

sources gerichteten, kulturellen und sozialen Verhaltensnormen abgelegt werden, ohne durch ein explizites, über Rechts- und Wirtschaftsnormen institutionalisiertes "Umweltbewußtsein" ersetzt zu sein.

Umweltstabilisierende Maßnahmen - so kann man aus dem politischen Verhalten sowohl in Industrie- als auch in Entwicklungsländern schließen - sind politisch-gesellschaftlich erst dann akzeptabel, wenn die Schäden, die bekämpft bzw. verhindert werden sollen, deutlich spürbar und sichtbar geworden sind. Daher hat die Demonstration von Schäden und ihrer Beseitigung durch umweltstabilisierende Maßnahmen in Demonstrations- und repräsentativen Pilotprojekten eine kaum zu unterschätzende Bedeutung. Diese Bedeutung ist besonders hoch einzuschätzen, wenn man in Rechnung stellt, daß die Pilot- und Demonstrationsprojekte wesentlich leichter zu finanzieren sind als flächendeckende Umweltprogramme.

Die Budgetwirkungen in öffentlichen und privaten Haushalten bleiben relativ gering und überschaubar. Pilotprogramme sind daher politisch-gesellschaftlich relativ leicht durchzusetzen. Mit zunehmender Dauer wird ihr Demonstrationseffekt sichtbar und trägt daher zunehmend zur Erhöhung der politisch-gesellschaftlichen Akzeptanz für die Ausdehnung der Pilotprogramme auf flächendeckende Umweltprogramme bei. Damit ist um so eher zu rechnen, je stärker der Demonstrationseffekt zur Verminderung der individuellen Akzeptanzhemmnisse auf Produktionsebene beiträgt, weil dadurch der notwendige Umfang akzeptanzfördernder Transferzahlungen sinkt.

### 3 Anwendung von Evaluierungsmodellen

Dem gemeinsamen Oberziel aller Entwicklungsprojekte, "Steigerung des Wohlstandes der betroffenen Bevölkerung", folgend, soll im Rahmen von Projektevaluierungen festgestellt werden, inwieweit die beurteilten Projekte zu diesem Ziel beitragen. Die dabei zur Anwendung kommenden Bewertungsgrundsätze für Leistungen und Aufwendungen sind in den vorangehenden Abschnitten erläutert worden. Sie gelten im Prinzip für alle Evaluierungsmodelle, die mit der Bewertung von Projekten mit Umweltwirkungen befaßt sind.

Zur Demonstration und Erprobung der in den vorangehenden Abschnitten erarbeiteten Bewertungskriterien werden die einzelbetrieblichen und überbetrieblichen Auswirkungen der Einführung von Maßnahmen der Standortgerechten Landwirtschaft in zwei Projekten untersucht. Bei diesen Projekten handelt es sich um die von deutscher Seite geförderten Projekte "Conservation Farming" in Sri Lanka und "Landwirtschaftliche Beratung Nyabisindu" in Ruanda. Die zwei Projekte wurden ausgewählt, weil beide Projekte eine relativ lange Vorgeschichte haben. Daher liegt eine ziemlich breite Daten- und Erfahrungsgrundlage vor, mit der die erarbeiteten Bewertungskriterien beispielhaft quantifiziert werden können. Leider gelingt das nicht immer in idealer Weise.

Die zwei ausgewählten Projekte unterscheiden sich in einem wichtigen Punkt. Während im Projekt "Landwirtschaftliche Beratung Nyabisindu/Ruanda" sämtliche landwirtschaftlich nutzbare Fläche im Prinzip permanent genutzt wird, befindet sich die Landwirtschaft im Gebiet des Projekts "Conservation Farming Sri Lanka" im Übergang von stabiler Feld-Brachewirtschaft zu permanenter Landnutzung. Dieser Unterschied zwischen den Projekten bestimmt im wesentlichen die Wahl des Evaluierungsmodells.

### 3.1 Bestimmungsfaktoren für die Wahl des Evaluierungsmodells

Bei gegebenem Anbausystem - u.a. gekennzeichnet durch ein bestimmtes Verhältnis zwischen Anbaujahren und Brachedauer, einem gegebenen Grad der Stabilität der Bodenfruchtbarkeit und gegebener Mechanisierung - ändert sich der Flächenbedarf in der Regel aus zwei Gründen:

- Wegen der Zunahme der Agrarbevölkerung und
- wegen der Veränderung (Degradation) der Bodenfruchtbarkeit.

In der Regel steigt der Flächenbedarf in den meisten Entwicklungsländern an. Die Wahl des Bewertungsmodells hängt von der Knappheit der Fläche ab. Die prinzipiellen Zusammenhänge sind in Abschnitt 2.3.2.1.2 beschrieben und in Abbildung 6 schematisch dargestellt.

Die Verknappung der Fläche führt im Gefolge von Bevölkerungswachstum und/oder Bodendegradation zu einer Steigerung der Intensität der Flächen- und Landschaftsnutzung. Wenn die Stabilität der Bodenfruchtbarkeit durch die zunehmende Intensität der Landschaftsnutzung gemindert wird, entstehen Rückkopplungseffekte, die zu einer sich beschleunigenden Zerstörung der Landschaft führen. Die Wirtschaftlichkeit von Projekten, die auf eine Stabilisierung oder Vermehrung der Bodenfruchtbarkeit zielen, läßt sich dann nur im Rahmen dynamischer Regionalmodelle ermitteln. Sind sich selbst verstärkende, dynamische Rückkopplungseffekte nicht zu befürchten, kann die Projektevaluierung mit einfach zu handhabenden, statischen Modellen, die Einzelbetriebe als Bezugsbasis haben, erfolgen.

Zur Evaluierung von Projekten mit Umweltwirkungen der hier behandelten Art kann man daher zwei Modelltypen unterscheiden:

- 1) Bewertungsmodelle, die aus unverbundenen, einzelbetrieblichen Modellen bestehen. Sie haben im allgemeinen statischen bzw. komparativ statischen Charakter und lassen die dynamischen Wechsel-

beziehungen zwischen Betrieben, Landschaften und exogen dynamischen Faktoren wie dem Bevölkerungswachstum außer acht. Beziehungen zwischen Produktionsperioden werden - wenn überhaupt - als unverbundene Folge von Einzelperioden dargestellt. Überbetriebliche on site Effekte werden als abhängige Variable betrachtet, deren Veränderungen keinen Einfluß auf die weitere Entwicklung der Fruchtbarkeit von Böden und Landschaften haben.

- 2) Bewertungsmodelle, in denen die zwischen Betrieben, Landschaften und exogen dynamischen Faktoren bestehenden Wechselbeziehungen dynamisch durch verkoppelte Produktionsperioden abgebildet werden. Dynamische Wechselbeziehungen ergeben sich aus
  - den überbetrieblichen on site Effekten wie der Zerstörung der Bodenfruchtbarkeit und
  - der Konkurrenz einer mit dem Bevölkerungswachstum steigenden Anzahl von Betrieben und Haushalten um knapp werdende Produktionsfaktoren, insbesondere die landwirtschaftlich nutzbare Fläche einer Landschaft bzw. Projektregion.

Modelle, die diese Beziehungen über verkoppelte Produktionsperioden abbilden, haben grundsätzlich dynamischen Charakter.

Beide Modelltypen stellen im Prinzip die gleichen Datenansprüche, etwa an Struktur-, Ertrags- und Aufwandsdaten. Sie unterscheiden sich jedoch durch die Wahl der prinzipiellen Bezugsgröße.

In den statischen Evaluierungsmodellen, die in Abschnitt 3.2 beispielhaft angewandt werden, ist die prinzipielle Bezugsgröße der Einzelbetrieb mit seinem Haushalt. Die Ergebnisse der repräsentativen Einzelbetriebe können statisch als voneinander unabhängige Ergebnisse - dem Gewicht der repräsentativen Gruppen entsprechend - zum Ergebnis der Projektregion und damit zum gesamtwirtschaftlichen und zum Projekterfolg hochgerechnet werden.

Bei den dynamischen Evaluierungsmodellen ist die Bezugsgröße grundsätzlich die Projektregion. Die Projektregion wird als System betrachtet. Die Einzelbetriebe sind wichtige Elemente dieses Systems, die untereinander und mit den natürlichen Elementen der Region durch komplexe Wechselbeziehungen über dynamisch verkoppelte Produktionsperioden verbunden sind.

Statische Evaluierungsmodelle mit Einzelbetrieben als miteinander nicht verbundenen Elementen haben den Vorzug einfacher Anwendbarkeit und leichter Durchschaubarkeit. Sie kommen jedoch für den hier untersuchten Problembereich nur in Betracht, wenn die negativen Umweltwirkungen der herrschenden Wirtschaftsweisen, auf deren Beseitigung die Projekte abzielen,

- a) bereits zu einer vollständigen Verknappung von Land geführt haben, daß im Prinzip permanente Landnutzung vorherrscht - entspricht der einzelbetrieblichen Bewertung des Projekts "Landwirtschaftliche Beratung Nyabisindu/Ruanda" in Abschnitt 3.2.2 - oder
- b) (noch) nicht so wirksam geworden sind, daß sich Verknappungseffekte von Land und daraus resultierend Interdependenzen und Rückkopplungseffekte ergeben - entspricht in Abschnitt 2.3.2.1.2 dem Fall a) "Die neue Fläche ist nicht in die Rotation 'Brache-Anbau' eingespannt und der einzelbetrieblichen Bewertung des Projekts "Conservation Farming Sri Lanka" in Abschnitt 3.2.3 unter der hypothetischen Annahme, daß die begrenzte landwirtschaftlich nutzbare Fläche der Projektregion nicht knapp wird, was zumindest der Sicht vieler Betriebe und Haushalte in der Projektregion entsprechen dürfte, weil sie ihre Situation nicht hinreichend schnell zu spüren bekommen.

Gibt es sich selbst verstärkende, dynamische Rückkopplungseffekte, die durch die Verknappung von Land und die überbetrieblichen Wirkungen der herrschenden Wirtschaftsweisen ausgelöst werden, dann sind dyna-

mische Evaluierungsmodelle anzuwenden - entspricht in Abschnitt 2.3.2.1.2 dem Fall b) "Die neue Fläche ist in die Rotation 'Brache-Anbau' eingespannt" und der dynamischen Gesamtbewertung am Beispiel eines Modellprojekts in Abschnitt 3.3. Das Modellprojekt ist quasi die Grundlage zur dynamischen Evaluierung des Projekts "Conservation Farming Sri Lanka".

Das statische Evaluierungsmodell mit der einzelbetrieblichen Bewertung schafft die Datengrundlage zur Anwendung des dynamischen Evaluierungsmodells. Da sich das dynamische Evaluierungsmodell auf sehr viel weitergehende Annahmen stützt als das statische, wird vom Projekt "Conservation Farming Sri Lanka" abstrahiert und ein Modellprojekt gebildet. Das dynamische Evaluierungsmodell mit dynamisch verkoppelten Produktionsperioden gewährleistet, daß die Wechselwirkungen und die Wirtschaftlichkeit des Projekts "Conservation Farming Sri Lanka" mit seinen Umweltwirkungen und Verknappungseffekten von Land sachgetreu und vollständig abgebildet und bewertet werden.

### 3.2 Einzelbetriebliche Bewertung

Die einzelbetriebliche Bewertung unterscheidet sich nicht zwischen den Projekten "Landwirtschaftliche Beratung Nyabisindu/Ruanda" und "Conservation Farming Sri Lanka". Sie folgt einem einheitlichen methodischen Konzept, das im Prinzip unabhängig vom zu bewertenden Projekt die gleichen Ansprüche an die Datenbasis stellt.

#### 3.2.1 Methode und Datenbasis

Die einzelbetriebliche Bewertung gründet sich in Projekten mit Umweltwirkungen der hier behandelten Art auf die Untersuchung des kleinbäuerlichen Betriebssystems. Die Analyse richtet sich dabei zunächst darauf, in welchen Betriebsteilen Maßnahmen Standortgerechter Landwirtschaft eingeführt werden sollen, etwa die Äcker, auf denen zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit auf das System des Alley Cropping umgestellt werden soll, wie im Projekt "Conservation Farming Sri Lanka", oder die Felder, auf denen für den Erosionsschutz Bäume und Sträucher entlang von Konturlinien gepflanzt werden sollen, wie im Projekt "Landwirtschaftliche Beratung Nyabisindu/Ruanda". Durch die Analyse physischer Zustände und Zusammenhänge wird begründet, warum die Einführung dieser umweltstabilisierenden Maßnahmen für den Schutz natürlicher Ressourcen notwendig ist.

Die Bewertung der Maßnahmen erfolgt im "mit/ohne"-Vergleich. Da die Einführung der Maßnahmen und die zu erwartenden Folgen zeitlich weit auseinander liegen, ist der mit/ohne-Vergleich über möglichst lange Zeiträume durchzuführen. Für die ausgewählten Beispiele wird ein Betrachtungszeitraum von 40 Jahren gewählt. Die einzelbetrieblichen Bewertungskriterien sind in Tabelle 7 dargestellt. Sie repräsentieren die ökonomischen und ökologischen Leistungen mit und ohne Projektmaßnahmen in den bäuerlichen Familienbetrieben und sind Indikatoren dafür, wie die Tragfähigkeit durch die Einführung der Projektmaßnahmen verändert wird.

Tab. 7: Kriterien zur einzelbetrieblichen Bewertung bäuerlicher Betriebssysteme mit und ohne Projektmaßnahmen

ökonomische Leistungen	Meßgröße
* Flächenproduktivität	Deckungsbeitrag in GE/ha
* Arbeitsproduktivität	Deckungsbeitrag in GE/Akh
* durchschnittliche Arbeitsintensität	Akh/ha und Jahr
* Arbeitsintensität in Arbeitsspitzen	Akh/ha und Monat
<b>ökologische Leistungen</b>	
* Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit	Biomasseproduktion in t/ha
* Verminderung der Bodenerosion	t Oberboden/ha
<b>Indikatoren der Tragfähigkeit</b>	
* Versorgung mit Nahrungsenergie	kcal/ha
* Versorgung mit Nahrungseiweiß	kg Eiweiß/ha
* Versorgung mit Brennenergie	kg Feuerholz/ha
* Arbeitsintensität	Akh/ha
* Flächenproduktivität	Deckungsbeitrag in GE/ha

Die ökonomische Bewertung orientiert sich an den Meßgrößen Deckungsbeitrag, sowie jährlicher und monatlicher Arbeitszeitbedarf. Der Deckungsbeitrag je ha gilt als Maß der Flächenproduktivität. Sie bezieht sich auf die gegenwärtig genutzte Fläche und läßt die zur Regeneration der Bodenfruchtbarkeit notwendige Brachfläche außer acht.

Der Deckungsbeitrag je Arbeitskraftstunde ist ein Maß für die Arbeitsproduktivität. Die Arbeitsintensität ist das Bindeglied zwischen Flächen- und Arbeitsproduktivität. Sie wird in Bezug auf den jährlichen und monatlichen Arbeitszeitbedarf ausgedrückt. In Bezug auf den monatlichen Arbeitszeitbedarf erhält man einen saisonalen Arbeitszeit-aufriß. Er gestattet Aussagen darüber, inwieweit die empfohlene Neuerung saisonal bedingte Arbeitsspitzen verschärft, oder umgekehrt den bestehenden Arbeitskalender entlastet.

Die verwendeten ökologischen Kriterien sind die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und die Verminderung der Bodenerosion. In beiden Fällen erweist sich die Quantifizierung als ausgesprochen schwierig. Die Bodenfruchtbarkeit ist das gegenwärtige und gleichzeitig das in die Zukunft gerichtete Produktionsvermögen eines Bodens. Einen Anhaltspunkt bilden die Ertragsleistungen ohne Düngung in Tonnen Ernte- bzw. Biomasse je ha, wie diese für das Projekt Ruanda berechnet wurden. Die Auswirkungen von Ressourcenschutzmaßnahmen auf die Bodenerosion durch Wasser werden überwiegend qualitativ diskutiert. Auf die Ermittlung von Toleranzwerten für die Bodenerosion wird verzichtet.

Zur Beurteilung der Tragfähigkeit wird die Versorgung mit Nahrungsenergie und Nahrungsprotein, sowie mit Brennergie (Feuerholz) aus dem Produktionssystem untersucht. Diese Indikatoren der Tragfähigkeit gestatten Aussagen über die mögliche Anzahl von Menschen, die bei einem gegebenen Produktionssystem mit den erzeugten Mengen an Nahrungsenergie, Nahrungsprotein und Brennergie maximal versorgt werden können. Die Arbeitsintensität ist dabei ein Indikator für die wirtschaftliche Tragfähigkeit eines Produktionssystems in bezug auf die arbeitsfähige und arbeitswillige Agrarbevölkerung. Die Flächenproduktivität ist ein weiterer Indikator für die wirtschaftliche Tragfähigkeit eines Produktionssystems. Sie dient zur Ermittlung der Tragfähigkeit, die etwa am Pro-Kopf-Einkommen an der Existenzschwelle gemessen wird.

Die Datenbasis zur Ermittlung der hier vorgeschlagenen Kriterien zur Bewertung von Ressourcenschutzmaßnahmen ist lückenhaft. Während in Teilbereichen solide Versuchsergebnisse vorliegen, muß in anderen Bereichen auf Erfahrungswerte oder gar auf freihändige Schätzungen zurückgegriffen werden. Die Datengrundlagen und Annahmen sind in den Anhängen III.1 bis III.16 und IV.1 bis IV.17 mit Quellenangaben ausführlich erläutert.

### 3.2.2 Projekt "Landwirtschaftliche Beratung Nyabisindu/Ruanda"

#### 3.2.2.1 Kurzbeschreibung des Projektes

Das Projekt "Landwirtschaftliche Beratung Nyabisindu/Ruanda" existiert bereits etwa 20 Jahre und liegt im südlichen Teil Zentralruandas. Es wurde ausgewählt, weil es seit vielen Jahren Fragen des Ressourcenschutzes und der Einführung des Standortgerechten Landbaus in bäuerlichen Familienbetrieben behandelt (vgl. auch Anhang IV.1). Auf projekteigenen Versuchsfarmen und später auch auf Demonstrationsfeldern von Bauern wurden Verfahren des Standortgerechten Landbaus wie die Agroforstwirtschaft, die Gründüngung, die Kompostierung und die Stallhaltung des Viehs entwickelt und erprobt, um sie durch Beratung in die bäuerliche Praxis einzuführen. Für die beispielhafte Bewertung von Maßnahmen Standortgerechter Landwirtschaft in bäuerlichen Familienbetrieben wurde im Rahmen dieser Studie die agroforstwirtschaftliche Maßnahme "Anlage von Konturstreifen mit Bäumen und Sträuchern" ausgewählt, da sie den Notwendigkeiten des Ressourcenschutzes in der Projektregion am wirkungsvollsten Rechnung trägt.

#### 3.2.2.2 Datengrundlage und Annahmen

**Modellbetriebe und ihre Flächen.** Bevor Maßnahmen des Ressourcenschutzes eingeführt werden können, ist zu klären, in welchen Betriebsteilen bzw. auf welchen Flächen die Maßnahmen des Ressourcenschutzes überhaupt notwendig sind. Dabei ist nach der herrschenden Situation (Ist-Zustand) und der zu erwartenden Entwicklung zu fragen.

Eine Differenzierung der Felder ergibt sich aus der Topographie der Region und der Landnutzung durch die Betriebe. Infolge des hügeligen Geländes befindet sich ein Großteil der Flächen am Hang und ist erosionsgefährdet. Ökologisch relativ stabile Bananenhaine und Kaffee-

pflanzungen sind zu unterscheiden von ackerbaulich genutzten Flächen, auf denen Süßkartoffeln, Maniok, Sorghum, Mais und Bohnen zum Teil in Rein- und zum Teil in Mischkultur angebaut werden. Die in den bäuerlichen Familienbetrieben der Projektregion üblichen Produktionsverfahren und die zu ihrer Formulierung getroffenen Annahmen werden in den Anhängen III.4 bis III.10 ausführlich beschrieben.

Zwei repräsentative Modellbetriebe werden definiert: Ein 1,0 ha großer Betrieb, der die mittelgroßen Betriebe der Projektregion repräsentiert, und ein 0,4 ha großer Betrieb, der für die große Zahl der Kleinbetriebe typisch ist. Der Anteil der Kleinbetriebe nimmt mit wachsender Bevölkerung zu. Die kleinen Parzellengrößen sind ein Ergebnis der bereits heute hohen Siedlungsdichte und der damit verbundenen Landknappheit. Die Zusammensetzung der für die Region typischen Flächennutzung zeigt Tabelle 8.

Tab. 8: Flächennutzung der Modellbetriebe

	mittelgroßer Betrieb		Kleinbetrieb	
	ha	F <sup>1)</sup>	ha	F <sup>1)</sup>
Bananenhain	0,2	1,0	0,12	1,0
Feld hofnah	0,2	1,5	-	-
Feld Oberhang	0,1	0,5	0,05	0,5
Feld Mittelhang	0,1	1,0	0,05	1,0
Feld Unterhang	0,1	1,5	0,05	1,5
Tälfeld	0,1	1,5	0,13	1,5
Kaffeepflanzung	0,1	1,0	-	-
Brache	0,1	-	-	-
Gesamte Fläche	1,0		0,40	

<sup>1)</sup> F = Faktor zur Differenzierung der Ertragsleistungen

Ist-Zustand der Bodenfruchtbarkeit und Begründung des Ressourcenschutzes. Gemäß der bereits erfolgten Bodendegradation durch permanente Nutzung und Erosion weisen die Betriebsflächen eine unterschiedliche Bodenfruchtbarkeit auf. Wegen fehlender Ertragsmessungen kann das Ertragsniveau nur abgeschätzt werden. Mit den in Tabelle 8 dargestellten Faktoren werden die Ertragsleistungen der einzelnen Standorte differenziert. Sämtliche Datengrundlagen, die zu diesen Annahmen führen, sind in Anhang III.2 dokumentiert.

