

ANHÄNGE

A n h a n g I: Nutzwertanalyse

I.1 Methodenbeschreibung ¹⁾	175
I.2 Beispiel	179
I.3 Lexikographische Bewertungskonzepte	183

¹⁾ vgl. Kratz, K.L. (1989): Die ökonomische Bewertung von Umwelteffekten landwirtschaftlicher Entwicklungsprojekte. Wirtschafts- und strukturpolitische Schriften, Gießen. Einen anspruchsvollen Überblick über die Möglichkeiten und Grenzen der Nutzwertanalyse gibt Fischer (1983).

I.1 Methodenbeschreibung

In Darstellungen der Nutzwertanalyse (NWA) wird häufig der Zielbezug der NWA betont. Dieser ergibt sich schon aus der Aufgabenstellung der NWA, denn sie soll in der Lage sein, eine Rangfolge verschiedener Alternativen in einer mehrdimensionalen Entscheidungssituation zu bestimmen. Der Begriff "mehrdimensional" macht besonders auf die Berücksichtigung mehrerer Ziele aufmerksam.

Im ersten Schritt der NWA wird eine Zielhierarchie ermittelt. Die Endglieder dieser Hierarchie sind die entscheidungsrelevanten Zielkriterien K_j . Anschließend werden die zu untersuchenden Alternativen A_i bestimmt. Die einzelnen Alternativen leisten jeweils unterschiedliche Beiträge zur Erreichung der verschiedenen Zielkriterien. Der entsprechende Beitrag einer Alternative zu den jeweiligen Zielkriterien k_{ij} wird festgelegt und in einer Zielertragsmatrix wie folgt dargestellt:

Zielkri- terien K_j	K_1	K_2	...	K_m
Alter- nativen A_i	k_{11}	k_{12}	...	k_{1m}
A_2	k_{21}	k_{22}	...	k_{2m}
⋮				
A_n	k_{n1}	k_{n2}	...	k_{nm}

Ziel der NWA ist es, jeder Alternative einen bestimmten Nutzwert zuzuordnen, anhand dessen eine Rangordnung gebildet werden kann. Es wird unterstellt, daß es eine Präferenzfunktion PR gibt, die den Gesamtnutzwert NW_i einer Alternative A_i aufgrund der Zielerträge k_{ij} charakterisiert.

$$(1) \text{NW}_i = \text{PR} (k_{i1}, \dots, k_{im})$$

$$i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, m.$$

Die Zielerträge k_{ij} , die in der Zielertragsmatrix erfaßt werden, liegen allerdings in unterschiedlichen Dimensionen vor. Um diese miteinander vergleichen zu können, müssen sie bewertet werden. Dazu wird die Präferenzfunktion in m eindimensionale Präferenzfunktionen pr_j aufgespalten.

$$(2) \text{NW}_i = \text{PR} (pr_1(k_{i1}), \dots, pr_m(k_{im}))$$

$$i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, m.$$

pr_j ist die Präferenzfunktion des Entscheidungsträgers in Bezug auf das j -te Zielkriterium. Jedes Zielkriterium wird für sich bewertet. In Bezug auf das Zielkriterium K_j wird für jedes k_{ij} ein Teilwert nw_{ij} ermittelt. Die Funktion des Gesamtnutzwertes NW_i geht über in:

$$(3) \text{NW}_i = \text{PR} (nw_{i1}, \dots, nw_{im})$$

$$nw_{ij} = pr_j(k_{ij}) \quad i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, m.$$

Man erhält folgende Zielwertmatrix.

Zielkri- terien K_j				
	K_1	K_2	...	K_m
Alter- nativen A_i				
A_1	nw_{11}	nw_{12}	...	nw_{1m}
A_2	nw_{21}	nw_{22}	...	nw_{2m}
⋮				
A_n	nw_{n1}	nw_{n2}	...	nw_{nm}

Mit der Bewertungs- bzw. Präferenzfunktion, die die Nutzenvorstellungen des Entscheidungsträgers ausdrückt, werden die Zielerträge der Alternativen in eine einheitliche Nutzendimension überführt. Die Meßausdrücke der Zielertragsmatrix werden in Wertausdrücke der Zielwertmatrix umgewandelt. Ihre Wertfunktion kann nominaler, ordinaler oder kardinaler Art sein.

Abschließend werden die Wertausdrücke der Zielwertmatrix mit einem Gewicht g_j verbunden, das der Entscheidungsträger dem Zielkriterium K_j zuordnet. Die Funktionen der Gesamtnutzwerte NW_i verwandeln sich in ein System von m eindimensionalen Präferenzordnungen.

$$(4) \text{NW}_i = \text{PR} (n_{i1}, \dots, n_{im})$$

$$n_{ij} = f(g_j, nw_{ij}) \quad g_j = pr(K_j) \quad i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, m.$$

n_{ij} ist der gewogene Teilnutzwert der Alternative i in Bezug auf das Zielkriterium K_j . f ist die Gewichtungsfunktion des Entscheidungsträgers.

Man erhält die Zielerfüllungsmatrix.

Zielkri- terien K_j	K_1	K_2	...	K_m
Alter- nativen A_i				
A_1	n_{11}	n_{12}	...	n_{1m}
A_2	n_{21}	n_{22}	...	n_{2m}
⋮				
A_n	n_{n1}	n_{n2}	...	n_{nm}

Die gewogenen Teilnutzwerte n_{ij} werden für jede Alternative mit der Entscheidungsregel ER zu einer einzigen Zahl, dem Gesamtnutzwert NW_i , zusammengefaßt.

$$(5) \text{NW}_i = \text{ER} (n_{ij}) \quad i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, m.$$

Je stärker die Einschränkungen bei der Ermittlung der Teilwerte n_{ij} mit der Bewertungsfunktion sind (eine starke Einschränkung wäre die Ermittlung kardinaler Werte), desto leichter ist die Entscheidungsregel ER handhabbar. Hat die Bewertungsfunktion etwa eine kardinale Wertdimension, dann handelt es sich bei der Entscheidungsregel gewöhnlich um eine einfache Addition.

Die Wertsynthese in Form der Anwendung der Entscheidungsregel führt zu folgender Matrix der Gesamtnutzwerte.

Alternativen A_i	Gesamtnutzwerte NW_i
A_1	NW_1
A_2	NW_2
.	.
.	.
A_n	NW_n

Über die Höhe der Gesamtnutzwerte läßt sich eine Rangfolge der Alternativen bilden.

I.2 Beispiel

Tabelle I.1 zeigt ein Beispiel. Es gibt fünf Alternativen der Landschaftsnutzung mit jeweils unterschiedlichen ökonomischen und ökologischen Leistungen. Die ökonomischen Leistungen sind in Geldeinheiten ausgewiesen (Zeile 1). Um sie mit dem ökologischen Teilwert zu vergleichen und um sie zu einem Gesamtnutzwert aggregieren zu können, sind sie auf einen Index umgerechnet (Zeile 2). Die ökologischen Leistungen (in Tabelle I.1 nicht gesondert ausgewiesen) sind zum ökologischen Teilwert aggregiert (Zeile 3). In den Doppelzeilen vier bis sechs sind Gesamtnutzwerte und ihre Rangfolge für drei unterschiedliche Gewichtungen der Teilwerte ausgewiesen.

Es ist ohne weiteres einsichtig, daß die Rangfolge der alternativen Landschaftsnutzungen davon abhängt, wie man den ökonomischen und den ökologischen Teilwert gewichtet. Mißt man beiden gleiches Gewicht bei, nimmt die Alternative A_2 den ersten Rang ein. Bei höherer Gewichtung des ökonomischen Teilwerts gewinnt Alternative A_5 an relativer Vorzüglichkeit und, wenn man dem ökologischen Teilwert hohe Präferenz gibt, ist Alternative A_1 vorzuziehen.

Die Gewichtung der ökonomischen und ökologischen Teilwerte hängt von der Präferenzfunktion der Entscheidungsträger ab. Deren Präferenzfunktion läßt sich zwar in ökonomischen Lehrbüchern als kontinuierliche Funktion zeichnen, im konkreten Fall dürfte es jedoch schwer fallen, die Präferenzfunktion zu spezifizieren. Das gilt vor allem dann, wenn unterschiedliche Gruppen, etwa gebende und empfangende Länder, an der Entscheidung beteiligt sind, oder wenn die Präferenzfunktionen so verlaufen, daß das relative Gewicht, das einer Teilleistung zugerechnet wird, vom Niveau dieser Leistung abhängt.

Tab. I.1: Gesamtnutzwert und Rangfolge verschiedener Alternativen der Landschaftsnutzung bei unterschiedlicher Gewichtung ökonomischer und ökologischer Teilwerte

Zeilen-Nr.	Alternative Landschaftsnutzung				
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅
1	80	100	120	150	200
2	66,6	83,3	100	125	166,6
3	150	140	80	60	30
4	216,6	223,3	180	185	196
	2	1	5	4	3
5	283,2	306,6	280	310	363,2
	4	3	5	2	1
6	366,6	363,3	260	245	226,6
	1	2	3	4	5

1) a = Summe aus 1 mal ökonomischer Teilwert und 1 mal ökologischer Teilwert
 2) a = Summe aus 2 mal ökonomischer Teilwert und 1 mal ökologischer Teilwert
 3) a = Summe aus 1 mal ökonomischer Teilwert und 2 mal ökologischer Teilwert

- 180 -

Um die Nutzwertanalyse in der Projektevaluierung anwenden zu können, müssen dem Evaluierungsteam entweder die Gewichte vorgegeben werden oder das Evaluierungsteam muß diese Gewichte selbst setzen und offenlegen. Eine Alternative, die im Prinzip auf das gleiche hinausläuft, bestünde darin, die physisch gemessenen Zielerträge ökologischer Leistungen monetär zu bewerten. Wegen der oben erwähnten Schwierigkeiten müßten dem Evaluierungsteam in diesem Fall die Preise bzw. monetären Bewertungsfunktionen der Leistungen vorgegeben werden.

Eine dritte Alternative schließlich besteht darin, auf eine einheitliche Bewertung (Skalierung) der ökologischen Zielerträge zu verzichten, sie in ihren physischen Dimensionen auszuweisen und die bei den alternativen Landschaftsnutzungen anfallenden Zielerträge in einer "offenen" Entscheidungsmatrix (Zielertragungsmatrix) zusammenzustellen. Der Vorteil dieser eingeschränkten Nutzwertanalyse ist ihre Transparenz bei der Entscheidung. Der Nachteil ist aber auch hier, daß im Grunde nur subjektive Entscheidungen möglich sind.

Die Nutzwertanalyse kann die ökonomische Bewertung nicht ersetzen. Sie ist jedoch geeignet, diese zu ergänzen, wenn die ökonomische Bewertung der überbetrieblichen ökologischen Effekte der einzelbetrieblichen Ressourcennutzung schwierig ist. Das im Beispiel gewählte Verfahren, den ökonomischen Teilwert der Ressourcennutzung und den aggregierten ökologischen Teilwert zu einem Gesamtnutzwert zu aggregieren, ist nicht zu empfehlen. Stattdessen

- sollten ökonomischer Teilwert und aggregierter ökologischer Teilwert stets gesondert ausgewiesen werden und
- es sollte offengelegt werden, aus welchen Zielerträgen und nach welchem Verfahren der ökologische Teilwert aggregiert wurde.

Die simultane Betrachtung von Zielerträgen bzw. Teilwerten erfolgt in lexikographischen Bewertungskonzepten.

I.3 Lexikographische Bewertungskonzepte

Lexikographische Bewertungskonzepte ermitteln die relative Vorzüglichkeit verschiedener Alternativen mit unterschiedlicher Leistungsstruktur dadurch, daß nicht einheitlich skalierten Zielen Prioritäten zugeordnet werden. Prioritäten ergeben sich durch folgende Festlegungen:

- Vorgabe eines Zielwertes oder von Zielwerten,
- Vorgabe von Schwellenwerten (Minimal- bzw. Maximalwerten) der Zielerreichung,
- Festlegung einer Rangordnung der Zielverfolgung.

Wird für ein Ziel oder eine Gruppe von Zielen der Zielwert vorgegeben, hat das Erreichen dieser Werte Vorrang vor der Maximierung derjenigen Ziele, deren Grad der Zielerreichung offengeblieben ist. Dasselbe gilt, wenn für einzelne Ziele Minimal- und/oder Maximalwerte der Zielerreichung vorgegeben werden. Die vorgegebenen Schwellenwerte sind verbindlich, ihre Einhaltung hat Priorität bei der Maximierung mehrdimensionaler Zielfunktionen. Wird eine Rangordnung der Zielverfolgung festgelegt, gibt man eine Reihenfolge der Maximierung einzelner Ziele oder Gruppen von Zielen vor. Die Ziele erster Priorität werden vor den Zielen untergeordneter Priorität maximiert.

Für das Beispiel der Nutzwertanalyse in Tabelle I.1 lassen sich etwa die folgenden Fälle unterscheiden:

1. Vorgabe eines Zielwertes für ein Teilziel. Wird etwa für den ökologischen Teilwert ein Zielwert von 140 vorgegeben, kommt nur Alternative A_2 in Betracht.
2. Vorgabe eines Mindestwertes (Schwellenwertes) für ein Teilziel. Wird für den ökologischen Teilwert ein Mindestwert von 80 festgelegt, kommen nur die Alternativen A_1 bis A_3 in Betracht. Die Alternative A_3 ist die optimale Lösung, weil der Deckungsbeitrag am höchsten ist.

Wird ein Mindestdeckungsbeitrag von 150 000 Geldeinheiten verlangt, kommen nur die Alternativen A_4 und A_5 in Betracht. A_4 ist die optimale Lösung, weil der ökologische Teilwert am höchsten ist.

3. Festlegung einer Rangordnung der Zielverfolgung. Werden zuerst die ökonomischen Ziele verfolgt, dann ist Alternative A_5 optimal. Werden zuerst die ökologischen Ziele verfolgt, dann ist Alternative A_1 optimal.

A n h a n g II: Beispiel zur Anwendung finanzmathematischer Methoden

Gegeben sind die folgenden Ein- und Auszahlungsströme von zwei Investitionen in Geldeinheiten:

Jahr	Investition A					Investition B				
	t ₀	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₀	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄
Investitionsausgaben	1000					1000				
Einnahmen (E)		500	600	700	500		800	680	500	400
Ausgaben (A)		200	200	200	300		100	200	400	399
E-A-Überschüsse		300	400	500	200		700	480	100	1

Die Investitionsausgaben fallen in t₀ an. Die ersten Einnahmen und Ausgaben fallen nach Ablauf eines Jahres in t₁ an. Es werden die Einnahme-Ausgabe-Überschüsse der Investitionen berechnet. Ihr Anfangswert (auf t₀ bezogen) bzw. ihr Endwert (auf t₄ bezogen) ist in Tabelle II.1 dargestellt.

Kapitalwertmethode. Wenn man den Anfangs- bzw. den auf t₀ bezogenen Kapitalwert der Einnahme-Ausgabe-Überschüsse und die Investitionsausgaben saldiert, dann erhält man den Kapitalwert der Investition in t₀. Für die Beispiele aus Tabelle II.1 errechnen sich folgende Kapitalwerte in Geldeinheiten:

	Investition A	Investition B
Anfangs- bzw. auf t ₀ bezogener Kapitalwert der E-A-Überschüsse	1 117,00	1 108,68
Investitionsausgaben in t ₀	1 000,00	1 000,00
Kapitalwert der Investition in t ₀	117,00	108,68

Tab. II.1: Anfangs- und Endwert der Einnahme-Ausgabe-Überschüsse der Investitionen A und B bei einem Kalkulationszins von 10 Prozent

- Geldeinheiten -

	Wert der E-A-Überschüsse				Endwert der E-A-Überschüsse	Investitionsausgaben auf t ₄ aufgezinnt
	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄		
	Aufzinsung auf t ₄					
Invest. A	399	484	550	200	1633	1464
Invest. B	932	581	110	1	1624	1464
	Abzinsung auf t ₀				Anfangswert der E-A-Überschüsse	Investitionsausgaben in t ₀
Invest. A	273	331	376	137	1117	1000
Invest. B	636	397	75	0.68	1108,68	1000

Ist der Kapitalwert größer Null, dann ist eine Investition rentabel. Ist er kleiner als Null, dann ist die Geldanlage zum Kalkulationszins wirtschaftlicher. Der Kalkulationszins orientiert sich daher an der Verzinsung möglicher Finanzanlagen am Kapitalmarkt. Bei alternativen Investitionen mit gleichen Investitionsausgaben ist diejenige mit dem höheren positiven Kapitalwert vorzuziehen. Um Investitionen mit unterschiedlichen Investitionsausgaben vergleichen zu können, muß ihr Kapitalwert auf eine einheitliche Ausgabensumme, etwa eine Geldeinheit bezogen werden.

Annuitätsmethode. Unter der Annuität einer Investitionsausgabe versteht man die Summe aus jährlichen Zinsen und Rückzahlungsbeträgen, die in jedem Jahr geleistet werden müssen, damit die Investitionsausgaben am Ende der Betrachtungsperiode zurückgezahlt sind. Im Beispiel

beträgt die aus den Investitionsausgaben von 1000 Geldeinheiten, einer Laufzeit von 4 Jahren und 10 Prozent Kalkulationszins abgeleitete Annuität 315,47 Geldeinheiten (der Annuitäts- bzw. Wiedergewinnungsfaktor liegt bei 3,1547).

Bei gleichbleibenden, konstanten jährlichen Einnahme-Ausgabe-Überschüssen ist eine Investition rentabel, wenn der jährliche Einnahme-Ausgabe-Überschuß größer als die aus den Investitionsausgaben abgeleitete Annuität ist.

