

Ökologische Betrachtungen zu dem Industrie- und Energiepflanzenanbau

MANFRED DAMBROTH

Institut für Pflanzenbau

1. Problemstellung

Die Landwirtschaft befindet sich gegenwärtig in einer ökonomischen und in einer ökologischen Krise. Die ökonomische Krise ist das Ergebnis einer agrarpolitischen Entwicklung, bei der wenige Produktionsrichtungen durch Preis- und Absatzgarantien gefördert und andere in das Abseits gedrängt wurden. Aus dieser Sachlage heraus hat sich eine sehr einseitige landwirtschaftliche Erzeugung entwickelt, die einzelbetrieblich notwendig war, die aber geradewegs in eine ökologische Krise führen mußte, weil die hohe Produktionsintensität im Verbund mit einer dramatischen Abnahme der Produktionsvielfalt zu einer sehr starken Belastung der agrarisch betonten Ökosysteme führen mußte. Die Nitratbelastung der Gewässer, das Auffinden von Pflanzenschutzmittelresten im Grundwasser, die Gülle- und Klärschlammproblematik, die zunehmenden Bodenerosionen durch Wind und Wasser, die Abnahme der Artenvielfalt sowohl bei den Kulturpflanzen als auch bei der Ackerbegleitflora und die Beeinträchtigung der Tierwelt in den agrarisch betonten Ökosystemen sind die am häufigsten gegen die Landwirtschaft erhobenen Vorwürfe, die ihrem Ansehen sehr geschadet haben.

Die hier skizzierte Problematik ist inzwischen erkannt worden, und es sind Ansätze zu einer Neuorientierung der Agrarpolitik erkennbar, die sich wie folgt zusammenfassen lassen:

- Allgemeine Rückführung der Nutzungsintensität, insbesondere durch Einschränkung des Verbrauchs von Stickstoffdüngern und Pflanzenschutzmitteln,
- Förderung der ökologisch interessanten Umstellung auf extensive Nutzungsformen unter Einbeziehung der Flächenstilllegung,
- Bewirtschaftungsbeschränkungen zum Schutz von Boden und Gewässern,
- Förderung von Produktions- und Verwendungsalternativen, vornehmlich Industrie- und Energiepflanzen,
- Ökologische Umwidmung von Produktionsflächen aus Gründen des Arten- und Biotopschutzes,
- Ausgewogene und flächendeckende Vernetzung von Biotopen.

Die Umsetzung dieser Ziele kann nur mit dem von dem obigen Institut formulierten Konzept einer INTEGRIERTEN LANDBEWIRTSCHAFTUNG erfolgen, denn sie ist die Form der Landbewirtschaftung, bei der nicht nur der Anbau von Kulturpflanzen im Blickpunkt des Interesses steht, sondern die in gleicher Weise die Belange des Natur- und Umweltschutzes, der Landschaftsgestaltung, des Arten-, Gewässer- und Bodenschutzes berücksichtigt und dabei die tierische Produktion mit einschließt. Ihre Bausteine sind in Abbildung 1 dargestellt.

Um den engen Verbund der die INTEGRIERTE LANDBEWIRTSCHAFTUNG bestimmenden Elemente zu verdeutlichen, wurde für ihre bildliche Darstellung die Form eines Hauses gewählt. Damit wird sichtbar gemacht, daß die integrierte Landbewirtschaftung das Dach ist, unter dem sich alle bei der Landbewirtschaftung zu beachtenden Faktoren vereinigen müssen. Gleichzeitig wird damit auch deutlich gemacht, daß alle Bausteine der INTEGRIERTEN LANDBEWIRTSCHAFTUNG auf das engste miteinander verzahnt sind und deshalb die Herauslösung eines Bausteins, sprich seine solitäre Behandlung, zwangsläufig Konsequenzen auf die Stabilität des gesamten Verbundes haben muß, so wie auch die vielfältigen Teilsysteme in einem Ökosystem eng miteinander verbunden sind und jede Schädigung eines Teilsystems Konsequenzen auf das ganze System haben muß.