Fragt man nach der Zerstörung natürlicher Ressourcen im Einzelbetrieb, so sind davon in erster Linie die Felder am Hang betroffen, auf denen die üblichen Nahrungskulturen angebaut werden. Die Hangneigung führt zu erheblichen Erosionsschäden, und die mangelnde oder fehlende Düngung zur Erschöpfung der Böden. Diese Degradationserscheinungen sind für den Betrieb umso gravierender, je kleiner sie und je geringer damit andere Formen der Landnutzung sind (Kaffeeanbau, Bananenhain). Maßnahmen des Ressourcenschutzes konzentrieren sich deshalb auf die degradierten Felder am Hang.

Empfohlene Maßnahmen. Im Projekt wurde eine Methode der agroforstlichen Landnutzung entwickelt (vgl. Anhang III.11). Bäume und Sträucher werden auf Erosionsschutzstreifen quer zum Hang in die Äcker gepflanzt. Die Streifen liegen je nach Hanggefälle 10 bis 30 m auseinander. Diese Konturstreifen erfüllen folgende Funktionen:

- Sie reduzieren die Bodenerosion und führen allmählich zu einer natürlichen Terrassierung des Geländes.
- Sie produzieren beträchtliche Mengen an Biomasse, die als Brennmaterial, Futter, Mulchmaterial und zur Kompostierung verwendet werden können.
- Tiefwurzelnde Bäume und Sträucher schließen Nährstoffe aus tieferen Bodenschichten auf, Leguminosen fixieren Stickstoff. Diese Pflanzennährstoffe werden den anliegenden Feldern über den Laubfall zugeführt.

- Bäume und Sträucher verbessern das Mikroklima durch Ausgleich von Temperaturschwankungen und Verringerung der Evapotranspiration. Dadurch verbessert sich die Wasserausnutzung der Feldkulturen, und der Humusabbau wird verringert.

Die Erosionsschutzhecken werden in Anlehnung an die Empfehlungen im Projekt wie folgt definiert: Anlage der Hecken quer zum Hang im Abstand von 10 m, bepflanzt mit einer zweireihigen, einen Meter breiten Hecke, die sich im wesentlichen aus dem Strauch *Calliandra calothyrsus* und 360 Bäumen *Grevillea robusta* je ha zusammensetzt. Während der Aufbauphase des Baumbestandes wachsen zeitweilig auch andere, schnellwüchsige Bäume in den Hecken. Außer ihrem Beitrag zum Ressourcenschutz erbringen die Konturstreifen auch direkte Erträge in Form von Holz, Futter und Mulchmaterial. Die Leistungen der Konturstreifen werden ausführlich in den Anhängen III.3 und III.11 dargestellt und diskutiert.

**Ertragsentwicklung ohne Konturstreifen.** Wie sich die Erträge entwickeln werden, wenn die herrschenden Bewirtschaftungs- und Nutzungsverhältnisse in der Projektregion beibehalten werden, ist nicht bekannt. Die künftigen Erträge werden deshalb differenziert nach den Standorteigenschaften und den verschiedenen Formen der Landnutzung abgeschätzt. Die Schätzungen beruhen auf der Befragung von Fachleuten und Bauern in der Projektregion.

Alle Felder am Hang unterliegen einer erheblichen Degradation der Bodenfruchtbarkeit, die von der Hangsohle bis zum Hangscheitel zunimmt. Die Schätzergebnisse der Ertragsentwicklung im Zeitraum der nächsten 40 Jahre zeigt Tabelle 9. Für die übrigen Flächen des Betriebes: Kaffeepflanzung, Bananenhain, hofnahes Feld und Talfeld, nehmen wir aufgrund der geringen Erosionsgefährdung und der zum Teil beträchtlichen Nährstoffeinträge durch Mulch und organische Düngung gleichbleibende Erträge an (vgl. Anhang III.2).

**Tab. 9:** Faktoren der Ertragsentwicklung auf den Feldern am Hang ohne Ressourcenschutz (Relativwerte zum Ausgangsniveau)

Feld am	Zeit in Jahren						
	0	1	3	5	10	20	40
Oberhang	1,00	0,97	0,91	0,85	0,70	0,00	0,00
Mittelhang	1,00	0,97	0,91	0,85	0,70	0,50	0,00
Unterhang	1,00	0,99	0,97	0,95	0,92	0,85	0,80

**Ertragsentwicklung mit Konturstreifen.** Um die Degradation der Hangfelder aufzuhalten, wird im Projekt die Anlage von Konturstreifen mit Bäumen und Sträuchern empfohlen. Durch Anlage der Hecken ist infolge des Flächenverlustes mit zehnpromzentigen Ertragsminderungen zu rechnen. Die Erträge steigen während der Aufbauphase der Baumbestände in S-förmigem Verlauf erst langsam dann rasch, um sich nach zehn Jahren auf dem in Tabelle 10 angegebenen Änderungsniveau, bei dem die Ertragsminderung durch die Flächenverluste nicht berücksichtigt ist, einzupendeln. Die dargestellte Ertragsentwicklung basiert auf im Projekt gewonnenen Versuchsergebnissen.

**Tab. 10:** Nachhaltiges Änderungsniveau der Erträge auf den kultivierten Flächen durch Erosionsschutzhecken differenziert nach Feldfrüchten und Lage der Felder am Hang

- Prozent -

	Versuchsergebnis	Angenommene Differenzierung		
		Oberhang	Mittelhang	Unterhang
Sorghum	-	+ 5	+ 23	+ 23
Mais	+ 23	+ 5	+ 23	+ 23
Maniok	-	+ 5	+ 23	+ 23
Bohne	+ 11	- 5	+ 11	+ 11
Süßkartoffel	+ 38	+ 10	+ 38	+ 38

Die weitere Ertragsentwicklung nach den ersten zehn Jahren ist nicht bekannt. Es gibt dazu keine Versuchsergebnisse. Grundsätzlich sind zwei Tendenzen denkbar:

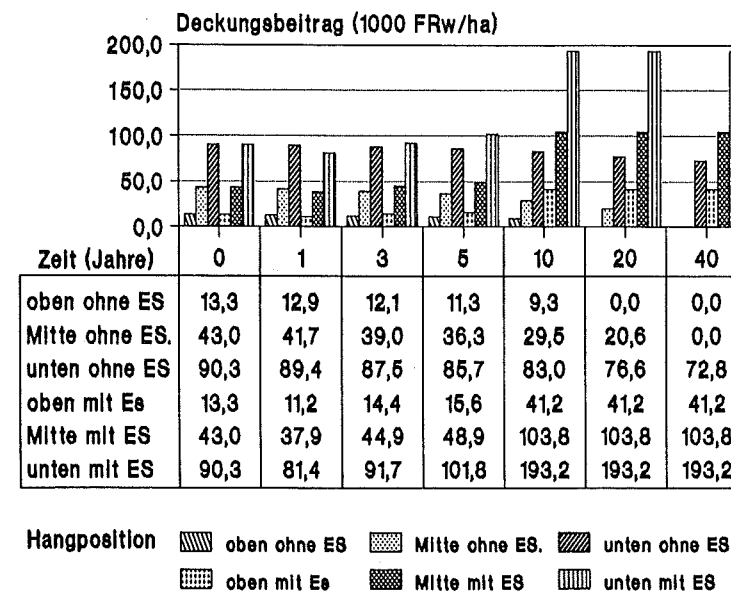
- Ein langsamer Rückgang der Erträge aufgrund der, wenn auch geringeren, Bodenerosion und Nährstoffverarmung. Es gibt bisher keine Hinweise auf die von den Bäumen erschlossenen Nährstoffmengen aus tieferen Bodenschichten. Es ist möglich, daß der Nährstoffaufschluß nicht ausreicht, um die Nährstoffentzüge im Ackerbau auszugleichen.
- Eine langsame, weitere Steigerung der Erträge infolge einer Erhöhung des Humusvorrats im Boden und der damit verbundenen Verbesserung der Bodenstruktur und bodenchemischer Eigenschaften.

Im vorliegenden Bewertungsmodell gehen wir davon aus, daß die Erträge in den Folgejahren nachhaltig stabil bleiben.

### 3.2.2.3 Bewertung der Konturstreifen mit Bäumen und Sträuchern

**Flächenproduktivität.** In Abbildung 7 ist die Entwicklung der Deckungsbeiträge, die als Maß für die Flächenproduktivität herangezogen werden, für die verschiedenen Betriebsflächen am Hang dargestellt. Ohne Erosionsschutz ist mit einem stetigen Produktivitätsrückgang zu rechnen. Am Oberhang, der bereits stark degradiert ist und ein niedriges Ausgangsniveau aufweist und durch Erosion am meisten gefährdet ist, geht die Flächenproduktivität am schnellsten zurück. In den ersten zehn Jahren auf rund 70 Prozent, in den zweiten zehn Jahren auf Null. Am Unterhang, der zunächst immer noch mit Sedimenten von höheren Hanglagen versorgt wird, sinkt die Flächenproduktivität langsamer, nach vorliegendem Bewertungsmodell innerhalb von 40 Jahren um rund 20 Prozent.

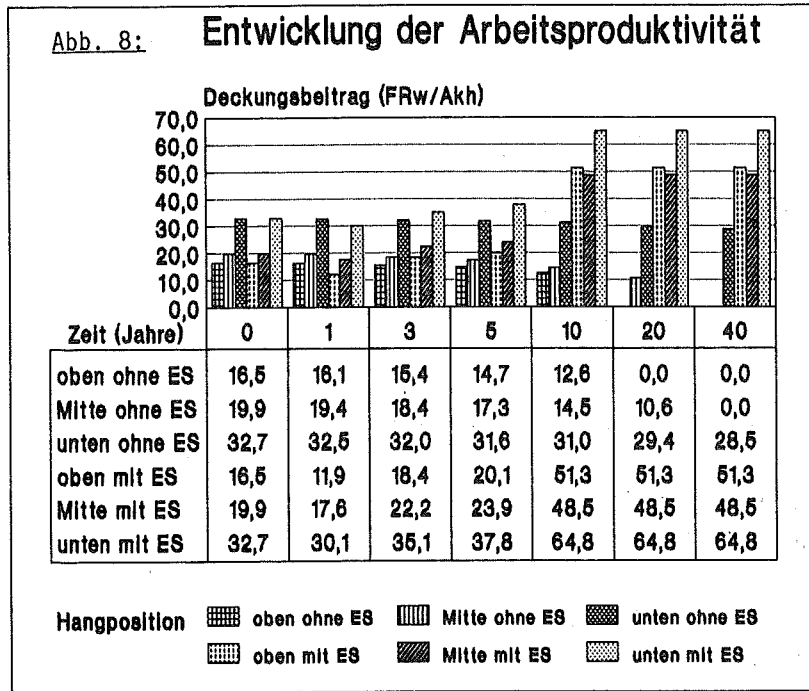
Abb. 7: Entwicklung der Flächenproduktivität



Für die Flächen mit Erosionsschutz ergibt sich für alle Varianten zunächst ein Einbruch im ersten Jahr um 11 bis 14 Prozent infolge der Anlage der Erosionsschutzhecken. Die erste Schnittnutzung der Hecken und Bäume zur Futter- und Mulchgewinnung führt bereits im dritten Jahr zur Produktivitätssteigerung und einer leichten Überlegenheit gegenüber dem traditionellen System. Der Anstieg der Flächenproduktivität bis zum zehnten Jahr auf 214 bis 309 Prozent der zum Teil sehr niedrigen Ausgangsniveaus ist sehr hoch und im wesentlichen auf die Erträge der Konturstreifen zurückzuführen. Sie erbringen 44 (Unterhang) bis 70 Prozent (Oberhang) des Deckungsbeitrages. Die Ertragssteigerungen im Ackerbau sind für die Entwicklung der Flächenproduktivität von untergeordneter Bedeutung.



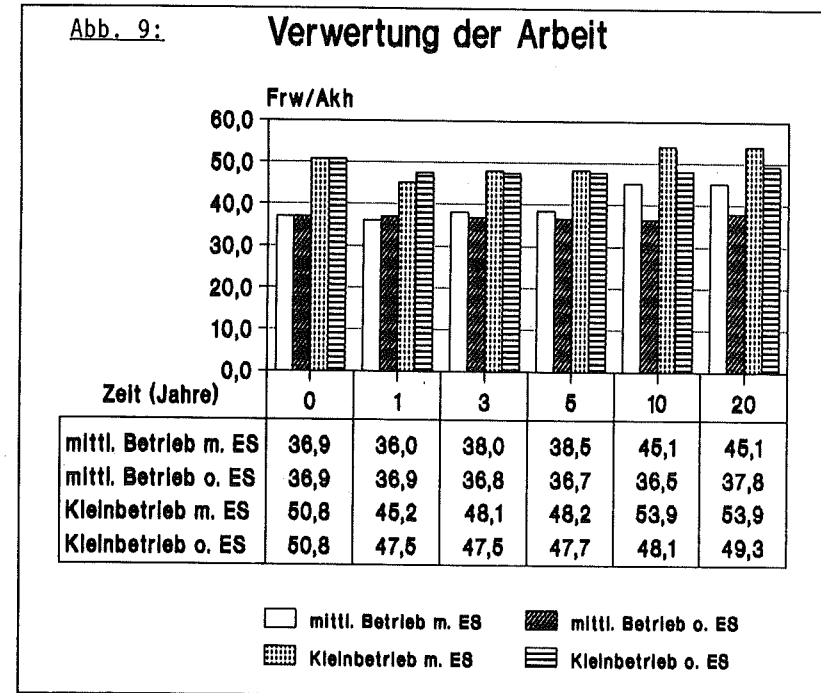
In Bezug auf das Betriebseinkommen hat die Einführung der Konturstreifen auf den Feldern am Hang die folgenden Auswirkungen: Im mittelgroßen Betrieb und im Kleinbetrieb sinkt das Betriebseinkommen zunächst auf jeweils 98 Prozent, um danach innerhalb von 10 Jahren auf 124 bzw. 118 Prozent zu steigen. Im Vergleich dazu sinkt das Einkommen bei Nichteinführung der Konturhecken im gleichen Zeitraum auf 94 bzw. 96 Prozent (vgl. Anhänge III.14 und III.15).



Arbeitsproduktivität. Die Veränderungen der am Deckungsbeitrag je Arbeitskraftstunde gemessenen Arbeitsproduktivität folgen im wesentlichen denen der Flächenproduktivität (vgl. Abbildung 8). Ohne Erosionsschutzhecken wird der Rückgang der Arbeitsproduktivität etwas verlangsamt, da der Aufwand für Erntearbeiten in Folge geringerer Er-

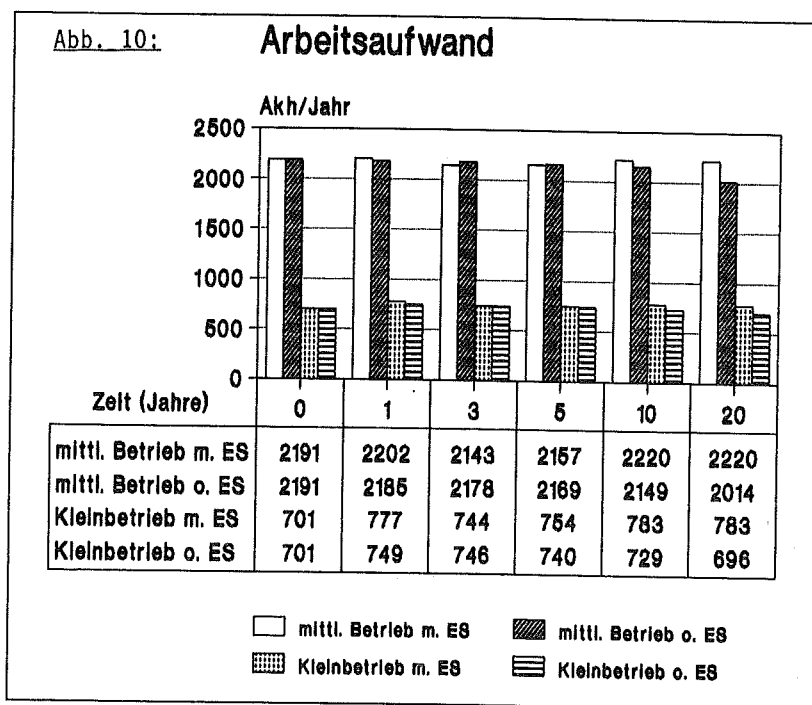
träge abnimmt. Mit Erosionsschutzstreifen sinkt die Arbeitsproduktivität zunächst, weil die Anlage der Konturstreifen einen gewissen Investitionsaufwand in Form von Arbeitsleistungen erfordert.

Die Verwertung der Arbeit im Gesamtbetrieb ändert sich wie folgt (vgl. Abbildung 9): Durch die Anlage der Konturhecken sinkt die Arbeitsproduktivität im mittelgroßen Betrieb und im Kleinbetrieb zunächst auf 98 bzw. 89 Prozent, um dann innerhalb von zehn Jahren auf 122 bzw. 106 Prozent zu steigen. Bei Fortsetzung des traditionellen Anbaus sinkt sie in beiden Betrieben geringfügig.



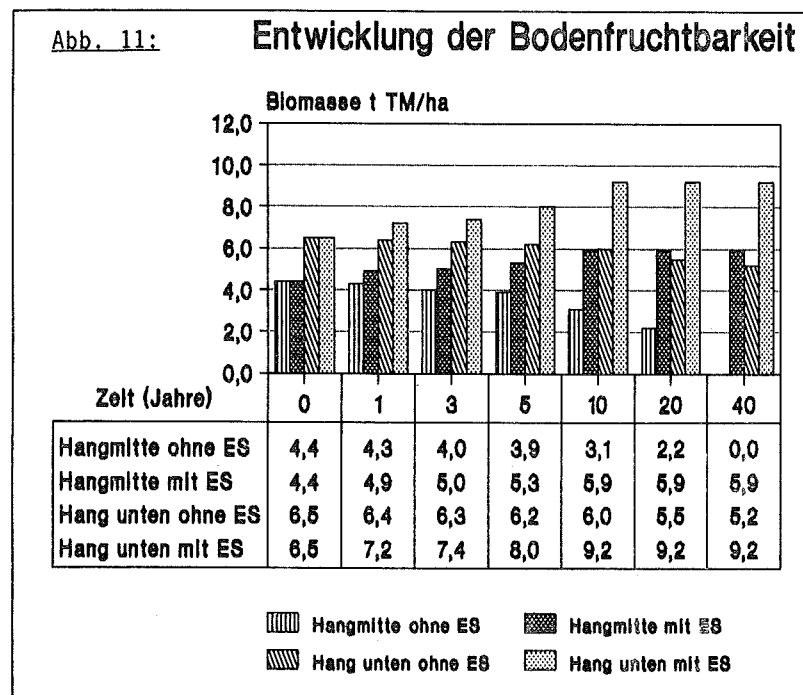
Arbeitsaufwand und saisonale Arbeitsverteilung. Durch die Einführung von Erosionsschutzstreifen auf den Feldern am Hang fällt zunächst Mehr-

arbeit an. Im mittelgroßen Betrieb ist diese in Bezug auf den Gesamtarbeitsaufwand zu vernachlässigen. Im Kleinbetrieb beträgt die Mehrarbeit zunächst 12 Prozent (vgl. Abbildung 10). Dabei wird die saisonale Verteilung des Arbeitszeitbedarfs geglättet, weil die Arbeiten zum Pflanzen und Pflegen der Hecken nur bedingt termingebunden anfallen. Sie können daher so eingeteilt werden, daß sie zu Zeiten von Arbeitsspitzen in der Feldwirtschaft ein Minimum erreichen.



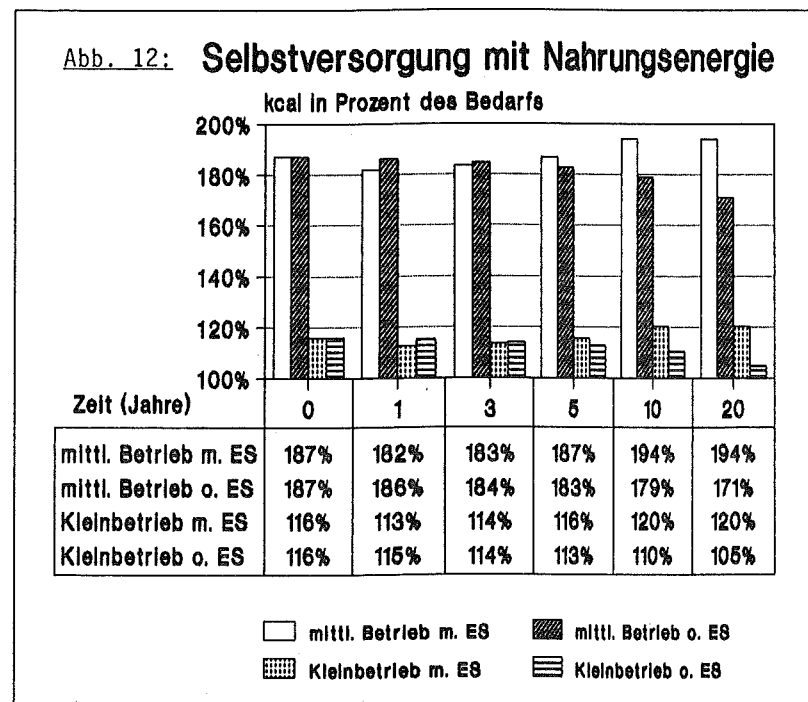
**Bodenfruchtbarkeit.** Die Bodenfruchtbarkeit ergibt sich unmittelbar aus den Ertragsleistungen der Böden. Zur Aggregation der Ertragsleistungen der verschiedenen Pflanzenarten und der marktfähigen und nichtmarktfähigen Ertragskomponenten wurde die oberirdisch erzeugte Biomasse quantifiziert. Weil die Berechnung der Biomasse relativ auf-

wendig ist, wurde sie nur für die Felder am Mittel- und Unterhang durchgeführt. Abbildung 11 zeigt, daß die Biomasseproduktion auf den traditionell bewirtschafteten Flächen am Mittelhang bis zum vierzigsten Jahr auf Null sinkt, während sie im gleichen Zeitraum am Unterhang um rund 20 Prozent zurückgeht. Durch die Erosionsschutzmaßnahme steigt sie zum Teil beträchtlich.



