



Standortgerechte Landwirtschaft in Ruanda

Zehn Jahre Forschung und Entwicklung
in Nyabisindu

Johannes Kotschi, Irmfried Neumann,
Pieter Pietrowicz, Jörg Haas



Schriftenreihe der GTZ, Nr. 223

Standortgerechte Landwirtschaft in Ruanda
Zehn Jahre Forschung und Entwicklung in Nyabisindu

Standortgerechte Landwirtschaft in Ruanda

Zehn Jahre Forschung
und Entwicklung
in Nyabisindu

Johannes Kotschi,
Irmfried Neumann,
Pieter Pietrowicz,
Jörg Haas

Deutsche Gesellschaft für
Technische Zusammenarbeit
(GTZ) GmbH

Eschborn, 1991

Standortgerechte Landwirtschaft in Ruanda: zehn Jahre Forschung und Entwicklung in Nyabisindu / Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH.

Johannes Kotschi ... – Rossdorf: TZ-Verl.-Ges., 1991

(Schriftenreihe der GTZ; Nr. 223)

ISBN 3-88085-464-5 (GTZ)

NE: Kotschi, Johannes; Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit <Eschborn>; Schriftenreihe der GTZ

Herausgeber:

Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Postfach 5180,
D-6236 Eschborn

Titelzeichnung und Abbildungen im Text:

Dieudonné

Fotos:

Johannes Kotschi

Druck:

S & W Druckerei und Verlag GmbH, 3550 Marburg

Vertrieb:

TZ-Verlagsgesellschaft mbH, Postfach 1164, D-6101 Rossdorf

ISBN 3-88085-464-5

ISSN 0723-9637

I/1091/1

Alle Rechte vorbehalten.

GELEITWORT

"Nyabisindu" - dieser Name stand eine Zeitlang für "Standortgerechte Landwirtschaft" schlechthin. Tausende von Besuchern trugen sich ins Gästebuch des Projektes ein, um die Erfolge dieses Ansatzes in seinen verschiedenen Aspekten vor Ort zu begutachten. Für viele war es der Kristallisationspunkt einer Gegenströmung gegen die "grüne Revolution", die sich nicht nur mit dem Scheitern des von außen importierten Ansatzes zufrieden geben, sondern eine reale Alternative aufzeigen wollte.

Diese Alternative - und das war das vordergründig ebenso Einfache wie Faszinierende daran - setzte an den traditionellen Verfahren der afrikanischen Bauern an, d.h. man wußte nicht alles von vornherein besser, sondern nahm die Bauern, ihre Produktions- und Arbeitsweise ernst, die ihnen solange das Überleben gesichert hatte, bevor Ausländer ihnen "moderne" Methoden beibringen wollten.

"Es sind gerade die Mißerfolge und Irrtümer in der Entwicklungspolitik, die uns vielleicht zum ersten Mal ernsthaft befähigen, die Kulturen anderer Völker zu verstehen, ernst zu nehmen und zu respektieren. Das ist wahrlich ein wichtigerer Beitrag für das Überleben der Menschheit auf der Welt, als ideologische Kreuzzüge zu führen und sich allein auf Sicherheitsaspekte zu stützen."¹⁾
"Nyabisindu" - was ist aus dem Projekt der 70er und 80er Jahre geworden? Welche Ergebnisse hat es konkret gebracht, welche Lehren können wir heute daraus ziehen? Die Autoren versuchen eine erste Gesamtschau der Ergebnisse und eine vorläufige Bewertung zu einem Zeitpunkt, da das Projekt vor dem Abschluß steht. Sie haben in dem Projekt mitgearbeitet oder es über Jahre kritisch begleitet. Und sie haben die Auswirkungen des Projektes auf die nationale und internationale Diskussion zur Standortgerechten Landwirtschaft nicht nur verfolgt, sondern aktiv mitgestaltet. Mit dem Projekt Nyabisindu ging die Technische Zusammenarbeit ein Risiko ein. Die Pfade des Üblichen wurden verlassen, die neuen Wege wurden z.T. erst nach längerer Zeit sichtbar. Heute gehört die

1) Bundespräsident Richard v. Weizsäcker im Vorwort zu: Bertrand Schneider: Die Revolution der Barfüßigen - Bericht an den Club of Rome.

Standortgerechte Landwirtschaft bereits zum klassischen Ansatz der Agrarentwicklung in der Dritten Welt. Daß dies in relativ kurzer Zeit und mit guten Erfolgen gelang, daran hat das Projekt Nyabisindu einen bedeutenden Anteil.

Die Herausgeber danken insbesondere Herrn Dr. Kotschi für die engagierte Aufarbeitung der Materie und wünschen, daß dieser Beitrag die Diskussion über die Möglichkeiten, aber auch die Grenzen eines derartigen Ansatzes voranbringen möge.

Gerhard Anger
(Leiter der Abteilung
Zentralafrika)

Dr. Reinhard Bolz
(Ländergruppenleiter und Projekt-
verantwortlicher Ruanda)

VORWORT

Überall auf der Welt ist der Wald ein Feind der Menschen gewesen. Sie mieden oder sie rodeten ihn, und der Ausspruch eines australischen Farmers: "Ein Grashalm ist mehr wert als zwei Bäume" gibt ein anschauliches Bild dieser Einstellung. Viele Generationen von Landwirtschaftsberatern haben Bauern angehalten, Bäume und Sträucher vom Acker und auch von den Feldgrenzen zu entfernen, denn sie wurden nur als Konkurrenten im Kampf der Pflanzen um Nährstoffe, Wasser und Licht gesehen.

Die Idee, Bäume direkt in die Feldfrüchte, der kleinen sorgfältig bestellten Äcker der ruandischen Bauern oder Bäuerinnen zu pflanzen, verstieß 1975 nicht nur gegen die herrschende wissenschaftliche Lehrmeinung zur Modernisierung kleinbäuerlicher Landwirtschaft in Afrika, sondern auch gegen bestehende Gesetze des Staates Ruanda. Gesetze zur Ausgrenzung der Bäume aus landwirtschaftlichen Flächen hatten sich aus der Kolonialzeit hinübergerettet und dienten einstmals dazu, die Exportkultur Kaffee vor der vermeintlichen Konkurrenz traditionell vorhandener Feldbäume zu schützen.

Aber der Name "Nyabisindu" steht ja nicht nur für die Integration von Bäumen in den Ackerbau - eine Methode, die inzwischen unter dem Begriff Agroforstwirtschaft bekannt geworden ist. Ein ganzes Bündel von Maßnahmen wurde propagiert und entwickelt: Mischkultur und die Verwendung von Sorten hoher genetischer Vielfalt, Gründüngung und sonstige Formen organischer Düngung, die verstärkte Integration von Viehhaltung und Ackerbau und schließlich auch die Toleranz gegenüber Unkräutern und der Verzicht auf chemischen Pflanzenschutz.

Neu bei der Behandlung dieser Themen war, daß den traditionellen Verfahren afrikanischer Bauern ein hoher Stellenwert bei der Modernisierung der Landwirtschaft beigemessen wurde, wie dies Kurt Egger vom botanischen Institut der Universität Heidelberg 1974 nach dem Studium ostafrikanischer Anbausysteme tat. Seine zunächst rein ökologische Betrachtungsweise erlaubte es, die produktiven Elemente traditioneller Anbaumethoden zu identifizieren und sie in

den Kontext eines nach ökologischen Gesichtspunkten völlig neu gestalteten Anbausystems zu stellen. Die Tatsache, daß hier ein Nicht-Landwirt am Werke war, half die Grenzen landwirtschaftlicher Fachdisziplinen zu überwinden, erregte zunächst aber auch Kritik und Spott bei vielen Agrarwissenschaftlern.

Der erstmals in Tansania vorgestellte Ansatz fand im Nachbarland Ruanda bei dem damaligen Leiter des GTZ Projektes in Nyabisindu großes Interesse. Julius Obermaier beauftragte die Heidelberger Arbeitsgruppe von Kurt Egger, entsprechende Methodenvorschläge für die Region Nyabisindu zu entwickeln. Die extreme Binnenlage Ruandas und die unsichere Transportverbindung zum nächsten 1800 km entfernten Hafen hatten rasch deutlich gemacht, daß die Empfehlungen der "grünen Revolution", mit modernen Produktionsmitteln die Landwirtschaft zu intensivieren, zumindest für Ruanda nicht geeignet waren. Mineraldünger und Pflanzenschutzmittel waren viel zu teuer und aufgrund der schwierigen Verkehrsbedingungen nur unregelmäßig verfügbar. Das Projektteam war also gezwungen nach Alternativen zu suchen.

Die praktische Umsetzung der ökologischen Methodenempfehlungen begann dann unter der Projektleitung von Tim Zeuner. Für ihn und seine damaligen Mitarbeiter Friedrich Behmel, Hans-Dieter Ziebarth und Bernd Lüneburg gehörte eine gute Portion Mut und Erfindungsgeist dazu, die Anbauempfehlungen in die Praxis umzusetzen, denn praktische Erfahrungen gab es nur in begrenztem Maße, und viele Fragen traten erst bei der Ausführung auf. Auf Gemeindefeldern und in Modellbetrieben wurden zahlreiche einfache Versuche durchgeführt. In dieser sehr produktiven Phase des praktischen Experimentierens konnten bereits viele Fehler und Irrwege erkannt und behoben werden, und es entstand aus Sicht des Projektteams ein recht leistungsfähiges Anbausystem.

Diese angenommene Leistungsfähigkeit des neuen Anbausystems weckte das Interesse vieler Fachleute. Aber es gab nicht nur vehemente Befürworter sondern auch erbitterte Gegner im Kreis der Kollegen. Häufig spaltete er sich in zwei Lager, und man lieferte sich leidenschaftliche Diskussionen. Dabei wurde die Forderung immer lauter, die Leistungsfähigkeit des neuen Ansatzes zu messen, und

1980 erhielt das Projekt dann die Gelegenheit, ein engumgrenztes Forschungsprogramm über vier Jahre durchzuführen.

Nachdem im Laufe der Jahre immer wieder Teilresultate publiziert worden sind, wird mit diesem Buch erstmals eine Zusammenschau aller wesentlichen Resultate vorgelegt und eine vorläufige Bewertung versucht. Dies geschieht zu einem Zeitpunkt, zu dem das Projekt Nyabisindu als Vorhaben der deutschen Technischen Zusammenarbeit abgeschlossen wird.

Für eine abschließende Bewertung wäre es nun interessant zu wissen, welche Wirkungen der Ansatz auf die bäuerlichen Betriebssysteme gehabt hat. Wenn man von den augenscheinlichen Veränderungen einer stärker agroforstlich gegliederten Landschaft ausgeht, die heute etwa die doppelte Bevölkerungszahl tragen muß, wie in den frühen Jahren des Projektes, so ist dies nur ein Anhaltspunkt, der eine solide ex-post Analyse jedoch nicht ersetzen kann. Diese sollte zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführt werden.

Natürlich würde man aus heutiger Sicht vieles anders machen, denn die Methoden für Forschung und Entwicklung haben sich erheblich verändert. Damals überwog der "Transfer"-Gedanke, der Innovationen "von außen" mittels Beratung an die Bauern oder Bäuerinnen herantragen wollte. Heute will man die Zielgruppe stärker in die Methodenentwicklung einbeziehen. Forschung und Entwicklung soll an die traditionell gewachsenen Praktiken im jeweiligen "human-ökologischen System" anknüpfen und von den Betroffenen selbst getragen werden.

In den vergangenen 15 Jahren hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, daß die "Produktivkraft Ökologie" lokale Ressourcen besser nutzen und schützen hilft und den Bauernfamilien ein höheres Maß an Unabhängigkeit von außerbetrieblichen Produktionsmitteln erlaubt. Nun ist die Zeit gekommen, daß wir akzeptieren lernen, daß unsere externe Unterstützung nicht die Autonomie bei der Entscheidungsfindung innerhalb der Zielgruppe beeinträchtigt. Hoffentlich sind dazu keine weiteren 15 Jahre notwendig.

Seit 1975 hat sich der Zeitgeist erheblich gewandelt. Begriffe wie ökologische Landwirtschaft oder Standortgerechter Landbau gelten nicht mehr als anrühlich oder ideologisch verfänglich. Selbst die großen internationalen Entwicklungshilfegeber wie FAO oder Weltbank haben wie selbstverständlich das Thema "sustainable agriculture" aufgegriffen, und bei den internationalen Forschungszentren steigt seit einigen Jahren das Interesse an Ansätzen, die im Projekt Nyabisindu einen Vorläufer fanden und heute weltweit - vor allem in der Arbeit der nichtstaatlichen Entwicklungshilfe - einen wichtigen Platz einnehmen.

Abschließend bleibt uns nur, allen Beteiligten unseren Dank auszusprechen: den ruandischen Bauernfamilien, den Feldberatern und allen Verantwortlichen in der landwirtschaftlichen Verwaltung Ruandas ebenso wie den Entscheidungsträgern der Geberinstitutionen.

Die Autoren

Inhaltsverzeichnis

1. <u>Einleitung und Projektgeschichte</u>	1
1.1 Einleitung	1
1.2 Zur Geschichte des Entwicklungsprojektes in Nyabisindu	3
2. <u>Projektbegleitende Forschung</u>	7
2.1 Zum Konzept der Standortgerechten Landwirtschaft	7
2.2 Das Methodengefüge in Nyabisindu	19
2.3 Ziele und Methoden des Forschungsprogramms	25
2.4 Übersicht der durchgeführten Studien und Forschungsarbeiten	27
3. <u>Beschreibung des Standorts und der bäuerlichen Betriebssysteme</u>	31
3.1 Ökologische Standortbedingungen	31
3.2 Bevölkerung	41
3.2.1 Dichte, Wachstum und Struktur der Bevölkerung	41
3.2.2 Erwerbsstruktur	43
3.2.3 Motivation, Einstellungen und Bedürfnisse	43
3.3 Politische und administrative Struktur	47
3.4 Landwirtschaftliche Produktion und Vermarktung	51
3.4.1 Betriebsgrößen und Bodenverfassung	51
3.4.2 Bodennutzung und Anbauverfahren	54
3.4.3 Viehhaltung	60
3.4.4 Arbeitswirtschaft	62
3.4.5 Kapitalausstattung und Einkommen	64
3.5 Zwei "typische" Betriebe im Projektgebiet	67
4. <u>Entwicklung von Methoden Standortgerechter Landwirtschaft</u>	73
4.1 Agroforstwirtschaft	73
4.1.1 Die Rolle von Bäumen und Sträuchern im Anbausystem	74
4.1.2 Methoden der Agroforstwirtschaft	78
4.1.3 Die Leistung von Bäumen und Sträuchern	82
4.1.4 Die Auswirkung des Baumüberbaus auf die Unterkulturen	88
4.1.5 Zur Leistung agroforstlicher Systeme	93
4.2 Mischkultur	97
4.3 Gründüngung	107
4.3.1 Auswahl geeigneter Pflanzenarten und Artenmischungen	108

4.3.2	Praktische Erfahrungen mit Gründüngung	111
4.3.3	Die Wirkung von Gründüngung auf die Folgekulturen und den Boden	115
4.3.5	Erfahrungen und Reaktionen der Bauern auf die vom PAP propagierte Gründüngung	122
4.3.5	Zusammenfassung und offene Forschungsfragen	125
4.4	Aufstallung des Viehs und Futterbau	127
4.5	Aufbereitung und Anwendung von Kompost und Stallmist	135
4.5.1	Kompost	135
4.5.2	Stallmist	140
5.	<u>Zusammenfassende Bewertung</u>	155
6.	<u>Literaturübersicht</u>	161

Verzeichnis der Tabellen

Tab. 2.1:	Idealisierte Gegenüberstellung von Technofarming und Ecofarming	16
Tab. 3.1:	Bevölkerung und Fläche der Gemeinden des Projektgebiets 1978 und 1985	42
Tab. 3.2:	Betriebsgrößenverteilung in der Region "Dorsale granitique und südliches Plateau Central"	51
Tab. 3.3:	Landnutzung in der Region "Dorsale Granitique und südliches Plateau Central" im Durchschnitt des Jahres 1984	55
Tab. 3.4:	Grunddaten zur Viehhaltung in der Region "Dorsale Granitique und südliches Plateau Central"	61
Tab. 3.5:	Zeitaufwand von Männern und Frauen für verschiedene Tätigkeiten	63
Tab. 3.6:	Bargeldeinkommen und -ausgaben in Betrieben unterschiedlicher Betriebsgröße im Projektgebiet	65
Tab. 3.7:	Charakterisierung zweier "typischer" Betriebe	69
Tab. 4.1:	Agroforstlich geeignete Baum- und Straucharten für die Subregionen Mayaga und westliches Plateau Central	79
Tab. 4.2:	Entwicklung und Produktionsleistung von fünf- bis sechsjähriger Grevillea robusta	84

Tab. 4.3:	Erträge aus dem Baumüberbau mit Grevillea robusta im Feld	85
Tab. 4.4:	Produktionsleistung verschiedener Hecken in den Jahren 1983 und 1984	87
Tab. 4.5:	Anordnung des Feldversuchs Agroforstwirtschaft	90
Tab. 4.6:	Die Wirkung von Baumüberbau auf Feldfrüchte, Gründüngung und Unkrautentwicklung im Feld (kg/ha)	90
Tab. 4.7:	Deckungsbeitrag eines agroforstlichen Systems als Maß seiner Flächenproduktivität (FRw/ha)	94
Tab. 4.8:	Arbeitsbedarf und Arbeitsproduktivität eines agroforstlichen Systems	94
Tab. 4.9:	Investitionsphase beim Aufbau eines agroforstlichen Produktionssystems	95
Tab. 4.10:	Mischkulturanteil der Anbaufläche der wichtigsten Kulturen	98
Tab. 4.11:	Die zehn wichtigsten Mischkulturen im Projektgebiet: "Welche Mischkultur bauen Sie an?"	99
Tab. 4.12:	Warum Mischkultur? - Bauern nennen ihre Gründe	102
Tab. 4.13:	Höhere Flächenproduktivität durch Mischkultur. Ergebnisse eines Feldversuchs (1979-81)	103
Tab. 4.14:	Gesamterträge verschiedener Mischkulturen in Kilokalorien, Eiweiß und Geld	104
Tab. 4.15:	Wachstum saisonaler Gründüngungspflanzen	110
Tab. 4.16:	Zusammensetzung von zwei erprobten Buschmischungen nach elfmonatigem Wachstum	114
Tab. 4.17:	Zusammensetzung der Biomasse einer elfmonatigen Gründüngung nach Pflanzenteilen und Vergleich mit einer natürlichen Brache	115
Tab. 4.18:	Die Wirkung von Gründüngung auf den Ertrag von Mais und Sorghumhirse	117
Tab. 4.19:	Elementgehalte in Gründüngung zur Zeit der Auflösung im August - Ergebnisse von vier Versuchen	118
Tab. 4.20:	Die Handhabung der Gründüngung durch die Bauern nach erstmaliger Verteilung von Saatgut	123
Tab. 4.21:	Die Stufen der Integration von Ackerbau und Tierhaltung	128

Tab. 4.22: Nährstoffgehalte von 200 kg Tiefstallmist frisch und nach 3 Monaten Lagerung mit verschiedenen Verfahren	142
Tab. 4.23: Mistverfügbarkeit bei verschiedenen Formen der Mistgewinnung	150
Tab. 4.24: Mehrerträge an Mais durch eine Mistdüngung von 15 t/ha	152

Verzeichnis der Figuren

Figur 2.1: Produktionsfunktion von Mineraldünger auf Böden mit und ohne regelmäßige Mistdüngung in Simbabwe	9
Figur 2.2: Produktion und Veratmung in natürlichen Ökosystemen verschiedener Art bzw. verschiedenen Alters	11
Figur 2.3: Schematisches Modell der Produktivität von Ökosystemen mit dem Anteil, der vom Menschen genutzt werden kann	13
Figur 2.4: Mehrstufige Mischkultur	20
Figur 3.1: Lage des Projektgebietes	32
Figur 3.2: Klimadiagramm der Station Rubona	33
Figur 3.3: Die naturräumlichen Einheiten der Projektregion	36
Figur 4.1: Terrassenbildung und Fixierung von Terrassenkanten mit Hilfe von Bäumen	81
Figur 4.2: Der Einfluß von Gründüngung auf die P-Verfügbarkeit im Boden nach Gründüngung	120
Figur 4.3: Futterbedarf und -produktion in Abhängigkeit von der Ackerfläche	131
Figur 4.4: Maisertrag und Düngung mit traditionellem Mistkompost	145
Figur 4.5: Ertragswirkung von Mist über mehrere Anbau-perioden	146

Verzeichnis der Abkürzungen

FM	Frischmasse
FRW	Franc Rwandais (ruandische Währung)
GVE	Großvieheinheit (in Ruanda 250 kg Lebendgewicht)
ISAR	Institut des Sciences Agronomiques du Rwanda (nationales Agrarforschungsinstitut)
MINAGRI	Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et des Forêts (Landwirtschafts- und Forstministerium Ruandas)
MINIPLAN	Ministère du Plan (Planungsministerium Ruandas)
PAP	Projet Agropastoral de Nyabisindu
SGL	Standortgerechte Landwirtschaft
TM	Trockenmasse

1. Einleitung und Projektgeschichte

1.1 Einleitung

Der Begriff der "Standortgerechten Landwirtschaft", ist mit dem Projet Agro-Pastoral de Nyabisindu (PAP) eng verbunden. Dort wurde das Konzept der Standortgerechten Landwirtschaft zum ersten Mal zur Grundlage eines landwirtschaftlichen Beratungsprogramms. Die dortige Methodenentwicklung hatte großen Einfluß auf die wissenschaftliche und entwicklungspolitische Diskussion. Fachleute aus aller Welt besuchten Nyabisindu im Herzen Ruandas, um die Versuchsfelder des Landwirtschaftsprojektes zu besichtigen und die Anwendung neuer Landbaumethoden in der bäuerlichen Praxis zu erleben. Mitte der achtziger Jahre zählte das Projekt 2000 Besucher pro Jahr, und ein Besucherdienst mußte eingerichtet werden.

Der vorläufige Abschluß der begleitenden Forschungsarbeiten im PAP wird zum Anlaß genommen, eine Zusammenschau der wissenschaftlichen Arbeiten vorzulegen. Da nicht nur die Landbaumethoden, sondern auch der Denk- und Planungsansatz grundlegende Bedeutung erlangt haben, widmet sich Kapitel 2 zuerst seiner Darstellung sowie seiner Entwicklung im PAP und gibt dann einen Überblick über die in Nyabisindu geleisteten Forschungsarbeiten.

Kapitel 3 geht auf die Standortbedingungen ein. Da Standortgerechte Landwirtschaft - wie der Name schon sagt - die standortspezifischen Gegebenheiten stärker zu berücksichtigen hat, nimmt dieses Kapitel einen breiteren Raum ein.

In Kapitel 4 sind die Forschungsergebnisse zu einzelnen Produktionsmethoden zusammengefaßt. Dabei geht es vor allem um die Integration von Bäumen und Sträuchern in die Felder, den Anbau

in Mischkultur, die ein- oder zweisaisonale Gründüngung, um die Stallhaltung des Viehs und den Futterbau sowie um die Aufbereitung und Anwendung betriebseigener organischer Dünger wie Mist und Kompost.

Die experimentellen Arbeiten im pflanzenbaulichen Bereich wurden im wesentlichen von Irmfried Neumann und Pieter Pietrowicz und später dann auch von Kurt Raquet durchgeführt. Im sozialökonomischen Bereich wurden die wichtigsten Arbeiten von Jürgen Dressler, Jim Bennett und Richard Preissler geleistet. Die fachliche Beratung übernahmen vor allem Kurt Egger von der Universität Heidelberg und in geringerem Ausmaß auch Johannes Kotschi für die GTZ. Johannes Kotschi und Jörg Haas schließlich werteten die zahlreichen Publikationen und Projektberichte aus, um den hier vorliegenden Abschlußbericht einem interessierten Kreis von Fachleuten zugänglich zu machen. Die Autoren hoffen, daß dieses Büchlein auf breites Interesse aller in der Entwicklungshilfe Tätigen stößt.

1.2 Zur Geschichte des Entwicklungsprojektes in Nyabisindu

Das Projekt Agro-Pastoral de Nyabisindu (PAP) gehört zu den ältesten Landwirtschaftsprojekten Ruandas. Seine wechselvolle Geschichte, in der es immer wieder zu einschneidenden Umorientierungen und Konzeptionsänderungen kam, spiegelt den entwicklungspolitischen Lernprozeß wieder, der in dieser Zeit durchgemacht wurde.

1969 begann das Projekt mit dem monosektoralen Ziel, die wegen wirtschaftlicher und organisatorischer Probleme stillliegende einzige Molkerei des Landes in Nyabisindu wieder in Betrieb zu nehmen. Das Milchaufkommen der Region war jedoch völlig unzureichend, der genetisch wenig leistungsfähige Viehbestand durch Krankheiten und Unterernährung sehr geschwächt. Deshalb wurde zunächst ein Veterinärdienst eingerichtet. Kurz darauf folgte ein Förderungsprogramm Tierernährung: Das Projekt propagierte den intensiven Anbau von Futtergräsern; es stellte Pflanzmaterial und Arbeiter, um die Bauern bei der Anlage von Futterschlägen zu unterstützen. Der Futterbau konkurriert jedoch mit den Nahrungskulturen um Fläche, Düngung und Arbeitskraft, so daß dieses Angebot nur auf geringes Interesse stieß.

Zu Beginn der siebziger Jahre erkannte man, daß der kleinbäuerliche Familienbetrieb unter den gegebenen Verhältnissen nur als Ganzes gesehen werden kann, und man beschloß Ackerbau und Viehzucht gemeinsam zu fördern. Ein klassisches landwirtschaftliches Modernisierungsprogramm wurde ausgearbeitet. Es folgte dem damals aktuellen Konzept der "Grünen Revolution": landwirtschaftliche Intensivierung durch Einführung von Reinkulturen und über die Verwendung von leistungsfähigem Saatgut, Mineraldünger und Pestiziden. Parallel dazu wurde ein funktionstüchtiges Milchsammelnetz

eingerrichtet und die Infrastruktur (Brücken- und Wegebau, Lagermöglichkeiten) in den Gemeinden des Projektgebiets ausgebaut.

Durch die Erdölkrise 1973 stiegen die Preise für landwirtschaftliche Produktionsmittel erheblich, und die Kosten für Mineraldünger übertrafen bald die durch sie erzielbaren Mehrerlöse; ein neues Förderungskonzept auf der Basis betriebseigener oder im Land verfügbarer Ressourcen wurde erforderlich. Betriebsberatung und betriebsübergreifende Maßnahmen zur Sicherung der Produktivität sowohl der Futter- als auch der Ackerflächen wurden begonnen. Diese Programme umfaßten erstmals auch Aufforstungen, Erosionsschutz und Obstbaumvermehrung.

Im Jahre 1975 wurden erste Studien zur Einführung eines standortgerechten Landbaus durchgeführt (EGGER & MAYER 1975, EGGER & ZEUNER 1976). Damals nannte man dies Ecofarming. In den Folgejahren legte man Versuchsfelder und Modellbetriebe an, auf denen das Konzept demonstriert und weiterentwickelt wurde. Neuerungsbereite Bauern wurden durch intensive Förderung und Einzelberatung zur Übernahme des Konzepts ermutigt.

Ergänzend zur Molkerei wurden weitere Aktivitäten im Bereich der Vermarktung landwirtschaftlicher Produkte aufgenommen: 1976 nahm die erste Kleinanlage zur Zuckerrohrverarbeitung ihren Betrieb auf, weitere folgten. In Nyabisindu wurde auch eine Ölmühle zur Sojaverarbeitung eingerichtet, die die Einführung des Anbaus von Sojabohnen in der Projektregion unterstützen sollte. Diese anfangs sehr erfolgreichen Kleinstindustrien wurden durch Nahrungsmittelhilfe aus dem Ausland (Zucker, Sojaöl) wirtschaftlich schwer belastet.

1977 schließlich übernahm das Projekt den staatlichen Tierhaltungsbetrieb Gatsinsino, um ihn für eine verbesserte Tierzucht auszubauen. Ein Programm zur Einführung verbesserter Tierrassen bei Rindern (durch künstliche Besamung) und Ziegen wurde ausgearbeitet.

So entstand innerhalb von 8 Jahren aus der Förderung einer kleinen Molkerei ein umfangreiches Projekt landwirtschaftlicher Entwicklung. In seiner räumlichen Ausdehnung orientierte sich das Projekt anfangs an den Milchsammelrouten der Molkerei, bis das Gebiet auf 23 Gemeinden angewachsen war und in dieser Ausdehnung vom Projekt nicht mehr betreut werden konnte. 1980 wurde es dann auf 7 Gemeinden in drei Präfekturen reduziert, um mit dem inzwischen stark erweiterten Beratungsprogramm entsprechend intensiv arbeiten zu können.

Im weiteren Projektverlauf entwickelte sich der Ackerbau immer mehr zu einem zentralen Anliegen. 1981 begann man mit einem auf drei Jahre angelegten Forschungsprogramm zur Methodenentwicklung. Es umfaßte die Bereiche Agrarökonomie, Pflanzenbau/Ökologie und Bodenkunde. Zu diesem Zweck wurde auch ein Labor für Boden- und Pflanzenuntersuchungen eingerichtet.

Bald wurde deutlich, daß die bis dahin geübte Einzelberatung zu wenig Breitenwirkung erzielte, und daß auch in der Beratung neue Wege beschritten werden mußten. 1982 erfolgte die Umorientierung zu einem breitenwirksamen System der Massenberatung.

Ab 1983 wurden nach und nach die Molkerei, die anderen agroindustriellen Verarbeitungsanlagen, die Rinderfarm Gatsinsino und die Baumschulen und Demonstrationsfelder in ruandische Hände übergeben bzw. ihre Förderung eingestellt oder auf den Stand einer

Nachbetreuung reduziert. Ein aus deutschen und ruandischen Vertretern zusammengesetztes "Comité de Gestion" übernahm die Aufsicht über das Projekt. Ein Programm zur Unterstützung der Gemeinden wurde ins Leben gerufen.

1984 wurde eine Abteilung zur Produktion und Verbreitung von verbessertem Saatgut eingerichtet und ein Programm "Zusammenarbeit mit Nichtregierungsorganisationen" begonnen. Es unterstützt durch einen von Misereor finanzierten Fonds bäuerliche Selbsthilfegruppen bei der Durchführung einfacher Verbesserungen. Das Programm begleitender Forschung lief aus, mit der Veröffentlichung ihrer Ergebnisse wurde begonnen. Die bisherigen Versuchsfelder (Fermetten) dienten ab 1984 größtenteils der Saatgutvermehrung und auch als Demonstrationsflächen im Rahmen der praktischen Ausbildung.

In jüngster Zeit wurde anlässlich einer Reform der staatlichen Verwaltung das Projektgebiet neu definiert, um zukünftig zwei Unterpräpekturen vollständig abzudecken¹⁾. In der aktuellen Phase geht es nun um die institutionelle Absicherung und Intensivierung der Beratungsarbeit sowie um die vollständige Übergabe des Projekts in ruandische Verantwortung. Das Ende der deutschen Förderung ist für 1995 vorgesehen.

1) Wenn im folgenden vom Projektgebiet die Rede ist, bezieht sich dies stets auf die Gemeinden, die von 1980 bis 1988 zum Projektgebiet gehörten.

2. Projektbegleitende Forschung

2.1 Zum Konzept der Standortgerechten Landwirtschaft

Theoriebildung und die Entwicklung handfester Methoden des Ackerbaues und der Tierhaltung gingen im Landwirtschaftsprojekt in Nyabisindu Hand in Hand und haben sich in den letzten zehn Jahren immer wieder gegenseitig befruchtet.

Am Anfang dieses Prozesses stand die Kritik am damals vorherrschenden Konzept der "Grünen Revolution" (EGGER & GLAESER 1974). Die grüne Revolution suchte eine Ertragssteigerung durch Einsatz von Mineraldünger, Hochleistungssorten, chemischem Pflanzenschutz, Bewässerung und Mechanisierung zu erreichen. Dieser Ansatz ging von der Hypothese aus, daß die Abnahme der Bodenfruchtbarkeit durch eine regelmäßige Mineraldüngung aufgehalten und der Boden auf einem produktiven Niveau gehalten werden kann. Man nahm an, daß die mineralisch verabreichten Nährstoffe nicht nur die Ernteentzüge ersetzen, sondern auch das Biomassewachstum verstärken und damit die dringend benötigte organische Substanz zur Regeneration des Humushaushaltes bereitstellen würden.

Zahlreiche und langjährige Feldversuche konnten diese generelle Hypothese jedoch nicht bestätigen (z.B. CHARREAU & NICOU 1971, MOKWUNYE 1980, SIBAND 1972). An vielen tropischen Standorten liegt heute die Erfahrung vor, daß trotz regelmäßiger Anwendung von Mineraldünger der Bodenumusgehalt abnimmt, und sich auf sehr niedrigem Niveau einpendelt. Einseitige Stickstoffgaben können diesen Prozeß sogar beschleunigen. Die "natürliche Bodenfruchtbarkeit", die von den Agrarökonomen BRANDES & WOERMANN (1971) vor knapp 20 Jahren noch als unzerstörbar angesehen wurde, sinkt auf ein Minimum ab. Deutlich zeigt sich dies an den immer niedrigeren

Erträgen.

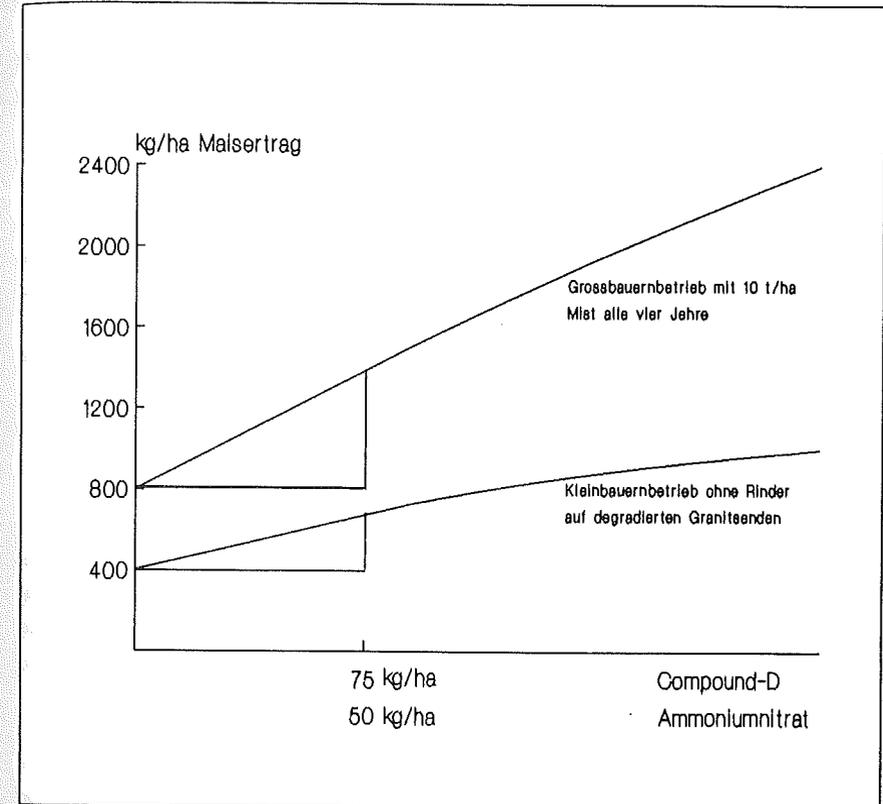
Heute ist bekannt, daß bei den meisten tropischen Böden die Austauschkapazität des Mineralkörpers sehr gering ist (SANCHEZ 1976, für Ruanda: PIETROWICZ 1985). Daher besitzt die organische Substanz als Nährstoffspeicher weitaus höhere Bedeutung als in den Außertropen. Der Großteil der Nährstoffe des Ökosystems ist zudem nicht im Boden gespeichert, sondern in der Biomasse und wird dort bei weitgehender Systemgeschlossenheit rasch umgesetzt (WEISCHET 1977).

Deshalb sinkt bei fehlender Zufuhr von organischer Substanz die Ertragswirksamkeit von Mineraldünger, wie KOTSCHI (1987) dies anhand eines Beispiels aus Simbabwe aufzeigen konnte (Figur 2.1). Auf den Feldern, die regelmäßig mit Mist gedüngt wurden, verlief die Ertragsfunktion des Mineraldüngers erheblich steiler als auf Böden, die keine organische Düngung in Form von Mist oder Brache erhalten hatten, und die einem kontinuierlichen Humusabbau ausgesetzt waren²⁾.

Im ersten Fall (Großbauer, 15 ha) verfügt der Betrieb über ausreichend Land um Vieh zu halten und Brachezeiten im Ackerbau einzuschalten, im anderen Fall (Kleinbauer 3-4 ha) ist das Land so knapp, daß kein oder kaum Vieh gehalten, daß keine oder nur eine sehr kurze Bracheperiode eingeschaltet werden kann. Organische Substanz im Betrieb wird - soweit überhaupt vorhanden - zur Tierernährung oder als Brennmaterial verwendet.

2) Gleichsinnige Untersuchungsergebnisse berichteten ABDULLAHI (1971) für Mistdüngung und BRUMBY et al. (1985) für Gründüngung in Nigeria.

Figur 2.1: Produktionsfunktion von Mineraldünger auf Böden mit und ohne regelmäßige Mistdüngung in Simbabwe



Compound-D enthält 8% N, 14% P_2O_5 , 7% K_2O , 6,5% S; Ammoniumnitrat enthält 35% N. Quelle: KOTSCHI (1987)

Diese infolge von Humusverarmung zurückgehende Wirtschaftlichkeit der Mineraldüngeranwendung wird vielfach noch verstärkt durch

verschlechterte Warenaustauschbeziehungen ("terms of trade"). In Ruanda verschlechterte sich für die Einzelbetriebe das Austauschverhältnis von Mineraldünger zu Kaffee (als Hauptverkaufsfrucht) von 1972 bis 1981 um 50%. Die Mineraldüngung im Kaffeeanbau war damit in den empfohlenen Aufwandsmengen nicht mehr rentabel (ADELHELM 1981).

Dieser einzelbetrieblichen Situation entsprach volkswirtschaftlich eine rasch ansteigende Auslandsverschuldung, die 1984 bereits das 1,7fache der Exporterlöse Ruandas betrug (MINISTERE DES FINANCES ET DE L'ECONOMIE 1985). Infolgedessen konnte die überproportionale Verteuerung des Düngers auch nicht durch Subventionen aufgefangen werden. Aber auch aus anderen Gründen ist ein intensiver Mineraldüngereinsatz für die meisten Betriebe Ruandas völlig indiskutabel. Über 90% sind Selbstversorger. Vermarktet wird nur sehr wenig³⁾, Markterlöse sind aber notwendig, um Handelsdünger zu kaufen.

Angesichts des massiven Rückgangs der Bodenfruchtbarkeit durch Humusverlust und Bodenerosion ist offensichtlich, daß ohne Maßnahmen zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit (Humusgehalt und Humusqualität) die Erträge weiter absinken oder auf einem sehr niedrigen Niveau stehen bleiben werden.

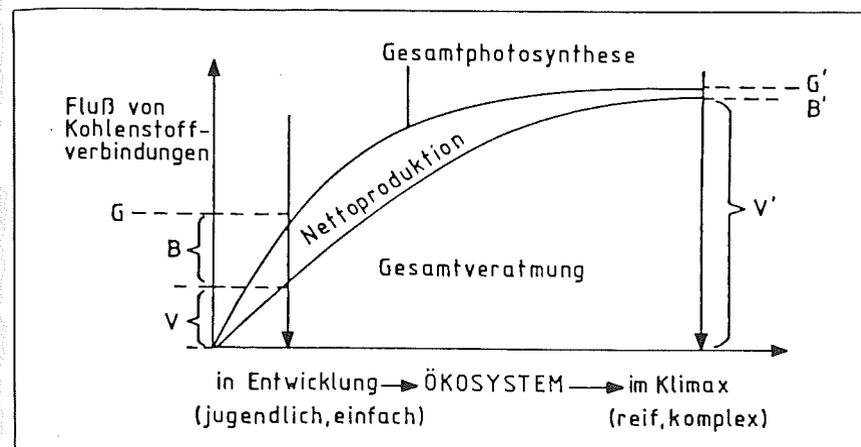
Auf der Suche nach Alternativen, d.h. Möglichkeiten einer nachhaltigen Intensivierung unter weitgehendem Verzicht auf externe Produktionsmittel ("low-external-input"), schöpfte man vor allem aus drei Quellen: den Erkenntnissen der tropischen Ökosystemfor-

3) In den von DRESSLER (1983b) untersuchten relativ großen Betrieben wurden inklusive des Kaffees weniger als 30% vermarktet. In einem Großteil der Betriebe wird der Anteil weit geringer sein.

schung, dem Studium autochthoner Landbausysteme Ostafrikas und aus Ergebnissen der modernen Agrarforschung (EGGER 1981b).

Beim **Studium tropischer Ökosysteme** wie z.B. dem tropischen Regenwald wurde deutlich, daß sie zwar - wenn im Klimaxstadium befindlich - einen hohen Bestand an Biomasse und eine hohe Stabilität besitzen, aber daß ihre Nettoproduktion gleich Null ist, denn die Gesamtveratmung ist nahezu genauso groß wie die Gesamtphotosynthese, wie dies von GIGON (zit. in MÜLLER-SÄMANN 1986) in Figur 2.2 dargestellt ist.

Figur 2.2: Produktion und Veratmung in natürlichen Ökosystemen verschiedener Art bzw. verschiedenen Alters



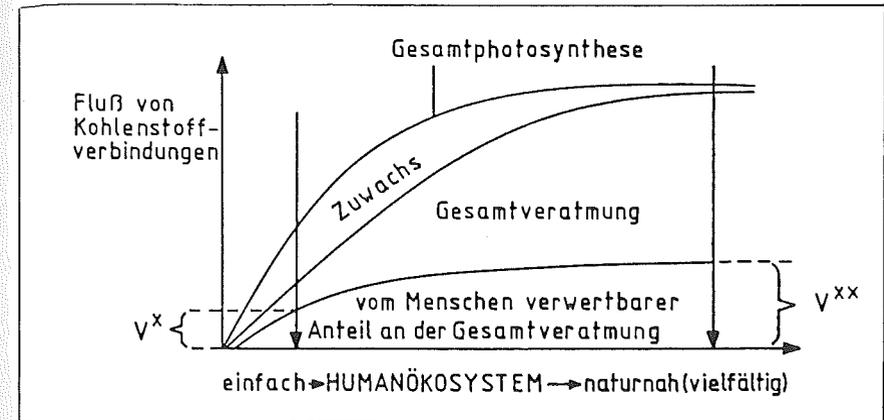
G, G': Gesamtbiomasseproduktion; B, B': Biomassezuwachs; V, V': Veratmung
Quelle: MÜLLER-SÄMANN (1986) nach GIGON (1974), leicht verändert

Aus diesem Grunde sprachen sich eine ganze Reihe von Ökologen gegen eine naturnahe Gestaltung aus. So schreibt GIGON: "Die Erkenntnis, daß Klimaxökosysteme keine, sogenannte Wachstumsökosysteme jedoch eine sehr beträchtliche Nettoproduktion haben, führte den Menschen dazu, einfache Ökosysteme (z.B. Weizenreinkulturen) zu schaffen, da nur einfache Systeme produktiv sind."