Eine INTEGRIERTE LANDBEWIRTSCHAFTUNG wird aber nur dann zu erreichen sein, wenn wieder eine Produktionsvielfalt in den Agrarlandschaften entwickelt werden kann. Das gegenwärtig für den Landwirt Machbare reicht dazu nicht aus, und deshalb wird die Landwirtschaft nur dann aus der ökologischen Krise herausgeführt werden können, wenn ihr Produktions- und Verwendungsalternativen aufgezeigt werden können, die außerhalb des Nahrungs- und Futtermittelbereiches liegen. Die Wiederentwicklung des Industrie- und Energiepflanzenanbaues bietet sich hierzu vorrangig an.

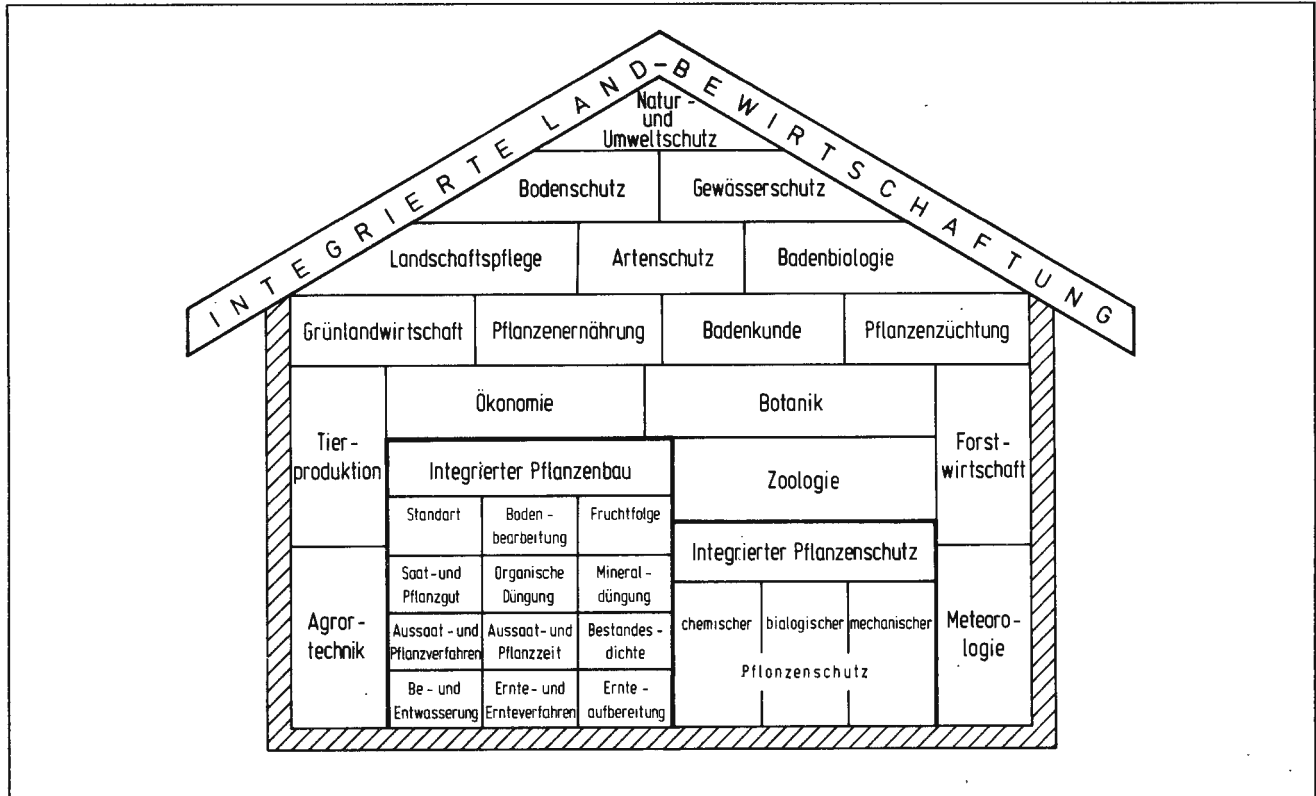
2. Definition des Industrie- und Energiepflanzenanbaues

Bei dem Industripflanzenanbau kommt es darauf an, die im Erntegut der Pflanzen synthetisierten Stoffe, wie Öle und Fette, Stärke, Zucker- und Eiweißstoffe sowie Fasern, Zell- und Arzneistoffe zu gewinnen und sie in ihrer Struktur zu erhalten, um sie in der chemischen Industrie als Basisrohstoffe für eine höhere Veredelung und damit für eine höhere Wertschöpfung einzusetzen. Deshalb stellt der Industripflanzenanbau an die Qualität der Produkte hohe Ansprüche.