**Erosionsschutz.** Nach den Ergebnissen erster Erosionsmessungen im Projektgebiet ist bei traditionellem Anbau auf den Feldern am Hang mit dem Abtrag von 100 bis 300 t Oberboden je ha und Jahr zu rechnen. Durch Konturstreifen läßt sich der Bodenabtrag um 90 bis 95 Prozent reduzieren (vgl. Anhang III.3).

**Versorgung mit Nahrungsenergie und Nahrungsprotein.** Die Versorgung der Bevölkerung mit Nahrungsenergie durch die beiden Betriebstypen ist sehr unterschiedlich (vgl. Abbildung 12). Während der Kleinbetrieb auf seinen Hangfeldern zunächst nur 116 Prozent des Bedarfs seiner Haushaltsangehörigen erzeugt, produziert der mittelgroße Betrieb auf seinen Hangfeldern 187 Prozent des Bedarfs seiner Haushaltsangehörigen. Durch Erosionsschutzhecken steigt die am Bedarf des Betriebshaushalts gemessene Produktion von Nahrungsenergie in beiden Betrieben auf 120 bzw. 194 Prozent, während sie bei Fortsetzung des traditionellen Anbaues auf 105 bzw. 171 Prozent sinkt. Für die Eiweißversorgung ergibt sich dasselbe Bild auf deutlich höherem Versorgungsniveau.



**Versorgung mit Brennenergie.** Bei der Ermittlung der Versorgung mit Brennenergie wird das gesamte, im Betrieb erzeugte Holz unabhängig von seinen Verwendungsmöglichkeiten, etwa zum Hausbau oder zur Zäunung, berücksichtigt. Tabelle 11 zeigt den Deckungsgrad der Selbstversorgung in beiden Modellbetrieben, wenn sie auf ihren Ackerflächen am Hang Konturstreifen anlegen. Im dritten Jahr fallen zum ersten Mal nennenswerte Holzträge an. Sie steigen bis zum zehnten Jahr beträchtlich, so daß die Feuerholzversorgung im mittelgroßen Betrieb zu 135,5 und im Kleinbetrieb zu 88,7 Prozent gedeckt ist. In den traditionell wirtschaftenden Betrieben wird auf den Feldern am Hang zu keinem Zeitpunkt Holz in nennenswertem Umfang erzeugt.

**Tab. 11: Selbstversorgung von Betrieb und Haushalt mit Brennenergie durch Holzproduktion in den betriebseigenen Erosionsschutzstreifen<sup>1)</sup>**

Zeit in Jahren	mittelgroßer Betrieb 6 Pers., 1,0 ha		Kleinbetrieb 5 Pers., 0,4 ha	
	Holzproduktion in t/Jahr	Bedarfsdeckung in Prozent	Holzproduktion in t/Jahr	Bedarfsdeckung in Prozent
0	0	0	0	0
1	0	0	0	0
3	0,2	6,5	0,1	4,0
5	0,5	16,1	0,3	12,1
10	4,2	135,5	2,2	88,7

<sup>1)</sup> Nach eigenen Berechnungen in Anhang III.11

**Zusammenfassung.** Aus einzelbetrieblicher Sicht ist die umweltstabilisierende Maßnahme "Anlage von Konturstreifen" sehr attraktiv, da sowohl die Flächen- als auch die Arbeitsproduktivität steigen. Der Arbeitsaufwand steigt zwar, er kann aber gleichmäßiger über das Jahr

verteilt werden. Außerdem trägt das verbesserte Produktionssystem in gleichem Maße zur Steigerung der Flächenproduktivität wie zur Erhöhung der Tragfähigkeit bei. Die Einführung der Erosionsschutzhecken wird lediglich durch die Anfangsinvestitionen, die in Form von Flächen und Arbeitsleistungen zu erbringen sind, behindert. Um die wirtschaftliche Akzeptanzschwelle zu erreichen, könnten diese kurzfristigen wirtschaftlichen Nachteile in den Betrieben und Haushalten durch Transferzahlungen in den ersten drei Jahren ausgeglichen werden (vgl. Fall 2 in Abschnitt 2.3.5.1.2). Allerdings ist vorher sorgfältig zu prüfen, ob eine Akzeptanz nicht auch ohne Transferzahlungen erreichbar ist, zumal die Investitionen gering sind.

### 3.2.3 Projekt "Conservation Farming Sri Lanka"

#### 3.2.3.1 Kurzbeschreibung des Projektes

Das Projekt "Conservation Farming" liegt in der Trockenzone der Zentralregion Sri Lankas in den Distrikten Anurhadapura und Kurunegala. Es handelt sich um ein 1980 gegründetes Forschungsprogramm. Ziel des Programms ist es, eine Alternative zum Brandrodungsfeldbau (Chena), zu entwickeln. Bei geringen externen Inputs soll die Bodenfruchtbarkeit und damit das Ertragspotential stabilisiert werden (vgl. Anhang IV.1). Dem sogenannten "Alley Cropping" wird dabei die größte Bedeutung beigemessen. Weil Alley Cropping für viele klimatisch vergleichbare Standorte als Möglichkeit zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit propagiert wird, wurde diese Maßnahme für eine Bewertung im Rahmen dieser Studie ausgewählt. Das Verfahren Alley Cropping wird in Anhang IV.10 ausführlich beschrieben.

### 3.2.3.2 Datengrundlage und Annahmen

**Modellbetriebe und ihre Flächen.** In der Projektregion überwiegen kleinbäuerliche Familienbetriebe. Für sie ist ein dreiteiliges Betriebssystem mit NaBreisanbau, Hausgarten und Trockenfeldbau typisch. Zwei repräsentative Modellbetriebe werden in Tabelle 12 definiert.

Neben dem Reisanbau auf den Bewässerungsflächen und dem Anbau zahlreicher Gemüse- und Obstarten im Hausgarten werden im Regenfeldbau mit Brandrodung, der Chena, in der Maha-Saison (große Regenzeit) Mais, Sorghum, Chillie und in geringem Umfang Cowpea und Mungbohne angebaut. In der Yala-Saison (kleine Regenzeit) wird ein Teil der Fläche mit Sesam bebaut (vgl. Anhänge IV.1 und IV.2).

Tab. 12: Anbauflächen und Ressourcenausstattung der Modellbetriebe<sup>1)</sup>

	Kleinbetrieb	mittelgroßer Betrieb
Regenfeldbau (ha)	0,3	2,8
NaBreis (ha)	0,4	0,8
Hausgarten (ha)	0,1	0,4
Kokosnuß (ha)	0,1	-
Gesamtfläche (ha)	0,8	4,0
Vieh: Büffel	-	2
AK-Ausstattung	2	3

<sup>1)</sup> vgl. Anhang IV.2

**Begründung des Ressourcenschutzes und empfohlene Maßnahmen.** NaBreisflächen und Hausgärten gelten als ökologisch relativ stabil. Ökologisch gefährdet sind dagegen die Flächen des Regenfeldbaus, die seit Jahrhunderten in Brandrodungswechselkultur bewirtschaftet werden. Hohes natürliches

Bevölkerungswachstum und der Zuzug von Siedlern führen in neuerer Zeit zu einer Verkürzung der für die Bodenregeneration notwendigen Brache und damit verbunden zum Anstieg der Bodenerosion, zur Abnahme der Bodenfruchtbarkeit, zu steigendem Unkrautdruck und zum Rückgang der Waldbestände.

Zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit im Regenfeldbau wird als Alternative zur traditionellen Chenakultur mit langer Regenerationsbrache die Methode des permanenten Alley Cropping empfohlen. Feldfrüchte und mehrjährige, schnellwachsende Sträucher, in diesem Fall die Leguminose *Gliricidia*, werden auf einer Fläche nebeneinander angebaut. Die Hecken haben einen Abstand von 4 m. Zu Beginn der Regenzeit, nach Aussaat der Feldfrucht werden die Hecken zurückgeschnitten. Das Schnittmaterial wird zerkleinert und zu einer Mulchauflage zwischen den Saatreihen der Feldfrüchte gleichmäßig verteilt. Die Feldfrüchte wachsen im Mulch, der als Verdunstungs- und Erosionsschutz dient und dem Boden Humus und Nährstoffe zuführt. Alley Cropping kann daher als Heckenmulchwirtschaft bezeichnet werden.

Das starke Wachstum der Hecken führt zu früher Beschattung der Feldfrüchte. Die Hecken werden daher regelmäßig auch während der Vegetationsperiode zurückgeschnitten. Nach der Ernte der Feldfrüchte wachsen die Hecken ungehindert, beschatten den Boden und unterdrücken das Unkrautwachstum. Zu Beginn der nächsten Anbausaison folgt der nächste Heckenschnitt. Damit ist der Zyklus geschlossen (vgl. Anhang IV.10).

Anstelle der Heckenmulchwirtschaft kann die *Gliricidia*-Grünmasse an Milchziegen verfüttert werden. Milchziegen sind allerdings neu in die Betriebe einzuführen. Dabei wird angenommen, daß der anfallende Stallmist auf die Felder des Alley Cropping ausgebracht wird und die Bodenfruchtbarkeit genauso erhält wie die Heckenmulchwirtschaft ohne Ziegenhaltung. Die Annahmen zum Produktionsverfahren Ziegenhaltung finden sich in Anhang IV.14.

Tab. 13: Anbau-Brache-Verhältnis unter Regenfeldbau<sup>1)</sup>

Zustand	Anbaudauer	Brachedauer	R=	Anteil der Betriebe in Prozent
I	3 Jahre	12 Jahre	20	15
II	3 Jahre	6 Jahre	33	50
III	permanent	keine	100	35

I: Stabile Feld-Brache-Wirtschaft  
 II: Degradierende Feld-Brache-Wirtschaft  
 III: Permanenter Anbau

<sup>1)</sup> vgl. Anhang IV.1

**Ertragsleistungen bei traditioneller Bewirtschaftung - Ist-Zustand und weitere Entwicklung.** Für die Projektregion wird die aktuelle Situation vereinfacht eingeschätzt (vgl. Tabelle 13). Das wichtigste Kriterium zur Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit auf den Betriebsflächen unter Regenfeldbau ist das Anbau-Brache-Verhältnis:

- Bei R=20 reicht die Brachedauer zum Erhalt der Bodenfruchtbarkeit aus. Die Erträge liegen während der dreijährigen Anbauperiode nach Brandrodung auf einem durchschnittlichen Niveau von rund 75 Prozent der jungfräulichen Bodenfruchtbarkeit.
- Bei R=33 degradiert das System. Die Durchschnittserträge der Anbauperiode nehmen ausgehend von 45 Prozent der jungfräulichen Bodenfruchtbarkeit erst schnell, dann langsam ab.
- Bei R=100 wird angenommen, daß der Boden schon stark degradiert ist und daher das Stadium gleichbleibend geringer Bodenfruchtbarkeit erreicht hat. Obwohl die Erosion weitergeht, bleiben die Erträge auf einem niedrigen Niveau von ca. einem Viertel der jungfräulichen Bodenfruchtbarkeit stabil.

Die jeweilige Ertragsentwicklung und die Datengrundlagen sind in Anhang IV.3 dargestellt.

Entwicklung der Ertragsleistungen unter Alley Cropping. Die Hecken üben sowohl ertragsmindernde als auch ertragsfördernde Wirkungen aus. Einerseits konkurrieren sie mit den Feldfrüchten um Licht, Wasser und Nährstoffe, andererseits fördern sie durch die Freisetzung von Nährstoffen aus dem Schnittgut, durch Unkrautunterdrückung, durch die Verbesserung der Bodenstruktur etc. das Wachstum der Kulturpflanzen.

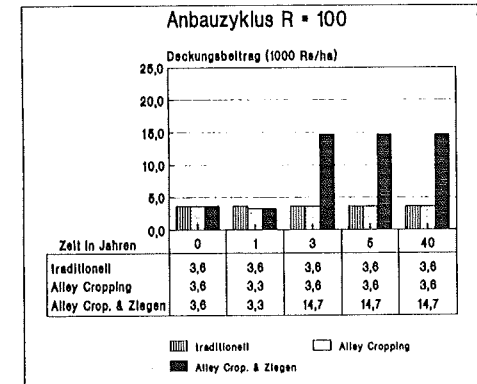
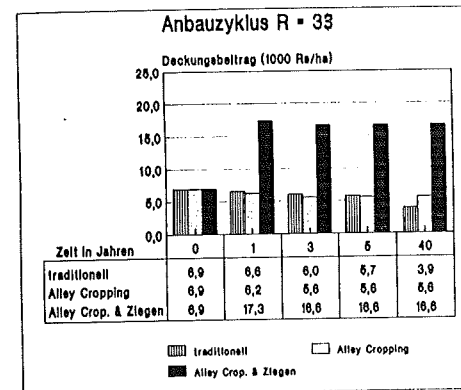
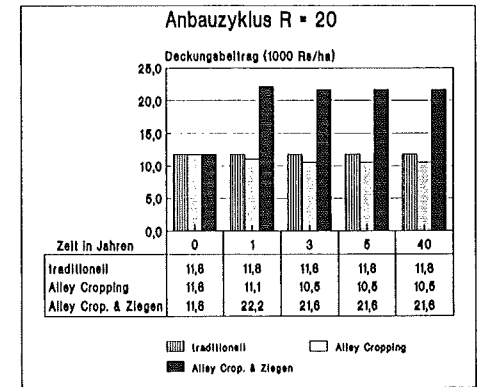
Unter Berücksichtigung nahezu aller, weltweit existierender Versuchsergebnisse zum Alley Cropping (vgl. Anhang IV.3) sind die folgenden Annahmen realistisch: Nach einer Etablierungsphase mit Ertragsverlusten von rund 10 Prozent für die Getreidearten Mais und Fingerhirse wird ein nach dem Ausgangsniveau der Bodenfruchtbarkeit abgestufter Ertragszuwachs von 0 bis 40 Prozent angenommen, für die anderen Kulturpflanzen dagegen ein Ertragsverlust von rund 25 Prozent bei R=33 und R=20 und von 10 Prozent bei R=100 (vgl. Anhang IV.3, Tab. IV.3.3). Die Versuchsergebnisse stützen die Annahme langfristig stabiler Erträge.

### 3.2.3.3 Bewertung des Alley Cropping

**Flächenproduktivität.** In Abbildung 13 ist die Entwicklung der Deckungsbeiträge für die drei nach dem Anbau-Brache-Verhältnis unterschiedenen Anbausysteme dargestellt. Die Einführung des Alley Cropping führt ausnahmslos zu einem wenn auch nur geringen Rückgang der Deckungsbeiträge. Erst durch die Verwertung der Gliricidia-Grünmasse über Ziegenhaltung steigt die Flächenproduktivität sprunghaft an und erreicht das Vierfache des Ausgangsniveaus. Das Betriebseinkommen wird durch die Einführung von Alley Cropping nur unwesentlich geschmälert. Bei gleichzeitiger Einführung der Ziegenhaltung steigt das Betriebseinkommen entsprechend der Flächenproduktivität beträchtlich.

Abb. 13:

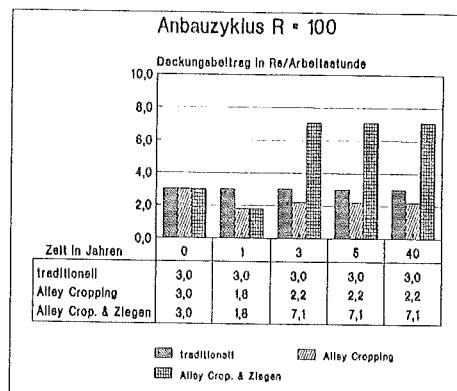
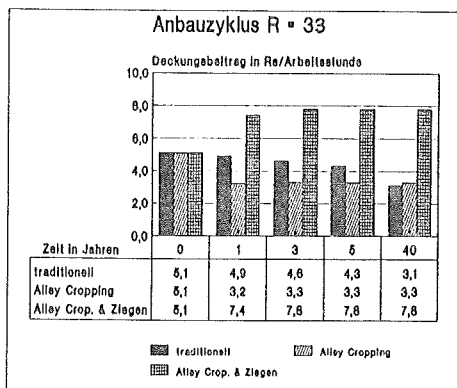
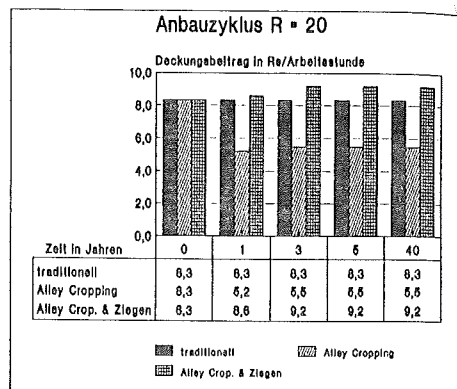
Die Entwicklung der Flächenproduktivität im Regenfeldbau gemessen an den Deckungsbeiträgen



**Arbeitsproduktivität.** Ungünstiger als die Flächenproduktivität entwickelt sich die Arbeitsproduktivität bei Umstellung auf Alley Cropping, wie Abbildung 14 zeigt. Die zusätzlichen Arbeiten für Alley Cropping, insbesondere das sehr arbeitsaufwendige Schneiden der Hecken, senken die Arbeitsproduktivität auf 60 bis 65 Prozent des Ausgangsniveaus. Nach Ablauf der dreijährigen Umstellungsphase steigt die Arbeitsproduktivität geringfügig. Bei Alley Cropping mit Ziegenhaltung steigt die Arbeitsproduktivität stark in den Anbausystemen R=33 und R=100 und schwach im Anbausystem R=20.

Abb. 14:

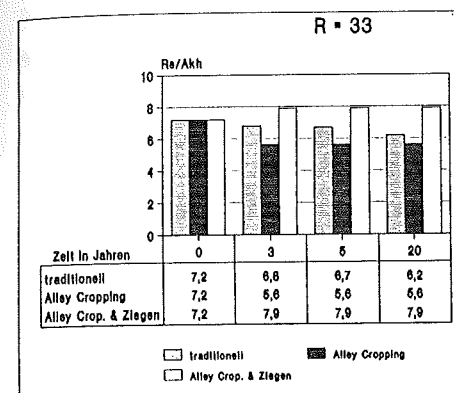
Entwicklung der Arbeitsproduktivität im Regenfeldbau



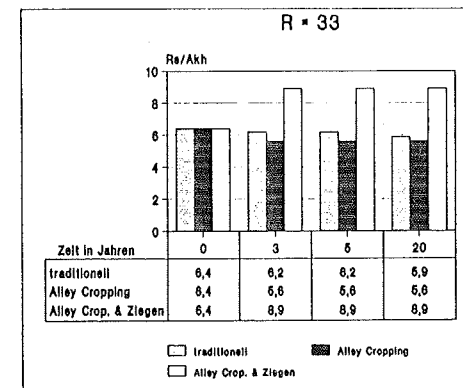
Die Verringerung der Arbeitsproduktivität im Regenfeldbau wirkt sich gedämpft aber in der gleichen Richtung auf die Arbeitsproduktivität im Gesamtbetrieb aus. Ihre Veränderung ist für das Anbausystem R=33 exemplarisch in Abbildung 15 dargestellt. Die Einführung der Ziegenhaltung kann die Gesamtarbeitsproduktivität im Kleinbetrieb um 25 bis 50 und im mittelgroßen Betrieb um 22 bis 27 Prozent verbessern. Alley Cropping ohne Ziegenhaltung führt in beiden Betrieben zum Rückgang der Gesamtarbeitsproduktivität. Im mittelgroßen Betrieb geht sie etwas stärker zurück als im Kleinbetrieb.

Abb. 15: Entwicklung der Arbeitsproduktivität im Gesamtbetrieb

a) Mittelgroßer Betrieb



b) Kleinbetrieb



Arbeitsaufwand und saisonale Arbeitsverteilung. Die Einführung des Alley Cropping Systems mit Gliricidia-Hecken ist relativ arbeitsintensiv (vgl. Anhang IV.10). In den Monaten September und Oktober, also vor Beginn der Maha Saison, aber während der Feldvorbereitung und der Aussaat werden zusätzlich 510 Arbeitsstunden benötigt. Im ersten Jahr kommt es dadurch zu einer dramatischen Verschärfung der bestehenden Arbeitsspitzen. In den Folgejahren läßt sich die vor allem im Monat Oktober bestehende Arbeitsspitze nur teilweise abbauen. Da Alley Cropping nur dann effizient ist, wenn die Pflege- und Schnitttermine genau eingehalten werden, ist die Akzeptanz des Alley Cropping sehr gering, zumal der Regenfeldbau den Betriebs- und Haushaltsangehörigen nicht so wichtig ist wie der Naßreisbau und der Hausgarten. Die wirtschaftliche Akzeptanzschwelle ist in fast allen Betrieben und Haushalten nur durch dauerhafte Transferzahlungen zu erreichen (vgl. Fall 3 in Abschnitt 2.3.5.1.2).