Schwanken die jährlichen Einnahme-Ausgabe-Überschüsse wie im Beispiel, dann muß zunächst deren Kapitalwert berechnet werden. Aus dem Kapitalwert der Einnahme-Ausgabe-Überschüsse ergibt sich die "Einnahmeanuität". Ist sie größer als die aus den Investitionsausgaben abgeleitete Annuität, ist die Investition rentabel.

Im Beispiel ergibt sich folgende Rechnung (Beträge in Geldeinheiten):

	Investition A	Investition B
Kapitalwert der E-A-Überschüsse	1 117,00	1 108,68
Einnahmeanuität	352,38	349,76
Aus den Investitionsausgaben abgeleitete Annuität	315,47	315,47
Differenz der Annuitäten	36,91	34,29

Die Wirtschaftlichkeit einer Investition wird im Prinzip nach denselben Kriterien wie bei der Kapitalwertmethode beurteilt:

Die Investition mit der höchsten positiven Differenz in bezug auf eine konstante Ausgabensumme hat die höchste Rentabilität. Die

Differenz muß positiv sein, ist sie negativ, dann ist es wirtschaftlicher, das Geld zum an Kapitalmarktzinsen orientierten Kalkulationszins anzulegen.

Interne Zinsfußmethode. Der interne Zinsfuß einer Investition ist der Zinsfuß, bei dem der Kapitalwert der Investition Null ist, bzw. bei dem der Anfangswert der Einnahme-Ausgabe Überschüsse genau der Investitionsausgabe entspricht. Bei nicht gleichbleibenden Periodenüberschüssen gilt folgende Gleichung (1).

$$0 = - A_0 + \frac{E_1 - A_1}{q^1} + \frac{E_2 - A_2}{q^2} + \frac{E_3 - A_3}{q^3} + \dots + \frac{E_n - A_n}{q^n} \quad (1)$$

Bei gleichbleibenden Periodenüberschüssen, $(E-A) = a$, gilt folgende Gleichung (2).

$$0 = - A_0 + a \underbrace{\frac{q^n - 1}{q^n (q - 1)}}_{\text{Rentenbarwertfaktor}} \quad (2)$$

Gleichung (1) kann nur iterativ gelöst werden, wie Tabelle II.2 zeigt. Gleichung (2) enthält den Rentenbarwertfaktor, dessen Kehrwert der Annuitäts- bzw. Wiedergewinnungsfaktor ist, so daß der interne Zinsfuß näherungsweise in entsprechenden Tabellen abgelesen werden kann.

Das Kriterium der Rentabilität einer Investition ist der höchstmögliche, positive interne Zinsfuß. Ist dieser (die Kapitalertragsrate) kleiner als die Zinsertragsrate einer Finanzanlage (der Geld- bzw. Kapitalmarktzins), dann lohnt die Investition nicht. Die Finanzanlage ist die günstigere Alternative.

Tab. II,2: Iterative Bestimmung des internen Zinsfußes
- Geldeinheiten -

Investition A mit $A_0 = 1000$

Kalkulationszins in %	diskontierte Einnahme-Ausgabe-Überschüsse der Jahre				Kapitalwert der E-A-Überschüsse	Kapitalwert der Investition	
	t_1	t_2	t_3	t_4			
8	278	343	397	147	1165	165	↓ itera- tive Nähe- rung
20	250	278	289	96	913	-87	
15	261	302	329	114	1006	6	
16	259	297	320	110	986	-14	
15,4	260,0	300,4	325,4	112,8	998,6	-1,4	
15,3	260,2	300,9	326,2	113,2	1000,5	0,5	

Ergebnis: Die Investition A verzinst sich mit einem internen Zinsfuß zwischen 15,3 und 15,4 Prozent

Investition B mit $A_0 = 1000$

Kalkulationszins in %	diskontierte Einnahme-Ausgabe-Überschüsse der Jahre				Kapitalwert der E-A-Überschüsse	Kapitalwert der Investition	
	t_1	t_2	t_3	t_4			
8	648	412	79	0,74	1139,74	139,74	↓ itera- tive Näherung
20	583	333	58	0,48	974,48	-25,52	
15	609	363	66	0,57	1038,57	38,57	
16	603	357	64	0,55	1024,55	24,55	
18	593	345	61	0,52	999,52	-0,48	

Ergebnis: Die Investition B verzinst sich mit rund 18 Prozent

Anhang III: Anhänge III.1 bis III.16 zum Projekt "Landwirtschaftliche Beratung Nyabisindu/Ruanda"

III.1	Projekt- und Standortbeschreibung	193
III.2	Die Modellbetriebe und ihre Flächen	199
III.3	Annahmen zur Ertragsentwicklung	207
III.4	Produktionsverfahren Bittermaniok	213
III.5	Produktionsverfahren Bohnen	217
III.6	Produktionsverfahren Sorghum/Mais/Bohne	219
III.7	Produktionsverfahren Süßkartoffeln	223
III.8	Produktionsverfahren Bierbananen	227
III.9	Produktionsverfahren Kaffee	231
III.10	Produktionsverfahren Ziegenhaltung	233
III.11	Produktionsverfahren Konturstreifen mit Bäumen und Sträuchern	237
III.12	Produktionssystem Felder am Hang, traditionell	243
III.13	Produktionssystem Felder am Hang mit Erosionsschutz	247
III.14	Farmbudget des mittelgroßen Betriebs (1,0 ha)	251
III.15	Farmbudget des Kleinbetriebs (0,4 ha)	253
III.16	Literatur zum Projekt "Landwirtschaftliche Beratung Nyabisindu/Ruanda"	255

Anhang III.1: Projekt- und Standortbeschreibung

Das Projekt "Landwirtschaftliche Beratung Nyabisindu/Ruanda" begann 1969 als Projekt zur Förderung der Molkerei Nyabisindu, wandelte sich jedoch rasch zu einem umfassenderen landwirtschaftlichen Beratungsprojekt. Als sich in den siebziger Jahren zugekaufte Betriebsmittel aufgrund der Ölkrise drastisch verteuerten, begann man nach einem Weg landwirtschaftlicher Intensivierung auf der Basis hofeigener Ressourcen zu suchen.

Auf projekteigenen Versuchsfarmen und später auch in Zusammenarbeit mit den Bauern wurden richtungsweisende Methoden Standortgerechter Landwirtschaft entwickelt. Das Spektrum umfaßte agroforstliche Methoden, Gründüngung, Kompostierung, den Anbau in Mischkulturen, die Stallhaltung des Viehs und die Mistdüngung. In einem mehrjährigen Programm projektbegleitender Forschung wurden sowohl produktions-technische als auch ökonomische Aspekte dieser Methoden erforscht.

III.1.1 Ökologische Standortbedingungen

Lage. Das Projektgebiet liegt im südlichen Teil Zentralruandas und umfaßt mit 862,5 km² und ca. 350.000 Einwohnern etwa 4.7 Prozent der Fläche und 5.1 Prozent der Bevölkerung Ruandas. Es steigt von ca. 1400 m über NN im Osten auf über 1900 m über NN im Westen an, einzelne Erhebungen erreichen sogar über 2100 m.

Klima. Mit steigender Höhe fallen die durchschnittlichen Jahrestemperaturen von knapp 20°C im Osten auf unter 16°C im Westen. In gleicher Richtung steigen die mittleren Niederschläge von 1050 auf 1400 mm/Jahr. Sie fallen überwiegend in einer Feuchtperiode von Mitte September bis Mai.

Das landwirtschaftliche Jahr kennt zwei Hauptanbauperioden:

- Die "kleine Saison" (Mitte September bis Dezember im folgenden als 1. Saison bezeichnet) ermöglicht den Anbau von schnellreife Kulturen wie z.B. Bohnen.
- In der "großen Saison" (Januar bis Juni, im folgenden als 2. Saison bezeichnet) wird z.B. die Leitkultur Sorghum angebaut.

Relief und Böden. Die Region ist durch ein ausgeprägtes Hügelrelief gekennzeichnet. Abgerundete Hügelkuppen gehen in konvex-konkave, überwiegend steile Hänge über. Aufgrund der Landknappheit werden auch diese kultiviert. Die Tallagen sind häufig sumpfig und wurden erst in jüngerer Vergangenheit drainiert. Seitdem werden dort v.a. Süßkartoffeln angebaut.

Die wichtigsten fruchtbarkeitsbeschränkenden Merkmale der Böden lassen sich wie folgt zusammenfassen (Pietrowicz 1985):

- Starke Versauerung (pH-Wert in Wasser unter 4,5), einhergehend mit einer geringen Basen- und hohen Aluminium-Sättigung der Böden.
- Geringer bis allenfalls mittlerer Gehalt an Makronährstoffen, besonders an Phosphor. Die hofnahen Felder sind dabei meist besser versorgt als die hofernen, da jene zumindest gelegentlich mit Mist oder Asche gedüngt werden.
- Schlechte Bodenstruktur und hohe Erodibilität.
- Häufig eingeschränkter Wurzelraum, verursacht durch Flachgründigkeit und/oder hohen Skelettgehalt (bis 60%). Dies gilt vor allem für die Böden auf Kuppen und am Oberhang - eine Folge der starken Bodenerosion.

Auf über der Hälfte (52,5 Prozent) der Felder konstatieren die Bauern einen Rückgang der Ertragsleistungen, den sie überwiegend der permanenten, überlangen Nutzung ohne Brache zuschreiben (MINAGREF 1985).

III.1.2 Landnutzung und Betriebssystem

Ruanda ist bereits heute das am dichtesten besiedelte Land Afrikas. Die Bevölkerung wächst jährlich um ca. 3,7 Prozent (1977-81). Das entspricht einer Verdoppelung in weniger als 20 Jahren. Im Projektgebiet liegt die Bevölkerungsdichte über dem nationalen Durchschnitt. Der Verstädterungsgrad ist gering. Etwa 95 Prozent der Bevölkerung leben von der Landwirtschaft. Eine zunehmende Zahl von Betrieben kann die Bauernfamilien nicht mehr ernähren. Lohnarbeit zum Zuerwerb ist daher sehr gesucht.

Betriebsgrößen und Bodenverfassung. Im Projektgebiet liegt die durchschnittliche Betriebsgröße bei 1,2 ha (Gesamtfläche inkl. Brache, Wald, Ödland etc., MINAGREF 1985). Davon werden im Durchschnitt etwa 0,51 ha kultiviert. Die Verteilung nach Betriebsgrößenklassen zeigt Tabelle III.1.1.

Tab. III.1.1: Betriebsgrößenverteilung in der Projektregion

Betriebsgröße	Anteil der Betriebe in Prozent	Anteil d.kultiv. Fläche an der Betriebsfläche in Prozent ^a
< 0,25 ha	7,9	69,0
0,26 - 0,50 ha	20,4	65,5
0,51 - 0,75 ha	18,5	60,8
0,76 - 1,00 ha	13,0	58,4
1,01 - 1,50 ha	17,2	57,0
1,51 - 2,00 ha	7,5	49,1
> 2,00 ha	15,5	38,2

^a Berechnet nach MINAGREF (1985, 1986)

Breitschuh (1985, S. 13) beschreibt die Lage folgendermaßen: "Damit ist für viele Betriebe in der Projektregion ein Zustand erreicht, der als "quasi landlos" bezeichnet werden muß. Die landwirtschaftliche Produktion ist mangels Fläche häufig nicht mehr in der Lage, den Eigenbedarf der Familie zu sichern."

Bodennutzung und Anbauverfahren. Der weit überwiegende Anteil des Landes wird zum Anbau von Nahrungskulturen genutzt, ein weiterer großer Flächenanteil ist Weidebrache. Exportkulturen, vor allem Kaffee, sind dagegen unbedeutend (vgl. Tabelle III.1.2). Wichtige Nahrungskulturen sind die Kochbanane, die meist zu Bier verarbeitet wird, Sorghum, Bohnen, Süßkartoffeln und Maniok.

Tab. III.1.2: Landnutzung im Jahr 1984 - Durchschnitt in der Projektregion

	Prozent der Fläche	ha pro Betrieb
Kultiviert	59,3	0,53
- Kaffee*	4,5	0,04
- Banane*	11,4	0,10
Brache (kurzfristig)	9,3	0,08
Nicht kultiviert seit über 2 Jahren	27,6	0,25
- Wald	7,0	0,06
- Weide	13,5	0,12
- Wald und Weide	6,5	0,06
Andere Nutzung	3,8	0,03
Summe	100,0	0,89

* Nur als Reinkultur und erster Mischungspartner. Es gibt auch große Flächen mit Banane als zweitrangigem Mischungspartner.
Quelle: verändert nach MINAGREF (1985)

Anbaumethoden. Obwohl die Bauern um die fruchtbarkeitsfördernde Wirkung der Brache wissen, ist sie wegen der Flächenknappheit sehr selten geworden. Mineraldünger wird im Untersuchungsgebiet praktisch nicht eingesetzt, weil es sich nicht rentiert (Adelhelm 1981). Viehmist erhalten nur die hofnahen Kulturen. Eine feste Fruchtfolge wird nicht eingehalten. Statt des Wechsels der Kulturen in zeitlicher Abfolge gibt es aber die "räumliche Fruchtfolge"; 57 Prozent der Ackerflächen werden in Mischkultur bebaut (MINAGREF 1985).

Viehhaltung. Trotz eines deutlichen Rückgangs der Zahl der rinderhaltenden Betriebe sind Rinder immer noch der bedeutendste Zweig der Viehhaltung in Ruanda. In flächenarmen Betrieben verdrängen Ziegen und Schafe das Rind. Besonders Ziegen sind weitverbreitet und vor allem als Fleischlieferanten geschätzt. Milchziegen haben sich bisher nicht durchgesetzt. Mehr als ein Viertel der Betriebe (27,8%) hält überhaupt kein Vieh (MINAGREF 1985). Den Umfang der Viehhaltung zeigt Tabelle III.1.3.

Tab. III.1.3: Viehhaltung in der Projektregion

	Anteil der Halter (% der Betriebe)	Mittlere Anzahl pro Halter
Rinder	36,2	2,9
Ziegen	51,9	2,6
Schafe	14,4	2,8
Schweine	26,2	1,5

Quelle: MINAGREF (1985)

Das Vieh wird überwiegend extensiv auf der Weide gehalten. In Zeiten von Futterknappheit werden Ernterückstände zugefüttert (Lenzner und Kempf 1982). Stallhaltung ist bisher die Ausnahme, so daß ein großer Teil des Mists nicht im Ackerbau verwendet wird.

Anhang III.2: Die Modellbetriebe und ihre Flächen

III.2.1 Die Betriebsflächen

Die vielgestaltige Topographie und die über viele Generationen praktizierte Realteilung haben zu einer starken Parzellierung der Betriebsflächen geführt. Generell kann man die Standorttypen hofferne Flächen am Hang, Talfeld, Bananenhain und Feld in Hofnähe und - soweit das die Betriebsgröße erlaubt - Kaffeepflanzung unterscheiden.

Die Betriebsflächen weisen große Unterschiede in der Bodenfruchtbarkeit auf. Da keine zuverlässigen Ertragsdaten vorliegen, kann das Ertragsniveau der Standorte nur sehr ungenau bestimmt werden. Mit dem in Tabelle III.2.1 angenommenen Relativwert F wird für die gegebenen Standorttypen angegeben, wie sich der Standortertrag relativ zum Durchschnittsertrag verhält. Der F-Wert stützt sich zwar nicht auf Versuchsergebnisse, aber auf die Befragung von landwirtschaftlichen Beratern in der Projektregion.

Zur Berechnung der standorttypischen Deckungsbeiträge werden die durchschnittlichen Naturalerträge und die ertragsabhängigen Spezialkosten, z.B. der Arbeitsaufwand für die Erntearbeiten und die Weiterverarbeitung mit dem standorttypischen F-Wert multipliziert.

Hanglagen sind besonders dann degradationsgefährdet, wenn sie nicht gedüngt werden. Das gilt sowohl für die hofferne Flächen der mittleren und größeren Betriebe, als auch für die hofnahen Flächen der Kleinbetriebe. Im Folgenden wird deshalb davon ausgegangen, daß die Einführung der Konturstreifen nur auf diesen Flächen erfolgt.

Die F-Werte der Hangpositionen Ober-, Mittel- und Unterhang wurde nach den von Pietrowicz (1985) durchgeführten Bodenuntersuchungen abgeleitet. Die im folgenden dargestellten Bodenbeschreibungen wurden nur

geringfügig verändert aus Pietrowicz (1985) übernommen. Sie stammen zwar nicht von einer einzigen Catena, repräsentieren jedoch ziemlich gut die typischen Böden an den jeweiligen Hangpositionen.

Standorttyp 1 Oberhang

Relief: Konvexer Oberhang, durchschnittl. Hangneigung 5 Prozent.
 Bodentyp: "Sol peu profond sur granite" (Pietrowicz 1985), Humic Acrisol (FAO), orthoxic Tropohumult (Soil Taxonomy).