Bei dem Energiepflanzenanbau kommt es in erster Linie darauf an, hohe Biomasseerträge je Flächeneinheit zu erzielen, und sofern ein Interesse an pflanzlichen Inhaltsstoffen, wie im Falle der Ethanolherzeugung aus Stärke und Zucker, besteht, ist die erzeugte Menge wichtiger als ihre Qualität. Gleiches gilt für die pflanzlichen Öle als Motorkraftstoffe.

Mit dieser Trennung der Nutzung nachwachsender Rohstoffe in der Landwirtschaft in die Teilbereiche Industrie- und Energiepflanzenanbau erfolgt keine Wertung. Für die Versachlichung der Diskussion ist diese Trennung aber zwingend notwendig, weil sonst die Erzeugung von Ethanol und die Verbrennung von Ganzpflanzen auf einer Stufe mit der Erzeugung von Ölsäure aus Sonnenblumen oder der Gewinnung von Erucasäure aus Raps diskutiert wird, was aber unzulässig ist. In Abbildung 2 sind die Produktionsziele des Industrie- und Energiepflanzenanbaues zusammenfassend dargestellt.

Abbildung 1: Bausteine der Integrierten Landwirtschaft



3. Industrie- und Energiepflanzen sind ökologisch wie Nahrungs- und Futterpflanzen zu betrachten

Immer wieder ist festzustellen, daß bei den Diskussionen zur zukünftigen Gestaltung der Landwirtschaft der Anbau von Industrie- und Energiepflanzen als ökologisch bedenklich eingestuft und dabei an einzelnen Kulturarten die Begründung diskutiert wird. Eine solche Vorgehensweise wird der Problematik nicht gerecht, denn sie ist unökologisch. Es ist deshalb auch nicht zulässig, wenn Nahrungs- und Futterpflanzen als ein Block und die Industrie- und Energiepflanzen als ein anderer einer getrennten ökologischen Diskussion unterzogen werden. Es können für die verschiedenen Produktionsziele keine unterschiedlichen Maßstäbe für ihre ökologische Bewertung angelegt werden, sondern sie müssen als Teile eines Ganzen betrachtet werden. Dies um so mehr, als es schon jetzt absehbar ist, daß landwirtschaftliche Betriebe, welche Struktur sie auch immer haben mögen, niemals nur Industrie-, Energie-, Nahrungs- oder nur Futterpflanzen anbauen werden, sondern sich immer einem Mischanbau aus diesen Produktionsalternativen zuwenden werden. Im Interesse einer sachlichen Diskussion ist es auch notwendig, daß möglicherweise bei der Aufarbeitung oder der Verwertung von pflanzlichen Rohstoffen auftretende ökologische Probleme nicht dem Anbau angelastet werden. Schon gar nicht dann, wenn die ökologischen Bedenken die Folge nicht optimierter Auf- und Verarbeitungsstrategien sind.

Wie wenig bei den ökologischen Bedenken gegen den Industrie- und Energiepflanzenanbau die fachlichen Hintergründe im Sinne einer INTEGRIERTEN LANDBEWIRTSCHAFTUNG ausgeleuchtet werden, soll nachfolgend an einigen Beispielen erläutert werden, weil sie für die Stabilität der agrarischen Ökosysteme sehr wichtig sind.

4. Voraussetzungen für die Stabilität der agrarischen Ökosysteme

Die Stabilität der agrarisch betonten Ökosysteme wird von zahlreichen Parametern bestimmt, die hier naturgemäß nicht alle behandelt werden können. Die im Sinne einer ökologischen Landwirtschaft besonders wichtigen sollen im Zusammenhang mit dem Anbau von Industrie- und Energiepflanzen diskutiert werden.