MÜLLER-SÄMANN (1986) bemerkt dazu: "GIGON und andere betrachteten die Ökosysteme von außen (!) und stellen fest, daß einfache junge Ökosysteme einen hohen Biomassezuwachs haben (in Figur 2.2 als Nettoproduktion bezeichnet bzw. mit B gekennzeichnet). Das ist der Fall, weil von der Gesamtphotosyntheseleistung (G in Figur 2.2) in einem einfachen sich in Entwicklung befindlichen Bestand (einem halbgewachsenen Maisfeld z.B.) nur ein geringer Teil (V) wieder veratmet wird (absterbende Blätter z.B. die durch Mikroorganismen zersetzt, d.h. veratmet werden). Die Nettoproduktion (B) wird dann als Produktivität bezeichnet. Vollkommen anders stellt sich der Aspekt der Produktivität von Ökosystemen dar, wenn wir aus der Rolle des außenstehenden Beobachters in die Rolle der Systemkomponente wechseln und uns als Teil des Ökosystems - des Humanökosystems - begreifen. Aus dieser Position beteiligt sich der Mensch an der Veratmung der produzierten Biomasse. Soweit er sie nutzen kann, nimmt er sie in Form von Nahrung zu sich (CO₂-Produktion, Energiegewinn, Wärmeproduktion) und ist damit analog den anderen Elementen des Ökosystems (Pilzen, Bakterien, Vögeln etc.) an der Gesamtveratmung beteiligt."

Dieser vom Menschen genutzte Anteil an der Gesamtveratmung ist nach MÜLLER-SÄMANN (1986) in Figur 2.3 schematisch dargestellt. Er steigt vom einfachen zum naturnahen, d.h. klimaxnahen Ökosystem an.

Figur 2.3: Schematisches Modell der Produktivität von Ökosystemen mit dem Anteil, der vom Menschen genutzt werden kann



V^x : Anteil, der in einfachen Systemen genutzt werden kann;
 V^{xx} : Anteil, der in vielfältigen Systemen genutzt werden kann.
 Quelle: MÜLLER-SÄMANN (1986)

MÜLLER-SÄMANN schreibt weiter: "Wenn es dem Menschen gelingt, eine naturnahe Vegetation so zu gestalten, daß sie reich an Pflanzen ist, die für ihn verwertbar sind, kann er in einem diversifizierten System mit annäherungsweise Simulation der natürlichen Vegetationsform mehr erwirtschaften (V^{xx}) als in einem unentwickelten monokulturähnlichen System (V^x)."

Die Forderung, Agrarökosysteme naturnah zu gestalten, führte zur Ableitung von zwei Prinzipien in der Standortgerechten Landwirtschaft: der weitgehenden Systemgeschlossenheit und der optimalen Vielfalt (KOTSCHI 1981a). Diese Prinzipien sollten angewendet werden für ökologische Systeme aller Größen und nach naturwissenschaftlichen ebenso wie sozio-ökonomischen Gesichtspunkten. Ob

es sich beim Ökosystem um ein Feld, einen Betriebszweig, einen landwirtschaftlichen Betrieb oder die Gemarkung eines Dorfes handelt, die Prinzipien bleiben die gleichen.

Weitgehende Systemgeschlossenheit bedeutet naturwissenschaftlich vor allem, daß Nährstoff- und Energieflüsse soweit wie möglich in Kreisläufen anstatt offen verlaufen sollen. D.h. die betriebs-eigenen Ressourcen (z.B. Boden, Pflanzen, Tiere) sind optimal zu nutzen, systemfremde, zugekaufte Produktionsfaktoren dagegen auf ein Minimum zu beschränken (KOTSCHI 1981a). Gleichzeitig ist jeder vermeidbare Austrag von Energie und Nährstoffen aus dem Betrieb, z.B. durch Erosion und Auswaschung, zu minimieren. Betriebswirtschaftlich bedeutet dies, daß die Subsistenzproduktion Vorrang vor Verkaufskulturen besitzt, volkswirtschaftlich, daß die Selbstversorgung des Landes Vorrang vor Exportproduktion haben sollte. Auf sozio-politischer Ebene entspräche diesem Prinzip, möglichst dezentrale, autonome und in ihrer Größe überschaubare Entscheidungsstrukturen zu schaffen.

Auch das Prinzip von Vielfalt und Komplexität läßt sich in vieler Hinsicht fördern: so z.B. durch die Schaffung zahlreicher Betriebszweige im landwirtschaftlichen Betrieb, durch vielfältige Fruchtfolgen im Ackerbau, durch die Auswahl genetisch heterogenen Saatgutes usw. Sie schützt vor Kalamitäten und Katastrophen, wie sie bei artenarmen Beständen oder Reinkulturen häufiger sind.

Bei beiden Prinzipien gilt nicht, je mehr desto besser (abgesehen davon, daß Ökosysteme niemals völlig abgeschlossen sind von der Außenwelt, sondern immer, mit anderen vernetzt, Bestandteile übergeordneter Systeme darstellen). Vielmehr ist davon auszugehen, daß jeder Standort das ihm gemäße Optimum aufweist, welches es zu erkennen und zu verwirklichen gilt. Naturökosysteme

in den feuchten Tropen beispielsweise zeigen eine außergewöhnlich hohe Speziesvielfalt, die die der Außertropen bei weitem übertrifft (VARESCHI 1980).

Im Zusammenspiel dieser polaren Prinzipien von Einheit und Vielfalt können komplexe Systeme ein hohes Maß an Eigenregulation entwickeln und damit in ökologischer wie wirtschaftlicher Hinsicht zu einem Maximum an Stabilität gelangen.

In einigen autochthonen Landbausystemen in tropischen Gebieten hoher Bevölkerungsdichte sind diese Prinzipien schon weitgehend verwirklicht. Egger bezog sich bei seiner Methodenentwicklung immer wieder auf die Usambara-Berge Tanzanias (EGGER & GLAESER 1975, EGGER 1975), die Anbausysteme der Kikuyu in Kenya (EGGER 1979) und die der Wakara auf der Insel Ukara im Viktoriasee (RUTHENBERG 1967, LUDWIG 1967).

Schließlich lieferte die moderne Agrarforschung einen wesentlichen Beitrag für das neue Entwicklungskonzept. Dies galt besonders für die verbesserten Methoden zum Erosionsschutz, der Erprobung von (für den Standort neuen) Pflanzenarten und -sorten und für die Methoden der Kompostierung organischer Abfälle.

Aus den Erkenntnissen der Ökosystemforschung, den Erfahrungen autochthoner Anbausysteme Ostafrikas und den Ergebnissen moderner Agrarforschung formulierte EGGER als erster ein Entwicklungskonzept Standortgerechte Landwirtschaft, das er damals "Eco-farming" nannte. Er stellte die Prinzipien des Ecofarming denen einer hypothetischen Gegenposition gegenüber, die er "Technofarming" nannte. Reale Landbauformen werden sich zwischen diesen Extremen bewegen, jedoch werden die Übereinstimmungen des "Technofarming" mit Konzepten der "Grünen Revolution" deutlich.

Tab. 2.1: Ideализierte Gegenüberstellung von Technofarming und Ecofarming

Extremes Technofarming	Ideализiertes Ecofarming
produktive Vereinfachung des Systems	produktive, gelenkte Vielfalt des Systems
Spezialisierung	Produktvielfalt
Trennung von Baum - Feld - Futterbau - Tierhaltung - Sonderkulturen	Integration von Baum - Feld - Futterbau - Tierhaltung - Sonderkulturen
linearer Stoff- und Energiedurchfluß	selbsterhaltende Stoff- und Energiekreisläufe
Fruchtbarkeit durch Kunstdünger und Pestizide	Fruchtbarkeit durch hohen Biomasseumsatz
hohe Inputs hohe Produktion geringe Stabilität	geringe Inputs hohe Produktion hohe Stabilität
intensive mechanische Bearbeitung	mäßige mechanische Bearbeitung
mechanische Erosionskontrollen	biologische Erosionskontrollen
Gliederung durch Zaun	Gliederung durch Hecke
anfälliger Hochleistungssorten	resistente Sorten mittleren Ertrags
Monokultur	Mischkultur
Unkrautvernichtung	Unkrauttoleranz
Ziel: Produktionssteigerung	Ziel: Produktivitätssteigerung
Quelle: EGGGER (1979)	

Die Prinzipien des Ecofarming legen den Schwerpunkt auf die Nutzung betriebseigener und lokaler Produktionsmittel. Infolgedessen müssen die standortspezifischen Gegebenheiten nach diesem Konzept noch stärker berücksichtigt werden. Man hielt diesen Aspekt für so wichtig, daß man sich Anfang der 80er Jahre für den Begriff "Standortgerechte Landwirtschaft" entschied. Dabei beschränkt sich das Standortverständnis nicht auf die natürlichen Bedingungen (Boden, Klima), sondern bezieht ökonomische (z.B. Preis-Kosten-Verhältnisse, Einkommen, Ausstattung mit Produktionsfaktoren) und sozio-kulturelle Gesichtspunkte (Bedürfnisse, Wissen, Motivation, Tabus) als Bestandteile des Gesamtsystems mit ein. Eine so verstandene Standortgerechte Landwirtschaft impliziert, daß allgemeingültige Aussagen infolge der individuellen Ausprägung der Einzelstandorte nur sehr begrenzt und relativ abstrakt möglich sind.

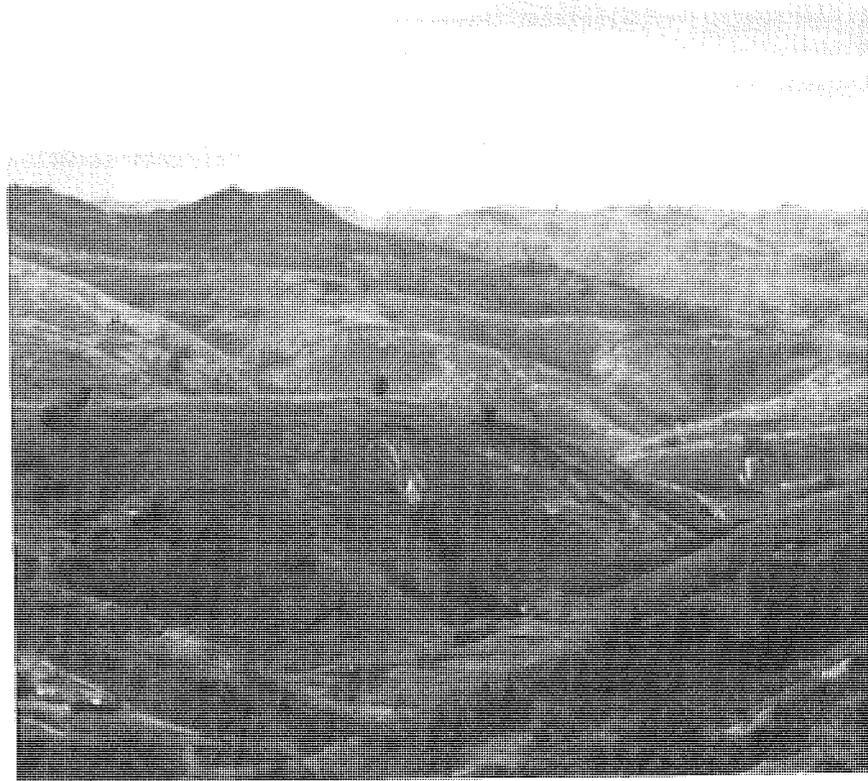


Foto 1: In Ruanda, dem "Land des tausend Hügel" treten an den steilen Hängen häufig schwere Erosionsschäden auf.

2.2 Das Methodengefüge in Nyabisindu

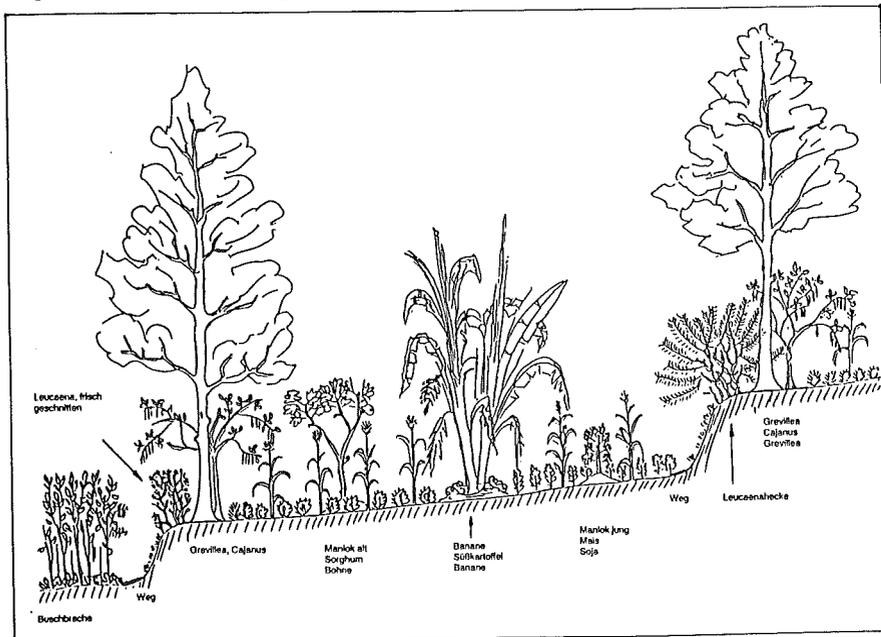
Im folgenden soll das in der zweiten Hälfte der siebziger Jahre für den Standort des PAP erarbeitete Methodengefüge einer Standortgerechten Landwirtschaft dargestellt werden (nach EGGER & ZEUNER 1976, BEHMEL & NEUMANN 1980, EGGER 1981a und KOTSCHI 1981a). Definitionsgemäß ist es standortspezifisch und daher nur begrenzt übertragbar. In der Reihenfolge ihrer Priorität für das Gesamtsystem kommen folgende Maßnahmen zum Einsatz:

I. Vegetationsgestaltung: Im Sinne der besprochenen Systemvielfalt wird eine Vegetation angestrebt, deren Struktur sich an der ursprünglichen Klimaxvegetation orientiert, jedoch sich primär aus Pflanzenarten zusammensetzt, die der menschlichen Versorgung dienen. Bodennahe Feldkulturen, Sträucher und Bäume wachsen in vertikaler Staffelung auf gleicher Fläche (Figur 2.4).

Die Kombination der einzelnen Vegetationselemente ist dabei so zu wählen, daß sie so wenig wie möglich um Nährstoffe, Licht und Wasser konkurrieren, sondern sich in ihren unterschiedlichen Bedürfnissen ergänzen. Auf diese Weise wird ein Optimum an Flächenproduktivität angestrebt.

Diese mehrstufige Vegetation wird nicht nur innerhalb der Ackerflächen, sondern vor allem auch als Feldumrandung empfohlen. Hangparallele Erosionsschutzstreifen werden mit *Setaria*-Gras oder Sträuchern und Bäumen (z.B. *Grevillea*) bepflanzt, um den talwärts gerichteten Bodenabtrag zu verhindern und eine allmähliche Terrassierung des Hanges zu ermöglichen. Der mögliche Nutzen dieser Maßnahme ist vielfältig: nicht nur die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und der Schutz vor Erosion werden damit gefördert; auch das Mikroklima im Bestand und der Wasserhaushalt im Boden können

Figur 2.4: Mehrstufige Mischkultur



Quelle: KLAER & EGGER (1984)

verbessert werden; schließlich kann von den Grasstreifen oder Hecken Viehfutter, von den Bäumen Brenn- und Bauholz gewonnen werden.

II. Mischkultur und intensive Gründüngung: Feldkulturen und tolerierbare Wildkräuter werden zu arten- und sortenreichen Mischungen zusammengestellt. Sie sind zeitlich (multiple cropping) und räumlich (intercropping) gestaffelt und wechseln mit intensiven Gründüngungsphasen ab. Ziel ist hierbei vor allem: eine gleichmä-

ßige Nahrungsversorgung zu erreichen (Risikominderung), die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten bzw. zu regenerieren und den Boden zum Zwecke des Erosionsschutzes ganzjährig zu bedecken.

III. Organische Düngung: Durch die Rückführung aller im Betrieb anfallenden Abfälle pflanzlichen und tierischen Ursprungs über Kompost und Mulch wird eine qualitativ hochwertige Humuswirtschaft angestrebt, denn Humusgehalt und Humusqualität haben zentrale Bedeutung für den Nährstoffhaushalt. Erhöhte Sorptionskapazität verringert die Nährstoffauswaschung, verstärkte biologische Aktivität steigert die Nährstoffverfügbarkeit; gleichzeitig kann sie das Abwehrvermögen der Pflanzen gegen Schädlinge und Krankheiten (antiphytopathogenes Potential) steigern.

IV. Integrierte Viehhaltung: Die extensive Weide auf ackerbaulich nicht genutzten Flächen soll durch Stallhaltung und Feldfutterbau (in erster Linie Pennisetum und Setaria) ersetzt werden. Neben reinem Feldfutterbau kann ein erheblicher Futteranteil durch Beschneiden von bepflanzt Erosionsschutzstreifen und anderer Randpflanzungen (Hecken) gewonnen werden.

V. Mineraldüngung: Im Sinne der schon erwähnten Systemgeschlossenheit sollten Nährstoffausfuhren aus dem Betrieb (Verkauf, Auswaschung) so gering wie möglich gehalten werden. Eine ergänzende Mineraldüngung dient zur Korrektur bodenbedingter Nährstoffmangelsituationen (z.B. bei P-armem Grundgestein) und zum bilanzmäßigen Ausgleich von Nährstoffverlusten. Damit wird eine allmähliche Verarmung des Bodens verhindert. Mineralische N-Düngung wird hierbei abgelehnt, da diese die Luftstickstoffbindung der Bodenmikroorganismen im allgemeinen hemmt. Andere Nährstoffe (z.B. P, K und Mg) sollten möglichst zusammen mit organischer Düngung ausgebracht werden. Dadurch können Nährstoff-

verluste infolge von Auswaschung oder Festlegung verringert werden, so daß auch für die ergänzende Minereraldüngung ein Höchstmaß an Produktivität erzielt wird.

VI. Mechanisierung: Durch verbesserte Handgeräte (insbesondere Hacken) soll die Arbeitsproduktivität erhöht werden⁴⁾.

VII. Integrierter Pflanzenschutz: Vorbeugender Pflanzenschutz ist in der Mehrzahl der schon erwähnten Maßnahmen (besonders durch die Artenvielfalt) enthalten und dient der Stärkung des pflanzlichen Abwehrvermögens im System. Bei akuten Erkrankungen oder Schädlungskalamitäten, die einen völligen Ernteausfall zur Folge haben könnten, können selektiv auch chemische Pflanzenschutzmittel angewandt werden. Ziel jeder Pflanzenschutzmaßnahme bleibt aber die Erhaltung oder Wiederherstellung eines Nützlings-Schädlings-Gleichgewichtes.

Das Methodengefüge als Einheit mit seinen vielfältigen, sich einander verstärkenden Wechselbeziehungen zwischen diesen sieben Elementen führte anfangs dazu, daß es zu sehr als geschlossenes Maßnahmenpaket gesehen wurde. So schreibt EGGER (1981b, S. 59): "Man verfalle nicht auf die Frage, welches der vorgeschriebenen Elemente als besonders erfolgreich flächendeckend verwirklicht werden solle, zu Ungunsten der anderen; damit würde man genau den ökologischen Ansatz verfehlen. Es ist das funktionale Zusammenwirken aller Einzelteile, die das System ausmacht." Dies entsprach allerdings nicht den Fragen, die von der Beratung an die Forscher herangetragen wurden. Sie betrafen die Möglichkeiten

4) Dieser Teil der Methodengefüges hat in Nyabisindu bisher kaum eine Bedeutung erlangt. Es konnten mit Ausnahme der Schubkarre keine Handgeräte entwickelt oder verbreitet werden, die die Arbeitsproduktivität erhöht hätten.

zur schrittweisen Umstellung gemäß der Situation der Betriebe, und die Priorität der Einzelmaßnahmen aus der Sicht der Bauern.

Auch REISCH (1982) kritisierte den "Paketcharakter" des Konzepts: die Standortgerechte Landwirtschaft stelle sich damit als "black box" dar, dessen Einzelmaßnahmen nicht aus dem Zusammenhang gelöst und damit auch nicht einzeln bewertet werden könnten. In den achtziger Jahren wurde daher die Frage nach dem Stellenwert der Einzelmaßnahmen aus einzelbetrieblicher Sicht verstärkt gestellt (z.B. ADELHELM 1981), nachdem bis dahin die Betrachtung ökologischer Notwendigkeiten dominiert hatte⁵⁾. Dies fand seinen Ausdruck u.a. in den Studien von BENNETT & PREISLER (1987), die Einzelmaßnahmen im konkreten Kleinbauernbetrieb auf ihre Wirtschaftlichkeit hin untersuchten. Die Bewertung der Einzelmaßnahmen im Gesamtbetrieb stellt jedoch bis heute ein offenes Problem dar.

5) EGGER (1979) formulierte dies z.B. so: "Ecofarming: von zwei möglichen Lösungen wird stets diejenige gewählt, die im Rahmen des lokal Durchsetzbaren möglichst viele übergeordnete ökologische Gesichtspunkte befriedigend berücksichtigt."



Abb. 1: Die Gliederung der Agrarlandschaft durch Hecken und Grasstreifen, sowie die Baumintegration dienen dem Erosionsschutz, erhöhen die Biomasseproduktion und die Habitatsvielfalt. Ein Komposthaufen im Hintergrund, geschützt durch einen Baum, symbolisiert die Rückführung von Nährstoffen und Humus in den Boden.

2.3 Ziele und Methoden des Forschungsprogramms

Die Ziele des 1981 begonnenen Programms begleitender Forschung im PAP wurden wie folgt definiert (EGGER 1981c):

- a) Darstellung der produktionstechnischen Beratungsinhalte,
- b) Beurteilung der Leistungsfähigkeit des neuen Ansatzes,
- c) Weiterentwicklung des Ansatzes und Klärung offener Fragen.

Damit bewegte sich das Forschungsprogramm in einem gewissen Spannungsfeld: Auf der einen Seite war die Beratungsabteilung des Projekts an einer möglichst praxisnahen Zuarbeit, d.h. der Darstellung der Beratungsinhalte und der Weiterentwicklung der Methoden, interessiert. Zugleich bestand aber auch ein breites Interesse weit über die GTZ hinaus, die Leistungsfähigkeit des Ansatzes "Standortgerechte Landwirtschaft" für Ruanda und andere Länder mit ähnlichen Bedingungen quantitativ zu erfassen. Im Februar 1983 schließlich setzte das Projekt die Akzente eindeutig im Sinne einer beratungsorientierten Forschung (ANGER 1983).

Die Forschungsmethode orientierte sich an den in den siebziger Jahren herrschenden Vorstellungen. Um den Systemcharakter des Konzepts zu berücksichtigen, wurden noch in den siebziger Jahren in Regie des Projekts Versuchsfarmen (Fermetten) errichtet, auf denen das gesamte Paket verwirklicht wurde. Damit wurden zwar gute Bedingungen für die naturwissenschaftliche Absicherung einiger Ergebnisse geschaffen, jedoch entsprachen die so geschaffenen Verhältnisse nur z.T. denen eines kleinbäuerlichen Betriebs.

Wie viel damit verschenkt wurde, zeigte die Untersuchung von RAQUET (1989), bei der die idealisierte Umgebung der Versuchsfarm verlassen und somit der neue Trend zum "On-Farm-Research" aufge-

griffen wurde. RAQUET verteilte Gründüngungssaatgut an interessierte Bauern für kleine Feldversuche auf deren Flächen. Es zeigte sich, daß die Bauern in vielerlei Hinsicht von den offiziellen Beratungsempfehlungen zum Einsatz der Gründüngung abwichen (Tabelle 4.20). Diese Abweichungen erwiesen sich als durchaus erfolgreich und sehr fruchtbar. Der Erfolg der Versuche war so groß, daß bei der zweiten Verteilung von Gründüngungssaatgut der Nachfrage nicht entsprochen werden konnte.

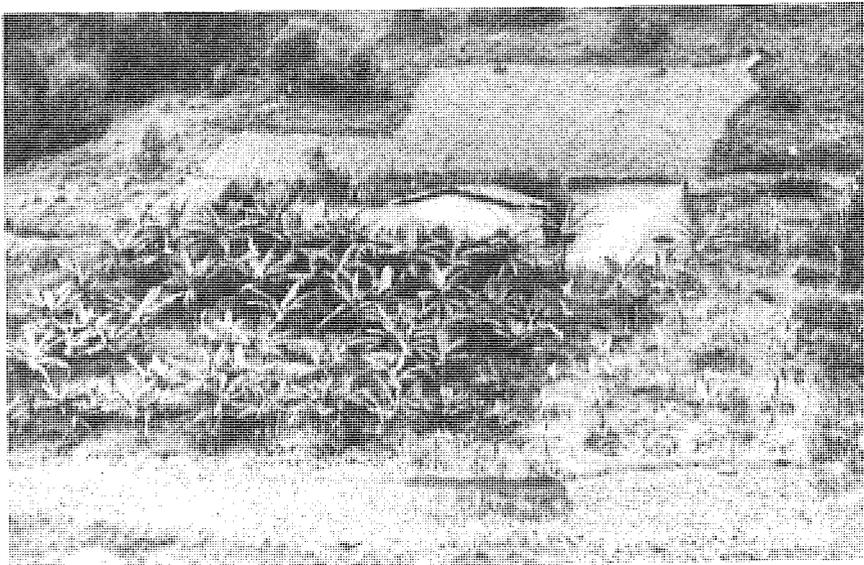


Foto 2: Einfaches Haus ohne Stall am Steilhang; unterhalb ein mit Hausabfällen gedüngter Bananenhain und Feldkulturen; die typische Anordnung vieler ruandischer Kleinbauerngehöfte.

2.4 Übersicht der durchgeführten Studien und Forschungsarbeiten

Die im PAP durchgeführte Forschung läßt sich in drei Phasen einteilen. In einer ersten Phase (1975-1980) erfolgte eine weitgehend empirische Methodenentwicklung durch "trial and error" auf Versuchsfarmen, auf denen das Gesamtkonzept modellhaft verwirklicht wurde, und in Zusammenarbeit mit einzelnen Modellbauern. Zu dieser Zeit wurden nur Vorversuche, einfache experimentelle Arbeiten und erste Ertragsmessungen, aber keine weitergehenden quantitativen Studien durchgeführt. Im wesentlichen erfolgte die Betreuung dieser Phase durch Kurt Egger in Form von Kurzzeiteinsätzen (EGGER & MAYER 1975, EGGER & ZEUNER 1976, EGGER 1978a,b, 1979, 1980a,b).

In der zweiten Phase (1981-1984) wurde das eigentliche Programm begleitender Forschung durchgeführt. Wissenschaftler der Bereiche Bodenkunde (P. Pietrowicz), Agrarökologie (I. Neumann) und Agrarökonomie (J. Dressler, später R. Preissler) nahmen ihre Arbeit am Projektstandort auf. Weitere Studien wurden von Praktikanten durchgeführt.

In einer dritten Phase ab 1985 wurden von K. Raquet noch einzelne Untersuchungen im Bereich der Gründüngung weitergeführt. Ansonsten wurden in dieser Zeit die Ergebnisse der vorhergehenden Forschungsperiode ausgewertet und publiziert. Seit 1988 werden die im PAP geleisteten Arbeiten mit deutscher Unterstützung durch das nationale Agrarforschungsinstitut ISAR in Rubona fortgeführt. Auch die Arbeitsprogramme der Partnerschaft zwischen Ruanda und Rheinland-Pfalz sowie Baden-Württemberg und die Universitätspartnerschaft der Städte Butare und Mainz knüpfen an die Ergebnisse des PAP an.

Es soll nun ein kurzer Überblick zu den geleisteten Forschungsarbeiten gegeben werden. Ein Großteil der durchgeführten Studien wurde in französischer Sprache in zwei projekteigenen Schriftenreihen veröffentlicht: Die anspruchsvolleren "Etudes et Experiences" dienen als Beitrag zur fachlichen Diskussion im Land während die "Fiches Techniques" als Materialien für landwirtschaftliche Berater gedacht sind. Im folgenden werden nur die wichtigsten Studien zitiert, Gutachten werden nicht erwähnt. Eine vollständige Zusammenstellung der veröffentlichten wissenschaftlichen Arbeiten ist dem Literaturverzeichnis zu entnehmen.

Im Bereich **Agrarsoziologie und -ökonomie** wurde zu Beginn des Forschungsprogramms im Frühjahr 1981 eine kleine Studie zur Eignung des Konzepts für verschiedene Betriebsgrößen durchgeführt (EILERS 1982) und eine Querschnittsanalyse von 235 Betrieben vorgenommen, um einen Überblick über die Agrarstruktur der Region zu erhalten (DRESSLER 1983a). Ein detaillierterer betriebswirtschaftlicher Leistungsvergleich von relativ flächenstarken "umgestellten" und "traditionellen" Betrieben folgte (DRESSLER 1983b). Dieser Vergleich wurde von Oktober 1983 bis September 1984 durch eine vertiefte Betriebserhebung in sechs Betrieben fortgeführt (BENNETT & PREISSLER 1987). Weitere Untersuchungen betrafen Preise und Vermarktung von Agrarprodukten (PREISSLER 1985b), und die Bodenverfassung (BUSCHMANN 1984, 1985).

Im Bereich **Pflanzenbau und Agrarökologie** konnte auf existierende Versuchsanlagen und Modellfelder zurückgegriffen werden. Hierzu wurden die meisten Untersuchungen durchgeführt:

- zur Integration von Bäumen und Hecken in die Felder im Sinne einer mehrstufigen Vegetationsgestaltung (NEUMANN & PIETROWICZ 1985a, PAP 1985b, NEUMANN 1988, SCHWANCK 1982),

- zur Wirkung von Gründüngung mit Leguminosen auf die Erträge der nachfolgenden Kulturen und den Boden (PIETROWICZ & NEUMANN 1987, RAQUET 1989, KLAGES-HATAMI MIRI 1987a,b),
- zur Düngung mit Mist, Kompost und Mineraldünger (PIETROWICZ & NEUMANN 1987),
- zur Produktivität von Mischkulturen und ihrer Verbreitung im traditionellen Anbausystem (NEUMANN 1984a, JANSSENS et al. 1985),
- zur Abschätzung von Biomassevorräten, -kreisläufen und -verlusten in traditionellen Betrieben (LÜHE 1983a).

Zum Erosionsschutz erschien ein "Fiche technique", ohne daß hier umfangreichere Forschungen durchgeführt wurden, da er integraler Bestandteil des Gesamtkonzepts ist (PAP 1984a). Die vom Projekt propagierten Erosionsschutzmethoden wurden in einem grundlegenden Artikel im nationalen Landwirtschaftsbulletin pflanzenbaulich begründet (DRESSLER & NEUMANN 1982).

Im Bereich **Tierproduktion** wurden relativ wenige Studien erstellt. Die traditionelle Viehhaltung wurde von LENZNER & KEMPF (1982) untersucht. Der Veterinär des Projekts berichtete über die Erfahrungen mit verbesserten Ziegenrassen (KRÜGER 1983b) und die veterinärmedizinische Betreuung (KRÜGER 1983a). Die Empfehlungen des Projekts zu Stallbau und Stallhaltung wurden in einem "Fiche technique" dargestellt (PAP 1984b).

Im Bereich Boden- und Standortkunde wurde eine den Anforderungen des Beratungsdienstes entsprechende Typisierung und Beschreibung der Böden des Projektregion erarbeitet (PIETROWICZ 1985).

Infolge dieser umfangreichen Forschungsaktivitäten verfügt das Projekt nun über eine detaillierte Kenntnis der Standortbedingun-

gen und der kleinbäuerlichen Betriebssysteme in der Projektregion sowie über ein beträchtliches produktionstechnisches Know-how, das weit über die Projektregion hinaus, in Ruanda und in den Nachbarländern nachgefragt wird.



Abb. 2: Das Anlegen von Erosionsschutzgräben war lange Zeit in Ruanda die einzige staatlich verordnete Erosionsschutzmaßnahme. Das Projekt Nyabisindu empfiehlt, den Graben mit Futtergräsern, Hecken und Bäumen zu bepflanzen.

3. Beschreibung des Standorts und der bäuerlichen Betriebssysteme

Die in Kapitel 3 zusammengetragene Standortbeschreibung ist in vielen Punkten Ergebnis der zehnjährigen projektbegleitenden Forschung im PAP. Ohne die zahlreichen Feldstudien, Erhebungen und Befragungen wäre eine derart fundierte Kenntnis der Menschen, ihres Lebensraumes und ihrer Landnutzungssysteme nicht möglich. Für das Projekt aber auch für Ruanda insgesamt ist dieses Wissen von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Vor allem ermöglichte es eine fortlaufende Anpassung und Weiterentwicklung der Beratungsinhalte.

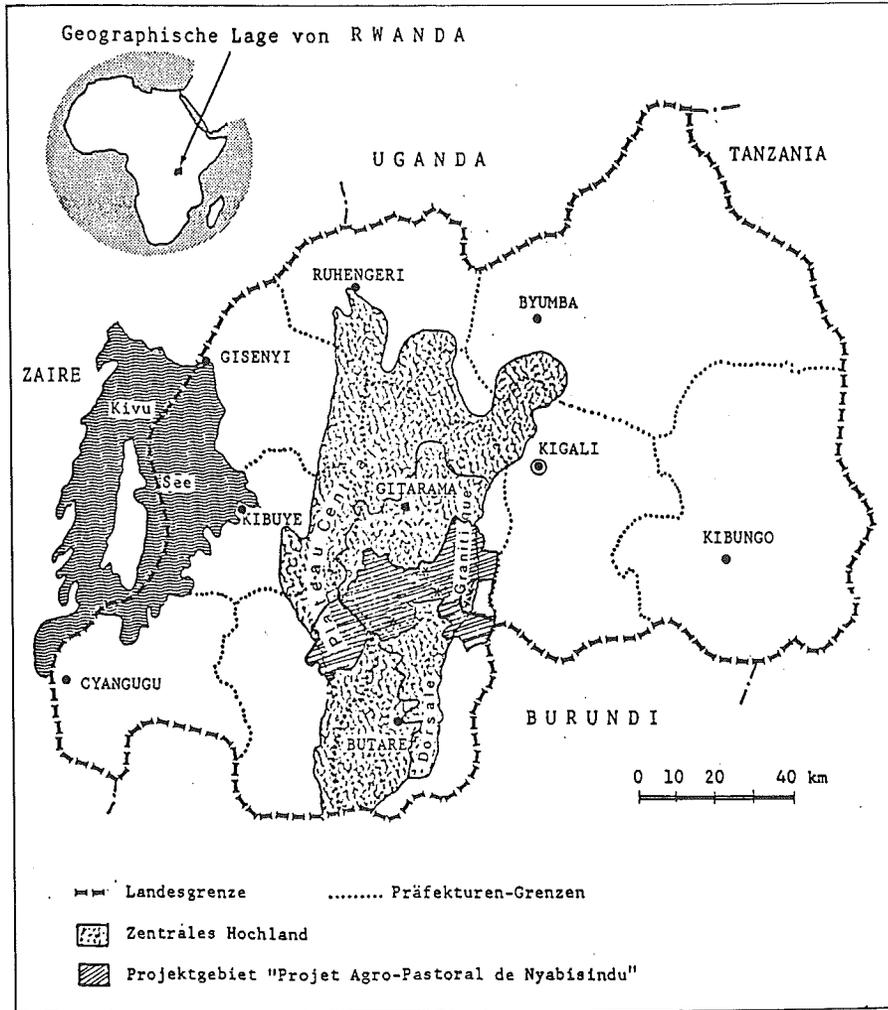
3.1 Ökologische Standortbedingungen⁶⁾

Lage: Das Projektgebiet liegt im südlichen Teil Zentralruandas (Figur 3.1) und umfaßt mit 862,5 km² und ca. 350.000 Einwohnern⁷⁾ etwa 4.7% der Fläche und 5.1% der Bevölkerung Ruandas. In großräumiger Betrachtung liegt es im Anstieg vom Becken des Viktoriassees zu den Randschollen des zentralafrikanischen Grabens, die die Wasserscheide zwischen den Einzugsgebieten von Zaire und Nil bilden. Es steigt von ca. 1400m am Akanyaru im Osten auf über 1900m im Westen an, einzelne Erhebungen erreichen über 2100m.

6) Quellen: BREITSCHUH (1985a), NEUMANN & PIETROWICZ (1985a), PIETROWICZ (1985), PIETROWICZ & NEUMANN (1987).

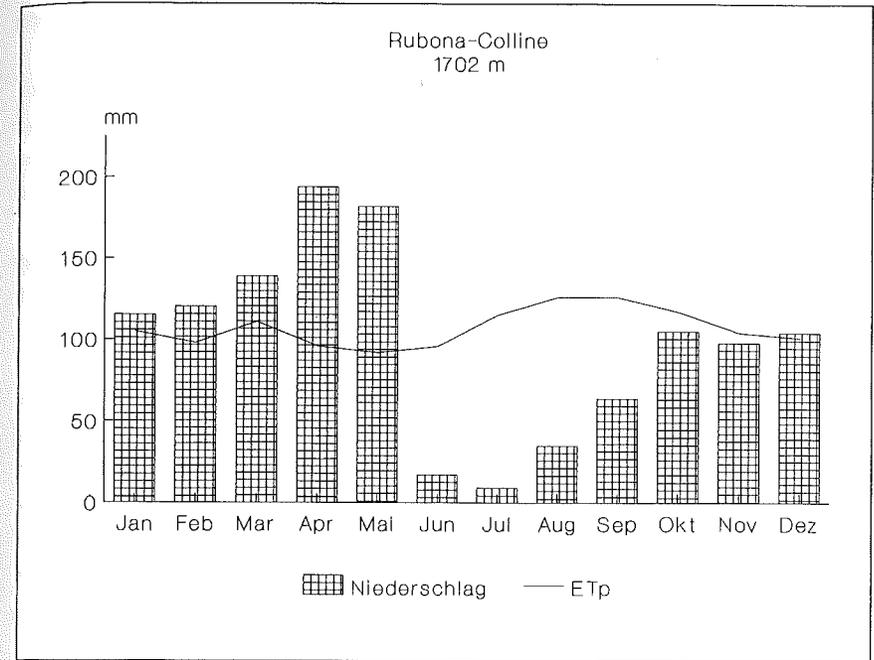
7) Zahl für 1988 hochgerechnet unter Verwendung der Volkszählungsdaten von 1978 und der Annahme eines Bevölkerungswachstums von 3,7%.

Figur 3.1: Lage des Projektgebietes



Quelle: DRESSLER (1983b), leicht verändert

Figur 3.2: Klimadiagramm der Station Rubona



ETp: potentielle Evaporation nach Penman
 Quelle: eigener Entwurf nach Daten aus FAO (1984)

Klima: Mit steigender Höhe fallen die Mitteltemperaturen von knapp 20°C im Osten auf unter 16°C im Westen. Im gleichen Sinne steigen die mittleren Niederschläge von 1050 auf 1400 mm/Jahr, die sich auf eine Feuchtperiode von Mitte September bis Mai konzentrieren. Das Klimadiagramm von Rubona, einer etwas südlich des Projektgebiets gelegenen Station, stellt die mittlere Ausprägung des Klimas im Projektgebiet dar (Figur 3.2).

Das landwirtschaftliche Jahr wird meist in vier Perioden eingeteilt.

- Die **"kleine Saison"** (Mitte Sept.-Dez.) ermöglicht den Anbau von schnellreifenden Kulturen wie z.B. Bohnen.
- Auf sie folgt im Januar die **"kleine Trockenzeit"**, die bei den mittleren Monatsniederschlägen kaum als solche in Erscheinung tritt. Aufgrund einer geringeren Zahl von Regentagen können hier jedoch längere Trockenperioden die Kulturen empfindlich schädigen.
- In der **"großen Saison"** (Jan.-Juni) wird z.B. die Leitkultur Sorghum angebaut, die in der folgenden **"großen Trockenzeit"** mit der im Boden gespeicherten Restfeuchte ausreift.

Diese insgesamt recht ausgeglichene Niederschlagsverteilung erlaubt auch den Anbau von Dauerkulturen wie Kaffee oder Bananen. Probleme für die Landwirtschaft bereiten die hohe Niederschlagsvariabilität und -intensität. Erstere schafft hohe Anbauersrisiken, da sowohl Regenmenge als auch -verteilung sehr stark schwanken. Besonders Beginn und Verlauf der kleinen Regenzeit sind unsicher, gelegentlich fällt sie ganz aus.

Die Niederschlagsintensität erreicht im Mittel um 10 mm/h und kann 40 mm/h überschreiten. Dies führt bei ungenügend geschütztem Boden zu starken Erosionserscheinungen.

Geologie und Geomorphologie: Das Projektgebiet hat Anteil an vier naturräumlichen Einheiten Ruandas: der Mayaga, der Dorsale grani-

tique, dem Plateau Central und der Crête Zaire-Nil (Figur 3.3)⁸⁾.

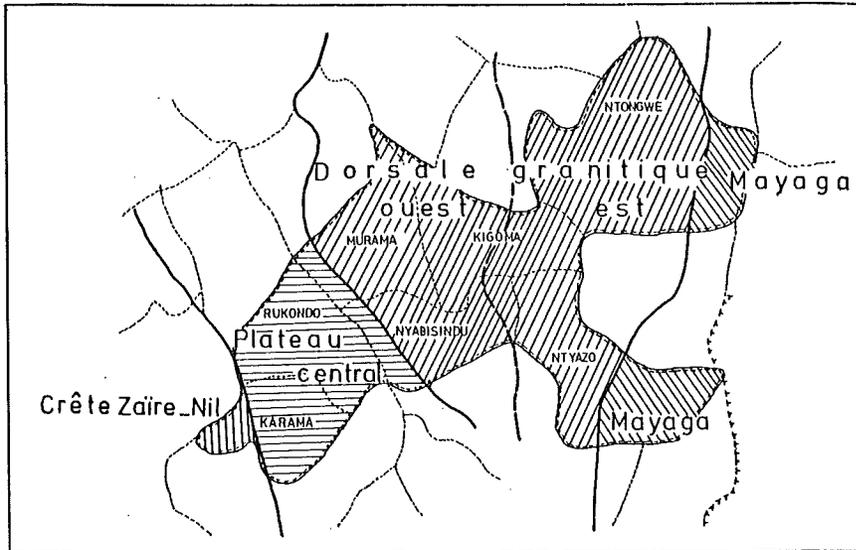
In der Mayaga und im Plateau Central besteht der Untergrund vorwiegend aus weichen, schwach metamorphen Schiefern durchsetzt mit Adern harter Sandsteine (Quarzite, Arkosen und Grauwacken). Letztere prägen die Hügelkuppen, während sich die Täler in die weicheren Schiefer eingeschnitten haben.

Der größte Teil des Projektgebiets (62%) liegt in der Dorsale granitique. Sie läßt sich geologisch noch einmal in Nord-Süd-Richtung in zwei Hälften unterteilen: der östliche Teil besteht aus einem weitgehend einheitlichen Granitstock, während die westliche Hälfte aus verschiedenen Gesteinen besteht: "Man findet granitoide Gesteine, die teilweise mit Paragneis, Pegmatiten, Quarziten und basischen Gestein vergesellschaftet sind oder von zahlreichen Quarzadern durchzogen werden" (NEUMANN & PIETROWICZ 1985a). Typisch für die Landschaftsgestalt auf Granit sind dabei abgerundete Hügel mit konvexen, steilen Hängen und flachen, breiten Kuppen, getrennt durch relativ breite Täler (SIRVEN et al. 1974).

Nur ein kleiner Teil des Projektgebiets zählt zur Crête Zaire-Nil. Steile Hänge über tiefeingeschnittenen Tälern auf meist granitoidem Gestein kennzeichnen diesen Teil der Projektregion.

8) 83,1 % des Projektgebiets liegen in den Zonen Dorsale Granitique und Plateau Central. Die Ergebnisse der Enquete Nationale Agricole 1984 (MINAGRI 1985a, 1986) wurden u.a. nach "geographischen Zonen" aufgesplittet publiziert, deren eine die Zone "Centre Sud" ist, die die Dorsale Granitique und das südliche Plateau Central umfaßt (vgl. Figur 3.1). Es ist anzunehmen, daß diese Zone das Projektgebiet recht gut repräsentiert.