Horizont	Textur	Skelett	pH(KCl)	%C	N(ppm)
Ap (0-20 cm)	sT	50%	3,5	2,6%	1562
Bth1 (20-40 cm)	T	85%	3,2	2,2%	1191
Bth2 (40-90 cm)	T	53%	3,3	1,2%	700
C/Bth (90-180)	T	20%	-	0,4%	280

Quelle: Pietrowicz (1985), Profil Nr. 3

Charakterisierung. Es handelt sich um einen Boden mit sehr geringem durchwurzelbaren Bodenvolumen. Der harte und skelettreiche Unterboden ist kaum durchwurzelt, und auch der Oberboden weist einen hohen Skelettgehalt auf. Der Standort leidet unter Trockenheit (kein Zuflußwasser, geringe nutzbare Feldkapazität von ca. 25 mm im Oberboden) sowie unter Nährstoffmangel. Letzterer ist weniger auf geringe Nährstoffkonzentrationen in der Feinerde als wiederum auf das geringe durchwurzelbare Feinerdevolumen zurückzuführen. Dadurch bleibt die Gesamtmenge der verfügbaren Nährstoffe (besonders P und K) gering. Der Standort ist stark sauer. Besonders im Unterboden verhindert die hohe Aluminium-Sättigung des Austauschkomplexes eine tiefere Durchwurzelung des Bodens.

Degradationsgefährdung. Wegen der geringen Hangneigung unterliegt der Boden nur geringer Flächenerosion durch Wasser. Seine windexponierte Lage führt aber zusätzlich zu einer Gefährdung durch Winderosion: In der Trockenzeit wird die pudrige organische Substanz des strukturschwachen Oberbodens leicht ausgeblasen. Da der Standort sehr flachgründig ist, wirkt die Erosion deutlich auf die Ertragsleistungen. Ohne Schutzmaßnahmen sinkt die Bodenfruchtbarkeit von ihrer niedrigen Ausgangsbasis relativ rasch bis auf das Niveau der Nutzungsunwürdigkeit ab. Einmal vorhandene Erosionsschäden sind nur sehr begrenzt reversibel, etwa durch eine tiefwurzelnde Gründüngung, die die Krume vertieft. Obwohl der Unterboden ein tiefgründig verwitterter Saprolith ist, nehmen die P-Vorräte im Unterboden deutlich ab. Mit dem Verlust des Oberbodens ist daher auch ein überproportional hoher Verlust des Mangellements Phosphor verbunden.

Standorttyp 2 Mittelhang

Relief: Mittelhang, durchschnittliche Hangneigung 20 Prozent.
 Bodentyp: "Sol moyennement profond sur granite, complexe à pente convexe" (Pietrowicz 1985), Humic Acrisol (FAO), Oxic Tropudalf (Soil Taxonomy).

Horizont	Textur	Skelett	pH(KCl)	%C	N(ppm)
A1/A2 (0-21 cm)	sL	40 %	3,8	1,9 %	700
A/Bth (21-43 cm)	sT	43 %	3,7	1,0 %	350
Bth1 (43-62 cm)	T	46 %	3,5	0,9 %	609
Bth2 (62-104 cm)	sT	34 %	3,7	0,8 %	315
Bh/C (104-120 cm)	sT	19 %	3,9	0,2 %	0

Quelle: Pietrowicz (1985), Profil Nr. 4

Charakterisierung. Mittelgründiger Standort mit mäßig nutzbarer Feldkapazität in der Wurzelzone (ca. 50 mm in 0-43 cm Oberboden).

Infolge des Wasserzuflusses vom Oberhang sind Trockenheitsschäden relativ selten. Nur wenige Wurzeln größerer Sträucher und Bäume durchdringen den steinigen Bth1-Horizont.

Die Nährstoffgehalte liegen mit Ausnahme von Phosphor und Stickstoff auf einem befriedigenden Niveau. Der Stickstoffmangel ist hier noch vor Phosphormangel der wichtigste wachstumsbegrenzende Faktor. Der Oberboden ist ziemlich sauer, und Schäden durch Aluminium-Toxizität sind möglich.

Degradationsgefährdung. Dieser Standort ist aufgrund seiner starken Hangneigung stark durch Wassererosion gefährdet. Aufgrund der konvexen Hangform handelt es sich in erster Linie um Flächenerosion. Infolgedessen verarmt der Oberboden an Feinerde und verliert Nährstoffe. Ohne Schutzmaßnahmen ist mit einer Abnahme der Bodenfruchtbarkeit in mäßigem Tempo zu rechnen, die erst auf einem sehr niedrigen Niveau zum Stillstand kommt.

Standorttyp 3 Unterhang

Relief: Konkaver Unterhang, durchschnittl. Hangneigung 15 Prozent.
 Bodentyp: "Sol profond sur granite, complexe de pente concave" (Pietrowicz 1985), Ferralisol (FAO), orthoxic Sombriumult bzw. sombric Kandiumult (Soil Taxonomy).

Horizont	Textur	Skelett	pH(KCl)	%C	N(ppm)
Ap (0-32 cm)	sL	16%	4,1	1,0%	350
B (32-70 cm)	sL	7%	3,8	0,8%	140
Bt (70-112 cm)	sL	-	4,0	0,5%	266
Bth (112-200 cm)	sL	-	4,1	0,2%	91

Quelle: Pietrowicz (1985), Profil 6

Charakterisierung. Dieser Bodentyp hat sich auf tiefgründigem Kolluvium am Unterhang der Catena entwickelt. Die Wasserversorgung ist gut. Die nutzbare Feldkapazität der oberen 100 cm beträgt 120 mm. Die Durchwurzelung reicht bis zu 150 cm Tiefe. Dieser Standort erhält Zuflußwasser von höhergelegenen Hangteilen.

Humus- und Stickstoffgehalt sind gering. Es handelt sich um einen langjährig kultivierten Boden. Der Humusgehalt hat sich auf einem geringen Wert eingependelt, und stabile Humusformen herrschen vor. C/N- und C/P-Verhältnis sind sehr weit. Die biologische Aktivität ist daher gering.

Die P- und K-Gehalte sind extrem gering, mit Ca und Mg ist der Boden noch ausreichend versorgt, die Reserven an K, Ca und Mg sind jedoch so gering, daß die Böden ohne Zufuhr auf längere Sicht verarmen werden. Der limitierende Faktor der Bodenfruchtbarkeit ist der Phosphormangel. Aluminium-Toxizität gibt es auf diesen Böden nicht.

Degradationsgefährdung. Die Strukturschwäche der Böden macht den Standorttyp sehr anfällig für Erosion. Aufgrund der konkaven Hangform bilden sich leicht tiefe Erosionsschluchten. Die Ertragswirksamkeit dieses Prozesses ist sehr schwer abzuschätzen, da er immer nur lokal auftritt. Lange Zeit erodiert fast nichts, bis dann auf einmal ein ganzer Teil der Fläche den Boden total verliert.

Es gibt Anzeichen der Auswaschung von Basen in den Unterboden, was sich durch die sehr geringe Kationenaustauschkapazität des Bodens erklärt. Dieser Prozeß führt zwar zu einer langsamen Abnahme der Bodenfruchtbarkeit, aber er wird teilweise durch die Zufuhr von Nährstoffen infolge von Erosion an höhergelegenen Hanglagen kompensiert.

Betrachtet man die drei Standorttypen Ober-, Mittel- und Unterhang als Catena, so nehmen die Gründigkeit der Böden und ihre pH-Werte zu, ihre C- und N-Gehalte ab. Die geringe Gründigkeit der Oberhang- und Mittelhangböden ist dabei ein entscheidender fruchtbarkeitsbeschränkender Faktor. Nicht nur die Wasserspeicherfähigkeit der Böden, sondern trotz höherer Nährelementkonzentrationen auch die Gesamtmenge der Nährelemente in der Wurzelzone sind eingeschränkt.

Die übrigen Betriebsflächen

Die F-Werte der übrigen Betriebsflächen werden wie folgt definiert: Bei Bananenhain und Kaffeepflanzung wird eine durchschnittliche Bodenfruchtbarkeit (F=1) angenommen, weil beide durch Mulchmaterial u.a. organische Abfälle mit Nährstoffen versorgt werden, und ganzjährige Pflanzenbedeckung sowie die Mulchauflage die Flächen vor Erosion schützen. Das hofnahe Feld sowie das Talfeld werden mit F = 1,5 angenommen; die Nährstoffzufuhr ist in beiden Fällen überproportional hoch, in Hofnähe durch Hausabfälle und tierische Dünger, auf dem Talfeld durch Nährstoffeinträge vom Hang.

III.2.2 Die Modellbetriebe

Es werden ein mittelgroßer und ein Kleinbetrieb definiert. Ihre Betriebsflächen setzen sich in einer für die Region typischen Verteilung zusammen (vgl. Tabelle III.2.1). Der mittelgroße Betrieb repräsentiert annähernd einen durchschnittlichen Betrieb der Projektregion. Er bewirtschaftet in Hofnähe einen weitgestellten Bananenhain mit Unterkulturen sowie ein weiteres Feld, die beide öfters organisch gedüngt werden. In Hofferne nutzt er drei ungedüngte Felder in verschiedenen Hanglagen sowie ein Süßkartoffelfeld im drainierten Sumpf am Talgrund und eine Kaffeepflanzung.

Es werden drei Mutterziegen mit Nachzucht gehalten, die auf der Weidebrache und an Wegrändern angepflockt werden. Saisonal werden Bananenscheinstämme, Bohnenstroh und Süßkartoffelblatt zugefüttert.

Tab. III.2.1: Flächenausstattung der Modellbetriebe

Flächenbezeichnung	ha	F*	Flächennutzung (Saison)
mittelgroßer Betrieb			
Bananenhain	0,2	1,0	Bananen+Bohnen (1) Bananen+Sorghum (2)
Feld hofnah	0,2	1,5	Süßkartoffeln (1) Sorghum+Mais+Bohnen (2)
Feld hofferne oben	0,1	0,5	Bittermaniok (2jährig)
Feld hofferne mitte	0,1	1,0	Bohnen (1) Sorghum+Mais+Bohnen (2)
Feld hofferne unten	0,1	1,5	Süßkartoffeln (1) Sorghum+Mais+Bohnen (2)
Talfeld	0,1	1,5	Süßkartoffeln (ganzjährig)
Kaffeepflanzung	0,1	1,0	Kaffee
Brache	0,1		Weidebrache (Spontanvegetation)
Summe	1,0		
Kleinbetrieb			
Bananenhain	0,12	1,0	Bananen+Bohnen (1) Bananen+Sorghum (2)
Feld hofnah oben	0,05	0,5	Bittermaniok (2jährig)
Feld hofnah mitte	0,06	1,0	Bittermaniok (2jährig)
Feld hofnah unten	0,05	1,5	Bittermaniok (2jährig)
Talfeld	0,12	1,5	Süßkartoffeln (ganzjähr.)
Summe	0,40		

* F: Fruchtbarkeitsfaktor des Standorttyps. Standortsertrag = F x Durchschnittsertrag

Quelle: mittelgroßer Betrieb in Anlehnung an Pietrowicz und Neumann (1987, S.11) und Kleinbetrieb nach Preissler und Bennet (1987).

Im Betrieb leben sechs Personen, der Betriebsleiter, seine Ehefrau und je zwei Kinder im Alter zwischen 10 und 19 und unter 10 Jahren. Rechnet man die Erwachsenen als 1,0 AK, die älteren Kinder als 0,6 und die jüngeren als 0,2 AK (Preissler und Bennet 1987), so verfügt der mittelgroße Betrieb über eine Arbeitskapazität von 3,6 AK. Nach Preissler und Bennet (1987) werden täglich ca. 4,84 Stunden pro AK für landwirtschaftliche Arbeiten (inkl. Vermarktung) aufgewandt. Dies ergibt für den Betrieb ein landwirtschaftliches Arbeitskraftpotential von 6713 AKh/Jahr oder 559 AKh/Monat.

Der Kleinbetrieb bewirtschaftet nur 0,4 ha. Sein Haus liegt am Hang und ist von einem Feld in Hangmitte umgeben. Infolge der sehr geringen Flächenausstattung werden überwiegend die Knollenfrüchte Maniok und Süßkartoffel angebaut. Trotz Hofnähe gibt es infolge der fast vollständigen Verwendung aller Pflanzenteile kaum eine Düngung. Im Betrieb wird eine Mutterziege mit Nachzucht gehalten, die an Feld und Wegrändern angepflockt wird. Die Futtermittellieferung aus dem Betrieb durch Ernteabfälle ist gering. Vom Betrieb leben der Jungbauer und seine Frau, zwei Kindern unter 10 Jahren, sowie ein Jugendlicher aus der Verwandtschaft. Daraus errechnet sich eine Arbeitskapazität von 3 AK oder 5227 AKh/Jahr bzw. durchschnittlich 436 AKh/Monat.

Der Bedarf an Nahrungsenergie pro Jahr wurde für die Erwachsenen mit 3.600, für die Jugendlichen mit 4.320 und für Kinder unter 10 Jahren mit 2.160 Megajoule angesetzt. Der Kleinbetrieb hat einen Nahrungsenergiebedarf von 15.840, der mittelgroße Betrieb von 20.160 Megajoule pro Jahr. Der Bedarf an Eiweiß pro Jahr wurde für Erwachsene mit 18 kg, für Jugendliche mit 19,8 kg und für Kinder unter 10 Jahren mit durchschnittlich 12,6 kg angesetzt. Die Haushalte des Kleinbetriebes und des mittleren Betriebes haben einen Eiweißbedarf von 81 kg und 99,6 kg.

Anhang III.3: Annahmen zur Ertragsentwicklung

III.3.1 Ertragsentwicklung ohne Ressourcenschutz

Über die Ertragsentwicklung ohne Ressourcenschutz liegen in Ruanda keine Daten vor. Sie müssen daher aufgrund der Standorteigenschaften (Erosionsgefährdung, Gründigkeit) geschätzt werden. Einige Überlegungen dazu sind in Anhang III.2 dargestellt. Weitere Hinweise geben jüngste Ergebnisse zur Messung des Bodenabtrages (König 1990 und ISAR 1989). Danach werden als Größenordnung für Erosion bei traditionellem Anbau zwischen 100 und 300 t/ha und Jahr angegeben. Durch die Anlage von Konturstreifen, die insbesondere mit Grevillea und Calliandra bepflanzt sind, kann die Erosion jedoch bereits nach 3 Jahren erheblich reduziert werden. Vorliegende Ergebnisse deuten an, daß die Erosion auf ein Niveau von 10 bis 15 t/ha und Jahr zurückgeht (vgl. Tabelle III.3.1).

Tab. III.3.1: Bodenabtrag in t/ha und Jahr in der Projektregion mit und ohne Konturstreifen (Prozent in Klammern)

	ohne Erosions-schutz	Konturstreifen mit Grevillea und Calliandra
Butare 87/88-89/90* (Hangneigung 28%)	290 (100)	12 (4,2)
		Konturstreifen mit Setaria und Sesbania
Rubona 1988/89**	(100)	(68)
		Konturstreifen mit Calliandra und Setaria
Nyarutovu 1988/89**	119 (100)	12 (10)

Quellen: * König (1990), ** ISAR (1989)

Aus vorliegenden Daten und nach Befragung der Fachleute vor Ort wurde die Ertragsentwicklung ohne Ressourcenschutz in erster Näherung geschätzt (vgl. Tabelle III.3.2).

Tab. III.3.2: Faktoren der Ertragsentwicklung auf den Feldern am Hang ohne Ressourcenschutz

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

Die Bodenfruchtbarkeit nimmt am Oberhang und Mittelhang bis zum zehnten Jahr auf 70 Prozent des Ausgangsertrages ab. Am Oberhang ist anzunehmen, daß die Nutzung im zwanzigsten Jahr aufgegeben werden muß, während damit am Mittelhang erst im vierzigsten Jahr zu rechnen ist. Am Unterhang ist die Ertragsabnahme langsamer. Das Ertragsniveau erreicht im vierzigsten Jahr 80 Prozent des Ausgangsniveaus.

Für die übrigen Standorte des Betriebs, Kaffeepflanzung, Bananenhain, hofnahes Feld und Tal Feld, nehmen wir aufgrund der geringen Erosionsgefährdung und der z.T. beträchtlichen Nährstoffeinträge durch Mulch, organische Düngung und Sedimentablagerung gleichbleibende Erträge an.

III.3.2 Ertragsentwicklung mit Ressourcenschutz

Um die Bodendegradation an den Hängen aufzuhalten, wird vom Projekt die Anlage von Konturstreifen, die mit Bäumen und Sträuchern bepflanzt sind, empfohlen. Anhang III.11 beschreibt dieses Verfahren ausführlich.

Die Annahmen zur Ertragsentwicklung der Feldfrüchte zwischen den Streifen, oder besser, der Unterkulturen des agroforstlichen Systems stützen sich im wesentlichen auf einen groß angelegten Feldversuch. Er wurde über drei Jahre auf einem flachgründigen Standort über Granit durchgeführt. Der Versuchsstandort entsprach ursprünglich einer Zwischenform der Modellstandorte am Oberhang und am Mittelhang, er war jedoch vor Versuchsbeginn durch Gründüngung und Mistzufuhr über mehrere Jahre vor allem in den Eigenschaften Krumentiefe und Nährstoffversorgung verbessert worden.

Auf den mit Bäumen und Sträuchern bepflanzten Flächen befand sich ein ausgewachsener Bestand von 250 Grevilleen pro Hektar. Die Erosionsschutzstreifen waren mit *Setaria sphacelata* bepflanzt. Auf den Feldern wurde eine dreijährige Fruchtfolge praktiziert: Im ersten Jahr zweisaisonale Gründüngung, im zweiten und dritten Jahr in der ersten Saison die Mischkultur Mais/Soja/Süßkartoffel und in der zweiten Saison die Mischkultur Mais/Bohne. Die Versuchsergebnisse zeigt Tabelle III.3.3.