4.1 Standortproduktivität

Die Verdrängung von über 40 Pflanzenarten aus der landwirtschaftlichen Produktion nach dem 2. Weltkrieg ist ein deutliches Zeichen für die Artenverarmung in den Agrarlandschaften. Dadurch wurde es den Landwirten unmöglich gemacht, eine den jeweiligen Standorten angepasste pflanzliche Produktion zu betreiben. In immer stärkerem Maße wurden die wenigen ökonomisch interessanten Arten auch auf solchen Standorten angebaut, wo sie eigentlich aufgrund ihrer Ansprüche an den Boden und die Nährstoff- und Wasserversorgung nicht hingehören. Beispiele hierfür sind der Raps- und der Weizenanbau auf sehr leichten Böden. Der Landwirt mußte deshalb in zunehmendem Maße die ungenügende natürliche Leistungsfähigkeit seiner Böden für den Anbau anspruchsvollerer Kulturpflanzen durch eine steigende Düngungsintensität zu kompensieren versuchen. Ein Versuch, der selten gelingt, denn die standortspezifische natürliche Ertragsgrenze ist auch durch einen steigenden Faktoreinsatz nur unwesentlich zu überwinden. Aus Abbildung 3 sind die Wechselbeziehungen zwischen Standortproduktivität und Ertragsleistung abzulesen.

Bei dieser Darstellung wird sehr deutlich, daß insbesondere auf ertragsschwächeren Standorten bei dem Versuch, höhere

Erträge zu erzielen, sehr leicht die Gefahr eines Überhangs an von den Pflanzen nicht ausgenutzten Nährstoffmengen entsteht. Werden nun in engen Fruchtfolgen in rascher Folge anspruchsvolle Arten hintereinander angebaut, die aber aufgrund der Standortgegebenheiten nicht zu dem gewünschten Ertragsniveau gelangen, stellen die überschüssigen Nährstoffmengen ein erhebliches Gefährdungspotential für die Qualität des Grundwassers dar. Dieses Gefährdungspotential verringert sich, wenn eine den Standortverhältnissen angepasste Landwirtschaft erfolgen kann. Diese Forderung kann der Landwirt gegenwärtig nicht erfüllen, weil er keine Alternativen hat. Mit der Extensivierung allein ist dieses Problem nicht zu lösen, weil die Minderung des Faktoreinsatzes bei Arten und höheren Ansprüchen dann auf den weniger leistungsfähigen Standorten zu erheblichen Ertragsausfällen führen würde. Ein Lösungsbeispiel wäre der Ersatz des Rapses durch Leindotter, z.B. im Bereich der Norddeutschen Tiefebene. Leindotter erbringt hier dem Raps vergleichbare Erträge, aber er benötigt deutlich geringere Aufwendungen an Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln. Ein anderes Beispiel wäre der Anbau von Topinambur zur Erzeugung von Fructosesirup anstelle des sehr aufwendigen Zuckerrübenanbaues auf den Standorten der Norddeutschen Tiefebene. Die Reihe dieser Beispiele ließe sich fortsetzen, und sie würden alle zu dem Ergebnis führen, daß eine ökologische Landwirtschaft eine den jeweiligen Standorten angepasste Bewirtschaftung erforderlich macht und diese nur möglich sein kann, wenn bezüglich der anzubauenden Arten eine Wahlmöglichkeit besteht. Da hierbei die Nahrungs- und Futterpflanzen nur wenig Möglichkeiten bieten, eröffnen sich mit den Industrie- und Energiepflanzen neue Perspektiven.

