der Holzproduktion mit ihren bereits dargestellten positiven Effekten bringt die Agroforstwirtschaft noch einen weiteren wichtigen Vorteil mit sich:

Sie ermöglicht - wie bereits dargestellt - eine nachhaltige Erzeugung von landwirtschaftlichen Produkten. Die sonst übliche schnelle Degradierung der Böden und der daraus resultierende Zwang zur Rodung neuer Waldflächen kann vermieden werden. Nach einer Schätzung von Dixon et al. (1991) kann ein ha Agroforstwirtschaft auf diese Weise 5 bis 10 ha Wald vor der Zerstörung bewahren und die daraus resultierenden Freisetzungen von bis zu 2200 t Kohlenstoff verhindern. Dieser CO₂-Minderungseffekt kann somit der bei weitem größte sein, der durch entsprechende Baumpflanzungen in den Tropen zu erreichen ist, auch wenn man ihn nach Kürsten und Burschel (1993) etwas vorsichtiger einschätzt (siehe Tab. 2). Im Falle Costa Ricas läßt sich folgende Abschätzung durchführen: Dort werden jährlich noch etwa 18.000 ha Wald gerodet. Etwa die gleiche Fläche fällt in jedem Jahr brach. Daraus läßt sich theoretisch ableiten, daß hier durch die Umstellung eines Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche auf eine nachhaltige agroforstliche Produktion jeweils ein ha Wald geschützt werden kann. Diese Kalkulation bedarf jedoch einer genaueren Prüfung mit Hilfe detaillierte Daten zur landwirtschaftlichen Produktion.

Bestimmte Formen der Agroforstwirtschaft ermöglichen es, die Effizienz der Mineraldüngung zu erhöhen und den Herbizideinsatz zu verringern. Dies hat zugleich die Ersparnis des erheblichen Energieaufwandes (Zweier 1985) für Herstellung, Transport und Ausbringung dieser Betriebsmittel zur Folge. Der CO₂-Minderungseffekt liegt allerdings nur in einer Größenordnung von unter 0,3 t je ha und Jahr (Kürsten, Burschel 1993). In Tabelle 2 sind alle denkbaren CO₂-mindernden Wirkungen agroforstlicher Landnutzungssysteme zusammengestellt und quantifiziert.

Tab. 2: Geschätzte CO₂-Minderungseffekte agroforstlicher Systeme
(Kürsten und Burschel 1993)

Vergrößerung und Erhaltung von Kohlenstoffspeichern	Mg C·ha⁻¹ a
Bäume in agroforstlichen Systemen	3... 60
Holzprodukte	1... 100
Bodenhumus	10... 50
Erhaltung vorhandener Wälder	0...1000
Reduzierung von CO₂-Emissionen innerhalb von 50 Jahren	
Energie-Substitution	5... 360
Material-Substitution	0... 100
Verringerung des Düngemittelverbrauches	1... 5
Summe	20...1675

4. JOINT IMPLEMENTATION

Die Möglichkeit, durch (agro)forstliche Projekte die Atmosphäre von dem „Treibhausgas“ CO₂ zu entlasten, wird seit 1988 in wachsendem Umfang genutzt. Trexler (1989)

beschreibt das erste Projekt dieser Art in Guatemala, mit dessen Hilfe die CO₂-Emissionen eines neuen US-amerikanischen Kohlekraftwerkes kompensiert werden sollten. Da insbesondere (agro)forstliche Projekte, insbesondere in den Tropen, je Tonne CO₂-Reduzierung in vielen Fällen wesentlich kostengünstiger sind (1 - 10 US-\$) als technische Maßnahmen der Energieeffizienzsteigerung in den Industriestaaten, werden diese insbesondere von amerikanischer Seite sehr gefördert.

Bei der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung in Rio wurde 1992 offiziell die Möglichkeit eröffnet, Klimaschutzmaßnahmen in Zusammenarbeit mit anderen Staaten (*Joint Implementation = JI*) durchzuführen. In den darauffolgenden Jahren entstanden verschiedene Initiativen, insbesondere in den USA, den Niederlanden und in Costa Rica, die darauf abzielten, Projekte und Methoden dafür zu entwickeln. Bei der Rio-Folgekonferenz in Berlin 1995 beschlossen die Teilnehmerstaaten, eine Pilotphase für JI zu schaffen, die *Activities Implemented Jointly (AIJ)* genannt wurde. Seitdem wurden insgesamt 74 (Stand Dez. 1997) AIJ-Projekte in Kooperation von 21 Staaten registriert.

Bei der jüngsten Vertragsstaatenkonferenz im Dezember 1997 in Kyoto (Japan) akzeptierten die Teilnehmer das Klimaschutz-Instrument JI grundsätzlich. Gleichzeitig wurde noch einmal die Rolle der Wälder als Senken (oder Quellen) für CO₂ betont und alle Staaten verpflichtet, deren Bedeutung zu quantifizieren. In der nächsten Zeit müssen zwar noch viele Fragen bezüglich der technischen Umsetzung und der politischen Anrechenbarkeit von JI-Projekten geklärt werden. Doch es ist nunmehr als sicher anzusehen, daß (auch) (agro)forstliche Projekten in Zukunft offiziell als Mittel zur Reduzierung des Treibhausgasproblems genutzt werden können. Das heißt, über die neu geschaffenen, bzw. zu schaffenden JI-Institutionen wird es den Industriestaaten möglich werden, einen (noch genau zu bestimmenden Teil) der Emissionsreduktionsverpflichtungen, die sie in Kyoto akzeptiert haben, durch JI-Projekte zu erfüllen. Die Möglichkeit, auf diese Weise Finanzmittel für z.B. agroforstliche Projekte zu bekommen, die aus Gründen einer nachhaltigen Landnutzung dringend erforderlich sind, sollte offensiv genutzt werden. Die CO₂-Minderung durch solche Projekte kann nicht nur viel kostengünstiger sein, sondern auch wesentlich größere positive sozioökonomische „Nebenwirkungen“ haben, als Investitionen in extrem effiziente Energietechnik.

Dabei sei an dieser Stelle deutlich betont, daß gerade die Kombination von agroforstlichen Gehölzpflanzungen mit der Installation von modernen Holzenergieanlagen eine sehr sinnvolle Sache sein kann (vgl. Tab. 2). Denn viele Beispiele aus der Vergangenheit und Gegenwart zeigen, daß vor allem eine gesicherte Absatzmöglichkeit für das erzeugte Holz einen Grundbesitzer motivieren kann, in Baumpflanzungen zu investieren (Kürsten 1998).

Dieser Vortrag wurde veröffentlicht im Tagungsband zum „Tropentag“ am 11./12.12. 1997, S. 131-135, herausgegeben vom Tropenzentrum der Universität Hohenheim 1998, (schriftliche Fassung fertiggestellt am 27.01.98).

LITERATURVERZEICHNIS

Beer, J.W., Fassbender, H.W., Heuvelodp, J. (Hrsg.) (1987):

Advances in agroforestry research. Proceedings of a seminar, Sept. 1 to 11th, 1985, Turrialba, Costa Rica, CATIE und GTZ, Serie Tecnica, Informe tecnico, no. 117, 380 S.

Budowski, G. (1991):

An increase in agroforestry practices in Central America; The justification for carbon dioxide sequestration. in: Faeth et al. 1991, 15-24

Burschel, P., Kürsten, E., Larson, B.C. (1993):

Die Rolle von Wald und Forstwirtschaft im Kohlenstoffhaushalt - Eine Betrachtung für die Bundesrepublik Deutschland. Forstl. Forschungsberichte München, Nr. 126, 135 S.

Canet, B.G. (1986):

Características del sistema silvipastoral jaúl (*Alnus acuminata*) con lechería de altura en Costa Rica. In: SALAZAR 1986, 241-249

Espinoza, L.P. (1985):

Untersuchungen über die Bedeutung der Baumkomponente bei agroforstwirtschaftlichem Kaffeeanbau an Beispielen aus Costa Rica. Göttinger Beiträge zur Land- und Forstwirtschaft in den Tropen und Subtropen, Heft 10, Göttingen, 164 S.

Faeth, P., Trexler, M.C., Page, D. (1991):

Sustainable forestry as a response to global warming: A Central American perspective. A workshop held in Guatemala City, May 23-25, 1990, World Resources Institute, Washington, D.C., 50 S.

Houghton, R.A., Unruh, J.D., Lefebre, P.A. (1991):

Current land use in the tropics and its potential for sequestering carbon. The Woods Hole Research Center, P.O. Box 296, Woods Hole, MA 02543 USA, 25 S.

Juarez, M., McKenzie, T.A. (1991):

Sistema agroforestal maiz-eucalipto, en El Salvador: analisis financiero. Silvoenergia No. 45, CATIE, Turrialba, Costa Rica, 4 S.

Kapp, G. (1997):

Bewertung von Produktionssystemen bäuerlicher Forst- und Agroforstwirtschaft in Zentralamerika und projektbezogene Entwicklungsstrategien. 119 S. Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Eschborn, TÖB-Seriennummer: TÖB FTWF-5

Kürsten, E. (1998):

Energieholz-Tagung in Schneverdingen erbrachte interessante Ansätze zur Lösung globaler Probleme. Holz-Zentralblatt 14 (124), 195

Kürsten, E., Burschel, P. (1993):

CO₂-mitigation by agroforestry. Water, Air and Soil Pollution 70, 533-544

Reiche, C. (1987):

Advances in economic studies of agroforestry plantations in Central America. in: Beer et al. 1987, 338-346

Siller, H. (1986):

Angepaßte Massivholztechnologie für Drittweltländer - ein entwicklungspolitisch sinnvoller Beitrag für Wirtschaft und Umwelt. Holz-Zentralblatt 112 (151), 2205-2206, 2210