**Erosionsschutz und Stabilisierung der Bodenfruchtbarkeit.** Die Erosion wird durch Alley Cropping wesentlich verringert. Auf Versuchsfeldern in Nigeria wurde ein Rückgang des Bodenabtrags um 92 bzw. 86 Prozent bei eingearbeitetem Schnittgut von *Leucaena* bzw. *Gliricidia* gegenüber konventionell bestellten (gepflügten) Kontrollflächen gemessen. Wird das Schnittgut nicht eingearbeitet, sondern als Mulchauflage ausgebracht, ist mit einem noch besseren Erosionsschutz zu rechnen, wie zahlreiche Feldversuche mit Mulchauflage als Erosionsschutz belegen (vgl. Anhang IV.3).

Der Bodenabtrag wurde in der Untersuchungsregion bisher kaum gemessen. Vorliegende Messungen ergaben auf Meßflächen von 20m<sup>2</sup> mit 2 bzw. 5 Prozent Hangneigung in der Maha-Saison 3 bzw. 7 und in der Yala-Saison 1,5 bzw. 4,2 t Bodenabtrag je ha. Das entspricht dem jährlichen Bodenabtrag von 4,5 bzw. 11,2 t/ha. Es ist anzunehmen, daß der Bodenabtrag durch Alley Cropping um 90 Prozent reduziert wird. Er liegt dann auf jeden Fall unterhalb eines relevanten Toleranz-Wertes (vgl. Anhang IV.3).

Über die Nachhaltigkeit der Erträge unter Alley Cropping gibt es bisher keine brauchbaren Versuchsergebnisse. In Fachkreisen geht man allerdings davon aus, daß die Erträge durch den Nährstoffaufschluß aus tieferen Bodenschichten langfristig stabil gehalten werden können. Wird die Grünmasse der Hecken nicht eingemulcht, sondern über Milchziegen verwertet, dann ist es zwar realistisch anzunehmen, daß mit dem in der Ziegenhaltung anfallenden Mist fast dieselbe Nährstoffmenge auf die Flächen zurückgeführt werden kann, wie mit dem Mulch der Grünmasse, es erscheint aber unwahrscheinlich, daß der Mist gesammelt und dann auch noch auf die Flächen des Regenfeldbaus ausgebracht wird. Im NaBreisanbau dürfte der Ziegenmist zumindest kurzfristig ertragswirksamer sein.

**Veränderung der Tragfähigkeit.** Alley Cropping leistet keinen oder allenfalls nur einen sehr geringen Beitrag zur Erhöhung der Tragfähigkeit. Die Versorgung der Bevölkerung mit Nahrungsenergie und Nahrungseiweiß sinkt mit Alley Cropping in den Betrieben mit den Anbausystemen R=20 und R=100. In Betrieben mit dem Anbausystem R=33 kann ein Absinken der Tragfähigkeit verhindert werden (vgl. Abbildungen 13 und 14). Unter den getroffenen Annahmen kann die Nahrungsversorgung durch die Verwertung der *Gliricidia*-Grünmasse über Ziegen erheblich gesteigert werden. Zur Versorgung mit Brennenergie trägt Alley Cropping im Prinzip nicht bei, da kaum Holz anfällt.

### 3.2.4 Schlußfolgerungen

Die Bewertung der beiden untersuchten, im Prinzip ähnlichen Maßnahmen des Standortgerechten Landbaus über die im Prinzip statischen Evaluierungsmodelle mit Einzelbetrieben als Bezugsbasis fällt fast gegensätzlich aus. Die Einführung der Erosionsschutzhecken in Ruanda wirkt sich einzel- und gesamtwirtschaftlich positiv aus. Die Flächen- und Arbeitsproduktivitäten steigen, bestehende Arbeitsspitzen verschärfen sich nicht weiter. Diese drei Faktoren begründen eine relativ hohe wirtschaftliche Akzeptanz der Erosionsschutzhecken auf Produktions- und politisch-gesellschaftlicher Ebene. Hemmend auf die Akzeptanz in Betrieben und Haushalten können sich die in den ersten drei Jahren notwendigen Investitionen in Form von Flächenverzicht (kurzfristig niedrigere Deckungsbeiträge) und erhöhter Arbeitsleistung (kurzfristig niedrigere Arbeitsproduktivität) auswirken. Möglicherweise sind für diese "Umstellungsphase" Transferzahlungen notwendig.

Die später anfallende Mehrarbeit bei gleichzeitig höherer Arbeitsproduktivität als im traditionellen Produktionssystem erhöht die Tragfähigkeit. Die wachsende Agrarbevölkerung kann zunächst ohne Unterbeschäftigung im Agrarsektor der Projektregion absorbiert werden. Die



Nahrungsversorgung und die Versorgung mit Brenneenergie auf einem sehr stark erhöhten Niveau führt darüberhinaus zu einer weiteren Steigerung der Tragfähigkeit, wenn zunehmende Unterbeschäftigung, Subsistenz und ein Leben an der Armutsgrenze unausweichlich sind.

Die ökologischen Leistungen der Konturstreifen werden durch den beträchtlichen Rückgang der Erosion repräsentiert. Das Niveau der Bodenfruchtbarkeit spiegelt sich in der Höhe der Ertragsleistungen und den damit verbundenen Arbeits- und Flächenproduktivitäten wieder. Dabei wird angenommen, daß der Laubfall der Bäume und Sträucher ausreicht, um Nährstoffentzüge durch Ernten etc. auszugleichen und dem Boden die notwendige organische Substanz zuzuführen.

Anders ist die Einführung des "Alley Cropping" in Sri Lanka zu beurteilen. Sie führt zu einem leichten Rückgang der Flächenproduktivitäten und einem deutlichen Rückgang der Arbeitsproduktivitäten, insbesondere, weil das relativ arbeitsaufwendige und termingebundene Schneiden und Pflegen der Hecken bereits bestehende Arbeitsspitzen verschärft. Die Akzeptanz dieses bisher nur auf Forschungsstationen in Sri Lanka erprobten Ressourcenschutzverfahrens ist daher in den bäuerlichen Betrieben und Haushalten äußerst gering. Wollte man die Betriebe und Haushalte zur Einführung von Alley Cropping bewegen, dann ist dies allenfalls mittels dauerhafter Transferzahlungen möglich.

Die positiven ökologischen Leistungen des Alley Cropping in Form von Erosionsschutz und Stabilisierung der Bodenfruchtbarkeit sind zweifelsfrei hoch einzustufen. Der Beitrag des Alley Cropping zur Erhöhung der Tragfähigkeit scheint gering; wenn nicht sogar negativ zu sein.

Günstiger stellt sich die Situation dar, wenn die Blattmasse an Milchziegen verfüttert und der anfallende Mist auf die Flächen zurückgeführt wird. In diesem Falle kann mit - Ausnahme der Verschärfung von Arbeitsspitzen - von einer ähnlich positiven Bewertung wie im Fall-

beispiel in Ruanda ausgegangen werden. Allerdings sollten dabei zwei relativ ungesicherte Evaluierungsannahmen in Rechnung gestellt werden:

- 1) Die Betriebe sind bereit, nicht nur das Alley Cropping, sondern auch die Haltung von Milchziegen einzuführen. Es ist fraglich, ob dieser Innovationsschub in einem Schritt ausgelöst werden kann.
- 2) Alley Cropping in Kombination mit Milchziegenhaltung ist nur dann eine ökologisch wirkungsgleiche Alternative zur reinen Heckenmulchwirtschaft, wenn der anfallende Mist wieder auf die Flächen des Alley Cropping ausgebracht wird. Dies ist sehr unwahrscheinlich, weil nicht anzunehmen ist, daß der anfallende Ziegenmist eingesammelt wird, und wenn doch, dann ist nicht anzunehmen, daß er auf die Flächen des Alley Cropping ausgebracht wird, weil er etwa im Naßreisbau zumindest kurzfristig ertragswirksamer eingesetzt werden kann.

Bevor zur Einführung des Alley Cropping in einer größeren Region langfristige Transferzahlungen an die Betriebe und Haushalte geleistet werden, ist zu prüfen, ob das Verfahren nicht landbaulich und verfahrenstechnisch so weiterentwickelt werden kann, daß Flächenproduktivität, Arbeitsproduktivität und vor allem auch der saisonale Arbeitszeitbedarf entscheidend verbessert werden können. Die hier durchgeführte Präevaluierung zur Verbesserung des Verfahrens durch die Veredelung der Gliricidia-Grünmasse in der Milchziegenhaltung deutet mögliche Produktivitätsreserven an.

### 3.3 Dynamische Gesamtbewertung am Beispiel eines Modellprojekts

Ein Projekt, in dem es sich selbst verstärkende Rückkopplungseffekte gibt, die durch die Verknappung von Land und die überbetrieblichen Wirkungen der herrschenden Wirtschaftsweisen ausgelöst werden, kann nur über die Bildung dynamischer Regionalmodelle sachgetreu und vollständig beurteilt werden (vgl. Abschnitt 3.1). Das trifft für das Projekt "Conservation Farming Sri Lanka" zu. Im Gebiet des Projekts führen hohes natürliches Bevölkerungswachstum und der Zuzug von Siedlern zu einer Verkürzung der für die Bodenregeneration notwendigen Brache und damit verbunden zum Anstieg der Bodenerosion, zur Abnahme der Bodenfruchtbarkeit und zum Rückgang der Waldbestände.

Die zur Bildung eines dynamischen Evaluierungsmodells erforderlichen Daten sind aber nur zum Teil vorhanden. Fehlende Daten werden daher durch freihändige Schätzungen ersetzt. Da es insbesondere in den Projektunterlagen keine Angaben zum Ertragsverlauf mit und ohne die Projektmaßnahme des "Alley Cropping" gibt, ist eine datengerechte, ökonomische Evaluierung des Projekterfolgs praktisch unmöglich. Das trifft im Prinzip bereits für die einzelbetriebliche Bewertung in Abschnitt 3.2.3 zu, in der die interdependenten Beziehungen, etwa zwischen Betrieben, Projektregion, Bevölkerungswachstum und Produktionsperioden vernachlässigt werden. Weil insbesondere die Bildung eines dynamischen Evaluierungsmodells ohne diese Daten unmöglich ist, wurde vom Projekt "Conservation Farming Sri Lanka" abstrahiert und ein Modellprojekt gebildet.

Das Modellprojekt ist quasi die Grundlage für die dynamische Gesamtbewertung des Projekts "Conservation Farming Sri Lanka" in einem dynamischen Regionalmodell. Das dynamische Regionalmodell besteht aus einem System, in dem die Modelle der Einzelbetriebe als Teilsystem enthalten und durch dynamische Beziehungen miteinander verbunden sind.

Tab. 14: Daten und Datenquellen im Modellprojekt

		----- Quellen -----		----- Annahmen -----	
		Projekt- unter- lagen	ergänzende Literatur	aus analogen Schätzungen für andere Länder bzw. Regionen	reine Annahmen
Bevölkerung	300 000				+
landwirtschaftl. Arbeitskräfte	AK 100 000				+
Bevölkerungs- wachstum	% 2,5		+		
Flächen	ha 150 000				+
Bewässerungs- flächen	ha 20 000				+
Brache und Anbausysteme	vgl. Tab. 16	+	+		
Zahl der Betriebe	50 000				+
Arbeitskräfte je Betrieb	2	+	+		
Arbeitsstunden je AK					
- jährlich	1 800	+	+		
- in Arbeitsspitzen monatlich	225	+	+		
Anbauverhältnisse	vgl. Tab. 17	+	+		
Erträge und Ertragsverlauf	vgl. Anhang IV und Tab. 22	+	+	+	+
Erosion	vgl. Tab. 32.4	+	+	+	+
Alley Cropping	vgl. Anhang IV	+	+	+	
Preise	vgl. Anhang IV	+			

Das Bevölkerungswachstum wird als exogene Variable berücksichtigt. Es erhöht die Zahl der Betriebe und damit den Umfang der genutzten Fläche und verkürzt die zur Regeneration der Bodenfruchtbarkeit notwendige Brache. Ohne umweltstabilisierende Maßnahme degradiert die Fruchtbarkeit der Böden und Landschaften in der Projektregion in einem sich selbst verstärkenden Rückkoppelungsprozeß, der erst dann in einen linearen, nicht regional rückgekoppelten Degradationsprozeß mündet, wenn die gesamte landwirtschaftlich nutzbare Fläche der Projektregion permanent genutzt wird.

Da die Einzelbetriebe im dynamischen Regionalmodell als Teilsystem enthalten sind, stützt sich das Modellprojekt soweit als möglich auf die Ergebnisse der einzelbetrieblichen Bewertung des Projekts "Conservation Farming Sri Lanka", die infolge der Vernachlässigung der sich selbst verstärkenden Rückkopplungsprozesse im Prinzip statisch ist. Tabelle 14 vermittelt eine Übersicht darüber, welche Daten benötigt werden, aus welchen Quellen sie entnommen bzw. abgeleitet sind und wo fehlende Daten durch reine Annahmen bzw. freihändige Schätzungen ersetzt sind.

### 3.3.1 Modellgrundlagen

#### 3.3.1.1 Ausgangslage

Angaben über die Besiedlung und Größe der Projektregion und über die Zahl der landwirtschaftlichen Betriebe liegen nicht vor. Wir gehen daher von Annahmen aus.

**Bevölkerung.** Im Ausgangsjahr gibt es in der Projektregion 300.000 Einwohner, darunter 100.000 landwirtschaftliche Arbeitskräfte. Die Bevölkerung wächst jährlich um 2,5 Prozent. Die Zahl der landwirtschaftlichen Arbeitskräfte nimmt proportional dazu gleichfalls um 2,5 Prozent jährlich zu (vgl. Tabelle 15).

Tab. 15: Entwicklung der landwirtschaftlichen Arbeitskräfte in der Projektregion

Zeit in Jahren	Landwirtschaftliche Arbeitskräfte (AK)		
	insgesamt	auf NaBreisfläche	auf Regenfeldbaufläche
t <sub>0</sub>	100 000	50 000	50 000
t <sub>5</sub>	113 141	50 000	63 141
t <sub>10</sub>	128 008	50 000	78 008
t <sub>15</sub>	144 830	50 000	94 830
t <sub>20</sub>	163 862	50 000	113 862
t <sub>25</sub>	185 394	50 000	135 394
t <sub>30</sub>	209 757	50 000	159 757

Fläche. Die Projektregion verfügt über 150.000 ha landwirtschaftlich nutzbare Fläche. Von dieser Fläche werden 20.000 ha bewässert und durch NaBreisanbau permanent genutzt. Die bewässerte Fläche kann nicht ausgedehnt werden. Die übrige Fläche, 130.000 ha, wird im Regenfeldbau genutzt. Davon werden im Ausgangszeitpunkt t<sub>0</sub> 50.000 ha bebaut, 80.000 ha liegen brach. Das entspricht bei 3 Anbaujahren einer durchschnittlichen Brachezeit von etwa 5 Jahren.

Die tatsächliche Brache nach 3 Anbaujahren schwankt nach Erhebungen zwischen mehr als 12 und 0 Jahren. Die regionale Verteilung der Brachedauer ist nicht bekannt. Die Häufigkeitsverteilung des Vorkommens von Brachezeiten zwischen 0 und 12 Jahren ist gleichfalls nicht genau bekannt.

Adelhelm et al. haben in Erhebungen aus dem Jahre 1990 die gefundene Brachedauer im Umfeld der Forschungsstation Waha Illuppallama auf drei Anbausysteme verteilt:

- Ein Anbausystem mit einer Brachedauer von 12 Jahren nach 3 Anbaujahren (R=20).
- Ein Anbausystem mit einer Brachedauer von 6 Jahren nach 3 Anbaujahren (R=33)
- Ein Anbausystem ohne Brache (R=100).

Obwohl sich die Brachedauer vermutlich kontinuierlich in Abhängigkeit von der lokalen Bevölkerungsdichte und der Bodenqualität ändert, übernehmen wir die vereinfachte Darstellung.

Sie beruht darauf, daß eine kontinuierliche Veränderung durch Zusammenfassung bestimmter Streckenabschnitte zu einer Gruppe dargestellt wird bzw. als auf einen Punkt konzentriert gedacht wird. Das ist ein in der ökonomischen Analyse gebräuchliches Verfahren, das entweder aus Mangel an geeigneten Daten oder zur Vereinfachung der quantitativen Betrachtungsweise angewandt wird.

In unserem Fall würde sich die kontinuierliche Veränderung der Brachedauer, etwa in Abhängigkeit vom Bevölkerungswachstum oder die kontinuierliche Veränderung der Erträge in Abhängigkeit von der Brachedauer, nur in sehr aufwendigen und schwierig lösbaren Rechenmodellen abbilden lassen. Die dabei anzuwendenden Verfahren haben in die Projektevaluierung und die Investitionsrechnung bisher kaum Eingang gefunden.

Wir übernehmen daher die übliche Vereinfachung und bilden kontinuierliche Zusammenhänge durch eine diskontinuierliche Betrachtungsweise ab, indem wir bestimmte "Streckenabschnitte zu Punkten zusammenfassen" und auf diese Weise "quasi homogene" Gruppen bilden. Dazu unterscheiden wir die in Tabelle 16 beschriebenen Gruppen. Der sprunghafte Übergang von einer zur nächsten Gruppe, den wir bei Darstellung der Entwicklung (vgl. etwa Tabelle 19) unterstellen, ist mit gewissen Ungenauigkeiten verbunden.

Tab. 16: Flächenverteilung auf die Anbausysteme

Anbausystem	Anbau-dauer Jahre	Brache-dauer Jahre	genutzte Fläche ha	Brache-fläche ha	Gesamt-fläche ha
R=20	3	12	7.500	30.000	37.500
R=33	3	6	25.000	50.000	75.000
R=100	permanent	-	17.500	0	17.500

Mit der Unterscheidung von drei Anbausystemen unterstellen wir:

- Im System R=20 schwankt die Brachedauer zwischen 15 und 9 Jahren.
- Im System R=33 schwankt die Brachedauer zwischen 9 und 3 Jahren.
- Im System R=100 ist die Brachedauer kleiner als 3 Jahre.

Die angenommene Verteilung der Anbaufläche auf die Anbausysteme folgt der Verteilung der Betriebe, die Adelhelm et al. (1990) mit 15:50:35 auf R20-, R33- und R100-Flächen schätzen (vgl. auch Tabelle 13 und Anhang IV.1).

**Betriebe und Arbeitskräfte je Betrieb.** Die Zahl der Betriebe in der Projektregion ist nicht bekannt. Wir unterstellen, daß es 50.000 Betriebe mit durchschnittlich 2 Arbeitskräften gibt. Sie bebauen eine Fläche von 1,4 ha, 0,4 ha NaBreis und 1,0 ha im Regenfeldbau.

Die Arbeitskräfte leisten im Jahresdurchschnitt jährlich maximal 1.800 Arbeitsstunden und in Monaten mit Arbeitsspitzen monatlich maximal 225 Stunden. Bei traditioneller Wirtschaftsweise kann eine Arbeitskraft entweder 0,4 ha NaBreis oder 1,0 ha im Regenfeldbau bearbeiten. Bei Einführung von Alley Cropping und dem in Tabelle 18 angegebenen Arbeitszeitbedarf kann eine Arbeitskraft im Regenfeldbau nur 0,75 ha bebauen. Die land/man ratio des Regenfeldbaus von 1,0 bzw. 0,75 ha je Arbeitskraft bleibt während der ganzen Betrachtungsperiode unverändert.

Anbauverhältnisse. Angaben über die Anbauverhältnisse in Abhängigkeit von der Brachedauer und dem damit zusammenhängenden Niveau der Bodenfruchtbarkeit liegen nicht vor. Wir unterstellen daher, daß die Anbaustruktur unabhängig von der Brachedauer ist. Der Durchschnittsbetrieb hat das in Tabelle 17 dargestellte Anbauverhältnis.

Tab. 17: Anbauverhältnis im Durchschnittsbetrieb<sup>1)</sup>

0,4 ha NaBreis	bzw. 100 % der NaBreisfläche
0,25 ha Mais	bzw. 25 % der Regenfeldbaufläche in der Maha-Saison
0,25 ha Fingerhirse	bzw. 25 % der Regenfeldbaufläche in der Maha-Saison
0,20 ha Chillie	bzw. 20 % der Regenfeldbaufläche in der Maha-Saison
0,15 ha Cowpea	bzw. 15 % der Regenfeldbaufläche in der Maha-Saison
0,15 ha Mungbohne	bzw. 15 % der Regenfeldbaufläche in der Maha-Saison
0,50 ha Sesam	bzw. 50 % der Regenfeldbaufläche in der Yala-Saison

<sup>1)</sup> Vgl. die Tabellen in den Anhängen IV.12 und IV.13

### 3.3.1.2 Ertragsverlauf in Abhängigkeit der Brachedauer

Im Rahmen des Projekts gibt es keine Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Brachedauer und Ertragsverlauf. Die in Anhang IV.3 in Abbildung IV.3.1 dargestellten Ertragsverläufe beruhen auf einem gründlichen Studium der Literatur. Im Prinzip übernehmen wir die aus der Literatur übertragenen Ergebnisse zum Ertragsverlauf mit einem wichtigen Unterschied.