Abbildung 2: Produktionsziele bei der Nutzung von Industrie- und Energiepflanzen

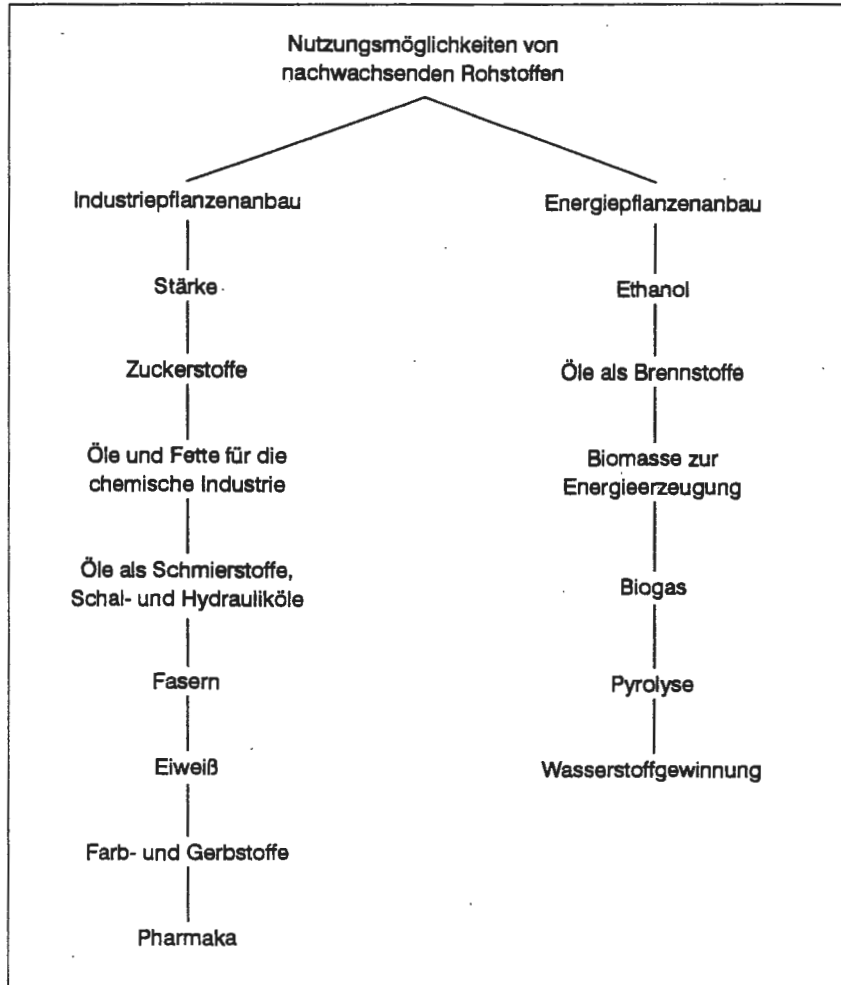
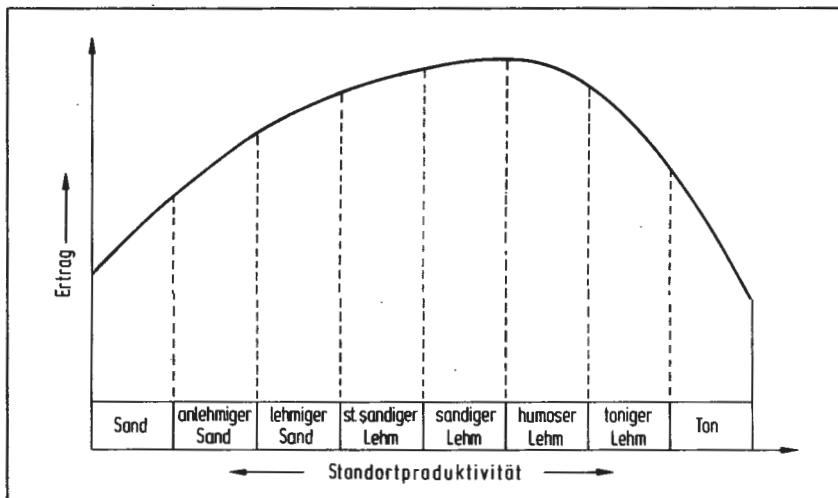


Abbildung 3: Standortproduktivität und Ertragsleistung

4.2 Artenvielfalt

In der nachstehenden Tabelle 1 sind die wichtigsten Arten zusammengestellt, die nach dem 2. Weltkrieg aus dem Marktfruchtanbau verdrängt wurden.

Eine vergleichende Betrachtung dieser Artenzahl mit den heute im Anbau befindlichen Arten macht deutlich, zu welcher dramatischer Abnahme der Artenvielfalt es in den Agrarlandschaften in den letzten Jahrzehnten gekommen ist. Der tatsächliche Verlust an Artenvielfalt wird durch diese Aufzählung jedoch noch nicht deutlich. Denn die einfache Addition der aus dem Anbau verdrängten Hauptfrüchte sagt noch nichts über den tatsächlichen Verlust an Artenvielfalt bei der Ackerbegleitflora, den Insekten, den Kleintieren und anderen Individuen aus, deren Existenz an eine hohe Artenvielfalt in den Agrarökosystemen gekoppelt ist, weil sie Bestandteil der in einem Ökosystem ablaufenden Prozesse sind.