Figur 3.3: Die naturräumlichen Einheiten der Projektregion



Quelle: BREITSCHUH (1985a), nach DELEPIERRE (1975)

Die **Landschaftsgeschichte** der Region ist geprägt durch den Wechsel von Phasen der Einebnung und der Taleinschneidung, hervorgerufen durch Klimawechsel und tektonische Bewegungen im Zusammenhang mit der Bildung des zentralafrikanischen Grabens. Besonders zu Beginn des Quartärs kam es zu starken Umlagerungen des tiefgründig verwitterten Bodenmaterials. Das vorher feucht-kühle Waldklima wurde von einem trocken-heissen Klima mit spärlicherer Vegetation abgelöst, die den Boden nicht mehr so effektiv vor Abtragung schützte. Auf den Bergkuppen wurde daher das Grundgestein freigelegt, Hänge mit Verwitterungsmaterial überlagert und Täler mit Sedimenten aufgefüllt. Im Westen der Projektregion

herrschen in geologisch jüngerer Zeit die linearen Erosionsprozesse vor, während im Osten die Auffüllung der Täler durch Sedimente eine allmähliche Einebnung bewirkte.

Böden: Die bewegte Landschaftsgeschichte im Verein mit den Auswirkungen menschlicher Nutzung führt in der Projektregion zu einem ausgeprägten Wechsel der Bodenverhältnisse auf kleinstem Raum. Dies ist ein erhebliches Hindernis für die Beratung, da allgemeingültige Empfehlungen kaum zu geben sind. Häufig sind mehrschichtige Böden anzutreffen: die oberen Horizonte eines Bodenprofils wurden erodiert und das gekappte Profil später mit fremdem, gemischtem Bodenmaterial überlagert, in dem wiederum eine Bodenbildung stattfand. Typisch sind daher "stone lines"⁹⁾ und fossile humose Oberbodenhorizonte, die man an der Grenze der verschiedenen Substrate findet.

PIETROWICZ (1985) beschreibt für die Projektregion zwölf typische Bodenprofile. Anstatt sie hier alle aufzuzählen, sollen im folgenden nur die wichtigsten Merkmale der Böden genannt werden, die die landwirtschaftliche Nutzung an zahlreichen Standorten beeinträchtigen:

- Häufig tritt starke Versauerung auf (pH-Wert in Wasser unter 4,5), einhergehend mit einer geringen Basen- und hohen Al-Sättigung des Bodens. In einigen Fällen liegt letztere bei über 80% der effektiven Kationenaustauschkapazität (KAK). Die damit verbundene hohe Al-Konzentration in der Bodenlösung ist für die meisten Kulturpflanzen toxisch. Bei den meisten ackerbaulich genutzten Böden liegt die Al-Sättigung der effektiven KAK allerdings nur bei 20-30%, und Al-Toxizität tritt dann auch bei den empfindlichen Leguminosen nicht auf.

9) Im Profil als Linien erscheinende Horizonte aus Quarzkies.

- Die potentielle KAK (bei pH7) erreicht mittlere Werte (6-24 mval/100g Boden), wird aber zu einem sehr hohen Teil (40-92%) von der organischen Substanz getragen. Da bei ihr die KAK sehr stark pH-abhängig ist, ist bei den vorherrschend sauren Böden die effektive KAK meist gering (1,3-14,8 mval/100 g Boden).
- Eine entscheidende Begrenzung der Bodenfruchtbarkeit liegt im geringen bis allenfalls mittleren Gehalt an Makronährstoffen, besonders an Phosphor. Auch die Stickstoffversorgung ist mangelhaft (Gesamtgehalte von 0,06-0,1% bei weitem C/N-Verhältnis). Die hofnahen Felder sind dabei meist besser versorgt als die hofernen, da jene zumindest gelegentlich mit Mist oder Asche gedüngt werden.
- Trotz des meist mäßigen Humusgehalts von 2,0-2,8% besitzen die Böden eine schlechte Bodenstruktur und werden leicht erodiert. Letzteres führt zu empfindlichem Nährstoffaustrag, da in erster Linie das Feinmaterial abgeschwemmt wird.
- Der Wurzelraum ist häufig eingeschränkt, 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.
- Trotz eines zuweilen hohen Tongehalts ist der Anteil der Grobporen am Porenvolumen sehr hoch, was eine geringe bis mittlere nutzbare Feldkapazität nach sich zieht. Dies erklärt sich durch eine Zementierung der Tonteilchen durch Eisenoxide und eine anisotrope Position der kaolinitischen Tonplättchen.

Weit mehr als die klimatischen Verhältnisse sind also Relief und Bodenfruchtbarkeit die entscheidenden ökologischen Begrenzungsfaktoren der landwirtschaftlichen Produktion im Projektgebiet.

Vegetation: Infolge der dichten Besiedlung und intensiven Nutzung des Landes ist die natürliche Vegetation - ursprünglich lichter

Bergwald - vollständig in eine Kulturlandschaft übergegangen. Ackerflächen wechseln kleinräumig mit Grasbrachen durchsetzt von Stauden, Bananenhainen und raschwüchsigen Gehölzen (SCHWANCK 1982). Die heimischen Baumarten wurden überwiegend von Eucalyptus abgelöst, der an Steilhängen, Straßenrändern und in kleinen Bauernwäldern gepflanzt wurde.

Eine starke Übernutzung der Vegetation einschließlich der aufgeforsteten Flächen ist typisch für das Projektgebiet. An zahlreichen Stellen kommt der nackte Boden zum Vorschein. Eine deutliche Verbesserung der Vegetationsdecke ist dagegen dort zu beobachten, wo vor 1980 groß- und kleinräumige Aufforstungen, Alleeanpflanzungen und Agroforstkampagnen vom PAP durchgeführt wurden. Die Bäume haben inzwischen eine Größe erreicht, die sie zum landschaftsprägenden Element werden läßt.

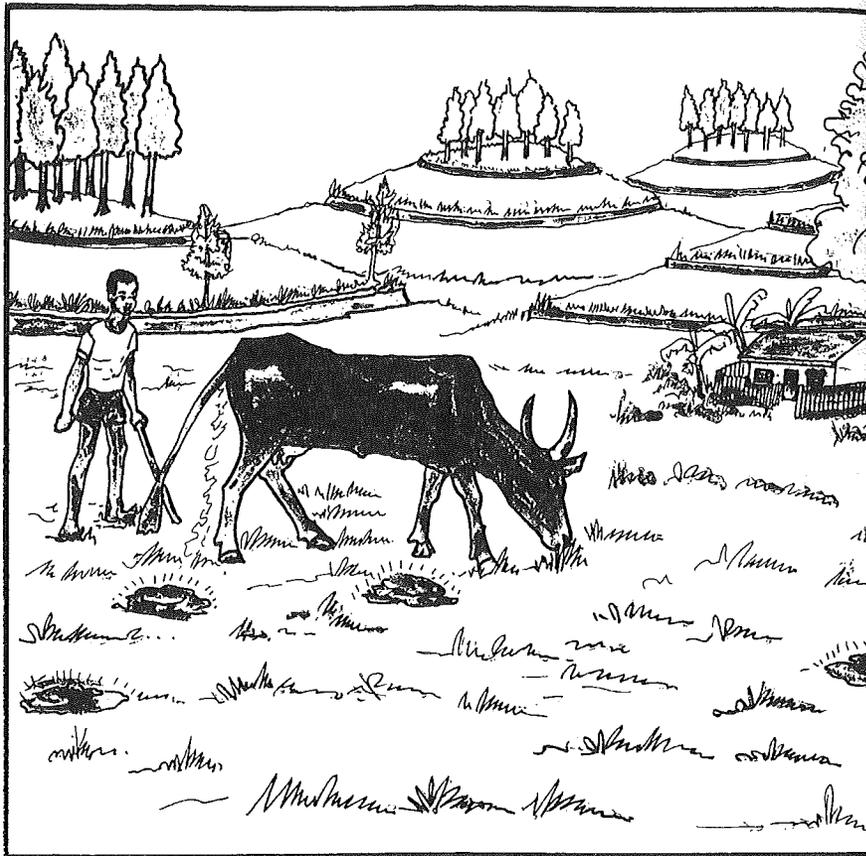


Abb. 3: Bisher wird das Vieh überwiegend auf kommunaler Weide gehalten. Diese wird jedoch immer knapper, und der wertvolle Viehdung geht verloren. Das Projekt Nyabisindu empfiehlt daher die Stallhaltung der Tiere.

3.2 Bevölkerung

3.2.1 Dichte, Wachstum und Struktur der Bevölkerung¹⁰⁾

Ruanda ist das am dichtesten besiedelte Land Afrikas. Eine relativ günstige natürliche Ausstattung¹¹⁾ und die Stabilität der vorkolonialen Tutsi-Königreiche, die das Land vor Sklavenjägern schützten, haben die Grundlagen hierfür gelegt.

In Ruanda leben drei Ethnien: Hutu, Tutsi und Twa. Die pygmiden Twa waren die ersten, die das Land besiedelten. Sie waren ursprünglich Jäger und Sammler, heute dagegen ist Töpferei ihre Erwerbsgrundlage. Sie stellen nur noch ca. 1% der Bevölkerung. Die Bantu-Bevölkerung der Hutu (heute 90% der Bevölkerung) besiedelte im 7.-10. Jahrhundert das Land. Zwischen dem 13. und 16. Jahrhundert wurden sie von dem äthiopiden Hirtenvolk der Tutsi überlagert. Diese gründeten einen Feudalstaat, der in geschwächter Form auch die Kolonialzeit überdauerte. 1959 kam es zu einer blutigen Revolution, im Laufe derer die Vorherrschaft der Tutsi gebrochen wurde.

Im nationalen Rahmen wächst die Bevölkerung um ca. 3,7% p.a. (1977-81), das entspricht einer Verdoppelung in 20 Jahren. In den Präfekturen der Projektregion war das Wachstum 1977-81 geringer als im Landesdurchschnitt (REPUBLIQUE RWANDAISE 1982). Dies ist wahrscheinlich eine Folge von Abwanderung in andere Regionen, ein Zeichen für den hohen Bevölkerungsdruck in dieser Region. In fünf der sieben Gemeinden des Projektgebiets liegt die Bevölkerungs-

10) Die folgenden Angaben wurden vor allem BREITSCHUH (1985a) entnommen.

11) Vor allem das angenehme, gesunde und für viele Kulturen geeignete Klima, aber auch die im Vergleich zum tropischen Tiefland (z.B. Zaire-Becken) relativ fruchtbaren Böden.

Tab. 3.1: Bevölkerung und Fläche der Gemeinden des Projektgebiets 1978 und 1985

Gemeinde	Nutzbare Fläche (km ²)	Bevölkerungszahl		Einwohner/km ²	
		1978	1985	1978	1985
Murama	107,2	32.636	42.807	304	399
Kigoma	132,5	45.301	54.420	342	441
Nyabisindu	77,4	29.851	38.496	386	497
Karama	75,4	24.716	31.859	328	423
Rukondo	106,0	25.006	32.233	236	304
Ntyazo	156,0	41.317	53.258	265	351
Ntongwe	208,0	47.939	61.793	230	297
Gesamt	862,5	246.766	314.866	286	366
Ruanda	17.783,5	4.819.317	6.214.952	271	349

Basis sind die Daten der Volkszählung von 1978. Die Zahlen für 1985 wurden unter Verwendung des mittleren nationalen Bevölkerungswachstums von 3,7% für 1985 hochgerechnet. Nutzbare Fläche ist die Gesamtfläche abzüglich Nationalparks, Seen und nicht meliorierbare Sümpfe. Die Bevölkerungsdichte wurde auf der Basis dieser Fläche errechnet.
Quelle: BREITSCHUH (1985a)

dichte heute noch über dem nationalen Durchschnitt (Tabelle 3.1).

Das hohe Bevölkerungswachstum bringt einen sehr hohen Anteil an Kindern und Jugendlichen mit sich: etwa die Hälfte der Bevölkerung ist unter 15 Jahre alt, weitere 11% befinden sich im Alter von 15-20 Jahren. Der Verstädterungsgrad ist bisher gering (schätzungsweise 95% leben in Streusiedlung auf dem Land), jedoch beginnt ein wachsender Teil der männlichen Jugend in die größeren Städte abzuwandern, da sie kein Vertrauen in die Zukunft der Landwirtschaft haben.

3.2.2 Erwerbsstruktur

Ca. 95% der Bevölkerung leben von der Landwirtschaft. Eine wachsende Zahl von Betrieben jedoch eine Familie nicht mehr ernähren. Lohnarbeit zum Zuerwerb ist daher sehr gesucht. Nach DRESSLER (1983a) haben je 10% der Betriebe ein permanentes bzw. gelegentliches außerbetriebliches Einkommen, überwiegend wohl durch Lohnarbeit auf flächenstärkeren Betrieben, da außerlandwirtschaftliche Arbeitsplätze fehlen. Dies ist bei den ärmeren Betrieben ganz besonders wichtig, da Zuerwerb hier einen Großteil der monetären Betriebseinnahmen ausmacht (PFEIFFER & GROSSER 1980).

Auch in Zukunft ist aufgrund der geringen Binnenmarktnachfrage und der Meerferne Ruandas eine rasche Entwicklung des sekundären und tertiären Sektors nicht zu erwarten, so daß hiervon keine Milderung des Landdrucks zu erhoffen ist. Schon 1980 galten ca. 30% der aktiven Bevölkerung als arbeitslos oder unterbeschäftigt (PFEIFFER & GROSSER 1980), heute wird dieser Anteil wahrscheinlich höher liegen.

3.2.3 Motivation, Einstellungen und Bedürfnisse

PFEIFFER & GROSSER (1980) führten eine Studie zur Situation und Motivationsstruktur der Bevölkerung im Projektgebiet durch. Sie unterschieden dabei eine ärmere, eine mittlere und eine relativ reichere Untergruppe.

Die Situation der **ärmeren Bauern** ist gekennzeichnet durch Mutlosigkeit, Mangel an Kenntnissen und Verbindungen. Angesichts einer fast ausweglosen Situation breitet sich Fatalismus aus. Sie verhalten sich aber keineswegs nur "traditionsverhaftet", sondern

versuchen auf verschiedenste Weise ihre Situation zu verbessern. Es zeigten sich hierbei jedoch folgende typische Merkmale:

- "Wegen mangelnder Arbeitskapazität oder aus Geldmangel waren Maßnahmen unvollständig durchgeführt (z.B. lückenhafte Erosionsschutzmaßnahmen). Die Betriebsführung glich dem Ziehen an einer zu kurzen Decke.
- Die Gewährleute berichteten von Neuerungsabbrüchen nach einmaligem oder kurzfristigem Versuch.(...) In ihrer Lage streben die Bauern sichtbare und durchschlagende Verbesserungen an.
- (...) Der beste Erntezeitpunkt kann häufig wegen Nahrungsmangel nicht abgewartet werden." (PFEIFFER & GROSSER 1980).

Die **mittleren Bauern** finden sozialen Rückhalt in der Normalität ihrer Lebensführung, zeigen ein gewisses Selbstvertrauen und Handlungssicherheit, besitzen ein Minimum an Bildung und manchmal sehr bescheidene Ersparnisse. Sie nehmen Förderungs- und Selbsthilfeeinrichtungen bewußt in Anspruch und halten Neuerungen länger durch: "Etwa eine seit sieben Jahren benutzte Kompostgrube; durchgehende, mit Setaria bepflanzte Erosionsschutzgräben, überlegt eingeführte Sonderkulturen (Kartoffeln, Chili, Tabak)." (PFEIFFER & GROSSER 1980). Typisch für diese Gruppe sind auch ein relativ starkes Zusammengehörigkeitsgefühl und Organisationsfähigkeit. In dieser Gruppe können wirtschaftliche Probleme des einzelnen durch Nachbarschaftshilfe noch aufgefangen werden.

Die relativ (**erfolg-**)**reicheren Bauern** besitzen den besten Zugang zu Förderungseinrichtungen: "Die Zahl von Informationsquellen und Referenzorganisationen, deren Ratschläge oder Inputs im Betrieb repräsentiert sind, sei es in Form von Geräten, Praktiken, Tieren oder Pflanzen, erreicht leicht ein halbes Dutzend. Ein Angebot zur Betriebsumstellung seitens eines Projektes stößt in dieser Schicht auf geschickte Verhandlungstaktik, allerdings auch auf

rasche Auffassungsgabe und lohnende betriebliche Voraussetzungen." (PFEIFFER & GROSSER 1980). Sie werden daher oft zu "Progressisten", besonders fortschrittlichen Bauern. Sie besitzen Initiative, Selbstvertrauen und Bildung, jedoch scheint kalkulierendes Verhalten ihre sozialen Beziehungen mehr zu prägen als Solidarität. Aufgrund ihrer privilegierten Voraussetzungen (Land- und Viehbesitz) sind sie als Vorbilder für ärmere Betriebe nur beschränkt geeignet, so daß ein direkter Nachahmungseffekt selten bleibt.

Besondere Teilgruppen der Bevölkerung sind **Frauen** und **Jugendliche**. Die Frauen besitzen ein besonderes Gewicht im Anbau von Nahrungskulturen. "In armen Familien sind die Frauen oft durch Arbeitsmühe, fehlende soziale Kontakte, Schwangerschaften und die Trauer um verstorbene Kinder so geschwächt und deprimiert, daß sie kaum noch Interesse und Initiative zeigen. Im Gegensatz dazu entwickeln die Frauen und heranwachsenden Mädchen in wirtschaftlich gesicherten Familien durchaus vollwertige Initiativen, nicht nur in der Gesprächssituation sondern auch in ihren Außenkontakten und in ihren Beiträgen zur Betriebsentwicklung." (PFEIFFER & GROSSER 1980).

Die Wunschvorstellungen der **Jugendlichen** sind weithin von den Medien und besonders der Werbung aus dem städtischen Lebensbereich geprägt. "Moderne" Statussymbole (Kleidung, Radio, Coca Cola und Bier) sind besonders wichtig. Dementsprechend besitzen die Jugendlichen oft nur geringes Interesse an der Landwirtschaft, da sie in ihr keine Perspektive für ein besseres Leben erkennen. Ihre Chancen, einen wirtschaftlich lebensfähigen Betrieb zu erben, sind gering. Dennoch ist für die meisten nach Ausbildung und Wanderarbeit die Rückkehr in die Landwirtschaft unvermeidlich. So besteht die Gefahr, daß sie diesen Schritt nur

widerstrebend tun und ihn als Scheitern empfinden. Wenn es nicht gelingt, sie durch Aussichten auf ein besseres Leben von und in der Landwirtschaft, durch Arbeitserleichterungen, Verbindung mit der Welt und soziale Kommunikation für ein Engagement in der ländlichen Entwicklung zu gewinnen, ist das bereits Erreichte gefährdet.



Foto 3: Wohngebäude, Küche und Stall umschlossen von einer Hecke weisen dieses Gehöft als das eines relativ wohlhabenden Bauern aus. Aufgrund der verbesserten Mistverfügbarkeit erfreut sich der Stallbau bei größeren Bauern zunehmender Beliebtheit.

3.3 Politische und administrative Struktur

Traditionelle und informelle Strukturen: Früher waren patri-lineare Verwandtschaftsgruppen (umuryango, inzu) die entscheidende Organisationseinheit der Gesellschaft. Der zunehmende Landdruck, die räumlichen Zerstreuung der Großfamilie infolge von Migration und die Festlegung der Betriebsflächen der Kleinfamilie schwächen ihren Einfluß. Andere Gruppen (Cellules, Umuganda-Gruppen, Nachbarschaft, Kooperativen, Selbsthilfegruppen) gewinnen dagegen an Bedeutung, ohne jedoch die Solidarfunktion der Großfamilie ersetzen zu können.

Regierung: Die im Juli 1975 gegründete Partei MRND (Mouvement Revolutionnaire National pour le Développement) ist die einzige Ruandas. Ihr Zentralkomitee hat Richtlinienkompetenz und steht damit praktisch über dem Parlament; der Ministerrat wird als Vollzugsorgan der Partei angesehen (BAUMHÖGGER 1987). Sie organisiert die Bevölkerung innerhalb der Gemeinden, den "Secteurs" und den "Cellules" über Gemeinderäte, die von der Bevölkerung direkt gewählt werden.

Die Regierung gibt der Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln höchste Priorität: Sie steht im dritten nationalen Entwicklungsplan (1982-1986) an erster Stelle (REPUBLIQUE RWANDAISE 1982). Die dafür notwendige Steigerung der Flächenerträge soll vorwiegend mit konventionellen Mitteln (verbessertes Saatgut, Pflanzenschutz, mineralische Düngung und Geräte) erreicht werden. Die Kosten dieser Investitionen sollen durch Entwicklungshilfe aufgebracht werden. Dieser "konventionelle Ansatz" steht in einem gewissen Widerspruch zum SGL-Ansatz des PAP.

Das Land verfügt über eine entwicklungspolitisch wirkungsvolle **Organisations- und Verwaltungsstruktur**, deren wesentliche Stufen Präfektur, Unterpräfektur und Gemeinde sind. Die staatliche Verwaltung arbeitet stark dezentralisiert. Die vom Präsidenten ernannten Bürgermeister der Gemeinden koordinieren sämtliche in ihrem Bereich tätigen Beamten und besitzen Initiativkompetenz auch für die Entwicklungskooperation mit externen Organisationen (Patenschaften der Kirchengemeinden, Projekte) (PFEIFFER & GROSSER 1980).

Lange Zeit war das PAP ein weitgehend autonomer Organismus und auf keiner Ebene in die nationale Verwaltung integriert. Es hatte dadurch erhebliche Freiheiten in der Programmgestaltung, konnte aber auch keinerlei administrativen Druck auf das landwirtschaftliche Personal der verschiedenen Verwaltungsebenen ausüben. Die Kooperation mit und die seit 1983 verstärkt vorangetriebene Integration in die Verwaltung wurden weiterhin dadurch erschwert, daß das Projektgebiet sich in den Jahren 1980-88 über drei Präfekturen und Unterpräfekturen erstreckte, jedoch keine vollständig abdeckte.

Nach neueren Vorstellungen der ruandischen Regierung soll die Unterpräfektur die entscheidende Verwaltungseinheit für die Projektkooperation werden. Der bisher zentral vom Ministerium bzw. den Präfekturen aus gelenkte landwirtschaftliche Beratungsdienst soll nun als "Service agricole" auf Unterpräfekturbene etabliert werden (GTZ 1987). Daher wurden 1988 die drei Gemeinden der Präfektur Gitarama (Murama, Kigoma und Ntongwe) aus dem Projektgebiet ausgegliedert, und zwei Gemeinden der Unterpräfektur Nyabisindu (Rusatira und Muyira) neu aufgenommen. Eine Integration der Projektaktivitäten in den "Service agricole" kann sukzessive in dem Maße erfolgen, in dem dieser als funktionsfähi-

ge Organisation aufgebaut wird.

Trotz der genannten Hemmnisse bestand bisher eine überwiegend gute Zusammenarbeit mit den lokalen Verwaltungsstrukturen. So wurden gemeinsame Aktivitäten von Projekt und den Gemeinden durch "Umuganda" durchgeführt. Umuganda ist die Gemeinschaftsarbeit, zu der jeder Staatsbürger einmal die Woche einen halben Tag lang verpflichtet ist. Vom Umuganda zur Anlage und Pflege von Demonstrationsflächen erhoffte man sich in der Anfangszeit der SGL-Entwicklung Anstöße zur massenwirksamen Verbreitung des Neuerungskonzepts, da auf diese Weise breite Schichten der Bevölkerung mit den neuen Anbaumethoden in Berührung kamen. Diese Hoffnung hat sich jedoch als unrealistisch erwiesen (BREITSCHUH 1985c).

3.4 Landwirtschaftliche Produktion und Vermarktung

3.4.1 Betriebsgrößen und Bodenverfassung

In der Region des Projektgebiets liegt die durchschnittliche Betriebsgröße bei 1,2 ha (Gesamtfläche inkl. Brache, Wald, Ödland etc.) (MINAGRI 1985a). Davon wird im Durchschnitt etwas weniger als Hälfte kultiviert (0,51 ha). Die Verteilung nach Betriebsgrößenklassen zeigt Tabelle 3.2.

Zu ähnlichen Ergebnissen kam auch DRESSLER (1983a): Danach bebaut im Projektgebiet fast die Hälfte der Betriebe (47,6%) weniger als 0,5 ha, und weniger als ein Drittel verfügt über mehr als die durchschnittliche Ackerfläche von knapp einem Hektar. Heute

Tab. 3.2: Betriebsgrößenverteilung in der Region "Dorsale granitique und südliches Plateau Central"

Betriebsgröße	% der Betriebe	kultivierter Anteil der Betriebsfläche (%) ^{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, indem man den mittleren Anteil der Felder an der Betriebsfläche im Projektgebiet mit der für die entsprechende Größenklasse in ganz Rwanda geltenden Anteil der kultivierten Felder an der Feldfläche multipliziert.
Quelle: MINAGRI (1985a, 1986)

werden diese Werte infolge des fortschreitenden Bevölkerungswachstums bereits wieder überholt sein.

BUSCHMANN (1984) ermittelte bei seinen Fallstudien in der Gemeinde Kigoma, Secteur Ngwa die gesamte Betriebsfläche (inkl. Weiden, Dauerbrache und Wälder) und kam so auf einen Durchschnittswert von 1,34 ha. Unter Berücksichtigung der Altersstruktur der Betriebsinhaber kam er zum Schluß, daß bei ca 40% der Betriebe in den nächsten 10 - 15 Jahren eine weitere Aufteilung des Betriebs ansteht. Sie wird bei durchschnittlich 2,65 männlichen Erbberechtigten zu einer Verringerung der Betriebsgröße auf unter 0,5 ha im arithmetischen Mittel der betroffenen Betriebe führen.

"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. Die Hoffnung, der heranwachsenden Generation eine Perspektive auf der Grundlage des elterlichen Betriebes bieten zu können, besteht für viele Familien nicht mehr" (BREITSCHUH 1985a, S. 13).

Die Betriebsfläche unterliegt in der Regel einer ganzen Reihe von unterschiedlichen Rechtsverhältnissen. Der größte Teil der Betriebsfläche ist traditionelles Eigentum der Großfamilie. Es kann vererbt und verpachtet, aber nicht verkauft werden. Nach der Untersuchung von BUSCHMANN (1984) nutzen knapp die Hälfte der Betriebe Gemeindeland, meist in den versumpften Talsohlen. Im allgemeinen vergibt die Gemeinde Nutzungsrechte unentgeltlich bis zum Tode des Nutzungsberechtigten, die nur bei Nichtbewirtschaftung widerrufen werden. Nach derselben Untersuchung pachten 15%

der Betriebe Land dazu, knapp 12% verpachten Land¹²⁾. Die durchschnittlichen Pachtpreise lagen bei 7400 FRW/ha/Jahr¹³⁾. Die Pachtdauer ist gering: in der Regel eine Saison bis zu einem Jahr, selten mehr. Dies bedeutet eine erhebliche Unsicherheit für den Pächter, da er nicht damit rechnen kann, nach Ablauf des Pachtvertrags einen neuen abschließen zu können. Unter diesen Bedingungen sind längerfristige Investitionen, wie sie vom Projekt in Form von Dauerkulturen, Erosionsschutzstreifen, Gründung etc. empfohlen werden, auf Pachtland unattraktiv.

Neben dem rasanten Bevölkerungswachstum liegt die Ursache der raschen Verkleinerung der Betriebsflächen im traditionellen Erbrecht, das die gleichmäßige Aufteilung der Betriebsfläche auf die Söhne der Familie vorsieht¹⁴⁾. Daher wird darauf geachtet, daß jeder Sohn etwa gleichwertige Flächen der verschiedenen Kategorien (Weideland, Talböden, Hangflächen) erhält. Eine Folge der Realteilung ist die starke Zersplitterung der Betriebsflächen. Etwa die Hälfte der Betriebe bewirtschaftet über fünf Teilstücke¹⁵⁾.

12) Nach anderen Ergebnissen (MINAGRI 1985a) liegt der Anteil der Pächter sogar bei 49,2%, der der Verpächter bei 25,2%.

13) Zum Vergleich: BENNETT & PREISLER (1987) errechneten Deckungsbeiträge für Feldkulturen zwischen rund 26.700 FRW (Bittermaniok) und 174.400 FRW (Bierbananen) je ha und Jahr, wobei der Schwerpunkt der saisonalen Kulturen bei 40.000 FRW/ha/Jahr lag.

14) Bezüglich der Erbberechtigung von Töchtern gibt es widersprüchliche Angaben (vgl. BREMER 1985a, BUSCHMANN 1984 und 1985 und BREITSCHUH 1985a).

15) Nach einer Untersuchung von BUSCHMANN (1984) im Sektor Ngwa der Gemeinde Kigoma. Dies deckt sich mit anderen Ergebnissen (MINAGRI 1985a), nach denen die mittlere Zahl der Teilstücke pro Betrieb bei 5,8 liegt.

Die Flurzersplitterung führt zu erheblichen Wegezeiten: zwischen drei Minuten und vier Stunden bei Mittelwerten um 30 Minuten (Buschmann, mündl. Mitt. zit. n. BREITSCHUH 1985a)¹⁶⁾. Dies hat erhebliche Auswirkungen auf den Transport von Mist, Futter, Erntegut und Kompost: Nur eine verschwindend geringe Zahl von Betrieben (1,7 % nach MINAGRI 1985a, 1986) besitzt einen Schubkarren; in den meisten Fällen muß alles auf dem Kopf transportiert werden, und dies bei einer im allgemeinen unzureichenden Kalorienversorgung. Daher werden weiter entfernte Felder nur wenig oder gar nicht gedüngt und weniger intensiv gepflegt. Auch die erhöhte Diebstahlfahr auf weiter entfernten Anbauflächen setzt einer Intensivierung der Produktion Grenzen. So werden dort z.B. Knollenfrüchte lange vor Abschluß des Knollenwachstums geerntet (BREITSCHUH 1985a).

3.4.2 Bodennutzung und Anbauverfahren

Die **Landnutzung** in der Projektregion zeigt im Überblick ein recht einheitliches Bild: Der weit überwiegende Anteil des Landes wird zum Anbau von Nahrungskulturen genutzt (in Kigoma und Nyabisindu 80%), ein weiterer großer Teil der Fläche ist Weidebrache. Futterflächen und Exportkulturen, v.a. Kaffee, nehmen nur bescheidenen Raum ein, und der Waldanteil an der Betriebsfläche liegt gar bei 1-2%.

Nur in den beiden Mayaga-Gemeinden Ntyazo und Ntongwe weicht die Landnutzung von den geschilderten allgemeinen Bedingungen ab.

16) Nach anderen Angaben sind sie erheblich geringer: 3/4 der Felder liegen danach unter fünf Minuten vom Hof entfernt, und weitere 15% in 5 - 15 Minuten Entfernung (MINAGRI 1985a).

Hier wurden in den sechziger Jahren staatlich gelenkte Siedlungsprogramme (Paysannate) durchgeführt, die in erster Linie dem Kaffeeanbau dienen sollten. Daher ist hier der Kaffeeanteil höher (in Ntongwe bei 30%), ebenso die Futterbaufläche (5%) und der Waldanteil (5-10%), während die Weidebrache nur 5-10% der Betriebsfläche einnimmt (BREITSCHUH 1985a). Detailliertere Angaben gibt es für die weitere Umgebung der Projektregion (Tabelle 3.3).

Auf nationaler Ebene läßt sich eine Abhängigkeit der Landnutzung von der Betriebsgröße nachweisen: Je kleiner der Betrieb, desto höher der Prozentsatz der kultivierten Fläche an der Betriebsfläche, und desto geringer der Anteil an Brache, Weide und Wald

Tab. 3.3: Landnutzung in der Region "Dorsale Granitique und südliches Plateau Central" im Durchschnitt des Jahres 1984

	in % der Feldfläche	in ha je 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 Mischungs- partner. Quelle: MINAGRI (1985a), verändert		

(Tabelle 3.2). Bei der Nutzung der Ackerfläche läßt sich jedoch kein aussagekräftiges Muster erkennen (MINAGRI 1986).

Mit steigenden Holzpreisen gewinnt die **eigene Waldfläche** im Betrieb, bisher meist Eukalyptus-Niederwald in Reinbeständen, zunehmend auch ökonomische Bedeutung: die steilsten und steinigsten Hangstücke werden so genutzt. Eukalyptus wird dabei besonders geschätzt, da er sehr schnell wächst und der Stock wiederholt ausschlägt. Holz wird überwiegend als Bauholz genutzt (DRESSLER 1983b).

Anbaumethoden: Obwohl die Bauern die fruchtbarkeitsfördernde Wirkung der **Brache** kennen, ist sie aus Landmangel sehr selten geworden. Wenn der Ertrag des Feldes zu weit abgesunken ist, wird es der natürlich auflaufenden Vegetation überlassen. Unter der üblichen Beweidung bildet sich eine krautarme Grasbrache heraus, der jedoch ein besserer Futterwert als der Dauerweide zugeschrieben wird (LENZNER & KEMPF 1982).

Mineraldünger wird im Untersuchungsgebiet praktisch nicht eingesetzt, weil seine Anwendung unrentabel ist und es an der Infrastruktur zur Verteilung des Düngers fehlt (ADELHELM 1981). **Viehmist** erhalten nur die hofnahen Kulturen. Die Anlage von **Kompostgruben** ist zwar staatlich vorgeschrieben, wird aber häufig nur pro forma durchgeführt.

Bodenerosion ist ein zentrales Problem in der Projektregion, da ein Großteil der Flächen an steilen Hängen liegt. Die Kuppen sind vielfach erodiert und nicht nutzbar, und die Talgründe wurden erst in jüngerer Zeit drainiert und kultiviert. Bisher wurde nicht genug zum Erosionsschutz getan: Vor der Intervention des PAP bestand der staatlich vorgeschriebene Erosionsschutz in erster

Linie aus hangparallelen Gräben, die recht schnell mit Sedimenten angefüllt wurden. Eine arbeitsaufwendige Maßnahme, die jedoch nicht ausreichte, um die massive Bodenerosion zu stoppen.

Eine feste **Fruchtfolge** wird in der Projektregion nicht eingehalten. Statt von einem Wechsel der Kulturen in zeitlicher Abfolge kann man dagegen von einer "räumlichen Fruchtfolge" sprechen: Der größte Teil der Ackerflächen (57% nach MINAGRI 1985a) wird in Mischkultur bebaut.

Unter den wichtigeren **Kulturen** wird nur der **Kaffee** aufgrund staatlicher Vorschriften in Reinkultur angebaut. Als wichtigste Exportkultur des Landes wurde der Kaffeeanbau schon seit der Kolonialzeit massiv gefördert, in Form von festen Aufkaufpreisen, Beratung, Pflanzenschutz und Geräten, aber auch durch staatlichen Druck (Bewirtschaftungsauflagen). Immer schwieriger wird dabei für die Bauern die Erfüllung der staatlich vorgeschriebenen Mulchpflicht für die Kaffeepflanzungen: Traditionell wurden Gräser und Schilf in den Sumpfbereichen im Talgrund geschnitten. Doch die Täler werden zunehmend in Kultur genommen, und die Gräser und Schilfflächen verschwinden. Heute werden fast alle Ernterückstände, besonders aber Sorghum- und Bohnenstroh zum Mulchen des Kaffees verwendet.

Unter den Dauerkulturen ragt die **Banane** durch ihre hohe ökonomische Bedeutung heraus. Etwa zu 90% werden spezielle Bananen angebaut, die im Haushalt zu Bier¹⁷⁾ verarbeitet werden. Bananenbier wird größtenteils verkauft: es erzielt bei weitem den höchsten Deckungsbeitrag, und auch die Arbeitsproduktivität ist sehr hoch

17) Genaugenommen handelt es sich um Bananenwein. Da sich jedoch der Begriff "Bananenbier" eingebürgert hat, wird er hier beibehalten.

(BENNETT & PREISLER 1987). Bananenbier hat deshalb im Durchschnitt noch vor Kaffee den höchsten Anteil am Betriebseinkommen.

Bananenstauden werden vielfältig vom Reinbestand bis zum weitgestellten Bananenhain mit Unterkulturen angebaut. Die Bananenhaine liegen meist relativ nah am Hof und werden durch Hausabfälle, Asche und (wenn verfügbar) auch Mist besonders intensiv gedüngt.

Knollenfrüchte sind wegen ihres hohen Flächenertrags besonders wichtig für die Selbstversorgung. **Maniok** spielt hier eine hervorragende Rolle: Überwiegend wird Bittermaniok auf steileren, weniger fruchtbaren und hausfernen Feldern etwa je zur Hälfte in Rein- und Mischkultur gepflanzt, 18-24 Monate im Boden gelassen und je nach Bedarf geerntet¹⁸⁾. Bei einer Ernte von typischerweise 10.000 kg/ha liegt er hinsichtlich des Kalorienertrags an erster Stelle (BENNETT & PREISLER 1987).

Süßkartoffeln werden auf Hügelbeeten in ehemals sumpfigen Tälern ganzjährig angebaut und finden sich auch auf anderen Feldern in Misch- und Reinkultur. An geeigneten Standorten liefern auch sie einen sehr hohen Kalorienbeitrag bei gleichzeitig recht hohem Deckungsbeitrag (BENNETT & PREISLER 1987).

Aufgrund ihrer hohen Kalorienträge und ihrer hohen Ertragsicherheit haben Knollenfrüchte in der jüngeren Vergangenheit deutlich an Boden gewonnen: In einer Umfrage im Projektgebiet gaben ca. 64% der Bauern an, daß sie mehr Fläche mit Süßkartoffeln und Maniok bestellen würden als vor zehn Jahren. Nur ca.

18) In einer Umfrage von DRESSLER (1983b) nannten mehr als die Hälfte der Befragten Bittermaniok als "Versicherung gegen Hungerperioden" in ihrem Haushalt.

7,6% bauten weniger Knollenfrüchte an (DRESSLER 1983a).

Unter den Getreidearten dominiert **Sorghum**. Er wird fast nur in der zweiten, längeren Anbauperiode (Januar - Juni) angebaut, und zwar überwiegend in Reinkultur oder mit geringen Anteilen anderer Kulturen (BREITSCHUH 1985a)¹⁹⁾. Nach Ansicht von befragten Bauern eignet er sich nur wenig für Mischkulturen (NEUMANN 1984a).

Aufgrund der ökologischen Produktionsrisiken (Klima, Boden, Schädlinge) und der vorherrschenden Ernährungsgewohnheiten wird **Mais** fast nur als Begleitfrucht angebaut, und zwar in der kleinen Saison (September - Januar) vor allem zusammen mit Bohnen, in der großen Saison überwiegend mit Sorghum. Er reift nur selten völlig aus und wird meist als Grünmais gekocht oder geröstet verzehrt (BREITSCHUH 1985a).

An Leguminosen werden in erster Linie **Buschbohnen** angebaut, von denen es in der Projektregion zahlreiche Sorten gibt. Die Bäuerinnen haben meist sorgfältig zusammengestellte Sortenmischungen, die ihrem Standort angepaßt sind. Die Buschbohne wächst vor allem in der kleinen Regenzeit unter weitgestellten Bananen sowie in Mischung mit Mais und anderen Kulturen. Sie liefert das notwendige Eiweiß in der Ernährung und macht das Essen schmackhaft (DRESSLER 1983b). Als Verkaufskultur ist sie eher ungeeignet, denn Flächen- und Arbeitsproduktivität sind gering (BENNETT & PREISLER 1987).

19) Diesen eigenen Beobachtungen scheinen die Ergebnisse von MINAGRI (1985a) zu widersprechen: Danach wird Sorghum in der großen Saison nur zu 14,5% in Reinkultur, aber zu 80,3% als erster Mischungspartner und zu 5,2% als zweiter Mischungspartner in Mischkultur angebaut (vgl. Tabelle 4.8). Vermutlich genügten in dieser Untersuchung schon einzelne Pflanzen anderer Kulturen, um den Bestand als Mischkultur zu klassifizieren.

An weiteren Leguminosen besitzen Soja und Erdnuß als Marktfrüchte eine gewisse Bedeutung, letztere vor allem in der trockeneren Region Mayaga. In den Höhenlagen der Crête Zaire-Nil übernehmen dagegen Erbsen und in neuerer Zeit Kletterbohnen die Rolle der Buschbohnen in den Anbausystemen.

3.4.3 Viehhaltung

Die **Rinder** bilden den mit Abstand bedeutendsten Zweig der Viehhaltung in Ruanda. Zu Zeiten der Tutsi-Herrschaft hatten sie vor allem soziale Bedeutung: Die Vergabe von Rindern zum Nießbrauch (Ubuhake) war auf allen Stufen der sozialen Pyramide, vom König bis hinunter zum einfachen Hutu-Bauern, die entscheidende Rechtsbeziehung des damaligen Feudalstaats, ähnlich dem mittelalterlichen Lehen in Europa. Neben dem bis heute bestehenden hohen Prestigewert spielt die Rinderhaltung auch wirtschaftlich eine große Rolle. Bei nur geringen Nutzungskosten (extensive Haltung z.T. auf kommunaler Weide) sind sie eine schnell umsetzbare Sicherheitsreserve bei plötzlichem Bargeldbedarf und ein geschätzter Dunglieferant. Die Milchproduktion ist von untergeordneter Bedeutung.

Zur Zahl der Rinder und der rinderhaltenden Betriebe gibt es widersprüchliche Angaben. Dies liegt vor allem daran, daß die Tiere aus verschiedenen Gründen verliehen werden, in der Projektregion etwa ein Viertel des Rinderbestands (MINAGRI 1985a). Die vermutlich verlässlichsten Angaben zur Viehhaltung sind in Tabelle 3.4 zusammengefaßt.

Tab. 3.4: Grunddaten zur Viehhaltung in der Region "Dorsale Granitique und südliches Plateau Central"

	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: MINAGRI (1985a)

Daraus geht hervor, daß nur etwas mehr als ein Drittel der Betriebe, in aller Regel die flächenstärkeren, überhaupt Rinder halten. Vielleicht die Hälfte davon hält nur ein Rind, ein weiteres Viertel nur zwei (nach DRESSLER 1983a). Eine langfristige Abnahme der Rinderhaltung läßt sich aus Umfrageergebnissen von DRESSLER (1983a) ableiten: Demnach sank die mittlere Zahl der Kühe pro Betrieb von 6,0 (1951) und 3,0 (1971) auf weniger als zwei Kühe 1981. Der Anteil der Betriebe, die Kühe besitzen, ging im gleichen Zeitraum von 65% auf 44% zurück. Dies erklärt sich zweifellos aus der Verknappung von betriebseigener und kommunaler Weide.

Rinder werden überwiegend extensiv auf der Weide gehalten und von den Söhnen gehütet. In Zeiten von Futterknappheit werden Ernterückstände zugefüttert (LENZNER & KEMPF 1982). Stallhaltung ist bisher die Ausnahme, sodaß ein großer Teil des Mists verloren geht.

In flächenärmeren Betrieben treten **Ziegen** und **Schafe** an die Stelle der Rinder. Besonders Ziegen sind weitverbreitet und als Fleischlieferanten geschätzt. Dagegen hat sich die Haltung von

Milchziegen bisher nicht durchgesetzt. Schafffleisch, traditionell gemieden, wird aufgrund der sich verschärfenden Ernährungssituation zunehmend konsumiert. Ziegen werden normalerweise an Feld- und Wegrändern angepflockt, Schafe zusammen mit den Rindern gehütet.

Schweine sind mit Ausnahme des Präfektur Gikongoro relativ selten. Da bei der Verarbeitung landwirtschaftlicher Produkte nur wenige Abfälle anfallen, die für die Schweinefütterung geeignet wären, stehen sie in direkter Nahrungskonkurrenz zum Menschen. Epidemien von Schweinepest in den Jahren 1964/65 und 1986/87 haben den Bestand jeweils stark dezimiert.

Kaninchen und **Geflügel** bieten gerade für sehr flächenarme Betriebe noch ein gewisses Potential, das genutzt werden kann. Während recht viele Betriebe Hühner halten, sind Kaninchen weniger verbreitet. Mehr als ein Viertel der Betriebe (27,8%) besitzt überhaupt kein Vieh (MINAGRI 1985a).

3.4.4 Arbeitswirtschaft

Im landwirtschaftlichen Haushalt leben im Mittel 5,0 Personen, davon befinden sich 2,6 Personen im aktiven Alter zwischen 15 und 64 Jahren (MINAGRI 1985a).