Es spricht einiges dafür, daß sich die Erträge bei anhaltender Bodendegradation etwa durch Erosion nicht - wie bei der einzelbetrieblichen Bewertung in Abschnitt 3.2.3 angenommen - auf einem niedrigen Niveau stabilisieren, sondern daß sie auf Null zurückgehen bzw. unter die Grenze der Anbauwürdigkeit sinken, wenn etwa die Erosion die durchwur-

zelbare Zone fruchtbarer Bodensubstanz zunehmend verkleinert. Wann dieser Punkt erreicht wird, läßt sich nur bei Kenntnis der jeweils örtlichen Verhältnisse sagen. In den Projektunterlagen liegen dazu keine Angaben vor. Wir unterstellen daher eine pessimistische und eine optimistische Variante der Bodendegradation.

#### **Pessimistische Variante der Bodendegradation.**

- Die Erträge im "Anbausystem mit 12-jähriger" Brachedauer (R=20) bleiben stabil. Der Deckungsbeitrag im Regenfeldbau beträgt jährlich 11 773 Rs/ha (vgl. dazu Tabelle IV.12.1 in Anhang IV.12).
- Die Erträge im Anbausystem mit 6-jähriger Brache (R=33) sinken mit fortschreitender Nutzungsdauer. Der Deckungsbeitrag sinkt von 6.557 Rs/ha im Jahr  $t_1$  auf 4.446 Rs/ha im Jahr  $t_{20}$  (vgl. dazu Tabelle IV.12.2 in Anhang IV.12. Die geringfügigen Abweichungen der Deckungsbeiträge ergeben sich, weil das Modellprojekt auf der Grundlage einer vorläufigen Zwischenauswertung konzipiert wurde).
- Die Erträge im Anbausystem ohne Brache (R=100) sinken auf niedrigem Niveau stetig und fallen nach 10-jähriger Nutzungsdauer unter die Schwelle der Anbauwürdigkeit.

Für die Abbildung des Ertragsverlaufs in der Modellrechnung nehmen wir die gleiche Vereinfachung vor, wie bei der Verteilung der Fläche auf die Anbau-Brachesysteme (diskontinuierliche statt kontinuierliche Betrachtung). Wir rechnen mit folgenden durchschnittlichen Deckungsbeiträgen:

- Bei 12-jähriger Brache, R=20 11.773 Rs/ha.
- Bei 6-jähriger Brache, R=33 5.502 Rs/ha.
- Ohne Brache, R=100:
  - a) während der 10-jährigen Nutzung 3.645 Rs/ha  
(vgl. dazu Tabelle IV.12.3 in Anhang IV.12. Die geringfügigen Abweichungen der Deckungsbeiträge ergeben sich, weil das Modellprojekt auf der Grundlage einer vorläufigen Zwischenauswertung konzipiert wurde).
  - b) nach 10 Jahren Nutzung 0 Rs/ha.

Dabei ist unterstellt, daß sich die Fläche in den Anbausystemen R=33 und R=100 gleichmäßig auf die Nutzungsjahre verteilt.

**Optimistische Variante der Bodendegradation.**

- Für den Ertragsverlauf in den Anbausystemen R=20 und R=33 gelten die gleichen Annahmen wie in der pessimistischen Variante der Bodendegradation.
- Im Fall des Anbausystems R=100 wird unterstellt, daß die Erträge während der gesamten Betrachtungsperiode auf dem niedrigen Durchschnittsniveau stabil bleiben.

**Tab. 18:** Produktionskennziffern der Betriebe in Abhängigkeit von Wirtschaftsweise und genutzter Fläche<sup>1)</sup>

Wirtschafts- weise <sup>2)</sup>	Flächen- typ	φ jährlicher Arbeitszeitbedarf		φ jährlicher Deckungs- beitrag Rs/ha	φ jährliche Erosion t/ha
		Spitzen- monat AKh/ha	Jahr insgesamt AKh/ha		
traditionell	R20	225	1 411	11 773	6
traditionell	R33	225	1 310 <sup>3)</sup>	5 502 <sup>3)</sup>	9
traditionell	R100	225	1 230	3 645	18
Alley Cropping	R20	300 <sup>4)5)</sup>	1 903 <sup>5)</sup>	10 528 <sup>5)</sup>	2
Alley Cropping	R33	300 <sup>4)5)</sup>	1 689 <sup>5)</sup>	5 553 <sup>5)</sup>	3
Alley Cropping	R100	300 <sup>4)5)</sup>	1 640 <sup>5)</sup>	3 600 <sup>5)</sup>	6

1) vgl. die Tabellen in den Anhängen IV.12 und IV.13. Die zum Teil geringfügigen Abweichungen der Deckungsbeiträge ergeben sich, weil das Modellprojekt auf der Grundlage einer vorläufigen Zwischenauswertung konzipiert wurde.  
 2) Bei Alley Cropping umfaßt die Ertragsfläche auch die Heckenfläche.  
 3) Durchschnitt der Jahre t<sub>1</sub> und t<sub>20</sub>  
 4) Von 296 auf 300 gerundet  
 5) Nach Ablauf der Einführungsphase von Alley Cropping erzielt konstantes Niveau

**3.3.1.3 Erosion**

Über die Erosion werden in den Projektunterlagen nur wenige Angaben gemacht (vgl. Anhang IV.3.4 "Die ökologischen Wirkungen von Alley Cropping"). Wir unterstellen, daß die Erosion mit der Verkürzung der Brachedauer progressiv zunimmt. Im Durchschnitt unterstellen wir die in Tabelle 18 ausgewiesenen Bodenverluste. Über die überregionalen Schadenswirkungen (off site Effekte) liegen keine Angaben vor.

**3.3.1.4 Leistungen und Kosten von Alley Cropping**

Zur Stabilisierung der Erträge und zur Verminderung der Erosion soll in der Projektregion Alley Cropping eingeführt werden. Das Verfahren ist in Anhang IV.10 ausführlich beschrieben. Für die ökonomische Bewertung sind von Bedeutung:

- Investitionsausgaben bzw. -aufwendungen und variable Kosten,
- Nutzungs-(Opportunitäts-)kosten auf Betriebsebene und
- Leistungen bzw. Erträge.

Investitionsausgaben und variable Kosten entstehen auf zwei Ebenen:

- Auf der Ebene der Betriebe. Hierzu gehören Ausgaben und Aufwendungen, die mit der Einführung von Alley Cropping direkt verbunden sind und im Prinzip von den Betrieben getätigt und bezahlt werden müssen.
- Auf Projektebene. Hierzu gehören Aufwendungen bzw. Ausgaben, die mit der Förderung der Einführung von Alley Cropping verbunden sind, wie Direkt- bzw. Transferzahlungen an die Betriebe zur Förderung der Akzeptanz (Akzeptanzkosten). Sie sind in Wirtschaftlichkeitsrechnungen ein durchlaufender Posten, da sie in dem Maße, in dem sie steigen, Kosten und Leistungen der Projektmaßnahme gleichermaßen erhöhen. Sie beeinflussen daher die gesamtwirtschaftliche und die Projektrentabilität der Einführung der Projektmaßnahme nicht und werden daher im folgenden nicht berücksichtigt (vgl. die Fallbeispiele in Abschnitt 2.3.5.1.2 und Abschnitt 2.3.5.2) und

- die "allgemeinen" Projektkosten, die für Beratung, die Anlage von Versuchen und Demonstrationsfeldern, die Abwicklung etc. entstehen.

Die Kosten auf Projektebene weisen keine speziellen Probleme auf, die sich aus dem besonderen Charakter der hier untersuchten Projektkategorie ergeben. Wir beschränken uns daher auf die Investitionsausgaben und die variablen Kosten auf Betriebsebene.

Die Anpflanzung der Gliricidia-Hecken erfolgt durch betriebseigene Arbeitsleistungen mit im Betrieb gezogenen Setzlingen in "freien" Zeitspannen. Die Anlage der Pflanzungen ist daher zwar mit Aufwendungen, nicht aber mit Ausgaben verbunden (vgl. Anhang IV.10.2 und Abschnitt 2.3.3.5).

**Nutzungs-(Opportunitäts-)kosten auf Betriebsebene.** Alley Cropping erfordert Arbeits- und Flächenaufwendungen, die zu einer Einschränkung der für die Produktion nutzbaren Fläche führen. Je Arbeitskraft können nach Einführung von Alley Cropping einschließlich der Heckenfläche nur 0,75 statt bisher 1,0 ha bearbeitet werden.

**Leistungen bzw. Erträge von Alley Cropping** setzen sich zusammen aus

- den "direkten" Leistungen. Sie bestehen aus Grünmasse und Holz. Grünmasseerträge werden gemulcht und führen zu den indirekten Leistungen. Die Holzerträge werden wegen Geringfügigkeit vernachlässigt (vgl. Anhang IV.10.2).
- den "indirekten" Leistungen. Sie bestehen aus der Erosionsminderung und den Wirkungen auf die Ertragsleistungen der Kulturpflanzen.

**Erosionsminderung.** Über die Erosionsminderung liegen aus dem Projekt keine und aus der Literatur nur wenige Angaben vor (vgl. Anhang IV.3.4). Wir gehen von den in Tabelle 18 angegebenen, vorsichtigen Schätzungen aus. Danach ist mit folgender Erosionsminderung durch Alley Cropping zu rechnen:

Anbau-system	Erosion ohne Alley Cropping t/ha	Erosion mit Alley Cropping t/ha	Erosionsminderung durch Alley Cropping t/ha	Prozent
R=20	6	2	4	67
R=33	9	3	6	67
R=100	18	6	12	67

**Wirkungen auf die Ertragsleistungen der Kulturpflanzen.** Auf Projektebene gibt es keine Untersuchungen, Angaben oder Schätzungen über die Wirkungen von Alley Cropping auf die Ertragsleistungen der Nutzpflanzen. Wir gehen von den Schätzungen aus, die in Anhang IV.3.3 aus Literaturangaben und Versuchsergebnissen abgeleitet werden. Die daraus sich ergebenden Deckungsbeiträge sind in Anhang IV.13 beschrieben. Im Durchschnitt der Jahre wird mit den in Tabelle 18 dargestellten Deckungsbeiträgen gerechnet. Sie stellen sich nach Ablauf der Einführungsphase von Alley Cropping nachhaltig ein.

Man könnte annehmen, daß sich die Erträge nach Einführung von Alley Cropping in den Anbausystemen R=33 und vor allem R=100 durch entsprechende, zur Einführung von Alley Cropping komplementäre Maßnahmen wieder steigern lassen. Angaben dazu liegen jedoch nicht vor. Wir unterstellen daher, daß die Erträge mit der Einführung von Alley Cropping auf dem jeweils erreichten Niveau stabilisiert werden und nicht wieder zunehmen. Die Entwicklung wird damit vielleicht dramatischer dargestellt, als sie es in Wirklichkeit bei Ausnutzung möglicher Ertragssteigerungen nach Einführung von Alley Cropping wäre. Am Prinzip der Rechnung ändert sich jedoch nichts.

### 3.3.2 Bewertung der Projektmaßnahme "Einführung von Alley Cropping"

Für die Bewertung der Projektmaßnahme Alley Cropping stellen wir zunächst die regionale Entwicklung ohne Einführung von Alley Cropping bei einem Wachstum der Agrarbevölkerung von 2,5 Prozent dar.

#### 3.3.2.1 Regionale Entwicklung ohne Alley Cropping

In der Projektregion kann die Bewässerungsfläche nicht mehr ausgedehnt werden. Daher kann die bebaute Fläche nur durch Ausdehnung des Regenfeldbaus erweitert werden. Da die gesamte landwirtschaftlich nutzbare Regenfeldbaufläche der Projektregion in die Rotation "Brache-Anbau" eingespannt ist, kann die bebaute Fläche nur durch Verkürzung der Brachedauer ausgedehnt werden (vgl. Fall b) in Abschnitt 2.3.2.1.2).

##### 3.3.2.1.1 Pessimistische Annahmen über die Bodendegradation

Bei pessimistischen Annahmen über die Bodendegradation kann die Fläche ohne Einschaltung von Brache - also im Anbausystem R=100 - nur 10 Jahre genutzt werden (vgl. Abschnitt 3.3.1.2). Geht man davon aus, daß die 17 500 ha große R100-Fläche am Anfang in  $t_0$  gleichmäßig auf die Nutzungsdauer 0 bis 10 Jahre verteilt ist, dann scheiden in den ersten 10 Jahren jährlich 1.750 ha Fläche irreversibel aus der Nutzung aus, weil sie nicht mehr nutzungswürdig sind.

Der Anspruch für neue Anbaufläche bzw. der Rückgang der Brachefläche ergibt sich

- aus der im Anbausystem R=100 irreversibel ausscheidenden Fläche und
- aus dem Flächenanspruch der zusätzlichen Agrarbevölkerung. Bei einer Wachstumsrate von 2,5 Prozent steigt die arbeitsfähige Agrarbevölkerung im ersten Jahr um 2.500 Arbeitskräfte. Der Flächenanspruch steigt entsprechend der land/man ratio von 1,0 ha je Arbeitskraft um 2.500 ha.

Insgesamt sinkt der Umfang der Brachefläche um 4.250 ha. Im Jahr  $t_1$  wird eine Anbaufläche von 52.500 ha benötigt. Die nutzungswürdige Regenfeldbaufläche nimmt von 130.000 ha auf 128.250 ha ab (vgl. die in Abschnitt 3.3.1.1 dargestellte Ausgangslage).

Die neu benötigte Anbaufläche kann nur durch Verkürzung der Brachedauer gewonnen werden. Wie sich die Verkürzung der Brachedauer auf die Anbausysteme R=20 und R=33 verteilt, ist nicht bekannt und ließe sich auch in einem konkreten Fall nicht oder nur näherungsweise ermitteln.

Wir gehen von folgender Annahme aus. Es werden jeweils die Flächen in Nutzung genommen, die schon am längsten brach liegen. D.h. zunächst wird das Anbausystem R=20 in das Anbausystem R=33 "umgewandelt" und danach das Anbausystem R=33 in das Anbausystem R=100. Aus dem Anbausystem R=100 scheidet die Anbaufläche nach 10 Anbaujahren ganz aus, weil die Erträge unter die Schwelle der Nutzungswürdigkeit sinken. Die Veränderung der Anbaufläche und ihre Verteilung, die sich aus diesen Annahmen ergeben, sind in Tabelle 19 dargestellt.

Das Anbausystem R=20 ist bereits nach zwei Jahren vollständig in das Anbausystem R=33 umgewandelt. Der Umfang der R33-Fläche steigt zunächst an, nimmt aber nach dem zweiten Jahr zugunsten des Systems R=100 ab. Die Fläche in R=100 steigt bis zum Jahr  $t_4$  an und geht dann wegen der Zunahme nicht mehr nutzungswürdiger Fläche gleichfalls zurück. Die wachsende Agrarbevölkerung kann im Agrarsektor der Region nicht mehr voll beschäftigt werden.

**Einkommen.** Wir unterstellen der Einfachheit halber, daß die erzielten Deckungsbeiträge dem Einkommen gleichgesetzt werden können. Es werden die in Tabelle 18 angegebenen Deckungsbeiträge mit den jeweiligen Umfängen der Flächennutzung multipliziert und zum regionalen Einkommen des Regenfeldbaus hochgerechnet.



Tab. 19: Entwicklung der Flächennutzung bei traditioneller Wirtschaftsweise und pessimistischen Annahmen über die Bodendegradation

	Flächentyp R20		Flächentyp R33		Flächentyp R100		zusätzlicher Flächenbedarf durch Ausscheiden nutzungsunwürdiger Fläche		Gesamt		nutzungs-würdige Fläche		Zeit in Jahren												
	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	t <sub>0</sub>	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	t <sub>5</sub>	...	t <sub>10</sub>	...	t <sub>14</sub>	t <sub>15</sub>		
Gesamtfläche	37 500	75 000	17 500	17 500	0	-	130 000	130 000	130 000	130 000	130 000	130 000	t <sub>0</sub>												
genutzte Fläche	7 500	25 000	17 500	17 500	-	(0)	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	t <sub>1</sub>												
Gesamtfläche	5 625	106 875	15 750	15 750	1 750	(2 500)	130 000	130 000	130 000	130 000	130 000	130 000	t <sub>2</sub>												
genutzte Fläche	1 125	35 625	15 750	15 750	-	(2 500)	52 500	52 500	52 500	52 500	52 500	52 500	t <sub>3</sub>												
Gesamtfläche	0	107 155	19 345	19 345	3 500	(5 063)	130 000	130 000	130 000	130 000	130 000	130 000	t <sub>4</sub>												
genutzte Fläche	0	35 718	19 345	19 345	-	(7 689)	57 689	57 689	57 689	57 689	57 689	57 689	t <sub>5</sub>												
Gesamtfläche	0	100 591	24 159	24 159	5 250	(10 381)	130 000	130 000	130 000	130 000	130 000	130 000	t <sub>10</sub>												
genutzte Fläche	0	33 530	24 159	24 159	-	(13 141)	63 141	63 141	63 141	63 141	63 141	63 141	t <sub>15</sub>												
Gesamtfläche	0	87 163	34 087	34 087	8 750	(28 008)	130 000	130 000	130 000	130 000	130 000	130 000	t <sub>14</sub>												
genutzte Fläche	0	29 054	34 087	34 087	-	(44 830)	94 830	94 830	94 830	94 830	94 830	94 830	t <sub>15</sub>												
Gesamtfläche	0	51 738	60 762	60 762	17 500	(41 297)	130 000	130 000	130 000	130 000	130 000	130 000	t <sub>14</sub>												
genutzte Fläche	0	17 246	60 762	60 762	-	(44 830)	94 830	94 830	94 830	94 830	94 830	94 830	t <sub>15</sub>												
Gesamtfläche	0	3 946	89 982	89 982	36 072	(41 297)	130 000	130 000	130 000	130 000	130 000	130 000	t <sub>14</sub>												
genutzte Fläche	0	1 315	89 982	89 982	-	(44 830)	94 830	94 830	94 830	94 830	94 830	94 830	t <sub>15</sub>												
Gesamtfläche	0	0	87 163	87 163	42 837	(44 830)	130 000	130 000	130 000	130 000	130 000	130 000	t <sub>15</sub>												
genutzte Fläche	0	0	87 163	87 163	-	(44 830)	94 830	94 830	94 830	94 830	94 830	94 830	t <sub>15</sub>												

Nutzungswürdige Regenfeldbaufläche bleibt hinter dem Flächenbedarf der wachsenden Agrarbevölkerung zurück.

Einkommen, durchschnittliche Flächenproduktivität und durchschnittliche Arbeitsproduktivität, die im Regenfeldbau erzielt werden, sind in Tabelle 20 für die Jahre t<sub>0</sub>, t<sub>5</sub>, t<sub>10</sub> und t<sub>15</sub> dargestellt. Die weitere Entwicklung ist vorgezeichnet. Mit dem ständigen Ausscheiden von Fläche, deren Nutzung unter die Schwelle der Anbauwürdigkeit sinkt, geht das regionale Einkommen zurück und die Arbeitsproduktivität der wachsenden Agrarbevölkerung sinkt in noch höherem Tempo.

Tab. 20: Regionale Einkommensentwicklung bei traditioneller Wirtschaftsweise und pessimistischen Annahmen über die Bodendegradation

		Zeit in Jahren				
		t <sub>0</sub>	t <sub>5</sub>	t <sub>10</sub>	t <sub>15</sub>	..
Einkommen	Mio. Rs	290	284	316	318	↘
genutzte Fläche	tsd ha	50	63	78	87	↘
Arbeitskräfte	tsd AK	50	63	78	95	↗
φ Flächenproduktivität	Rs/ha	5.793	4.499	4.056	3.645	..
φ Arbeitsproduktivität	Rs/AK	5.793	4.499	4.056	3.350	↘

### Tragfähigkeit.

- I) Die Tragfähigkeit, gemessen an der land/man ratio bei herrschender Anbautechnik beträgt im Regenfeldbau am Anfang in t<sub>0</sub> 130.000 Arbeitskräfte. Weil der Umfang der anbauwürdigen Fläche permanent zurückgeht, sinkt sie ständig. Sie wird bei wachsender Agrarbevölkerung (2,5 Prozent jährlich) im Jahr t<sub>14</sub> fast vollständig ausgeschöpft. Die im Regenfeldbau tätige Agrarbevölkerung ist zu diesem Zeitpunkt von 50.000 auf über 91.000 gewachsen.
- II) Die Tragfähigkeit, gemessen am Pro-Kopf-Einkommen an der Existenzschwelle, das hier mit 2.700 Rs - bezogen auf die im Regen-

feldbau tätige Bevölkerung - sehr niedrig angenommen wurde, beträgt im Jahr  $t_0$  175.500 Arbeitskräfte, wenn die gesamte, in  $t_0$  nutzungswürdige Fläche permanent genutzt wird. Im Jahr  $t_{15}$  ist sie auf 117.670 Arbeitskräfte gesunken. Sie kann bei wachsender Agrarbevölkerung nur durch Umverteilung ausgeschöpft werden, indem entweder die Zahl der Arbeitskräfte je Haushalt zunimmt, oder indem die Betriebe kleiner werden.

Da die Flächen bei permanenter Nutzung nutzungsunwürdig werden, sinkt die Tragfähigkeit des Regenfeldbaus in der Projektregion nach  $t_{15}$  in weiteren 10 Jahren auf Null.

### 3.3.2.1.2 Optimistische Annahmen über die Bodendegradation

Bei optimistischen Annahmen über die Bodendegradation bleiben die Erträge im Anbausystem  $R=100$  auf niedrigem Niveau stabil. Im Gefolge des wachsenden Bevölkerungsdrucks nimmt die Brachedauer aber auch in dieser Variante ab. Die Anbausysteme  $R=20$  und  $R=33$  werden durch das Anbausystem  $R=100$  ersetzt (vgl. Tabelle 21 und Tabelle V.1 in Anhang V). Das regionale Einkommen aus dem Regenfeldbau steigt zunächst an und erreicht mit 473,85 Mio Rs im Jahr  $t_{23,804}$  sein gleichbleibendes Maximum (vgl. Tabelle V.2 in Anhang V).

Die durchschnittliche Arbeitsproduktivität bzw. das durchschnittliche Einkommen je Arbeitskraft (AK) bzw. je Kopf der im Regenfeldbau tätigen Bevölkerung sinkt fortlaufend von 3.645 im Jahr  $t_{23,804}$  auf 2.700 Rs in  $t_{32,9309}$ . Die Tragfähigkeit - gemessen an der land/man ratio - wird mit 130.000 Arbeitskräften im Regenfeldbau erstmals nach rund 24 Jahren vollständig ausgeschöpft. Die Tragfähigkeit - gemessen am Pro-Kopf-Einkommen an der Existenzschwelle bei 2.700 Rs/AK - wird bei einer im Regenfeldbau tätigen Bevölkerung von 175.500 erstmals nach rund 33 Jahren vollständig ausgeschöpft.

Tab. 21: Entwicklung der Flächennutzung bei traditioneller Wirtschaftsweise und optimistischen Annahmen über die Bodendegradation

	Flächentyp R 20		Flächentyp R 33		Flächentyp R 100		zusätzlicher Flächenbedarf durch Bevölkerungswachstum ha	Gesamt ha	Zeit in Jahren
	ha	ha	ha	ha	ha	ha			
Gesamtfläche	37 500	75 000	75 000	17 500	17 500	130 000	-	130 000	$t_0$
genutzte Fläche	7 500	25 000	25 000	17 500	17 500	50 000	(0)	50 000	
Gesamtfläche	0	112 500	112 500	17 500	17 500	130 000	(5 000)	130 000	$t_{1,9759}$
genutzte Fläche	0	37 500	37 500	17 500	17 500	55 000		55 000	
Gesamtfläche	0	0	0	130 000	130 000	130 000	(80 000)	130 000	$t_{23,804}$
genutzte Fläche	0	0	0	130 000	130 000	130 000		130 000	

### 3.3.2.2 Einzelbetriebliche Rentabilität und Akzeptanz der Einführung von Alley Cropping

Rentabilität und Akzeptanz der Einführung von Alley Cropping auf einzelbetrieblicher Ebene sind in Abschnitt 3.2.3.3 ausführlich dargestellt. Eine Übersicht über die Wirtschaftlichkeit der Einführung von Alley Cropping im Regenfeldbau gibt Tabelle 22.

Tab. 22: Deckungsbeitrag (DB) im Regenfeldbau ohne und mit Alley Cropping

- Rs -

		Zeit in Jahren			
		t <sub>1</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>5</sub>	t <sub>20</sub>
R=100	DB je ha				
	ohne	3.645	3.645	3.645	3.645 <sup>2</sup>
	mit	3.245	3.600	3.600	3.600
	DB je AK				
ohne	3.645	3.645	3.645	3.645 <sup>2</sup>	
mit	2.434	2.700	2.700	2.700	
R=33	DB je ha				
	ohne	6.557	6.047	5.683	4.446
	mit	6.193	5.553	5.553	5.553
	DB je AK				
ohne	6.557	6.047	5.683	4.446	
mit	4.645	4.165	4.165	4.165	
R=20	DB je ha				
	ohne	11.773	11.773	11.773	11.773
	mit	11.060	10.528	10.528	10.528
	DB je AK				
ohne	11.773	11.773	11.773	11.773	
mit	8.295	7.896	7.896	7.896	

<sup>1</sup> Vgl. die Tabellen in den Anhängen IV.12 und IV.13 und Abbildung 13 in Abschnitt 3.2.3.3. Die zum Teil geringfügigen Abweichungen der Deckungsbeiträge ergeben sich, weil das Modellprojekt auf der Grundlage einer vorläufigen Zwischenauswertung konzipiert wurde.

<sup>2</sup> Optimistische Variante

Die Einführung von Alley Cropping ist aus einzelbetrieblicher Sicht unwirtschaftlich, solange Fläche so reichlich vorhanden ist, daß die Betriebe ihr Anbausystem beibehalten können und die Brachedauer nicht verkürzen müssen. Die Entscheidungssituation ändert sich jedoch, wenn Fläche knapp wird. Die Betriebe haben dann zwei Möglichkeiten:

- Brachedauer verkürzen und ein Absinken der Flächen- und Arbeitsproduktivität in Kauf nehmen. Dabei sinken die Flächen- und Arbeitsproduktivität um so mehr, je stärker die Brachedauer verkürzt werden muß.
- Alley Cropping einführen, die Flächenproduktivität nach der Einführungsphase stabil halten und ein Absinken der Arbeitsproduktivität in Kauf nehmen.

Das Gleichgewicht zwischen beiden Anpassungsalternativen ist aus einzelbetrieblicher Sicht erreicht, wenn die Verringerung der Einkommen aus einer Verkürzung der Brachedauer der Verringerung der Einkommen durch die Einführung von Alley Cropping gerade gleich ist.

Bei dem angenommenen Ertragsverlauf und den zwischen den Anbausystemen angenommenen Ertragsunterschieden ist es für den Einzelbetrieb auf jeden Fall wirtschaftlicher, Alley Cropping einzuführen, als ein Anbausystem mit sprunghafter Verkürzung der Brachedauer zu übernehmen. Tabelle 22 zeigt, daß die Einführung von Alley Cropping unter den Annahmen des Modellprojekts aus einzelbetrieblicher Sicht in den folgenden Situationen vorteilhaft ist:

- a) In Betrieben mit R=20-Systemen ist es vorteilhaft, Alley Cropping einzuführen, wenn sie infolge Flächenknappheit gezwungen sind, das Anbausystem R=33 zu übernehmen.
- b) In Betrieben mit R=33-Systemen ist es vorteilhaft, Alley Cropping einzuführen, wenn sie infolge Flächenknappheit gezwungen sind, auf das Anbausystem R=100 auszuweichen.

c) In den R=100-Systemen lohnt sich die Einführung von Alley Cropping bei pessimistischen Annahmen über die Bodendegradation, weil die Alternative die Betriebsaufgabe ist.

Bei optimistischen Annahmen über die Bodendegradation (stabile Erträge auf niedrigem Niveau auch ohne Alley Cropping) lohnt sich die Einführung von Alley Cropping nicht, wenn man bei der Annahme bleibt, daß sich die Erträge durch Alley Cropping nicht wieder steigern lassen.

Das Problem der einzelbetrieblichen Akzeptanz beruht im Beispielsfall nicht darauf, daß die Einführung von Alley Cropping aus einzelbetrieblicher Sicht nicht rentabel ist, sondern darauf, daß die Landwirte ihre Entscheidungssituation bei Verknappung der Fläche nicht hinreichend schnell erkennen. Das ist ein Problem von Aufklärung und Beratung, möglicherweise auch der administrativen bzw. institutionellen Verknappung der verfügbaren Brachfläche durch Beschränkung der Rodung bzw. Vergabe von Nutzungstiteln und/oder der Gewährung zeitlich begrenzter finanzieller Anreize zur Einführung von Alley Cropping.

Die Rechnungen im folgenden Abschnitt zeigen, wie sich die Schnelligkeit der Einführung von Alley Cropping unter den getroffenen Annahmen auf die Wirtschaftlichkeit aus regionaler Sicht auswirkt, und daß finanzielle Anreize zur Förderung der Einführung von Alley Cropping die tatsächlich erzielte gesamtwirtschaftliche und die tatsächlich erzielte Projektrentabilität wesentlich verbessern können, weil die Rentabilitätskriterien nicht durch Transferzahlungen zur Förderung der Akzeptanz auf Produktionsebene verändert werden (vgl. die Fallbeispiele in Abschnitt 2.3.5.1.2 und Abschnitt 2.3.5.2).

### 3.3.2.3 Regionale Wirtschaftlichkeit der Einführung von Alley Cropping

Wegen der Veränderung des nutzungswürdigen Flächenumfanges und der Agrarbevölkerung und wegen des Zusammenhanges, der zwischen nutzungswürdiger Fläche, Agrarbevölkerung und der Wahl des Anbausystems besteht, sind die Wirtschaftlichkeit der Einführung von Alley Cropping aus der Sicht der Einzelbetriebe und die Wirtschaftlichkeit aus regionaler Sicht wechselseitig voneinander abhängig.

Die regionale Wirtschaftlichkeit der Einführung von Alley Cropping wird im wesentlichen durch die Akzeptanzrate bestimmt. Die Akzeptanzrate ist bei der Einführung eines Projekts nicht bekannt. Um die Wirtschaftlichkeit trotzdem abschätzen zu können, wurden folgende Annahmen getroffen:

1. In einem Zeitraum von fünf Jahren stellt ein Drittel der traditionell Wirtschaftenden ihre jeweils genutzte Fläche auf Alley Cropping um.
2. In der pessimistischen Variante stellt das Drittel der Betriebe, die infolge Bodendegradation abwandern bzw. Brachflächen in Nutzung nehmen, auf den jeweils besten Flächen um.
3. Die in einem Fünfjahreszeitraum zuwachsende Agrarbevölkerung wirtschaftet zu einem Drittel mit Alley Cropping. Dieses Drittel nimmt die jeweils besten Brachflächen in Nutzung.

Diese Akzeptanzraten gelten bei pessimistischen und optimistischen Annahmen über die Bodendegradation.

#### 3.3.2.3.1 Pessimistische Annahmen über die Bodendegradation

Die Flächennutzung entwickelt sich bei den angenommenen Akzeptanzraten wie in Tabelle 23 errechnet. Nach dem ersten Fünfjahreszeitraum wirtschaften 9.797 Arbeitskräfte auf 7.348 ha R20-Flächen mit Alley Cropping. Dies sind 2.500 Arbeitskräfte, die bereits in  $t_0$  auf R20-

Tab. 23: Entwicklung der Flächennutzung bei Einführung von Alley Cropping und pessimistischen Annahmen über die Bodendegradation

	Alley Cropping auf			traditionelle Wirt-			nutzungs- würdige Fläche	gesamt	nutzungs- würdige Fläche	Zeit in Jahren	auf Alley Cropping stellen um
	R20- Fläche	R33- Fläche	R100- Fläche	R20- Fläche	R33- Fläche	R100- Fläche					
Gesamtfläche	0	0	0	37 500	75 000	17 500	0	130 000	130 000	t <sub>0</sub>	1/3 der trad. <sup>1)</sup>
genutzte Fläche	0	0	0	7 500	25 000	17 500	0	50 000	50 000		1/3 der Abwandernden <sup>2)</sup>
Bevölkerung	AK	0	0	7 500	25 000	17 500	-	50 000	-		1/3 des Zuwachses <sup>3)</sup>
Gesamtfläche	7 348	6 250	2 188	0	95 055	10 409	8 750	130 000	121 250	t <sub>5</sub>	1/3 der trad. <sup>1)</sup>
genutzte Fläche	7 348	6 250	2 188	0	31 685	10 409	-	57 880	-		1/3 der Abwandernden <sup>2)</sup>
Bevölkerung	AK	9 797	8 333	2 917	0	31 685	10 409	63 141	-		1/3 des Zuwachses <sup>3)</sup>
Gesamtfläche	7 348	20 075	2 603	0	66 750	15 724	17 500	130 000	112 500	t <sub>10</sub>	1/3 der trad. <sup>1)</sup>
genutzte Fläche	7 348	20 075	2 603	0	22 250	15 724	-	68 000	-		1/3 der Abwandernden <sup>2)</sup>
Bevölkerung	AK	9 797	26 767	3 470	0	22 250	15 724	78 008	-		1/3 des Zuwachses <sup>3)</sup>
Gesamtfläche	7 348	30 258	6 119	0	45 877	21 239	19 159	130 000	110 841	t <sub>15</sub>	1/3 der trad. <sup>1)</sup>
genutzte Fläche	7 348	30 258	6 119	0	15 292	21 239	-	80 256	-		1/3 der Abwandernden <sup>2)</sup>
Bevölkerung	AK	9 797	40 344	8 158	0	15 292	21 239	94 830	-		1/3 des Zuwachses <sup>3)</sup>
Gesamtfläche	7 348	42 355	7 912	0	3 178	35 983	33 224	130 000	96 776	t <sub>20</sub>	1/3 der trad. <sup>1)</sup>
genutzte Fläche	7 348	42 355	7 912	0	1 059	35 983	-	94 657	-		1/3 der Abwandernden <sup>2)</sup>
Bevölkerung	AK	9 797	56 474	10 549	0	1 059	35 983	113 862	-		1/3 des Zuwachses <sup>3)</sup>
Gesamtfläche	7 348	49 797	15 114	0	0	17 343	40 398	130 000	89 602	t <sub>25</sub>	1/3 der trad. <sup>1)</sup>
genutzte Fläche	7 348	49 797	15 114	0	0	17 343	-	89 602	-		1/3 der Abwandernden <sup>2)</sup>
Bevölkerung	AK	9 797	66 396	20 152	0	0	17 343	135 394	-		1/3 des Zuwachses <sup>3)</sup>
Gesamtfläche	7 348	49 797	25 541	0	0	0	47 314 <sup>5)</sup>	130 000	82 686	t <sub>30</sub>	1/3 der trad. <sup>1)</sup>
genutzte Fläche	7 348	49 797	25 541	0	0	0	0	82 686	-		1/3 der Abwandernden <sup>2)</sup>
Bevölkerung	AK	9 797	66 396	34 054	0	0	0	159 757	-		1/3 des Zuwachses <sup>3)</sup>

1) der traditionell Wirtschaftenden auf jeweils genutzter Fläche  
 2) der infolge Bodendegradation Abwandernden auf bestmöglicher Fläche  
 3) des Zuwachses durch Bevölkerungszuwachstum auf bestmöglicher Fläche  
 4) der traditionell Wirtschaftenden ohne Abzug der Abwandernden  
 5) wurde als Restgröße bestimmt

Flächen wirtschaften, 2.917 Arbeitskräfte, deren Flächen bis t<sub>5</sub> nutzungsunwürdig werden, und 4.380 Arbeitskräfte, die bis t<sub>5</sub> zuwachsen. Ein Drittel der 25.000 Arbeitskräfte, die in t<sub>0</sub> auf R33-Flächen traditionell wirtschaften, stellt auf diesen Flächen bis t<sub>5</sub> auf Alley Cropping um. Auf den R100-Flächen stellt ein Drittel der 8.750 nicht abwandernden Arbeitskräfte um. Der Rest der in t<sub>5</sub> arbeitsfähigen Bevölkerung wirtschaftet traditionell mit möglichst langer Brache, die sich infolge des Bevölkerungszuwachses und der Bodendegradation verkürzt.

Das Anbausystem R=20, traditionelle Wirtschaftsweise auf R20-Fläche, ist bereits nach dem ersten Fünfjahreszeitraum nicht mehr möglich, weil zu wenig Brachflächen verfügbar sind. Nach 25 Jahren wird die nutzungswürdige Fläche vollständig genutzt. Die 135.394 zählende, im Regenfeldbau tätige Bevölkerung ist unterbeschäftigt. Bei Vollbeschäftigung wären nur 113.688 Arbeitskräfte notwendig. Die Unterbeschäftigung nimmt im letzten Fünfjahreszeitraum zu.

Nach 30 Jahren wird die gesamte nutzungswürdige Fläche mit Alley Cropping genutzt. Im letzten, in Tabelle 23 dargestellten Fünfjahreszeitraum ist unterstellt, daß ein Drittel der in t<sub>25</sub> traditionell Wirtschaftenden und ein Drittel des Bevölkerungszuwachses auf R100-Fläche Alley Cropping einführen, und daß die restliche, in t<sub>25</sub> traditionell bewirtschaftete R100-Fläche, das sind 6.916 ha, bis t<sub>30</sub> nutzungsunwürdig wird. Da in t<sub>20</sub> 35 983 ha R100-Fläche traditionell bewirtschaftet werden, müßten nach dem mathematischen Schema bis t<sub>30</sub> eigentlich 35 983 ha nutzungsunwürdig werden.

Das regionale Einkommen entwickelt sich bei Einführung von Alley Cropping wie in Tabelle 24 dargestellt. Es errechnet sich auf der Grundlage der in Tabelle 23 ermittelten Entwicklung der Flächennutzungen und der in Tabelle 18 angegebenen Deckungsbeiträge.

Tab. 24: Regionale Einkommensentwicklung bei Einführung von Alley Cropping und pessimistischen Annahmen über die Bodendegradation

Einkommen genutzte Fläche Arbeitskräfte Ø Flächenproduktivität Ø Arbeitsproduktivität	Zeit in Jahren						
	t <sub>0</sub>	t <sub>5</sub>	t <sub>10</sub>	t <sub>15</sub>	t <sub>20</sub>	t <sub>25</sub>	t <sub>30</sub>
Mio Rs	290	332	378	429	478	472	446
tsd ha	50	58	68	80	95	90	83
tsd AK	50	63	78	95	114	135	160
Rs/ha	5.793	5.740	5.558	5.345	5.050	5.262	5.392
Rs/AK	5.793	5.261	4.845	4.524	4.198	3.482	2.791

Tab. 26: Regionale Einkommensentwicklung bei Einführung von Alley Cropping und optimistischen Annahmen über die Bodendegradation

Einkommen genutzte Fläche Arbeitskräfte Ø Flächenproduktivität Ø Arbeitsproduktivität	Zeit in Jahren						
	t <sub>0</sub>	t <sub>5</sub>	t <sub>10</sub>	t <sub>15</sub>	t <sub>20</sub>	t <sub>25</sub>	t <sub>30</sub>
Mio Rs	290	350	403	470	530	594	660
tsd ha	50	58	68	80	95	111	130
tsd AK	50	63	78	95	114	135	160
Rs/ha	5.793	6.048	5.929	5.859	5.601	5.336	5.080
Rs/AK	5.793	5.544	5.169	4.959	4.656	4.386	4.134

Der regionale Einkommenszuwachs durch Einführung von Alley Cropping beträgt jährlich (vgl. Tabellen 20 und 24)

- 0 Mio Rs in t<sub>0</sub>,
- 48 Mio Rs in t<sub>5</sub>,
- 62 Mio Rs in t<sub>10</sub>,
- 111 Mio Rs in t<sub>15</sub>,
- 289 Mio Rs in t<sub>20</sub>,
- 472 Mio Rs in t<sub>25</sub> und
- 446 Mio Rs ab t<sub>30</sub>.

Der regionale Einkommenszuwachs akkumuliert

- bis t<sub>5</sub> auf 120 Mio Rs,
- bis t<sub>10</sub> auf 395 Mio Rs,
- bis t<sub>15</sub> auf 828 Mio Rs,
- bis t<sub>20</sub> auf 1 828 Mio Rs,
- bis t<sub>25</sub> auf 3 730 Mio Rs,
- bis t<sub>30</sub> auf 6 025 Mio Rs und
- bis t<sub>50</sub> auf 14 945 Mio Rs.

Die Tragfähigkeit bleibt ab t<sub>30</sub> konstant. Sie beträgt, gemessen an der land/man ratio, 110.247 Arbeitskräfte und, gemessen am Pro-Kopf-Einkommen, 165.141 Arbeitskräfte. Ohne Einführung von Alley Cropping ist die Tragfähigkeit nach 25 Jahren jeweils auf Null gesunken.

### 3.3.2.3.2 Optimistische Annahmen über die Bodendegradation

Die Flächennutzung entwickelt sich wie in Tabelle 25 errechnet. Da keine Flächen wegen Nutzungsunwürdigkeit ausscheiden, bleiben mehr Flächen auf höherem Fruchtbarkeitsniveau erhalten als bei pessimistischen Annahmen über die Bodendegradation. Das regionale Einkommen steigt mit zunehmender Agrarbevölkerung auf ein vergleichsweise hohes Niveau (vgl. Tabelle 26 auf der vorangehenden Seite).

Tab. 25: Entwicklung der Flächennutzung bei Einführung von Alley Cropping und optimistischen Annahmen über die Bodendegradation

	Alley Cropping auf			traditionelle Wirt-			Gesamt	Zeit in Jahren	auf Alley Cropping stellen um
	R20- Fläche	R33- Fläche	R100- Fläche	R20- Fläche	R33- Fläche	R100- Fläche			
Gesamtfläche	ha	0	0	37 500	75 000	17 500	130 000	$t_0$	
genutzte Fläche	ha	0	0	7 500	25 000	17 500	50 000		1/3 der trad. <sup>2)</sup>
Bevölkerung	AK	0	0	7 500	25 000	17 500	50 000		1/3 des Zuwachses <sup>3)</sup>
Gesamtfläche	ha	5 160	6 250	28 160	74 388	11 667 <sup>1)</sup>	130 000	$t_5$	
genutzte Fläche	ha	5 160	6 250	5 632	24 796	11 667 <sup>1)</sup>	57 880		1/3 der trad. <sup>2)</sup>
Bevölkerung	AK	6 880	8 333	5 632	24 796	11 667	63 141		1/3 des Zuwachses <sup>3)</sup>
Gesamtfläche	ha	10 285	12 449	4 012	88 184	7 778 <sup>1)</sup>	130 000	$t_{10}$	
genutzte Fläche	ha	10 285	12 449	802	29 395	7 778 <sup>1)</sup>	68 001		1/3 der trad. <sup>2)</sup>
Bevölkerung	AK	13 713	16 598	802	29 395	7 778	78 008		1/3 des Zuwachses <sup>3)</sup>
Gesamtfläche	ha	13 294	21 194	0	74 616	11 660	130 000	$t_{15}$	
genutzte Fläche	ha	13 294	21 194	0	24 872	11 660	80 256		1/3 der trad. <sup>2)</sup>
Bevölkerung	AK	17 725	28 258	0	24 872	11 660	94 830		1/3 des Zuwachses <sup>3)</sup>
Gesamtfläche	ha	13 294	32 170	0	53 014	19 371	130 000	$t_{20}$	
genutzte Fläche	ha	13 294	32 170	0	17 671	19 371	94 657		1/3 der trad. <sup>2)</sup>
Bevölkerung	AK	17 725	42 893	0	17 671	19 371	113 862		1/3 des Zuwachses <sup>3)</sup>
Gesamtfläche	ha	13 294	41 971	0	28 038	29 703	130 000	$t_{25}$	
genutzte Fläche	ha	13 294	41 971	0	9 346	29 703	111 308		1/3 der trad. <sup>2)</sup>
Bevölkerung	AK	17 725	55 961	0	9 346	29 703	135 394		1/3 des Zuwachses <sup>3)</sup>
Gesamtfläche	ha	13 294	50 398	0	0	41 888	130 000	$t_{30}$	
genutzte Fläche	ha	13 294	50 398	0	0	41 888	130 000		1/3 der trad. <sup>2)</sup>
Bevölkerung	AK	17 725	67 197	0	0	41 888	159 757		1/3 des Zuwachses <sup>3)</sup>

(davon 159 370 voll beschäftigt)

1) freierwende R100-Fläche wandert in höhere Ertragsklasse  
 2) der traditionell wirtschaftenden auf jeweils genutzter Fläche  
 3) des Zuwachses durch Bevölkerungswachstum auf bestmöglicher Fläche

Der regionale Einkommenszuwachs durch Einführung von Alley Cropping beträgt jährlich (vgl. Tabelle 26 und Tabelle V.2 in Anhang V):

- 0 Mio Rs in  $t_0$ ,
- 58 Mio Rs in  $t_5$ ,
- 70 Mio Rs in  $t_{10}$ ,
- 92 Mio Rs in  $t_{15}$ ,
- 100 Mio Rs in  $t_{20}$ ,
- 120 Mio Rs in  $t_{25}$  und
- 186 Mio Rs ab  $t_{30}$ .

Der regionale Einkommenszuwachs akkumuliert

- bis  $t_5$  auf 145 Mio Rs,
- bis  $t_{10}$  auf 465 Mio Rs,
- bis  $t_{15}$  auf 870 Mio Rs,
- bis  $t_{20}$  auf 1 350 Mio Rs,
- bis  $t_{25}$  auf 1 900 Mio Rs,
- bis  $t_{30}$  auf 2 665 Mio Rs und
- bis  $t_{50}$  auf 6 385 Mio Rs.

Die Tragfähigkeit, gemessen an der land/man ratio, bleibt konstant. Sie beträgt in  $t_{30}$  159.370 Arbeitskräfte, wenn keine weiteren Flächen auf Alley Cropping umgestellt werden, und 173.333 Arbeitskräfte, wenn die Flächen, die in  $t_{30}$  traditionell bewirtschaftet werden, auch noch auf Alley Cropping umgestellt werden. Die Tragfähigkeit, gemessen am Pro-Kopf-Einkommen, liegt in  $t_{30}$  bei 244.606 Arbeitskräften. Sie sinkt geringfügig auf 243.908 Arbeitskräfte, wenn nach  $t_{30}$  sämtliche Flächen auf Alley Cropping umgestellt sind. Sie wird jeweils in knapp 44 Jahren ausgeschöpft.

Ohne Einführung von Alley Cropping wird die Tragfähigkeit, gemessen an der land/man ratio, mit 130.000 Arbeitskräften nach rund 24 Jahren ausgeschöpft und, gemessen am Pro-Kopf-Einkommen, mit 175.500 Arbeitskräften nach rund 33 Jahren.

### 3.3.2.3.3 Erhöhung der Akzeptanzraten

Die Erhöhung der Akzeptanzraten beschleunigt die Einführung von Alley Cropping. Der regionale Einkommenszuwachs und die Tragfähigkeit steigen. Infolgedessen können höhere Kosten zur Förderung der Akzeptanz getragen werden.

Folgende Simulationen mit erhöhten Akzeptanzraten wurden gerechnet:

1. Steigende Akzeptanzraten bei pessimistischen Annahmen über die Bodendegradation. Die Akzeptanzrate wird wie folgt gesteigert:

Zeitraum	----- Akzeptanzrate bei -----		
	traditionell Wirtschaftenden	Abwandernden	Zuwachsenden
t <sub>0</sub> bis t <sub>5</sub>	1/3	1/3	1/3
t <sub>5</sub> bis t <sub>10</sub>	1/2	1/2	2/3
t <sub>10</sub> bis t <sub>15</sub>	1/1	1/1	1/1
ab t <sub>15</sub>	-	-	1/1

Aufgrund dieser Akzeptanzraten wird ab dem 15. Jahr nur noch mit Alley Cropping gewirtschaftet. Im 15. Jahr liegen traditionell genutzte R33- und R100-Flächen brach. Da sich zumindest ein Teil dieser Flächen regenerieren kann, ist unterstellt, daß die zuwachsende Bevölkerung die R33-Brachen mit Alley Cropping wie R20-Flächen in Nutzung nimmt, und daß die R100-Brachen nutzungsunwürdig sind. Die Entwicklung der Flächennutzung und die regionale Einkommensentwicklung sind in Anhang V in den Tabellen V.3 und V.4 dargestellt.

2. Ad hoc Akzeptanz bei Nutzung der besten Flächen und optimistischen Annahmen über die Bodendegradation. Alle Betriebe stellen sofort auf Alley Cropping um. Es werden die bestmöglichen Flächen genutzt. Infolge der Abnahme der land/man ratio durch die sofortige Einführung von Alley Cropping steigt der Anteil der Brachfläche in t<sub>0</sub> von

80.000 ha auf 92.500 ha. Es wird unterstellt, daß sich sämtliche Flächen vollständig auf das Niveau von R20-Flächen regenerieren können, bis sie von der wachsenden Agrarbevölkerung in Nutzung genommen werden. Die Entwicklung der Flächennutzung und die regionale Einkommensentwicklung sind in Anhang V in den Tabellen V.5 und V.6 dargestellt.

Das regionale Einkommen steigt bei Erhöhung der Akzeptanzrate zum Teil schneller und zum Teil langsamer als bei konstanten Akzeptanzraten von einem Drittel, insgesamt aber auf ein höheres Niveau. Tabelle 27 zeigt, daß die steigenden Akzeptanzraten bei pessimistischen Annahmen über die Bodendegradation ein nachhaltiges Einkommensniveau in Höhe von 842 Mio Rs ermöglichen, während das regionale Einkommen bei konstanten Akzeptanzraten von einem Drittel im Fall pessimistischer Annahmen über die Bodendegradation nur auf ein maximales nachhaltiges Niveau von 446 Mio Rs steigt.

Die ad hoc Akzeptanz von Alley Cropping führt in Verbindung mit optimistischen Annahmen über die Bodendegradation zur höchstmöglichen Einkommensentwicklung. Niedrigere Akzeptanzraten von Alley Cropping verschlechtern die regionale Einkommensentwicklung in Richtung der Varianten ohne Alley Cropping.

Der regionale Einkommenszuwachs durch die Einführung von Alley Cropping ist in Tabelle 28 dargestellt. Mit Ausnahme der ad hoc Einführung von Alley Cropping entwickelt sich der regionale Einkommenszuwachs bis zum Jahr t<sub>15</sub> relativ unabhängig von der Akzeptanzrate. Je schneller Alley Cropping akzeptiert wird, um so höher ist der nachhaltige jährliche Zuwachs regionaler Einkommen. Der akkumulierte regionale Einkommenszuwachs unterscheidet sich daher mit einer Verlängerung der Betrachtungsperiode zunehmend zwischen den Varianten mit unterschiedlichen Akzeptanzraten.



Tab. 27: Regionale Einkommensentwicklung in den simulierten Varianten

- Mio Rs -

Annahmen über die Bodendegradation	Akzeptanzrate der Einführung von Alley Cropping	Zeit in Jahren					nachhaltiges Niveau	erstmalig erreicht in
		t <sub>0</sub>	t <sub>5</sub>	t <sub>10</sub>	t <sub>15</sub>	...		
pessimistisch	Null	290	284	316	318	...	0	t <sub>25</sub>
pessimistisch	1/3	290	332	378	429	...	446	t <sub>30</sub>
pessimistisch	1/3 1/2 1/1	290	332	387	425	...	842	t <sub>27,58</sub>
optimistisch	Null	290	292	333	378	...	474	t <sub>23,804</sub>
optimistisch	1/3	290	350	403	470	...	660	t <sub>30</sub>
optimistisch	ad hoc	395	499	616	749	...	1 369	t <sub>52,54</sub>

Tab. 28: Jährlicher Zuwachs regionaler Einkommen durch Einführung von Alley Cropping

- Mio Rs -

Annahmen über die Bodendegradation	Akzeptanzrate der Einführung von Alley Cropping	Zeit in Jahren					nachhaltiger Zuwachs	gültig ab
		t <sub>0</sub>	t <sub>5</sub>	t <sub>10</sub>	t <sub>15</sub>	...		
pessimistisch	1/3	0	48	62	111	...	446	t <sub>30</sub>
pessimistisch	1/3 1/2 1/1	0	48	71	107	...	842	t <sub>27,58</sub>
optimistisch	1/3	0	58	70	92	...	186	t <sub>30</sub>
optimistisch	ad hoc	105	207	283	371	...	895	t <sub>32,54</sub>

Die Tragfähigkeit steigt entsprechend den Einkommenszuwächsen im Gefolge höherer Akzeptanz von Alley Cropping. Tabelle 29 zeigt die nachhaltige Tragfähigkeit und den Zeitpunkt, ab dem sie in den simulierten Varianten ausgeschöpft ist.

Gemessen an der land/man ratio schwankt die nachhaltige Tragfähigkeit zwischen 0 Arbeitskräften im ungünstigsten Fall ohne Akzeptanz und 173.333 Arbeitskräften (AK) im bestmöglichen Fall der ad hoc Akzeptanz. Gemessen am Pro-Kopf-Einkommen an der Existenzschwelle von 2.700 RS/AK schwankt die nachhaltige Tragfähigkeit zwischen 0 und 506.903 Arbeitskräften.

Tab. 29: Nachhaltige Tragfähigkeit in den simulierten Varianten

Annahmen über die Bodendegradation	Akzeptanzrate der Einführung von Alley Cropping	Nachhaltige Tragfähigkeit			
		gemessen an der land/man ratio		gemessen am Pro-Kopf-Einkommen	
		AK	ausgeschöpft ab	AK	ausgeschöpft ab
pessimistisch	Null	0	t <sub>25</sub>	0	t <sub>25</sub>
pessimistisch	1/3	110 247	t <sub>30</sub>	165 141	t <sub>31,0264</sub>
pessimistisch	1/3 1/2 1/1	147 589	t <sub>27,58</sub>	311 741	t <sub>52,0706</sub>
optimistisch	Null	130 000	t <sub>23,804</sub>	175 500	t <sub>32,9309</sub>
optimistisch	1/3	159 370	t <sub>30</sub>	244 606	t <sub>43,7568</sub>
optimistisch	ad hoc	173 333	t <sub>32,54</sub>	506 903	t <sub>69,5439</sub>

### 3.3.2.3.4 Tragbare Kosten zur Förderung der Akzeptanz

Die Kosten, die zur Förderung der Akzeptanz auf Produktionsebene wirtschaftlich tragbar sind, hängen lediglich von den "allgemeinen" Projektkosten ab, die für Beratung, die Anlage von Versuchen und Demonstrationsfeldern, die Abwicklung etc. entstehen, weil die Höhe von

akzeptanzfördernden Transferzahlungen an die Betriebe und Haushalte keinen Einfluß auf die gesamtwirtschaftliche und die Projektrentabilität hat (vgl. die Fallbeispiele in Abschnitt 2.3.5.1.2 und Abschnitt 2.3.5.2). Die maximale Höhe der tragbaren Kosten orientiert sich an den ermittelten Einkommenszuwächsen, die durch die Einführung von Alley Cropping erzielt werden, und ihrer zeitlichen Bewertung. Bei Verwendung einer ökologisch orientierten Zeitpräferenzrate von Null können die akkumulierten, jährlich tragbaren Kosten direkt mit den akkumulierten jährlichen Einkommenszuwächsen verglichen werden.

Die Erhöhung der Tragfähigkeit ist ein Wert, der zusätzliche Kosten zur Einführung von Alley Cropping rechtfertigt. Da sich Tragfähigkeit nicht in Geld messen läßt, folgt der Wert der erhöhten Tragfähigkeit einer subjektiven Einschätzung. Diese hängt u.a. von der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung im Verhältnis zum Bevölkerungswachstum ab. Nimmt die gesamtwirtschaftliche Entwicklung schneller zu als die Bevölkerung, so sinkt der Wert der Tragfähigkeit des Agrarsektors bei schneller steigendem Angebot von Arbeitsplätzen in anderen Regionen und Wirtschaftszweigen. Nimmt das Arbeitsplatzangebot in anderen Regionen und Wirtschaftszweigen langsamer zu als die arbeitsfähige Bevölkerung, so steigt der Wert der regionalen Tragfähigkeit des Agrarsektors.

Der Wert der Erosionsminderung, der sich lediglich physisch abschätzen läßt, erhöht den Spielraum für die tragbaren "allgemeinen" Projektkosten weiter. Tabelle 30 zeigt, wie sich die Erosion auf den genutzten Regenfeldbauflächen der Projektregion entwickelt (vgl. auch Tabelle 18). Das nachhaltige Erosionsniveau wird bei pessimistischen Annahmen über die Bodendegradation durch den nachhaltigen Umfang nutzungswürdiger Fläche wesentlich mitbestimmt. Bei 130 000 ha nutzungswürdiger Regenfeldbaufläche kann das nachhaltige Erosionsniveau auf minimal 260 tsd. Tonnen gesenkt werden. Es liegt damit unter den Erosionsniveaus, die sich bei kleinerer genutzter Fläche in den Varianten mit pessimistischen Annahmen und irreversibler Bodendegradation nachhaltig einstellen.

Tab. 30: Entwicklung der regionalen Erosion auf den genutzten Flächen der simulierten Varianten  
- tsd t -

Annahmen über die Bodendegradation	Akzeptanzrate der Einführung von Alley Cropping	Zeit in Jahren					nachhaltiges Niveau	erstmalig erreicht in	bei einer nutzungswürdigen Fläche von ... ha
		t <sub>0</sub>	t <sub>5</sub>	t <sub>10</sub>	t <sub>15</sub>	...			
pessimistisch	Null	585	875	1 249	1 569	...	0	t <sub>25</sub>	0
pessimistisch	1/3	585	519	574	662	...	317	t <sub>30</sub>	82 686
pessimistisch	1/3 1/2 1/1	585	519	372	216	...	295	t <sub>27,58</sub>	110 692
optimistisch	Null	585	836	1 170	1 549	...	2 340	t <sub>23,804</sub>	130 000
optimistisch	1/3	585	522	511	579	...	1 078	t <sub>30</sub>	130 000
optimistisch	ad hoc	75	95	117	142	...	260	t <sub>32,54</sub>	130 000

Summa summarum zeigen die Ergebnisse des dynamischen Evaluierungsmodells mit der Projektregion als Bezugsbasis, daß die Einführung von Alley Cropping die ökonomischen und die ökologischen Leistungskriterien der Landschaft in der Projektregion deutlich verbessert. Daher sollte das mögliche getan werden, um die Akzeptanz des Alley Cropping in Betrieben und Haushalten auf ein Maximum zu erhöhen. Da Transferzahlungen zur Erhöhung der Akzeptanz auf Produktionsebene keinen Einfluß auf die gesamtwirtschaftliche und die Projektrentabilität haben, sie aber das Tempo der Einführung des Alley Cropping erheblich beeinflussen und damit infolge der vom Einführungstempo abhängigen Bodendegradation den nachhaltigen Einkommenszuwachs bestimmen, hängen die erzielte gesamtwirtschaftliche und die erzielte Projektrentabilität von den kurzfristigen Budgetanstrengungen in öffentlichen Haushalten ab.

Ob die notwendigen Budgetanstrengungen politisch-gesellschaftliche Akzeptanz finden, entscheidet daher ausschließlich über die erzielte gesamtwirtschaftliche und die erzielte Projektrentabilität. Ist die politisch-gesellschaftliche Akzeptanz gering, sind auch die erzielbare gesamtwirtschaftliche und die erzielbare Projektrentabilität gering - ein Teufelskreis, der deshalb besonders schwer zu durchbrechen ist, weil die "allgemeinen" Projektkosten und die Transferzahlungen zwar die öffentlichen Haushalte belasten, die erzielte gesamtwirtschaftliche und die Projektrentabilität aber nur von den "allgemeinen" Projektkosten abhängen. Allein für letztere können aber bereits aus wirtschaftlicher Sicht beträchtliche Summen aufgewandt werden, wie Tabelle 28 zeigt. Dies gilt besonders dann, wenn mit der ökologisch orientierten Zeitpräferenzrate von Null gerechnet wird.

### 3.3.3 Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Im Projekt "Conservation Farming Sri Lanka" besteht aus folgenden Gründen ein direkter Zusammenhang zwischen künftiger und gegenwärtiger Landnutzung:

- a) Die gegenwärtige Landnutzung ist nicht stabil. Sie führt entweder zum Absinken der Erträge auf ein sehr niedriges Niveau oder bei pessimistischen - vermutlich aber realistischen - Annahmen über die Bodendegradation zur allmählichen Aufgabe der Landnutzung. Die Zerstörung der Bodenfruchtbarkeit wird als irreversibel betrachtet.
- b) Das Bevölkerungswachstum setzt sich fort. Die Anbaufläche wird daher nicht nur knapp, weil die nutzbare bzw. nutzungswürdige Fläche im Gefolge der unter a) genannten Wirkungen kleiner wird, sondern weil der Umfang der genutzten Fläche im Gefolge des Bevölkerungswachstums zunimmt und der Umfang der Brachfläche abnimmt. Weil Brachfläche im herrschenden Anbausystem die Aufgabe hat, die durch Bodennutzung "verbrauchte" Bodenfruchtbarkeit zu regenerieren, beschleunigt sich die Instabilität. Dieser Prozeß ist im Projekt "Landwirtschaftliche Beratung Nyabisindu/Ruanda" nahezu vollständig abgeschlossen. Dort herrscht im Prinzip permanente Landnutzung, so daß sich die Ergebnisse der einzelbetrieblichen Bewertung - dem Gewicht der repräsentativen Betriebe entsprechend - zum Ergebnis der Projektregion und damit zum gesamtwirtschaftlichen und zum Projekterfolg hochrechnen lassen.

Unter den Umständen, die etwa für das Projekt "Conservation Farming Sri Lanka" gelten, läßt sich ein Projekt, das auf Stabilisierung der Bodenfruchtbarkeit gerichtet ist, nur im Rahmen einer dynamischen Regionalbetrachtung evaluieren.

Die zur dynamischen Evaluierung notwendigen Daten sind im Projekt "Conservation Farming Sri Lanka" nur zum Teil vorhanden. Fehlende Daten

werden daher durch freihändige Schätzungen ersetzt. Ein besonders gravierender Mangel besteht darin, daß in den Projektunterlagen keinerlei Hinweise auf den Ertragsverlauf mit und ohne die Projektmaßnahme Alley Cropping vorhanden sind. Das macht eine sachgerechte, ökonomische Evaluierung des Projekterfolges praktisch unmöglich. Selbst bei einer Beschränkung auf die Einzelbetriebe und der Vernachlässigung der Interdependenzen, die etwa zwischen Betrieben, Projektregion, Bevölkerungswachstum und Produktionsperioden bestehen, ist eine Evaluierung nicht möglich. Daher wird vom Projekt "Conservation Farming Sri Lanka" abstrahiert und ein Modellprojekt gebildet.

Die dynamische Evaluierung über die Bildung von Regionalmodellen mit sich selbst verstärkenden Rückkopplungsprozessen unterscheidet sich grundsätzlich nicht von der einzelbetrieblichen, im Prinzip statischen Evaluierung ohne regionale Rückkopplung. Folgende Rechenschritte sind erforderlich:

- 1) Darstellung der Entwicklung ohne Projektmaßnahme.
- 2) Darstellung der Entwicklung mit Projektmaßnahme.
- 3) Mit/ohne Vergleich der beiden Entwicklungen, insbesondere von Einkommen, Tragfähigkeit und Erosion.

Die Rechenschritte unter 1) und 2) sind wegen der Berücksichtigung der horizontalen und vertikalen Interdependenzen bei der regional-dynamischen Evaluierung jedoch wesentlich aufwendiger als bei der einzelbetrieblich-statischen Evaluierung.

Die Anwendung regional-dynamischer Evaluierungsmodelle kann im Prinzip wie folgt vereinfacht werden:

- a) Ersatz der diskontinuierlich dynamischen Betrachtung durch eine komparativ statische Analyse, bei der kausal unverbundene Zustände zu bestimmten Zeitpunkten, etwa am Anfang und am Ende - gegebenenfalls in der Mitte - einer Betrachtungsperiode miteinander verglichen werden.

- b) Die Abbildung der regional-dynamischen Zusammenhänge in einem universellen Rechenprogramm, das in allen Projekten mit vergleichbarer Struktur anwendbar ist, wenn die "Kerndaten" vorhanden sind. Das sind in Projekten mit Umweltwirkungen der hier behandelten Art vor allem Daten über die Beziehungen zwischen Erträgen und Produktionsrichtung bei unterschiedlichem Brache-Anbauverhältnis.

Fehlende und unsichere Daten können in gewissen Grenzen ausgeglichen werden, weil die Simulation von Datenszenarios mit einem universellen Computermodell ohne großen Aufwand möglich ist. Die Simulation ist zwar kein Ersatz für fehlende und unsichere Daten, sie gestattet es jedoch, in Sensitivitäts- und Stabilitätsanalysen die Größenordnungen von Beurteilungskriterien abzustecken.

Die Simulation mit einem Computermodell hat darüberhinaus den Vorteil, daß sich die Wirkungen unterschiedlicher Akzeptanzraten ohne großen Aufwand ermitteln lassen. Auf diese Weise gewinnt man Vorstellungen über die Größenordnung der in Abhängigkeit der Akzeptanzrate erzielbaren gesamtwirtschaftlichen und Projektrentabilität, aufgrund derer sich Transferzahlungen zur Erhöhung und Beschleunigung der Akzeptanz auf Produktionsebene in Betrieben und Haushalten begründen lassen.

Die Erstellung des universell einsetzbaren Computermodells erfordert einen hohen, aber einmaligen Arbeitsaufwand, der sich nur dann lohnt, wenn die für seine Anwendung erforderlichen Kern-daten in Projekten mit Umweltwirkungen der hier behandelten Art verfügbar sind. Das trifft im Prinzip auch für die Erstellung ähnlicher Computermodelle zu, mit denen sich Projekte universell untersuchen lassen, die Umweltwirkungen mit ähnlichen regional-dynamischen Rückkopplungen haben, wie etwa die Stabilisierung von Weidesystemen, die infolge steigenden Weidebesatzes irreversibel zu kollabieren drohen, oder die Stabilisierung von Bewässerungssystemen, die infolge Wasserverknappung irreversibel zusammenzuberechnen drohen.

Das Modellprojekt zeigt die Bedeutung der regional-dynamischen Betrachtungsweise, bei der die herrschenden, vertikalen und horizontalen Interdependenzen berücksichtigt werden. Während aus einzelbetrieblicher, im Prinzip statischer Sicht die Einführung von Alley Cropping nicht rentabel scheint, zeigt die regional-dynamische Betrachtung, daß die Rentabilität aus regionaler und gesamtwirtschaftlicher Sicht kaum unterschätzt werden kann. Das gilt im Beispiel schon dann, wenn man nur Einkommen und Tragfähigkeit berücksichtigt und die aus der Verminderung der Erosion resultierenden off site Effekte unberücksichtigt läßt.

#### 4 Schlußfolgerungen für die Projektevaluierung und die technische und finanzielle Zusammenarbeit

Umweltverträglichkeit und Belange des Ressourcenschutzes finden in der technischen und finanziellen Zusammenarbeit nur dann hinreichend Berücksichtigung, wenn sie möglichst früh in den Planungsprozeß integriert sind. Die Schnittstellen zur Integration ökologischer Belange in den Projektzyklus zeigt Abbildung 16. Das dargestellte Schema des Planungs- und Durchführungsprozesses wurde nach einer Vorlage der "Asian Development Bank" (ADB 1988, S.14) konzipiert. Die Weltbank und andere Entwicklungsorganisationen gehen unabhängig von der besonderen Berücksichtigung ökologischer Belange nach der gleichen Grundstruktur vor (vgl. Gittinger 1982, S.21ff).

Für die Berücksichtigung von ökologischen Belangen empfiehlt sich eine Einordnung der Projekte in Kategorien unterschiedlicher Beziehungen zwischen Projekt und Umwelt. Folgende Kategorien lassen sich unterscheiden (vgl. ADB 1988, S.5f):

- 1) Projekte ohne bedeutsame Umweltwirkungen.
- 2) Projekte mit einfachen negativen Umweltwirkungen ohne Rückkopplungseffekte auf das Projekt. Es handelt sich - wie im industriellen Bereich - um einseitige negative Umweltwirkungen, die keine Rückwirkungen auf die Projektziele und die mit ihnen verbundenen Objekte haben.

Im landwirtschaftlichen Bereich gehören dazu agrarindustrielle Projekte, wie Maststationen, Fischfarmen etc. Die negativen Umweltwirkungen lassen sich im allgemeinen durch die Beachtung bestimmter technischer Normen vermeiden. Ihre Beachtung kann dem Projekt zur Auflage gemacht werden. Sie finden dann in den Kosten Berücksichtigung. Es bedarf jedoch keiner speziellen umweltorientierten Planung. Die Prüfung auf Umweltverträglichkeit beschränkt sich auf die Prüfung der Beachtung der technischen Normen.

Das Modellprojekt zeigt die Bedeutung der regional-dynamischen Betrachtungsweise, bei der die herrschenden, vertikalen und horizontalen Interdependenzen berücksichtigt werden. Während aus einzelbetrieblicher, im Prinzip statischer Sicht die Einführung von Alley Cropping nicht rentabel scheint, zeigt die regional-dynamische Betrachtung, daß die Rentabilität aus regionaler und gesamtwirtschaftlicher Sicht kaum unterschätzt werden kann. Das gilt im Beispiel schon dann, wenn man nur Einkommen und Tragfähigkeit berücksichtigt und die aus der Verminderung der Erosion resultierenden off site Effekte unberücksichtigt läßt.

#### 4 Schlußfolgerungen für die Projektevaluierung und die technische und finanzielle Zusammenarbeit

Umweltverträglichkeit und Belange des Ressourcenschutzes finden in der technischen und finanziellen Zusammenarbeit nur dann hinreichend Berücksichtigung, wenn sie möglichst früh in den Planungsprozeß integriert sind. Die Schnittstellen zur Integration ökologischer Belange in den Projektzyklus zeigt Abbildung 16. Das dargestellte Schema des Planungs- und Durchführungsprozesses wurde nach einer Vorlage der "Asian Development Bank" (ADB 1988, S.14) konzipiert. Die Weltbank und andere Entwicklungsorganisationen gehen unabhängig von der besonderen Berücksichtigung ökologischer Belange nach der gleichen Grundstruktur vor (vgl. Gittinger 1982, S.21ff).

Für die Berücksichtigung von ökologischen Belangen empfiehlt sich eine Einordnung der Projekte in Kategorien unterschiedlicher Beziehungen zwischen Projekt und Umwelt. Folgende Kategorien lassen sich unterscheiden (vgl. ADB 1988, S.5f):

- 1) Projekte ohne bedeutsame Umweltwirkungen.
- 2) Projekte mit einfachen negativen Umweltwirkungen ohne Rückkopplungseffekte auf das Projekt. Es handelt sich - wie im industriellen Bereich - um einseitige negative Umweltwirkungen, die keine Rückwirkungen auf die Projektziele und die mit ihnen verbundenen Objekte haben.

Im landwirtschaftlichen Bereich gehören dazu agrarindustrielle Projekte, wie Maststationen, Fischfarmen etc. Die negativen Umweltwirkungen lassen sich im allgemeinen durch die Beachtung bestimmter technischer Normen vermeiden. Ihre Beachtung kann dem Projekt zur Auflage gemacht werden. Sie finden dann in den Kosten Berücksichtigung. Es bedarf jedoch keiner speziellen umweltorientierten Planung. Die Prüfung auf Umweltverträglichkeit beschränkt sich auf die Prüfung der Beachtung der technischen Normen.

3) Projekte mit komplexen Umweltbeziehungen. Das "Oberziel" des Projektes ist zwar nicht explizit die Verbesserung der Umweltbedingungen sondern etwa die Erhöhung der Flächen- und Arbeitsproduktivität in der landwirtschaftlichen Produktion, diese Ziele sind jedoch durch einen Komplex interdependenter Beziehungen miteinander und mit der Umwelt verbunden. Zu den Projekten dieser Art gehören Projekte im Regenfeldbau, die sich auf die Erhaltung oder Veränderung der Bodenfruchtbarkeit auswirken - etwa durch Erosion, durch einseitige statt vielseitige Fruchtfolgen oder durch Verkürzung der Brache.

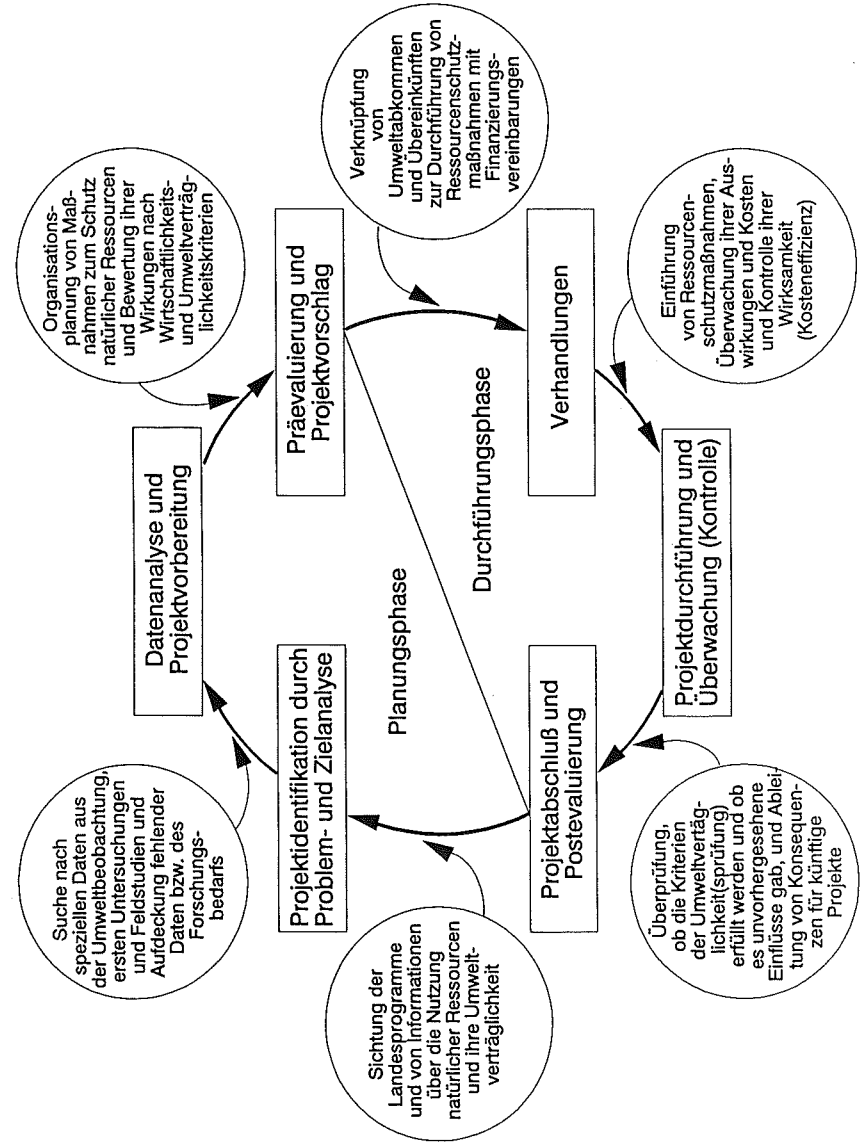
Landentwicklungs-, Siedlungs- und Bodenverbesserungsprojekte etwa durch Entwässerung oder Bewässerung haben in der Regel auch komplexe Umweltwirkungen.

4) Umweltorientierte Projekte, deren Ziel die Beseitigung bereits eingetretener Umweltschäden ist. Hierzu gehören u.a. Projekte zur Sanierung von Erosions- und Überweidungsschäden. Auch hier sind in der Regel komplexe Umweltwirkungen zu berücksichtigen.

Die Kategorisierung der Projekte ist bereits im Stadium der Projektidentifikation vorzunehmen. Dabei werden die in Abschnitt 2.1 diskutierten Methoden der qualitativen Bewertung prinzipieller Zusammenhänge angewandt. Beratungsvorhaben der Standortgerechten Landnutzung in bäuerlichen Familienbetrieben und damit die Projekte mit Umweltwirkungen der hier behandelten Art sind in der Regel der dritten Projektkategorie zuzuordnen.

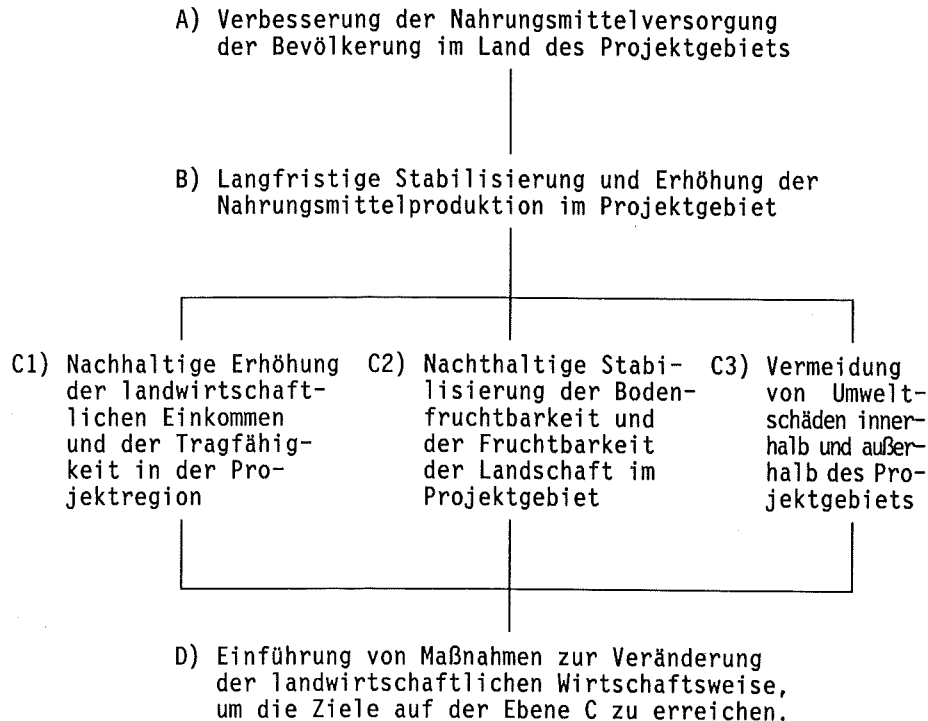
Die komplexen Umweltbeziehungen lassen sich jedoch nicht in jedem Stadium des mehrstufigen Evaluierungsprozesses in die im Projektzyklus geforderte Projektbeurteilung einbeziehen (vgl. Abbildung 16). Dies auf jeder Stufe zu leisten, ist aber auch nicht notwendig. Entscheidend ist, daß die Kriterien zur quantitativen Messung physischer Zustände und Zusammenhänge nach den Notwendigkeiten des Schutzes natürlicher Ressourcen aber auch nach den Möglichkeiten eines Projekts flexibel

Abb. 16: Schnittstellen zur Integration ökologischer Belange in den Projektzyklus



kombiniert werden (vgl. Abschnitt 2.2.3). Durch die systematische Aufbereitung und Analyse vorhandener Daten wird deutlich, wo umweltstabilisierende Maßnahmen notwendig und gerechtfertigt erscheinen, und wo zusätzliche Untersuchungen zur Konzeption von Ressourcenschutzmaßnahmen notwendig sind. Die ökonomische Bewertung (vgl. Abschnitt 2.3) der aufgrund physischer Kriterien als notwendig erachteten Ressourcenschutzmaßnahmen schließt die Planungsphase des Projektzyklus mit der Präevaluierung ab.

In allen Stadien der Planungsphase, aber insbesondere im Stadium der Projektidentifikation und der Präevaluierung ist die Zielfestlegung von besonderer Bedeutung. In Projekten mit Umweltwirkungen der hier behandelten Art könnten die Ziele etwa nach folgender Zielhierarchie festgelegt werden:



Um Projekte der hier behandelten Art auf diese Ziele auszurichten, sind folgende Datenanalysen notwendig:

- 1) Analyse allgemeiner Daten über die Projektregion, die für das Projekt von Belang sind, etwa Daten über die Bevölkerung, die Bevölkerungsdichte und das Bevölkerungswachstum, jeweils untergliedert nach Agrar- und nichtlandwirtschaftlicher Bevölkerung.
- 2) Analyse der Systeme landwirtschaftlicher Boden- und Flächennutzung etwa nach verfügbarer landwirtschaftlich nutzbarer Fläche, landwirtschaftlich genutzter Fläche, Brachefläche und Flächen der angebauten Kulturen.
- 3) Analyse der Betriebssysteme etwa nach der Zahl und Struktur der Betriebe, ihrer Flächennutzung und Fruchtfolge, den erzielten Erträgen und ihrer Stabilität, den Betriebseinkommen etc. und Auswahl repräsentativer Betriebe zur detaillierten Analyse der betrieblichen Produktions- und Einkommensverhältnisse (vgl. Abschnitt 3.2).
- 4) Analyse der Umweltwirkungen differenziert nach
  - a) gegenwärtiger Nutzung und
  - b) der Nutzung nach Einführung von Projektmaßnahmen
 in zwei Schritten:
  - I) Qualitative Bewertung prinzipieller Zusammenhänge (vgl. Abschnitt 2.1) und
  - II) quantitative Messung der in I) identifizierten wichtigsten Wirkungen auf physische Zustände und Zusammenhänge (vgl. Abschnitt 2.2).



Die in der Präevaluierung durchgeführte ökonomische Bewertung (vgl. Abschnitt 2.3) von Projektmaßnahmen im mit/ohne Vergleich stützt sich auf die Datenanalysen. Die Evaluierung findet in statischen und dynamischen Denk- und Rechenmodellen statt. Die Anwendung von Evaluierungsmodellen ist beispielhaft in Abschnitt 3 dargestellt. Die Evaluierung erfolgt in einem dreistufigen Prozeß:

1. Wahl des Evaluierungsmodells,
2. Evaluierung bzw. Ermittlung der Wirtschaftlichkeit im mit/ohne Vergleich der Projektmaßnahme und
3. Prüfung des Einflusses der Akzeptanz auf die erzielbare Wirtschaftlichkeit.

Am Ende der Präevaluierung steht fest, welche Ressourcenschutzmaßnahmen zur Durchführung empfohlen werden können und wie ihre Durchsetzung prinzipiell gefördert werden sollte. Akzeptanzfragen auf der Produktionsebene in Betrieben und Haushalten und auf politisch-gesellschaftlicher Ebene spielen dabei eine besondere Rolle (vgl. Abschnitt 2.3.5). Die Besonderheit von Projekten zur Einführung von Ressourcenschutzmaßnahmen besteht darin, daß Transferzahlungen an die betroffenen Betriebe und Haushalte häufig erst eine Einführung der Ressourcenschutzmaßnahmen aus einzelbetrieblicher Sicht wirtschaftlich erscheinen lassen.

Transferzahlungen zur Förderung der Akzeptanz in Betrieben und Haushalten nehmen zwar keinen Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit eines Projekts aus gesamtwirtschaftlicher Sicht, sie beeinflussen aber die tatsächlich erzielte gesamtwirtschaftliche und Projektrentabilität. Obwohl Förderungsprämien an betroffene Betriebe und Haushalte die politisch-gesellschaftliche Akzeptanz eines Projekts schmälern, sollte auf sie aber insbesondere während der Einführungsphase von umweltstabilisierenden Neuerungen nicht verzichtet werden, wenn dadurch die tatsächlich erzielte gesamtwirtschaftliche und Projektrentabilität entscheidend gesteigert werden können (vgl. Abschnitt 3.3.2.3.4).

Die Gewährung von Transferzahlungen hat für die Abwicklung der Durchführungsphase eines Projekts spürbare Konsequenzen. Der Projektträger muß zur Durchführung dieser Maßnahme Akzeptanz bei den finanzierenden Stellen und in den Partnerländern finden. Dafür sind schwierige Verhandlungen zu führen - einerseits, weil es schwierig ist, den finanzierenden Stellen klar zu machen, warum zur Förderung einer rentablen Maßnahme zusätzliche Ausgaben lohnen, und andererseits, weil es schwierig ist, in die Partnerländer regionalpolitisch wirksame Maßnahmen hineinzutragen, aus denen politische Forderungen auf breiter Ebene erwachsen können, zu deren Finanzierung das Partnerland und der Projektträger nicht in der Lage sind.

Das Durchsetzungs- bzw. Anreizinstrument der Transferzahlungen sollte daher vorsichtig eingeführt und bei der Erprobung ständig überwacht werden. Die Erfolgskontrolle sollte sich aber vor allem auf die Wirkung der durchzusetzenden, umweltstabilisierenden Maßnahme richten. Denn wenn gezeigt werden kann, daß ihre beschleunigte Einführung die erzielte Wirtschaftlichkeit deutlich verbessert, kann damit gerechnet werden, daß im Partnerland flächendeckend wirksame Durchsetzungsinstrumente wie die Veränderung der wirtschaftlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen für den gesamten Agrarsektor politisch-gesellschaftliche Akzeptanz finden. Dadurch steigt im Endeffekt das Einführungs-tempo umweltstabilisierender Maßnahmen und die finanzielle Belastung des Projektträgers sinkt.