Am Beispiel der Ackerbegleitflora wird dies besonders deutlich. Ihre Entwicklung wird z.B. von den Fruchtfolgen mit ihren Kulturarten und der Art der Bodenbearbeitung be-

Tabelle 1: Kulturpflanzenarten, deren Anbaufläche im Hauptfruchtanbau bedeutungslos wurde

Ölpflanzen	Körnerleguminosen	Knollenfrüchte	Wurzel-früchte	Faserpflanzen
Mohn	Weißer Lupine	Topinambur	Zichorie	Lein
Lein	Gelbe Lupine		Futtermöhre	Hanf
Leindotter	Blaue Lupine		Kohlrüben	
Sonnenblume	Erbsen		Wasserrüben	
Weißer Senf	Ackerbohne			
Brauner Senf	Wicken			
Rübsen	Buschbohne			
Ölrettich	Linse			
Ölkürbis				
Saffor				
Spitzklette				
Ölmadie				
Ölrauke				

Alle Versuche, die Artenvielfalt in den Agrarlandschaften wieder zu steigern, müssen scheitern, wenn nicht wieder die alten Kulturpflanzen in die Nutzungssysteme integriert werden. Viele von ihnen sind für den Industrie- und Energiepflanzenanbau geeignet, so daß es unverständlich ist, wenn einerseits der Landwirtschaft die Artenverarmung in den Ökosystemen angelastet wird, andererseits die Bemühungen, diese Situation wieder durch die Neuentwicklung einer alten Produktionslinie, nämlich dem Industrie- und Energiepflanzenanbau, zu bereinigen, ebenfalls auf Ablehnung stoßen. Die Gegner dieser Aktivitäten haben offensichtlich einige Lücken in ihrer Argumentationskette.

4.3 Fruchtfolgegestaltung und Stickstoffdüngung

stimmt. Bestimmte Pflanzen der Begleitflora sind in ihrer Entwicklung an die Leitkulturen gekoppelt. Enge Fruchtfolgen wie Zuckerrüben - Weizen - Weizen bieten vielen Pflanzen der Begleitflora keine Entwicklungsmöglichkeiten und sie sterben langsam aus, und mit ihnen die Organismen, für die sie die Nahrungsquelle sind. Derartige Entwicklungen lassen sich auch nicht durch Ackerrandstreifenprogramme aufhalten, auf denen der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln unterbleibt. Der Rückgang der Artenvielfalt ist nicht ein Problem des Pflanzenschutzes, sondern eine Konsequenz der engen Fruchtfolgen und den sich daraus ergebenden Zwängen, Pflanzenschutzmittel in erheblichem Umfang einzusetzen.

Es wurde bereits mehrfach darauf hingewiesen, daß die Gestaltungsmöglichkeiten für eine den ökologischen Erfordernissen angepaßte Fruchtfolge gegenwärtig nicht gegeben sind. Bei der hohen Bedeutung, die gerade die Fruchtfolgen in ihren Wechselwirkungen auf andere bedeutsame Parameter bei der Landbewirtschaftung haben, ist diese Situation besonders nachteilig. In Abbildung 4 sind diese Wechselbeziehungen zusammenfassend dargestellt.

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, daß eine sechsgliedrige Fruchtfolge - also jede Kulturart erscheint nur in jedem sechsten Jahr auf dem gleichen Feldstück - aus pflanzenbaulicher und ökologischer Sicht akzeptiert werden kann. Wenn als Beispiel ein typischer Zuckerrübenstandort herangezogen wird, dann hätte eine solche Fruchtfolge heute im allerungünstigsten Fall folgende Glieder: Zuckerrüben - Winterweizen - Winterweizen - Zuckerrüben - Winterweizen - Wintergerste - Zuckerrüben - Winterweizen - Wintergerste von dem Ideal noch weit entfernt und als ausgesprochen ökologisch problematisch angesehen werden muß.

Gleiches gilt, wenn die Fruchtfolge aus den Gliedern Zuckerrüben - Winterweizen - Raps - Zuckerrüben - Winterweizen - Raps zusammengesetzt ist. Fruchtfolgen dieser Art erfordern eine Bewirtschaftungsintensität, die an erhebliche ökologische Grenzen stößt.