Die Angaben zur Arbeitskraftausstattung der landwirtschaftlichen Betriebe variieren bei verschiedenen Autoren je nach Bewertungsschlüssel und Stichprobe. Die vielleicht repräsentativste Angabe von BREITSCHUH (1985a) nennt durchschnittlich 3,8 Arbeitskräfte pro Betrieb. Da junge, kleine Familien überwiegen, verfügt aller-

dings die Mehrzahl der Betriebe über weniger Arbeitskräfte als der Durchschnitt (schiefe Häufigkeitsverteilung).

Bei Betrachtung der tatsächlich geleisteten Arbeit (Tabelle 3.5) fällt auf, daß Frauen einen größeren Teil (65,6%) des Tages für produktive Tätigkeiten verwenden als Männer (58,3%). Neben dem Haushalt bewältigen sie zu einem großen Teil den Ackerbau (Pflege der Kulturen, Gemüsebau). Die Männer hingegen widmen sich neben dem Ackerbau (Roden und Kultivieren, Sorghumaussaat) der Viehhaltung und übernehmen Arbeiten außerhalb des Betriebes.

Typisch für die Rollenverteilung zwischen Mann und Frau ist, daß die Frauen mehr als doppelt soviel Arbeit in Nahrungskulturen investieren als die Männer, die sich dafür verstärkt den lukrativeren Verkaufskulturen Kaffee und Bierbananen widmen. Erwähnenswert ist weiterhin, daß die Erosionsschutzlinien überwiegend von Männern angelegt werden (Tabelle 3.5).

Tab. 3.5: Zeitaufwand von Männern und Frauen für verschiedene Tätigkeiten

Tätigkeit	Männer	Frauen
Ackerbau	20,1 %	33,8 %
Tierhaltung	14,1 %	2,4 %
Haushalt	3,9 %	20,0 %
Bau und Erosionsschutz	3,0 %	-
Andere (Handel, Lohnarbeit etc.)	17,2 %	9,4 %
Ergebnis der systematischen Beobachtung von 18 Familien (25 Männer, 34 Frauen) einer "cellule" 20 km von Butare. Quelle: UBONABENSHI (1977) zitiert nach BREMER (1985a).		

Unabhängig davon ist die Entscheidungssituation in der Familie. Der Mann repräsentiert zwar die Familie nach außen, jedoch ist der Einfluß der Frau auf Betriebsentscheidungen erheblich. Besonders bei den von ihr verrichteten Arbeiten entscheidet sie über das wie.

Die zeitliche Verteilung der Arbeitsbelastung über das Jahr ist relativ gleichmäßig²⁰⁾. Bei Arbeitsspitzen nutzen größere Betriebe auch Tagelöhner und Nachbarschaftshilfe, die mit Sorghumbier entlohnt wird.

Die Arbeitsgeräte sind einfach und beschränken sich im wesentlichen auf Hacken und Haumesser. Nur in wenigen Betrieben (in Klammern Prozentsatz) sind selbst einfache Geräte wie Schubkarre (1,7%), Säge (17,4%), Baumschere für die Kaffeepflege (12,9%) und Schaufel oder Spaten (8,3%) vorhanden, obwohl ein beträchtlicher Bedarf nach einfachen, arbeitserleichternden Geräten besteht. An dieser geringen Ausstattung der Betriebe wird die katastrophale Armut vieler Familien deutlich.

3.4.5 Kapitalausstattung und Einkommen

PFEIFFER & GROSSER (1980) untersuchten je drei Betriebe in drei verschiedenen Größenklassen und bewerteten das vorhandene Anlage-, Vieh- und Umlaufvermögen sowie den Hausrat monetär. Dabei wurden große soziale Differenzierungen deutlich: während kleine Betriebe nur ein Vermögen von insgesamt 5.600 FRw (ca. 114 DM)

20) Bezüglich der Arbeitsspitzen sind sich die verschiedenen Quellen nicht einig: nach EILERS (1982) sind es die Monate März bis Juni, nach BENNETT & PREISSLER (1987) die Monate September und April, nach DRESSLER (1983a,b) September, Oktober, Januar und April.

besaßen, waren es bei mittleren Betrieben 36.750 FRw (ca. 750 DM) und bei großen Betrieben 179.750 FRw (ca. 3670 DM, jeweils in Preisen und Wechselkursen von 1980). Dies macht deutlich, wie gerade kleine Betriebe nicht in der Lage sind, das notwendige Kapital für wichtige Investitionen im Anlagevermögen oder für den Hausrat aufzubringen. In vielen Kleinbetrieben wären Reparaturen an Wohnhäusern bzw. Neubauten dringend notwendig, werden aber aus Geldmangel nicht durchgeführt (BENNETT & PREISSLER 1987).

Tab. 3.6: Bargeldeinkommen und -ausgaben in Betrieben unterschiedlicher Betriebsgröße im Projektgebiet 1980

	Kleinbetrieb FRw (%)	Mittl. Betrieb FRw (%)	Großer Betrieb FRw (%)
Einkommen aus			
Pflanzenproduktion	2.330 (39)	14.060 (81)	30.250 (61)
Tierproduktion	630 (11)	1.900 (11)	18.292 (37)
Zuerwerb u. Sonst.	2.920 (50)	1.400 (8)	750 (2)
Summe Einkommen	5.880 (100)	17.360 (100)	49.292 (100)
Ausgaben für			
Betriebsmittel	525 (10)	1.310 (9)	10.796 (25)
Steuern u. Abgaben	400 (6)	975 (7)	1.880 (4)
Haushalt u. Sonst.	4.956 (84)	12.235 (84)	30.767 (71)
Summe Ausgaben	5.890 (100)	14.520 (100)	43.443 (100)
Sparen/Entsparen	-10	2.840	5.849
Gesamtvermögen	5.600	36.750	179.750
Quelle: PFEIFFER & GROSSER (1980)			

Einkommen und Ausgaben (Tabelle 3.6) spiegeln ähnliche soziale Unterschiede wieder: Sowohl kleine als auch mittlere Betriebe gaben 1980 84% ihrer Ausgaben für konsumptive Zwecke aus, obwohl letztere über das dreifache monetäre Einkommen verfügten. "Dies deutet darauf hin, daß in ärmeren Bevölkerungskreisen ein starkes, bislang unbefriedigtes Konsumbedürfnis empfunden wird und die Bargeldverwendung auch bei Einkommenssteigerungen vorwiegend konsumtiv erfolgt" (BREITSCHUH 1985a). Beide Schichten besitzen kaum eine Möglichkeit zur Bildung von Sparkapital für Investitionen oder zum Zukauf von Betriebsmitteln.

Aufgrund der geringen Sparkapitalbildung fehlt den ärmeren Betrieben auch jede Sicherheitsreserve. "Dies bedeutet, daß Krankheiten, Unglücksfälle oder Konfrontationen mit der Verwaltung (Bußgeld, Gefängnis) existenzbedrohende Probleme für die betroffenen Familien werden können, wenn die notwendigen Mittel nicht über Verwandtschafts- und Freundschaftsbeziehungen beschafft werden können" (BREITSCHUH 1985a). Für die landwirtschaftliche Entwicklung heißt das, daß Risikominderung Vorrang vor Einkommensmaximierung besitzen muß.

Mit dem Verkauf von Kaffee und von Bananenbier, das im Haushalt hergestellt und größtenteils an "Cabarets" verkauft wird, kommt der Löwenanteil der Geldeinnahmen aus der pflanzlichen Produktion. Dennoch ist der gelegentliche Verkauf einer Ziege auch für die kleinen und mittleren Betriebe eine nicht zu unterschätzende Einnahmequelle.

3.5 Zwei "typische" Betriebe im Projektgebiet

Um die Situation und Produktionsweise der kleinbäuerlichen Betriebe in der Projektregion einmal etwas anschaulicher zu skizzieren, sollen im folgenden zwei Betriebe zusammenfassend dargestellt werden: ein an der Überlebensgrenze wirtschaftender Kleinstbetrieb und ein durchschnittlicher Betrieb. Für eine armutsorientierte Entwicklungszusammenarbeit repräsentieren sie die vorrangigen Zielgruppen. Es handelt sich zwar um fiktive Betriebe, ihre Darstellung stützt sich aber auf zahlreiche Betriebsuntersuchungen²¹⁾.

Betrieb A repräsentiert mit einer Gesamtfläche von 0,52 ha den marginalen Kleinstbetrieb, die häufigste Betriebsgröße in der Region. Auf dem Betrieb leben der Bauer Aloys Kavamahanga (46 Jahre alt), seine Frau Julienne (41 Jahre) mit ihren zwei Söhnen (14 und 11 Jahre). Aloys besuchte fünf Jahre lang die Schule und dies ermöglichte ihm, eine Zeitlang als Lehrer an einer Primarschule tätig zu sein. Julienne besitzt keine Schulbildung. Auch die beiden Söhne gingen nie zur Schule, da die Familie die Kosten (Schulgeld, Schuluniform, Schreibgerät) nicht aufbringen kann. Die Kinder arbeiten im Betrieb mit und erbringen so etwa ein Zehntel der Jahresarbeitsleistung der Betriebs.

Der Bauer stammt aus einer Nachbargemeinde. Das elterliche Grundstück war zu klein, um es unter allen Geschwistern aufzuteilen. Daher ging er leer aus und arbeitete als Lehrer, als Arbeiter in einem Forstprojekt und als Tagelöhner, bis er 1974 das jetzige

21) z.T. wörtliche Zitate aus BENNETT & PRESSLER (1987), Anhang 1, ergänzend EILERS (1982) und LÜHE (1983a). Um die Lesbarkeit des Textes nicht zu beeinträchtigen, werden die Zitate nicht als solche gekennzeichnet.

Grundstück kaufen konnte. Aus Geldmangel konnte er bisher noch kein Land zupachten, obwohl er dringend darauf angewiesen wäre.

Die Familie besitzt eine zweijährige weibliche Ziege, die vor kurzem ein Zicklein warf. Zu Beginn der Trockenzeit gibt der Bauer die Tiere aus Futtermangel einem Freund zum Weiden. Die Tiere werden in Tüderhaltung an Weg- und Feldrändern gehalten und nachts ohne Einstreu in den Vorraum der Wohnhütte gesperrt. Der Dung wird jeden Morgen zusammengekehrt und in den Bananenhain neben der Hütte gegeben.

Die Betriebsfläche ist unüblicherweise arrondiert. Sie wird bis auf eine kleine Eukalyptusaufforstung ackerbaulich genutzt. Der Bananenhain wird auch mit Bohnen und Colocasien genutzt, als Feldkulturen werden vor allem Bitter- und Süßmaniok, Bohnen und Sorghum (meist in Mischkultur) angebaut. Aus Landknappheit baut der Bauer als einer von wenigen keinen Kaffee an.

Julienne hat öfters Probleme, Brennholz zu finden. An manchen Tagen, vor allem in der Regenzeit, wird aus Mangel an trockenem, brennbarem Material nicht gekocht. Als Brennmaterial werden vor allem anfallende organische Abfälle wie Maniokstengel, Quecken, Bananenblätter etc. verwendet. Brennholz wird am Wegrand oder im Gemeindewald, wenn dieser ausgelichtet wird, gesammelt. Der eigene kleine Eukalyptusbestand ist zu wertvoll, um als Brennholz verheizt zu werden, und außerdem zu jung für den Einschlag.

Mineraldüngung ist unbekannt. Mit Ausnahme des Bananenhains erhalten die Felder aber auch keine organische Düngung. Die gesamte oberirdische Biomasse wird vom Feld abgeerntet; auch die Ernterückstände (z.B. Stroh) finden vielerlei Verwendung, nicht zuletzt als Brennmaterial. Erosionsschutz wird nicht betrieben,

obwohl das obere Drittel der Parzelle eine recht große Hangneigung aufweist und auch schon ziemlich flachgründig ist.

Die Ernährung der Familie ist schlecht: Zum Ende der großen Trockenzeit (Anfang September) besitzt der Betrieb nur noch Saatgut für Bohnen, die Familie ernährt sich fast ausschließlich von Maniok. Die Geldeinnahmen v.a. aus dem Verkauf von Maniok und Bohnen erreichen gerade 2000 FRW im Jahr und decken kaum die notwendigsten Ausgaben für Saatgut, Kleidung, Seife und andere Haushaltswaren. Die Bäuerin trägt durch das Brauen von Sorghumbier ebenfalls zum Geldeinkommen bei, jedoch muß dafür Sorghum zugekauft werden, sodaß der Nettogewinn gering ist. Eine Sparkapitalbildung ist nicht möglich, im Gegenteil: der Betrieb mußte sich in diesem Jahr mit 1800 FRW verschulden um Saatgut und Steuern zu bezahlen. Diese Schulden werden einen bedeutenden Teil der kommenden Ernte verzehren.

Tab. 3.7: Charakterisierung zweier "typischer" Betriebe

	Betrieb A	Betrieb B
Gesamtfläche (ha)	0,52	1,34
- Ackerfläche	0,46	0,95
- Wald	0,06	-
- Brache	-	0,19
- Dauerweide	-	0,20
Personen	4	5
Arbeitskräfte (AK)	3,2	2,0
AK/ha Ackerfläche	6,9	2,1
Viehbestand (GVE)	0,2	1,2
- Ziegen	2	2
- Rinder	-	1
Quellen: nach BENNETT & PREISLER (1987), LÜHE (1983a), PFEIFFER & GROSSER (1980)		

Aufgrund der geringen Wirtschaftsfläche, der geringen Bodenqualität und der geringen Arbeitskapazität wirtschaftet die Familie am Rande des Existenzminimums. Das Problembewußtsein des Bauern ist groß, ebenso groß sind seine Bedürfnisse zur Verbesserung der Lebenssituation. Angesichts seiner fast aussichtslosen Lage droht er jedoch zu resignieren. Die Zukunft der Kinder auf diesem kleinen Betrieb ist bei fehlender Schulbildung vollkommen ungesichert.

Auf **Betrieb B** leben der Bauer Celestin Mukeratabaro (53 Jahre alt) und seine Frau Odette (25 Jahre) mit drei Kindern: einem Sohn (6 Jahre) und zwei Töchtern (4 und 2 Jahre). Weitere Kinder leben außerhalb des Betriebs. Die Familie bewirtschaftet mit 1,34 ha etwas mehr Fläche als der statistische Durchschnittsbetrieb. Das Land verteilt sich auf vier Parzellen. Die Hangneigung liegt bei den meisten Feldern im Bereich 10-15°, einige Stellen weisen eine Hangneigung von über 20° auf. Die Böden sind überwiegend flachgründig und arm, daher liegt ein Teil der Fläche (0,19 ha) zur Regeneration brach und wird nur als temporäre Weide genutzt. Weitere 0,2 ha sind Dauerweide, sodaß nur 0,95 ha kultiviert werden. Die kultivierte Fläche ist nur unvollständig gegen Erosion geschützt: Es wurden 480 m Erosionsschutzstreifen (mit *Setaria* bepflanzte Gräben) angelegt.

Das Land bewirtschaften Celestin und Odette weitgehend allein. Ein älterer Sohn, der bei einem Händler arbeitet, hilft ab und zu in der Landwirtschaft seines Vaters. Tagelöhner werden gelegentlich zu Arbeitsspitzen angestellt.

Die Familie besitzt zwei Ziegen und eine Kuh. Die Ziegen werden in Tüderhaltung an Weg- und Feldrändern gehalten und gelegentlich mit *Setaria* und Küchenabfällen gefüttert. Aus Sicherheitsgründen

werden sie während der Nacht in den Vorraum der Hütte gesperrt.

Die Kuh steht dagegen etwa zwölf Stunden des Tages im Stall. Zur Einstreu wird Schilf aus den Sümpfen im Tal genutzt. Da aber die Sümpfe seit kurzem fast vollständig kultiviert werden, ist Einstreu sehr knapp geworden. Der Dung wird daher abgesammelt und in eine Kompostgrube geworfen, die Einstreu jeden Morgen zum Trocknen im Hof ausgelegt. So kann sie in der nächsten Nacht erneut verwendet werden. Jeden Morgen wird die Kuh auf der Brache fläche geweidet. Als Zufutter im Stall dienen in der Regenzeit *Setaria* aus den Erosionsschutzstreifen und Ernterückstände von Mais, Bohnen und Süßkartoffeln. In der Trockenzeit werden auch Bananenscheinstämme verfüttert.

Im Betrieb werden viele Kulturen angebaut. Ein relativ großer Anteil entfällt auf Kaffee. Bohnen, Maniok und Bananen sind ebenfalls wichtige Kulturen, die teils in Rein- und teils in Mischkulturen angebaut werden.

Das Bareinkommen wird in erster Linie vom Kaffeeanbau bestritten, an zweiter Stelle steht mit weitem Abstand der Verkauf von Milch an die Molkerei in Nyabisindu. Bei den Ausgaben fällt die Bezahlung von Tagelöhnern besonders ins Gewicht.

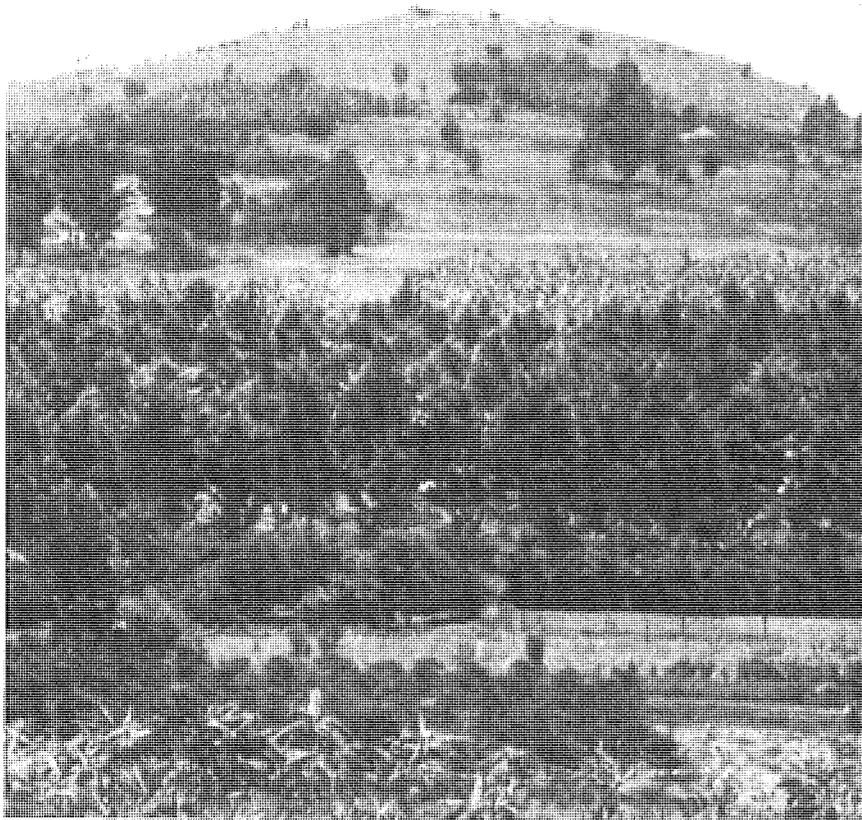


Foto 4: Dieses mit Grevilleen bepflanzte Versuchsfeld des PAP sieht von ferne fast wie ein Wald aus: so ähnelt dieses Agrar-Ökosystem in seinem Aufbau der natürlichen Vegetation (Bergwald).

4. Entwicklung von Methoden Standortgerechter Landwirtschaft

4.1 Agroforstwirtschaft

Im Jahre 1975 wurden auf einigen bisher nur ackerbaulich genutzten Modellfeldern des PAP die ersten Bäume gepflanzt. Man hoffte damit nicht nur eine Möglichkeit zu finden, den akuten Feuerholzmangel der Betriebe zu mildern, sondern auch der zunehmenden Bodenerosion und der zurückgehenden Bodenfruchtbarkeit der intensiv genutzten Äcker Herr zu werden. Als Vorbild dienten autochthone Anbausysteme benachbarter, ostafrikanischer Bergregionen, in denen Bäume und Sträucher ihren festen Platz haben und die ökologisch stabil und gleichzeitig hochproduktiv zu sein schienen. Offensichtlich spielten die Holzgewächse hierbei eine zentrale Rolle.

Für Ruanda war eine systematische Integration von Bäumen in die Felder neu, und so stellten sich zahlreiche Fragen nach der Gestaltung eines "standortgerechten" agroforstlichen Produktionssystems. In den ersten sechs Jahren konnten vielfältige praktische Erfahrungen in der Vermehrung, Anpflanzung und Entwicklung von Bäumen gesammelt werden. Mit zunehmendem Alter der Bäume konnte dann auch ihre Wirkung auf die darunter wachsenden Feldkulturen studiert werden. 1981 war die Entwicklung der agroforstlichen Anlagen dann soweit fortgeschritten, daß die ökologischen Wirkungen und die ökonomische Leistungsfähigkeit in Feldversuchen systematischer untersucht werden konnten. Über vier Jahre wurden umfangreiche pflanzenbauliche und bodenkundliche Messungen durchgeführt. Auch wenn dieser Zeitraum für die Bearbeitung einer derart komplexen Fragestellung extrem kurz ist, so haben die hier erarbeiteten Erkenntnisse dazu gedient, die Beratungsempfehlungen des PAP abzusichern und anzupassen. Dadurch wurde die Vorausset-

zung geschaffen, daß das Pflanzen von Bäumen im Projektgebiet bei der Bevölkerung schon fast eine Selbstverständlichkeit geworden ist.

4.1.1 Die Rolle von Bäumen und Sträuchern im Anbausystem

Mit der systematischen Integration von Bäumen und Sträuchern in die Felder wurde die Erwartung verknüpft, daß diese Holzgewächse nicht nur zur Erhöhung der Flächenproduktivität beitragen und damit kurz- bis mittelfristigen wirtschaftlichen Überlegungen genügen, sondern daß sie langfristig auch wesentliche ökologische Aufgaben zur Erhaltung des Gesamtsystems übernehmen. Ihre zahlreichen möglichen Aufgaben, die das Kriterium "funktionaler Vielfalt" par excellence erfüllen, sollen im folgenden kurz beschrieben werden.

Aus ökonomischer Sicht sollten die Bäume eine zentrale Rolle bei der Deckung des Feuerholzbedarfs spielen. Die möglichst weitgehende Selbstversorgung der Betriebe mit Brennholz würde wiederum die Aufforstungen und Waldbestände außerhalb der Betriebe entlasten. Die Bevölkerung wäre nicht mehr in dem Maße wie bisher zu unregelmäßigem Holzeinschlag gezwungen, um ihren Energiebedarf zu decken. Eine vermehrte Erzeugung von Brennholz würde es den Betrieben auch ermöglichen, die Ernterückstände möglichst komplett zur Düngung der Felder oder als Futter zu verwenden, anstatt auch diese noch zu verbrennen.

Zusätzlich könnte die Nutzung von Blättern die Betriebe mit Futter und mit Material zum Mulchen und für die Kompostbereitung versorgen. Viele Baum- und Straucharten können als Viehfutter dienen. Die Blätter von Leguminosen zeichnen sich dabei im all-

gemeinen durch einen besonders hohen Futterwert aus. Holzgewächse reagieren im geringeren Maße als andere Futterpflanzen auf Regenmangel. Sie eignen sie sich daher auch als Reserve in Trockenzeiten, in denen das Futterangebot den Viehbesatz und den Gesundheitszustand der Tiere begrenzen.

Die Nutzung des Blattmaterials als Mulch in Kaffeepflanzungen könnte bis zu einem gewissen Grad die versiegende Produktion der Talauen - früher Lieferanten für Mulchmaterial - auffangen. Da das Mulchen gesetzlich vorgeschrieben und die einzig gebräuchliche Technik der Fruchtbarkeitserhaltung im Kaffeeanbau ist, verwenden die Bauern im wachsenden Maße Ernterückstände. So werden die Kaffeeparzellen mit Nährstoffen von den bereits stark belasteten Nahrungskulturflächen gedüngt.

Damit sind auch schon **ökologische Aufgaben** angesprochen. Allgemein kann man sagen: von den agroforstlichen Produktionssystemen ist eine wesentlich höhere Biomasseproduktion pro Flächeneinheit zu erwarten, die zur Entlastung der immer knapper werdenden Biomasseressourcen führt. Besonders hoffene Flächen könnten hiervon profitieren, da auf ihnen eine Nährstoffrückführung durch organische Düngung nicht zuletzt aus Transportgründen meist unterbleibt. Gründüngung und Kompostierung der auf dem Feld anfallenden Unkräuter reichen im allgemeinen nicht aus, die Produktivität der von der Hofstelle entfernten Standorte zu erhalten. Die Verwendung des Blattmaterials der Bäume und Hecken zur Kompostierung könnte die Menge des auf dem Feld erzeugten organischen Düngers erhöhen.

Die erhöhte Biomasseproduktion agroforstlicher Produktionssysteme ist dadurch möglich, daß die Holzgewächse neben dem Oberboden auch tiefere Bodenhorizonte durchwurzeln als die meist einjähri-

gen Feldfrüchte. Sie mobilisieren zusätzliche Nährstoffe aus dem Unterboden, und sie resorbieren zumindest teilweise die mit dem Regenwasser aus dem Oberboden ausgewaschenen Nährstoffe. Die zunächst in der Biomasse gebundenen Nährstoffe gelangen über die absterbenden Wurzeln und vor allem auch über herabfallendes Laub in den Oberboden und reichern ihn an. EGGGER benutzt für diesen Vorgang den anschaulichen Begriff der "Nährstoffpumpe". Gleichzeitig mit der Nährstoffversorgung des Oberbodens erfolgt eine kontinuierliche Zufuhr organischer Substanz.

Mit der Einbeziehung tiefwurzelter Holzgewächse macht sich die Agroforstwirtschaft damit das Prinzip von Buschbrachen zunutze. Aber während in den traditionellen Feld-Brache-Wechselwirtschaften Regenerations- und Anbauphasen in zeitlicher Folge einander abwechseln, wird in der Agroforstwirtschaft die Koexistenz von Pflanzen, die "Bodenfruchtbarkeit verbrauchen" und solchen, die "Bodenfruchtbarkeit akkumulieren" praktiziert. Einjährige, flachwurzelnende Feldfrüchte zehren am Oberboden, tiefwurzelnenden Holzgewächse reichern ihn an (KOTSCHI 1989). Anstelle der zeitlichen Staffelung dieser beiden Komponenten entscheidet nun ihre räumliche Kombination über die Leistungsfähigkeit des Produktionssystems. Deshalb spricht man im Englischen auch von "vegetation design".

Neben der Frage nach einem ausgeglichenen Nährstoffhaushalt interessiert ebenso, welchen Erosionsschutz Bäume und Sträucher bieten können. Inwieweit können beispielsweise Terrassenkanten durch die Bepflanzung mit Holzgewächse befestigt werden, welchen Einfluß haben Baumkronen auf die Minderung von Starkregen, und inwieweit erhöht die intensivere und tiefere Durchwurzelung die Infiltrationsrate der Felder?

Auch im Hinblick auf das Bestandesklima im Feld sind beträchtliche Veränderungen durch Baumüberbau zu erwarten: der Luftaustausch wird verzögert, die Lichtintensität vermindert. Infolgedessen werden andere Temperaturverhältnisse in und über dem Boden herrschen und die relative Luftfeuchtigkeit im agroforstlichen Bestand wird höher sein. Durch all dies sind direkte Auswirkungen auf die Ertragsphysiologie der Pflanzen und die Bodenentwicklung zu erwarten. Besserer Gasaustausch und schlechtere Lichtverhältnisse könnten die Erträge beeinflussen, niedrigere und gleichmäßigere Bodentemperaturen könnten den Humusabbau und die physikalische Verwitterung des Mineralkörpers bremsen.

Schließlich schaffen artenreiche agroforstliche Systeme und insbesondere die Hecken Lebensraum für zahlreiche Vögel und andere Tiere und damit die Voraussetzungen für ein ausgewogenes Nützlings-Schädlinggleichgewicht. Andererseits können Vögel auch zu ernsthaften Schädlingen z.B. an Sorghum werden.

Bei all diesen Aspekten sind positive und aber auch negative Auswirkungen der Holzgewächse zu erwägen. Negative Auswirkungen auf die Unterkulturen sind hauptsächlich in der Konkurrenz von Bäumen und Unterkulturen um die Wachstumsfaktoren Licht, Wasser und Nährstoffe zu suchen. Das Ausmaß der Konkurrenz dürfte stark von den Baumarten, der Baumdichte und den Pflegemaßnahmen abhängen. Auch reagieren verschiedene Feldkulturen sehr unterschiedlich auf die Nachbarschaft von Bäumen.

Angesichts der Vielzahl der möglichen Wirkungen von Holzgewächsen auf die Unterkulturen und den Boden und ihrer Wechselwirkungen konnte im Rahmen eines vierjährigen Forschungsprogrammes nur ein Bruchteil der angesprochenen Fragen untersucht werden. Erschwerend kommt hinzu, daß viele Aspekte sehr aufwendige Versuchs-

anstellungen benötigen würden, die im Rahmen eines landwirtschaftlichen Entwicklungsprojektes nicht zu rechtfertigen waren. So mußten die im folgenden dargestellten Ergebnisse notwendig fragmentarisch bleiben.

4.1.2 Methoden der Agroforstwirtschaft

Aufgrund der hohen Bevölkerungsdichte sind in der Projektregion nahezu alle ackerbaulich nutzbaren Flächen bewirtschaftet. Bei der Entwicklung agroforstlicher Methoden galt es deshalb, Holzgewächse in bestehende Anbausysteme zu integrieren und dabei die Priorität landwirtschaftlicher Produktion zu erhalten. Das heißt, daß der Baumbewuchs keine oder kaum Ertragseinbußen verursachen darf. Deshalb hat sich auch der Begriff der "Baumintegration in die Landwirtschaft" eingebürgert.

Was macht die agroforstliche Eignung von Bäumen und Sträuchern aus? Diese Frage beschäftigte das Projekt vom dem Moment an, als die ersten Bäume gepflanzt wurden. NEUMANN & PIETROWICZ (1985a) nennen die wichtigsten Kriterien:

- * Nutzbarkeit für die Befriedigung bäuerlicher Bedürfnisse (Brennholz, Bauholz, Viehfutter, Mulchmaterial etc.);
- * Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit (Nährstoffaufschluß, Stickstofffixierung etc.) und Erosionskontrolle;
- * Anpassung an Standorte mit unterschiedlichen Bodenverhältnissen;
- * geringer Pflegebedarf, gute Gesundheit;
- * Vermehrbarkeit: einfach zu vermehrende Arten werden bevorzugt;
- * Artendiversität, eine hohe Artenzahl vermindert Risiken und erhöht die Habitatsvielfalt;

Tab. 4.1: Agroforstlich geeignete Baum- und Straucharten für die Subregionen Mayaga und westliches Plateau Central

Spezies	Nutzungsraum		
	Acker	Weide	Talae
<i>Albizia chilensis</i>	+	+	-
<i>Albizia gummifera</i>	+	+	-
<i>Cajanus cajan</i>	+	+	+
<i>Calliandra calothyrsus</i>	+	+	-
<i>Cedrela serrulata</i>	+	+	-
<i>Croton megalocarpus</i>	-	+	-
<i>Erythrina abyssinica</i>	+	+	-
<i>Grevillea robusta</i>	+	-	-
<i>Maesopsis eminii</i>	+	-	-
<i>Mitragyna rubrostipulata</i>	+	+	+
<i>Morus alba</i>	+	+	-
<i>Sesbania sesban</i>	+	+	+
<i>Tephrosia vogelii</i>	+	+	-
<i>Vernonia amygdalina</i>	+	-	-

Quelle: NEUMANN & PIETROWICZ (1985a) Annex 2/2

Nach diesen und weiteren Kriterien wurden insgesamt 36 verschiedene Arten bewertet. Eine Auswahl besonders geeigneter Bäume und Sträucher ist in Tabelle 4.1 zusammengestellt. Für eine detaillierte Darstellung sei auf NEUMANN & PIETROWICZ (1985a) verwiesen.

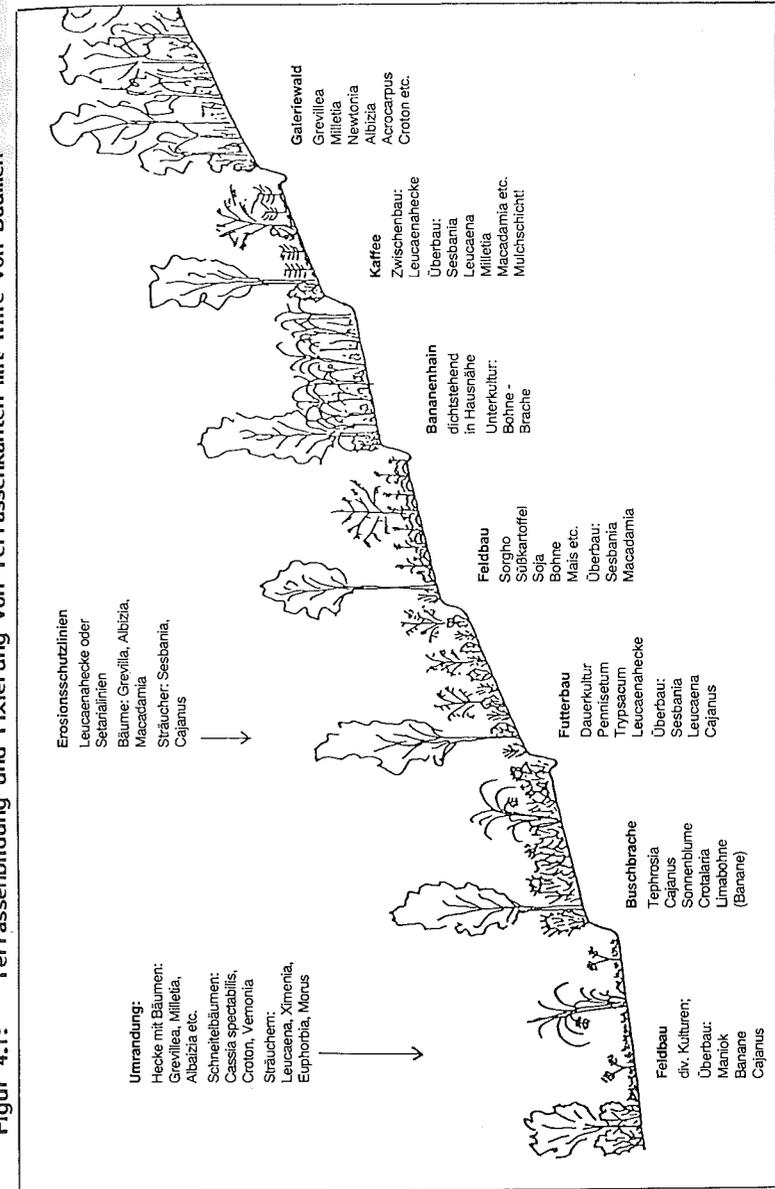
Die Integration von Bäumen in bäuerliche Betriebsflächen empfiehlt das Projekt durch Anlage hangparalleler Erosionsschutzstreifen, in Form von einzeln stehenden Bäume auf den Feldern und durch Aufforstung stark degradiertes ackerbaulich nicht nutzbarer Flächen (z.B. Hügelkuppen). Die in den dreißiger Jahren aus Australien eingeführte *Grevillea robusta* ist ganz besonders beliebt geworden. Sie wird inzwischen nicht nur auf den Feldern, sondern auch an Wegrändern und im Hofbereich gerne gepflanzt. Sträucher und kleine Bäume, namentlich *Calliandra*, *Leucaena*, *Sesbania* und

Morus, eignen sich als Hecken dazu, Felder abzugrenzen oder zu unterteilen, Gehöfte zu umfrieden und dienen auch als Bestandteil der Erosionsschutzstreifen.

Der Schutz vor Bodenerosion war für das Projekt eindeutig die wichtigste Aufgabe. Man versuchte deshalb Erosionsschutzstreifen zu schaffen, bei denen Bäume Sträucher und Gräser so kombiniert werden, daß sie gleichzeitig hochproduktiv sind und die benachbarten Feldkulturen so wenig wie möglich beeinträchtigen. Bodenverlagerungen finden dann nur noch zwischen den Erosionsschutzstreifen statt und führen so zur Terrassierung der Felder (Figur 4.1). Diese Streifen sind 1-2 m breit, ihr Abstand voneinander bemißt sich nach dem Gefälle: je steiler dieses ist, desto näher sollten die Erosionsschutzstreifen beieinander liegen und desto höher ist ihr Flächenbedarf. In den folgenden Berechnungsbeispielen wird der Einfachheit halber von 10m Abstand der Streifen und einer Streifenbreite von 1m ausgegangen. Der Flächenbedarf beträgt dann 10%.

Ganz wichtig bei der räumlichen Gestaltung des agroforstlichen Systems war die Frage nach der optimalen Baumdichte. Für einen Anlage mit *Grevillea robusta* als dominanter Art geben NEUMANN & PIETROWICZ (1985a) für die günstigen Bedingungen der Versuchsfelder Dichten von 400-600 Bäumen pro Hektar bei einer Umtriebsdauer von 4-6 Jahre an, empfehlen aber für die bäuerliche Praxis längere Umtriebszeiten von 9-10 Jahren und eine geringere Bestandesdichte von 250-350 *Grevillea*-Bäumen pro Hektar. Unter diesen Bedingungen haben sie eine Kronendeckung von ca. 20%-30% ermittelt. Dieser Wert kann natürlich nur als Anhaltspunkt gelten. In der praktischen Beratung sind zahlreiche Standortfaktoren zu berücksichtigen wie z.B. Wasserangebot, Meereshöhe und Temperatur, Art der Unterkultur, die zu anderen Empfehlungen führen können.

Figur 4.1: Terrassenbildung und Fixierung von Terrassenkanten mit Hilfe von Bäumen



Quelle: KLAER & EGGER (1984)

Unverzichtbar für die Optimierung des Produktionssystems ist auch eine sorgfältige Pflege der Bäume. "Zum einen verlangen verschiedene Bäume ein Ausasten, um qualitativ gutes Stammholz zu produzieren. Zum anderen ist das Beschneiden der Krone und der Oberflächenwurzeln eine Möglichkeit, die Konkurrenzwirkung des Einzelbaumes auf die Unterkulturen abzuschwächen. Bei *Grevillea* wird geschätzt, daß regelmäßige Pflegemaßnahmen eine Verdoppelung der Baumdichte ermöglichen. Sie erlauben also eine Erhöhung der Baumproduktion bei Erhaltung des Ertragsniveaus der Unterkulturen. Gleichzeitig liefern Pflegemaßnahmen normalerweise die erste Produktion, die die Bauern vom Baumüberbau erhalten können" (NEUMANN & PIETROWICZ 1985a).

Auf der Suche nach der optimalen räumlichen Anordnung ist nicht nur zu erwägen, wie die Bäume in den Acker integriert werden können; umgekehrt kann auch empfohlen werden, die Unterkulturen auf den Baumüberbau abzustimmen. So sollten lichtbedürftige Arten in die wenig beschatteten Teile des Feldes gestellt, schattenverträglichere Sorten und Arten unter den Bäumen im Stammbereich angepflanzt werden.

4.1.3 Die Leistung von Bäumen und Sträuchern

Welchen Beitrag zur Selbstversorgung des Betriebes oder zum Einkommen vermögen nun die Holzgewächse zu leisten? Auf den seit 1976 bestehenden Versuchsflächen wurden dazu umfangreiche Messungen durchgeführt. Nur dort existierten in den Jahren 1980-85 Bäume und Sträucher ausreichenden Alters.

Bei den Bäumen konzentrierten sich die Untersuchungen auf *Grevillea robusta* und *Sesbania sesban*. NEUMANN & PIETROWICZ (1985a)

ermittelten an vielen einzelnen Bäumen über den Brusthöhendurchmesser und die Wuchshöhe die Entwicklung der Bäume und durch Blatt-, Ast- und Stammholzertrag den Produktionszuwachs. Auch wenn die Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit keine systematischen Versuche ermöglichte, so geben die Meßergebnisse dennoch einen guten Einblick in die Produktionsleistungen einzelner agroforstlicher Anlagen.

Wie zu erwarten, prägten Standorteigenschaften, insbesondere die Bodengüte, das Wachstum der Bäume entscheidend. Überraschend dagegen war die Feststellung, daß Ackerbau sich fast immer positiv auf das Wachstum der Bäume auswirkte und zwar besonders auf marginalen Böden. So lieferte beispielsweise der Vergleich der Unterkulturen Weide versus Weideumbuch und Maniokanbau auf der Maniokparzelle eine bis zu 400 % größere Wuchshöhe bei *Grevillea* 34 Monate nach Pflanzung und die Überlebensrate der Bäumchen war doppelt so hoch. "Diese Wirkung dürfte in der regelmäßigen Bearbeitung des Bodens, der damit verbundenen Unkrautkontrolle und der besseren Durchlüftung ihre Erklärung finden" (NEUMANN & PIETROWICZ 1985a).

In Tabelle 4.2 sind Entwicklung und Produktionsleistung von fünf- bis sechsjähriger *Grevillea robusta* auf zwei Versuchsfeldern dargestellt. "In Gasoro betrug die Baumdichte 280 Bäume pro ha, etwa ein Drittel davon waren *Leucaena leucocephala* und *Cedrela odorata*. Die Unterkulturen bestanden aus einer Rotation von Nahrungskulturen mit Gründüngung. In (...) Gihisi betrug die Baumdichte 500 *Grevillea* pro ha. Die Bäume waren in gemulchte Kaffeefelder gepflanzt" (NEUMANN & PIETROWICZ 1985a). Der nahezu gleiche Ertrag bei unterschiedlicher Bestandesdichte weist darauf hin, daß die Bestandesdichte der Bäume den Ertrag noch nicht beeinflusste. Die Unterschiede im Astholz lassen sich durch

Tab. 4.2: Entwicklung und Produktionsleistung von fünf- bis sechsjähriger *Grevillea robusta*

	280 Bäume/ha in Gasoro	500 Bäume/ha in Gihisi
durchschnittliche Höhe (m)	11,5	11,5
Blattmasse (kg FM/Baum)	33,0	32,0
Äste (kg FM/Baum)	45,0	105,0
Stammholz (m ³ /Baum)	0,12	0,11
Quelle: NEUMANN & PIETROWICZ (1985a), Tab. 3/1		

stärkere Ausastung vor Meßbeginn in Gasoro erklären. In beiden Fällen ist der Ertrag außerordentlich hoch. Der jährliche Hektarertrag für Gihisi würde etwa 9 m³ Festholz, 8,7 t frisches Astholz und 2,6 t frisches Blattwerk ausmachen.

Da es sich um degradierte Standorte handelte, dürften die Erträge aus dem Baumüberbau im kleinbäuerlichen Betrieb im allgemeinen mindestens ähnliche Größenordnungen erreichen. BENNETT & PREISLER (1987) haben durchschnittliche Naturalerträge für einen sechsjährigen und einen neunjährigen Nutzungszyklus zusammengestellt und daraus Deckungsbeiträge errechnet (Tabelle 4.3).