Tab. III.3.3: Ertragswirkung von Bäumen auf die Unterkulturen - Ergebnisse eines Feldversuchs in Nyabisindu

Unterkultur	ohne Bäume	mit Bäumen	
	kg/ha	kg/ha	Steigerung in Prozent
Mais	1204	1476	+23%
Bohnen	798	885	+11%
Soja	312	246	-22%
Süßkartoffeln	2439	3375	+38%
Gründüngung	14600	15300	+ 5%

Quelle: Neumann und Pietrowicz (1985, S. 150)

Im Feldversuch reagierten demnach Mais, Süßkartoffel und Bohne mit Ertragssteigerungen auf die Baumintegration, Soja mit Ertragseinbußen. Die Analyse der gemessenen Boden- und Mikroklimadaten ergab kein eindeutiges Bild in Bezug auf die Wirkungsmechanismen der Ertragssteigerung durch die Baumintegration. Wahrscheinlich sind jedoch eine verbesserte Wasserversorgung unter Bäumen und eine verbesserte Nährstoffversorgung durch Blattfall die entscheidenden Faktoren. Nach den Erfahrungen im Projekt hat die Wurzelkonkurrenz zwischen Grevillea und den Feldkulturen auf flachgründigen Standorten eine größere Bedeutung als auf den Versuchsstandorten. Daher nehmen wir für unseren Standorttyp Oberhang eine deutlich geringere relative Ertragssteigerung oder gar eine Ertragsminderung an, während die Ergebnisse des Feldversuchs für unsere Standorttypen Mittel- und Unterhang unverändert übernommen werden (vgl. Tabelle III.3.4). Wegen fehlender experimenteller Ergebnisse wird in den Modellrechnungen angenommen, daß die Ertragssteigerungen bei Sorghum und Maniok denen bei Mais entsprechen.

Tab. III.3.4: Annahmen zur Ertragswirksamkeit von Baumintegration

Feldfrucht	Versuchsergebnis	angenommene Standortdifferenzierung		
		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 in Tabelle III.3.4 dargestellten Versuchsergebnisse und die dort angenommene Differenzierung nach Standorttypen beschreiben die Ertragsentwicklung auf der tatsächlich kultivierten Fläche. Für die

Erosionsschutzstreifen von einem Meter Breite ist jedoch bei einem Abstand der Streifen von 10 m ein Flächenverlust von 10 Prozent hinzu zu rechnen.

Die Flächenerträge gehen durch die Anlage der Erosionsschutzstreifen zunächst um 10 Prozent zurück. Sie steigen dann während der Aufbauphase des Baumbestandes in S-förmigem Verlauf erst langsam, dann rasch an, um sich nach zehn Jahren auf dem in Tabelle III.3.3 angegebenen Änderungsniveau (abzüglich 10 Prozent Flächenverlust) einzupendeln.

Die weitere Ertragsentwicklung nach 10 Jahren ist nicht bekannt. Es gibt dazu keine Versuchsergebnisse. Grundsätzlich sind zwei gegenläufige Trends denkbar:

- Ein langsamer Rückgang der Erträge aufgrund einer Nährstoffverarmung; es gibt bisher keine Daten über die von den Bäumen aus tieferen Bodenschichten erschlossenen Nährstoffmengen. Es ist jedoch möglich, daß sie nicht ausreichen, um den Nährstoffentzug von der Fläche auszugleichen.
- eine langsame weitere Steigerung der Erträge infolge einer Verbesserung des Humusgehalts des Bodens und der damit verbundenen Verbesserung der Bodenstruktur und einiger bodenchemischer Eigenschaften.

Im vorliegenden Berechnungsbeispiel wird angenommen, daß die Erträge in den Folgejahren stabil bleiben.

Anhang III.4: Produktionsverfahren Bittermaniok

Tab. III.4: Bittermaniok zweijährig

	Preise FRw/kg	--Jahr 0--	
		kg/ha	FRw/ha
Rohertrag			
Maniok			
cosettes	10.0	2666.7	26667.0
Variable Kosten			0.0

Deckungsbeitrag (FRw/ha)			26667.0

Arbeitszeitaufwand			Akh/ha
Januar		Ernte	133.3
Februar		Pflanzen	360.0
März			0.0
April			0.0
Mai		Hacke	125.0
Juni			0.0
Juli			0.0
August		Hacke	125.0
September			0.0
Oktober			0.0
November		Ernte	133.3
Dezember		Ernte	133.3
Jahr			1010.0

Deckungsbeitrag (FRw/Akh)			26.4

Energie Maniok	6243.0 kJ/kg		16648.5 MJ/ha

Eiweiss Maniok	0.012 kg Prot/kg		32.0 kg/ha

Biomasse		% TM	kg TM/ha
Knollenertrag		31.9	2835.0
Krautertrag		16.0	3000.0
Gesamt			5835.0

durchschnittlicher Standort F = 1,0

Quellen. Die produktionstechnischen Daten wurden in 6 Betrieben der Projektregion erhoben (Preissler und Bennet 1987). Die Preise basieren auf Markterhebungen (Sept. 83 bis Dez. 84) in den Orten Nyabisindu, Ruhanga, Nyanza und Ntongwe (Preissler 1985). Die Berechnung der

Energie- und Eiweißwerte wurde auf der Grundlage der für Bittermaniok-schnitzel angegebenen Tabellenwerte (FAO 1968) berechnet. Da sich der Ertrag auf ein schon verarbeitetes Produkt bezieht, werden keine Abzüge für Nachernte- und Lagerungsverluste oder Saatgut berücksichtigt. Die Biomasse setzt sich aus dem Knollen- und dem Krautertrag (kg TM/ha) zusammen. Der Krautertrag und die Trockensubstanzgehalte wurden nach Angaben aus der Literatur (Göhl 1981) berechnet.

Erläuterungen und Annahmen. Bittermaniok ist nach den Süßkartoffeln die zweitwichtigste Knollenfrucht. Seine Bedeutung liegt vor allem in seinem hohen Stärkeertrag und seinen geringen Bodenansprüchen. Für Kleinbetriebe ist er die "Hungerkultur" auf marginalen Standorten.

Auf steilen, hoffernen und wenig fruchtbaren Standorten wird Bittermaniok meist in Reinkultur angebaut. Seine Vegetationsdauer beträgt 18 bis 24 Monate. Bittermaniok wird mit Ausnahme der großen Trockenzeit im Juli/August das ganze Jahr über gepflanzt und geerntet. Die folgenden Berechnungen gehen von einem zweijährigen Zyklus mit Beginn im September aus. Die Stecklinge werden im eigenen Betrieb gezogen.

Die Bittermaniokwurzeln werden wegen ihres Blausäuregehaltes vor dem Verzehr in einem arbeitsaufwendigen Prozeß zu getrockneten Maniok-schnitzeln (cosettes) weiterverarbeitet.

Deckungsbeitrag. Als Grundlage für die Berechnung des Deckungsbeitrags geben Preissler und Bennet (1987) für eine 18-monatige Vegetationsdauer einen Durchschnittsertrag von 10000 kg/ha an. Aufgrund der um ein Drittel verlängerten Vegetationsdauer wird hier von einem durchschnittlichen ($F=1$) Hektarertrag von 13333 kg Maniokwurzeln ausgegangen. Diese werden zu 5323,4 kg cosettes verarbeitet. Auf ein Jahr bezogen ergibt sich ein Hektarertrag von 2666,7 kg cosettes. Dies entspricht einem Jahresdeckungsbeitrag von 26667 FRw/ha. Da keine variablen Spezialkosten anfallen, ist der Cosettepreis ausschlaggebend.

Arbeitszeitbedarf. Für die Feldvorbereitung im Februar werden 600 AKh, für das Stecklingschneiden und Stecken 120 AKh veranschlagt. In den ersten sechs Monaten ist eine zweimalige Unkrauthacke von je 250 AKh notwendig. Später ist das Blätterdach so dicht, daß keine Unkrautkontrolle mehr notwendig ist. Für die Ernte und Weiterverarbeitung geben Preissler und Bennet (1987) 600 AKh für 4000 kg cosettes an. Entsprechend dem um ein Drittel höheren Ertrag veranschlagen wir 800 AKh, die sich auf die drei Monate November bis Januar mit monatlich 266,7 AKh verteilen. Diese Arbeitszeitwerte gelten für den zweijährigen Zyklus, so daß sie aufs Jahr saldiert werden müssen.

Anhang III.5: Produktionsverfahren Bohnen

Tab. III.5: Bohnen

	Preise FRw/kg	--Jahr 0-- kg/ha	FRw/ha
Rohhertrag			
Bohnen	25.0	800.0	20000.0
Variable Kosten			
Saatgut Bohnen	28.3	30.0	849.0
Summe Kosten			849.0
Deckungsbeitrag (FRw/ha)			19151.0
Arbeitszeitaufwand			Akh/ha
Januar			0.0
Februar			0.0
März			0.0
April			0.0
Mai			0.0
Juni			0.0
Juli			0.0
August			0.0
September	Saat		660.0
Oktober			0.0
November	Hacke		300.0
Dezember	Ernte		120.0
Jahr			1080.0
Deckungsbeitrag (FRw/Akh)			17.7
Energie Bohnen	14078.4 kJ/kg		9573.3 MJ/ha
Elweiss Bohnen	0.204 kg Prot/kg		138.7 kg/ha
Biomasse			% TM kg TM/ha
Bohnerertrag		87.8	702.4
Strohertrag		86.2	1172.0
Gesamt			1874.4

durchschnittlicher Standort F =1,0			

Quellen. Die produktionstechnischen Daten wurden in 6 Betrieben der Projektregion erhoben (Preissler und Bennet 1987). Die Preise basieren auf Markterhebungen (Sept. 83 bis Dez. 84) in den Orten Nyabisindu, Ruhanga, Nyanza und Ntongwe (Preissler 1985). Zur Berechnung des

Nahrungswertes werden mittlere Energie- und Eiweißwerte von Phaseolus-varietäten zugrunde gelegt (FAO 1968). Für Lagerungsverluste und Saatgut werden 15 Prozent von der Ernte abgezogen. Die oberirdische Biomasse setzt sich aus dem Bohnen- und dem Strohertrag zusammen. Stroherträge werden aus den in der Literatur verfügbaren Bohnen-Stroh-Verhältnissen (GTZ 1989; ICAR 1969) errechnet. Die Angaben zu Trocken-substanzgehalten stammen von FAO (1968) und Göhl (1981).

Erläuterungen und Annahmen. Nahezu jeder Betrieb in der Projektregion baut Bohnen an. Verwendet werden lokale Sortengemische, die den jeweiligen Standortbedingungen gut angepaßt sind. Sie werden vorwiegend in der ersten Saison (September bis Dezember) sowie als Unterkultur kultiviert. Sie tragen vor allem zur Eiweißversorgung im Haushalt bei.

Deckungsbeitrag. Mit 30 kg Saatgut werden durchschnittlich 800 kg/ha Bohnen erzeugt. Der Preis für das Saatgut ergibt sich aus folgender Kalkulation: zwei Drittel des Saatgutes werden aus eigener Produktion gewonnen (Kosten: 20 FRw/kg). Ein Drittel wird zum Preis von 35 FRw/kg zugekauft. Insgesamt ergibt sich ein relativ geringer saisonaler Deckungsbeitrag von 19151 FRw/ha.

Arbeitszeitbedarf. Im September fallen für die Feldvorbereitung 600 AKh/ha und für die Saat 60 AKh/ha an, im November eine Unkrauthacke mit 300 AKh/ha und im Dezember die Ernte (120 AKh/ha). In der Summe errechnet sich ein saisonaler Arbeitszeitanspruch von 1080 AKh und eine am Deckungsbeitrag gemessene Arbeitsproduktivität von 17,7 FRw/AKh.

Anhang III.6: Produktionsverfahren Sorghum/Mais/Bohne

Tab. III.6: Sorghum/Mais/Bohne

	Preise FRw/kg	--Jahr 0-- kg/ha	FRw/ha
Rohhertrag			
Sorghum-Korn	15.0	1200.0	18000.0
Mais-Korn	20.0	200.0	4000.0
Bohnen	25.0	114.3	2857.5
Summe			24857.5
Variable Kosten			
Saatgut Sorghum	25.0	15.0	375.0
Saatgut Mais	20.0	20.0	400.0
Saatgut Bohnen	28.3	8.6	243.4
Summe Kosten			1018.4
Deckungsbeitrag (FRw/ha)			23839.1
Arbeitszeitaufwand			Akh/ha
Januar		Saatbeet	400.0
Februar		Aussaat	100.0
März		Hacke	270.0
April			0.0
Mai		Ernte B	67.0
Juni		Ernte SM	93.0
Juli		Ernte SM	150.0
August			0.0
September			0.0
Oktober			0.0
November			0.0
Dezember			0.0
Jahr			1080.0
Deckungsbeitrag (FRw/Akh)			22.1
Energie			
Sorghum	14455.5 kJ/kg	14744.6 MJ/ha	
Mais	15251.6 kJ/kg	2592.8 MJ/ha	
Bohnen	14078.4 kJ/kg	1367.8 MJ/ha	
Summe	43785.5 kJ/kg	18705.2 MJ/ha	
Eiweiß			
Sorghum	0.151 kg Prot/kg	154.0 kg/ha	
Mais	0.100 kg Prot/kg	17.0 kg/ha	
Bohnen	0.204 kg Prot/kg	19.8 kg/ha	
Summe	0.455 kg Prot/kg	190.8 kg/ha	
Biomasse		% TM	kg TM/ha
Sorghum Korn		90.6	1152.0
Sorghumstroh		94.0	2256.0
Mais Korn		89.6	179.2
Maisstroh		84.1	268.0
Bohnen		87.8	100.0
Bohnenstroh		86.2	167.0
Gesamt			4122.2

durchschnittlicher Standort F = 1,0

Quellen. Die produktionstechnischen Kenndaten wurden in 6 Betrieben der Projektregion erhoben (Preissler und Bennet 1987). Die Preise basieren auf Markterhebungen (Sept. 83 bis Dez. 84) in den Orten Nyabisindu, Ruhanga, Nyanza und Ntongwe (Preissler 1985). Die Berech-

nungen der Nahrungswerte erfolgen bei Sorghum und Mais auf Literaturangaben FAO (1986). Von den drei Hektar-Teilerträgen werden jeweils 15 Prozent für Nachernte- und Lagerungsverluste und für Saatgut abgezogen. Die oberirdische Biomasse setzt sich aus dem Korn- bzw. Bohnenertrag und dem jeweiligen Strohertrag zusammen. Stroherträge werden aus den in der Literatur verfügbaren Korn-Stroh- und Bohnen-Stroh-Verhältnissen (GTZ 1989; ICAR 1969) berechnet. Die Trockensubstanzgehalte entstammen Angaben von FAO (1968) und Göhl (1981).

Erläuterungen und Annahmen. In der zweiten Saison (Februar - Mai) ist die Mischkultur Sorghum/Mais/Bohne in der Projektregion sehr verbreitet. Durch die Kombination der Getreideart mit der stickstoffbindenden Leguminose wird ein positiver Mischkultureffekt erzielt. Alle drei Mischungspartner werden vorwiegend für den Eigenbedarf angebaut. Ein Teil des Sorghums wird zu Sorghumbier verarbeitet und verkauft.

Das Mischungsverhältnis der drei Kulturen variiert stark. Preissler und Bennet (1987) gehen von den folgenden Annahmen aus: Die Aussaatdichte für Sorghum, Mais und Bohnen liegt bei 40.000, 4.000 bzw. 40.000 Pflanzen pro Hektar.

Deckungsbeitrag. Bei der angegebenen Aussaatdichte ist mit einem Durchschnittsertrag von 1200 kg Sorghum, 200 kg Mais und 114,3 kg Bohnen zu rechnen. An proportionalen Spezialkosten fallen nur Saatgutkosten in Höhe von 1018 FRw an. Daraus ergibt sich ein Deckungsbeitrag von 23839 FRw.

Arbeitszeitbedarf. An flächenabhängigen Arbeiten fallen an: Saatbeetvorbereitung (400 AKh/ha) und Aussaat (100 AKh/ha), sowie eine Unkrauthacke von 270 AKh/ha. Bei mittleren Erträgen ist mit 67 AKh/ha für die Bohnenernte im Mai zu rechnen, 93 bzw. 150 AKh/ha im Juni bzw. Juli für die Sorghum- und Maisernte. Der größte Teil der Maisernte wird zur Deckung des laufenden Bedarfs aus dem stehenden Bestand

gepflückt. Die frischen Kolben werden geröstet und verzehrt. Bei Sorghum und Bohnen sind in den angegebenen Zahlen Dreschzeiten eingeschlossen. Bei einem Gesamtarbeitszeitanpruch von 1080 AKh ergibt sich damit eine am Deckungsbeitrag gemessene Arbeitsproduktivität von 22,1 FRw/AKh.

Anhang III.7: Produktionsverfahren Süßkartoffeln

Tab. III.7: Süßkartoffeln

	Preise FRw/kg	--Jahr 0-- kg/ha	FRw/ha
Rohertrag			
Süßkartoffel-Knolle	6.0	6000.0	36000.0
Variable Kosten			0.0

Deckungsbeitrag (FRw/ha)			36000.0

Arbeitszeitaufwand			Akh/ha
Januar	Ernte		385.7
Februar			0.0
März			0.0
April			0.0
Mai			0.0
Juni			0.0
Juli			0.0
August	Saatbeet		600.0
September	Pflanzen		350.0
Oktober			0.0
November			0.0
Dezember			0.0
Jahr			1335.7

Deckungsbeitrag (FRw/Akh)			0.0

Energie Süßkart-Knolle	5069.9 kJ/kg		25856.5 MJ/ha

Eiweiss Süßkart-Knolle	0.016 kgProt/kg		81.6 kg/ha

Biomasse	% TM		kg TM/ha
Knollenertrag	30.0		1800.0
Krautertrag	10.8		556.0
Gesamt			2356.0

durchschnittlicher Standort F = 1,0			

Quellen. Die produktionstechnischen Kenndaten wurden in 6 Betrieben der Projektregion erhoben (Preissler und Bennet 1987). Die Preise basieren auf Markterhebungen (Sept. 83 bis Dez. 84) in den Orten Nyabisindu, Ruhanga, Nyanza und Ntongwe (Preissler 1985). Zur Ermittlung des

Nahrungswertes werden Energie- und Eiweißgehalte von rohen Süßkartoffelknollen nach Literaturangaben berechnet (FAO 1968). Für Lagerungsverluste wird ein Abschlag von 15 Prozent der Ernte vorgenommen. Die Biomasse setzt sich aus dem Knollen- und dem Krautertrag (kg TM/ha) zusammen. Der Krautertrag wird nach Angaben aus der Literatur (Franke 1982) geschätzt. Trockensubstanzgehalte basieren auf Angaben von FAO (1968) und Göhl (1981).

Erläuterungen und Annahmen. Die Süßkartoffel ist für Selbstversorgung und Verkauf die wichtigste Knollenfrucht. Sie wird auf Feldern am Hang, aber auch auf Hügelbeeten in den drainierten Talsümpfen angebaut. Am Hang gilt der Anfang der kleinen Regenzeit (September) als Hauptbestellzeit, in den Tälern wird sie ganzjährig angebaut. Dabei werden kleine Flecken sukzessive bestellt und nach und nach geerntet. In der Projektregion herrschen Sorten mit einem Vegetationszyklus von 4 bis 6 Monaten vor. Im folgenden werden die Berechnungen für den ein-saisonalen Anbau in der kleinen Regenzeit und den Anbau in den Tälern über zwei Vegetationszyklen durchgeführt.

Deckungsbeitrag. Preissler und Bennet (1987) geben als mittleres Ertragsniveau 7000 kg/ha und Saison an. Im folgenden gehen wir von 6000 kg/ha und Saison am Hang und 9000 kg/ha und Saison (d.h. von 18000 kg/ha und Jahr) in den Tälern aus. Variable Spezialkosten fallen keine an, da die Vermehrung mit Stecklingen erfolgt, die aus dem eigenen Betrieb stammen. Bei einem Preis von 6 FRw/kg ergibt sich ein Deckungsbeitrag von 36000 und 108000 FRw/ha am Hang bzw. im Tal.

Arbeitszeitbedarf. Für die Feldvorbereitung sind wie bei anderen Kulturen 600 AKh/ha erforderlich, für das Auspflanzen 350 AKh/ha. Die Ernte beansprucht mit 64,3 AKh/t. Wegen des relativ guten Aufwuchses der Blattmasse, die eine Verunkrautung weitgehend verhindert, kann in der Regel auf eine Unkrauthacke verzichtet werden. Am Hang fällt das Auspflanzen auf den September und die Ernte auf Januar (385,7

AKh/ha). Im Tal addieren sich zweimal Feldvorbereitung und Auspflanzen (1900 AKh/ha) und Ernte (1157 AKh/ha) zu einem Jahresarbeitszeitanspruch von 3057 AKh/ha. Er verteilt sich über das ganze Jahr, so daß sich eine monatliche Arbeitsbelastung von 254,7 AKh/ha ergibt.

Anhang III.8: Produktionsverfahren Bierbanane

Tab. III.8: Bierbanane/Sorghum (1.Saison) und Bierbanane/Bohne (2.Saison)

	Preise FRW/kg	--Jahr 0-- kg/ha FRW/ha	
Rohertrag			
Bananenbier (Liter)	40.0	2812.5	112500.0
Sorghum-Korn	15.0	1000.0	15000.0
Bohne	25.0	640.0	16000.0
Summe			143500.0
Variable Kosten			
Sorghum f. Bier	25.0	140.6	3515.6
Saatgut Sorghum	25.0	13.2	330.0
Saatgut Bohne	28.3	24.0	679.2
Summe Kosten			4524.8
Deckungsbeitrag (FRW/ha)			138975.2
Arbeitszeitaufwand		Bananen Akh/ha	S/B Akh/ha Gesamt Akh/ha
Januar	Saatbeet S	0.0	360.0 360.0
Februar	Saat S	46.9	80.0 126.9
März	Hacke 1	46.9	216.0 262.9
April	Hacke 2	46.9	120.0 166.9
Mai		46.9	0.0 46.9
Juni	Ernte S	0.0	77.5 77.5
Juli	Ernte S	0.0	125.0 125.0
August		0.0	0.0 0.0
September	Saatbeet B	46.9	528.0 574.9
Oktober	Hacke B	46.9	120.0 166.9
November	Hacke B	46.9	120.0 166.9
Dezember	Ernte B	46.9	96.0 142.9
Jahr		375.0	1842.5 2217.5
Deckungsbeitrag (FRW/Akh)			62.7
Energie			
Bierbanane	3687.2 kJ/kg		8814.6 MJ/ha
Sorghum	14455.5 kJ/kg		12287.2 MJ/ha
Bohne	14078.4 kJ/kg		7658.6 MJ/ha
Summe			28760.4 MJ/ha
Eiweiss			
Bierbanane	0.015 kg Prot/kg		35.9 kg/ha
Sorghum	0.151 kg Prot/kg		128.0 kg/ha
Bohne	0.204 kg Prot/kg		111.0 kg/ha
Summe			274.9 kg/ha

durchschnittlicher Standort F = 1,0

Quellen. Die produktionstechnischen Kenndaten wurden in 6 Betrieben der Projektregion erhoben (Preissler und Bennet 1987). Die Preise basieren auf Markterhebungen (Sept. 83 bis Dez. 84) in den Orten Nyabisindu, Ruhanga, Nyanza und Ntongwe (Preissler 1985). Für die Berechnung der Energie- und Eiweißwerte der Bierbanane werden die Tabellenwerte der reifen *Musa sapientum* zugrunde gelegt (FAO 1968). Für Nachernte- und Lagerungsverluste werden vom Bananen- sowie vom Bohnen- und Sorghumertrag 15 Prozent abgezogen.

Erläuterungen und Annahmen. Diese Mischkultur ist nach den Agrarstatistiken (MINAGREF 1985) die häufigste in der Projektregion. Dabei werden unter weitgestellten Bananenstauden in der ersten Saison Bohnen, in der zweiten Saison Sorghum angebaut. Die Bananen werden unter Verwendung von Sorghum zu Bananenbier verarbeitet, welches meist an kleine Bierlokale ("Cabarets") verkauft wird. Bananenbier trägt erheblich zum Geldeinkommen der Betriebe bei. Außerdem besitzt es erhebliche soziale Bedeutung (z.B. als Entgelt für Nachbarschaftshilfe).

Das kombinierte Produktionsverfahren geht von 625 Bananenstauden je ha aus (Reinkultur: 1000 Stauden/ha). Diese Stauden beanspruchen 20 Prozent der Anbaufläche. Auf den restlichen 80 Prozent werden Bohnen bzw. Sorghum angebaut.

Deckungsbeitrag. Bei einem jährlichen Durchschnittsertrag pro Staude von 12 kg werden 3750 kg Bananen je Hektar erzeugt (nur 50 Prozent der Stauden tragen Früchte). Unter Verwendung von 140,6 kg Sorghum (proportionale Spezialkosten: 2930 FRw) können daraus 2812,5 Liter Bananenbier gebraut werden.

Die Unterkulturen Bohnen und Sorghum erbringen jeweils 80 Prozent ihres Reinkulturertrages. Eine mögliche positive Stickstoffwirkung der Bohnen auf Sorghum oder Bananen wird dabei nicht berücksichtigt.

An variablen Spezialkosten fallen außer dem Sorghum zum Bierbrauen Saatgut für Sorghum und Bohnen an. Daraus ergibt sich ein Deckungsbeitrag von 138975 FRw/ha.

Arbeitszeitbedarf. Etwa ein Drittel der Arbeit, die für Bierbananen in Reinkultur aufgebracht werden muß, sind den Brauarbeiten zuzurechnen, zwei Drittel entfallen auf die gesamten Feldarbeiten. Die Arbeitszeitanprüche der Mischkultur wurden unter folgenden Annahmen von denen der Reinkultur abgeleitet:

- Die Feldarbeit steht im festen Verhältnis zur Anzahl der Bananenstauden je ha (250 statt 400 AKh/Jahr in Reinkultur).
- Der Umfang der Brauarbeiten hängt vom Bananenertrag ab. Bei 0,044 AKh je Liter Bananen ergibt sich ein Jahresarbeitszeitbedarf von 125 AKh.
- Feldarbeiten und Brauarbeiten von Bananenbier fallen in die Regenzeiten Sept. bis Dez. und Feb. bis Mai. Der Arbeitszeitanpruch für Bierbananen liegt bei monatlich 46,9 AKh.
- Der Arbeitszeitanpruch für Feldarbeiten von Sorghum und Bohnen korreliert mit der angebauten Fläche von 80 Prozent. Dabei ist zu Beginn der ersten Saison im September mit besonders hohen Arbeitszeitanprüchen für die einmal jährlich durchgeführte tiefe Bodenbearbeitung zu rechnen.

Bei dem Gesamtarbeitszeitanpruch von 2217,5 AKh/ha und Jahr errechnet sich eine am Deckungsbeitrag gemessene Arbeitsproduktivität von 62,7 FRw/AKh.

Anhang III.9: Produktionsverfahren Kaffee

Tab. III.9: Kaffee

	Preise FRw/kg	--Jahr 0-- kg/ha FRw/ha	
Rohertrag Kaffee	120.0	1000.0	120000.0
Variable Kosten			0.0
Deckungsbeitrag (FRw/ha)			120000.0
Arbeitszeitaufwand Akh/ha			
Januar	Unkrauthacke		250.0
Februar	Unkrauthacke		250.0
März	Unkrauthacke		250.0
April	Ernte		300.0
Mai	Ernte		400.0
Juni	Ernte		300.0
Juli			0.0
August			0.0
September			0.0
Oktober			0.0
November			0.0
Dezember	Unkrauthacke		200.0
Jahr			1950.0
Deckungsbeitrag (FRw/Akh)			61.5

Quellen. Die produktionstechnischen Kenndaten wurden in 6 Betrieben der Projektregion erhoben (Preissler und Bennet 1987). Die Preise basieren auf Markterhebungen (Sept. 83 bis Dez. 84) in den Orten Nyabisindu, Ruhanga, Nyanza und Ntongwe (Preissler 1985).

Erläuterungen und Annahmen. Zwei Drittel aller Betriebe in der Projektregion bauen Kaffee an. Für den Staat und für die Bauern spielt Kaffee eine wichtige Rolle als Devisen- und Bargeldquelle. Der Kaffeeanbau wurde in der Vergangenheit durch garantierte Preise, Beratung und Subventionen für Pflanzenschutz und Geräte massiv gefördert. Auf der anderen Seite stehen Bewirtschaftungsauflagen, so z.B. eine Mulch-

pflicht. Früher konnten die Bauern aus den Sumpfbereichen im Tal Schilf als Mulchmaterial schneiden, heute ist dies nicht mehr möglich, da die Talflächen in Kultur genommen sind. Als optimale Mulchmenge gibt Dressler (1983) 12 t/ha an. Durchschnittlich wenden die Bauern nach Dressler und Züblin (1982) aber nur 7,5 bis 10,5 t TM je ha an.

Die Kaffeepflanzungen werden in der Regel mit 2500 Sträuchern je ha angelegt. Durchschnittlich werden 0,4 kg Kaffee je Strauch geerntet.

Deckungsbeiträge. Bei 1000 kg Kaffee-Ertrag je ha mit einem Garantiepreis von 120 FRw/kg werden 120000 FRw/ha Erlöst. Da keine variablen Spezialkosten anfallen - sämtliche Kosten für Pflanzenschutz werden vom Staat übernommen - entspricht der Erlös dem Jahresdeckungsbeitrag.

Arbeitszeitanprüche. In den Berechnungen gehen wir von bestehenden Kaffeepflanzungen aus. Die Unkrauthacke (950 AKh/ha) findet v.a. in den Monaten Dezember bis März statt, die Ernte (1000 AKh/ha) zwischen April und Juni. Der Jahresarbeitszeitbedarf beträgt 1950 AKh/ha.

Anhang III.10: Produktionsverfahren Ziegenhaltung

Tab. III.10: Ziegenhaltung - ein Muttertier mit Nachzucht

	Preise FRw/kg	traditionelle Fütterung			verbesserte Fütterung			
		Tier/Jahr	kg/Tier	FRw/Jahr	Tier/Jahr	kg/Tier	FRw/Jahr	
Rohertrag								
Fleisch Jungtiere	89.50	0.66	19.00	1462	1.31	20.00	2345	
Fleisch Alttiere	54.50	0.11	22.00	132	0.11	23.00	138	
Summe				1594			2483	
Variable Kosten								
Strick für Anbindehaltung				125			125	
Zinskosten				145			152	
Summe Kosten				270			277	
Deckungsbeitrag (FRw/Tier)				1324			2206	
traditionell = 100				100			167	
Arbeitszeitaufwand (Herde von 3 Ziegen mit Lämmern)				Akh			Akh	
Januar				70			70	
Februar				70			70	
März				70			70	
April				70			70	
Mai				70			70	
Juni				70			70	
Juli				70			70	
August				70			70	
September				70			70	
Oktober				70			70	
November				70			70	
Dezember				70			70	
Jahr				840			840	
Deckungsbeitrag (FRw/Akh)				4.73			7.88	
traditionell = 100				100			167	
Energie		8586 kJ/kg Frischfleisch				163 MJ/Muttertier		
Elweiss		0.2 kg Prot/kg Frischfleisch				3.8 kgProt/Muttertier		
Technische Parameter:		In Anlehnung an Armbrester verbessert traditionell		** andere Quellen zur trad. Fütterung **	(1)	(2)	(3)	(4)
Nutzungsdauer Muttertier (Jahre)		7	7			4		
Zwischenkitzintervall (Mon.)		8.1	8.4		9	9	9	9
Kitze pro Ablammung		1.4	1.4		1.4	1.36	1.5	1.4
Fruchtbarkeit (Lämmer/Alttier/Jahr)		2.07	2.00		1.87	1.81	2.00	1.87
Kitzverluste bis Nutzungsalter (1/J)		0.3	0.5			0.15		
Alttierverluste (1/J)		0.23	0.23					
Gewicht Kitze bei Nutzung (kg)		20	19			17	19	15
Gewicht Alttiere (kg)		23	22					
Fleischertrag (kg/Jahr)		24.87	15.06					

(1) Schumacher(1987), (2) Preissler & Bennet (1987), (3) Kröger(1983), (4) Dressler(1983)

Quellen. Die Produktionsverfahren sind nach den sehr detaillierten Untersuchungen von Armbruster (1989) definiert. Die Preise basieren auf Markterhebungen (Sept. 83 bis Dez. 84) in den Orten Nyabisindu, Ruhanga, Nyanza und Ntongwe (Preissler 1985). Zur Berechnung der Energie- und Eiweißbeiträge aus Ziegenfleisch können die folgenden Annahmen gelten (W. Bayer mündl. Mitteilung): Der Ausschachtungsgrad beträgt 45 bis 50 Prozent. Davon müssen ca. 20 Prozent Knochen abgezogen werden. Für den Verzehr von Innereien und Haut werden wieder 20 Prozent zugeschlagen, so daß mit einer Verwertung von 47,5 Prozent zu rechnen ist. Davon entfallen auf Eiweiß 20 Prozent, auf Fett 10 Prozent und auf Wasser 70 Prozent. Bezüglich der Energieausbeute ergeben sich für Eiweiß 5 kcal je g Trockenmasse und für Fett 9 kcal je g Trockenmasse. Dies ergibt insgesamt 8586 kJ/kg Frischfleisch.

Erläuterungen und Annahmen. Mehr als die Hälfte der Betriebe in der Projektregion halten Ziegen, im Durchschnitt 2,6 je Betrieb. Aufgrund der geringen Anschaffungskosten können auch ärmere Betriebe Ziegen halten. Sie sind die "lebende Sparkasse" und dienen zur Deckung unvorhergesehener Ausgaben bei Krankheiten, Hochzeiten und anderen Anlässen.

Traditionell werden die Tiere tagsüber an Wegrändern und auf Brachflächen angepflockt und nachts in der Wohnhütte eingesperrt. Im vorliegenden Beispiel gehen wir von einer Muttertierhaltung mit vierjähriger Nutzungsdauer aus.

Deckungsbeiträge. Bei einem Ablammintervall von 8,4 Monaten und 1,4 Lämmern pro Ablammung werden jährlich 2,0 Lämmer erzeugt. Ohne Zufütterung von Leguminosenlaub sind davon 50 Prozent Jungtierversluste (Armbruster 1989) und 0,14 Tiere pro Jahr zur Reproduktion des Alttiers abzuziehen. Netto können jährlich 0,86 Jungtiere verkauft werden. Bei einem Preis von 1700 FRw/Tier wird ein Erlös von 1462 FRw je Muttertier erzielt. Die Alttiere gelangen nach 7-jähriger Nutzungs-

dauer zum Preis von 1200 FRw zum Verkauf. Abzüglich von 23 Prozent Alttierverlusten erbringen sie jährlich 132 FRw. Insgesamt liegt der Gesamterlös pro Muttertier mit Nachzucht bei 1594 FRw/Jahr. Bei Zufütterung von Leguminosenlaub (Leucaena) wurde eine deutliche Verringerung der Mortalität und eine Verbesserung der Fruchtbarkeit festgestellt. Schließlich weisen die mit Leucaena gefütterten Tiere geringfügig höhere Gewichte auf (Armbruster 1989). Für die im Beispiel verwendete Calliandra werden die gleichen Bedingungen angenommen. Damit erhöht sich der Deckungsbeitrag auf 2359 FRw/Jahr. Ein weiterer möglicher Erlös aus dem Mist wird nicht in Wert gesetzt, da dieser infolge fehlender Stallhaltung nicht gesammelt wird.

Zur Berechnung des Veredlungswerts der Blattmasse gilt folgendes: Durch Zufütterung von 800 kg Leguminosenblatt (Calliandra) je Muttertier wird die Kitzmortalität verbessert und die Gewichte von Alt- und Jungtieren nehmen geringfügig zu. Infolgedessen erhöht sich der Jahresdeckungsbeitrag der Ziegenhaltung von 1324 auf 2206 FRw/Muttertier, oder um 882 FRw. Die Blattmasse wird mit einem Wert von 1 FRw/kg Frischmasse veredelt (vgl. auch Tabellen III.13.1 bis III.13.3).

An variablen Kosten fallen an: Ein Strick zum Anbinden der Alttiere. Aufgrund des relativ hohen Wertes der Tiere werden Zinskosten in Höhe von 5 Prozent vom Verkaufswert eines Muttertiers und vom Verkaufswert eines Jungtiers angesetzt (145 bzw. 152 FRw).

Arbeitszeitbedarf. Für das An- und Abpflocken werden 2 AKh/Tag angesetzt, für Reinigungsarbeiten im Hof 20 Minuten/Tag. Damit beansprucht ein Muttertier mit Nachzucht 70 AKh pro Monat. Zur Berechnung des Arbeitszeitanspruchs für 3 Muttertiere wird davon ausgegangen, daß sich dieser Betrag nicht verdreifacht, sondern nur um 50 Prozent erhöht.

Anhang III.11: Produktionsverfahren Konturstreifen mit Bäumen und Sträuchern

III.11.1 Prinzip der Konturstreifen

Bei der über viele Jahre im Projekt entwickelten Methode der Baum- und Strauchintegration werden Bäume und Sträucher entlang von Konturlinien gepflanzt. Je nach Hangneigung werden sie in 10 bis 30 m Abstand voneinander angelegt. Diese Erosionsschutzhecken besitzen mehrere 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 kann.
- Tiefwurzelnde Bäume und Sträucher schließen Nährstoffe aus tieferen Bodenschichten auf, Leguminosen fixieren Stickstoff. Beides wird den anliegenden Feldern über den Laubfall zugeführt.
- Bäume und Sträucher verbessern das Mikroklima (Ausgleich der Temperaturschwankungen, Verringerung der potentiellen Evapotranspiration). Dadurch verbessert sich die Wasserausnutzung der Feldkulturen und der Humusabbau verringert sich.

Die ökologischen Vorteile sind in der Regel mittel- bis langfristige Ertragssteigerungen bei den benachbarten Feldkulturen. Es können sich aber auch negative Ertragswirkungen durch Wurzelkonkurrenz und Beschattung ergeben.

In Anlehnung an die Empfehlungen des Projektes definieren wir die Erosionsschutzstreifen wie folgt: Anlage der Linien quer zum Hang im Abstand von 10 m, bepflanzt mit einer zweireihigen, einen Meter breiten Hecke aus *Calliandra calothyrsus* und 360 Bäumen/ha (*Grevillea robusta*). In der Aufbauphase des Baumbestands kommen zeitweilig auch andere, schnellwüchsige Bäume zum Einsatz.

Im folgenden werden in einem ersten Schritt zuerst die angenommenen direkten Erträge der Integration von Bäumen und Sträuchern in Form von Holz, Futter etc. dargestellt. Die angenommene Ertragsentwicklung der Unterkulturen wird in Anhang III.3 erläutert.

III.11.2 Erträge aus Bäumen und Sträuchern

Wie für die Feldkulturen, wird auch zur Berechnung der Erträge aus Bäumen und Sträuchern der Fruchtbarkeitsfaktor F angewandt (zur Definition vgl. Anhang III.2).

Calliandra-Hecke. Calliandra calothyrsus erwies sich in den Versuchen des Projektes ertragreicher als die bekanntere Leucaena leucocephala. Die Versuchsergebnisse variieren jedoch stark, da die Bedingungen in Bezug auf Standort, Schnitthöhe und -breite und Kombination mit anderen Pflanzen sehr unterschiedlich waren. Im Durchschnitt kann von 100 kg TM/Jahr je 100 m Heckenlänge ausgegangen werden. Dies ergibt bei 1000 m Erosionsschutzstreifen je ha eine Produktion von 1 t TM/ha. Bei einem durchschnittlichen Blatt-Ast-Verhältnis von 3:2 ergibt dies 600 kg TM/ha oder 2400 kg FM/ha Blattmasse mit 75 Prozent Feuchte und 400 kg TM/ha oder 800 kg FM/ha Astholz mit 50 Prozent Feuchte.

Für die Ertragsentwicklung der Hecke wird mit folgenden Annahmen gerechnet: Beim Aufbau der Hecke werden nach der Anpflanzung im ersten Jahr bis zum zweiten Jahr keine Erträge erzielt. Im dritten Jahr wird der halbe, im vierten der volle Ertrag erzielt.

Die Blattmasse wird in der Regel verfüttert, die Äste können als Brennholz dienen, für das ein Marktwert von 2 FRw/kg angesetzt wird. Der Veredlungswert der Blattmasse wird in Anhang III.10 berechnet.

Baumintegration mit Grevillea robusta. Über den Aufbau eines Baumbestands in bäuerlichen Betrieben gibt es bisher keine Daten. Stattdessen haben Neumann und Pietrowicz (1985) und Preissler und Bennet (1987) Modellrechnungen erstellt, die den Prozeß etwas idealisiert darstellen.

Nach den Erfahrungen des Projektes ist für Grevillea robusta eine neunjährige Umtriebszeit angemessen. Im Modellfall werden zum Aufbau eines Bestands von 360 Grevilleen mit gleichmäßiger Altersstaffelung über neun Jahre verteilt jährlich 40 Bäume gepflanzt. Die einjährige Cajanus cajan und die dreijährige Sesbania sesban dienen als "Platzhalter" für die später gepflanzten Grevilleen und bringen schon früh einen Blatt- und Astertrag. Zudem fördern sie als Stickstoffbinder das Wachstum der anschließend gepflanzten Grevilleen. Der Aufbau des Bestands und die Ertragsentwicklung in den ersten 10 Jahren ist in Tabelle III.11.1 dargestellt.

Für den vollentwickelten Bestand mit Grevillea geben Preissler und Bennet (1987) die folgenden Erträge an: Jährlich können 40 Bäumchen geerntet werden. Diese erbringen für Standorte mit dem Faktor $F = 1,0$ $5,9 \text{ m}^3/\text{ha}$ oder bei $0,75 \text{ t/m}^3$ $4,4 \text{ t/ha}$ Stammholz (Stebler 1983) und $8,8 \text{ t/ha}$ Zweige inclusive der Pflegeschnitte.

Für die Erträge von Cajanus cajan und Sesbania sesban werden folgende Annahmen getroffen:

- Cajanus bringt nach einem Jahr 5 kg Blattmasse. Astmasse wird als Mulch genutzt und nicht bewertet.
- Sesbania ergibt nach drei Jahren einen Blattertrag von 5 kg und 10 kg Astholz.

Die Annahmen für die Erträge und die Arbeitszeitansprüche für Grevillea robusta sind in Tabelle III.11.2 dargestellt.

Tab. III.11.1: Bestandsaufbau der Konturstreifen mit Grevillea, Cajanus und Sesbania (F=0)

	Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3	Jahr 4	Jahr 5	Jahr 6	Jahr 7	Jahr 8	Jahr 9	Jahr 10 ff.
Zahl der gepflanzten Bäume										
- Grevillea	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
- Cajanus	280	200	120	80	40	0	0	0	0	0
- Sesbania	40	40	40	40	40	40	0	0	0	0
Summe	360	280	200	160	120	80	40	40	40	40
Zahl der gefälltten Bäume										
- Grevillea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
- Cajanus	0	280	200	120	80	40	0	0	0	0
- Sesbania	0	0	0	40	40	40	40	40	40	0
Summe	0	280	200	160	120	80	40	40	40	40
Baumbestand										
- Grevillea	40	80	120	160	200	240	280	320	360	360
- Cajanus	280	200	120	80	40	0	0	0	0	0
- Sesbania	40	80	120	120	120	120	80	40	0	0
Produktion von Blattmasse (kg)										
- Grevillea	0	0	0	120	360	720	1200	1800	2520	4440
- Cajanus	0	1400	1000	600	400	200	0	0	0	0
- Sesbania	0	0	0	200	200	200	200	200	200	0
Summe	0	1400	1000	920	960	1120	1400	2000	2720	4440
Produktion von Astholz (kg)										
- Grevillea	0	0	0	240	720	1440	2400	3600	5040	8880
- Cajanus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Sesbania	0	0	0	400	400	400	400	400	400	0
Summe	0	0	0	640	1120	1840	2800	4000	5440	8880
Produktionswert (FRw)										
Blattmasse	0	2800	2000	1840	1920	2240	2800	4000	5440	8880
Astholz	0	0	0	1280	2240	3680	5600	8000	10880	17760
Stammholz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28000
Summe	0	2800	2000	3120	4160	5920	8400	12000	16320	54640
Variable Kosten (FRw)										
Pflanzgut	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
Deckungsbeitrag (FRw)										
	-800	2000	1200	2320	3360	5120	7600	11200	15520	53840
	10.07									
Akh für Baumpflanzen										
- Grevillea	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
- Cajanus	47	33	20	13	7	0	0	0	0	0
- Sesbania	7	7	7	7	7	7	0	0	0	0
Akh für Baumfällen										
- Grevillea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
- Cajanus	0	23	17	10	7	3	0	0	0	0
- Sesbania	0	0	0	7	7	7	7	7	7	0
Akh für Pflege (Grev.)	0	0	0	6	14	24	36	50	66	66
Akh Summe	60	70	50	49	47	47	49	63	79	103
Arbeitsprod. (FRw/Akh)										
	-13	29	24	47	71	108	154	177	196	524

Tab. III.11.2: Annahmen für Erträge und Arbeitszeitanprüche bei Grevillea robusta (kg bzw. min je Baum)

Produktion im Jahr...	Blattmasse (kg) Pflege-Fällen	Astholz (kg) Pflege-Fällen	Zeitbedarf (min) Pflanzen Pflege-Fällen	Zeitbedarf (min) Pflege-schnitt
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	16	3	32	6
4	-	6	-	12
5	-	9	-	18
6	32	12	64	24
7	-	15	-	30
8	-	18	-	36
9	48	21	96	42

Quelle: Preissler & Bennet (1987)

Anstatt alle Grevilleen im Alter von neun Jahren zu fällen, könnten maximal fünf Bäume als Überständer 20 Jahre lang stehenbleiben. Als Lieferanten von Möbelholz erzielen sie einen hohen Erlös. Zudem können sie eine "Sparkassenfunktion" zur Abdeckung von Risiken übernehmen. Zur Vereinfachung der Modellrechnung wird diese Nutzungsvariante nicht berücksichtigt.

III.11.3 Monetäre Bewertung

Die Blattmasse wird mit dem Preis der entsprechenden Menge Sorghumstroh bewertet, die zum Mulchen von Kaffeesträuchern notwendig ist. Daraus läßt sich ein Preis von 2 FRw/kg ableiten. Das frische Astholz wird mit dem ortsüblichen Preis von 2 FRw/kg bewertet. Das Stammholz der neunjährigen Grevilleen wird mit 700 FRw/Stück angesetzt. Dies ist der aktuelle Preis des Jahres 1987. Zukünftige Preissteigerungen sind zwar wahrscheinlich, werden aber im Sinne einer vorsichtigen Schätzung nicht berücksichtigt. Variable Kosten sind für das Pflanzgut der Grevilleen mit 20 FRw/Stück berücksichtigt. Saatgut für Cajanus und Sesbania kann aus eigenen Beständen kostenlos gewonnen werden.

III.11.4 Arbeitszeitanprüche

Das Pflanzen eines Baums beansprucht 10 Minuten, das Fällen von Cajanus 5 Minuten, von Sesbania und Grevillea 10 bzw. 45 Minuten. Bei den Grevilleen kommt zusätzlich der Arbeitszeitaufwand für die Pflege hinzu. Um eine übermäßige Beeinträchtigung der benachbarten Kulturen zu vermeiden, müssen sowohl die Baumwurzeln als auch die Kronen der Grevilleen jährlich zurückgeschnitten werden. Die Arbeitszeitanprüche für eine Grevillea sind ebenfalls in Tabelle III.11.2 dargestellt.

Für den vollentwickelten Grevilleenbestand ergibt sich ein Jahresarbeitszeitanpruch von 103 AKh und eine am Deckungsbeitrag gemessene, sehr hohe Arbeitsproduktivität von 524 FRw/AKh (vgl. Tabelle III.11.1).

III.11.5 Beitrag der Konturstreifen zur Energieversorgung

Für die Landbevölkerung ist Holz, abgesehen von Petroleum für die Beleuchtung, der einzige Energieträger. Das meiste Holz wird zum Kochen benutzt. Eine Untersuchung in 900 bäuerlichen Familien ergab einen durchschnittlichen Verbrauch von 0,83 m³ oder 623 kg Holz pro Kopf und Jahr (Stebler 1983). Im vorliegenden Beispiel wird für Kinder unter 10 Jahren die Hälfte angenommen. Aus diesem Pro-Kopf Bedarf und der Holzproduktion läßt sich der Grad der Bedarfsdeckung durch betriebseigene Holzerzeugung berechnen.

Anhang III.12: Produktionssystem Felder am Hang, traditionell

Tab. III.12.1: Produktionssystem Oberhang, traditionell

	Preise	Jahr 0	Jahr 1	Jahr 3	Jahr 5	Jahr 10	Jahr 20	Jahr 40
	FRw/kg	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Rohertrag								
Maniok								
cassettes kg/Jahr	10.0	1333.4	13333.5	1293.3	12933.5	1213.3	12133.5	1133.3
Somme			13333.5	12933.5	12133.5	11333.5	9333.5	9333.5
Variable Kosten			0.0					
Somme Kosten			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DB (FRw/ha)			13333.5	12933.5	12133.5	11333.5	9333.5	0.0
DB (Jahr 0 = 100)			100.0	97.0	91.0	85.0	70.0	0.0
Arbeitszeitaufwand		Akh/ha	Akh/ha	Akh/ha	Akh/ha	Akh/ha	Akh/ha	Akh/ha
Januar	Ernte	66.7	64.7	60.7	56.7	46.7	0.0	0.0
Februar	Pflanzen	360.0	360.0	360.0	360.0	360.0	0.0	0.0
März		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
April		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mai	Hacke	125.0	125.0	125.0	125.0	125.0	0.0	0.0
Juni		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Juli		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
August	Hacke	125.0	125.0	125.0	125.0	125.0	0.0	0.0
September		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Oktober		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
November	Ernte	66.7	64.7	60.7	56.7	46.7	0.0	0.0
Dezember	Ernte	66.7	64.7	60.7	56.7	46.7	0.0	0.0
Jahr		810.0	804.0	790.2	773.4	736.3	0.0	0.0
DB (FRw/Akh)		16.5	16.1	15.4	14.7	12.6	0.0	0.0
Arbeitsprod. (Jahr 0 = 100)		100.0	97.7	93.3	89.0	76.8	0.0	0.0
Energie								
Maniok	6243 kJ/kg	8324.1 MJ/ha	8074.4 MJ/ha	7574.9 MJ/ha	7075.5 MJ/ha	5826.9 MJ/ha	0.0 MJ/ha	0.0 MJ/ha
Elweiss								
Maniok	.012 kg Prot/kg	16.0 kg/ha	15.5 kg/ha	14.6 kg/ha	13.6 kg/ha	11.2 kg/ha	0.0 kg/ha	0.0 kg/ha
Biomasse		5.8 t TM/ha	5.7 t TM/ha	5.3 t TM/ha	5.0 t TM/ha	4.1 t TM/ha	0.0 t TM/ha	0.0 t TM/ha
Holz		0.0 t/ha	0.0 t/ha	0.0 t/ha	0.0 t/ha	0.0 t/ha	0.0 t/ha	0.0 t/ha

DB = Deckungsbeitrag, FRw = Franc Rwandaise, TM = Trockenmasse

Tab. III.12.2: Produktionssystem Mittelhang, traditionell

	Preise FRW/kg	Jahr 0		Jahr 1		Jahr 3		Jahr 5		Jahr 10		Jahr 20		Jahr 40	
		kg/ha	FRW/ha	kg/ha	FRW/ha	kg/ha	FRW/ha	kg/ha	FRW/ha	kg/ha	FRW/ha	kg/ha	FRW/ha	kg/ha	FRW/ha
Rohertrag															
Bohne (2)	25.0	800.0	20000.0	776.0	19400.0	728.0	18200.0	680.0	17000.0	560.0	14000.0	400.0	10000.0	0.0	0.0
Sorghum-Korn (2)	15.0	1200.0	18000.0	1184.0	17460.0	1092.0	16380.0	1020.0	15300.0	840.0	12600.0	600.0	9000.0	0.0	0.0
Mais-Korn (2)	20.0	200.0	4000.0	194.0	3880.0	182.0	3640.0	170.0	3400.0	140.0	2800.0	100.0	2000.0	0.0	0.0
Bohne (1)	25.0	114.3	2857.5	110.9	2772.5	104.0	2600.0	97.2	2430.0	80.0	2000.0	57.2	1430.0	0.0	0.0
Summe			44857.5		43512.5		40820.0		38130.0		31400.0		22430.0		0.0
Variable Kosten															
Saatgut Bohne	28.3	30.0	849.0	30.0	849.0	30.0	849.0	30.0	849.0	30.0	849.0	30.0	849.0	0.0	0.0
Saatgut Sorghum	25.0	15.0	375.0	15.0	375.0	15.0	375.0	15.0	375.0	15.0	375.0	15.0	375.0	0.0	0.0
Saatgut Mais	20.0	20.0	400.0	20.0	400.0	20.0	400.0	20.0	400.0	20.0	400.0	20.0	400.0	0.0	0.0
Saatgut Bohne	28.3	8.6	214.4	8.6	214.4	8.6	214.4	8.6	214.4	8.6	214.4	8.6	214.4	0.0	0.0
Summe Kosten			1867.4		1867.4		1867.4		1867.4		1867.4		1867.4		0.0
DB (FRW/ha)			42990.1		41645.1		38952.6		36262.6		29532.6		20562.6		0.0
DB (Jahr 0 = 100)			100.0		96.9		90.6		84.4		68.7		47.8		0.0
Arbeitszeitaufwand		Akh/ha		Akh/ha		Akh/ha		Akh/ha		Akh/ha		Akh/ha		Akh/ha	
Januar	Saatbeet SMB	400.0		400.0		400.0		400.0		400.0		400.0		0.0	
Februar	Aussaat SMB	100.0		100.0		100.0		100.0		100.0		100.0		0.0	
März	Hacke SMB	270.0		270.0		270.0		270.0		270.0		270.0		0.0	
April		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
Mai	Ernte B	67.0		65.0		61.0		57.0		46.9		33.5		0.0	
Juni	Ernte SM	93.0		90.2		84.6		79.1		65.1		46.5		0.0	
Juli	Ernte SM	150.0		145.5		136.5		127.5		105.0		75.0		0.0	
August		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
September	Saat B	660.0		660.0		660.0		660.0		660.0		660.0		0.0	
Oktober		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
November	Hacke B	300.0		300.0		300.0		300.0		300.0		300.0		0.0	
Dezember	Ernte B	120.0		116.4		109.2		102.0		84.0		60.0		0.0	
Jahr		2160.0		2147.1		2121.3		2095.5		2031.0		1945.0		0.0	
DB (FRW/Akh)		19.9		19.4		18.4		17.3		14.5		10.6		0.0	
Arbeitsprod. (Jahr 0 = 100)		100.0		97.5		92.3		88.9		73.1		53.1		0.0	
Energie		28278.5 MJ/ha		27430.5 MJ/ha		25733.3 MJ/ha		24037.2 MJ/ha		19784.8 MJ/ha		14139.8 MJ/ha		0.0 MJ/ha	
Eiweiss		329.6 kg/ha		319.7 kg/ha		299.9 kg/ha		280.1 kg/ha		230.7 kg/ha		164.8 kg/ha		0.0 kg/ha	
Biomasse		4.4 t TM/ha		4.3 t TM/ha		4.0 t TM/ha		3.9 t TM/ha		3.1 t TM/ha		2.2 t TM/ha		0.0 t TM/ha	
Holz		0.0 t/ha		0.0 t/ha		0.0 t/ha		0.0 t/ha		0.0 t/ha		0.0 t/ha		0.0 t/ha	

DB = Deckungsbeitrag, FRW = Franc Rwandaise, TM = Trockenmasse, SMB = Sorghum/Mais/Bohne, (1) = kleine Saison, (2) = grosse Saison

Tab. III.12.3: Produktionssystem Unterhang, traditionell

	Preise FRW/kg	Jahr 0		Jahr 1		Jahr 3		Jahr 5		Jahr 10		Jahr 20		Jahr 40	
		kg/ha	FRW/ha	kg/ha	FRW/ha	kg/ha	FRW/ha	kg/ha	FRW/ha	kg/ha	FRW/ha	kg/ha	FRW/ha	kg/ha	FRW/ha
Rohertrag															
Süsskart-Knolle (1)	6.0	9000.0	54000.0	8910.0	53460.0	8730.0	52380.0	8550.0	51300.0	8280.0	49880.0	7650.0	45900.0	7200.0	43200.0
Sorghum-Korn (2)	15.0	1800.0	27000.0	1782.0	26730.0	1746.0	26190.0	1710.0	25650.0	1656.0	24840.0	1530.0	22950.0	1440.0	21600.0
Mais-Korn (2)	20.0	300.0	6000.0	297.0	5940.0	291.0	5820.0	285.0	5700.0	276.0	5520.0	255.0	5100.0	240.0	4800.0
Bohne (2)	25.0	171.5	4286.3	169.7	4243.4	166.3	4157.7	162.9	4071.9	157.7	3943.4	145.7	3643.3	137.2	3429.0
Summe			91286.3		90373.4		88547.7		86721.9		83983.4		77593.3		73029.0
Variable Kosten															
Süsskart-Knolle	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Saatgut Sorghum	25.0	15.0	375.0	15.0	375.0	15.0	375.0	15.0	375.0	15.0	375.0	15.0	375.0	15.0	375.0
Saatgut Mais	20.0	20.0	400.0	20.0	400.0	20.0	400.0	20.0	400.0	20.0	400.0	20.0	400.0	20.0	400.0
Saatgut Bohne	28.3	8.6	214.4	8.6	214.4	8.6	214.4	8.6	214.4	8.6	214.4	8.6	214.4	8.6	214.4
Summe Kosten			1018.4		1018.4		1018.4		1018.4		1018.4		1018.4		1018.4
DB (FRW/ha)			90267.9		89355.0		87529.3		85703.6		82965.0		76574.9		72780.0
DB (Jahr 0 = 100)			100.0		99.0		97.0		94.9		91.9		84.8		80.6
Arbeitszeitaufwand		Akh/ha		Akh/ha		Akh/ha		Akh/ha		Akh/ha		Akh/ha		Akh/ha	
Januar	Ernte SK, Saatbeet SMB	978.8		972.8		961.2		949.6		932.3		891.0		862.9	
Februar	Aussaat SMB	100.0		100.0		100.0		100.0		100.0		100.0		100.0	
März	Hacke SMB	270.0		270.0		270.0		270.0		270.0		270.0		270.0	
April		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
Mai	Ernte B	100.5		99.5		97.5		95.5		92.5		85.4		80.4	
Juni	Ernte SM	139.5		138.1		135.3		132.5		128.3		118.6		111.6	
Juli	Ernte SM	225.0		222.8		218.3		213.8		207.0		191.3		180.0	
August	Saatbeet SK	600.0		600.0		600.0		600.0		600.0		600.0		600.0	
September	Pflanzen SK	350.0		350.0		350.0		350.0		350.0		350.0		350.0	
Oktober		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
November		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
Dezember		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
Jahr		2763.6		2753.2		2732.3		2711.4		2680.1		2606.3		2554.9	
DB (FRW/Akh)		32.7		32.5		32.0		31.6		31.0		29.4		28.5	
Arbeitsprod. (Jahr 0 = 100)		100.0		99.4		98.1		96.8		94.6		90.0		87.2	
Energie (SMB und SK)		66840.2 MJ/ha		66171.8 MJ/ha		64835.0 MJ/ha		63498.2 MJ/ha		61493.0 MJ/ha		56814.2 MJ/ha		53472.2 MJ/ha	
Eiweiss (SMB und SK)		408.7 kg/ha		404.6 kg/ha		398.4 kg/ha		388.2 kg/ha		376.0 kg/ha		347.4 kg/ha		328.9 kg/ha	
Biomasse		6.5 t TM/ha		6.4 t TM/ha		6.3 t TM/ha		6.2 t TM/ha		6.0 t TM/ha		5.5 t TM/ha		5.2 t TM/ha	
Holz		0.0 t/ha		0.0 t/ha		0.0 t/ha		0.0 t/ha		0.0 t/ha		0.0 t/ha		0.0 t/ha	

DB = Deckungsbeitrag, FRW = Franc Rwandaise, TM = Trockenmasse, SMB = Sorghum/Mais/Bohne, SK = Süsskartoffeln, (1) = kleine Saison, (2) = grosse Saison

Anhang III.13: Produktionssystem Felder am Hang mit Erosionsschutz

Tab. III.13.1: Produktionssystem Oberhang mit Erosionsschutz

	Preise	Jahr 0	Jahr 1	Jahr 3	Jahr 5	Jahr 10	Jahr 20	Jahr 40
	FRw/kg	kg/ha	FRw/ha	kg/ha	FRw/ha	kg/ha	FRw/ha	kg/ha
Rohertrag								
Maniok								
cassettes kg/Jahr	10.0	1333.4	13333.5	1200.0	12000.2	1212.0	12120.2	1224.0
Stammholz (Stck)	350.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Astholz	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	560.0	1120.0
Blattmasse	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	500.0	1000.0	480.0
Grünfutter	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1200.0	1320.0	1200.0
Brennholz	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	400.0	800.0	400.0
Summe			13333.5	12000.2	15240.2	16440.2	42040.2	42040.2
Variable Kosten								
Maniok		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pflanzgut (Stck)	20.0	0.0	0.0	40.0	800.0	40.0	800.0	40.0
Summe Kosten			0.0	800.0	800.0	800.0	800.0	800.0
DB (FRw/ha)			13333.5	11200.2	14440.2	15640.2	41240.2	41240.2
DB (Jahr 0 = 100)			100.0	84.0	108.3	117.3	309.3	309.3
Arbeitszeitaufwand		Akh/ha	Akh/ha	Akh/ha	Akh/ha	Akh/ha	Akh/ha	Akh/ha
Januar	Ernte	66.7	77.9	65.1	65.1	68.5	68.5	68.5
Februar	Pflanzen	360.0	341.9	328.5	327.9	329.5	329.5	329.5
März		0.0	17.9	4.5	3.9	5.5	5.5	5.5
April		0.0	17.9	4.5	3.9	5.5	5.5	5.5
Mai	Hacke	125.0	130.4	117.0	116.4	118.0	118.0	118.0
Juni		0.0	17.9	4.5	3.9	5.5	5.5	5.5
Juli		0.0	17.9	4.5	3.9	5.5	5.5	5.5
August	Hacke	125.0	130.4	117.0	116.4	118.0	118.0	118.0
September		0.0	17.9	4.5	3.9	5.5	5.5	5.5
Oktober		0.0	17.9	4.5	3.9	5.5	5.5	5.5
November	Ernte	66.7	77.9	65.1	65.1	68.5	68.5	68.5
Dezember	Ernte	66.7	77.9	65.1	65.1	68.5	68.5	68.5
Jahr		810.0	943.8	784.8	779.4	804.0	804.0	804.0
DB (FRw/Akh)		16.5	11.9	18.4	20.1	51.3	51.3	51.3
Arbeitsprod. (Jahr 0 = 100)		100.0	72.1	111.8	121.9	311.6	311.6	311.6
Energie								
Maniok	6243.0 kJ/kg	8324.1 MJ/ha	7491.7 MJ/ha	7566.6 MJ/ha	7641.5 MJ/ha	7866.3 MJ/ha	7866.3 MJ/ha	7866.3 MJ/ha
Eiweiss								
Maniok	.012 kg Prot/kg	16.0 kg/ha	14.4 kg/ha	14.5 kg/ha	14.7 kg/ha	15.1 kg/ha	15.1 kg/ha	15.1 kg/ha
Biomasse*		5.8 t TM/ha	6.5 t TM/ha	6.5 t TM/ha	6.6 t TM/ha	6.8 t TM/ha	6.8 t TM/ha	6.8 t TM/ha
Holz		0.0 t/ha	0.0 t/ha	0.4 t/ha	1.0 t/ha	7.0 t/ha	7.0 t/ha	7.0 t/ha

DB = Deckungsbeitrag, FRw = Franc Rwandaise, TM = Trockenmasse, 1 Stck Stammholz = 55 kg
 * Die Biomasse wurde aus Gründen der Vergleichbarkeit nur aus den Ackerflächen (0.9 ha) berechnet und auf 1.0 ha extrapoliert.

Tab. III.13.2: Produktionssystem Mittelhang mit Erosionsschutz

	Preise		Jahr 0		Jahr 1		Jahr 3		Jahr 5		Jahr 10		Jahr 20		Jahr 40	
	FRW/kg	kg/ha	FRW/ha	kg/ha	FRW/ha	kg/ha	FRW/ha	kg/ha	FRW/ha	kg/ha	FRW/ha	kg/ha	FRW/ha	kg/ha	FRW/ha	kg/ha
Rohertrag																
Bohne (2)	25.0	800.0	20000.0	720.0	18000.0	727.2	18180.0	741.6	18540.0	808.0	20200.0	808.0	20200.0	808.0	20200.0	808.0
Sorghum-Korn (2)	15.0	1200.0	18000.0	1080.0	16200.0	1112.4	16686.0	1188.0	17820.0	1328.4	19926.0	1328.4	19926.0	1328.4	19926.0	1328.4
Mais-Korn (2)	20.0	200.0	4000.0	180.0	3600.0	185.4	3708.0	198.0	3960.0	221.4	4428.0	221.4	4428.0	221.4	4428.0	221.4
Bohne (1)	25.0	114.3	2857.5	102.9	2572.5	103.9	2597.5	108.0	2850.0	114.2	2855.0	114.2	2855.0	114.2	2855.0	114.2
Stammholz (Stck)	700.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.0	28000.0	40.0	28000.0	40.0	28000.0	40.0
Astholz	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1120.0	2240.0	8880.0	17760.0	8880.0	17760.0	8880.0	17760.0	8880.0
Blattmasse	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1000.0	2000.0	960.0	1920.0	4440.0	8880.0	4440.0	8880.0	4440.0	8880.0	4440.0
Grünfütter (FW)	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2400.0	2640.0	2400.0	2640.0	2400.0	2640.0	2400.0	2640.0	2400.0	2640.0	2400.0
Brennholz	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	800.0	1600.0	800.0	1600.0	800.0	1600.0	800.0	1600.0	800.0	1600.0	800.0
Summe			44857.5		40372.5		47411.5		51370.0		106289.0		106289.0		106289.0	
Variable Kosten																
Saatgut Bohne	28.3	30.0	849.0	27.0	764.1	27.0	764.1	27.0	764.1	27.0	764.1	27.0	764.1	27.0	764.1	27.0
Saatgut Sorghum	25.0	15.0	375.0	13.5	337.5	13.5	337.5	13.5	337.5	13.5	337.5	13.5	337.5	13.5	337.5	13.5
Saatgut Mais	20.0	20.0	400.0	18.0	360.0	18.0	360.0	18.0	360.0	18.0	360.0	18.0	360.0	18.0	360.0	18.0
Saatgut Bohne	28.3	8.8	243.4	7.7	217.9	7.7	217.9	7.7	217.9	7.7	217.9	7.7	217.9	7.7	217.9	7.7
Pflanzgut (Stck)	20.0	0.0	0.0	40.0	800.0	40.0	800.0	40.0	800.0	40.0	800.0	40.0	800.0	40.0	800.0	40.0
Summe Kosten			1867.4		2479.5		2479.5		2479.5		2479.5		2479.5		2479.5	
DB (FRW/ha)			42990.1		37893.0		44932.0		48890.5		103809.5		103809.5		103809.5	
DB (Jahr 0 = 100)			100.0		88.1		104.5		113.7		241.5		241.5		241.5	
Arbeitszeitaufwand																
Januar	Saatbeet B	400.0		377.9		366.1		366.0		370.5		370.5		370.5		370.5
Februar	Aussaat B	100.0		107.9		96.1		96.0		100.5		100.5		100.5		100.5
März	Hacke B	270.0		260.9		249.1		249.0		253.5		253.5		253.5		253.5
April		0.0		17.9		6.1		6.0		10.5		10.5		10.5		10.5
Mai	Ernte B	67.0		78.2		67.0		68.1		77.4		77.4		77.4		77.4
Juni	Ernte SM	93.0		101.6		92.3		98.1		113.5		113.5		113.5		113.5
Juli	Ernte SW	150.0		152.9		145.2		154.5		176.6		176.6		176.6		176.6
August		0.0		17.9		6.1		6.0		10.5		10.5		10.5		10.5
September	Saat B	660.0		611.9		600.1		600.0		604.5		604.5		604.5		604.5
Oktober		0.0		17.9		6.1		6.0		10.5		10.5		10.5		10.5
November	Hacke B	300.0		287.9		276.1		276.0		280.5		280.5		280.5		280.5
Dezember	Ernte B	120.0		125.9		115.2		117.2		130.4		130.4		130.4		130.4
Jahr		2160.0		2168.8		2025.5		2042.9		2138.9		2138.9		2138.9		2138.9
DB (FRW/Akh)		19.9		17.6		22.2		23.9		48.5		48.5		48.5		48.5
Arbeitsprod. (Jahr = 100)		100.0		88.2		111.5		120.2		243.9		243.9		243.9		243.9
Energie SMB		28278.5 MJ/ha		25451.0 MJ/ha		26017.2 MJ/ha		27306.9 MJ/ha		30228.1 MJ/ha		30228.1 MJ/ha		30228.1 MJ/ha		30228.1 MJ/ha
Eiwelss SMB		329.6 kg/ha		296.6 kg/ha		302.6 kg/ha		316.3 kg/ha		349.2 kg/ha		349.2 kg/ha		349.2 kg/ha		349.2 kg/ha
Biomasse*		4.4 t TW/ha		4.9 t TW/ha		5.0 t TW/ha		5.3 t TW/ha		5.9 t TW/ha		5.9 t TW/ha		5.9 t TW/ha		5.9 t TW/ha
Holz		0.0 t/ha		0.0 t/ha		0.8 t/ha		1.9 t/ha		14.1 t/ha		14.1 t/ha		14.1 t/ha		14.1 t/ha

DB = Deckungsbeitrag, FRW = Franc Rwandaise, TW = Trockenmasse, SMB = Sorghum/Mais/Bohne, (1) = kleine Saison, (2) = grosse Saison, 1 Stck Stammholz = 110 kg
 * Die Biomasse wurde aus Gründen der Vergleichbarkeit nur aus den Ackerflächen (0,9 ha) berechnet und auf 1,0 ha extrapoliert.

Tab. III.13.3: Produktionssystem Unterhang mit Erosionsschutz

	Preise		Jahr 0		Jahr 1		Jahr 3		Jahr 5		Jahr 10		Jahr 20		Jahr 40	
	FRW/kg	kg/ha	FRW/ha	kg/ha	FRW/ha	kg/ha	FRW/ha	kg/ha	FRW/ha	kg/ha	FRW/ha	kg/ha	FRW/ha	kg/ha	FRW/ha	kg/ha
Rohertrag																
Sbskart-Knolle (1)	6.0	9000.0	54000.0	8100.0	48600.0	8424.0	50544.0	9153.0	54918.0	11178.0	67068.0	11178.0	67068.0	11178.0	67068.0	11178.0
Sorghum-Korn (2)	15.0	1800.0	27000.0	1620.0	24300.0	1688.6	25029.0	1782.0	26730.0	1992.6	29889.0	1992.6	29889.0	1992.6	29889.0	1992.6
Mais-Korn (2)	20.0	300.0	6000.0	278.1	5562.0	297.0	5940.0	332.1	6642.0	332.1	6642.0	332.1	6642.0	332.1	6642.0	332.1
Bohne (2)	25.0	171.5	4286.3	154.3	3857.6	155.9	3897.5	159.4	3985.0	171.3	4282.5	171.3	4282.5	171.3	4282.5	171.3
Stammholz (Stck.)	1050.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.0	42000.0	40.0	42000.0	40.0	42000.0	40.0
Astholz	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1680.0	3360.0	13320.0	26640.0	13320.0	26640.0	13320.0	26640.0
Blattmasse	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1500.0	3000.0	1440.0	2880.0	6660.0	13320.0	6660.0	13320.0	6660.0	13320.0	6660.0
Grünfütter	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2400.0	2640.0	2400.0	2640.0	2400.0	2640.0	2400.0	2640.0	2400.0	2640.0	2400.0
Brennholz	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	800.0	1600.0	800.0	1600.0	800.0	1600.0	800.0	1600.0	800.0	1600.0	800.0
Summe			91286.3		82319.6		92650.5		102755.0		194081.5		194081.5		194081.5	
Variable Kosten																
Sbskart-Knolle	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Saatgut Sorghum	25.0	15.0	375.0	13.5	337.5	13.5	337.5	13.5	337.5	13.5	337.5	13.5	337.5	13.5	337.5	13.5
Saatgut Mais	20.0	20.0	400.0	18.0	360.0	18.0	360.0	18.0	360.0	18.0	360.0	18.0	360.0	18.0	360.0	18.0
Saatgut Bohne	28.3	8.8	243.4	7.7	217.9	7.7	217.9	7.7	217.9	7.7	217.9	7.7	217.9	7.7	217.9	7.7
Pflanzgut (Stck.)	20.0	0.0	0.0	40.0	800.0	40.0	800.0	40.0	800.0	40.0	800.0	40.0	800.0	40.0	800.0	40.0
Summe Kosten			1018.4		916.5		916.5		916.5		916.5		916.5		916.5	
DB (FRW/ha)			90267.9		81403.1		91734.0		101838.5		193165.0		193165.0		193165.0	
DB (Jahr 0 = 100)			100.0		90.2		101.6		112.8		214.0		214.0		214.0	
Arbeitszeitaufwand																
Januar	Ernte SK, Saatbeet SMB	978.6		898.6		909.3		956.5		1094.0		1094.0		1094.0		1094.0
Februar	Aussaat SMB	100.0		107.9		97.8		98.1		105.4		105.4		105.4		105.4
März	Hacke SMB	270.0		260.9		250.8		251.1		258.4		258.4		258.4		258.4
April		0.0		17.9		7.8		8.1		15.4		15.4		15.4		15.4
Mai	Ernte B	100.5		108.4		101.9		110.3		140.2		140.2		140.2		140.2
Juni	Ernte SM	139.5		143.5		137.1		145.2		169.8		169.8		169.8		169.8
Juli	Ernte SW	225.0		220.4		216.4		230.9		264.5		264.5		264.5		264.5
August	Saatbeet SK	600.0		557.9		547.8		548.1		555.4		555.4		555.4		555.4
September	Pflanzen SK	350.0		332.9		322.8		323.1		330.4		330.4		330.4		330.4
Oktober		0.0		17.9		7.8		8.1		15.4		15.4		15.4		15.4
November		0.0		17.9		7.8										

Anhang III.14: Farmbudget des mittelgroßen Betriebs (1.0 ha)

	Jahr 0		Jahr 1		Jahr 3		Jahr 5		Jahr 10		Jahr 20	
	ha/ Tiere	FRw	Erosionsschutz		Erosionsschutz		Erosionsschutz		Erosionsschutz		Erosionsschutz	
			mit FRw	ohne FRw	mit FRw	ohne FRw	mit FRw	ohne FRw	mit FRw	ohne FRw	mit FRw	ohne FRw
Deckungsbeiträge												
Bananenhalm	0.2	27795	27795	27795	27795	27795	27795	27795	27795	27795	27795	27795
Feld Hofnah	0.2	12251	12251	12251	12251	12251	12251	12251	12251	12251	12251	12251
Feld hoffern Oberhang	0.1	1333	1120	1293	1444	1213	1564	1133	4124	933	4124	0
Feld hoffern Mittelhang	0.1	4229	3789	4165	4493	3895	4889	3626	10381	2953	10381	2056
Feld hoffern Unterhang	0.1	9027	8140	8936	9173	8753	10184	8570	19317	8297	19317	7657
Talfeld Süßkartoffel	0.1	10800	10800	10800	10800	10800	10800	10800	10800	10800	10800	10800
Kaffeeplantzung	0.1	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000
Weidebrache	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ziegenhaltung	3	3972	3972	3972	3972	3972	3972	3972	3972	3972	3972	3972
Summe Deckungsbeitrag		81407	79868	81211	81929	80680	83455	80148	100639	79001	100639	76532
Gemeinkosten		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Betriebseinkommen		80907	79368	80711	81429	80180	82955	79648	100139	78501	100139	76032
ausserbetr. Einkommen		15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000
Familieneinkommen		95907	94368	95711	96429	95180	97955	94648	115139	93501	115139	91032
Arbeitszeitaufwand		Akh/Jahr	Akh/Jahr	Akh/Jahr	Akh/Jahr	Akh/Jahr	Akh/Jahr	Akh/Jahr	Akh/Jahr	Akh/Jahr	Akh/Jahr	Akh/Jahr
Januar		548	534	545	532	544	539	541	561	536	561	525
Februar		166	165	166	160	166	160	166	162	166	162	112
März		214	214	214	208	214	208	214	210	214	210	214
April		59	67	59	62	59	62	59	64	59	64	59
Mai		138	142	138	137	137	138	136	145	134	145	112
Juni		108	112	107	108	106	110	105	116	102	116	98
Juli		101	104	100	100	98	103	96	112	92	112	85
August		379	376	379	370	379	370	379	373	379	373	360
September		323	316	323	311	323	311	323	313	323	313	323
Oktober		14	22	14	17	14	17	14	19	14	19	14
November		69	73	69	66	68	66	68	69	66	69	59
Dezember		72	77	71	72	70	73	68	76	64	76	53
Jahr		2191	2202	2185	2143	2178	2157	2169	2220	2149	2220	2014
Verwertung der Arbeit		36.9	36.0	36.9	38.0	36.8	38.5	36.7	45.1	36.5	45.1	37.8
Nahrungsproduktion												
Energie (Megajoule)		37711	36687	37534	36977	37181	37616	36828	39077	36078	39077	34462
Elweiss (kg)		248	241	247	242	244	247	241	256	234	256	224
Feuerholz (t/Jahr)		0	0	0	0.2	0	0.5	0	4.2	0	4.2	0

Anhang III.15: Farmbudget des Kleinbetriebs (0,4 ha)

	ha/ Tiere	Jahr 0		Jahr 1		Jahr 3		Jahr 5		Jahr 10		Jahr 20		
		FRw	FRw	mit Erosionsschutz FRw	ohne FRw	mit Erosionsschutz FRw	ohne FRw	mit Erosionsschutz FRw	ohne FRw	mit Erosionsschutz FRw	ohne FRw	mit Erosionsschutz FRw	ohne FRw	
Deckungsbeiträge														
Pflanzenproduktion														
Bananenhain	0.12	16677	16677	16677	16677	16677	16677	16677	16677	16677	16677	16677	16677	16677
Feld hoffern Oberhang	0.05	687	560	647	722	607	782	567	2082	467	2082	2082	0	0
Feld hoffern Unterhang	0.05	4513	4070	4468	4587	4380	5092	4285	9658	4148	9658	9658	3829	3829
Talfeld Sbskartoffel	0.12	12960	12960	12960	12960	12960	12960	12960	12960	12960	12960	12960	12960	12960
Ziegenhaltung	1	1324	1324	1324	1324	1324	1324	1324	1324	1324	1324	1324	1324	1324
Summe Deckungsbeitrag		36141	35591	36076	36270	35948	36835	35813	42681	35576	42681	42681	34790	34790
Gemeinkosten		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Betriebseinkommen		35641	35091	35576	35770	35448	36335	35313	42181	35076	42181	42181	34290	34290
ausserbetr. Einkommen		15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000
Familieneinkommen		50641	50091	50576	50770	50448	51335	50313	57181	50076	57181	57181	49290	49290
Arbeitszeitaufwand														
		Akh/Jahr	Akh/Jahr	Akh/Jahr	Akh/Jahr	Akh/Jahr	Akh/Jahr	Akh/Jahr	Akh/Jahr	Akh/Jahr	Akh/Jahr	Akh/Jahr	Akh/Jahr	Akh/Jahr
Januar		184	177	183	175	182	179	180	190	178	190	172	172	172
Februar		37	52	35	49	35	49	35	50	35	50	35	35	35
März		53	53	53	50	53	50	53	51	53	51	53	53	53
April		8	13	8	10	8	11	8	11	8	11	8	8	8
Mai		31	33	31	30	31	32	30	35	29	35	18	18	18
Juni		19	21	18	19	18	18	17	23	15	23	13	13	13
Juli		30	32	30	30	29	35	28	36	25	36	21	21	21
August		162	161	162	158	162	158	162	159	162	159	162	162	162
September		105	153	157	150	157	150	157	151	157	151	157	157	157
Oktober		8	13	8	10	8	10	8	11	8	11	8	8	8
November		40	42	40	39	40	38	40	40	39	40	35	35	35
Dezember		24	27	24	24	23	24	22	26	20	26	14	14	14
Jahr		701	777	749	744	746	754	740	783	729	783	696	696	696
Verwertung der Arbeit		50.8	45.2	47.5	48.1	47.5	48.2	47.7	53.9	48.1	53.9	49.3	49.3	49.3
Nahrungsproduktion														
Energie (Megajoule)		18378	17837	18281	17988	18087	18321	17694	19080	17476	19080	16612	16612	16612
Eiweiss (kg)		107	103	106	104	105	106	103	111	99	111	93	93	93
Feuerholz (t/Jahr)		0	0	0	0.1	0	0.3	0	2.2	0	2.2	0	0	0

Anhang III.16: Literatur zum Projekt "Landwirtschaftliche Beratung
Nyabisindu/Ruanda"

- Adelhelm, R. (1981): Landwirtschaftliche Beratung und Molkerei Nyabisindu. Durchführungsvorschlag und Prüfbericht. GTZ Eschborn.
- Armbruster, T. (1989): Estimation des paramètres technico-économiques de l'élevage caprin, bovin et cunicole au Burundi. Document de travail. o.O.
- Breitschuh, U. (1985): Die Projektregion des Projet Agro-Pastoral de Nyabisindu. Eine Monographie. Deutsches Manuskript. Nyabisindu.
- Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit (1989): Arbeitsunterlagen für Projekte im ländlichen Raum. GTZ. Eschborn
- Dressler, J. (1983): Standortgerechter Landbau (SGL) im tropischen Bergland. Situation und Entwicklungsmöglichkeiten landwirtschaftlicher Kleinbetriebe. Schlußbericht zur Forschung im Auftrag der GTZ, Universität Hohenheim, Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre. Hohenheim.
- Dressler, J. et H. Züblin (1982): Enquete cafeicole dans la region du Projet Agro-Pastoral de Nyabisindu. Mai 1982. Bulletin Agricole du Rwanda 15/4.
- Eilers, K. (1982): Möglichkeiten und Grenzen der Kleinbauernförderung an tropischen Standorten durch ökologisch orientierten Landbau, dargestellt am Beispiel Ruanda/Ostafrika. Diplomarbeit, Fachbereich Internationale Agrarentwicklung Gesamthochschule Kassel. Witzenhausen.
- FAO (1968): Food Composition Table for Use in Africa. Food and Agriculture Organisation, Rome, Italy.
- Franke, G. (1982): Nutzpflanzen der Tropen und Subtropen I. Hirzel Verlag, Leipzig.
- Göhl, B. (1981): Tropical Feeds. FAO, Rome, Italy.
- Indian Council of Agricultural Research (1969): Handbook of Agriculture. ICAR. New Delhi, India.
- ISAR (1989): Rapport Annuel 1989, Departement Etude du Milieu et Systemes de Production, Rubona.

- König, D. (1990): Contributions des methodes agro-forestrieres a la lutte anti-erosive au Rwanda. in: Bulletin Reseau Erosion 11, 1990, im Druck.
- Krüger, W. (1983): Possibilités de développement pour l'élevage caprin. Quelques expériences faites au Projet Agro-Pastoral de Nyabisindu. PAP, Etudes et Experiences No. 3. Nyabisindu.
- Lenzner, H.-H. und G. Kempf (1982): Tierhaltung in Subsistenzbetrieben Ruandas. Diplomarbeit, Fachbereich Internationale Agrarentwicklung Gesamthochschule Kassel. Witzenhausen.
- MINAGREF (1985): Resultats de l'enquete nationale agricole 1984. Rapport 1, Volume I. Kigali. (Die zitierten Ergebnisse beziehen sich jeweils auf die Region "Centre-Sud" (Dorsale granitique und südliches Plateau Central).
- MINAGREF (1986): Resultats de l'enquete nationale agricole 1984. Rapport 1, Volume II. Kigali.
- MINAGREF (1987): Etude sur la commercialisation des produits vivriers au Rwanda. Rapport provisoire, Partie production agricole. GTZ. Eschborn.
- MINIPLAN (1986): Enquete nationale sur le budget et la consommation des menages. Milieu rural (Nov. 1982 - Déc. 1983). Volume 2: Structure du budget des menages (mimeo). o.O.
- Neumann, I. (1988): Agrarökologische Aspekte der Baumintegration in kleinbäuerlichen Anbausystemen der feuchten Tropen. Dissertation, Ruprecht-Karl-Universität Heidelberg. Heidelberg.
- Neumann, I. und P. Pietrowicz (1985): Agroforstwirtschaft in Nyabisindu. Untersuchungen zur Integration von Bäumen und Hecken in die Landwirtschaft. PAP, Etudes et Experiences No. 9. Eschborn.
- Pfeiffer J. und E. Grosser (1980): Wirtschaftliche Situation und Motivationsstruktur der Zielbevölkerung im Hinblick auf die Verbreitung des Neuerungskonzepts für standortgerechten Landbau. GTZ. Eschborn.
- Pietrowicz, P. (1985): Les sols de la région d'action du Projet Agro-Pastoral de Nyabisindu, Rwanda. PAP, Etudes et Experiences No. 7. Nyabisindu.
- Pietrowicz, P. und I. Neumann (1987): Fertilisation et amélioration des sols. Etude sur l'application d'engrais vert, de la fumure organique et des engrais minéraux. PAP, Etudes et Experiences No. 11. Deutsche Fassung, Manuskript. Nyabisindu.

- Preissler, R. (1985): Commercialisation des produits agricoles. Projet Agro-Pastoral de Nyabisindu, Etudes et Experiences No 6. Nyabisindu.
- Preissler, R. et J. Bennet (1987): Agriculture traditionnelle et agriculture adaptée aux conditions du milieu dans la région d'action du projet agro-pastoral de Nyabisindu - une comparaison économique des deux systèmes. Etudes et Experiences No 10. Nyabisindu.
- Raquet, K. (1989): Green Manuring by Shrub Legume Fallow in the Tropical Highland of Rwanda. In: Kotschi, J. (Hg.): Ecofarming Practices for Tropical Smallholdings, Research and Development in Technical Cooperation. Working Papers for Rural Development. No. 14. GTZ. Eschborn.
- Schumacher, U. (1987): Aspekte der integrierten Tierhaltung im standortgerechten Landbau in Ruanda. Diplomarbeit, Universität Gießen.
- Stebler, J.-D. (1983): L'utilisation du bois au Rwanda. Contribution à l'occasion du 1er séminaire sur les énergies renouvelables et la gestion de l'énergie et de l'environnement du Rwanda. Kigali.