Alternativen zu den oben als problematisch aufgezeigten Fruchtfolgen wären für viellos wirtschaftende Betriebe auf besseren Standorten:

Abbildung 4: Einflüsse der Fruchtfolgegestaltung auf die wichtigsten Parameter bei der Landbewirtschaftung

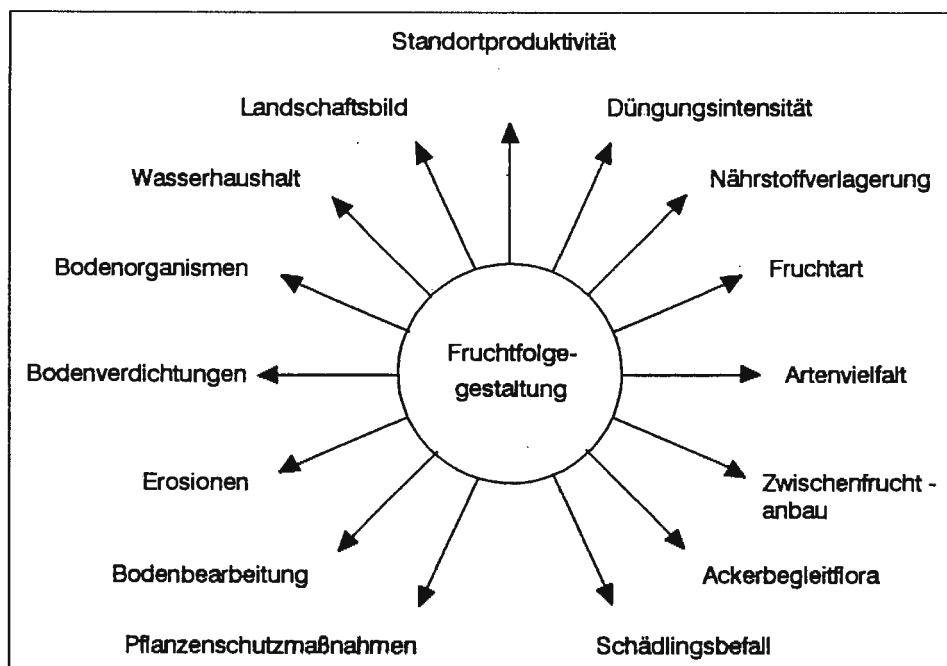


Tabelle 2: Stickstoffaufwendungen bei unterschiedlichen Fruchtfolgen

Fruchtfolge	Stickstoffaufwand kg N/ha	Fruchtfolge	Stickstoffaufwand kg N/ha	Fruchtfolge	Stickstoffaufwand kg N/ha
Ökonomisch notwendige, aber ökologisch bedenkliche Fruchtfolgen					
Zuckerrüben	180	Zuckerrüben	180		
Winterweizen	160	Winterweizen	160		
Winterweizen	160	Winterweizen	140		
Zuckerrüben	180	Zuckerrüben	180		
Winterweizen	160	Winterweizen	160		
Winterweizen	160	Wintergerste	140		
insgesamt	1000	insgesamt	960		
Ökologisch positive, aber ökonomisch unbefriedigende Fruchtfolgen					
Winterraps	120	Zuckerrüben	120	Zuckerrüben	120
Ackerbohnen	-	Öllein	60	Flachs	-
Wintergerste	120	Erbsen (Amylose)	-	Winterroggen	100
Kartoffeln	120	Wintergerste	120	Ackerbohnen	-
Winterroggen	100	Topinambur	-	Wintergerste	120
Winterleindotter	60	Braugerste	60	Rotationsbrache	-
insgesamt	520	insgesamt	360	insgesamt	340

- Zuckerrüben - Winterweizen - Sonnenblumen - Erbsen - Winterraps - Wintergerste,
- Zuckerrüben - Winterweizen - Öllein/Flachs - Sonnenblumen - Hafer - Wintergerste,
- Zuckerrüben - Winterweizen - Erbsen - Winterleindotter - Sonnenblumen - Flächenstilllegung.

Für weniger produktive Standorte wären folgende Fruchtfolgen denkbar:

- Kartoffeln - Winterroggen - Öllein - Erbsen - Winterleindotter - Sommergerste,
- Kartoffeln - Winterroggen - Erbsen - Winterrüben - Koriander - Sonnenblumen,
- Kartoffeln - Winterleindotter - Senf - Erbsen - Winterroggen - Sommergerste.