Die Baumdichten entsprechen den Beratungsempfehlungen und wurden so gewählt, daß die Beschattung der Bäume das Wachstum der Unterkulturen nicht beeinträchtigt. Allerdings ist dies nur bei rigoroser Kronenerziehung durch Ausasten und bei regelmäßigem Beschneiden der Wurzeln möglich. Die Zahlen verdeutlichen eindrucksvoll, daß die Verlängerung des Zyklus von sechs auf neun Jahre die Biomasse und auch das monetäre Einkommen mehr als verdoppelt. Ausgehend von diesen Ergebnissen wurde für *Grevillea ro-*

Tab. 4.3: Erträge aus dem Baumüberbau mit *Grevillea robusta* im Feld

Nutzungszyklus	sechsjährige Nutzung 420 Bäume/ha	neunjährige Nutzung 360 Bäume/ha
Blattmasse (kg FM/ha)	2380	4400
Astholz (kg FM/ha)	4760	8800
Stammholz (m ³ /ha) ¹⁾	ca. 4,2	ca. 9,0
Deckungsbeitrag (FRw/ha)	19880	53840
Arbeitsaufwand (Stunden)	89	103
Deckungsbeitrag (FRw/AKh)	223	523
Quelle: BENNETT & PREISLER (1987) Tab. 35, 36 und 1) extrapoliert aus NEUMANN & PIETROWICZ (1985a), Tab. 3/3 und 3/8		

busta eine optimale Umtriebszeit von neun Jahren empfohlen. Bei einer Dichte von 360 Bäumen je Hektar werden dann jährlich 39 Bäume eingeschlagen und durch Neupflanzungen ersetzt. Der Holzertrag ließe sich allerdings noch beträchtlich steigern, indem man einige besonders gut entwickelte Bäume über den neunjährigen Zyklus hinaus als "Übersteher" beläßt und diese im Alter von 20-25 Jahren als Möbelholz verkauft. Ein Baum würde dann schätzungsweise 0,8 m³ Stammholz im Feld produzieren. Um die Unterkulturen nicht zu beeinträchtigen sollte man aber nur mit höchstens fünf "Überstehern" rechnen.

Neben *Grevillea robusta* wurde auch *Sesbania sesban* näher untersucht. Es handelt sich bei dieser *Sesbania*-Art um einen kurzlebi-

gen, kleinen Baum, der sich zum Überbau von Kaffeepflanzungen, Gemüsegärten u.ä. eignet. *Sesbania sesban* gedieh gut auf drainierten Talaueböden, soweit diese eher leichte Textur hatten und von zügigem Grundwasser beeinflusst waren. Eine Pflanzung von 400 Bäumchen lieferte nach dreieinhalb Jahren 3 t FM/ha, ein anderer Bestand von 5700 Bäumchen in einer drainierten Talaue in zwei Jahren sogar 23 t FM/ha. Die *Sesbania* ist für den bäuerlichen Betrieb interessant, weil sie rasch einen Holzerntrag zu liefern vermag und im Vergleich zur *Grevillea* noch weniger die Unterkulturen beeinträchtigt.

Die Leistung von Sträuchern wurde in zahlreichen nach Alter, Artenzusammensetzung und Aufbau verschiedenen Hecken untersucht und mit der Leistung der für Konturstreifen üblichen Gräser *Pennisetum* und *Setaria* verglichen. Einige ausgewählte Ergebnisse - Mittelwerte über Standorte und Jahre - sind in Tabelle 4.4 zusammengestellt und vermitteln eine Größenordnung der Biomasseproduktion.

Die Überlegenheit von *Pennisetum* gegenüber allen anderen ist offensichtlich. Besonders ausgeprägt war sie auf stärker versauerten Böden. Für den Einsatz im Betrieb ist allerdings zu berücksichtigen, daß *Pennisetum* vor allem auf flachgründigen Böden eine erhebliche Konkurrenz zu den Nahrungskulturen entfalten kann. Das Gras *Setaria* war dem Strauch *Leucaena* nur bei guten Niederschlagsverhältnissen überlegen, dagegen fiel in Trockenjahren dieses Gras nahezu aus. Auf dem Modellfeld Nyabitare ergab sich im dreijährigen Mittel eine doppelt so große Futterleistung von *Leucaena* gegenüber *Setaria* ohne Berücksichtigung der Äste, die als Brennmaterial dienen können. Außerdem wurde für *Setaria* eine relativ kurze Nutzungsdauer festgestellt; zwar ist die volle Leistung bereits nach zwei bis drei Anbausaisons erreicht, jedoch

Tab. 4.4: Produktionsleistung verschiedener Hecken in den Jahren 1983 und 1984

Arten	Schnittbreite cm	Auf 1 ha extrapoliertes ¹⁾ Ertrag (t TM/ha/Jahr)			Anzahl Messungen
		Blätter	Äste	Gesamt	
<i>Setaria sphacelata</i>	60-120	6,06	---	6,06	13
<i>Pennisetum purpureum</i>	150	18,37	---	18,37	4
<i>Leucaena leucocephala</i> ²⁾	90-140	4,28	2,85	7,13	7
<i>Calliandra calothyrsus</i>	80-140	7,16	4,54	11,70	3
<i>Leucaena/Euphorbia</i> (1:1) ³⁾	75	2,07	2,13	4,20	2
<i>Calliandra/Euphorbia</i> ³⁾	75	6,14	3,91	10,05	2

1) der auf 1 ha extrapolierte Ertrag ist eine rein rechnerische Größe. Sie wurde aus Gründen der Vergleichbarkeit verschieden breiter Hecken gewählt. Sie drückt aus, welche Leistung die jeweilige Hecke bei flächendeckender Pflanzweise erbringen würde.
2) bei der Berechnung der *Leucaena*-Erträge wurde von einem Blatt:Ast-Verhältnis von 60:40 ausgegangen.
3) *Euphorbia tirucalli* wurde nicht beschnitten, sie dient nur zur Außenbegrenzung.
Quelle: NEUMANN & PIETROWICZ (1985a), Tabelle A 3/8-1

erfolgt ein deutlicher Abfall bereits nach drei bis fünf Jahren.

Die Untersuchungen mit *Calliandra* waren zu kurz, um verbindliche Aussagen machen zu können. Die ersten Ergebnisse waren vielversprechend. *Calliandra* ist eine nahe Verwandte von *Leucaena* und dieser sehr ähnlich. Sie ist besser als *Leucaena* an kühle Höhenlagen angepaßt und tolerierte auch trockenere Standorte und Beschattung relativ gut. In weiteren Versuchen mit *Leucaena* und *Calliandra* will man der Frage nachgehen, inwieweit durch Inokulation die Leistung dieser Strauchleguminosen angehoben werden kann²²⁾.

22) Erste Versuche an jungen Pflanzen belegten bereits eine deutliche Überlegenheit von inokuliertem gegenüber nicht-inokuliertem Saatgut (NEUMANN & PIETROWICZ 1985).

4.1.4 Die Auswirkung des Baumüberbaus auf die Unterkulturen

In einem zweieinhalb Jahre währenden Feldversuchs (1981-83) wurde in Gihisi die Wirkung von Bäumen auf die unter ihnen wachsenden Feldfrüchte untersucht. Im Anschluß daran wurde die Leistung des neuen Produktionssystems als Ganzes ermittelt. Die Vergleichsvariante (Variante A) war ein freies Feld und repräsentierte das "traditionelle" Produktionssystem. Variante B war ein mit *Grevillea robusta* bestandenes Feld; die Bäume waren auf zehn Meter voneinander entfernten Kontourlinien in Reihe gepflanzt. Die Baumdicke betrug insgesamt 550 Bäume/ha, von denen jedoch nur 250 über vier Jahre alt waren und damit einen Einfluß auf die Unterkulturen haben dürften. Für die Modellrechnung im folgenden Kapitel wurde dieser Baumbestand gleichgesetzt mit einem vollentwickelten Bestand von 250 Bäumen/ha bei einem Nutzungszyklus von neun Jahren, von dem jedes Jahr 28 Bäume gefällt und wieder ersetzt werden müssen. Die Kronen und Wurzeln der Bäume wurden regelmäßig beschnitten, so daß die agroforstliche Anlage weitgehend den Beratungsempfehlungen des Projektes entsprach.

Die Fruchtfolge begann mit der einjährigen Gründüngung eines Artengemisches aus *Tephrosia*, *Cajanus cajan* und *Crotolaria*, im zweiten und dritten Jahr folgt in der großen Saison die Mischkultur Mais/Soja/Süßkartoffel und in der kleinen Saison die Mischkultur Mais/Bohnen. Zu Beginn des zweiten Jahres erfolgte eine Düngung mit 20 t/ha Mist zur Mischkultur in der kleinen Saison. Alle drei Glieder der Fruchtfolge: Gründüngung, Mischkultur Jahr zwei und Mischkultur Jahr drei wurden in jedem Jahr angebaut, sodaß Jahresschwankungen erfaßt werden konnten. Sie dienten gleichzeitig als Wiederholung zur statistischen Verrechnung des Versuchs. In Tabelle 4.5 ist die Versuchsanordnung zusammengefaßt.

Obwohl die Feldfrüchte in Variante B bis an den Stamm der Bäume angebaut wurden, erfolgte bei der Ermittlung des Hektarertrages ein Flächenabzug von 10% für die Baumstreifen, d.h. die Ertragszahlen wurden mit dem Faktor 0,9 multipliziert. Auf diese Weise wurde eine überhöhte Ertragsermittlung vermieden. Trotz dieses durch die Baumstreifen bedingten Flächenverlustes erbrachten fast alle Kulturen im agroforstlichen System einen Mehrertrag, Süßkartoffeln sogar um 25% (Tabelle 4.6). Lediglich die Sojabohne mußte - vermutlich wegen ihrer Schattenempfindlichkeit - erhebliche Ertragseinbußen hinnehmen. Weniger ausgeprägt waren die Unterschiede im Stroh- und Blattertrag, aber sie bestätigten diese Tendenz. Bei der Gründüngung gab es kaum Unterschiede, während die Unkrautentwicklung ohne Bäume deutlich geringer ausfiel. Zu den physischen Leistungen des Systems B ist dafür noch der Ertrag von den Bäumen hinzuzurechnen. Bei einem Bestand von 250 Bäumen pro Hektar und einer neunjährigen Umtriebszeit wurde ein jährlicher Hektarertrag von 5,9 m³ Stammholz, 4,8 t Zweigen und 2,1 t Blättern berechnet. Bei einem Feuerholzverbrauch von 1 m³ pro Person und Jahr könnten mit diesem Ertrag zehn Menschen versorgt werden²³⁾.

23) Angaben nach PREISLER (1985c); NEUMANN & PIETROWICZ (1985a) ermittelten, daß 1050 kg frischer Äste 1 m³ Festholz entsprechen. Bei den hier angegebenen Werten handelt es sich um Frischmasse. Zur Umrechnung in Trockenmasse für Blätter und Äste wurde der Faktor 0,50 bzw. 0,65 ermittelt.

Tab. 4.5: Anordnung des Feldversuchs Agroforstwirtschaft

Behandlungen:	A: ohne Bäume
	B: mit 250 Bäumen/ha (<i>Grevillea robusta</i>)
Wiederholungen:	drei über die Anbaujahre
Fruchtfolge:	Jahr 1: Gründüngung (<i>Tephrosia</i> , <i>Cajanus</i> , <i>Crotolaria</i> etc.)
	Jahr 2: große Saison Mais/Soja/Süßkartoffel kleine Saison Mais/Bohne
	Jahr 3: wie in Jahr 2, mit Mistgabe 20 t/ha
Quelle: NEUMANN & PIETROWICZ (1985a)	

Tab. 4.6: Die Wirkung von Baumüberbau auf Feldfrüchte, Gründüngung und Unkrautentwicklung im Feld

Behandlung	A	B*	Signifikanz P
	ohne Bäume	250 Bäume/ha	
Mais (kg/ha)	1 204	1 328 (+10%)	0,01
Bohnen (kg/ha)	798	797	
Sojabohnen (kg/ha)	312	220 (-30%)	0,05
Süßkartoffeln (kg/ha)	2 439	3 038 (+25%)	0,05
Gründüngung (kg TM/ha)	14 560	13 742 (- 6%)	0,05
Unkräuter (kg TM/ha)	1 679	1 985 (+18%)	0,05
Stammholz (m ³ /ha)	-	5,9	-
Astholz (kg/ha)	-	4 800	-
Blattmasse (kg/ha)	-	2 100	-

* für die Baumreihen wurde ein Flächenverlust von 10% angenommen; entsprechend wurden die Erträge aus dem Ackerbau mit dem Faktor 0,9 multipliziert.
Quelle: KOTSCHI (1987), verändert, nach NEUMANN & PIETROWICZ (1985a)

Dieses positive Ergebnis überraschte zunächst, hatte man doch mit Ertragseinbußen durch die Bäume gerechnet. Auf der Suche nach einer Erklärung zog man die mikroklimatischen und bodenkundlichen Begleituntersuchungen hinzu. Leider waren sie nicht umfangreich genug, um eine eindeutige Antwort zu finden. An dieser Stelle mußte man sich auf Hypothesen beschränken.

Gehen wir die Parameter im einzelnen durch. Da das Licht unter den Bäumen um 38% reduziert war, könnte es im Vergleich zur Kontrolle nur ertragsmindernd wirken. Offensichtlich war aber die verbleibende Strahlung für die Feldkulturen mit Ausnahme von Soja ausreichend.

Der Bodenwasserhaushalt wurde über regelmäßige Bodenfeuchtemessungen ermittelt. Signifikante Unterschiede zwischen den beiden Varianten konnten nicht ermittelt werden. Zwei gegenläufige Wirkungen sind denkbar: einerseits ist Wurzelkonkurrenz zwischen Bäumen und Feldfrüchten zu erwarten und diese würde ertragsmindernd wirken; andererseits können im agroforstlichen System eine höhere Infiltrationsrate und geringerer Oberflächenabfluß angenommen werden, so daß dem System insgesamt mehr Wasser zugeführt wird.

Schließlich kann davon ausgegangen werden, daß der Baumüberbau das Mikroklima verbessert. Durch die Beschattung sind die Maximumtemperaturen im Tagesgang verringert und die relative Luftfeuchte ist erhöht. Dies führt zu geringerer potentieller Evaporation²⁴⁾. In diesem Zusammenhang ist auch die Beobachtung

24) Über eine Periode von 49 Wochen im Jahr 1983 war die potentielle Evaporation (offene Wasseroberfläche auf Bodenniveau) in Variante B um durchschnittlich 36% geringer als bei der Kontrolle.

interessant, daß auf dem freien Feld an klaren, sonnigen Tagen mit hohen Temperaturen vom späten Vormittag an deutliche Anzeichen von Welketracht bei den Kulturen auftraten. Unter den Bäumen dagegen wurden diese Welkephänomene nicht festgestellt. Durch die Bäume wird offensichtlich ein Mikroklima geschaffen, das den Transpirationsdruck der Pflanzen zeitweise senkt und dadurch eine produktivere Verwendung des knappen Wassers im System ermöglicht. So bleibt zu untersuchen, inwieweit die verringerte Strahlung im agroforstlichen System durch eine längere Zeitdauer ausgeglichen wird, in der die Kulturen photosynthetisch aktiv sind. Im offenen Felde kommt es durch Hitze und Wassermangel zu einer Mittagsunterbrechung der Photosynthese. Diese ist unter Bäumen wahrscheinlich wesentlich kürzer.

Bezüglich das **Nährstoffhaushaltes** ist schließlich zu berücksichtigen, daß die Bäume mit ihren tiefen Wurzeln zusätzliche Nährstoffe aus dem Unterboden mobilisieren und über den Laubfall den Oberboden düngen²⁵⁾.

Faßt man all diese Überlegungen zusammen, so sind Nährstoffanreicherung durch Laubfall und Verbesserung des Wasserhaushalts durch ein verändertes Mikroklima die wahrscheinlichsten Faktoren für eine ertragssteigernde Wirkung der Bäume auf die Feldkulturen.

25) NEUMANN & PIETROWICZ (1985a), Tab. 6/4 ermittelten auf verschiedenen Versuchsflächen über einen Meßzeitraum von 18 Monaten den Laubfall von *Grevillea robusta* und kamen auf einen Durchschnittswert von 4 t Trockenmasse/ha/Jahr bei einer Bestandesdichte von 190-250 Bäumen, die älter als 4 Jahre sind. Dies entsprach einer jährlichen Nährstoffzufuhr von im Mittel 34 kg N, 0,36 kg P, 16 kg K, 56 kg Ca und 4,8 kg Mg (Elementmengen je nach Standort verschieden).

4.1.5 Zur Leistung agroforstlicher Systeme

Im nächsten Schritt wird nun die Leistung der zwei Produktionssysteme miteinander verglichen. In Tabelle 4.7 ist der Deckungsbeitrag pro Hektar angegeben, der auch als Maß für die Flächenproduktivität der beiden Systeme gesehen werden kann. Obwohl die Bäume in System B die Ackerfläche um 10% verringerte, reduzierte sich der Ertrag der Feldkulturen nur geringfügig, und lag mit dem zusätzlichen Ertrag von den Bäumen um 30% über dem traditionellen System.

Der höhere Deckungsbeitrag ist allerdings auch mit einem höheren Arbeitsaufwand verbunden. Das Pflanzen der Bäume, regelmäßiges Beschneiden der Kronen sowie der Lateralwurzeln im Oberboden und schließlich das Einschlagen der Grevilleen erfordern einen um 13% höheren Arbeitsaufwand. Wird dieser zum Deckungsbeitrag ins Verhältnis gesetzt, ergibt sich eine um 14% höhere Arbeitsproduktivität (Tabelle 4.8).

Die höhere Flächenproduktivität trägt der zunehmenden Landverknappung Rechnung, der höhere Arbeitsaufwand schafft zusätzliche Arbeitsplätze, und gleichzeitig läßt sich auch noch die Arbeitsproduktivität erhöhen. Eine Neuerung ohne Nachteil also?

Bisher unberücksichtigt blieb, daß der Aufbau des agroforstlichen Produktionssystems erhebliche Investitionen erfordert. Der betriebswirtschaftliche Vergleich behandelte nur das vollentwickelte Agroforstsystem. Aber wie sieht die neunjährige Aufbauphase aus? Nach dem hier vorgestellten Berechnungsbeispiel muß für die Anlage der Baumstreifen auf 10% der Ackerfläche verzichtet werden, und erste Erträge aus dem Baumüberbau stellen sich erst im vierten Jahr ein. Gleichzeitig ist von Anfang an ein höherer Ar-

Tab. 4.7: Deckungsbeitrag eines agroforstlichen Systems als Maß seiner Flächenproduktivität (FRw/ha)

Behandlung	A	B
	ohne Bäume	250 Bäume/ha
Nahrungskulturen	96 291,-	92 754,-
Blätter der Bäume	---	8 580,-
Holz	---	23 564,-
Gesamt	96 291,- (100%)	124 989,- (130%)
Quelle: KOTSCHI (1987), berechnet nach NEUMANN & PIETROWICZ (1985a) und PREISSLER (1985c)		

Tab. 4.8: Arbeitsbedarf und Arbeitsproduktivität eines agroforstlichen Systems

Behandlung	A	B
	ohne Bäume	250 Bäume/ha
Arbeitsstunden/ha	3 000 (100%)	3 400 (113%)
FRw/Arbeitsstunde	32,1 (100%)	36,7 (114%)
Quelle: KOTSCHI (1987) berechnet nach PREISSLER (1985) und ADELHELM et al. (1986).		

beitsaufwand für Pflanzen und Pflege der Bäumchen notwendig.

In Tabelle 4.9 sind die wichtigsten Etappen dieser Aufbauphase mit ihren unterschiedlichen Aufwand-Ertragsverhältnissen zusammengestellt: Die Verringerung der Ackerfläche reduziert zunächst

Tab. 4.9: Investitionsphase beim Aufbau eines agroforstlichen Produktionssystems

	ohne Bäume	mit Bäumen				
		Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3	Jahr 7	Jahr 10
Flächenproduktivität (1000 FRw/ha)	96,3	86,7	86,7	86,7	108,5	124,9
Arbeitsaufwand (100 Std./ha)	30,0	31,0	30,0	31,0	32,7	34,0
Arbeitsproduktivität (FRw/Stunde)	32,1	28,0 (-13%)	28,9 (-10%)	28,0 (-13%)	32,9 (+2%)	36,7 (+14%)
Quelle: KOTSCHI (1987), berechnet nach PREISSLER (1985) und ADELHELM et al. (1986).						

die Flächenproduktivität; dies und der zusätzliche Arbeitsaufwand verringern die Arbeitsproduktivität, in diesem Beispiel um 13%. Erst im Jahr sechs ist das neue Produktionssystem dem alten überlegen, und volle Flächen- und Arbeitsproduktivität werden erst im Jahr zehn erreicht. Der Vergleich der beiden Produktionsverfahren, wie er physisch und ökonomisch durchgeführt wurde, hat selbstverständlich nur Modellcharakter. Eine Wiederholung dieses Vergleichs an anderen Standorten und vielleicht sogar innerhalb von Bauernfeldern wäre zur Absicherung der Ergebnisse wünschenswert.

Auf einige wichtige Variablen, die den Vergleich erheblich beeinflussen könnten, sei an dieser Stelle hingewiesen: Durch eine geschickte Gestaltung der Vegetation kann möglicherweise der vorübergehende Produktivitätsabfall gemindert werden. Außerdem

ist in Frage zu stellen, ob das Niveau von System A langfristig erhalten bleibt; wahrscheinlicher ist, daß die Flächenproduktivität kontinuierlich sinkt, da die Bodenfruchtbarkeit weiter zurück geht und die Bodenerosion zunimmt (YOUNG 1989, CHEATLE et al. 1989). Drittens kann davon ausgegangen werden, daß mit zunehmender Energieverknappung die Feuerholzpreise überproportional steigen werden. Alle diese Veränderungen könnten das Produktionssystem B gegebenenfalls noch konkurrenzfähiger machen.

Eine ähnliche Situation wie hier, bei der zur Erhaltung des Ackerlandes Investitionen notwendig sind, die oft die Möglichkeiten der Betroffenen übersteigen, ist typisch für viele Kleinbäuerliche Regionen der Tropen.

Für die landwirtschaftliche Beratung des PAP bedeutet dies, daß für den Einzelbetrieb sehr genau zu prüfen ist, wie eine Unterstützung "von außen" beispielsweise durch ein Entwicklungsprojekt aussehen muß, um das Ackerland - Lebensgrundlage der Menschen - zu erhalten.

Akzeptanz durch die Bauern: Trotz der erforderlichen Investitionen hat die Praxis des Bäumeplantzens ungeachtet der Betriebsgröße längst Eingang in die bäuerliche Praxis gefunden (PAP 1988). Inzwischen ist die Grevillea selbst auf Betrieben mit weniger als einem Hektar Ackerland ein beliebter Baum an Feld- und Wegrändern sowie in den Feldern geworden. Die Baumintegration kann als die bedeutendste Neuerung zur Intensivierung der Kleinbäuerlichen Landwirtschaft Ruandas angesehen werden.

4.2 Mischkultur

Werden verschiedene Kulturpflanzen auf einem Feld innerhalb eines Jahres gleichzeitig, phasenweise verschoben oder auch nacheinander angebaut, so spricht man von Mischkultur. Während der Pflanzenbau in Fruchtfolge einer zeitliche Gliederung unterliegt, findet bei der Mischkultur eine überwiegend räumliche Staffelung statt.

Gestatten die Niederschläge einen ganzjährigen Ackerbau, wie dies in Ruanda der Fall ist, so wird an die Stelle einer geernteten Pflanze meist gleich eine neue gesetzt, während die übrigen weiterwachsen. Die ganzjährige Pflanzenbedeckung schützt den Boden vor Erosion und Sonneneinstrahlung.

Auf diese Weise kann eine hohe Flächenproduktivität erzielt werden. Auf engstem Raum wird versucht, die maximale Vegetationsperiode auszuschöpfen. Dies gilt nicht nur für den oberirdischen Raum, sondern auch für den Wurzelraum. Die Mischungspartner mit ihren unterschiedlichen Wurzelsystemen können Nährstoffe und Wasser in der Regel besser nutzen, als dies durch nur eine Pflanzenart möglich wäre.

Dennoch ist das Für und Wider von Fall zu Fall abzuwägen. Entscheidend ist die Frage, mit welcher Zielsetzung angebaut wird. Dient die Ernte zur Selbstversorgung der Familie, dann kommt es weniger auf einen hohen als vor allem auf einen sicheren Ertrag an. Um das Risiko gering zu halten sind Mischkulturen den Reinkulturen meist überlegen. Dient die Ernte aber der Erzielung von Einkommen und besteht die Möglichkeit ein größeres Anbauisiko einzugehen, so können Reinkulturen unter Umständen die günstigere Alternative sein.

Um die Mischkulturen Ruandas besser kennenzulernen, ihre Bedeutung für die Landwirtschaft zu erfassen und um die Bestimmungsgründe für oder gegen Mischkultur zu ergründen, wurde vom Projekt eine Befragung bei 66 Bauern im Projektgebiet durchgeführt (NEUMANN 1984a). Die wichtigsten Ergebnisse sind in den folgenden Tabellen zusammengestellt.

Sie wurden zunächst gefragt: **Wieviel wird in Mischkultur angebaut?** Aus Tabelle 4.10 geht hervor, daß alle wichtigen Nahrungskulturen zu einem hohen Prozentsatz in Mischkultur angebaut werden. Dies gilt auch für Süßkartoffel und Maniok, die zwar in der kleinen Saison nur mit 46,1% bzw. 41,7% ausgewiesen sind, die jedoch, da mehrsaisonal, in der großen Saison meist in Mischung mit anderen Kulturpflanzen angebaut werden. Bohnen, Sorghum und Mais werden sogar zu 85-100% in Mischkultur angebaut.

Tab. 4.10: Mischkulturanteil der Anbaufläche der wichtigsten Kulturen

Kulturpflanze	Anbaufläche in Mischkultur (%)	
	kleine Saison	große Saison
Banane	64,8	77,1
Bohne	88,6	93,5
Sorghum	100,0	85,5
Mais	99,7	100,0
Süßkartoffel	46,1	65,4
Maniok	41,7	52,3
Quelle: MINAGRI (1985a)		

Bei der Entscheidung darüber, ob eine bestimmte Kultur in Mischung oder rein anzubauen ist, spielen auch Bodenqualität und die Entfernung vom Hof eine Rolle. Maniok und Süßkartoffeln stehen öfter auf ärmeren Böden als Reinkulturen. Nur 41% der im Projektgebiet befragten Bauern pflanzten auf schlechteren Böden eine Mischkultur an, während 50% eine Reinkultur auf ärmeren Böden bevorzugten. Bei weit vom Haus entfernten Feldern bevorzugten 55 % der Bauern aus arbeitssparenden Gründen den Anbau einer Reinkultur (NEUMANN 1984a).

Auf die Frage: **Welche Mischkulturen bauen Sie an?** nannten die Bauern insgesamt 57 Kombinationen. Die 10 wichtigsten Mischungen (Tabelle 4.11) zeigen eine starke Dominanz der Kombinationen mit

Tab. 4.11: Die zehn wichtigsten Mischkulturen im Projektgebiet: "Welche Mischkultur bauen Sie an?"

Mischkultur	Antworten %
Maniok/Süßkartoffel	33
Mais/Maniok/Süßkartoffel/Bohne	33
Mais/Süßkartoffel/Bohne	24
Maniok/Süßkartoffel/Bohne	18
Maniok/Süßkartoffel/Erdnuß	15
Mais/Sorghum/Maniok	12
Bohne/Erbse	9
Maniok/Süßkartoffel/Bohne/Banane	9
Mais/Bohne	9
Mais/Sorghum/Maniok/Süßkartoffel/Bohne	9
Ergebnis einer Befragung bei 66 Bauern; die Zahlen sind das Resultat von Mehrfachnennungen Quelle: NEUMANN (1984a)	

Mais/Süßkartoffel/Bohnen oder Maniok/Süßkartoffel/Bohnen und auch eine Kombination beider. Die Tendenz ist klar: die Süßkartoffel fungiert dabei meist als Leitkultur und wird mit Mais oder einer zweiten Knollenfrucht (Maniok) kombiniert und durch die Eiweiß liefernde Bohne ergänzt. Der langsamer wachsende Maniok deckt dabei den Boden nach der Ernte der Begleitkulturen.

Mischkulturen mit der Leitkultur Banane stellen eine weitere wichtige Gruppe dar. Drei Viertel der Befragten bauten die Banane nicht nur in Reinkultur im dichten Bananenhain an, sondern auch im weiten Verband in Mischung mit Nahrungskulturen. Bohnen, Süßkartoffeln, Maniok und Colocasie sind bevorzugte Bodenbedecker unter den weitgestellten Bananen, aber auch Mais wird darunter angebaut.

Befragt zur **Mischungseignung einzelner Kulturen** hielt die Mehrheit der Bauern vor allem Bohnen, Süßkartoffeln, Maniok und Mais für besonders geeignet. Größe und Wuchsform bestimmen ihre räumliche Anordnung im Gemisch: am Boden wachsen Buschbohnen, kleine Erbsen, Sojabohnen und Süßkartoffeln, während Erdnuß und Kartoffel wegen ihres höheren Lichtbedarfs dafür weniger geeignet sind; darüber stehen Maniok, Mais, Sorghum und Kletterbohne; das dritte Stockwerk füllen dann die Bananen. Auf den hausnahen, gartenbaulich intensiv genutzten Flächen wurden hohe Bestandesdichten gemessen. Die Pflanzdichten einzelner Kulturen waren in Mischung fast ebenso hoch wie in Reinkultur (JANSSENS, MPABANZI & NEUMANN 1985).

Aber nicht nur die räumliche Anordnung und die Bestandesdichte, sondern auch die zeitliche Staffelung der Mischungspartner entscheidet über ihre Eignung im Betrieb. Unterschiedliche Vegetationszyklen finden sich naturgemäß bei der Mischung ein-

saisonalen Kulturpflanzen (Mais, Bohne etc.) mit mehrsaisonalen Feldfrüchten (Süßkartoffel, Maniok etc.). Zwei typische Beispiele mögen dies verdeutlichen:

- Süßkartoffeln werden 15-30 Tage vor Bohnen und Sorghum gepflanzt;
- Colocasie und Maniok werden gegen Ende der großen Regenzeit oder auch während der Trockenzeit gepflanzt, und die neuen Mischungspartner werden zu Beginn der kleinen Regenzeit hinzugefügt.

Dieses Verfahren führt zu einem über das Jahr einigermaßen gleichmäßigen Nahrungsangebot, gleicht Arbeitsspitzen aus und ist relativ unempfindlich gegenüber Klimarisiken und Schädlingen.

Warum Mischkultur? Zu dieser Frage fiel die Antwort der Bauern (Tabelle 4.12) überraschend eindeutig aus; 61% nannten als ersten Grund "Landknappheit", weitere 24% "höhere Produktion". Beide Gruppen zusammen (85%) streben also eine höhere Flächenproduktivität an. An zweiter Stelle rangiert der Wunsch, durch den Anbau mehrerer Kulturen das Risiko zu verringern. Nur wenige nannten die ganzjährige Bodenbedeckung, womit Erosionsschutz als Motiv angesprochen ist. Auch die Antwort "weniger Arbeit" ist von untergeordneter Bedeutung, allerdings weist sie darauf hin, daß Mischkultur die Arbeitsproduktivität verbessern kann. In den meisten Fällen dürfte dieses Motiv jedoch nicht zum Tragen kommen. Offensichtlich ist die Landknappheit der alles überlagernde Grund für die Mischkultur. Dies wird besonders in den Kleinbetrieben deutlich. So haben JANSSENS, MPABANZI & NEUMANN (1985) festgestellt, daß der Anteil an Mischkultur infolge zunehmender Flächenverknappung zugenommen hat, was sich im höheren Mischkulturanteil bei Kleinbetrieben widerspiegelt. Andererseits bestätigt die Landesstatistik (MINAGRI 1986) diesen Trend nicht.

Tab. 4.12: Warum Mischkultur? - Bauern nennen ihre Gründe

Grund	Häufigkeit der Nennung (%)		
	1. Grund	2. Grund	3. Grund
1. Landknappheit	61	20	14
2. Höhere Produktion	24	23	30
3. Weniger Mißerfolge (Risiko)	11	41	15
4. Das Feld ist immer bedeckt	2	12	8
5. Weniger Arbeit	-	4	14
6. Tradition	2	-	6
7. Andere	-	-	13

Ergebnis einer Befragung bei 66 Bauern
Quelle: NEUMANN (1984a)

Zur Frage der Leistungsfähigkeit von Mischkulturen gegenüber Reinkulturen haben JANSSENS, MPABANZI & NEUMANN (1985) einen umfangreichen Feldversuch durchgeführt. An acht Standorten und über vier Vegetationsperioden (1979-1981) ermittelten Sie die Erträge von insgesamt 15 Anbauvarianten (fünf Reinkulturen, sieben zweigliedrigen und drei dreigliedrigen Mischkulturen). Die durchschnittlichen Erträge sind in den Tabellen 4.13 und 4.14 zusammengefaßt.

Die Absolutwerte in Tabelle 4.13 sind zunächst wenig aussagekräftig; sie verdeutlichen nur, inwieweit die Erträge der Mischungspartner in Mischung gegenüber Reinkultur abnehmen. Interessanter sind die als "land-equivalent ratio" (LER) angegebenen Relativwerte. Erst durch sie ist ein Vergleich physischer Erträge von Rein- und Mischkulturen möglich. Der LER-Wert ist der Quotient aus Ertrag in Mischkultur zum Ertrag in Reinkultur auf einer definierten Anbaufläche. Beträgt der LER-Wert für Mais in der

Tab. 4.13: Höhere Flächenproduktivität durch Mischkultur. Ergebnisse eines Feldversuchs (1979-81)

Kultur Leitkultur/1. Partn./2. Partn.	Land Equivalent Ratio			Summe	Erträge (kg/ha)				
	a	b	c		Buschb.	Kletterb.	Soja	Mais Sükart.	
Buschbohne	1,00	-	-	1,00	1005	-	-	-	-
Kletterbohne	1,00	-	-	1,00	-	1705	-	-	-
Sojabohne	1,00	-	-	1,00	-	-	1295	-	-
Mais	1,00	-	-	1,00	-	-	-	2940	-
Süßkartoffel	1,00	-	-	1,00	-	-	-	-	10763
Mais/Buschbohne	0,37	0,75	-	1,12	750	-	-	-	1098
Mais/Kletterbohne	0,25	0,79	-	1,04	-	1347	-	-	747
Mais/Soja	0,31	0,69	-	1,00	-	-	890	-	923
Süßkartoffel/Buschbohne	0,54	0,82	-	1,36	822	-	-	-	5865
Süßkartoffel/Kletterbohne	0,40	0,98	-	1,38	-	1676	-	-	4277
Süßkartoffel/Soja	0,43	0,71	-	1,14	-	-	915	-	4657
Süßkartoffel/Mais	0,67	0,43	-	1,10	-	-	-	1257	7240
Süßkartoffel/Buschbohne/Mais	0,43	0,78	0,34	1,55	783	-	-	-	993
Süßkartoffel/Kletterbohne/Mais	0,30	0,81	0,22	1,33	-	1378	-	-	649
Süßkartoffel/Soja/Mais	0,38	0,54	0,34	1,29	-	-	740	994	4066

Quelle: JANSSENS, MPABANZI & NEUMANN (1985), leistungsfähigste Mischung unterstrichen

Mischkultur Mais/Buschbohne 0,37, dann heißt dies, daß der Maisertrag in dieser Mischkultur nur 37 % gegenüber dem Maisertrag einer vergleichbaren Reinkultur beträgt. LER-Werte verschiedener Partner einer Mischkultur lassen sich zu einem Gesamt-LER addieren; dieser ist ein Maß für die Flächenproduktivität einer Mischkultur gegenüber den entsprechenden Reinkulturen.

Betrachtet man nun die LER-Werte der Mischkulturen, so sind alle außer der Kombination Mais/Sojabohne größer als eins, d.h. den Reinkulturen überlegen. Herausragend sind die Kombinationen Süßkartoffel/Buschbohne und Süßkartoffel/Kletterbohne sowie selbige Kombinationen um Mais ergänzt.

Die Überlegenheit der Naturalerträge bei Mischkultur sagt jedoch noch nichts über ihre Bedeutung für die Selbstversorgung oder für die Erzeugung von Einkommen aus. Deshalb haben die Autoren in Tabelle 4.14 weitere Kriterien zum Vergleich der einzelnen Varianten errechnet: den Ertrag in Kilokalorien pro Hektar, den

Proteinertrag im Kilogramm pro ha und den Rohertrag (FRw/ha). Zu den aus Tabelle 4.13 bereits bekannten Kulturen wurde die Bierbanane und die Mischkulturen Bierbanane/Süßkartoffeln und Bierbanane/Bohne noch aufgenommen.

Im Vergleich der Produktionsverfahren lassen sich die folgenden Aussagen treffen: Die Bierbanane als Reinkultur oder auch in Kom-

Tab. 4.14: Gesamterträge verschiedener Mischkulturen in Kilokalorien, Eiweiß und Geld

Kultur Leitkultur/1.Partner/2.Partn.	Erträge je Hektar			LER ^{a)}
	Energie 10 ⁶ Joule	Protein kg	Rohrertrag FRw	
Buschbohne	14125	218	30141	1,00
Kletterbohne	23983	362	50029	1,00
Sojabohne	21945	433	32376	1,00
Mais	43911	276	44095	1,00
Süßkartoffel	54492	172	75344	1,00
Bierbanane	11673	18	174375	n.b. ^{b)}
Bierbanane/Süßkartoffel	27330	211	158000	n.b. ^{b)}
Bierbanane/Bohne	18209	308	166855	n.b. ^{b)}
Mais/Buschbohne	30430	288	42483	1,12
Mais/Kletterbohne	32317	376	53784	1,04
Mais/Soja	31552	404	38788	1,00
Süßkartoffel/Buschbohne	41242	272	65699	1,36
Süßkartoffel/Kletterbohne	45216	432	80222	1,38
Süßkartoffel/Soja	39275	387	55758	1,14
Süßkartoffel/Mais	59476	260	73504	1,10
Süßkart./Buschbohne/Mais	49103	311	67461	1,55
Süßkart./Kletterbohne/Mais	47158	422	75362	1,33
Süßkart./Soja/Mais	50087	412	63953	1,29
Mittelwert Reinkultur	31690	292	45397	1,00
Mittelw. zweifache Mischk.	39928	346	58600	1,16
Mittelw. dreifache Mischk.	48781	382	68925	1,39

a) LER = Land equivalent ratio, b) n.b.= nicht bestimmt
Quelle: JANSSENS, MPABANZI & NEUMANN (1985) für alle Kulturen außer den Kombinationen mit Bierbananen; s. dazu BENNETT & PREISLER (1987)

bination mit Süßkartoffeln bzw. Bohnen liefert mit Abstand die höchsten Roherträge und auch die beste Entlohnung der Arbeit. Der hohe Anteil von Bananenpflanzungen in der Landschaft bestätigt dies.

Dagegen bietet die Süßkartoffel in Kombination mit Mais den höchsten Nährwert (kcal) und die Sojabohne den höchsten Proteinertrag. Die Mischung Süßkartoffel/Kletterbohne liefert einen ebenso hohen Proteinertrag und den höchsten Rohertrag der Feldkulturen ohne Bierbanane.

Für welche Kultur sich ein Betrieb entscheidet, hängt vom seinem Produktionsziel ab. Handelt es sich um eine Familie, die unter Landknappheit wirtschaftet, viele Menschen ernähren muß, andererseits aber auch über viel Arbeitskraft verfügt, so muß sie das Ziel verfolgen, die Flächenproduktivität zu maximieren und gleichzeitig das Risiko so gering wie möglich zu halten, d.h. einen möglichst hohen Grad der Selbstversorgung zu erreichen. Sie entscheidet sich also für den Anbau von Nahrungskulturen mit einem möglichst ausgewogenen Stärke-Eiweißverhältnis. Diesbezüglich herausragend sind die Mischkulturen Süßkartoffel/Kletterbohne und Süßkartoffel/Kletterbohne/Mais. Die Befragung "welche Mischkulturen bauen Sie an" (Tabelle 4.11) bestätigte dies: 55 % der Bauern nannten die Kombination Mais/Süßkartoffel/Bohne.

Vermindert sich die Anbaufläche pro Familie weiter, so kann auf ein ausgewogenes Eiweiß-Stärke Verhältnis keine Rücksicht mehr genommen werden, sondern dann geht es um die Maximierung des Kalorienertrages, und der Süßkartoffel in Reinkultur oder der ertragssicheren Kombination mit Maniok wird der Vorzug gegeben. Nicht umsonst werden diese Knollenfrüchte auch als "Hungerkulturen" bezeichnet.

Handelt es sich andererseits um eine Familie mit größeren Ackerflächen, so könnte das Produktionsziel lauten: Deckung der Subsistenz auf Teilflächen und Maximierung des Einkommens (und der Arbeitsproduktivität) auf den übrigen Feldern. Dort kämen dann der Anbau von Bierbananen zur Bierherstellung in Frage.

Welche Schlußfolgerungen und Empfehlungen ergeben sich nun aus den gewonnenen Ergebnissen? Sie machen deutlich, daß Mischkulturen sehr leistungsfähig und den Reinkulturen oft überlegen sein können. In der Projektregion erwiesen sich die Dreierkombinationen den Zweierkombinationen als überlegen. Als besonders positiv erwies sich die in der Region neu eingeführte Kletterbohne. Weitere Arbeiten zur Verbesserung der Mischkulturen wären wünschenswert.



Foto 5: Die Erosionsschutzlinien mit Grevillea-Bäumen und Leucaena-Hecken dienen nicht nur dem Erosionsschutz; sie liefern auch Brenn- und Bauholz, Mulchmaterial und Futter.

4.3 Gründung²⁶⁾

In der kleinbäuerlichen Landwirtschaft Ruandas hat die Brache zwar immer noch ihren Platz, aber sie verliert an Bedeutung. Früher betrug in ökologisch stabilen Feld-Brache-Wechselwirtschaften die Brachezeiten vier bis sechs Jahre oder mehr. Dieser Zeitraum reichte für die Entwicklung einer natürlichen Busch- und Baumvegetation aus. Heute wird erschöpftes Ackerland erst dann brach liegengelassen, wenn selbst der Anbau von Bittermanioke nicht mehr lohnt. Entsprechend langsam und kümmerlich ist der natürlich auflaufende Bewuchs. Meist entwickelt sich nur eine wenig produktive Grasvegetation, die gleichzeitig für mehrere Jahre als Weide dient und nur eine mäßige Regenerationswirkung hat. Für das Jahr 1982 errechnete DELEPIERRE (1985) eine mittlere Nahrungskulturfläche von 0,55 ha und eine durchschnittliche Brachefläche von 0,16 ha pro Betrieb. D.h. im Mittel lagen nur 23 % der Ackerfläche brach. Eine natürliche Buschbrache, wie sie zur Bodenregeneration nötig wäre, kann sich unter diesen Bedingungen nicht mehr entwickeln.

Mit einer intensiven Gründung wird beabsichtigt, in kurzer Zeit eine ähnlich bodenregenerierende Wirkung zu erzielen, wie mit der längerandauernden Busch- und Baumbrache einer spontanen Vegetation. Daher wurde sie in der Projektliteratur auch "Intensivbrache" genannt.

Für das PAP war die Gründung ein Ansatz, die für eine Fruchtbarkeitserhaltung nicht ausreichenden Kompost- und Mistmengen zu ergänzen. Anfangs wurden zwei Formen in Betracht gezogen:

26) Dieses Kapitel stützt sich vollständig, wo nicht anders vermerkt, auf die Ausarbeitungen von PIETROWICZ & NEUMANN (1987). Wörtliche Zitate sind nicht gekennzeichnet.

- * Eine einsaisonale Gründüngung im wesentlichen mit *Mucuna utilis* (Wuchszeit bis 4 Monate), wie sie bereits im ISAR verwendet wurde (FURNEMONT & CAMERMAN 1976), und
- * die mehrsaisonale, buschige Gründüngung, bestehend aus einem bunten Artengemisch schnellwüchsiger Ranken, Büsche, kleiner Bäume mit hohem Leguminosenanteil und mindestens zehnmonatiger Wuchszeit.

In den Untersuchungen wurde die Standorteignung verschiedenster geeignet erscheinender Brachepflanzen einzeln und in Mischung getestet, die Entwicklung und die Erträge von Artenmischungen ermittelt, sowie die Wirkung von Gründüngung auf Folgekulturen und auf den Boden gemessen. Schließlich wurde auch der Frage nachgegangen, inwieweit die Gründüngung Eingang in die bäuerliche Praxis fand.

4.3.1 Auswahl geeigneter Pflanzenarten und Artenmischungen

Bei der Entwicklung der Gründüngung wurde damit begonnen, potentielle Gründüngungspflanzen auf ihre Eignung zu untersuchen. Der Auswahl lagen mehrere Kriterien zu Grunde. Wichtigster Gesichtspunkt war, die Funktion der natürlichen Busch- und Baumbrache möglichst weitgehend zu ersetzen und die Ertragsfähigkeit des Bodens zu verbessern. Dabei sollten die Arten auf einem möglichst breiten Spektrum der Böden und Standorte der Projektregion gedeihen, sich in das Anbausystem einpassen, einfach handzuhaben sein (z.B. Saatgutgewinnung, Auflösung der Gründüngung) und eventuell Nebennutzungen zulassen. Des weiteren beeinflussten zwei ökologische Gestaltungsprinzipien die Zusammenstellung der Gründüngungsgemische: eine möglichst hohe Artenvielfalt wurde angestrebt, und lokal vorhandene Arten sollten bevorzugt eingesetzt werden (EGGER

1981b und 1982c).

Zunächst wurden vielversprechende lokale Pflanzenarten gesammelt, die an Feld- und Wegrändern oder auf Brachflächen wuchsen und nicht landwirtschaftlich genutzt wurden. Auf Vermehrungsflächen und in ersten Screening-Versuchen wurden wesentliche Eigenschaften der lokalen und einer Reihe eingeführter Arten verglichen. Es galt die folgenden Fragen zu beantworten:

- * Wie verläuft ihre Entwicklung (Aufgang, Bodenbedeckung, Biomassezuwachs etc.)?
- * Welche Produktionsleistungen (Biomasse) können sie in einem gegebenen Zeitraum erbringen?
- * Wie ist ihr Verhalten in Mischung mit anderen Arten?

Dieses "Screening" von Arten und Sorten wurde bis 1987 fortgesetzt und erheblich ausgeweitet. RAQUET (1989) testete auf seinen Versuchsflächen insgesamt 64 Leguminosen, und führte für einen Teil davon systematische Feldversuche auf einem breiten Spektrum von Bauernfeldern durch, um ihre Eignung auf den unterschiedlichsten Standorten zu erproben.

Auf guten Böden war *Mucuna utilis* bei weitem die wuchsfreudigste aller saisonalen, krautigen Arten. In fünfmonatiger Wuchszeit produzierte *Mucuna* auf geeigneten Standorten zwischen zwei und vier t/ha Trockensubstanz, die den Boden während zwei bis drei Monaten vollständig zu decken vermag, Unkraut nahezu gänzlich unterdrückt und sich sehr leicht einarbeiten läßt. FURNEMONT (1980, mündliche Mitteilung; FURNEMONT & CAMERMAN, 1976) berichtet sogar von bis zu sieben t/ha Trockensubstanz bei Verwendung von Kletterstangen. Auf nährstoffarmen, sauren Böden entwickelte sich *Mucuna* jedoch nur sehr schwach und erreichte teilweise nicht einmal eine vollständige Bodendeckung.

Tab. 4.15: Wachstum saisonaler Gründüngungspflanzen

Spezies	Wachstums- dauer (Monate)	Wuchs- höhe (cm)	Frisch- masse (t/ha)	Trocken- masse (t/ha)
<i>Crotalaria micrans</i> * a)	4,5	150	21,5	3,9
b)	4,0	n.b.	36,1	8,7
<i>Dolichos lablab</i>	5,5	50-60	14,2	3,2
<i>Mimosa invisa</i>	5,5	40	16,4	3,8
<i>Mucuna utilis</i>	3,0	30-40	10,1	2,1

* a) verarmter Standort, b) durchschnittlicher Standort
Quelle: RAQUET (1989)

Wie auch aus Tabelle 4.15 ersichtlich, ist *Crotalaria micrans* auf armen Böden der beste Ersatz für *Mucuna*. *Crotalaria* bedeckt ebenfalls den Boden schnell, schützt somit wirksam vor Erosion und unterdrückt auflaufende Unkräuter. Nachteilig ist der relativ starke Insektenbefall der Hülsen. Auch *Mimosa invisa* und *Dolichos lablab* können im Vergleich zu *Mucuna* höhere Biomasseerträge erbringen, aber infolge geringerer Anfangsentwicklung müssen sie mit rasch auflaufenden Unkräutern konkurrieren. *Dolichos* ist außerdem recht anfällig für Schädlingsbefall.

In die engere Wahl kamen außerdem *Crotalaria retusa*, *Crotalaria podocarpa*, und *Canavalia ensiformis* sowie *Lupinus albus* und *Lupinus angustifolius*. Diese Arten zeigten vereinzelt - offenbar standortbedingt - gute Resultate. Für die Absicherung der Ergebnisse sind weitere Versuche notwendig.

Bei der mehrsaisonalen Gründüngung wurden zunächst einzelne Arten und deren Mischungen getestet. Obwohl die Reinkultur in manchen

fällen den höchsten Biomasseertrag zeigte, wurde der Mischung der Vorzug gegeben, da diese im Mittel sich besser an die kleinräumigen Standortunterschiede und saisonalen Witterungsschwankungen anpassen kann und gegen Krankheiten und Schädlinge weniger anfällig ist. In einer abgestimmten Mischung lassen sich die vorteilhaften Eigenschaften verschiedener Arten kombinieren.

Zu Versuchszwecken wurde eine Standardmischung für die Projektregion entwickelt, die sich aus den Arten *Tephrosia vogelii*, *Cajanus cajan*, *Crotalaria lachnophora* und *Desmodium intortum/uncinatum* zusammensetzt. Anfangs wurde sie noch durch den höher wachsenden Strauch *Sesbania macrantha* ergänzt. Dies führte zu einem Rückgang des Biomassewachstums in mittlerer Höhe des Bestandes zugunsten von *Sesbania*, die jedoch aufgrund ihres kleinen Blatt:Stamm-Verhältnisses eine wesentlich geringere Leistung erbrachte. Da bald klar wurde, daß nur eine Mischung für das breite Spektrum der Standorte nicht ausreichte, wurden zahlreiche weitere Arten auf ihre Eignung hin untersucht. Besonders erwähnenswert sind davon *Crotalaria agathiflora*, sowie weitere *Crotalaria*-Arten aus Zaire, *Desmodium discolor*, *Desmodium distortum*, *Dolichos lablab* und *Canavalia ensiformis*.

4.3.2 Praktische Erfahrungen mit Gründüngung

Die einsaisonale Gründüngung mit *Mucuna* gelingt nur dann sicher, wenn sie rechtzeitig zu Beginn der großen Regenzeit (im Februar-März) eingesät wird. Die kleine Regenzeit ist wegen der unregelmäßigen Niederschläge weniger geeignet. Für den bäuerlichen Betrieb bedeutet dies: Aussaat und Auflösung dieser Gründüngung erfolgen zu den Zeiten jahreszeitlicher Arbeitsspitzen, und gleichzeitig geht die "wertvollere" Regenzeit für den Anbau von

Nahrungskulturen verloren. Demgegenüber ist der Zugewinn an Bodenfruchtbarkeit eher gering. Erschwerend kommt hinzu, daß *Mucuna* nicht als Futter genutzt werden kann, da Bohnen und Laub stark giftig sind. Darüberhinaus verlangt sie auch relativ fruchtbare Böden. Deshalb ist es nur allzu verständlich, daß diese Methode von der bäuerlichen Praxis nicht aufgegriffen wurde.

Die mehrsaisonale Gründüngung mit verholzenden Pflanzen belegt ein Feld für mindestens ein Jahr; sie kann sowohl in der großen, als auch in der kleinen Regenzeit ausgesät werden. Versuche zum Aussaatzeitpunkt ergaben keine eindeutigen Unterschiede weder bezüglich des Biomasseaufwuchses noch in der Wirkung der Gründüngung auf Folgekulturen. Es wurde lediglich deutlich, daß die Aussaat in der großen Regenzeit rechtzeitig zu Beginn erfolgen sollte, während der Einsaattermin in der kleinen Regenzeit von September bis weit in den November verschoben werden und damit außerhalb der Arbeitsspitzen liegen kann.

Den Vegetationsverlauf einer in der kleinen Regenzeit eingesäten Gründüngung hat RAQUET (1989) ausführlich beschrieben. *Cajanus*, *Crotalaria* und *Tephrosia* keimten nach einer Woche und wuchsen trotz reichlichem Regen zunächst nur langsam. Eine noch langsamere Anfangsphase hatte *Desmodium*. Nach drei Monaten hatte sich ein relativ gleichmäßiger 20-30 cm hoher Bestand entwickelt, ohne jedoch den Boden befriedigend zu bedecken. Raquet vermutet, daß die Pflanzen in dieser Zeit zunächst ihr Wurzelsystem entwickeln. Mit den ersten Regen der großen Regenzeit setzte dann ein rasches Massenwachstum ein, der Bestand erreichte eine Höhe von 150 cm und bedeckte den Boden vollkommen.

Infolge der langsamen Anfangsentwicklung bot die Gründüngung in den ersten 3 Monaten keinen wirksamen Erosionsschutz. Eine gute Bodenbedeckung wurde jedoch durch die zunächst zahlreichen spontan keimenden Unkräuter gewährleistet (insbesondere *Bidens pilosa*, *Galinsoga parviflora*, *Tagetes minuta*, *Ageratum conyzoides* u.a.). Die meisten verdorrten dann während der Trockenzeit. Problematischer dagegen waren rhizombildende Unkräuter (*Digitaria*, *Comelina* und *Cynodon*); in einigen Fällen unterdrückten sie die Gründüngungspflanzen so stark, daß die Flächen gejätet werden mußten. Sie konnten erst bei 18-24 Monate alten Brachebeständen wirksam unterdrückt und zum allmählichen Verschwinden gebracht werden.

Vom PAP wird empfohlen, nach gut zehntonatiger Wachstumszeit, d.h. ca. 14 Tage vor der Feldvorbereitung und noch in der arbeitsarmen Trockenzeit den Bestand mit dem Haumesser abzuschlagen und auf dem Boden abtrocknen zu lassen: nach etwa 8-10 Tagen können die stärkeren verholzten Stengel und 'Stämmchen' als Feuerholz gesammelt werden, das trockene Laub läßt sich leicht abschütteln. Bei der nachfolgenden Feldbestellung wird die welke Gründüngungsmasse in den Boden eingearbeitet. Erfahrungsgemäß ist diese Arbeit nicht schwerer als bei einem Feld ohne Gründüngung, da in ersterem der Boden deutlich lockerer ist und kein Unkraut (bes. *Cynodon* und *Comelina*) gejätet werden muß.

Zu diesem Zeitpunkt kann - je nach Standortgüte und Niederschlagsverhältnissen - mit einer überirdischen Biomasse von 6-16 t TM/ha gerechnet werden. Hinzu kommen für diesen Zeitraum ca. 8 t TM/ha Laubstreu.

Nach Untersuchungen von RAQUET (1989, s. auch Tabelle 4.16) wird die Biomasse hauptsächlich von *Crotalaria* und *Tephrosia* gebildet,

Tab. 4.16: Zusammensetzung von zwei erprobten Buschmischungen^{a)} nach elfmonatigem Wachstum

Pflanzenart	Oberirdische lebende Biomasse			
	Mischung I		Mischung II	
	t TM /ha	%	t TM /ha	%
Cajanus	1,44	14,1	1,49	18,3
Crotalaria	5,73	56,2	2,15	26,3
Tephrosia	3,04	29,7	4,52	55,4
Gesamt	10,21	100,0	8,16	100,0
	(5,69-15,45)		(3,83-14,96)	

a) Mischung I: Cajanus cajan, Crotalaria lachnophora, Tephrosia vogelii und Desmodium uncinatum/intortum; Mischung II: wie bei Mischung I aber mit Crotalaria pallida anstatt Crotalaria lachnophora.
Quelle: RAQUET (1989), Mittelwerte von 9 Versuchen mit 3-6 Wiederholungen auf Bauernfeldern in Kavumu.

während der Anteil von Cajanus nur 14 bzw. 18% beträgt. Desmodium füllte nicht, wie ursprünglich angenommen, das untere Stockwerk des Bestandes aus; die Beschattung erwies sich als so stark, daß dieser Bodenbedecker sich nur langsam oder nicht entwickeln konnte. Zum Zeitpunkt der Ernte war sein Massenanteil so gering, daß er bei der Gesamtrechnung vernachlässigt werden konnte (Tabelle 4.16).

Tabelle 4.17 gibt einen Überblick über die Zusammensetzung einer Gründüngung nach Pflanzenteilen. Da man in diesem Versuch die Laubstreu nur zum Zeitpunkt der Ernte gemessen hatte, wurde die Berechnung um geschätzte 5,45 t TM/ha bereits mineralisierter Laubstreu ergänzt.

Tab. 4.17: Zusammensetzung der Biomasse einer elfmonatigen Gründüngung nach Pflanzenteilen und Vergleich mit einer natürlichen Brache

	t TM/ha ^{a)}	%
verholzte Teile	8,75	47,5
Blätter	1,08	5,9
Laubstreu zum Erntezeitpunkt	2,55	13,9
Laubstreu (bereits mineralisiert) ^{b)}	5,45	29,6
Unkraut	0,58	3,2
Gründüngung gesamt	18,41	100,0
Natürliche Brache	4,42	

a) Mittelwert der Gründüngungsmischungen I und II eines Versuches mit vier Wiederholungen auf dem Versuchsfeld in Nyirabanguka;
b) geschätzte zum Zeitpunkt der Ernte bereits mineralisierte Laubstreu;
Quelle: verändert nach RAQUET (1989)

Auffallend ist der hohe Ertrag gegenüber der natürlichen Brache. Selbst wenn man die verholzenden Teile der Gründüngung zu Feuerholzzwecken dem System entnehmen würde, so beträgt die verbleibende Biomasse immer noch das dreifache gegenüber der natürlichen Brache.

4.3.3 Die Wirkung von Gründüngung auf die Folgekulturen und den Boden

Die Wirkung der Gründüngung, wie sie sich auf Wachstum und Ertrag von Folgekulturen messen läßt, ist meist sehr komplex. Wichtige positive Faktoren sind im allgemeinen: Stickstoffakkumulation,

Mobilisierung von Nährelementen aus dem Boden, Erweiterung des Wurzelraumes und damit Verbesserung des Nährstoff- und Wasserangebotes. Weiterhin gehören dazu die Stabilisierung des Bodengefüges und die Unterdrückung von rhizombildenden Unkräutern. Dagegen kann sich negativ auswirken, daß Nährstoffe biologisch blockiert werden (bes. N und P), daß bei unzureichendem Auflaufen der Gründüngung Unkraut verstärkt auftritt, und daß sich die Folgekultur mit Gründüngung wenig verträgt (allelopathische Faktoren).

In der verhältnismäßig kurzen Zeitspanne von kaum zweieinhalb Jahren konnten nur wenige Aspekte dieses komplexen Faktorenggefüges untersucht werden. Vor allem reichte sie nicht aus, um eindeutige Effekte der Gründüngung auf chemische Bodenparameter nachzuweisen. Es erscheint zudem problematisch, ausgehend von den standortspezifischen Ergebnissen allgemeingültige Aussagen zu treffen.

In Tabelle 4.18 ist zunächst die unmittelbare Wirkung auf den Ertrag von Folgekulturen dargestellt. Sie zeigt, daß bei fast allen Versuchen eine Ertragssteigerung durch vorangegangene Gründüngung festgestellt werden konnte. Allerdings variieren die Mehrerträge in weiten Grenzen. Zusammenfassend lassen sich folgende Aussagen machen:

- * die höchsten Mehrerträge sind auf Böden mittlerer Fruchtbarkeit zu erwarten.
- * in der zweiten Anbauperiode nach Gründüngung ist meist nur noch eine schwache Nachwirkung zu erkennen; ihre Wirkung hält also nicht sehr lange an.
- * eine Ausnahme bilden sehr arme Standorte; hier ist eine wenn auch geringe Wirkung erst in der zweiten Anbauperiode nach der Gründüngung zu erkennen. Wenn man von einzelnen, extrem hohen

Tab. 4.18: Die Wirkung von Gründüngung auf den Ertrag von Mais und Sorghumhirse

Folgesaison und Standort		ohne Gründüngung kg/ha	mit Gründüngung % Mehrertrag
Erste Saison nach Gründüngung			
- Versuchsfelder (Fermetten) ^{a)}	Mais	1531	30
	Mais	803	276
	Mais	760	225
	Mais	581	388
- Bauernfelder (mittlere Bodenfruchtbarkeit) ^{b)}	Mais	970	80
	Mais	280	4
Zweite Saison nach Gründüngung			
- Versuchsfelder (Fermetten) ^{a)}	Mais	1254	23
	Mais	420	25
	Mais	433	-1
- Bauernfelder (mittlere Bodenfruchtbarkeit) ^{b)}	Sorghum	750	13
	Sorghum	610	35
Quellen: a) PIETROWICZ & NEUMANN (1987), b) RAQUET (1989)			

Ertragssteigerungen absieht, so liegen die meisten Mehrerträge bei 50 bis 100 % in der ersten, bei 0-20 % in der zweiten Folgesaison.

In den oben dargestellten Versuchen überwiegen eindeutig die kurzfristigen Effekte der Gründüngung; mittel- oder gar langfristige Wirkungen konnten sich in den begrenzten Versuchslaufzeiten nicht in Erträgen der Kulturen manifestieren.

Die Mehrerträge nach Gründüngung lassen sich am ehesten aus der besseren Nährelementversorgung der Kulturen erklären. In der Gründüngung werden z.T. große Mengen an Nährstoffen akkumuliert, wie dies aus Tabelle 4.19 ersichtlich ist.

Bei der im allgemeinen beobachteten schnellen Rotte und Mineralisierung der Gründüngung werden diese Elemente in einer leicht verfügbaren Form freigesetzt und von der Folgekultur genutzt. Bei der Auswertung einer größeren Zahl von Versuchen stellten PIETROWICZ & NEUMANN (1987) fest, daß die kurzfristige Ertragswirksamkeit verschiedener Düngungsformen einschließlich Gründüngung vor allem durch die Bereitstellung von N und P erklärt werden kann.

Die Daten zeigen jedoch in allen Fällen eine für die Projektregion des PAP typische, unausgewogene Nährelementversorgung der Pflanzen an: Den hohen Gehalten an N und K stehen sehr geringe an P und Mg gegenüber. Während die Leguminosen große Mengen an N aus der Luft assimilieren können, sind sie bei den übrigen Ele-

Tab. 4.19 Elementgehalte in Gründüngung zur Zeit der Auflösung im August - Ergebnisse von vier Versuchen

Nr.	TM kg/ha	Elementgehalte				und -mengen in der Trockenmasse					
		N		P		K		Mg		Ca	
		%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha
1)	28.000	1,1	296	0,09	24	1,2	345	0,18	50	0,81	226
2)	9.600	1,4	133	0,10	10	1,5	124	0,29	27	1,50	144
3)	9.600	1,2	114	0,12	12	0,5	51	0,28	27	0,95	91
4)	12.000	1,4	173	0,06	7	0,5	62	0,38	45	1,63	195

Quelle: PIETROWICZ & NEUMANN (1987)

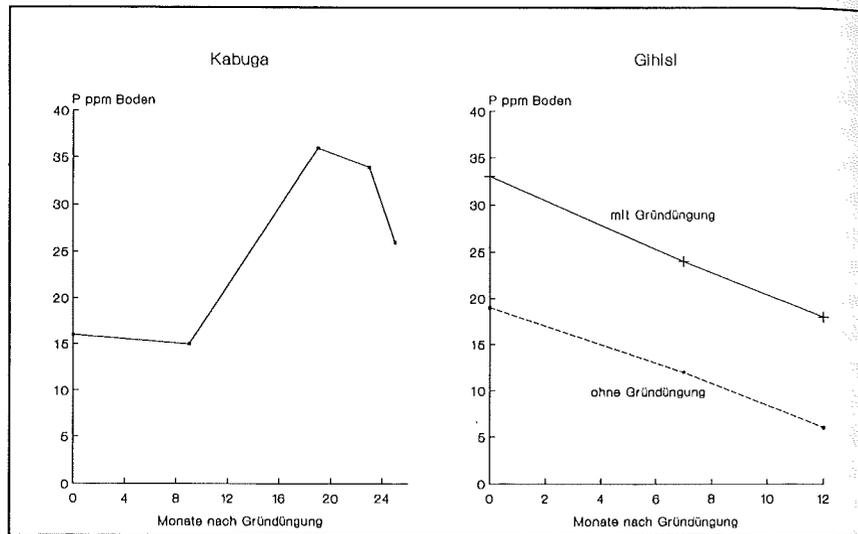
menten ebenso wie die Kulturen auf die Versorgung aus dem Boden angewiesen. Eine Gründüngung kann nur ihre Verfügbarkeit verbessern.

Besonders das bodenbedingte geringe P-Angebot steht einer effizienten Ausnutzung der großen N-Mengen entgegen und stellt in vielen Fällen einen der wichtigsten ertragsbegrenzenden Faktoren nach Gründüngung dar.

In den im PAP durchgeführten Versuchen deuteten sich vor allem zwei Faktoren an, durch die Gründüngung die P-Verfügbarkeit für die Folgekulturen beeinflusst. Zum einen erniedrigt die untergepflügte Gründüngung das Redoxpotential im Boden und erhöht so die Löslichkeit des Boden-P bzw. verringert den Grad der P-Fixierung durch amorphe Oxide vorübergehend (vgl. Figur 4.2, Gihisi). Zum anderen haben die Pflanzen der annuellen buschigen Gründüngung einen hohen Phosphorbedarf. Auf sehr P-armen Böden können die geringen Phosphorgehalte sichtbar verringert werden. Erst durch die Mineralisierung der Gründüngung wird dieser in der organischen Masse vorübergehend festgelegte P wieder pflanzenverfügbar (Figur 4.2, Kabuga).

Dieser problematische Effekt einer biologischen P-Blockade, der in zwei Versuchen beobachtet werden konnte, tritt zu Beginn der Rotte besonders stark auf. Die die Gründüngungsmasse abbauenden Bodenorganismen benötigen alle verfügbaren P-Vorräte zu ihrer eigenen starken Vermehrung. Unter Umständen werden erst ein Jahr nach Einarbeitung der Gründüngung wieder normale oder höhere Phosphorwerte im Boden gefunden.

Figur 4.2: Einfluß von Gründüngung auf die P-Verfügbarkeit im Boden (in 1%-Zitronensäure lösliches P)



Quelle: nach Daten von PIETROWICZ & NEUMANN (1987)

Diese beiden Faktoren sind stets wirksam und in gewissem Sinne gegenläufig. Je nach den Verhältnissen (Boden, Menge und Zusammensetzung der Gründüngung, Witterungsverlauf u.a.) kann jedoch der eine oder der andere Prozeß in den Vordergrund treten. In Figur 4.2 sind zwei unterschiedlich reagierende Böden dargestellt; interessanterweise ist der langfristig verfügbare P-Vorrat in beiden Fällen gleich niedrig (100 ppm P HCl-löslich).

In keinem Versuch wirkte sich Gründüngung merklich auf das pH des Bodens und die Verfügbarkeit der Kationen (K, Mg und Ca) aus. Eine geringe Erhöhung der organischen Substanz im Boden konnte

nur nach sehr massenreicher Gründüngung analytisch nachgewiesen werden. Dieser Gewinn verschwand meist jedoch im Verlauf von nur einer Saison. In anderen Versuchen mit geringerem Aufwuchs konnten solche Veränderungen nicht festgestellt werden. Dies bestätigt die aus den Außertropen bekannte Tatsache (vgl. u.a. BOGUSLAWSKI 1981; KAHNT 1983), daß die eingepflügte Gründüngung sehr schnell und vollständig mineralisiert und in der Regel wenig zum Dauerhumusgehalt des Bodens beiträgt. Aus ackerbaulichen Gründen ist eine rasche Umsetzung der Gründüngung wünschenswert, damit die akkumulierten Nährstoffe für die Folgekultur schnell verfügbar werden.

Eine besondere Stärke der buschigen Gründüngung zeigte sich auf flachgründigen Böden und Böden mit Verdichtungshorizonten, deren Krume erheblich vertieft und deren Unterboden auf diese Weise gelockert werden konnte. Die ausdauernden Pflanzen der Gründüngung treiben in der Trockenzeit ihr Wurzelwerk tief in den Unterboden, um ihre Wasserversorgung zu sichern. Diese Wurzelkanäle werden später von den Kulturpflanzen genutzt.

PIETROWICZ & NEUMANN (1987) beschreiben eindrucksvoll, wie durch den nur zweimaligen Anbau einer buschigen Gründüngung ein extrem flachgründiger, erodierter Oberhang in ein fruchtbares Feld verwandelt werden konnte:

"Anfangs war es nicht möglich, den steinigen Boden mit der Hacke zu bestellen, die Aussaat von Mais brachte keinerlei Ertrag. Ein kleiner Feldteil wurde mit der Spitzhacke gelockert, aber auch dieses extrem arbeitsaufwendige Verfahren führte zu keiner nennenswerten Verbesserung. Die daraufhin ausgesäten Gründüngungspflanzen dehnten ihr Wurzelwerk in 18 Monaten bis ca. 2 m Tiefe aus. Der Boden konnte daraufhin bis ca. 10 cm Tiefe mit der Hacke

bearbeitet werden. Eine zweite zehnmonatige Gründungsperiode vertiefte den bearbeitbaren Oberboden weiter und ermöglichte Ernten von über 2000 kg/ha Körnermais. Es deutet alles darauf hin, daß dieses Ertragsniveau aufrechterhalten werden kann. Voraussetzung für diesen Erfolg war, daß der Unterboden nicht nur zur Wasser-, sondern auch zur Nährelementversorgung der Pflanzen beitrug und die Azidität (pH-Wert) der Unterbodens im von den Pflanzen tolerierten Bereich lag."

Die **Struktur** des Bodens, seine Verschlämbarkeit und Erodibilität wurden ebenfalls verbessert, jedoch hielt diese Wirkung meist nur kurzfristig an. Die Mehrzahl der ackerbaulich genutzten Böden weist eine schlechte Struktur auf; ein schwaches Subpolyedergefüge oder Einzelkornggefüge dominiert. Unter der dichten Vegetationsdecke einer Gründungsperiode bildet sich meist ein mittleres Subpolyeder- bis Krümelgefüge heran. In einem Wind, Sonne und Regen schutzlos ausgesetzten Boden zerfallen die gebildeten Makroaggregate jedoch sehr schnell wieder, z.T. binnen weniger Wochen. Im geschützten Boden (z.B. durch Mulch oder Baumüberbau) bleiben sie wesentlich länger erhalten.

4.3.5 Erfahrungen und Reaktionen der Bauern auf die vom PAP propagierte Gründungsperiode

In den Jahren 1986-1988 wurden begleitend zu den Beratungskampagnen die Erfahrungen der Bauern in den Gemeinden Karama, Kigoma, Murama, Nyabisindu und Rukondo durch systematische Befragungen und informelle Interviews vom Projekt erhoben und in weitere Forschungsarbeiten einbezogen (RAQUET 1989 und KLAGES-HATAMI MIRI 1987b). Dabei wurde deutlich, daß sich die Bauern dem Problem niedriger Bodenfruchtbarkeit nur zu bewußt sind. Viele Bauern

praktizierten inzwischen die Gründungsperiode, weil sie in ihr die beste Möglichkeit zur Bodenregeneration sehen. Allerdings befolgten sie vielfach nicht die Beratungsempfehlungen, sondern entwickelten eigene Ideen. Tabelle 4.20 veranschaulicht dies eindrucksvoll. Diese vereinfachte Gegenüberstellung zeigt allerdings nur einen kleinen Ausschnitt aus der Fülle der angetroffenen Variationen.

Die Bauern praktizierten nicht regelmäßig Gründungsperiode um alle ihre Felder auf einem mittleren Ertragsniveau zu halten, sondern entschieden sich nur auf den Feldern für eine Gründungsperiode, die keinen oder kaum einen Ertrag mehr erbrachten - eine Entscheidung die angesichts extremer Landknappheit nur zu verständlich ist.

Tab. 4.20: Die Handhabung der Gründungsperiode durch die Bauern nach erstmaliger Verteilung von Saatgut.

Kriterien	Beratungs- empfehlung	bäuerliche Praxis
Qualität des Ackers	mittel	marginal
Aussaatzeitpunkt	kurze Regenzeit	Ende der kurzen Regenzeit
Wuchsdauer	mindestens 1 Jahr	2 manchmal sogar 3 Jahre
Auflösung	Ende der langen Trockenzeit	Ende der langen Trockenzeit und Mitte/Ende der kurzen Regenzeit
Folgekultur	Mais und Bohnen	Süßkartoffeln, (Bohnen, Sojab.)
Quelle: RAQUET (1989), verändert		

Bei vollkommener Verarmung des Feldes entstehen durch Gründüngung - ökonomisch gesprochen - keine Nutzungskosten mehr.

Auch beim Aussaatzeitpunkt wichen die Bauern von den Beratungsempfehlungen ab. Anstatt zu Beginn der kurzen Regenzeit auszusäen, wählten viele Bauern einen wesentlich späteren Termin. Dies führte zwar zu erheblicher Verzögerung in der Bestandesentwicklung, aber nicht zu einem Fehlschlag, selbst wenn die Aussaat erst im März oder April erfolgte. Gegen Ende der großen Regenzeit im Juni hatten die Pflanzen kaum eine Höhe von 10-20 cm erreicht. Sie stellten das Wachstum in der Trockenzeit ein, überlebten aber, um mit Beginn der kleinen Regenzeit im September/Okttober weiterzuwachsen. Ausfälle durch Dürre wurden im Versuchszeitraum nicht beobachtet.

Bei einigen Bauern war die Saatedichte zu gering, da sie das Saatgut auf eine wesentlich größere Fläche als die vorgesehenen 100 m² verteilt hatten. Erosion und Verunkrautung waren die Folge. Andererseits produzierten die wenigen Sträucher dickere Stämme, die als Feuerholz sehr geschätzt wurden.

Die Bauern in Rukondo und Karama hielten sich nicht an die empfohlene Mindestanbaudauer von einem Jahr. Stattdessen ließen sie die Gründüngung zwei z.T. sogar drei Jahre stehen mit der Begründung, daß selbst eine Gründüngung ausreichend Zeit brauche um erfolgreich zu sein. Außerdem spielte auch hier die Möglichkeit der Feuerholzentnahme bei älteren Beständen eine wichtige Rolle.

Auch bei der Fruchtfolge waren die Bauern anderer Ansicht. Die Berater rieten davon ab, die Süßkartoffel direkt nach der Gründüngung anzubauen, denn in den Feldversuchen des PAP hatte sich dann ein üppiges Krautwachstum und ein geringer Knollenertrag

eingestellt. Seit alters her ist die Süßkartoffel die erste Kultur nach Brache, und diese Tradition wurde beibehalten. Auch die Bauern beobachteten zunächst ein starkes Krautwachstum, dann jedoch - nach einer längeren Vegetationszeit - stellten sich gute Knollenerträge ein.

Alles in allem war die Saatgutverteilungsaktion ein Erfolg. Die Bauern schätzten das zusätzliche Angebot an Feuerholz und die Tatsache, daß auf den Feldern, die sie bereits aufgeben hatten, wieder etwas geerntet werden konnte.

4.3.5 Zusammenfassung und offene Forschungsfragen

Die mehrsaisonale Gründüngung ist ein wichtiges Instrument zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit, aber - das haben die bisherigen Versuche deutlich gemacht - sie sollte mehr als ergänzende, nicht als alternative Maßnahme zu anderen Formen der Düngung verstanden werden. Angesichts der bisher überwiegend positiven Erfahrungen ist mit einer hohen Adoptionsrate in der bäuerlichen Praxis zu rechnen. Die Weiterentwicklung und Feinanpassung an variierende Standortbedingungen sollte von den Bauern selbst durchgeführt werden, wie dies im übrigen bereits erfolgt. Weitere Versuche unter kontrollierten Bedingungen sind dagegen wenig sinnvoll. Stattdessen sollten die Bauern bei der Methodenentwicklung unterstützt werden. RAQUET (1989) nennt dafür die wichtigsten Aspekte:

- * welches sind die Ursachen unterschiedlicher Entwicklung der Gründüngung an verschiedenen Standorten?
- * inwieweit beeinflussen Aussaatzeitpunkt und Wuchsdauer die Nachfruchtwirkung?
- * welches sind optimale Folgefrüchte nach Gründüngung?
- * welche Möglichkeiten des Relay-Intercropping von Nahrungskultu-

ren mit Gründüngung sind denkbar?

- * wie wirkt sich regelmäßig praktizierte Gründüngung auf die Bodenfruchtbarkeit langfristig aus?
- * welche Kombinationsmöglichkeiten von Gründüngung und Mineraldünger sind empfehlenswert?

Die Beantwortung dieser und anderer Fragen kann wesentlich zur weiteren Intensivierung des Ackerbaues beitragen, aber schon jetzt steht fest, daß die Gründüngung für die Bauern eine bedeutende Innovation im Ackerbau darstellt.



Abb. 4: Auch die Kronen der Bäume müssen regelmäßig beschnitten werden: so wird eine übermäßige Beschattung der Unterkulturen verhindert und knappes Mulchmaterial für die Kaffeepflanzungen gewonnen.

4.4 Aufstallung des Viehs und Futterbau

Viehhaltung war früher im Königreich der Tutsi ein Privileg der Herrschenden, und die Weiderechte auf Königsland (Gemeindeland) waren im allgemeinen gut auf die Tragfähigkeit der Flächen abgestimmt. Die tributpflichtigen Hutu hatten sich auf Ackerbau zu beschränken. Heute existieren Viehhaltung und Ackerbau im gleichen Betrieb unabhängig von der Stammeszugehörigkeit. Jede Familie ist bestrebt, soviel Vieh wie möglich zu halten und die kommunalen Flächen so intensiv wie möglich für sich zu nutzen. Aber die ständige Ausweitung des Ackerbaues auf Kosten der Weideflächen führt zur Veränderung der Tierbestände und ihrer Haltungsformen. Die Anzahl der Rinder nimmt kontinuierlich ab, kleine Wiederkäuer (Schaf und Ziege) und Geflügel nehmen zu. Gleichzeitig verändern sich die Produktionsverfahren (vgl. Kap. 3.4).

Die extensive Haltung des Viehs auf Weiden, an Feld- und Wegrändern wandelt sich allmählich zu einem Produktionsverfahren, das zunehmend vom Futteraufkommen im Betrieb und damit von der Betriebsgröße abhängig ist. Die Verknüpfung von Ackerbau und Viehhaltung entwickelt sich also in Richtung einer permanenten Stallhaltung, bei der Feldfutterbau und Mistproduktion den unmittelbaren Bezug zum Ackerbau herstellen. Inzwischen gibt es ein Fülle von Übergangsformen zwischen diesen beiden Extrempositionen. LENZNER & KEMPF (1982) haben die wichtigsten Etappen dieser Entwicklung dargestellt (Tabelle 4.21). Das PAP versucht seit vielen Jahren, diesen Prozeß zu unterstützen, und im Gesamtkonzept des standortgerechten Landbaus wird dem Element "Aufstallung des Viehs und Futterbau" ein hoher Stellenwert eingeräumt. Besonders hervorgehoben wird die Möglichkeit, die Erosionsschutzstreifen zu Futterzwecken wirtschaftlich nutzen und damit Milch, Fleisch und Mist erzeugen zu können. Der Mist

Tab. 4.21: Die Stufen der Integration von Ackerbau und Tierhaltung

Entwicklungsstufen	Fütterung	Mistnutzung
Ackerbaubetrieb	-	-
	Weide	ackerbauliche Nutzung nur zufällig
	Weide + Zufutter aus dem Ackerbau	Düngung des Bananenhains
	Weide + Zufutter aus dem Ackerbau	Düngung der Feld- und Dauerkulturen
	Weide + Zufutter aus dem Ackerbau + Feldfutterbau	gezielte Dünggewinnung (Stallbau) + gezielte Anwendung für den Ackerbau
Integrierter Vieh- und Ackerbaubetrieb	Feldfutterbau + Zufutter aus dem Ackerbau	gezielte Dünggewinnung (permanente oder semipermanente Stallhaltung) + gezielte Anwendung für den Ackerbau
Quelle: LENZNER & KEMPF (1982)		

ist ein wichtiges Mittel zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit auf den Äckern.

Zum Thema Stallbau hat die Abteilung Projektbegleitende Forschung ein Beratungsheft ausgearbeitet (PAP 1984b). Empfohlen wird ein einfacher Zweikammer-Tiefstall, geeignet für Rinder, Ziegen und auch Schafe. Seine Größe richtet sich nach Anzahl und Art der Tiere. Der Stall kann vollständig aus lokalen Materialien hergestellt werden: die tragenden Teile bestehen aus Holz, die Wände aus Lehm, und das Dach wird mit Bananenblättern gedeckt, die eine

Lebensdauer von drei bis vier Jahren haben. Die wesentliche Neuerung ist der Zweikammer-Tiefstall. Die Tiere werden jeweils drei Monate in einer Kammer gehalten, dann in die zweite Kammer umgestellt. Zu Beginn der kleinen oder großen Regenzeit wird der Mist beider Kammern direkt auf die Felder ausgebracht. Die Menge und Qualität des Mistes sind sehr unterschiedlich und hängen vor allem von Tierart und Einstreu ab. BENNETT & PREISSLER (1987) geben als durchschnittliche Mistmengen 10 t pro Rind und Jahr und 1 t pro Ziege und Jahr an, wenn entsprechende Mengen eingestreut werden.

Auf allen rinderhaltenden Betrieben wird traditionell eingestreut, sei es bei Stallhaltung oder auch, wenn die Tiere nur über Nacht im Hof oder im Haus gehalten werden. Aber Streumaterial ist immer knapp. Daher gilt die Maxime, mit der Einstreu so sparsam wie möglich umzugehen. Die Bauern versuchen, die Einstreu möglichst lange zu nutzen, wie dies von LENZNER & KEMPF (1983) sowie LÜHE (1983) eindrucksvoll beschrieben wird. Morgens werden der Kot und die mit ihm vermengten Einstreuteile abgesammelt, die Einstreu wird zum Trocknen im Hof ausgelegt und danach im Stall mit etwas neuem Einstreumaterial wieder ausgebreitet. Durch das Trocknen entweicht ein großer Teil der über Kot und Harn der Streu zugeführten Nährstoffe. Als Material dienten bisher vor allem Gräser aus den Sümpfen und daneben zum Füttern ungeeignete Kräuter und Gräser von Feld- und Wegrändern. Aber je mehr die Sümpfe in Kultur genommen werden, desto weniger Einstreumaterial kann in ihnen geschnitten werden.

Die bei Rinderhaltung schwierige Versorgung mit Einstreu wird bei semipermanenter Haltung im Zweikammer-Tiefstall noch verschärft. Es ist notwendig, reichlich einzustreuen, denn bei zu geringer Einstreu der Rinder gerät der Mist, der auch als Lagerstatt

dient, zu feucht. Gleichzeitig möchte man auch möglichst große Mistmengen für den Ackerbau erzeugen. Es wird deshalb empfohlen, verstärkt Ernteabfälle und Unkräuter als Einstreu zu nutzen. Hierbei darf jedoch nicht vergessen werden, daß Ernteresiduen vielfältig alternativ genutzt werden (LÜHE 1983a): Bohnen- und Maisstroh werden verfüttert, als Mulchmaterial im Kaffee verwendet oder im Haushalt verbrannt. Sorghumstroh findet Verwendung im Haushalt oder als Kaffeemulch. Getrocknetes Unkraut wird häufig verbrannt. Immer aber ist Biomasse ein knappes und vielfältig genutztes Gut.

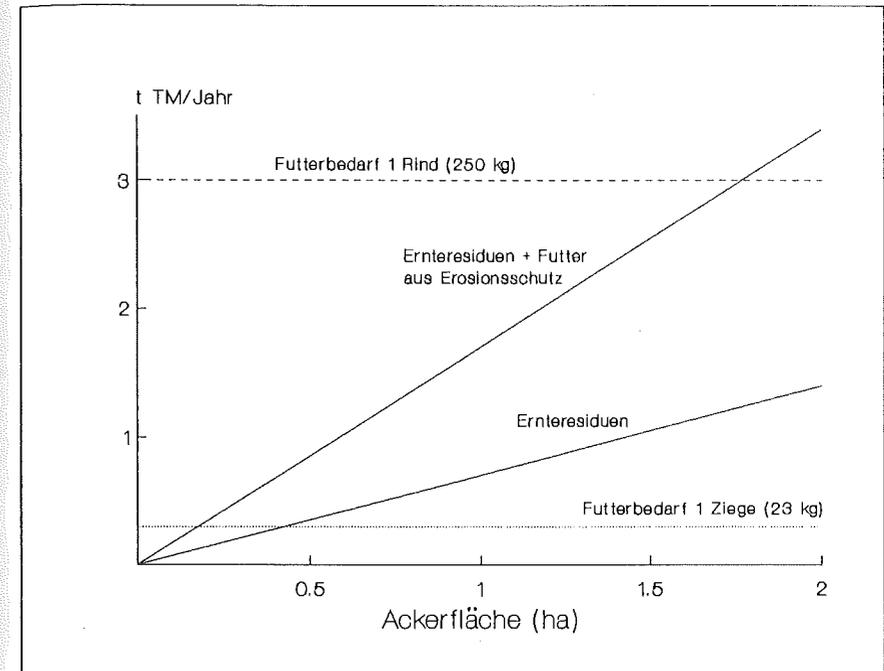
Angesichts der Knappheit außerbetrieblicher Futterressourcen ist zu fragen: Welchen Beitrag kann betriebseigene Futtererzeugung erbringen, um eine weitgehend permanente Stallhaltung zur Mist-erzeugung zu ermöglichen? In Figur 4.3 ist dazu das Ergebnis einer Modellrechnung dargestellt, die auf folgenden Annahmen basiert:

- An Ernteresiduen fällt jährlich etwa 1 t TM je ha Ackerfläche an²⁷⁾, davon werden schätzungsweise 70% verfüttert²⁸⁾, d.h. 0,7 t TM/ha.
- Die Erträge aus Erosionsschutzlinien können aus Tabelle 4.4 abgeleitet werden: Demnach werden pro Jahr bei einem Flächen-

27) Diese Kalkulation erfolgt in Anlehnung an PIETROWICZ & NEUMANN (1987): Nach den Durchschnittserträgen im Projektgebiet werden ca. 1,1 t TM/ha an Erntegut erzeugt. Ernteresiduen und Unkraut fallen nach diesen Angaben etwa in 1,5facher Menge an, d.h. 1,65 t TM/ha. Auf Ernteresiduen allein entfallen davon schätzungsweise 1 t TM/ha.

28) v.a. Residuen von Bohnen, Mais und Süßkartoffel sowie ein Teil der Bananenscheinstämme, während Maniokstengel und Sorghumstroh nicht verfüttert, sondern verbrannt bzw. als Mulch- und Baumaterial genutzt werden. Zusätzlich werden auf den abgeernteten Sorghum-Feldern die jungen Triebe (ratoon) abgeweidet, da sie in der Trockenzeit sowieso nicht zur Reife kommen können.

Figur 4.3: Futterproduktion und Bedarf in Abhängigkeit von der Ackerfläche



Quelle: eigene Berechnungen

anteil von 10% für den Erosionsschutz zwischen 0,43 t TM/ha (Leucaena), 0,61 t TM/ha (Setaria) und 1,84 t TM/ha (Pennisetum) erzeugt. Ein optimistischer Schätzwert bei einer Mischung der Erosionsschutzlinien wäre ein Futterproduktion von 1 t TM/ha.

- Der Futterbedarf für ein Rind von 250 kg liegt bei 3 t TM/Jahr,

für eine ausgewachsene Ziege (23 kg) bei 0,3 t TM/Jahr²⁹⁾.

Aus der Modellrechnung lassen sich folgende Schlüsse ziehen: Selbst relativ große Betriebe (vgl. Tabelle 3.2) mit einer Ackerfläche von 1 ha können Rinder nur zu einem beschränkten Teil aus den Nebenprodukten ihrer Ackerflächen füttern: Bei einem Rind wären dies ca. 57% des Futters. Der restliche Futterbedarf wäre durch Weide auf Brachflächen und kommunaler Weide, oder durch Futterbau unter Verzicht auf eine entsprechende Ackerfläche zu decken. Die permanente Stallhaltung von Rindern ist unter diesen Voraussetzungen auch für große Betriebe schwer zu realisieren, wohl aber eine Aufstallung für die Nacht und einen Teil des Tages. Die Mistproduktion je Rind wird dabei zwischen 5 t/Jahr (Aufstallung über Nacht) und 10 t/Jahr (permanente Aufstallung) liegen. Dies ist deutlich mehr als die 1 t/Jahr Mistkompost, die bei traditioneller Haltung über Nacht im Gehöft anfällt.

Der durchschnittliche Betrieb mit einer Ackerfläche von 0,5 ha kann mit den Nebenprodukten seiner Äcker einschließlich Erosionsschutzstreifen 2,8 erwachsene Ziegen (ohne Nachzucht) füttern. Eine permanente Stallhaltung ist daher auf dieser Futterbasis realisierbar. Für die große Mehrheit der Betriebe, die unter 0,5 ha Ackerland bebauen, wird auch bei Ziegenhaltung eine zeitweise Weideführung angebracht sein. Dies gilt vor allem, wenn in den Erosionsschutzlinien auf das hochproduktive, aber auch stark mit den Ackerkulturen konkurrierende Pennisetumgras verzichtet wird

29) Der tägliche Futterkonsum eines Rinds kann auf 2,5% des Lebendgewichts geschätzt werden (REPUBLIQUE FRANCAISE 1984). Für Ziegen wird mit einem Futterkonsum von 2,75% des Lebendgewichts gerechnet (ARMBRUSTER 1989 nach CHARRAY et al. 1980). In beiden Fällen muß damit gerechnet werden, daß ca. 25% des Futters vom Vieh verschmät werden. Diese Futtermenge muß zum Futterbedarf addiert werden, sie kann aber als Einstreu Verwendung finden.

und stattdessen Leguminosenhecken (*Calliandra*, *Leucaena*) zum Einsatz kommen, die zusätzlich Feuerholz produzieren.

Für die meisten Betriebe wird also die folgende Perspektive realistisch sein: permanente Aufstallung von Kleinwiederkäuern und in größeren Betrieben semipermanente Stallhaltung von Rindern. Die damit erzeugten Mistmengen können erheblich zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit im Ackerbau beitragen (vgl. Kapitel 4.5.2).

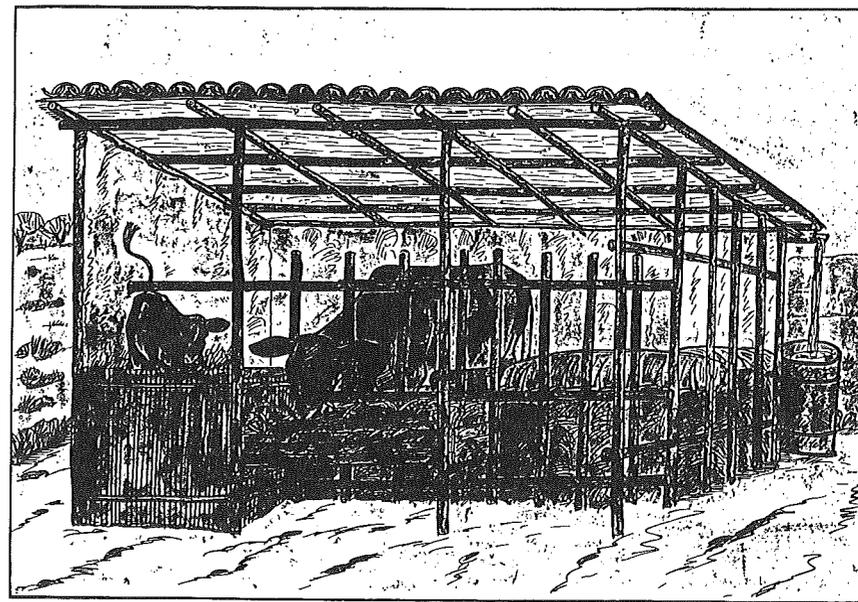


Abb. 5: Der Tiefstall hat viele Vorzüge: er minimiert Nährstoffverluste, und der Arbeitsaufwand für die Entmistung ist gering. Die Versorgung mit Einstreu und Futter ist jedoch für Kleinbetriebe kaum sicherzustellen.

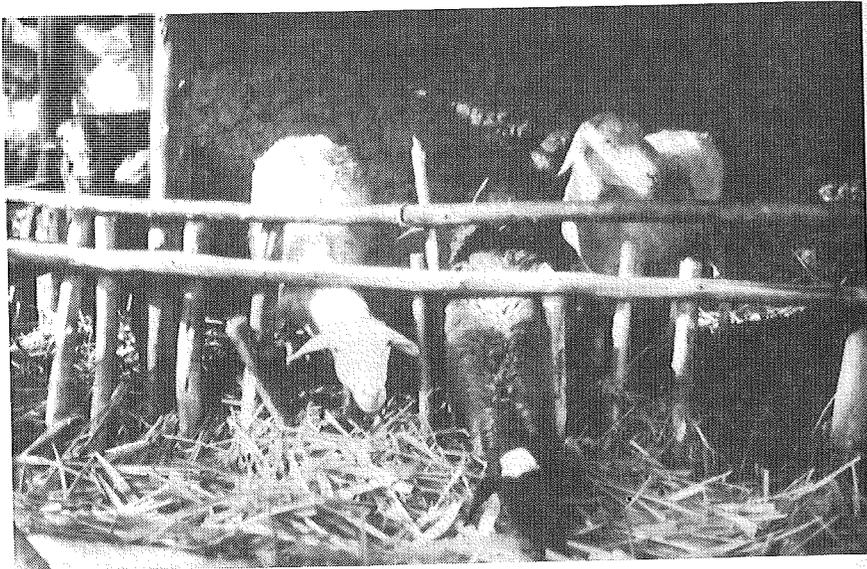


Foto 6: Die Haltung von Kleinwiederkäuern (Ziegen und Schafe) ist für Kleinbetriebe eine Alternative zur Rinderhaltung. Auch für sie ist der Tiefstall geeignet, zumal sich bei ihnen das Problem der Einstreuverfügbarkeit nicht stellt, denn der Feuchtigkeitsgehalt der Exkremente ist gering.

4.5 Aufbereitung und Anwendung von Kompost und Stallmist³⁰⁾

4.5.1 Kompost

Kompost ist ein langsam und gleichmäßig wirkender, hochwertiger Dünger. In Ruanda wird seine Anwendung zu allen empfindlichen Kulturen, besonders zu Bohnen, Sojabohnen, Kaffee, im Garten und zur Baumanpflanzung empfohlen, Dagegen sollen andere Kulturen eher mit Mist gedüngt werden.

Nach einer gesetzlichen Regelung muß jeder landwirtschaftliche Betrieb eine Kompostgrube anlegen. Dies wird von ca 80% der Betriebe der Region auch befolgt (MINAGRI 1985a, 1986). Die Gruben werden jedoch oft nur pro forma angelegt. Zwar kennen auch die Bauern den Wert von Komposten zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit, aber sie benutzen zu seiner Herstellung vor allem Viehdung, nur wenig Hausabfälle und selten einen kleinen Teil der Ernteresiduen (LÜHE 1983). Nach verbreiteter Auffassung ist Dung unbedingt notwendig zur Kompostherstellung.

Im Konzept der standortgerechten Landwirtschaft spielen pflanzliche Komposte eine wichtige Rolle als Möglichkeit zu qualitativ hochwertigem Nährstoffrecycling im Betrieb. Weiterhin regen gute Komposte das Bodenleben an, verbessern die Bodenstruktur und können in höheren Dosen auch die pflanzlichen Abwehrkräfte gegen Krankheiten und Schädlinge steigern (MÜLLER-SÄMANN 1986).

Kompostierung: Im Rahmen der projektbegleitenden Forschung des PAP wurden Versuche zur Kompostbereitung mit den im landwirtschaftlichen Betrieb verfügbaren pflanzlichen Materialien durch-

³⁰⁾ Dieses Kapitel stützt sich vollständig, wo nicht anders vermerkt, auf die Ausarbeitungen von PIETROWICZ & NEUMANN (1987). Wörtliche Zitate sind nicht gekennzeichnet.

geführt. Statt der im Lande üblichen Grubenkompostierung wurde im PAP die Kompostierung in Haufen (Mieten) gewählt. Die Gründe für diese Wahl seien hier kurz zusammengefaßt:

- Grubenkompostierung ist sehr arbeitsaufwendig: eine Grube muß ausgehoben, ein Schattendach aufgestellt und Ausgangsmaterial und Kompost müssen zur Grube bzw. zum Feld transportiert werden. Außerdem muß der Kompost mehrmals gewendet werden. Eine wesentliche Arbeitersparnis erhoffte man sich bei Haufenkompostierung dadurch, daß der Haufen dort aufgesetzt werden kann, wo kompostierbares Material in ausreichenden Mengen anfällt, also auch am Feldrain hofferer Äcker. Zudem sind nur wenige vorbereitende Arbeiten notwendig.
- Bei Grubenkompostierung ist die Durchlüftung oft mangelhaft, und in der Regenzeit kann es zur Überflutung der Gruben kommen. Dies führt zu verögerter und unvollständiger Rotte und Nährstoffverlusten durch Denitrifizierung und Auswaschung. Bei Haufenkompostierung ist dagegen der Rotteverlauf besser kontrollierbar, die Nährstoffverluste sind gering. Außerdem kann bei richtigem Aufsetzen das Wenden unterbleiben.

Die in den Versuchen gemachten Erfahrungen schlugen sich in technischen Hinweisen zur Herstellung von Haufenkompost nieder, die hier nur kurz zusammengefaßt werden. Auf die Ausgangsmaterialien wird weiter unten noch näher eingegangen.

Zuerst wird die Grundfläche mit vier Pfählen abgesteckt. Bei großen Haufen und dichtlagerndem Material kann auch ein dickerer Pfahl in die Mitte gesteckt werden, der hinterher herausgezogen wird und einen Belüftungsschacht ergibt. Das zerkleinerte Ausgangsmaterial wird getrennt nach Art des Materials (pflanzliches Material, tierisches Material, Asche, Erde, kleine Äste) bereit-

gelegt und abwechselnd in Schichten auf die Grundfläche aufgebracht. Abschließend wird der Haufen mit einer dünnen Erdschicht und Bananenblättern abgedeckt. Wird der Kompost aus vorwiegend trockenem Material aufgebaut, muß jede Schicht bewässert werden, doch rottet auch dann das Material wesentlich schlechter als naturfeuchtes. Mit diesem Verfahren kann bei gut verrottbarem Ausgangsmaterial in etwa sechs Monaten reifer Kompost hergestellt werden.

Hauptproblem der Haufenkompostierung, so stellte sich bei den Versuchen des PAP heraus, sind Menge und Qualität des verfügbaren Ausgangsmaterials. Bezüglich der Qualität sind besonders ein ausreichender N- und P-Gehalt (C/N-Verhältnis unter 35:1) und ausreichende Feuchte wichtig (ca. 50-70% Wassergehalt), des weiteren eine große Oberfläche im Verhältnis zum Volumen und eine Konsistenz, die weder hart und sperrig ist noch zu Dichtlagerung neigt. Damit sich der Komposthaufen ausreichend schnell erhitzt und nicht zu rasch austrocknet, soll er nach den Erfahrungen des PAP eine Mindestgröße von 180 x 120 x 100 cm (Länge x Höhe x Breite) besitzen. Damit werden 600 bis 800 kg reifer Kompost erzeugt. Bei der Kompostierung verringert sich die Frischmasse (FM) um ca. 50%, demnach werden 1,2-1,6 t FM Ausgangsmaterial für einen Komposthaufen benötigt.

Welche Ausgangsmaterialien stehen nun dem kleinbäuerlichen Betrieb zur Verfügung? Ernteabfälle fallen zwar in ausreichender Menge an und sind z.T. von akzeptabler Qualität, aber sie werden vorrangig anderweitig verwendet: als Viehfutter, Brennmaterial, Einstreu, Mulch, Baumaterial (LÜHE 1983a). Ernteabfälle kommen deshalb als Ausgangsmaterial nicht in Frage.

Unkräuter stehen mengenmäßig an zweiter Stelle. Rhizombildende Unkräuter, vor allem *Cynodon dactylon* (Quecke, Chiendent) und *Comelina* sp., werden entfernt, wenn das Feld zur Saatbettbereitung tief gehackt wird. Sie werden traditionell meist verbrannt, sowohl im Haushalt als auch als Rauchfeuer zur Fliegenbekämpfung. Andere Unkräuter bleiben auf dem Feld und werden eingearbeitet oder auf dem Acker abgelegt³¹⁾ (LÜHE 1983a). An Wurzelunkräutern fallen etwa 1-2 t TM/ha an³²⁾ (PIETROWICZ & NEUMANN 1987). Ihre Qualität zur Kompostierung ist unzureichend: Sie sind nährstoffarm, hart und nur in frischem Zustand ausreichend feucht. Bleiben sie auch nur kurze Zeit auf dem Feld liegen, trocknen sie soweit aus, daß sie zu trocken für die Kompostierung werden. Da *Cynodon*-Wurzeln hydrophob sind, lassen sie sich schlecht wiederbefeuchten. Wurzelunkräuter neigen zu einer puffigen, luftigen Lagerung und haben sich - auch vermischt mit nährstoffreicheren Materialien - als sehr widerstandsfähig gegen Kompostierung erwiesen. Neben der Verwendung als Brennmaterial ist allenfalls die Verwendung als Einstreu ein konkurrierende Nutzung von Wurzelunkräutern.

Grünmasse von Bäumen und Hecken aus Erosionsschutzstreifen könnte, wo vorhanden, Menge und Qualität des Ausgangsmaterials erheblich steigern. Besonders das Laub von Leguminosensträuchern (*Leucaena*, *Calliandra*) eignet sich dank seines hohen Stickstoffgehalts hervorragend zur Kompostierung. Aus demselben Grund ist es jedoch auch hochwertiges Viehfutter.

31) Hier wäre zu prüfen, ob diese Praxis nicht sinnvoller durch eine Kompostierung am Feldrand ersetzt würde. Die bessere Humuswirkung des kompostierten Materials würde den zusätzlichen Arbeitsaufwand vielleicht lohnen.

32) bei regelmäßiger Gründüngung in der Fruchtfolge und guter Bodenpflege kann diese Menge erheblich niedriger liegen.

Eine weitere Problematik läßt sich an folgender Überlegung verdeutlichen: Für einen Komposthaufen der vom PAP empfohlenen Mindestgröße benötigt man etwa 1,4 t FM oder (bei 50% Feuchte) 0,7 t TM Ausgangsmaterial. Besteht die Ausgangssubstanz zu 70 % aus Wurzelunkräutern und wachsen davon 1-2 t TM/ha auf, müßten für einen Haufen also 0,25 bis 0,49 ha gejädet werden. Dies hieße in der Praxis der kleinen Betriebe: nur 1-2 Haufen pro Betrieb. Damit stellt sich erneut das Problem des Transports von Ausgangsmaterial und Kompost bei verstreut liegender Betriebsfläche. Auch der zusätzliche Arbeitsaufwand ist nicht zu unterschätzen: Zwar beansprucht das Errichten einer Kompostmiete nur 8-15 Stunden Arbeitszeit, dies jedoch zu Zeiten der tiefen Bodenbearbeitung, einer Arbeitsspitze im Betrieb. All dies macht das Verfahren für den durchschnittlichen Kleinbetrieb wenig attraktiv.

Faßt man alle Gesichtspunkte zusammen, so ergeben sich für den Stellenwert der Kompostbereitung im Betrieb die folgenden Empfehlungen:

Auf viehhaltenden Betrieben mit Aufstallung im Hofbereich ist es nicht sinnvoll, die zum Hof transportierten Pflanzenabfälle etwa mit Stallmist zu verkompostieren, sondern diese Materialien dienen dann als Futter und Einstreu, selbst dann, wenn durch Bäume und Sträucher in Erosionsschutzhecken reichlich zusätzliche Biomasse erzeugt würde. Hier kämen also nur mit Erde vermengte Mistkomposte in Frage. Im Falle der Tiefstallhaltung ist es allerdings sinnvoller, den Mist bis zur Ausbringung auf das Feld im Stall zu lagern. Verbesserungen im Bereich betriebsinterner Transportmittel (z.B. Schubkarren, Ochsenkarren, Esel) könnten die Praktikabilität des Verfahrens erhöhen.

Dagegen sind Pflanzenkomposte für stallferne Flächen gedacht, für Äcker auf denen eine Mistausbringung aus Transportgründen nicht in Frage kommt.

Bei Kleinbetrieben mit Kleinwiederkäuern (Ziegen, Schafen), die die Stallhaltung nicht eingeführt haben, könnte der nächtliche Dung zusammen mit Unkraut, Erde aus dem Pferch und Hausabfällen in Hofnähe kompostiert werden. Der Transport des bislang verbrannten Unkrauts von hoffernen Feldern zum Hof zum Zweck der Einstreu und zur Kompostierung wird von den Bauern wohl kaum akzeptiert werden.

In viehlosen Betrieben werden Ernterückstände und Grünmasse aus Leguminosenhecken nicht als Futter verwendet. Wenn ein Verkauf nicht in Frage kommt, könnten diese Materialien daher zusammen mit dem Unkraut eine gut kompostierbare Mischung ergeben (ausgewogeneres C/N Verhältnis). Beigaben von Holzasche und Termitenerde in kleinen Mengen kann ihre Qualität weiter verbessern. Pflanzenkomposte bilden dann eine wertvolle Alternative zu Mist.

4.5.2 Stallmist

Die Verfügbarkeit von Stallmist wurde schon an anderer Stelle diskutiert. Hier sollen nun die Ergebnisse der Forschungen zur Stallmistlagerung und -aufbereitung und zur Stallmistanwendung dargestellt werden.

Lagerung und Aufbereitung: Traditionell wird das Vieh nur nachts im Hof bzw. im Haus gehalten und der Dung fast ohne Einstreu in einer Kompostgrube gesammelt. Die knappe Einstreu wird am Morgen weitgehend vom Dung getrennt, getrocknet und wiederverwandt

(LENZNER & KEMPF 1982). Bei diesem Verfahren geht fast der gesamte Urin sowie der tagsüber abgesetzte Dung verloren. Auch die Lagerungsverluste an Nährstoffen sind bei diesem Verfahren hoch. Eine Großvieheinheit erzeugt auf diese Weise etwa eine Tonne Mistkompost pro Jahr.

Das PAP empfahl daher die Tiefstallhaltung, mit der auf arbeitssparende Weise fünf bis zehn Tonnen hochwertiger Mist pro Großvieheinheit und Jahr erzeugt werden können. Im Tiefstall werden die Tiere an Ort und Stelle gefüttert. Sie treten den Kot mit der regelmäßig notwendigen Einstreu selbst fest, so daß nach einer die Rotte begünstigenden aeroben Phase alsbald anaerobe Lagerbedingungen auftreten, die geeignet sind, Verluste an C und N zu vermindern (MÜLLER-SÄMANN 1986).

Im PAP wurde in einem Versuch der Frage nachgegangen, welche Auswirkung die Mistlagerung auf Mistqualität und die zur Verfügung stehende Mistmenge hat. Verglichen wurden die Varianten: Kompostierung in einer gut überdachten Grube, sorgfältig verdichtete Lagerung in einer gut überdachten Grube und Lagerung im Tiefstall. Ausgangsmaterial war dabei stets Tiefstallmist, der im Laufe von vier Monaten gebildet worden war. Das traditionelle Verfahren der Mistlagerung war demnach nicht in den Vergleich eingeschlossen, da hier die Ausgangssubstanz eine andere ist.

Die Trockenmasseverluste betragen bei Lagerung in einer unbenutzten Box im Tiefstall nur 18% gegenüber 35% bzw. 40% in der Grube. Auch die Nährstoffverluste sind erheblich geringer (Tabelle 4.22). Während die Nährstoffkonzentrationen durch Lagerung in der Grube stärker ansteigen als durch Lagerung im Tiefstall, sind die absoluten Nährstoffverluste am geringsten bei Tiefstalllagerung.

Tab. 4.22: Nährstoffgehalte von 200 kg Tiefstallmist frisch und nach 3 Monaten Lagerung mit verschiedenen Verfahren

	Frisch ^{a)}	nach 3 Monaten Lagerung in		
		Tiefstall	Grube verdichtet	Grube locker
Trockenmasse (Frisch = 100)	100	82	65	60
Nährstoffkonzentration (% TM) ^{b)}				
N	1,68	1,85	2,01	2,19
P	0,28	0,31	0,32	0,27
K	2,33	3,18	3,25	3,33
Ca	0,73	0,73	0,93	1,09
Mg	0,42	0,40	0,48	0,65
Nährstoffmenge (Frisch = 100)				
N	100	90	78	78
P	100	91	74	58
K	100	112	91	86
Ca	100	82	83	90
Mg	100	78	74	93

a) Ausgangsmaterial war in diesem Versuch strohreicher Tiefstallmist, der im Laufe von vier Monaten gebildet worden war.
b) Zum Vergleich die Nährstoffkonzentration von trad. Mistkompost: 1,2-1,6% N, 0,6% P, 1% K, 0,9-1,6% Ca, 0,4-0,8% Mg
Quelle: PIETROWICZ & NEUMANN (1987)

Der Vergleich der Nährstoffkonzentrationen in diesem Versuch mit denen von traditionellem Mistkompost (siehe Tabelle 4.22, Fußnote b)) macht deutlich, wie stark im traditionellen Verfahren Kalium verloren geht, sei es durch Auswaschung bei der Lagerung, sei es daß schon der Frischmist relativ kaliumarm ist, weil der Urin weitgehend verloren geht. Die hohen P- und Ca-Konzentrationen im traditionellen Mistkompost sind durch relative Anreicherung bei der Rotte zu erklären.

Ausbringung: Mit der Steigerung der Mistmengen durch Tiefstallhaltung um das fünf- bis zehnfache steigt das Problem der Mistausbringung. Da bisher der Mist von den Frauen im Korb auf dem

Kopf auf die Felder getragen wird, ist es allgemein üblich, den Dünger (Mist oder Kompost) bereits lange vor der eigentlichen Feldbestellung auf das Feld zu bringen. Diese Arbeit wird nicht auf einen Schlag erledigt, sondern über einen Zeitraum von vier oder sechs Wochen werden täglich nur einige Körbe voll transportiert und der Dünger in kleinen Haufen auf dem Feld verteilt. Nur selten werden diese Haufen mit Erde abgedeckt. Erst direkt vor der Einsaat wird der Dünger mehr oder weniger ausgebreitet und oberflächlich eingearbeitet. Bei diesem Verfahren verliert der schon sehr knappe Mist wiederum erheblich an Düngewert. Vor allem ist mit hohen Stickstoffverlusten zu rechnen.

Ideal wäre, den Mist möglichst kurzfristig vor der Saat gleichmäßig über das Feld zu verteilen und sorgfältig in den Oberboden einzuarbeiten. Mit dieser Forderung wird jedoch vor allem den Bauersfrauen eine zusätzliche Arbeit zugemutet in einer Zeit, in der sie bereits mit der Bestellung der Felder voll ausgelastet sind. In erster Linie aus arbeitstechnischen Gründen kann also die Mistdüngung nur für den hofnahen Bereich vorgesehen werden, für die hoffernen Felder wird Mistdüngung - zumindest für die nähere Zukunft - unmöglich bleiben. Die Verbreitung arbeitssparender Transportmittel (Schubkarren) ist demnach dringend erforderlich.

Düngewirkung: In einem Folgeversuch zum oben erwähnten Mistlagerungsversuch wurde die Düngewirkung der drei unterschiedlich gelagerten Miste verglichen. Dazu wurden sie zu Körnermais in Aufwandsmengen gegeben, die jeweils 25 t/ha Frischmist entsprechen, d.h. 20 t/ha Tiefstallmist und 19,5 t/ha bzw. 15 t/ha Mist aus verdichteter bzw. unverdichteter Lagerung in einer Grube. Aufgrund einer hohen Streuung der Erträge zeigte sich kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den verschiedenen Mist-

lagerungsarten, allerdings bewirkte jede Art von Mistdüngung eine signifikante Steigerung der Erträge im Vergleich zur Nullparzelle.

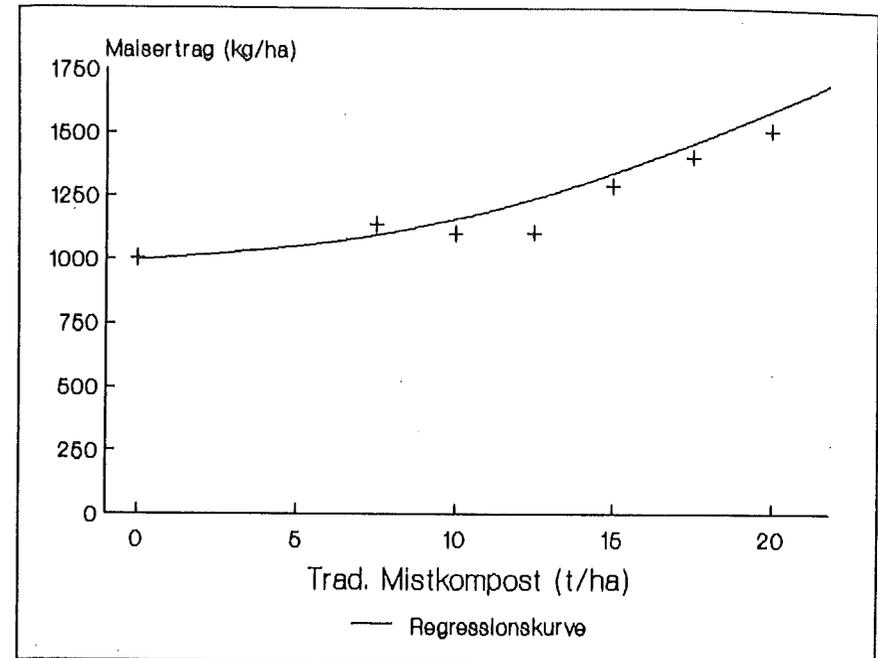
Traditionell gewonnener Mistkompost wurde in diesem Versuch nicht eingesetzt. Dies war dagegen bei einem zweiten Versuch der Fall, der zum Ziel hatte, Anhaltspunkte für eine Produktionsfunktion von traditionellem Mistkompost zu erhalten.

Mit einem auf traditionelle Weise gewonnenen, stark vererdeten Mistkompost wurde ein Steigerungsversuch in Nyabitare, Gemeinde Ntongwe, im östlichen Dorsale Granitique angelegt, einem "Mist", wie er üblicherweise von den Bauern zur Düngung verwendet wird. Die Bodenqualität des Versuchsfeldes ist typisch für diese Gegend: ein mittel- bis tiefgründiger Lehm, humusarm, strukturschwach und sauer (pH in Wasser 5,5). Das Nährstoffangebot ist für alle Elemente gleichmäßig niedrig. Nach einem günstigen Saisonverlauf konnten, je nach Misteinsatz, zwischen 1.000 und 1.500 kg Körnermais je Hektar geerntet werden. Die wichtigsten Ergebnisse des Versuchs sind in Figur 4.4 zusammengefaßt.

Die insgesamt nur beschränkte Reaktion der Maiserträge auf die Düngung ist durch die schlechte, aber durchaus ortsübliche Qualität des Mistkompostes zu erklären.

Ein anderer Miststeigerungsversuch wurde unter Verwendung von Tiefstallmist im Rahmen eines größeren Düngungsversuches in Gatsinsino durchgeführt. Das Feld war zuvor als Futterschlag mit *Tripsacum laxum* genutzt worden, das einen sauren, an Nährstoffen weitgehend verarmten Boden zurückließ; so lag der pH (Wasser) des Oberbodens nur zwischen 4,5 und 4,9. Die Ertragswirkung von fünf unterschiedlichen Mistgaben zwischen 7,5 und 40 t je Hektar wurde

Figur 4.4: Maisertrag und Düngung mit traditionellem Mistkompost



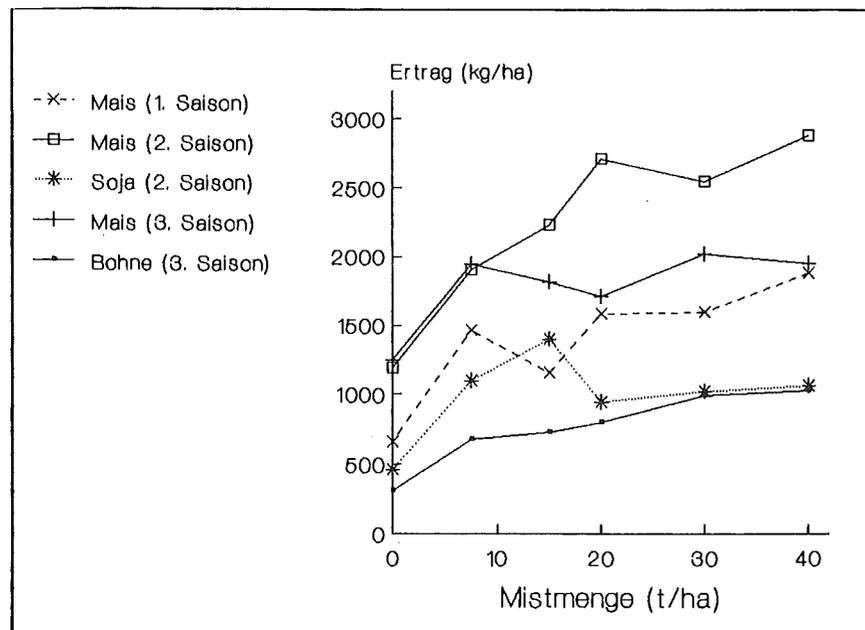
Quelle: PIETROWICZ & NEUMANN (1987)

untersucht. Die Ergebnisse sind in Figur 4.5 dargestellt.

In erster Linie fallen an diesem Versuch zwei Dinge auf: Einmal sprechen die angebauten Kulturen schlecht auf den eingesetzten Dünger an³³⁾, zum anderen weist der Versuch eine sehr hohe Streu-

33) Mögliche Ursache ist Bodenazidität: Unterhalb pH 5 steigt die Al-Konzentration in der Bodenlösung sehr schnell an und erreicht für viele Pflanzen toxische Werte. Die verwendete Mais-sorte (Bambou) reagierte sehr empfindlich.

Figur 4.5: Ertragswirkung von Mist über mehrere Anbauperioden



Quelle: eigene Darstellung nach PIETROWICZ & NEUMANN (1987)

ung³⁴⁾ auf. Trotz dieser Einschränkung weisen die Versuchsergebnisse einige deutliche Trends auf.

34) Streuungsursachen: Vorfruchtwirkung des *Tripsacums*; Bodenunterschiede, besonders pH-Wert; in der zweiten Saison keimte der Mais nur zu 30%, der Bestand wurde nachgebessert.

Das Ertragsniveau der Nullparzelle steigt im Verlauf der drei Anbauperioden ständig an, besonders groß und deutlich ist der Sprung zwischen den Maisernten der ersten und zweiten Saison. Aus den Maisernten der ersten und zweiten Saison ist, ungeachtet der großen Streuung, eine deutliche Wirkung des Mistes zu erkennen. So sind die Erträge der mit 40 t Mist pro Hektar gedüngten Parzellen im Mittel um den Faktor 2,9 höher als die der Nullparzelle in der ersten Saison, und in der zweiten Saison immer noch um den Faktor 2,4.

In der zweiten und dritten Anbausaison scheinen die Maisertragsdaten noch von der Mistdüngung beeinflusst worden zu sein, obwohl die Ertragsunterschiede innerhalb dieses Teilversuches nicht abgesichert werden können. In der dritten Saison liegen die Maiserträge der mit Mist gedüngten Parzellen ebenfalls deutlich höher als die der Nullparzelle, wobei die gedüngten Parzellen ein erstaunlich gleichmäßiges Niveau von knapp 2 t/ha aufweisen. Dieses Phänomen, das ob der Streuung des Versuches nur mit Vorsicht zu interpretieren ist, kann nicht auf eine reine Nährstoffwirkung des Mistes zurückgeführt werden; auch andere Faktoren können die Vitalität des Maises verbessern.

Die Sojabohnen der zweiten Saison wurden vor der Saat inokuliert. Die erzielten Erträge zeigen einen deutlichen Zusammenhang mit der Mistdüngung. Die optimale Dosis von 15 t/ha erhöhte den Korn-ertrag um den Faktor drei auf 1.400 kg/ha. Die höheren Mistgaben dagegen führten wieder zu einer leichten Erniedrigung des Ertrages auf 1.000 kg/ha. Die Bohnen, die in der dritten Saison, d.h. ein Jahr nach der Mistdüngung, gesät wurden, zeigen immer noch eine positive Wirkung steigender Mistgaben. So führten bereits 7,5 t Mist pro Hektar zu einer Verdoppelung des Bohnenertrages. Die Ertragswirksamkeit der höheren Mistmengen nimmt sich dagegen

bescheiden aus, denn erst in der Behandlung mit 40 t Mist kommt es zu einer Verdreifachung des Ertrages.

Diese Verhältnisse legen ebenso wie die Maiserträge dieser Saison nahe, daß nicht nur die Nährstoffwirkung des Mistes sondern auch mikrobiologische und/oder biochemische Prozesse, die den Ertrag beeinflussen, durch den Mist positiv verändert werden.

Auch in weiteren Versuchen wurde mit einer Mistdüngung von 15 t/ha Tiefstallmist eine signifikante Ertragssteigerung erzielt (vgl. Tabelle 4.24). Aus den vorliegenden Daten kann geschlossen werden, daß mit dieser Aufwandsmenge auch auf armen Böden eine Maisernte von 1200 bis 1300 kg/ha mit ziemlicher Sicherheit erzielt werden kann.

Angesichts der allgemeinen Knappheit organischen Düngers und dem Mangel externer Düngemittel ist es sehr schwierig, realistische Düngungsempfehlungen zu geben. Eine einzelne Mistgabe sollte jedoch 15 t FM/ha nicht unterschreiten, da geringere Mengen oft keine deutliche Wirkung zeigen und unrentabel sind. Solange keine sicheren Ertragsfunktionen für Mist und Kombinationen von Mist und mineralischen Düngern bei verschiedenen Kulturen bzw. Mischkulturen und für verschiedene Standorte vorliegen, sind Dosierungen von 20 t bis 40 t pro Hektar angebracht. Höhere Aufwandsmengen liegen, dem Augenschein nach, bereits im Bereich des abnehmenden Ertragszuwachses. Bei Futterkulturen (*Tripsacum laxum*, *Pennisetum purpureum* u.a.) können die Düngermengen allerdings auch höher liegen. Die Erfahrungen des Projektes haben gezeigt, daß die Nachwirkung des Mistes i.a. auf zwei Anbauperioden (Saisons) beschränkt ist.

Fragt man nach der Realisierbarkeit dieser Düngungsempfehlungen

für den viehhaltenden Betrieb im Projektgebiet, so mag folgende Überlegung hilfreich sein.

36% der Betriebe besitzen Rinder, und zwar durchschnittlich 2,9 Rinder pro Betrieb (Tabelle 3.5). Da in diese Zahl das Jungvieh mit eingeht, ist eine Annahme von 2 GVE pro Betrieb wohl realistisch. Auf dieser Grundlage läßt sich folgende Gegenüberstellung der Mistverfügbarkeit bei verschiedenen Formen der Mistgewinnung in einem großen rinderhaltenden Betrieb errechnen (Tabelle 23).

Diese Aufstellung macht deutlich, daß die Mistversorgung der Nahrungskulturflächen schon durch semipermanente Tiefstallhaltung entscheidend verbessert wird. Die empfohlene Mistdosierung von 20 t/ha ist bei traditioneller Haltung nur alle 5-10 Jahre realisierbar. Bei semipermanenter Stallhaltung kann die Nahrungskulturfläche bereits jedes zweite Jahr mit dieser Mistmenge gedüngt werden, während die um den Futterbau verringerte Nahrungskulturfläche bei permanenter Stallhaltung sogar jährlich derart gedüngt werden kann. Das anhaltend hohe Interesse der Bauern am Stallbau zeigt, daß dieser Vorteil auch von ihnen erkannt wird.

Der Einstreubedarf ist allerdings gerade bei semipermanenter Stallhaltung sehr groß. Hier kann es zu Engpässen kommen. Bei permanenter Stallhaltung müßte das anfallende verworfene Stallfutter (in unserer Modellrechnung 25% des Futters) zur Deckung des Einstreubedarfs ausreichen. Wird die Biomasseproduktion durch Baumintegration gesteigert, so werden Ernteresiduen (z.B. Sorghumstroh) als Einstreu verfügbar, die vorher zum Mulchen oder als Brennmaterial genutzt wurden.

Tab. 4.23: Mistverfügbarkeit bei verschiedenen Formen der Mistgewinnung in einem rinderhaltenden Betrieb von 1 ha Ackerfläche mit 2 GVE

	----- Haltungsform -----		
	traditionell nachts im Gehöft	Tiefstall semipermanent ^{a)}	Tiefstall permanent ^{b)}
Futtergrundlage (t TM/Jahr)			
Weide	5,3	4,3	-
Ernteresiduen	0,7	0,7	0,5
Erosionsschutz	-	1,0	0,7
Feldfutterbau	-	-	4,8
Dauer der Weideführung	12 h	9,7 h ^{c)}	-
Dauer der Stallhaltung	-	14,3 h	24 h
Mistproduktion/GVE/Jahr	1 t	6 t	10 t
Mistproduktion/Betrieb/Jahr	2 t	12 t	20 t
Für Futterfläche notwendig	-	-	4,5 t ^{d)}
Für Nahrungskulturen verfügbar	2 t	12 t	15,5 t
jährliche Mistdüngung der Nahrungskulturfläche	2 t/ha	12 t/ha	22 t/ha

a) Bei einem Flächenanteil von 10% an der Nahrungskulturfläche produzieren die Erosionsschutzlinien ca. 1 t TM/ha/Jahr an Futter. An Ernteresiduen fällt je ha Nahrungskulturfläche ca. 0,7 t TM/ha/Jahr an. Der Futterbedarf je GVE (250 kg) wird mit 3 t/Jahr angenommen (vgl. die Annahmen zu Figur 4.3).

b) Nach NEUMANN & PIETROWICZ (1985) kann bei regelmäßigen Mistgaben und ergänzender Mineraldüngung auf Futterschlägen mit Pennisetum ein Ertrag von 16 t TM/ha erzeugt werden. Daraus ergibt sich bei permanenter Stallhaltung die Notwendigkeit, 0,3 ha für den Futteranbau zu opfern. Die Futtermengen aus Erosionsschutz und Ernteresiduen auf den verbleibenden 0,7 ha Nahrungskulturfläche verringern sich entsprechend.

c) Wenn bei 12 h Weideführung 5,3 t TM gefressen werden, verringert sich die notwendige Weidezeit für 4,3 t Weidefutter auf 9,7 h. Entsprechend steigt der Mistanfall im Stall.

d) BREITSCHUH (1985a) gibt an, daß 80% des bei Tiefstallhaltung produzierten Mistes zur Mistdüngung der Futterflächen verwandt werden müssen. Nach Einschätzung der Autoren erscheint dies übermäßig hoch, daher wird von einer jährlichen Mistgabe auf die Futterflächen von 15 t/ha (23% des Mistes) ausgegangen. Die Erosionsschutzlinien profitieren durch Hangwasser indirekt von der Düngung der benachbarten Äcker und werden deshalb in dieser Angabe nicht berücksichtigt.

Ein Betrieb mit relativ hohem Nahrungsbedarf wird es sich kaum leisten können, einen Teil der Fläche für den Feldfutterbau zu opfern. Für diesen Betrieb käme nur die semipermanente Stallhaltung mit dem Zufutter aus Erosionsschutzstreifen in Frage. Je geringer das Futterangebot auf Weideflächen und je geringer der Nahrungsbedarf im Betrieb, desto eher ist eine permanente Stallhaltung möglich und notwendig. Die höhere Mistverfügbarkeit bei

permanenter Stallhaltung mag dabei den Verlust an Ackerfläche zum Teil kompensieren.

Diese Modellrechnungen für einen großen Betrieb ließen sich in ähnlicher Weise für einen kleinen Betrieb anhand der Haltung von Kleinwiederkäuern wiederholen.

Zur Abschätzung des ökonomischen Werts von Mist mag Tabelle 4.24 dienen. In ihr sind die durch eine Aufwandsmenge von 15 t/ha erzielten Mehrerträge an Mais aus verschiedenen Versuchen des PAP zusammengestellt.

In zwei Anbauperioden nach der Düngung kann man demnach vorsichtig geschätzt mit Tiefstallmist etwa 500-1500 kg/ha Mehrertrag an Mais erzielen. Das entspricht bei einem mittleren Marktpreis von 30 FRw/kg Mais einem Gegenwert von ca. 30.000,- FRw oder 2.000,- FRw/t Tiefstallmist. Da in diese Berechnung weder längerfristig bodenverbessernde und damit ertragssteigernde Wirkungen des Mistes noch die Mehrerträge aus den Begleitkulturen einfließen, ist der Mist damit eher zu niedrig als zu hoch bewertet.

Im oben geschilderten Miststeigerungsversuch mit Tiefstallmist wurden schließlich auch die Auswirkungen der Mistdüngung auf den Boden untersucht. Da sich die aufgebrauchten Nährelementmengen an der Untergrenze dessen bewegen, was in Anbetracht der Unwägbarkeiten bei der Mistausbringung und Probennahme nachweisbar und sinnvoll zu interpretieren ist, seien hier nur die augenfälligsten Ergebnisse genannt.

Tab. 4.24: Mehrerträge an Mais durch eine Mistdüngung von 15 t/ha

Standort	ohne Düngung	15t Mist/ha ^{a)}
Gihisi	581	1254 (+115%)
Gatsinsino	656	1151 (+ 75%)
Gatsinsino ^{b)}	1531	1814 (+ 18%)
Nyabitare	1003	1288 (+ 28%)

a) In Gihisi und Gatsinsino wurde Tiefstallmist, in Nyabitare traditioneller Mistkompost verwendet. Die Analysenwerte von Tiefstallmist betragen in % der Frischmasse: Wasser: 75, N: 0,3-0,5, P: 0,087, K: 0,55, Ca: 0,20 und Mg: 0,150. Die Analysenwerte von traditionellem Mistkompost betragen in % der Frischmasse: Wasser: 50, N: 0,34, P: 0,123, K: 0,43, Ca: 0,50, Mg: 0,148.
b) in Mischkultur mit Bohnen
Quelle: PIETROWICZ & NEUMANN (1987)

Bei hohen Mistgaben (40 t/ha) stiegen die Gehalte an Kalium und Magnesium (löslich in 1% Zitronensäure) deutlich an. Während der Magnesiumgehalt des Bodens dann über die ganze Versuchsdauer weitgehend konstant blieb und demnach nicht merklich ausgewaschen wurde, sank der Kaliumgehalt rascher ab, als dies durch den Entzug der Pflanzen möglich wäre. Dies deutet auf eine starke Auswaschung von Kalium aus dem Oberboden, im Laufe eines Jahres schätzungsweise etwa 50% der zugeführten Mengen. Da der Kaliumgehalt durch die Mistdüngung (40 t/ha) sehr viel stärker angehoben wurde als der Magnesiumgehalt, ergab sich auf Mg-armen Böden z.T. ein vorübergehender relativer Magnesiummangel für die Pflanzen.

Auch der pH-Wert des sehr sauren Bodens wurde durch die Mistgaben deutlich positiv beeinflusst. Zumindest am Ende der ersten Anbau-

saison lag der pH-Wert (H₂O) der mistgedüngten Parzellen um ca. 0,3 Einheiten über dem der Nullparzelle. Im weiteren Versuchsverlauf verringerte sich dieser Unterschied.

Die im PAP durchgeführten Versuche zur Mistdüngung leiden nahezu alle unter den ungünstigen aber durchaus ortstypischen Bodenverhältnissen (stark saure, verarmte Böden), die zu einer hohen Streuung der Versuchsergebnisse führten. Dies ließ in vielen Fällen keine statistisch signifikanten Ergebnisse zu. Die durch die Laufzeit des Forschungsprogramms vorgegebene kurze Versuchsdauer erlaubte es nicht, die längerfristigen Auswirkungen der Stallmistdüngung auf die Bodenfruchtbarkeit zu untersuchen. Zur präziseren Erfassung des Wertes von Stallmist zur Bodenverbesserung und Ertragssteigerung in der Projektregion müßten langfristige Versuche auf verschiedenen Böden mit den wichtigsten Kulturpflanzen der Projektregion (Banane, Sorghum, Bohne) durchgeführt werden.

Die bisherigen Ergebnisse belegen die Ertragswirksamkeit von Aufwandsmengen über 15 t/ha, mit Nachwirkungen bis in die zweite, manchmal auch dritte Saison nach der Ausbringung des Mists. Höhere Mistgaben zeigten auch eine positive Wirkung bei einigen wichtigen bodenchemischen Parametern. Darüber hinaus deutet sich eine ertragsstabilisierende Wirkung der Mistgaben gerade auf armen Böden an, die nicht allein durch die reine Nährstoffwirkung zu erklären ist. Hier bedarf es noch vertiefender bodenkundlicher Forschung, um diese Frage zu klären.



Abb. 6: Aufsetzen von Haufenkompost: Das Beratungsbild demonstriert das Aufsetzen in Schichten von gröberem und feinerem Material rund um einen Pfahl in der Mitte und das Abdecken mit Bananenblättern. Der Pfahl wird nach dem Aufsetzen herausgezogen, um einen Belüftungsschacht zu schaffen.

5. Zusammenfassende Bewertung

Die Projektbegleitende Forschung im ländlichen Entwicklungsprojekt Agro-Pastoral de Nyabisindu (PAP) hat die landwirtschaftlich-fachliche ebenso wie die entwicklungspolitische Diskussion der letzten zehn Jahre entscheidend geprägt. Dies gilt nicht nur für Ruanda selbst, sondern auch für den internationalen Kontext. Die im PAP durchgeführten Arbeiten haben nicht nur Zustimmung, sondern verschiedentlich auch Ablehnung erfahren. Dies nicht zuletzt deshalb, weil in vieler Hinsicht neue Wege beschritten wurden, die fachlich und wissenschaftlich noch nicht anerkannt waren. Auch wurden Ergebnisse erzielt, die in vielen Bereichen zu einer Korrektur bisheriger Lehrmeinungen Anlaß gaben. Für eine zusammenfassende Bewertung sind drei Bereiche zu unterscheiden: das Konzept der Standortgerechten Landwirtschaft, die Situationsanalyse in der Projektregion und drittens die Weiterentwicklung von Landbaumethoden.

Das Konzept der Standortgerechten Landwirtschaft (Kapitel 2.1) ist die Grundlage für die Weiterentwicklung von Landbaumethoden und dabei gleichzeitig Forschungsgegenstand gewesen. Nachdem die Aussichtslosigkeit herkömmlicher Entwicklungsstrategien relativ rasch vom Projektpersonal erkannt worden war, bemühte man sich systematisch um die Entwicklung einer gangbaren Alternative. Der Grundstein dazu wurde in den Jahren 1975-79 von dem Heidelberger Professor Egger gelegt, der die Erkenntnisse traditioneller, ökologisch stabiler Landbausysteme mit den Erkenntnissen der Ökosystemforschung sowie der modernen Agrarforschung verband und ein Bündel von Landbaumethoden zum Gegenstand der Betrachtungen machte, die vorher kaum Beachtung gefunden hatten. Will man diese Phase der Forschung zuzählen, so handelte es sich hier im wesentlichen um Theoriebildung, ergänzt durch kleine landbauliche Vor-

versuche ("trial and error") im Feld, die vom Beratungsdienst nebenbei durchgeführt wurden. Die im Projekt formulierten Ideen fanden schnell das Interesse anderer Projekte im Lande. Im PAP führten sie zur Veränderung der Beratungsinhalte, gleichzeitig wurde aber deutlich, daß es über die allgemein gehaltenen Ideen der Agroforstwirtschaft, Gründüngung, Kompostierung usw. an praxiserprobten Methoden fehlte; dies umso mehr, als auch kaum auf Erfahrungen ähnlicher Standorte zurückgegriffen werden konnte. Trotz dieses Defizits wurden die Ideen der Standortgerechten Landwirtschaft auch von zunächst kritischen Fachleuten im Lande aufgegriffen und fanden relativ bald Eingang in andere Entwicklungsprojekte des Landes und zunehmend auch im Ausland. Wesentliche Elemente des Konzeptes "Standortgerechte Landwirtschaft" wurden Mitte der 80er Jahre von staatlicher Seite in Ruanda zu offiziellen Beratungsinhalten erklärt.

Für das PAP selbst war es jedoch wichtig, den Bauern nicht nur Ideen zu vermitteln, sondern mit handfesten Beratungsinhalten aufzuwarten. Da die nationale Agrarforschung Ruandas zu diesem Zeitpunkt noch sehr im konventionellen Denken verhaftet war, bestand damals nicht die Möglichkeit, sie mit dieser Methodenentwicklung zu beauftragen, und so gab es keine Alternative, als eigene Forschungsarbeiten durchzuführen. Dabei kam dem Projekt die Nähe zur Praxis sehr zustatten. Allerdings kann man rückblickend kritisieren, daß die Bauern zu wenig in die Methodenentwicklung einbezogen wurden. Dadurch kam es vereinzelt zu Beratungsempfehlungen, die von der bäuerlichen Praxis dann widerlegt wurden. Andererseits ist zu berücksichtigen, daß die Anfang der 80er Jahre gewählte Forschungsmethode dem damaligen Stand angewandter Forschung entsprach. Erst in den letzten Jahren haben sich die Methoden des "Farming-Systems Research" in eine Richtung weiterentwickelt, bei der die Bauern voll einbezogen werden. Die

letzten Forschungsarbeiten in Nyabisindu, die von Raquet durchgeführt wurden, spiegeln diesen Trend wider.

Kritisiert wurde häufig auch der Aufbau eines eigenen Labors zur Untersuchung von Boden- und Pflanzenproben. Hierbei ist zu sehen, daß es in Ruanda kein Labor gab, das diese Untersuchungen im Auftrag hätte durchführen können. Andererseits wären die Untersuchungen im Ausland wesentlich teurer gewesen. Im Rückblick hat sich das Labor nicht nur für die eigenen Forschungsarbeiten als beachtlicher Erfolg erwiesen. Vor allem auch die Auftragsarbeiten, die vom ganzen Land in ihm durchgeführt werden, machen es bis zum heutigen Tage zu einem rentablen, sich selbst tragenden Unternehmen, das von einheimischen, am Ort ausgebildeten Fachkräften betrieben wird. Das Labor ist also nicht nur eine Serviceeinrichtung für das PAP, sondern leistet "nebenbei" noch einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung des Landes.

Ein weiterer Vorwurf bestand in der Tatsache, daß die Mitarbeiter im Forschungsprogramm einen relativ starken internationalen fachlichen Austausch zuließen. Infolgedessen pilgerten zahlreiche Besucher nach Nyabisindu (in Spitzenzeiten bis zu 2000 pro Jahr aus dem In- und Ausland). Für den Projektalltag war dies sicherlich nicht förderlich, dürfte auch nicht im Interesse des Landes gewesen sein und geht über die ursprünglich formulierten Ziele (s. Kap. 2.2) hinaus. Andererseits muß anerkannt werden, daß es auf diese Weise gelang, zahlreiche Entwicklungsprojekte, insbesondere der Deutschen Technischen Zusammenarbeit für die in Nyabisindu entwickelten Ideen und Methoden zu gewinnen, so daß an vielen anderen Orten eine entsprechende Methodenentwicklung in Gang kam.

In Kapitel 3 ist eine sehr detaillierte Situationsanalyse gege-

ben. Ohne die zahlreichen Feldstudien, Erhebungen und Befragungen wäre eine derart fundierte Kenntnis der Menschen, ihres Lebensraumes und ihrer Landnutzungssysteme nicht möglich. Für das Projekt aber auch für Ruanda insgesamt ist dieses Wissen von nicht zu unterschätzender Bedeutung.

Betrachtet man nun die Ergebnisse bei der Weiter- oder Neuentwicklung von Landbaumethoden, so müssen die erzielten Erfolge unterschiedlich beurteilt werden. Die **Agroforstwirtschaft** (Kap. 4.1) ist sicherlich das wichtigste und erfolgreichste Element. Das Pflanzen von Bäumen ist bei allen Betriebstypen inzwischen zu einer selbverständlichen Praxis geworden. Ob dies mehr im Hofbereich, an Feldrändern oder innerhalb von Erosionsschutzstreifen erfolgt, ist dabei betriebsgrößenabhängig. Aus fachlich wissenschaftlicher Sicht wurden bahnbrechende Ergebnisse zur Frage von Konkurrenzwirkungen und Synergismen zwischen Bäumen und Sträuchern und Feldkulturen erarbeitet. In Anbetracht der Komplexität der Forschungsfrage und der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit stellen die Ergebnisse eine enorme Leistung dar.

Die Arbeiten zum Thema **Mischkultur** (Kap. 4.2) erbrachten nur begrenzt Neuerungen, die in die landwirtschaftliche Beratung einfließen. Die Ergebnisse verdeutlichen dem Planer und Berater die große Bedeutung der Mischkultur in der ruandischen Landwirtschaft, zeigen allerdings auch Ansatzpunkte zu ihrer Verbesserung auf. Aus fachlich-wissenschaftlicher Hinsicht wurden Zusammenhänge aufgezeigt, die die in der internationalen Fachliteratur dokumentierten Erkenntnisse bestätigen.

Bedeutende Ergebnisse wurden dagegen zum Thema **Gründüngung** (Kap. 4.3) erzielt. Die sehr umfangreichen Arbeiten führten tatsächlich zu Methoden, die relativ rasch Eingang in die bäuerliche Praxis

fanden. Aus fachlich-wissenschaftlicher Sicht ist bedeutsam, daß die Bauern in die Methodenentwicklung einbezogen wurden und dadurch Hemmnisse aus Sicht der Praktiker vorweggenommen werden konnten.

Die Weiterentwicklung des Methodenelementes **(semi-)permanente Stallhaltung und Futterbau** war ebenfalls erfolgreich. Zwar scheidet der für permante Stallhaltung von Rindern notwendige Futterbau für die meisten Betriebe infolge von Landknappheit aus, jedoch kann auch schon durch eine zeitweise Aufstallung des Viehs die verfügbare Mistmenge beträchtlich gesteigert werden. Die Methoden der Agroforstwirtschaft können dabei den ausgeprägten Mangel an Futter und Einstreu mildern.

Der Themenbereich **Aufbereitung und Anwendung von Stallmist und Kompost** erbrachte für die bäuerliche Praxis eine Menge kleiner Anregungen zur Verbesserung der organischen Düngungswirtschaft, das heißt zur besseren Nährstoffrückführung und zur Erzeugung qualitativ höherwertiger Dünger. Aus fachlich-wissenschaftlicher Sicht litten die Versuche unter der Kurzfristigkeit des Versuchsprogrammes und unter den zum Teil recht heterogenen Versuchsflächen.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß im Programm "Projektbegleitende Forschung" bedeutsame Ergebnisse erzielt, aber auch - und dies ist ebenso wichtig - ausgewertet und publiziert wurden. Herausragend sind die Themen "das Konzept der Standortgerechten Landwirtschaft", "Agroforstwirtschaft" und "Gründüngung". Die für die Praxis wesentlichen Erkenntnisse wurden in sogenannten "Fiche Techniques" dem Beratungsdienst verfügbar gemacht. Die umfangreiche Literaturliste (Kap.6) mit den zahlreichen Publikationen spricht für sich.

6. Literaturübersicht

ABDULLAHI, A. (1971): Monocropping/rotation trial - Samaru. Institute for Agricultural Research, Samaru (unpublizierte Daten) zit. in Mokwunye, U. (1980): Interaction between farmyard manure and NPK fertilizers in savanna soils. In: Organic recycling in africa. FAO Soils Bulletin 43, 192-200. FAO, Rom.

ADELHELM, R. (1981): Landwirtschaftliche Beratung und Molkerei Nyabisindu. Durchführungsvorschlag und Prüfbericht. GTZ Eschborn.

ADELHELM, R., HOESLE, U., KOTSCHI, J. & MÜLLER-SÄMANN, K.M. (1986): Standortgerechte Landwirtschaft - Ansätze in der Technischen Zusammenarbeit. In: Bevölkerungsentwicklung, Agrarstruktur und Ländlicher Raum, S. 363-376. Münster-Hiltrup.

ANGER, G. (1983): Zur Orientierung der Abteilung Forschung und Studien des Projektes Agro-Pastoral de Nyabisindu in den nächsten Jahren - policy paper. PAP, Manuskript. Nyabisindu.

ANGER, G. (1984a): Anmerkungen zum Verlauf der gegenwärtigen Landwirtschaftssaison in Ruanda und ihre Auswirkungen auf die Ernährung der Bevölkerung im Projektgebiet. Manuskript, PAP. Nyabisindu.

ANGER, G. (1984b): Etat d'exécution du Plan d'action 1984 et problemes actuels du projet. Document préparatoire pour la réunion du comité de gestion du PAP du 21 décembre 1984, Manuskript, PAP. Nyabisindu.

ANGER, G. (1984c): Projet de promotion d'associations de paysans pour l'intensification de l'agriculture. Manuskript, PAP. Nyabisindu.

ANGER, G. (1985): Standortgerechter Landbau im Projekt Agro-Pastoral de Nyabisindu, Ruanda. Manuskript. o.O.

ANGER, G. et al. (1984): Document préparatoire pour les journées d'études forestières et agro-forestières de l'ISAR du 09 au 12 Octobre 1984. Manuskript, PAP. Nyabisindu.

ARMBRUSTER, T. (1989): Estimation des paramètres technico-économiques de l'élevage caprin, bovin, et cunicole au Burundi. Document de travail. Manuskript, o.O.

BAGIRAMENSHI, J. & BAZIHIZINA, C. (1985): Le cas Gitarama. Groupe de Labeaume. Lausanne.

BASLER, A. (1986): Landwirtschaftliches Beratungsvorhaben Nyabisindu. Hauptbericht Projektevaluierung Mai/Juni 1986. GTZ Eschborn.

BAUMHÖGGER, G. (1987): Rwanda. In: Hofmeier, R. & Schönborn, M. (Hg.): Politisches Lexikon Afrika, 3. Aufl. München.

BEHMEL, F. & NEUMANN, I. (1980): An example for agroforestry in tropical mountain areas. GTZ Eschborn.

BENNETT, J. & PREISLER, R. (1987): Traditioneller und standortgerechter Landbau im Gebiet des Projet Agro-Pastoral de Nyabisindu. Ein betriebswirtschaftlicher Vergleich der beiden Systeme. PAP, Etudes et Experiences No. 7. Nyabisindu.

BOGUSLAWSKI, E. von (1981): Ackerbau, Grundlagen der Pflanzenproduktion. Frankfurt.

BRANDES, W. & WOERMANN, E. (1971): Landwirtschaftliche Betriebslehre. Band II: Spezieller Teil. Hamburg und Berlin.

BREITSCHUH, U. (1985a): Die Projektregion des Projet Agro-Pastoral de Nyabisindu. Eine Monographie. Deutsches Manuskript. Nyabisindu.

BREITSCHUH, U. (1985b): Der standortgerechte Landbau als Strategie der Produktionsförderung in kleinbäuerlichen Betrieben Rwandas. PAP, Etudes et Experiences No. 8, Manuskript. Nyabisindu.

BREITSCHUH, U. (1985c): Förderungsmaßnahmen des Projet Agro-Pastoral de Nyabisindu in der Projektregion vor 1980 und ihre Entwicklung bis 1985. Manuskript. Nyabisindu.

BREMER, F. (1985a): Le role de la femme et les possibilités de son integration dans les actions de vulgarisation du PAP. Rapport de mission de consultation, Manuskript. Berlin.

BREMER, F. (1985b): Groupements; Programme ONG et potentialités de développement. Rapport de mission de consultation, Manuskript. Berlin.

BRUMBY, P.J.; GRYSEELS, G. & STEWARD, R.A. (1985): The International Livestock Centre for Africa (ILCA). Objectives, structure, achievements and prospects. Quarterly Journal of International Agriculture, 24/1, S. 48-62.

BUNTZEL, R. (1976): Länderstudie - Ruanda. Manuskript, AGKED. o.O.

BUSCHMANN, U. (1984): Aspects du droit foncier et le développement rural dans la région du projet. PAP, Etudes et Experiences No. 5. Nyabisindu.

BUSCHMANN, U. (1985): Bodenrecht und ländliche Entwicklung in Ruanda. Abschlußarbeit, Fachbereich Agrarwissenschaften der Universität Göttingen. Göttingen.

BYEMERO, V., HAKUZIAREMYE, E., NYANDWI, D. & MBONEYE, E. (1985): Elements d'analyse et investigations dans le milieu rural. Manuskript. o.O.

CHARREAU, C. & NICOU, R. (1971): L'amélioration du profil culturel dans les sols sableux de la zone tropicale sèche ouest-africaine et ses incidences agronomiques. L'agronomie tropicale, Vol. 26, 2, S. 209-255, 5, S. 565-631, 9, S. 903-978, 11, S. 1183-1247.

CHEATLE, R.J.; MURAGA, P. & YOUNG, A. (1989): Modelling soil changes under agroforestry. In: Thomas, D.B. et al. (Hg.): Soil and Water Conservation in Kenya. Proceedings of the Third National Workshop, S. 254-271. Department of Agricultural Engineering, University of Nairobi, and Swedish International Development Authority (SIDA), Nairobi.

DELEPIERRE, G. (1975): République Rwandaise, Carte des régions agricoles. ISAR. Rubona.

DELEPIERRE, G. (1985): Evolution de la production vivrière et les besoins d'intensification. In: Premier séminaire national sur la fertilisation des sols au Rwanda, Kigali, du 17 au 20 Juin 1985, S. 58-86. MINAGRI, Kigali.

DRESSLER, J. (1983a): La structure agraire de la région du projet. Resultats de l'enquête socio-économique. PAP, Etudes et Experiences No. 2. Nyabisindu.

DRESSLER, J. (1983b): 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. & FRIEDRICH, K.-H. (1982): Ausdruck der Daten zur Betriebserhebung im PAP. Kopie des Computerausdrucks. o.O.

DRESSLER, J. & NEUMANN, I. (1982): Agriculture du couvertures du sol (ACS) - un impératif pour la lutte contre l'érosion au Rwanda. Bulletin Agricole du Rwanda, 4/82.

DRESSLER, J. & ZÜBLIN, H. (1982): Enquête caféicole dans la région du Projet Agro-Pastoral de Nyabisindu. Mai 1982. Bulletin Agricole du Rwanda 15/4.

EGGER, K. (1975): Traditioneller Landbau in Tansania - Modell ökologischer Ordnung? In: Scheidewege, Jg. 5, H. 2.

EGGER, K. (1978a): Bericht über die Reise nach Rwanda vom 8.5.-20.5.1978. Universität Heidelberg. Heidelberg.

EGGER, K. (1978b): Ecofarming - Entwicklungsstrategie für Problemgebiete? In: Entwicklung und Ländlicher Raum 2/78, S. 10-14.

EGGER, K. (1979): Ökologie als Produktivkraft. Erfahrungen beim "Ecofarming" in Ostafrika. In: Elsenhans, H. (Hg.): Agrarreform in der Dritten Welt, S. 217-254. Frankfurt/New York.

EGGER, K. (1980-81): Überlegungen zur Weiterführung der begleitenden Forschung in Rwanda. Manuskript. o.O.

EGGER, K. (1980a): Bericht über die Reise nach Nyabisindu vom 11.11.-18.11.1979. Universität Heidelberg. Heidelberg.

EGGER, K. (1980b): Bericht über die Reise nach Nyabisindu vom 13.10.-2.11.1980. Forschungsstelle für Internationale Agrarentwicklung. Heidelberg.

EGGER, K. (1981a): Neue Landbaumethoden als sektoraler Beginn einer stufenweise umfassender werdenden Agrarentwicklung am Beispiel des Projet Agro-Pastoral de Nyabisindu/Ruanda. Beitrag zum Seminar "Standortgerechter Landbau" vom 11.-20.5.1981 in Kigali, Rwanda. Manuskript, Forschungsstelle für internationale Agrarentwicklung. Auch in: Rottach, P. (Hg.): Ökologischer Landbau in den Tropen, S. 211-228, Karlsruhe, 1984. Heidelberg.

EGGER, K. (1981b): Ökologischer Landbau (Ecofarming) als standortgemäße Bewirtschaftungsform in Rwanda-Entwurf einer Zusammenstellung der Anbaumethoden. Manuskript, Forschungsstelle für Internationale Agrarentwicklung. Heidelberg.

EGGER, K. (1981c): Reisebericht 24.7.-11.8.1981. Manuskript. o.O.

EGGER, K. (1982a): Bericht über die Reise nach Nyabisindu vom 21.2.-9.3.82. Universität Heidelberg. Heidelberg.

EGGER, K. (1982b): Ecofarming - Kern ökologischer Agrarentwicklung? Manuskript (auch in E+Z). o.O.

EGGER, K. (1982c): Methoden und Möglichkeiten des "Ecofarming" in Bergländern Ostafrikas. In: Gießener Beiträge zur Entwicklungsforschung, Reihe I. Gießen.

EGGER, K. (1983): Bericht über den Besuch des Projektes 69.2040.9 Rwanda im Februar und März 1983. Manuskript. Heidelberg.

EGGER, K. (1984): Ökologische Alternativen im tropischen Landbau - Notwendigkeit, Konzeption, Realisierung. In: Rottach, P. (Hg.): Ökologischer Landbau in den Tropen, Karlsruhe, S. 191-210.

EGGER, K. & GLAESER, B. (1974): Kritik der Grünen Revolution: Wege zur ökologischen Alternative. In: Scheidewege, Jg. 4, H. 4. S. 541-563. Auch in: Rottach, P. (Hg.): Ökologischer Landbau in den Tropen, 2. Aufl., Karlsruhe 1986, S. 13-36.

EGGER, K. & GLAESER, B. (1975): Politische ökologie der Usambara-Berge in Tanzania. Kübel Stiftung. Bensheim.

EGGER, K. & MAYER, B.-J. (1975): Bericht über Beobachtungen zur ökologischen Situation der Landwirtschaft in Ruanda - Vorschläge. Manuskript. Heidelberg.

EGGER, K. & ROTTACH, P. (1983): Methoden des Ecofarming in Rwanda. In: Der Tropenlandwirt, H. 84, S. 168-185. Auch in: Rottach, P. (Hg.): Ökologischer Landbau in den Tropen, Karlsruhe 1984, S. 229-249.

EGGER, K. & ZEUNER, T. (1976): Modell ökologischer Agrarentwicklung. Manuskript. Nyabisindu.

EGLI, A. (1985): La conservation des sols à l'aide des méthodes agroforestières. Le cas de Rwanda. Exposé présenté à l'occasion du Colloque International sur le Développement Agricole et Conservation du Patrimoine Naurel dans les Pays du Tiers Monde, du 9 au 11 octobre 1985 à Gembloux. Intercooperation Suisse/ISAR Ruhande.

EGLI, A. (1987): Vorschläge zu Projektbegleitenden Forstmaßnahmen im GTZ-Projekt "Intensivierung der Nahrungsmittelproduktion" (IVP) in den Gemeinden Giciye, Kibilira, Karago und Satinsyi (Gisenyi, Rwanda). Technisch-wissenschaftlicher Bericht erstellt im Auftrag der GTZ. Zürich.

EGLI, A. (1988): Les arbres et arbustes fourragers au Rwanda. ISAR, Note Technique No. 2. Rubona.

EGLI, A. & RAQUET, K. (1985): L'agroforesterie au service de la fertilisation et de la conservation du sol au Rwanda. In:

MINAGRI: Premier seminaire national sur la fertilisation des sols au Rwanda, Kigali, du 17 au 20 juin 1985, S. 235-254. Kigali.

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 (1984): Agroclimatological Data for Africa. Vol. 2 Countries south of the equator. Rome.

FURNEMONT, A. & CAMERMAN, A. (1976): Premier bilan quinquennal, financier et energetique des fermettes experimentales de l'ISAR Rubona. Leur potentiel et leur limite. 1970-1975. ISAR, Note technique No. 14. Rubona.

GABATHULER, E. (1982): Projet Agro-Pastoral et Laiterie Nyabisindu. Rapport de Mission concernant l'organisation de la vulgarisation agricole dans le cadre du projet. GTZ Eschborn.

GALLIKER, U. (1985): Elaboration des techniques adaptées. Resultats en 1985. Projet agricole de Kibuye. Kibuye.

GFA (1986): Förderung der nationalen Agrarforschung am ISAR Ruanda. Gutachten erstellt im Auftrag der GTZ. Hamburg.

GTZ (1975): Hauptbericht über das Ergebnis der Untersuchungen des Projektes "Landwirtschaftlicher Beratungsdienst und Lehrmolkerei Nyabisindu/Ruanda". Entwurf (Manuskript) und Stellungnahme des Projekts (Dr. Zeuner). Eschborn.

GTZ (1981): Angebot über die zweijährige Verlängerung des Vorhabens "Landwirtschaftlicher Beratungsdienst und Molkerei Nyabisindu". Manuskript. Eschborn.

GTZ (1987): Angebot über die Durchführung des Vorhabens Landwirtschaftliches Beratungsvorhaben Nyabisindu, Ruanda. Manuskript. Eschborn.

HETIER, A. (1985): Les journées de créativité. Groupe de Labeaume. Lausanne.

INADES FORMATION Rwanda (1985): Inventaire O.N.G. 1985. Documents pour le développement. Kigali.

INSTITUT FÜR ETHNOLOGIE UND AFRIKA-STUDIEN, UNIVERSITÄT MAINZ (Hg.) (1984): Partnerland Ruanda. Mainz.

ISNAR (1982): The national agricultural research system of Rwanda. Report to the Government of the Republic of Rwanda. The Hague.

ISNAR (1983): La recherche agricole au Rwanda: Bilan et Perspectives. Rapport du Séminaire, Kigali, Février 5-12, 1983. The Hague.

JANSSENS, M. (1978): Protocole d'un essai multi-local et multi-saisonnier de différentes cultures associées selon un schéma factoriel. 1ère saison: 1979 A. ISAR, UNR, Groupe scolaire Butare, PAP, Manuskript. Rubona.

JANSSENS, M., MPABANZI, A. & NEUMANN, I. (1985): Les cultures associées au Rwanda. ISAR, Note Technique No. 2. Rubona.

JANSSENS, M.J.J., NEUMANN, I. & FROIDEVEAUX, L. (1986): Low-input ideotypes. In: Vogtmann, H, Boehncke, E. & Fricke, I. (Hg.): The Importance of Biological Agriculture in a World of Diminishing Resources. Proceedings of the 5th IFOAM International Scientific Conference at the University of Kassel (Germany), S. 282-296. Witzenhausen.

KAHNT, G. (1983): Gründung. 2. verb. Auflage, Frankfurt

KLAER, W. & EGGER, K. (1984): Zur Problematik des Ackerbaus in den Tropen. In: Partnerland Ruanda, Katalog zur Ausstellung des Landes Rheinland-Pfalz, S. 61-68. Mainz.

KLAGES-HATAMI MIRI, S. (1987a): La jachère naturelle. Hospitationsbericht I, Manuskript. o.O.

KLAGES-HATAMI MIRI, S. (1987b): La pratique d'engrais vert. Hospitationsbericht II, Manuskript. o.O.

KOTSCHI, J. (1981a): Ökologischer Landbau als ein Instrument landwirtschaftlicher Entwicklung. In: Entwicklung und ländlicher Raum 5/81. Auch in: Rottach, P. (Hg.): Ökologischer Landbau in den Tropen, 2. Aufl., Karlsruhe 1986, S. 95-106.

KOTSCHI, J. (1981b): Protokoll zur Planung der projektbegleitenden Forschung im Projekt: Landwirtschaftliche Beratung und Molkerei Nyabisindu. Manuskript, GTZ. Eschborn.

KOTSCHI, J. (1983): Dienstreisebericht Ruanda. Projekt Agro-Pastoral, Nyabisindu, 17.2.-5.3.1983. Manuskript, GTZ Eschborn.

KOTSCHI, J. (1984): Sachstandsbericht. PAP, Abteilung Forschung und Studien, PN 69.2040.9-01.200. Eschborn.

KOTSCHI, J. (1987): Agroforestry for soil fertility maintenance in the Communal Lands of Zimbabwe's semi-arid areas. Paper presented at the workshop on "Cropping in the Semi-arid Areas of Zimbabwe", Harare, 24-28 August 1987, Manuskript. Marburg. Auch in: Kotschi, J. (Hg.): Ecofarming Practices for Tropical Smallholdings, Research and Development in Technical Cooperation. Working Papers for Rural Development. No. 14. GTZ Eschborn.

KOTSCHI, J. (1989): Introduction. In: Kotschi, J. (Hg.): Ecofarming Practices for Tropical Smallholdings, Research and Development in Technical Cooperation. Working Papers for Rural Development. No. 14. GTZ. Eschborn.

KOTSCHI, J. & ADELHELM, R. (1984): Standortgerechte Landwirtschaft zur Entwicklung kleinbäuerlicher Betriebe in den Tropen und Subtropen. GTZ Eschborn.

KOTSCHI, J., PFEIFFER, J. & GROSSER, E. (1982): Fachseminar Standortgerechter Landbau. Tagungsbericht. DSE/GTZ. Feldafing.

KRÜGER, W. (1983a): Le service vétérinaire du projet - 13 ans d'expérience en matière de promotion de la santé animale. PAP, Etudes et Experiences No. 1. Nyabisindu.

KRÜGER, W. (1983b): Possibilités de développement pour l'élevage caprin. Quelques expériences faites auf Projet Agro-Pastoral de Nyabisindu. PAP, Etudes et Experiences No. 3. Nyabisindu.

LANDWIRTSCHAFTLICHER BERATUNGSDIENST UND MOKKEREI NYABISINDU/RWANDA (o.J.): Jahresbericht 1979. Manuskript. Nyabisindu.

LENZNER, H.-H. (1981): Bedeutung und Herstellung des Bananenbiers in Ruanda. Manuskript. Nyabisindu.

LENZNER, H.-H. & KEMPF, G. (1982): Tierhaltung in Subsistenzbetrieben Ruandas. Diplomarbeit, Fachbereich Internationale Agrarentwicklung Gesamthochschule Kassel. Witzhausen.

LEPP, A., TEPLITZ-SEMBITZKY, W. & ZIEROTH, G. (1986): Schlußbericht Planung des Sonderenergieprogrammes Ruanda. IPC, Gutachten im Auftrag der GTZ. o.O.

LUDWIG, H.D. (1967): Ukara: Ein Sonderfall tropischer Bodennutzung im Raum des Viktoria-Sees. IFO Afrika-Studien 22. München.

LÜHE, H.-R. von der (1983a): Fallstudie zu Biomassevorräten und -kreisläufen in traditionellen Betrieben im Projektgebiet des Projet Agro-Pastoral de Nyabisindu. Manuskript. Nyabisindu.

LÜHE, H.-R. von der (1983b): Untersuchung zur Qualität der Ausbildung in Verbindung mit dem im Projekt Projet Agro-Pastoral de Nyabisindu (Ruanda) verwandten didaktischen Material am Beispiel zweier Themen. Manuskript. Nyabisindu.

LÜHE, H.-R. von der (1987): Organisation landwirtschaftlicher Beratung in Ruanda. Fallstudie zur Arbeit der Moniteurs Agricoles in der Gemeinde Murama. Diplomarbeit, Fachbereich Agrarwissenschaften Universität Göttingen. Göttingen.

MEACH, S. (1986): Analyse de la productivité agricole au Rwanda. Mimeo. Butare.

MINAGRI (1985a): Résultats de l'enquête 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)).

MINAGRI (1985b): Premier seminaire national sur la fertilisation des sols au Rwanda. Kigali, du 17 au 20 juin 1985. Kigali.

MINAGRI (1986): Résultats de l'enquête nationale agricole 1984. Rapport 1, Volume II. Kigali.

MINAGRI (1987): Etude sur la commercialisation des produits vivriers au Rwanda. Rapport provisoire, Partie production agricole. GTZ. Eschborn.

MINIPLAN (1983): Strategie alimentaire au Rwanda. Objectifs, chiffres et programmes d'actions. Document No. 3. Kigali.

MINIPLAN (1986): Enquête 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.

MINISTERE DES FINANCES ET DE L'ECONOMIE (1985): Situation economique du Rwanda en 1984. Mimeo. Kigali.

MOKWUNYE, U. (1980): Interaction between farmyard manure and NPK fertilizers in savanna soils. In: Organic recycling in Africa. FAO Soils Bulletin 43, 192-200, FAO, Rom.

MOLL, W. (1984): Reise- und Sachbericht. Kurzzeiteinsatz im Projekt im August 1983. Manuskript. Reiskirchen.

MÜLLER-SÄMANN, K.M. (1986): Bodenfruchtbarkeit und Standortgerechte Landwirtschaft. Schriftenreihe der GTZ, 195. Eschborn.

NEUMANN, I. (1980): Bericht über die Projektaufenthalte vom 19.10.-4.12.1979 und 15.3.-1.4.1980 in Nyabisindu/Ruanda im Auftrag der GTZ. Forschungsstelle für Internationale Agrar-entwicklung. Heidelberg.

NEUMANN, I. (1983): Use of trees in smallholder agriculture in tropical highlands. In: Lockeretz, W. (Hg.): Environmentally sound agriculture. New York.

NEUMANN, I. (1984a): La promotion des cultures associées au projet. PAP, Etudes et Experiences No. 4. Nyabisindu.

NEUMANN, I. (1984b): Vom Nutzen der Bäume in der kleinbäuerlichen Landwirtschaft tropischer Bergländer. In: Rottach, P. (Hg.): Ökologischer Landbau in den Tropen, S. 250-262. Karlsruhe.

NEUMANN, I. (1988): Agrarökologische Aspekte der Baumintegration in kleinbäuerlichen Anbausystemen der feuchten Tropen. Dissertation, Ruprecht-Karl-Universität Heidelberg. Heidelberg.

NEUMANN, I. & PIETROWICZ, P. (1985a): Agroforstwirtschaft in Nyabisindu. Untersuchungen zur Integration von Bäumen und Hecken in die Landwirtschaft. PAP, Etudes et Experiences No. 9. Eschborn.

NEUMANN, I. & PIETROWICZ, P. (1985b): Arbeitsergebnisse PAP-Forschung zu Fragen der Fruchtbarkeitserhaltung und Düngung. Manuskript. o.O.

NEUMANN, I. & PIETROWICZ, P. (1989): Light and water availability in fields with and without trees. An example from Nyabisindu in Rwanda. In: Reijnsnyder, W.S. & Darnhofer, T.O. (Hg.): Meteorology and Agroforestry. Proceedings of an International Workshop. S. 401-406, ICRAF, Nairobi

NEUMANN, I. & ZEUNER, T. (1981): La production du bois au Rwanda sous l'aspect du boisement intégré à l'agriculture. Bulletin agricole du Rwanda, 7/81, S. 155-163.

NSHIMYIMANA, E., DELEPORTE, P. & SIBOMANA, G. (1987): Contribution des fourrages ligneux dans la nutrition animale. Etude comparative des différents régimes dans l'alimentation des chèvres. Bulletin agricole du Rwanda, 3/87, S. 164-172.

OBERMAIER, J. (1976): Der ökologische Landbau als Alternative für tropische Bergländer. In: Der Tropenlandwirt, 77. Jg., S. 130-134.

ONAPO (1982): Actes du Colloque "Famille, Population et Développement", Kigali, du 27 Septembre au 1er Octobre 1982. Kigali.

PAP (1982): Rapport annuel 1981. Mimeo. Nyabisindu.

PAP (1983a): Bref aperçu du Projet Agro-Pastoral de Nyabisindu. Nyabisindu.

PAP (1983b): Plan d'action - exercice 1983. Nyabisindu.

PAP (1983c): Rapport annuel 1982. Mimeo. Nyabisindu.

PAP (1983d): Jahresbericht 1982 der Abteilung Begleitende Forschung im Projekt Agro-Pastoral de Nyabisindu. Manuskript. Division Recherche et Etudes. Nyabisindu.

PAP (1983e): Identification des agriculteurs "modeles" dans le cadre d'un programme de formation pratique. Division vulgarisation Formation. Mimeo. Nyabisindu.

PAP (1984a): L'érosion et la lutte contre l'érosion. Fiche technique No. 3. Nyabisindu.

PAP (1984b): L'étable fumiere. Fiche technique No. 2. Nyabisindu.

PAP (1984c): Anmerkungen der Mitarbeiter des Projektes zum Schlussbericht von J. Dressler: Standortgerechter Landbau (SGL) im tropischen Bergland. Manuskript. Nyabisindu.

PAP (1984d): Kurzgefasste Projektübersicht. Nyabisindu.

PAP (1984e): Rapport annuel 1983. Mimeo. Nyabisindu.

PAP (1984f): Division Recherche et Etudes (1984): Jahresbericht 1983. Manuskript. Nyabisindu.

PAP (1985a): Rapport annuel 1984. Mimeo. Nyabisindu.

PAP (1985b): L'arbre et la haie dans l'exploitation paysanne. Fiche technique No. 3. Nyabisindu.

PAP (1985c): Projet Agro-Pastoral de Nyabisindu, Rapport annuel 1984. Nyabisindu.

PAP (1988): Résultats enquête agroforesterie 1987/88. Version préliminaire à l'utilisation des agents du project/communes. Projet Agro-Pastoral de Nyabisindu, Nyabisindu.

PFEIFFER, J. & GROSSER, E. (1980): Wirtschaftliche Situation und Motivationsstruktur der Zielbevölkerung im Hinblick auf die Verbreitung des Neuerungskonzepts für standortgerechten Landbau. GTZ. Eschborn.

PFEIFFER, J. & GROSSER, E. (1981): L'agriculture écologique - Revolution verte pour le Rwanda. GTZ. Eschborn.

PIETROWICZ, P. (1981): Vorbereitung der wissenschaftlichen Forschungen zur Standortkunde und Pflanzenernährung im Projekt Landwirtschaftliche Beratung und Molkerei Nyabisindu, Ruanda. Beraterbericht für die GTZ. Eschborn.

PIETROWICZ, P. (1983): Ausgewählte Methoden der Nutzungsoptimierung im Rahmen des standortgerechten Landbaus in Rwanda. In: Gießener Beiträge zur Entwicklungsforschung, Serie I, Vol. 9. Gießen.

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. & NEUMANN, I. (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.

PREISLER, R. (1985a): Aktuelle Situation des Projektmanagements im PAP - Nyabisindu. Erster Zwischenbericht zur Pilotphase "Projektmanagement". PAP, Manuskript. Nyabisindu.

PREISLER, R. (1985b): Commercialisation des produits agricoles. Structure des marchés et évolution des prix dans la région du projet. PAP, Etudes et Experiences No. 6. Nyabisindu.

PREISLER, R. (1985c): Ergebnisse der Projektarbeit in Nyabisindu. Manuskript. GTZ Eschborn.

RAQUET, K. (1983): Calendrier agricole pour la Commune de Nyabisindu (Colline seulement). In: Bennett, J & Preissler, R. (1987): Traditioneller und standortgerechter Landbau im Gebiet des Projet Agro-Pastoral de Nyabisindu, 1987, S. A5.01. 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.

REISCH, E. (1982): Landwirtschaftliche Beratung und Molkerei Nyabisindu. Bericht über Gutachterreise vom 21.2.1982-5.3.1982. Entwurf. Hohenheim.

REPUBLIQUE FRANCAISE (1984): Memento de l'agronome. Ministère des Relations Exterieures, Cooperation et Developpement, Paris.

REPUBLIQUE RWANDAISE (1982): IIIème plan de développement économique, social et culturel 1982-1986. Journal officiel de la Republique Rwandaise, 21ème année.

ROHRMOSER, K. (1985): Saatgutprogramm für das Projekt Landwirtschaftliches Beratungsvorhaben Nyabisindu/Ruanda. GTZ. Eschborn.

RUTHENBERG, H. (1967): Smallholder Farming and Smallholder Development in Tanzania. IFO-Institut, Afrika-Studien 24. München.

RUZICKOVA, L. (1986): Les experiences sur le concours de lutte anti-érosive effectué par le PAP Nyabisindu. Rapport de stage, Projet Agro Pastoral de Nyabisindu, Ruanda.

SANCHEZ, P.A. (1976): Properties and management of soils in the tropics. New York.

SCHNURR, I. (1984): Untersuchungen über den Einfluß der Baumarten *Erythrina abyssinica*, *Grevillea robusta* und *Albizia shimperiana* auf den Bodenzustand und auf die unter ihrem Schirm wachsenden Maispflanzen in einem agroforstlichen System. Diplomarbeit, Institut für Bodenkunde und Waldernährung, Universität Göttingen. Göttingen.

SCHUMACHER, U. (1987): Aspekte der integrierten Tierhaltung im standortgerechten Landbau in Rwanda. Diplomarbeit, Justus-Liebig Universität Gießen.

SCHWANCK, J. (1982): Die Integration von Bäumen in kleinbäuerlichen Betrieben und ihre Bedeutung für die Landnutzung in Rwanda. Diplomarbeit Fachbereich Landschaftsökologie, Technische Universität München-Weihenstephan. Weihenstephan.

SIBAND, P. (1972): Etude de l'évolution des sols sous culture traditionnelle en Haute Casamance. Principaux resultats. L'agronomie tropicale, Vol. 27, 5, S. 574-591.

SIRVEN, P., GOTANEGRE, J.F. & PRIOUL, C. (1974): Géographie du Rwanda. Editions A. de Boeck/Editions Rwandaises. Bruxelles/Kigali.

STROHM, R. (1989): Vorläufiger Bericht über die Ausarbeitung einer Betriebstypologisierung im Projektgebiet des "Projet Agro-Pastoral de Nyabisindu. In: Hospitationsbericht. Manuskript. Göttingen.

UBONABENSHI, O. (1977): La participation de la femme rwandaise à l'effort de production, d'après une analyse de l'emploi du temps à Gatovu. Université Nationale du Rwanda, Faculté des Sciences, Département d'Agronomie. Butare.

VARESCHI, V. (1980): Vegetationsökologie der Tropen. Stuttgart.

WEISCHET, W. (1977): Die ökologische Benachteiligung der Tropen. Teubner Studienbücher. Stuttgart.

WORLD BANK (1985): Rwanda. Projet de recherche agricole. Rapport d'execution. Rapport no. 5181-RW. Washington.

WORLD BANK (1986): Implementation Volume. Rwanda. Gitarama agricultural production and MINAGRI institutional development project. Report No. 5895-RW. Washington D.C.

YOUNG, A. (1989): Agroforestry for sustainability in steeplands. In: Elliot, C.E. (Hg.): Soil management and smallholder development in the Pacific islands. IBSRAM Proceedings No. 8, S. 37-50, IBSRAM, Bangkok.

ZEUNER, T. (1976): Implementierung des ökologischen Konzepts im Landwirtschaftsprojekt Nyabisindu/Ruanda. Manuskript. Nyabisindu.

ZEUNER, T. (1977): Rapport annuel 1976. Projet Agro-Pastoral et Laiterie Nyabisindu. Nyabisindu.

ZEUNER, T. (1980): An ecological approach to farming. National seminar on agroforestry, Nairobi/Kenya, Manuskript. Nyabisindu.

ZEUNER, T. (1981): Landwirtschaftliche Beratung und Molkerei Nyabisindu. Fachlicher Bericht 1980/81. Manuskript. o.O.

ZEUNER, T. (1982): Sonderbericht über die Situation zur dauerhaften Absicherung des Projekterfolgs. PAP, Manuskript. Nyabisindu.

ZEUNER, T. & NEUMANN, I. (1980): Standortgerechter Landbau im Projekt Landwirtschaftliche Beratung und Molkerei Nyabisindu/Ruanda. Projektbeschreibung. GTZ. Eschborn.