Es verbietet sich, an dieser Stelle weitere Fruchtfolgealternativen zu diskutieren. Die vorgestellten Beispiele zeigen die Möglichkeiten und sie machen deutlich, daß Fruchtfolgen ohne die Nutzung von Industrie- und Energiepflanzen nicht ökologisch gestaltet werden können.

Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß mit der Erhöhung der Artenzahl in den Fruchtfolgen der Aufwand an Produktionsmitteln vermindert werden kann. Am Beispiel der Stickstoffdüngung soll dies nachfolgend an den oben dargestellten Fruchtfolgebeispielen diskutiert werden. Die Tabelle 2 zeigt den für die verschiedenen Fruchtfolgen eines Zuckerrübenstandortes erforderlichen Stickstoffaufwand.

Aus dieser Gegenüberstellung wird ersichtlich, daß sich mit veränderten Fruchtfolgen die im Verlauf einer Rotation auszubringende Stickstoffmenge um gut die Hälfte reduzieren läßt; auch dies gelingt nicht ohne die Einschaltung von Pflanzen aus dem Nichtnahrungsbereich.

Schließlich sollen noch die Wechselbeziehungen zwischen Fruchtfolgen und der Bodenbearbeitung angesprochen werden. Die gegenwärtige Bodenbearbeitungsintensität fördert eindeutig die Entstehung von Wind- und Wassererosionen. Sie ist die Folge enger Fruchtfolgen, weil der Landwirt bei den heute üblichen Fruchtfolgen nach jeder Kulturart tief pflügt, um dem Risiko einer starken Entwicklung der Begleitflora zu begegnen, wie es bei einer heute üblichen Fruchtfolge Zuckerrüben - Winterweizen - Winterweizen - Zuckerrüben - Winterweizen - Winterweizen besteht.

Tatsächlich könnten aber erhebliche Kosten eingespart und die Gefahren der Wind- und Wassererosionen gemindert werden, wenn nicht nach jeder Kulturart gepflügt, sondern eine reduzierte Grundbodenbearbeitung verfolgt würde. Dazu bietet z.B. eine Fruchtfolge Zuckerrüben - Winterweizen - Öllein/Flachs - Sonnenblumen - Erbsen - Winterleindotter hervorragende Möglichkeiten, weil dabei längere Anbaupausen für eine mechanische Unkrautregulierung bestehen. Auch dieses Beispiel macht deutlich, daß erst mit weiteren Pflanzenarten Fruchtfolgen gestaltet werden können, mit denen ein hervorragender Bodenschutz betrieben werden kann. Aber auch dazu sind Arten aus der Gruppe der Industrie- und Energiepflanzen in die Nutzungssysteme zu integrieren.

5. Zusammenfassung

Mit dem vorliegenden Beitrag sollte an einigen Beispielen aufgezeigt werden, daß eine ökologische Landbewirtschaftung nur dann erfolgen kann, wenn die Artenvielfalt in den landwirtschaftlichen Nutzungssystemen erhöht wird. Die Voraussetzungen dafür sind nur dann gegeben, wenn Pflanzenarten außerhalb des Nahrungs- und Futtermittelsektors zum Anbau kommen. Deshalb ist es dringend notwendig, die Ent-

wicklung des Industrie- und Energiepflanzenanbaues zu fördern und zu akzeptieren, daß die dafür geeigneten Pflanzenarten im Sinne einer INTEGRIERTEN LANDBEWIRTSCHAFTUNG ökologisch positiv zu beurteilen sind.

Ecological considerations about the cultivation of industry and energy crops

The present paper should illustrate by means of a few examples that an ecological landmanagement can only be effected if the species' diversity within the agricultural used systems will be increased. The prerequisites for this increase of species' diversity can only be fulfilled if plant species besides the food and feeding stuff sector will be cultivated. Therefore it is extremely necessary to accelerate the development of the industrial and energy plant production and to accept that the plant species suitable for this purpose will be judged ecologically positive in the sense of an integrated landmanagement.

Verfasser: D a m b r o t h, Manfred, Prof. Dr. agr., Leiter des Instituts für Pflanzenbau der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL).