

**Agrarkolonisation im Alto Beni**  
**Landschafts- und politisch-ökologische Entwicklungsforschung**  
**in einem Kolonisationsgebiet in den Tropen Boliviens**

**I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n**

zur  
Erlangung des Doktorgrades der  
Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät  
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

vorgelegt von  
Jörg Elbers  
aus Kettwig

Düsseldorf  
2002

Gedruckt mit Genehmigung der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät  
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Referent: Prof. Dr. Ekkehard Jordan  
Korreferenten: Prof. Dr. Dietrich Soyez  
Prof. Dr. Gerd Wenzens

Tag der mündlichen Prüfung: 09. Januar 2002

## Vorwort

Mit dem Abschluß dieser Arbeit schließt sich für mich ein Kreis, der während des Geographiestudiums im März 1989 mit einem Auslandspraktikum in Bolivien begann. Die Faszination für dieses Land führte mich 1990/91 für die Diplomarbeit dorthin zurück. Im Kolonisationsgebiet Alto Beni führte ich eine bodenkundliche Detailkartierung aus, unterstützt durch photogrammetrische Auswertungen zur Erstellung von Basiskarten des Untersuchungsgebietes. So konnte ich meine Interessen für physisch-geographische Sachverhalte und die Fernerkundung kombinieren. Während des Aufenthaltes im Alto Beni entstand die Idee für das Agrarökologieprojekt PIAF, in dem ich dann von 1992 bis 1997 als Entwicklungshelfer des Deutschen Entwicklungsdienstes für das *Instituto de Ecología* tätig war. Meinen Doktorvater Prof. Dr. Ekkehard Jordan lernte ich bezeichnenderweise 1990 in Bolivien kennen. Er unterstützte mich uneingeschränkt bei der Beschaffung von Arbeitsmaterial und den photogrammetrischen Auswertungen für die Diplomarbeit. Bei gemeinsamen Unternehmungen von 1992 bis 1997 – Exkursionen, einem Geländepraktikum und einem Lehrauftrag – konkretisierte sich die Idee, im Anschluß an meine Tätigkeit als Entwicklungshelfer die Doktorarbeit bei ihm zu schreiben.

Herrn Prof. Dr. Jordan gilt mein ganz besonderer Dank für die Anregungen zu dieser Arbeit, die langjährige Unterstützung in Bolivien und am Geographischen Institut sowie nicht zuletzt für die Kontakte, die er mir zu Wissenschaftlern und Institutionen vor Ort vermittelt hat. Ebenfalls zu großem Dank verpflichtet bin ich meinem Vorgesetzten am Geographischen Institut der Universität zu Köln, Herrn Prof. Dr. Dietrich Soyez, für die Unterstützung meines Dissertationsprojektes. Er hat mir die moderne Kulturgeographie nahegebracht und mich dadurch auf den Weg geführt, die Mensch-Umwelt-Beziehungen im Alto Beni mit Hilfe der Politischen Ökologie zu untersuchen.

Ohne die Gastfreundschaft der Mitarbeiter der Kakaogenossenschaft *El Ceibo* wäre diese Arbeit nicht entstanden, herzlich bedanken möchte ich mich dafür stellvertretend für viele andere bei Bernardo Apaza, Luis Cruz, Francisco Mollo und Germán Trujillo. Die Tätigkeit in dem *equipo* des Agrarökologieprojektes PIAF war eine sehr fruchtbare Zeit für mich, auch wenn die Situation im Projekt teilweise sehr aufreibend war. Der Dank dafür gebührt zunächst einmal den beteiligten Bauern, des weiteren den Mitarbeitern Yolanda Ajhuacho, Elizabeth Vargas, Nicolas Aduviri, Julian Atanacio und Abelardo Ticona und insbesondere meinen Kollegen im Teilprojekt Landwirtschaft-Agroforst Eulogio Huayta, Ruben Mamani, Alejandro Serna und Eduardo Trujillo, der unschlagbaren *fulbito*-Mannschaft. Für die freundschaftliche Aufnahme und stets gute Zusammenarbeit am Instituto de Ecología in La Paz bedanke ich mich stellvertretend bei Frau Dr. Cecile Morales und Dr. Mario Baudoin sowie bei meinen Kollegen in der Abteilung *Fisiografía*, Franklin Koya und José Lorini. Einen weiteren aufrichtigen Dank möchte ich den beiden Beauftragten meiner Zeit als Entwicklungshelfer beim DED in Bolivien, Monika Huber und Jürgen Heins, bekunden und insbesondere den mir in langjähriger Freundschaft verbundenen Kollegen aus dem Alto Beni, Lydia Fuchs, Renate Seidel, Joachim Milz, Winfried Steiner und Walter Streng.

Die sorgfältige Ausführung der Laboranalysen nahmen Franz Velazco und seine Mitarbeiter am Zentrallabor des Instituto de Ecología vor. Eine verlässliche Hilfe bei der Beschaffung von Luftbildern, Karten und Paßpunkten waren mir Coronel Vito Ledezma vom *Servicio Nacional de Aerofotogrametría* und Coronel Angel Condo vom *Instituto Geográfico Militar* in La Paz. Ihnen allen sei herzlich gedankt.

Die Vollendung einer solchen Arbeit wäre ohne die tatkräftige Hilfe von Freunden und Arbeitskollegen kaum vorstellbar. Von Dr. Dr.-Ing. Wilfried Linder erhielt ich Unterstützung in der Photogrammetrie, eine fundierte Einführung in Geographische Informationssysteme sowie bei Problemen mit seinem GIS LISA stets unverzügliche Hilfestellung. Für wichtige Diskussionen und methodische Hinweise standen mir Dr. Ulrike Gerhard, Ralf Bläser, Michael Braitmeier, Johannes Hamhaber und Dr. Christian Schulz jederzeit zur Verfügung. Die kritische Durchsicht des Manuskripts übernahmen Ulrike Gerhard, Wilfried Linder und Christian Schulz, die gewissenhafte Endkontrolle Erika Bauerfeld. Die fremdsprachigen Zusammenfassungen fertigten bzw. korrigierten Elizabeth Vargas (englisch) und Viviana Baptista (spanisch). Hinweise zur Kartographie bekam ich von Jürgen Kubelke und für die professionelle Unterstützung in den Bereichen Bildbearbeitung, Illustration und Layout sorgten Hansfried und Reinald Pelka. Ihnen allen möchte ich hiermit meinen ganz herzlichen Dank aussprechen.

Ein ganz besonderes Dankeschön für die vielfältige Unterstützung auf beiden Seiten des Ozeans gebührt meinen Eltern und Schwiegereltern. Letztendlich getragen haben diese Arbeit meine Frau Viviana mit ihrem Einsatz und unsere Kinder Nicolas und Violeta mit ihrem Lachen.

Düsseldorf, im März 2002



# Inhaltsverzeichnis

Vorwort	III
Verzeichnis der Abbildungen	VII
Verzeichnis der Tabellen	IX
Verzeichnis der Karten	X
Verzeichnis der Abkürzungen	XI
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Problemstellung und Ziele	1
1.2 Forschungsstand	5
1.2.1 Landschaftsökologische Forschung im Alto Beni	5
1.2.2 Agroforstwirtschaft in den Tropen	7
1.2.3 Mensch-Umwelt-Beziehungen als Gegenstand geographischer Entwicklungsforschung	10
<b>2 Methodik der Untersuchungen</b>	<b>19</b>
2.1 Vorbereitende und begleitende Untersuchungen	19
2.2 Untersuchungen im Gelände	20
2.3 Labormethoden	21
2.4 Aerotriangulation und Luftbildauswertung	25
2.5 GIS-Methoden	29
<b>3 Das Kolonisationsgebiet Alto Beni</b>	<b>32</b>
3.1 Lage und allgemeiner Überblick	32
3.2 Geologie und Geomorphologie	33
3.3 Böden	39
3.4 Klima	40
3.5 Vegetation	45
3.6 Ureinwohner und Kolonisatoren	50
3.7 Landnutzung	56
3.8 Das Agrarökologieprojekt PIAF	60
<b>4 Fallstudien</b>	<b>65</b>
4.1 Untersuchungen im Arbeitsgebiet und Auswahl der Betriebe	65
4.2 Fallstudie 1: Betrieb des Bauern A, Kolonie Ocampo	67
4.2.1 Lage und allgemeine Informationen	67
4.2.2 Relief und Böden	67
4.2.3 Landnutzung und Produktion	73

4.3	Fallstudie 2: Betrieb des Bauern B, Kolonie San Pedro	76
4.3.1	Lage und allgemeine Informationen	76
4.3.2	Relief und Böden	77
4.3.3	Landnutzung und Produktion	83
4.4	Fallstudie 3: Betrieb des Bauern C, Kolonie Troncal San Antonio	87
4.4.1	Lage und allgemeine Informationen	87
4.4.2	Relief und Böden	88
4.4.3	Landnutzung und Produktion	94
4.5	Fallstudie 4: Betrieb des Bauern D, Kolonie Remolinos	98
4.5.1	Lage und allgemeine Informationen	98
4.5.2	Relief und Böden	99
4.5.3	Landnutzung und Produktion	105
4.6	Fallstudie 5: Betrieb des Bauern E, Kolonie Remolinos	108
4.6.1	Lage und allgemeine Informationen	108
4.6.2	Relief und Böden	108
4.6.3	Landnutzung und Produktion	115
4.7	Zusammenfassung der Felduntersuchungen	119
<b>5</b>	<b>Mensch-Umwelt-Beziehungen im Alto Beni</b>	123
5.1	Strukturen der Entwicklung Boliviens	123
5.2	Akteure in der Region – plurale Wahrheiten und Interessen	129
5.3	PIAF – Projekt oder politisch-ökologische Arena?	135
<b>6</b>	<b>Alternativen landwirtschaftlicher Entwicklung</b>	144
6.1	Erfahrungen mit der Agroforstwirtschaft im PIAF	144
6.2	Schlußfolgerungen und Ausblick	152
<b>7</b>	<b>Zusammenfassungen</b>	158
7.1	Zusammenfassung	158
7.2	Resumen	160
7.3	Summary	161
	Literaturverzeichnis	164
	Kartenverzeichnis	185
	Anhang	186

## Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 1.1:	Fachbereiche Bio-, Geo- und Landschaftsökologie	11
Abb. 1.2:	Entwicklungskonzepte in Drittweltländern	13
Abb. 1.3:	Untersuchung der Mensch-Umwelt-Beziehungen in der Politischen Ökologie	14
Abb. 1.4:	Die ‚Erklärungskette‘ ( <i>chain of explanation</i> ) der Landdegradierung	17
Abb. 2.1:	Lageplot des triangulierten Bildblocks	28
Abb. 3.1:	Strukturgeologische Einheiten Boliviens	33
Abb. 3.2:	Schnitt durch die bolivianischen Anden	34
Abb. 3.3:	Aufschluß an der Nationalstraße in Area I westlich Piquendo	35
Abb. 3.4:	Zusammenfluß des Río Boopi mit dem Río Cotacajes zum Río Alto Beni	37
Abb. 3.5:	Tal des Río Alto Beni mit der breiten Hügelzone der Serranía de Bella Vista im Hintergrund	39
Abb. 3.6:	Höhenstufung des Klimas und der Vegetation an der feuchten Nordost-Abdachung der bolivianischen Anden	41
Abb. 3.7:	Walter-Lieth-Klimadiagramme der Stationen Vivero Sapecho, Covendo und Entre Ríos (Km 52)	42
Abb. 3.8:	GID-Klimadiagramm der Station Vivero Sapecho	42
Abb. 3.9:	Kaltfrontdurchzug an den Stationen Porvenir (Benitiefeland) und Tupiza (Alto Beni) vom 17.06. bis 19.06.1993	44
Abb. 3.10:	Vegetationsprofil durch die tropischen Anden in der Breite des Titicacasees	45
Abb. 3.11:	Submontaner Regenwald der Hügelzone nordwestlich von Sapecho	47
Abb. 3.12:	Sekundärwald am Ufer des Río Alto Beni	49
Abb. 3.13:	Plan der Parzellierung des Siedlungskernes von Sapecho	52
Abb. 3.14:	Räumliche Ausweitung des Kolonisierungsprogramms Alto Beni II	53
Abb. 3.15:	Das Verhältnis zwischen Länge der Brache und Ertragfähigkeit des Bodens bei <i>shifting cultivation</i>	56
Abb. 3.16:	Reisfeld mit rückschreitender Bodenerosion	57
Abb. 3.17:	Kakaobäume ( <i>Theobroma cacao</i> ) mit reifenden Früchten	58
Abb. 3.18:	Rodung von Primärwald	58
Abb. 3.19:	Gerade abgebrannte Flächen von Sekundärwaldbrache	59
Abb. 3.20:	Die Zentrale von El Ceibo in Sapecho	60
Abb. 3.21:	Organigramm des PIAF von Dezember 1993 bis Juli 1995	62
Abb. 3.22:	Fortbildungsseminar des Agrarökologieprojektes PIAF	64
Abb. 4.1:	3D-Orthobild des Betriebs von Bauer A mit Umgebung	68
Abb. 4.2:	Böden des Betriebs von Bauer A, projiziert auf das 3D-Orthobild	70
Abb. 4.3:	Bodenprofil A6: Stagnic Luvisol	71
Abb. 4.4:	Bodenprofil A7: Haplic Luvisol	72
Abb. 4.5:	Landnutzung des Betriebs von Bauer A, projiziert auf das 3D-Orthobild	73
Abb. 4.6:	Kakaopflanzung mit 4jährigen veredelten Pflanzen	74

Abb. 4.7:	Kakaopflanzung mit 9jährigen Hybriden	75
Abb. 4.8:	3D-Orthobild des Betriebs von Bauer B mit Umgebung	77
Abb. 4.9:	Böden des Betriebs von Bauer B, projiziert auf das 3D-Orthobild	81
Abb. 4.10:	Bodenprofil B10: Haplic Lixisol	81
Abb. 4.11:	Bodenprofil B9: Haplic Acrisol	82
Abb. 4.12:	Landnutzung des Betriebs von Bauer B, projiziert auf das 3D-Orthobild	84
Abb. 4.13:	Maisanbau als Mischkultur in der Parzelle mit den veredelten Orangen	85
Abb. 4.14:	Rodung von einem Teil des hohen Sekundärwaldes im Süden des Betriebes	85
Abb. 4.15:	3D-Orthobild des Betriebs von Bauer C mit Umgebung	88
Abb. 4.16:	Böden des Betriebs von Bauer C, projiziert auf das 3D-Orthobild	91
Abb. 4.17:	Bodenprofil C10: Chromic Cambisol	92
Abb. 4.18:	Sondierungsbohrung C7 in der Agroforstparzelle	93
Abb. 4.19:	Landnutzung des Betriebs von Bauer C, projiziert auf das 3D-Orthobild	95
Abb. 4.20:	Bananenpflanzung auf der rezenten Bachterrasse	96
Abb. 4.21:	Windbruch in der Papayapflanzung auf der 438-m-Terrasse	96
Abb. 4.22:	3D-Orthobild des Betriebs von Bauer D mit Umgebung	99
Abb. 4.23:	Böden des Betriebs von Bauer D, projiziert auf das 3D-Orthobild	102
Abb. 4.24:	Bodenprofil D6: Chromic Cambisol	103
Abb. 4.25:	Bodenprofil D8: Chromic Luvisol	104
Abb. 4.26:	Landnutzung des Betriebs von Bauer D, projiziert auf das 3D-Orthobild	105
Abb. 4.27:	Hybridkakaoparzelle Nr. 2	106
Abb. 4.28:	3D-Orthobild des Betriebs von Bauer E mit Umgebung	109
Abb. 4.29:	Böden des Betriebs von Bauer E, projiziert auf das 3D-Orthobild	112
Abb. 4.30:	Bodenprofil E8: Eutric Planosol	114
Abb. 4.31:	Landnutzung des Betriebs von Bauer E, projiziert auf das 3D-Orthobild	115
Abb. 4.32:	Mischkultur von Bananen, Papaya und Zitrus	116
Abb. 4.33:	Criollo-Rind von Bauer E	117
Abb. 4.34:	Natürliche Voraussetzungen der potentiellen Landnutzungseignung im Kolonisationsgebiet Alto Beni	119
Abb. 5.1:	Einige alternative Ansichten der Landschaft im Alto Beni und deren Protagonisten	129
Abb. 5.2.:	Primärwaldrodung mit Reisanbau auf einem über 35° steilen Sporn in der Rücken- und Kerbtalzone von Area IV	132
Abb. 5.3:	Der Projektzyklus	136
Abb. 5.4:	Stufen der Partizipation	136
Abb. 5.5:	Das ‚reale‘ Organigramm des PIAF	138
Abb. 6.1:	Ein Bauer erläutert seine Erfahrungen mit der Parzelle zur Hecken-Zwischenkultur	146
Abb. 6.2:	Ernst Götsch führt das Zurückschneiden eines überalterten Schattenbaumes in einer Kakaoparzelle vor	149

## Verzeichnis der Tabellen

Tab. 1.1	Eine Klassifikation von Agroforstsystemen	8
Tab. 3.1:	Bodenkundlicher Forschungsstand vor dem Start des Agrarökologieprojektes PIAF, Bodentypen nach FAO- und US-Klassifikation	40
Tab. 3.2:	Merkmale der Struktur und Physiognomie zur Abgrenzung von Tieflandregenwald und Bergwaldformationen	46
Tab. 3.3:	Vergleich allgemeiner Daten der drei Primärwaldparzellen	48
Tab. 3.4:	Räumliche Abgrenzung, administrative Zuordnung, ökonomisch wichtige Kulturpflanzen und in der Landwirtschaft beratende Organisationen für die sieben Areas des Kolonisationsgebietes Alto Beni	55
Tab. 3.5:	Verbreitete Rotationszyklen im Kolonisationsgebiet Alto Beni	59
Tab. 4.1:	Geographische Einordnung der untersuchten Betriebe	66
Tab. 4.2:	Technische Angaben zu den fünf digitalen Geländemodellen	66
Tab. 4.3:	Differenzierung von vier Bodeneinheiten der FAO-Klassifikation mit diagnostischem argic B-Horizont	71
Tab. 4.4:	Landnutzung in dem Betrieb von Bauer A	74
Tab. 4.5:	Produktion und Einnahmen der Marktfrüchte für den Betrieb von Bauer A 1995	76
Tab. 4.6:	Landnutzung in dem Betrieb von Bauer B	84
Tab. 4.7:	Produktion und Einnahmen der Marktfrüchte für den Betrieb von Bauer B 1994	86
Tab. 4.8:	Landnutzung in dem Betrieb von Bauer C	95
Tab. 4.9:	Produktion und Einnahmen der Marktfrüchte für den Betrieb von Bauer C 1995	97
Tab. 4.10:	Landnutzung in dem Betrieb von Bauer D	106
Tab. 4.11:	Produktion und Einnahmen der Marktfrüchte für den Betrieb von Bauer D 1995	107
Tab. 4.12:	Landnutzung in dem Betrieb von Bauer E	116
Tab. 4.13:	Produktion und Einnahmen der Marktfrüchte für den Betrieb von Bauer E 1995	118
Tab. 4.14:	Bodeneinheiten der in 16 Betrieben aufgenommenen 31 Profile mit räumlicher Zuordnung zu den Reliefeinheiten	120
Tab. 4.15:	Fruchtbarkeitseigenschaften der untersuchten Böden	121
Tab. 5.1:	Ökonomische und soziale Indikatoren von Bolivien und Deutschland im Vergleich	124
Tab. 5.2:	Interessengruppen im Kolonisationsgebiet Alto Beni	131
Tab. 5.3:	Fundamentale Unterschiede zwischen den Institutionen und deren Repräsentanten im Projekt	138
Tab. 5.4:	Die Akteure im PIAF	140
Tab. 6.1	Liste der in agroforstlichen Versuchsflächen eingesetzten vielseitig genutzten Baumarten, Bodenbedecker und Gräser	145

## Verzeichnis der Karten

Karte 1.1: Lage des Kolonisationsgebietes Alto Beni im Nordwesten Boliviens	2
Karte 3.1: Das Kolonisationsgebiet Alto Beni	36
Karte 4.1: Höhenstufen des Betriebs von Bauer A mit Umgebung	68
Karte 4.2: Hangneigung des Betriebs von Bauer A mit Umgebung	69
Karte 4.3: Exposition des Betriebs von Bauer A mit Umgebung	69
Karte 4.4: Höhenstufen des Betriebs von Bauer B mit Umgebung	78
Karte 4.5: Hangneigung des Betriebs von Bauer B mit Umgebung	79
Karte 4.6: Exposition des Betriebs von Bauer B mit Umgebung	80
Karte 4.7: Höhenstufen des Betriebs von Bauer C mit Umgebung	89
Karte 4.8: Hangneigung des Betriebs von Bauer C mit Umgebung	90
Karte 4.9: Exposition des Betriebs von Bauer C mit Umgebung	90
Karte 4.10: Höhenstufen des Betriebs von Bauer D mit Umgebung	100
Karte 4.11: Hangneigung des Betriebs von Bauer D mit Umgebung	101
Karte 4.12: Exposition des Betriebs von Bauer D mit Umgebung	101
Karte 4.13: Höhenstufen des Betriebs von Bauer E mit Umgebung	110
Karte 4.14: Hangneigung des Betriebs von Bauer E mit Umgebung	111
Karte 4.15: Exposition des Betriebs von Bauer E mit Umgebung	111

## Verzeichnis der Abkürzungen

AK	Kationenaustauschkapazität
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BS	Basensättigung
CBF	Corporación Boliviana de Fomento
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CETHA	Centro de Educación Técnico Humanístico para Adultos
CIA	Central Intelligence Agency
CIDDEBENI	Centro de Investigación y Documentación para el Desarrollo del Beni
COMIBOL	Corporación Minera de Bolivia
COOPEAGRO	Cooperación Educativa Agropecuaria
COSUDE	Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación
COTESU	Cooperación Técnica del Gobierno Suizo
CPI	Corruption Perceptions Index
CUMAT	Capacidad de Uso Mayor de la Tierra
DED	Deutscher Entwicklungsdienst
DGM	Digitales Geländemodell
EH	Entwicklungshelfer
EL	Entwicklungsland/Entwicklungsländer
Ew.	Einwohner
EZ	Entwicklungszusammenarbeit
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
GID	Geographisches Institut Düsseldorf
GIS	Geographisches Informationssystem
GPS	Global Positioning System
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
ha	Hektar
HDI	Human Development Index
Herv. i. O.	Hervorhebung(en) im Original
HIPC	Highly Indebted Poor Countries
IBTA	Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria
IBTEN	Instituto Boliviano de Tecnología Nuclear
ICRAF	International Centre for Research in Agroforestry
IE	Instituto de Ecología
IGM	Instituto Geográfico Militar
INC	Instituto Nacional de Colonización
INE	Instituto Nacional de Estadística
INRA	Instituto Nacional de Reforma Agraria
ISRIC	International Soil Reference Information Centre
IWF	Internationaler Währungsfonds
JICA	Japan International Cooperation Agency
K	Kelvin
k. A.	keine Angaben
LMIC	Lower Middle Income Countries
Ma	Millionen Jahre
MPTS	Multipurpose Trees and Shrubs

mval	Milliäquivalent
NN	Normal Null
NRO	Nichtregierungsorganisation
OSCAR	Obras Sociales de Caminos de Acceso Rural
PATAGC	Proyecto de Asistencia Técnica Agrícola Ganadera Comunal
PIAF	Proyecto de Investigaciones Agroecológicas y Forestales en el Alto Beni
PRA	Participatory Rural Appraisal
PROMENAT	Proyecto de Medicina Nativa
SAP	Strukturanpassungsprogramm/structural adjustment policy
SH	Subandine Ketten: Hügelzone
SNA	Servicio Nacional de Aerofotogrametría
SR	Subandine Ketten: Rücken- und Kerbtalzone
ST	Subandine Ketten: Bach- und Flußterrassen
T1	Talebene: rezente und subrezente Flußterrasse
T2	Talebene: alte Flußterrasse
TPF	Teilprojekt Forstwirtschaft
TPLA	Teilprojekt Landwirtschaft-Agroforst
UMSA	Universidad Mayor de San Andrés
UNDP	United Nations Development Programme
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
USAID	United States Agency for International Development
USDA	United States Department of Agriculture
USLE	Universal Soil Loss Equation
VSF	Veterinarios Sin Fronteras
Ztr.	Zentner



# 1 Einleitung

... the sustainable development discourse is regulated by a peculiar economy of visibilities. Ecosystems analysts have discovered the 'degrading' activities of the poor, but have seldom recognized that such problems were rooted in development processes that displaced indigenous communities, disrupted people's habitats and occupations, and forced many rural societies to increase their pressures on the environment. Now the poor are admonished not for their lack of industriousness but for their 'irrationality' and lack of environmental consciousness. Popular and scholarly texts alike are filled with representations of dark and poor peasant masses destroying forests and mountainsides with axes and machetes, thus shifting visibility and blame away from the large industrial polluters in North and South, and the predatory way of life fostered by capitalism and development, to poor peasants and 'backward' practices such as slash-and-burn agriculture.

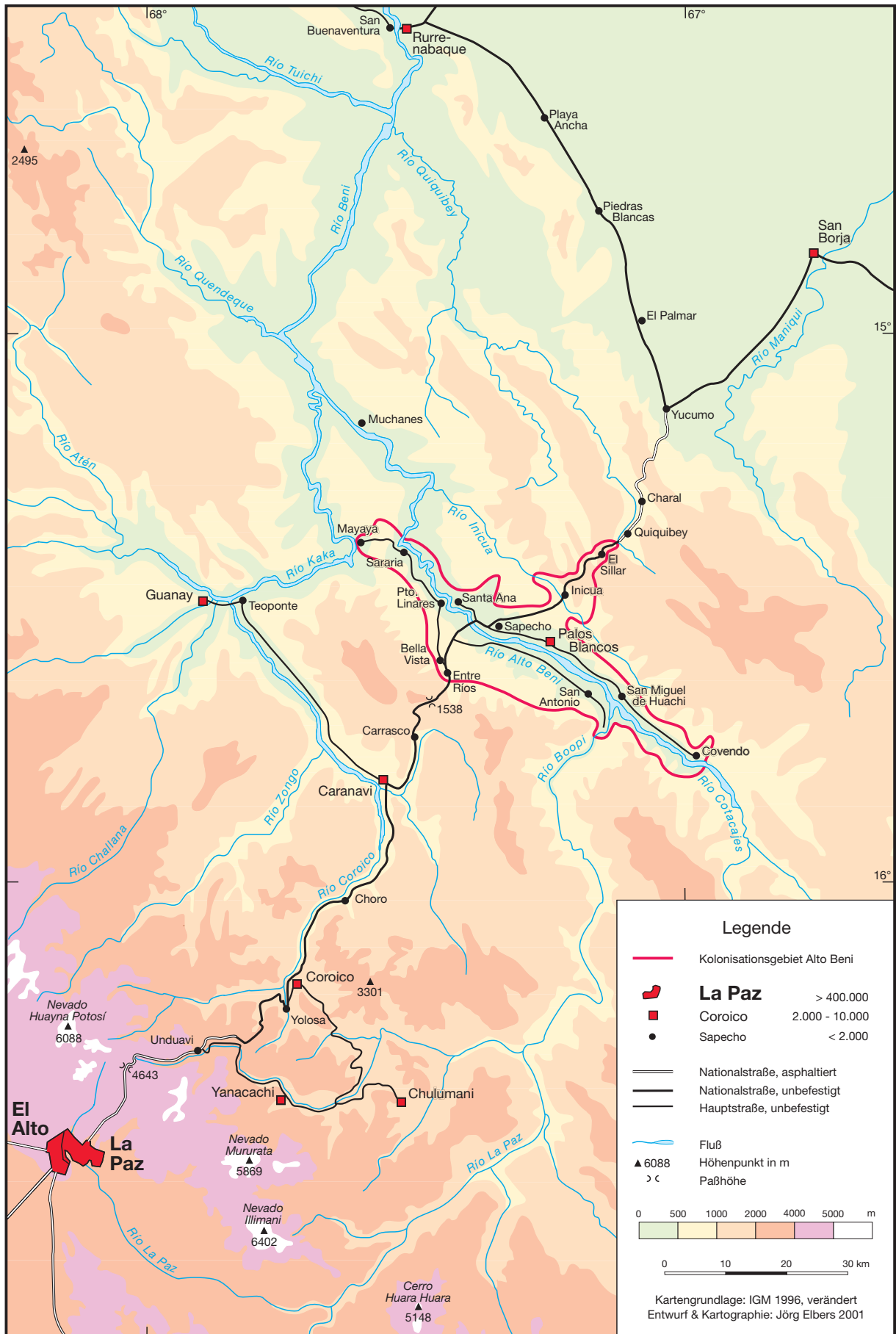
*Arturo Escobar (1996): Constructing nature: elements for a poststructural political ecology, S.51*

## 1.1 Problemstellung und Ziele

Die Region Alto Beni liegt am östlichen Andenrand im Departamento (Bundesland) La Paz in Bolivien auf etwa 15° südlicher Breite und 67° westlicher Länge (Karte 1.1). Bewohner des Hochlandes haben sie seit Anfang der 1960er Jahre im Zuge der staatlichen Agrarkolonisation besiedelt (MONHEIM 1965, 1977, SCHOOP 1970). Der durch ein starkes Relief gekennzeichnete Naturraum ist mit einem artenreichen, feuchten Bergregenwald bestanden und verfügt über ein randtropisches Klima. Die meisten Kolonisatoren gehören zur Volksgruppe der Aymara und stammen vom bolivianischen Altiplano, einer vegetationsarmen innerandinen Hochfläche auf 3.600 bis 4.000 m NN. Der Altiplano ist ein dem tropischen Regenwald des Alto Beni völlig verschiedener Natur- und Kulturraum (TROLL 1943, ALBÓ & BARNADAS 1990, MORALES 1990). Die Besiedlung der letzten 40 Jahre hat im Kolonisationsgebiet Alto Beni zahlreiche Probleme mit sich gebracht, immer mehr landwirtschaftliche Nutzflächen degradieren und zur Landnutzung ungeeignete Flächen werden gerodet.

Um nach Alternativen für die Landnutzung im Kolonisationsgebiet Alto Beni zu suchen, beschlossen Agrartechniker der *Central Regional Agropecuaria – Industrial de Cooperativas El Ceibo Ltda.*, einer Kakao kommerzialisierenden Zentralgenossenschaft mit Sitz in Sapecho, und Wissenschaftler des *Instituto de Ecología (IE)*, einem Forschungsinstitut des Fachbereichs Biologie der *Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)* in La Paz, ein gemeinsames Projekt durchzuführen. Die Mitarbeiter des *Proyecto de Investigaciones Agroecológicas y Forestales en el Alto Beni* (Agrarökologisches und forstliches Forschungsprojekt im Alto Beni, kurz PIAF) hatten sich eine integrierte und nachhaltige Nutzung

Karte 1.1: Lage des Kolonisationsgebietes Alto Beni im Nordwesten Boliviens



der Wald- und Agrarökosysteme der Region Alto Beni in einem agrarökologischen Rahmen zum Ziel gesetzt. Die Ende 1993 begonnene erste Phase umfaßte eine Diagnose der landwirtschaftlichen Betriebe ausgewählter Bauern, die Anlage von agroforstlichen Versuchsflächen, das Generieren von Kenntnissen für eine Waldnutzung, die Aufforstung mit einheimischen Hölzern, die Diagnose von Pflanzenschädlingen sowie die Schulung der Bauern und Mitarbeiter in Agrarökologie und Forstwirtschaft. Das IE hat sich im Juni 1996 aus dem gemeinsamen Projekt zurückgezogen, seitdem führt El Ceibo PIAF alleine weiter. Der Verfasser hat als Entwicklungshelfer des Deutschen Entwicklungsdienstes (DED) am Instituto de Ecología von Dezember 1992 bis März 1997 als Berater in dem Agrarökologieprojekt PIAF mitgearbeitet.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, zu einem Verständnis für die Bedingungen nachhaltiger Entwicklung in den Tropen zu gelangen. Es wird gezeigt, daß Entwicklungsforschung nur als eine Kombination von Elementen verschiedener Wissensbereiche zu aussagekräftigen Ergebnissen führen kann. Zu diesem Zweck werden landwirtschaftliche Betriebe mit landschaftsökologischen Methoden und Mensch-Umwelt-Beziehungen mit politisch-ökologischen Methoden untersucht. Um Alternativen der Landnutzung aufzuzeigen, sind beide Analysen notwendig – allerdings für sich alleine nicht hinreichend. Durch die Kombination werden ihre jeweiligen Stärken genutzt. Ziel der Arbeit kann es *nicht* sein, Elemente eines sozialwissenschaftlichen Wissensbereiches in einen naturwissenschaftlichen Wissensbereich einzugliedern oder umgekehrt, sondern es geht darum, für jeden Teil der Studie eine adäquate Methode einzusetzen.

Im einzelnen wird folgenden Fragestellungen nachgegangen:

- Wie sind die natürlichen Bedingungen der Landnutzung repräsentativ ausgewählter Betriebe in unterschiedlichen Reliefpositionen im Alto Beni?
- Welches sind die aktuellen Landnutzungsmuster in diesen Betrieben und wie ist die sozioökonomische Situation der Bauern?
- Wie ist das Verhältnis aktueller Landnutzungsmuster zu den natürlichen Voraussetzungen einer landwirtschaftlichen Nutzung im Alto Beni?
- Wie sind die internationalen und nationalen Rahmenbedingungen einer Entwicklung im Alto Beni?
- Welches sind die Interessen der Akteure auf regionaler Ebene (im Kolonisationsgebiet Alto Beni) und auf lokaler Ebene (Beteiligte am Agrarökologieprojekt PIAF)?
- Wieso ist das Agrarökologieprojekt PIAF als Gemeinschaftsprojekt einer Kakaogenossenschaft und eines ökologischen Forschungsinstitutes gescheitert?
- Sind agroforstwirtschaftliche Systeme eine Alternative für die aktuelle Landnutzung?
- Lassen sich landschaftsökologische und politisch-ökologische Analysen kombinieren, um einer nachhaltigen Nutzung der Wald- und Agrarökosysteme der Region näherzukommen?

Zu Beginn der Arbeit wird ein Überblick über die landschaftsökologische Forschung im Untersuchungsgebiet gegeben. Daran schließt sich ein kurzer Abriss des Forschungsstandes der Agroforstwirtschaft in den Tropen an und es wird die Frage diskutiert nach dem Sinn und der Herangehensweise an Mensch-Umwelt-Beziehungen im Kontext der geographischen Entwicklungsforschung, insbesondere der physisch-geographischen. In Kapitel 2 werden die Arbeitsmethoden beschrieben. Die Präsentation des Kolonisationsgebietes Alto Beni (Kap. 3) beinhaltet die Kenntnisse zu Geologie und Geomorphologie, die zum größten Teil auf Übersichtsstudien zurückgehen sowie die Forschungsergebnisse regionaler Studien zu Klima und Vegetation. Hinzu kommt eine Vorstellung der Ureinwohner und Kolonisatoren, der Landnutzung und des Agrarökologieprojektes PIAF. Dieses Kapitel ist etwas ausführlicher gestaltet im Sinne einer landeskundlichen Einführung, da nicht auf ein entsprechendes Werk verwiesen werden kann.

Die in dem Agrarökologieprojekt bei den Feldarbeiten gesammelten, umfangreichen Daten bilden die Grundlage der vorliegenden Arbeit. Um einen Teil dieser Daten wissenschaftlich aufzuarbeiten, werden in fünf Fallstudien für ausgewählte Betriebe die landschaftsökologischen Faktoren Relief und Boden, die Landnutzung als Kulturlandschaftsfaktor und die sozioökonomische Situation der Bauern untersucht (Kap. 4). Mit Hilfe photogrammetrischer Auswertungen und dem Einsatz eines Geographischen Informationssystems werden digitale Geländemodelle erstellt, das Relief analysiert sowie die gesammelten Informationen visualisiert und archiviert.

Für eine integrierte Betrachtung der Landnutzung in der Region Alto Beni darf das Untersuchungsgebiet allerdings nicht an den Grenzen der einzelnen Betriebe aufhören. Eine Analyse der lokalen Situation ist unabdingbar, um Verbesserungsvorschläge machen zu können – aber *allein* nicht ausreichend, um dieses Ziel zu erreichen. Zu den Akteuren auf der lokalen Ebene gesellen sich weitere auf der regionalen, nationalen und internationalen Ebene. Alle Akteure vertreten eigene, konfligierende Interessen, das Durchsetzen dieser Interessen ist abhängig von den politisch-gesellschaftlichen Handlungsspielräumen. Daher werden sowohl die internationalen und nationalen Rahmenbedingungen der Entwicklung im Alto Beni als auch die Interessen der Akteure auf regionaler und lokaler Ebene beleuchtet (Kap. 5). Auf der lokalen Ebene werden die Beteiligten am Agrarökologieprojekt PIAF untersucht, dies ist verbunden mit einer Analyse über das Scheitern des gemeinsamen Projektes. Diese Problemstellungen werden mit politisch-ökologischen Ansätzen bearbeitet (s. z.B. BRYANT & BAILEY 1997).

Abschließend werden Alternativen landwirtschaftlicher Entwicklung diskutiert (Kap. 6). Als eine bedeutende Möglichkeit der Entwicklung kleinbäuerlicher Betriebe in den Tropen wird immer wieder die Agroforstwirtschaft genannt (s. z.B. MAYDELL 1986, MONTAGNINI et al. 1992, YOUNG 1997). Ausgehend von den im Projekt gemachten Erfahrungen werden Potentiale und Grenzen der Agroforstwirtschaft im Alto Beni erörtert, wobei Elemente der physisch-geographischen und der humangeographischen Analyse kombiniert werden. In den Schlußfolgerungen geht es um Alternativen

der Landnutzung im Kolonisationsgebiet Alto Beni sowie um Konsequenzen für Projekte der Entwicklungszusammenarbeit (EZ), bei denen die Fortbildung und Partizipation der Akteure einen höheren Stellenwert erhalten muß. Die Arbeit schließt mit der Zusammenfassung (Kap. 7).

## **1.2 Forschungsstand**

### **1.2.1 Landschaftsökologische Forschung im Alto Beni**

Das andine Vorland Nordboliviens (Subandin, *faja subandina septentrional*) und das darin gelegene Kolonisationsgebiet Alto Beni sind in vielen Bereichen noch unerforscht, eine Charakteristik, die für weite Teile Boliviens zutreffend ist. Hinzu kommt, daß die jungen Faltengebirge in den Tropen bisher generell von der physisch-geographischen Wissenschaft vernachlässigt wurden (WIRTHMANN 1987). Detailstudien zur Geologie und Geomorphologie der Region Alto Beni existieren nicht, oder sind nicht zugänglich; letzteres ist der Fall für begleitende Studien zur Erdölprospektion an zwei Orten in der Region. Es gibt einige Bodenstudien in unterschiedlichen Maßstäben, die nachfolgend vorgestellt werden. Studien zum Wasserhaushalt im Alto Beni gibt es keine, in dem Großraum existiert nicht *ein* registrierender Pegel. Ähnliches gilt für die klimatologischen Daten: In dem Kolonisationsgebiet von etwa 2.600 km<sup>2</sup> befindet sich genau *eine* staatlich betriebene, leidlich funktionierende Klimastation in der landwirtschaftlichen Forschungsstation IBTA Sapecho. Alle anderen Klimastationen gehen auf private Initiative und Finanzierung zurück, wie z.B. diejenigen der Zentralgenossenschaft El Ceibo und des Agrarökologieprojektes PIAF. Zu Flora und Fauna haben Wissenschaftler, Diplomanden und Studenten des Instituto de Ecología seit 1988 einige Studien durchgeführt.

Die ersten systematischen Bodenkartierungen in Bolivien entstanden in den Jahren 1959 bis 1963 am östlichen Andenrand und im Tiefland in Gebieten, deren potentielle Eignung als Kolonisationszonen geprüft werden sollte. In diesem Rahmen ist auch im Alto Beni kartiert worden (FAO 1964a:41). ARCE und Mitarbeiter führten Bodenuntersuchungen zwischen Covendo und Santa Ana durch (ARCE 1960). Diese waren beschränkt auf die fast ebenen Flußterrassen und endeten am Hangfuß der Hügelzone beiderseits des Río Alto Beni. Die Böden hat ARCE nach der Methodik zur Landnutzungs-eignung des SOIL CONSERVATION SERVICE (1951) klassifiziert. 72 % des mehr als 18.600 ha großen Untersuchungsgebietes in der Talebene erhielten die Klassen I und II, das bedeutet praktisch uneingeschränkte Nutzbarkeit für Landwirtschaft. ARCE hat in dieser Studie nur die Flächen mit einer Hangneigung  $\leq 6$  % untersucht, da sich die Besiedlung aber schon seit ihren Anfängen zum Großteil in den Hügelzonen vollzog, können die untersuchten Böden nicht als charakteristisch für das gesamte Kolonisationsgebiet bezeichnet werden.

Im Rahmen der Erarbeitung der Weltbodenkarte durch die FAO-UNESCO erschienen 1970 die beiden Blätter von Südamerika (FAO-UNESCO 1970a, b). Die Informationen über die Böden Boliviens beruhen im wesentlichen auf einer Studie der FAO (1964b). Auf der Basis einer neuen,

internationalen Bodennomenklatur (FAO-UNESCO 1974) sind für die nördlichen Andenrandketten Boliviens, und damit für den Großraum Alto Beni, die folgenden Bodentypen verzeichnet: In den Hügel- und Bergketten sind Lithosols, Cambisols und Regosols ausgewiesen, im Tal des Río Alto Beni Gleysols und Fluvisols (FAO-UNESCO 1970a, b, 1971). Diese Darstellung in der Weltbodenkarte entspricht nicht der Realität (s.u. sowie ELBERS 1991, 1995). Von den obengenannten Bodentypen haben nur die Cambisols und Fluvisols Bedeutung, bei den Cambisols allerdings Chromic Cambisols und nicht die ausgewiesenen Dystric Cambisols, und bei den Fluvisols beschränkt sich die Verbreitung auf die rezente und subrezente Talaue des Río Alto Beni.

In der Studie von COCHRANE (1973) über das Landnutzungspotential der Böden in Bolivien finden sich zwei Bodenprofile aus dem Alto Beni. Ein Profil ist nördlich von Santa Ana in der Talebene des Río Alto Beni aufgenommen, das zweite Profil südlich von Santa Rosa in der Serranía de Bella Vista. Die Bodenprofile sind nicht klassifiziert. Nach den Feldaufnahmen und Laboranalysen könnte es sich gemäß dem System der *Soil Taxonomy* (SOIL SURVEY STUFF 1975) bei dem ersten um einen Alfisol und beim zweiten um einen Ultisol handeln (ROBISON 1987).

Die Nichtregierungsorganisation (NRO) CUMAT hat in ihren Studien zur Landnutzungs-klassifikation für das Kolonisationsgebiet Alto Beni 22 Bodenprofile untersucht und nach der *Soil Taxonomy* klassifiziert (CUMAT-COTESU 1985, 1987). Zehn Profile liegen im Bereich der alluvialen Talebenen, zwölf Profile in den aus kretazischen und tertiären Sedimentgesteinen aufgebauten Hügelzonen. Für die rezenten und subrezenteten Talauen sind Entisols und Inceptisols, für die alten Flußterrassen und die Hügelzonen Inceptisols und Alfisols ausgewiesen. Bei der Durchsicht der Feldbeschreibungen und Labordaten in den Studien fanden sich allerdings einige Fehler bei der Klassifizierung der Profile.

Die erste detaillierte bodenkundliche Untersuchung im Alto Beni führte ROBISON (1987, ROBISON & DALRYMPLE 1989) durch. In dieser Studie zur Nachhaltigkeit von *zero-input*-Landwirtschaft als Alternative zur Brandrodung in einem 2 x 3 km großen Gebiet nordwestlich von Santa Rosa hat ROBISON zehn Profile in vier Catenen charakterisiert und nach der *Soil Taxonomy* klassifiziert. Das vom Río Suapi durchflossene Untersuchungsgebiet weist ein kleinteiliges Relief auf, typisch für die Hügelzone der Serranía de Bella Vista. Als charakteristische Böden hat ROBISON für die Oberhangbereiche Ultisols und für die Unterhangbereiche Alfisols ausgewiesen. Daneben hat er in den Hangbereichen Inceptisols und auf den alluvialen Terrassen des Río Suapi Inceptisols und Entisols klassifiziert.

Eine zweite bodenkundliche Detailuntersuchung hat ELBERS (1991, 1995) in der Hügelzone der Serranía de Marimonos nördlich von Sapecho vorgenommen. Nach einer systematischen Sondierung des 660 ha großen Untersuchungsgebietes hat er zwölf Profile beschrieben und nach der FAO-Nomenklatur für die Weltbodenkarte (FAO 1988) klassifiziert. Die aus kretazischen und tertiären



Sandsteinen, Tonsteinen und Konglomeraten sowie auf alluvialen Bachterrassen entwickelten Böden verteilen sich wie folgt: In den durch ein ausgeprägtes ‚Rücken- und Kerbtalrelief‘ (Begriff n. LÖFFLER 1977) gekennzeichneten höheren, steileren Lagen im Norden des Untersuchungsgebietes und auf den Bachterrassen dominieren Cambisols. Diese bedecken mehr als 50 % der Fläche. In den tieferen Lagen im Süden dominieren Acrisols auf den Rücken und in den Oberhangbereichen sowie Lixisols in den Unterhangbereichen.

## 1.2.2 Agroforstwirtschaft in den Tropen

Der Begriff der Agroforstwirtschaft bezieht sich auf Landnutzungssysteme in denen Bäume und Sträucher (ausdauernde Holzgewächse) gemeinsam mit Nutzpflanzen oder Tieren bewirtschaftet werden. Die Kombination der forst-, land- und weidewirtschaftlichen Strukturelemente kann dabei zeitlich oder räumlich vorgenommen werden. Zwischen den Bäumen und den anderen Komponenten des Systems gibt es sowohl ökologische als auch ökonomische Beziehungen, charakterisierend sind besonders die ökologischen Wechselwirkungen wie z.B. Beschattung, Evapotranspiration, Wasser- und Nährstoffkonkurrenz (MAYDELL 1986, YOUNG 1997). Der Begriff ‚Bäume‘ bezieht sich im weiteren auf Bäume, Sträucher und andere ausdauernde Holzgewächse. LUNDGREN hat den Begriff der Agroforstwirtschaft folgendermaßen definiert:

...agroforestry is a collective name for land-use systems in which woody perennials are *deliberately* grown on the same piece of land as agricultural crops and/or animals, either in some form of spatial arrangement or in sequence. In agroforestry systems, the woody component interacts ecologically *and* economically with the crop and/or animal components (LUNDGREN 1982:4, Herv. i. O.).

Diese Definition ist nach wie vor gültig; es gibt allerdings eine andere, einfachere Begriffsbestimmung von YOUNG, die verständlicher ist für die wichtigste Zielgruppe zur Nutzung von Agroforstsystemen, die Kleinbauern in den Tropen:

Agroforestry = growing trees on farms (YOUNG 1997:4)

Die Agroforstwirtschaft wurde als Begriff und als Wissenschaftsdisziplin erst in den 1970er Jahren eingeführt und hat sich nach der Gründung des *International Centre for Research in Agroforestry* (ICRAF)<sup>1</sup> im Jahre 1977 weltweit sehr schnell durchgesetzt. Es ist allerdings kein neues Konzept, sondern lediglich ein neuer Begriff zur Bezeichnung einer Menge traditioneller Landnutzungspraktiken, insbesondere der Tropen und Subtropen, aber auch einiger Regionen der gemäßigten Breiten. Als Beispiele können genannt werden Kakao- und Kaffeepflanzungen unter Schattenbäumen, annuelle Kulturen in Rotation mit Baumpflanzungen, intensiv genutzte Hausgärten, lebende Zaunpfähle und Windschutzstreifen. Da viele Landnutzungssysteme in den Tropen und Subtropen

---

<sup>1</sup> Ursprünglich International Council, wurde Centre als ICRAF 1991 der Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) beitratt.

Tab. 1.1: Eine Klassifikation von Agroforstsystemen

<p><i>Vorwiegend agroforstlich</i> (Bäume mit Nutzpflanzen)</p> <p>Rotierend</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brandrodungs-Wanderfeldbau (<i>shifting cultivation</i>)</li> <li>• Verbesserte Waldbrachen, inklusive Staffelnzwischenkultur (<i>relay intercropping</i>)</li> <li>• Taungya</li> </ul> <p>Räumlich vermengt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bäume auf Feldern</li> <li>• Kombination von Baum- und Strauchkulturen mit Nutzhölzern oder anderen Pflanzen</li> <li>• Mehr-Etagen-Systeme (<i>multistrata systems</i>), inklusive Forstgärten, Hausgärten</li> </ul> <p>Räumlich getrennt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grenzbepflanzung</li> <li>• Bäume auf Anlagen zur Erosionskontrolle</li> <li>• Windschutz und Schattenspende (auch silvopastoral)</li> <li>• Hecken-Zwischenkultur bzw. Alleenanbau (<i>hedgerow intercropping, alley cropping</i>), inklusive Baumreihen-Zwischenkultur (<i>tree-row intercropping</i>)</li> <li>• Kontur-Heckenreihen (<i>contour hedgerows</i>)</li> <li>• Biomassentransfer (<i>cut-and-carry mulching</i>)</li> </ul> <p><i>Vorwiegend silvopastoral</i> (Bäume mit Weiden und Tieren)</p> <p>Räumlich vermengt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bäume auf Weiden (<i>parkland systems</i>)</li> <li>• Baum- und Strauchkulturen mit Weiden (inklusive Obstgärten)</li> </ul> <p>Räumlich getrennt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hecken und lebende Zäune</li> <li>• Futterbänke (<i>fodder banks</i>)</li> </ul> <p><i>Bäume dominierend</i> (siehe auch Taungya)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Farm- und Gemeindeforstwirtschaft</li> <li>• Agroforstwirtschaft zur Rückgewinnung degradierten Landes (<i>reclamation agroforestry</i>)</li> </ul> <p><i>Andere Komponenten vorhanden</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entomoforstwirtschaft (<i>entomoforestry</i>, Bäume mit Insekten)</li> <li>• Aquaforstwirtschaft (<i>aquaforestry</i>, Bäume mit Fischen)</li> </ul>
--

Quellen: verändert nach YOUNG 1989:12, 1997:8

gekennzeichnet sind durch Bodenerosion, Degradation sowie Rückgang von Bodenfruchtbarkeit und Erträgen, hat man begonnen traditionelle Agroforstsysteme weiterzuentwickeln. Sie sollen die Erträge optimieren, die Versorgung der lokalen Bevölkerung sichern, die Produktivität der Böden aufrechterhalten oder verbessern sowie die Bodenerosion und Degradation des Landes eindämmen. Aufgrund dieser Erwartungen besitzt die Agroforstwirtschaft heute einen festen Platz in den Programmen internationaler und nationaler Organisationen und Entwicklungsbehörden zur ländlichen Entwicklung (MAYDELL 1986:169ff., MONTAGNINI et al. 1992:17ff., YOUNG 1997:1ff.).

Die Klassifikation von Agroforstsystemen (Tab. 1.1) zeigt eine große Spannweite unterschiedlicher Landnutzungspraktiken. Sie kann hier nicht aufgeschlüsselt werden, allerdings werden einige der Systeme im Verlauf der Arbeit zur Sprache kommen. Für eine detaillierte Beschreibung sei verwiesen auf MAYDELL (1986:173ff.), MONTAGNINI et al. (1992:59ff.), NAIR (1989, 1990), SALDÍAS et al. (1994:6ff.), YOUNG (1997), eine ausführliche politisch-ökologische Studie über Taungya auf Java bietet PELUSO (1992).



Es gibt in der Agroforstwirtschaft die sogenannten vielseitig genutzten Bäume und Sträucher – die *Multipurpose Trees and Shrubs* oder MPTS. Die meisten sind Leguminosen und einige werden weltweit eingesetzt (s. Liste von MPTS in YOUNG 1997:48): Zu den bekanntesten Arten in feuchten Tropen gehören die Leguminosen *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*, Mimosoideae) und *Gliricidia* (*Gliricidia sepium*, Papilionoideae). Alle MPTS besitzen mehrere der nachfolgend aufgelisteten Eigenschaften:

- schnelles Wachstum, kräftige Ausschlagfähigkeit, Standhalten von periodischem Rückschneiden,
- hohe Produktion oberirdischer Biomasse (Laub, Äste),
- schnelle Zersetzung des Laubes, d.h. schnelle Zunahme der organischen Substanz, oder
- langsame Zersetzung des Laubes, d.h. Bodenschutz durch die Laubstreu (Mulch),
- mäßiger bis hoher Gehalt an Nährstoffen im Laub,
- Fehlen toxischer Substanzen in Laubstreu und Wurzelabsonderungen,
- Stickstoffbindung (Leguminosen) durch Knöllchenbakterien an den Wurzeln,
- dichtes Wurzelwerk bzw. Tiefwurzler,
- für Bodenverbesserung: Wachstum auf nährstoffarmen Standorten,
- für silvopastorale Systeme: Nutzung der Blätter als Laubfutter, z.B. *Leucaena*, *Gliricidia*.

Detaillierte Angaben über Eigenschaften und den Einsatz von MPTS finden sich in MONTAGNINI et al. (1992), WOLF (1993), WOOD & BURLEY (1995), YOUNG (1997), Informationen über in Bolivien verwendete Baumarten in Agroforstsystemen bieten die Handbücher von JOHNSON & TARIMA (1995) sowie SALDÍAS et al. (1994) und am ICRAF gibt es seit Anfang der 1990er Jahre eine Datenbank für MPTS (CARLOWITZ et al. 1991).

Eine zentrale Funktion der Agroforstsysteme ist der Bodenschutz. YOUNG (1989, 1997) hat eine „Allgemeine Boden-Agroforstwirtschaft-Hypothese“ aufgestellt:

Appropriate and well-managed agroforestry systems have the potential to:

- control runoff and erosion;
- maintain soil organic matter and physical properties;
- promote nutrient cycling and efficient nutrient use (YOUNG 1997:265).

Der Begriff *appropriate* bezieht sich auf die physische Umwelt, die sozialen und ökonomischen Rahmenbedingungen und den Entwurf des Agroforstsystems. Zwanzig Jahre Forschung haben gezeigt, daß die meisten Systeme das Potential haben, Abfluß und Erosion zu kontrollieren bzw. die Bodenfruchtbarkeit aufrechtzuerhalten oder zu verbessern (s. YOUNG 1997:264, Table 21).

Zur weiteren Beschäftigung mit dem Thema sei verwiesen auf die sehr guten Lehrbücher von YOUNG (1989, 1997), die Arbeit von FASSBENDER (1993), eine Vielzahl von Fallstudien in BEER et al. (1987) und MONTAGNINI et al. (1992), die Betrachtung aus kritischer Sicht eines Ökologen von ELLENBERG (1987), die führende Fachzeitschrift *Agroforestry Systems* sowie die kommentierte Bibliographie zu Brandrodungs-Wanderfeldbau (*shifting cultivation*), Agroforstwirtschaft und anderen Alternativen von

ROBISON & MCKEAN (1992). Für das Amazonasgebiet Boliviens gab es bis Anfang der 1990er Jahre sehr wenige Veröffentlichungen, die sich mit dem Thema auseinandersetzten (WILKINS 1988, THIELE 1990, SIGLE 1993). Die Fragen zu Kosten und Nutzen von Agroforstsystemen sowie deren Akzeptanz unter den Bauern werden in Kapitel 6.1 angesprochen, einen guten Überblick dazu gibt der Sammelband von CURRENT et al. (1995).

### 1.2.3 Mensch-Umwelt-Beziehungen als Gegenstand geographischer Entwicklungsforschung

With regard to agriculture [...], normative notions of the application of capital to land in the form of drainage, levelling, terracing and de-stoning, together with the orderly planting of crops, did not find any correspondence with observed African agricultural technologies. Experimental data from the United States were imported to provide the scientific legitimation that erosion was occurring and could be cured by modifying the two principle variables used in prediction erosion – declivity of slope and length of slope. The most familiar way of modifying these was the construction of the bench terrace – immensely labour-intensive in a labour-scarce agricultural economy, and often technically inappropriate (BLAIKIE 1995a:209).

Das einleitende Beispiel von BLAIKIE für den Umgang mit Landdegradierung in Entwicklungsländern (EL) beschreibt den Einsatz der *Universal Soil Loss Equation* (USLE) von WISCHMAIER & SMITH (1965) in der afrikanischen Landwirtschaft. Dieses Modell zur Simulation von Wassererosion beruht auf Datenmaterial, welches gesammelt wurde bei Bodenabtragsmessungen auf standardisierten Erosionsmeßparzellen im mittleren Westen der USA (SCHMIDT 1998:137ff.). Wissenschaftler haben die USLE weltweit eingesetzt, um die Bodenerosion zu erforschen. Gemeinsam mit Experten der EZ stellten sie auf dieser Grundlage Programme zum Bodenschutz auf. Die einfache Übertragung naturwissenschaftlicher Modelle aus der Ersten in die Dritte Welt sowie daraus abgeleitete Tätigkeiten scheinen jedoch nicht angemessen zu sein, die dortigen Probleme der Umweltdegradierung zu lösen. Die landschaftsökologische Forschung in der Dritten Welt muß den Menschen einbeziehen. Dies wird in der vorliegenden Arbeit beachtet, die auf mehrjähriger Tätigkeit in einem EL basiert – und nicht auf einer häufig sehr problematischen Kurzzeitforschung (s. z.B. TÜTING 1990).

Die Beschäftigung mit Mensch-Umwelt-Beziehungen in der deutschen geographischen Entwicklungs-(länder)forschung hat ihren Ursprung in dem bis zum Ende der 1960er Jahre verfolgten landschaftsgeographischen Konzept, d.h. einer räumlich-integrativen länderkundlichen Betrachtungsweise (zur Geschichte der Landschaftsgeographie s. HERZ 1987, LESER 1997:24ff.). Daraus entwickelten sich zwei vornehmlich ökologisch orientierte Arbeitsrichtungen, die naturwissenschaftliche Landschaftsökologie und die sozialwissenschaftliche Humanökologie (s. z.B. EHRLICH et al. 1975, GLAESER 1989). Da diese Arbeit von einem naturwissenschaftlich ausgerichteten Projekt ausgeht, wird nun die landschaftsökologische Herangehensweise an die Mensch-Umwelt-Beziehungen betrachtet; eine Kritik der humanökologischen Sichtweise von Umweltdegradierung findet sich bei GEIST (1992:284ff.).

## Landschaftsökologische Herangehensweise

Zur Betrachtung der Mensch-Umwelt-Beziehungen im Rahmen der Landschaftsökologie sei zunächst eine Definition des Landschaftsökosystems von LESER vorangestellt:

Das *Landschaftsökosystem* ist ein in der Realität hochkomplexes Wirkungsgefüge von physiogenen, biotischen und anthropogenen Faktoren, die mit direkten und indirekten Beziehungen untereinander einen übergeordneten Funktionszusammenhang bilden, dessen räumlicher Repräsentant die ‚Landschaft‘ ist. Das Landschaftsökosystem wird aus Gründen der Methodik und der Fachbereichsinteressen beliebig abgegrenzt, also als ein Ausschnitt aus der Realität untersucht, bewertet und geplant (LESER 1997:25).

Zur Diskussion der Einordnung der Landschaftsökologie als Human- oder Naturwissenschaft schreibt LESER (1989:32) „Landschaftsökologie kann man als die Wissenschaft von der Mensch-Umwelt-Beziehung im weitesten Sinne bezeichnen“. Für die Aufarbeitung der Mensch-Umwelt-Beziehungen sieht LESER (ib.) zahlreiche methodische Probleme, die vor allem in der separativen „Modellierung und damit auch Quantifizierung der Hauptsubsysteme des Landschaftsökosystems, d.h. des Geo-, Bio- und Anthroposystems“ liegen. Die von LESER (1984, 1997) vorgenommene inhaltliche Trennung der Begriffe Geo-, Bio- und Landschaftsökologie (Abb. 1.1), die es außerhalb der Geographie nicht gibt (s. FINKE 1996:16f.), soll hier nicht diskutiert werden. Statt dessen wird nun die Rolle des ‚Anthroposystems‘ innerhalb dieses Schemas beleuchtet. LESER fordert zunächst mehr Zuarbeit von biowissenschaftlicher Seite, doch selbst bei Einbezug von Tieren und Pflanzen sei das größte Problem nicht gelöst, „den Menschen in die Betrachtungen der Landschaftsökologie einzubeziehen“ (LESER 1989:34). Zusammenfassend schreibt LESER (ib.): „für den Landschaftsökologen heute gilt auch bei einer naturwissenschaftlich gewichteten Landschaftsforschung der ‚Mensch als Maß‘ [...] Für eine forschungspraktische Realisierung fehlt jedoch das methodische Rüstzeug“.

Mit anderen Worten: Der Mensch ist zwar auch für die Landschaftsökologen das Maß aller Dinge, es ist allerdings ein Problem, seinen Einfluß mit naturwissenschaftlichen Methoden zu quantifizieren. Daher geht seine Betrachtung über den Einbau als ‚Anthroposystem‘ in Schemata wie in Abbildung 1.1 im Prinzip nicht hinaus. In seiner *Landschaftsökologie* verwendet LESER in dem Kapitel über das „Landschaftsökosystem“ (1997:181ff.)

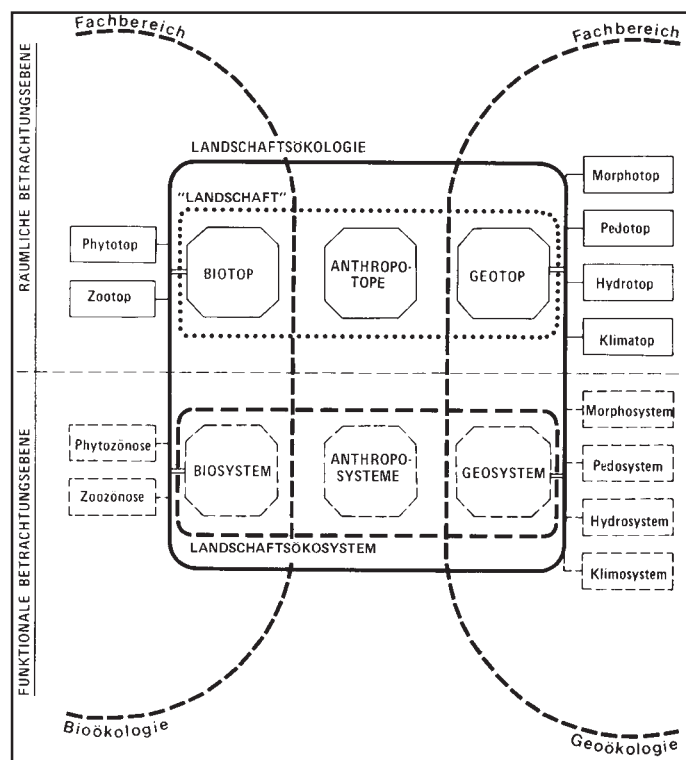


Abb. 1.1: Fachbereiche Bio-, Geo- und Landschaftsökologie (nach LESER 1997:182).

die Abbildung eines kybernetischen Regelkreises, um das „Landschaftsökosystemmodell mit starker Berücksichtigung des Anthroposystems“ (ib.:184) darzustellen. Diese Abbildung ist dem Kapitel „Prozeß-Reaktionssysteme und anthropogene Teilsysteme“ der *Einführung in die Geosystemlehre* von KLUG & LANG (1983:122ff.) entnommen, die den Einfluß des Menschen in ihren Regelkreisen folgendermaßen beschreiben:

Alle Eingriffe des Menschen in die Geosphäre beruhen auf seinen Aktivitäten zur Befriedigung der Grundbedürfnisse Ernährung, Arbeit, Wohnen, Erholung. Die durch sie verursachten Veränderungen und ihre Folgewirkungen laufen in den Geosystemen gemäß den Gesetzmäßigkeiten der Prozeß-Reaktionssysteme nach einem bestimmten Schema ab (KLUG & LANG 1983:127).

Diese simplifizierende Annahme wird den Ursachen menschlichen Handelns wohl kaum gerecht, im Gegenteil, in Anbetracht der Lebensbedingungen vieler Menschen in der Dritten Welt könnte man sie als zynisch auffassen. Sie genügt allerdings den Vertretern der Landschaftsökologie, um den Menschen in ihre Regelkreise aufzunehmen. Der naturwissenschaftliche Ansatz läßt sich bei der Betrachtung der Umweltdegradierung allzu sehr von den auf der unmittelbaren Erscheinungsebene vorhandenen Faktoren leiten (BLAIKIE 1985:53ff., GEIST 1992:284ff., BRYANT & BAILEY 1997:28ff.). Als zentrale Problemfelder erscheinen irrational-unangepaßte Landnutzungsformen, begrenzte und sensible Naturpotentiale sowie die unverminderte Bevölkerungszunahme (GEIST 1992:285). Gerade die unverminderte Bevölkerungszunahme gilt in dem neomalthusianischen Diskurs als *ultimate cause* oder *initial condition* für Umweltprobleme in der Dritten Welt (s. z.B. LESER 1995:335, NAVEH 1996:235, zum malthusianischen Modell s. OGDEN 2000, zu einer kritischen Betrachtung des neomalthusianischen Diskurses s. BLAIKIE & BROOKFIELD 1987:27ff., MERTENS 1992, MÜNZ & ULRICH 1995, NUSCHELER 1996:204ff.).

Wie in diesem Abschnitt dargelegt wurde, eignen sich die Methoden der Landschaftsökologie, die ein geeignetes Rüstzeug zur Beschreibung der Umwelt bieten, nicht für die überaus komplexe Analyse der Mensch-Umwelt-Beziehungen. Doch nur über eine Analyse menschlichen Handelns kann man versuchen zu verstehen, was Menschen dazu bewegt in die Umwelt einzugreifen, unter welchen Bedingungen und in welchem Umfang sie das tun. Ohne die Einbeziehung des Menschen ist jede Initiative zur Erhaltung der Umwelt und zur Verbesserung der Lebensbedingungen in der Dritten Welt zum Scheitern verurteilt. Die Vordenker der Landschaftsökologie betonen immer wieder ihren holistischen Ansatz (s. z.B. LESER 1995:335, 1997:9, NAVEH 1996:247, NAVEH & LIEBERMAN 1994:3) – es sei allerdings die Frage gestattet, was sie unter dem Begriff Holismus verstehen. Denn das nachfolgend vorgestellte Konzept der Politischen Ökologie zur Untersuchung von Mensch-Umwelt-Beziehungen wird in den Lehrbüchern von NAVEH & LIEBERMAN (1994) und FINKE (1996) mit keinem Wort erwähnt, nur LESER schreibt dazu in dem Vorwort seiner *Landschaftsökologie*:

Eine ‚Politische Ökologie‘ kristallisierte sich heraus, bemächtigte sich des Themas Ökologie und driftete in Bereiche ab, die mit der Umweltrealität inzwischen nicht mehr viel zu tun haben (LESER 1997:9, Herv. i. O.).

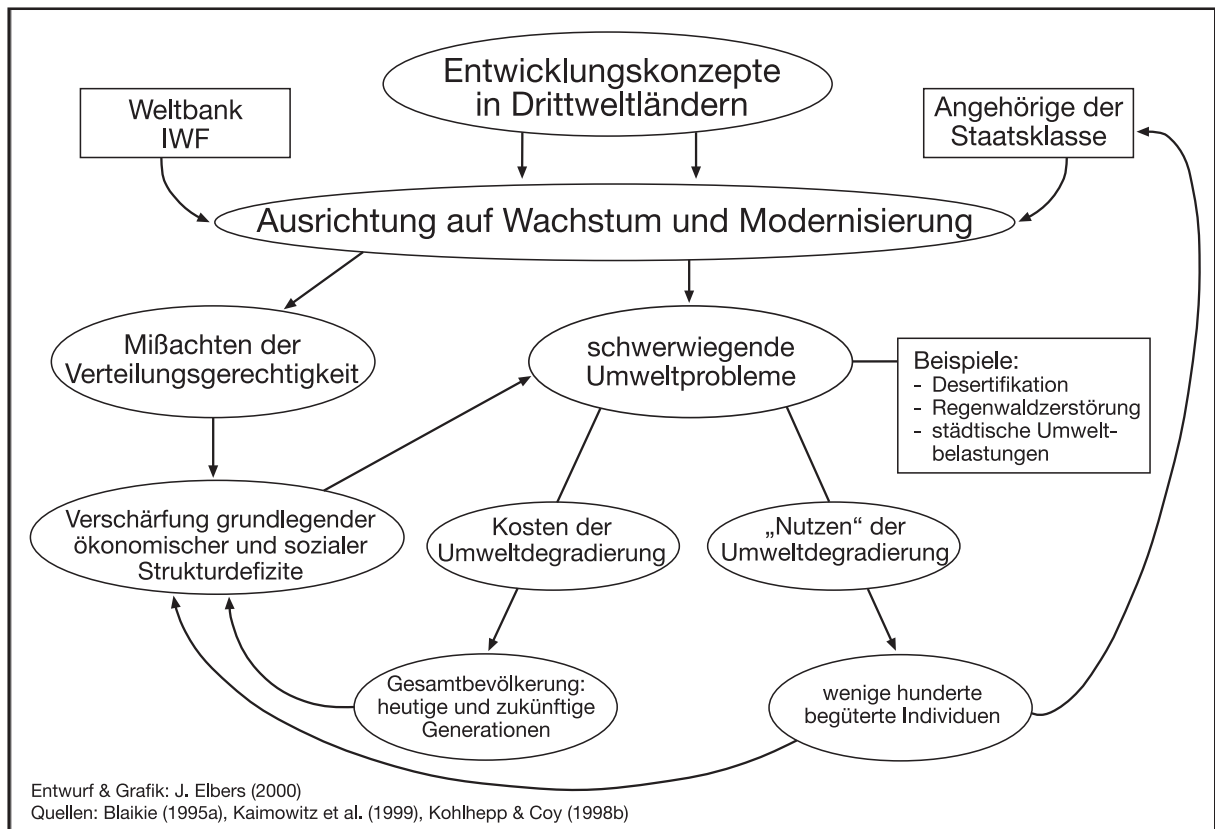


Abb. 1.2: Entwicklungskonzepte in Drittweltländern

Bevor nun der Frage nachgegangen wird, ob die Politische Ökologie etwas mit der Umweltrealität in der Dritten Welt zu tun hat und ob sie geeignet sein könnte diese zu analysieren, sei ein kurzer Exkurs über Entwicklungskonzepte in Drittweltländern vorangestellt.

Die Entwicklungskonzepte in Drittweltländern (s. Abb. 1.2) gründen sich häufig auf einer vom Internationalen Währungsfonds (IWF), der Weltbank und den Angehörigen der Staatsklasse durchgesetzten Ausrichtung auf Wachstum und Modernisierung, durch die grundlegende ökonomische und soziale Strukturdefizite allerdings nicht beseitigt wurden (s. ESCOBAR 1995). Im Gegenteil, diese Politik führte in vielen Ländern durch ein Mißachten der Verteilungsgerechtigkeit zu einer Verschärfung der Bedingungen (KOHLEPP & COY 1998b:1). Bolivien ist dafür ein Paradebeispiel, wie in Kapitel 5.1 dargelegt werden wird. Als Auswirkung dieser wachstums- und modernisierungsorientierten Politik kommt es zu Desertifikation, Regenwaldzerstörung und städtischer Umweltbelastung – für viele EL eine problematische Zukunftshypothek (vgl. MANSHARD & MÄCKEL 1995). Zu den Ursachen für die Umweltprobleme zählen jedoch nicht nur verfehlte Entwicklungsstrategien, sondern ebenso zunehmende Armut, Bevölkerungsdruck und unangepasste Nutzungsformen. Der ein hohes Maß an ökologischer Adaptation aufweisende traditionelle und indigene Umgang mit der Natur wird häufig verdrängt und für ‚moderne‘ Landnutzungsmethoden geopfert. Gleichzeitig sind die mit der Degradierung verbundenen Risiken ungleich verteilt, denn insbesondere die armen Bevölkerungsgruppen sind gekennzeichnet durch ein hohes Maß an ‚Verwundbarkeit‘ (*vulnerability*) hinsichtlich

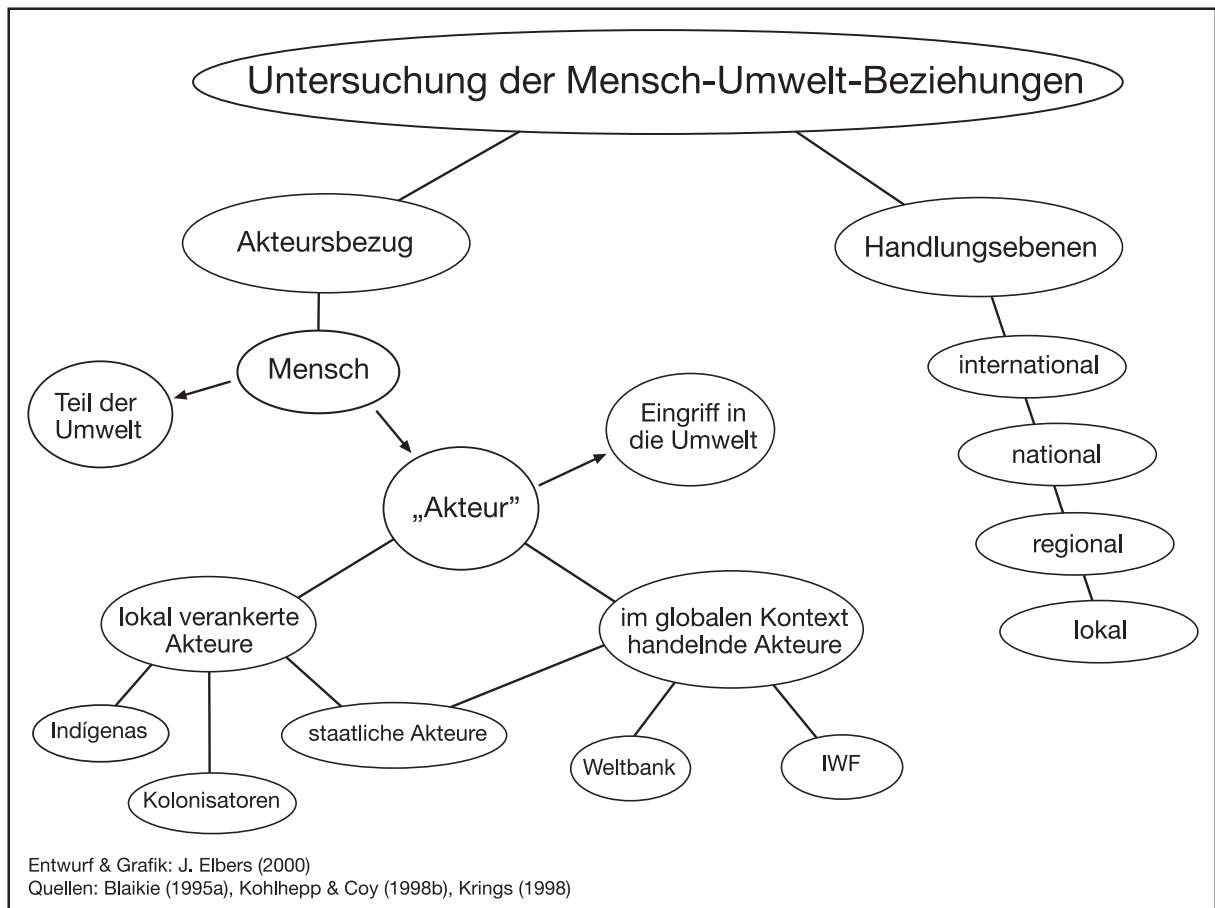


Abb. 1.3: Untersuchung der Mensch-Umwelt-Beziehungen in der Politischen Ökologie

möglicher Umweltveränderungen (Kohlhepp & Coy 1998b:1f., Krings 1998, zum Begriff der Verwundbarkeit s. Watts & Bohle 1993, Blaikie et al. 1994, Bohle 1994, 1998). Die sozioökonomische und ökologische Problematik in der Dritten Welt sind also nicht voneinander zu trennen, oder um es mit Harvey auszudrücken

All ecological projects (and arguments) are simultaneously political-economic projects (and arguments) and vice versa. Ecological arguments are never socially neutral any more than socio-political arguments are ecologically neutral. Looking more closely at the way ecology and politics interrelate then becomes imperative if we are to get a better handle on how to approach environmental/ecological questions (Harvey 1993:25).

### Politisch-ökologische Herangehensweise

Die Politische Ökologie umfaßt verschiedene auf das Mensch-Umwelt-Verhältnis bezogene Ansätze, Umweltveränderungen in Entwicklungsländern in einen gesellschaftlich-politischen Erklärungskontext zu stellen (Abb. 1.3). Als Schlüsseltexte der unter dem Begriff Politische Ökologie zusammengefaßten Forschungsrichtungen mit breitem interdisziplinären Fokus gelten die geographischen Monographien *The Political Economy of Soil Erosion in Developing Countries* von Blaikie (1985) und *Land Degradation and Society* von Blaikie & Brookfield (1987), die die Themen Bodenerosion und



Landdegradierung in einen umfassenden politisch-ökonomischen Kontext stellen (WATTS 2000c:591). Sie definieren Politische Ökologie folgendermaßen:

The phrase 'political ecology' combines the concerns of ecology and a broadly defined political economy. Together this encompasses the constantly shifting dialectic between society and land-based resources, and also within classes and groups within society itself (BLAIKIE & BROOKFIELD 1987:17).

Hierbei handelt es sich eher um eine Abgrenzung zur Politischen Ökonomie (s. dazu BARNES 2000, über die Abgrenzung zur Ökologie s. ZIMMERER 1994, 1996), denn um eine dogmatische Definition (BRYANT & BAILEY 1997:2). Die Politische Ökologie der EL profitiert von vielen Wissenschaftlern, die disziplinäre Grenzen überschritten haben, von dem Nichtvorhandensein eines Standardwerkes, auf das sich alle Forscher berufen müßten sowie von einem theoretischen und methodologischen Eklektizismus (BRYANT 1999:148ff.). Es handelt sich „um einen theoretisch hybriden Ansatz, in dem zahlreiche theoretische Stränge [...] miteinander verwoben sind“ (KRINGS 1999b:130). PEET & WATTS (1996b:38) kritisieren diese ‚theoretical untidiness‘ der Politischen Ökologie, andererseits würdigen sie die reichhaltigen empirischen Fallstudien, die nuanciert Umweltprobleme in verschiedenen Regionen der Dritten Welt analysieren.

Bei der Untersuchung der von BRYANT & BAILEY (1997) so bezeichneten ‚politisierten Umwelt‘ liegt der Fokus nicht auf Veränderungen der – isolierten und isoliert zu betrachtenden – physischen Umwelt, sondern darauf, in welcher Beziehung sie zu den menschlichen Aktivitäten stehen. Es gibt eine Vielfalt von Verfahren zur Untersuchung der Mensch-Umwelt-Beziehungen nach dem politisch-ökologischen Ansatz. BRYANT & BAILEY (1997:20ff.) haben in dem ersten lehrbuchartigen Werk, ihrer *Third World Political Ecology*, eine Gruppierung vorgenommen. Ein Verfahren ist die Mehrebenenanalyse, die BLAIKIE (1989) für seine *chain of explanation* (s.u. sowie Abb. 1.4) einsetzt (s.a. BLAIKIE & BROOKFIELD 1987, BLAIKIE 1994, 1995b). Hier werden physische Umweltprobleme nicht isoliert an einem lokalen Ort betrachtet, sondern auf mehreren, meist miteinander verflochtenen räumlichen Handlungsebenen in einen sozialen und ökonomischen Kontext gestellt.

Der Mensch wird nicht nur als Teil der Umwelt gesehen, sondern auch als *Akteur*, der aktiv in die Natur eingreift (Abb. 1.3). Zu den Akteuren zählen sowohl lokal verankerte Akteure (*place-based actors*, z.B. Ureinwohner, Kolonisatoren, staatliche Akteure) als auch im globalen Kontext handelnde Akteure (*non-place-based actors*, z.B. multilaterale Institutionen, transnationale Konzerne, Nicht-regierungsorganisationen) (BLAIKIE 1985). Macht ist ein zentraler Faktor in den Akteursbeziehungen (s. z.B. ESCOBAR 1995, BRYANT & BAILEY 1997). In der Politischen Ökologie wird die Fähigkeit untersucht, sowohl eigene als auch die Interaktionen anderer Akteure mit der Umwelt zu kontrollieren, wobei die Machtstrukturen und oft ungleichen Machtbeziehungen ein zentrales Thema sind (BRYANT 1997, BRYANT & BAILEY 1997).

Ein weiterer zentraler Ansatzpunkt ist die extreme Armut als tägliche Realität für die große Mehrheit der Bewohner der Dritten Welt. BRYANT & BAILEY schreiben:

Indeed, it is the fact that extreme poverty is the way of life for the vast majority of people in the Third World (despite fifty years of 'development') that provides perhaps the strongest justification for a specially Third World political ecology. Although poverty in the First and Second Worlds is not to be denied, the sheer scale of the poverty problem in the Third World stands out (BRYANT & BAILEY 1997:8).

Forschungsobjekt sind die Beziehungen zwischen Armut und Reichtum, Umweltdegradierung und politischen Prozessen. Die oftmals katastrophalen Wechselwirkungen zwischen Armut und Umweltdegradierung beschreiben BLAIKIE & BROOKFIELD (1987:48) wie folgt: „poverty is the basic cause of poor management, and the consequence of poor management is deepening poverty“. Als ein Beispiel für die politisch-ökologische Herangehensweise an die Mensch-Umwelt-Beziehungen wird die ‚Erklärungskette‘ (*chain of explanation*) der Landdegradierung von BLAIKIE (1994, 1995b) kurz vorgestellt (Abb. 1.4). BLAIKIE beginnt – an einem spezifischen Ort – mit den physikalischen Veränderungen im Boden und in der Vegetation (A), assoziiert mit ökonomischen Symptomen (B), die verknüpft sind mit den Landnutzungspraktiken (C), sowie mit individuellen und kollektiven Prozessen der Entscheidungsfindung (D und E) und endet mit den vom Staat (F) und der internationalen Ökonomie (G) geschaffenen Rahmenbedingungen. Die Landdegradierung ist gleichzusetzen mit einem Produktivitätsrückgang auf einer Fläche, d. h. sie ist ein Problem für diejenigen, die das Land nutzen. Die Komplexität der Land- bzw. Umweltdegradierung beschreibt BLAIKIE folgendermaßen:

Thus environmental degradation is seen as a *result* of underdevelopment (of poverty, inequality and exploitation), a *symptom* of underdevelopment, and a *cause* of underdevelopment (contributing to a failure to produce, invest and improve productivity) (BLAIKIE 1985:9, Herv. i. O.).

Zu der Abbildung von BLAIKIE ist jedoch kritisch anzumerken, daß die von den Pfeilen angezeigte einseitige Richtung des Ablaufs von der lokalen bis hin zur internationalen Handlungsebene dem politisch-ökologischen Ansatz nicht gerecht wird. Dessen Aussagekraft basiert gerade auf der gegenläufigen Analyse, nämlich auf den Auswirkungen von Grundstrukturen und -prozessen der Weltwirtschaft auf die Handlungen der lokalen Akteure, und damit auch auf die lokale Umwelt.

Dieses Kapitel kann nur einen kurzen Einblick in die unter dem Begriff Politische Ökologie zusammengefaßten wichtigen und interessanten Arbeitsrichtungen mit breitem interdisziplinären Fokus geben. Einen guten Überblick über den Forschungsstand in den angelsächsischen Ländern geben die Artikel von BRYANT (1992, 1997, 1998 [erschieden in *Progress in Physical Geography!*], 1999), BLAIKIE (1994, 1995a, 1999) und WATTS (2000c), für die deutsche geographische Entwicklungsforschung die Artikel von GEIST (1992) und KRINGS (1994, 1998), das erste lehrbuchartige Werk von BRYANT & BAILEY (1997), welches einen Leitfaden zu weiterführender Literatur enthält (ib.:197ff.), sowie die Aufsatzsammlungen in PEET & WATTS (1996a), ROCHELEAU et al. (1996), KOHLHEPP & COY



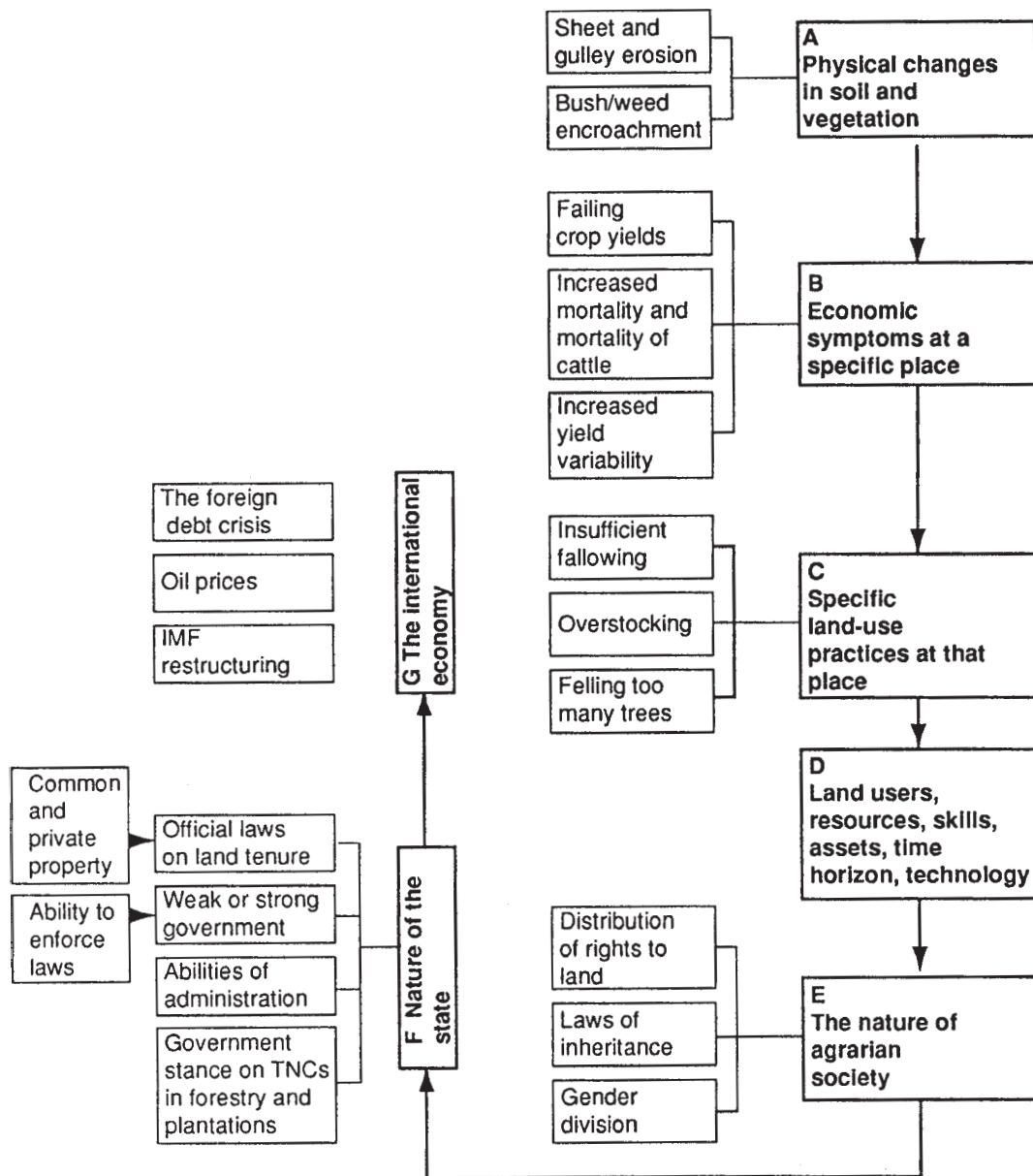


Abb. 1.4: Die ‚Erklärungskette‘ (chain of explanation) der Landdegradierung (nach BLAIKIE 1995b:19)

(1998a) und KRINGS (1999a). Wichtige Arbeiten zur regionalen Politischen Ökologie Amazoniens stellen BUNKER (1985), HALL (1989), HECHT & COCKBURN (1989) und SCHMINK & WOOD (1992) dar. Sie zeigen wie politische Auseinandersetzungen, ökonomische Interessen und ökologische Veränderungen in einem Netzwerk von Mensch-Umwelt-Beziehungen miteinander verwoben sind.

Ziel dieses Kapitels war es aufzuzeigen, daß es neben der Kenntnis der naturräumlichen Gegebenheiten einer Region sehr wichtig ist, deren Mensch-Umwelt-Beziehungen zu analysieren, da man sie nicht zu Forschungszwecken in eine ‚ökologische Landschaft‘ einerseits und eine ‚sozioökonomische Landschaft‘ andererseits aufspalten kann. Um der Landschaft *und* den Menschen gerecht zu werden, werden die landwirtschaftlichen Betriebe mit landschaftsökologischen Methoden (Kap. 4) und die Mensch-Umwelt-Beziehungen im Alto Beni mit politisch-ökologischen Methoden (Kap. 5)

diagnostiziert. In der Diskussion von Alternativen landwirtschaftlicher Entwicklung (Kap. 6) werden dann Ergebnisse aus beiden Wissensbereichen miteinander kombiniert. Beschließen soll dieses Kapitel ein Zitat des brasilianischen Pädagogen Paulo FREIRE. Es ist ein Beispiel dafür, daß die Ideen einer integrierten Betrachtung des Mensch-Umwelt-Verhältnisses nicht erst seit den 1980er Jahren thematisiert werden. FREIRE, häufig als „wichtigster Volkspädagoge der Gegenwart“ bezeichnet (s. WAGNER 2001), hat bereits in seinem erstmals 1969 erschienenen Buch *¿Extensión o comunicación?* (Extension oder Kommunikation?) die Erosion als ein Spannungsfeld der Mensch-Umwelt-Beziehungen charakterisiert:

La erosión no es sólo fenómeno natural, ya que la respuesta a ella como un desafío, es de orden cultural. Tanto es así que, el solo hecho de que el hombre encare al mundo natural de cierta forma, ya lo hace cultural. Y porque son culturales las respuestas que los campesinos están dando a los desafíos naturales, no pueden ser sustituidas por la superposición de respuestas, también culturales (las nuestras), que nosotros extendamos hasta ellos<sup>2</sup> (FREIRE 1973:39).

---

<sup>2</sup> Die Erosion ist nicht nur ein Naturphänomen, da die Antwort darauf eine Herausforderung kulturellen Charakters ist. Es ist so, weil allein die Tatsache, daß der Mensch der Natur in einer gewissen Weise gegenübertritt, ihr bereits kulturellen Charakter verleiht. Und weil die Antworten, die die Bauern den Herausforderungen der Natur gegenüberstellen, kulturellen Charakter haben, können sie nicht durch die Überlagerung von Antworten, ebenfalls kulturellen (den unsrigen), ersetzt werden, die wir über sie ausbreiten (Übers. d. Verf.).

## 2 Methodik der Untersuchungen

Sicher ist, daß nichts sicher ist. Selbst das nicht.  
Joachim Ringelatz

### 2.1 Vorbereitende und begleitende Untersuchungen

Die vorbereitenden und begleitenden Arbeiten umfaßten zunächst umfangreiche Literaturrecherchen. Einen wichtigen Bestandteil der Fachliteratur bildete dabei die sogenannte ‚Graue Literatur‘, die sich auf das Agrarökologieprojekt PIAF, den DED, andere Organisationen im Alto Beni sowie andere Kolonisationsgebiete und tropische Regionen Boliviens erstreckt. Dabei wurden u.a. interne Arbeitspapiere, Fortschritts- und Evaluierungsberichte des Projekts, Protokolle der Fachgruppentagungen und des Mitwirkungsausschusses, Programmleitlinien und Evaluierungsberichte des DED ausgewertet.

Der empirische Teil der begleitenden Untersuchung mit der Analyse der Mensch-Umwelt-Beziehungen im Alto Beni beruht auf dem Prinzip der *teilnehmenden Beobachtung* (s. FLICK et al. 2000, LAMNEK 1995a, b). Die Rolle des Beobachters ist als Typ der vollständigen Teilnahme zu charakterisieren, er war als Entwicklungshelfer des DED beruflich in das Projekt eingegliedert und hat somit als ein *echtes* Mitglied an dem Gruppen- und Gemeinschaftsleben teilgenommen (s. LAMNEK 1995b:263ff.). Die Mitarbeit an dem Projektzyklus (s. Abb. 5.3) begann bereits in der Phase der Identifikation 1990/91; während der Tätigkeit beim DED umfaßte die Beteiligung die Planung von Dezember 1992 bis Oktober 1993, die Implementierung und Ausführung von November 1993 bis Juni 1996 und die Nachbetreuung aufgelaufener Arbeiten von Juli 1996 bis März 1997. Die Rolle des Beobachters bei vollständiger Teilnahme ist nicht unproblematisch (vgl. LAMNEK 1995b:265ff., LÜDERS 2000): sie entspricht nicht den Gütekriterien einer intersubjektiven Nachprüfbarkeit und das Beobachtungsfeld wird verändert durch den Beobachter und seine Interaktion mit den Beobachteten. Es kann zu Rollenkonflikten kommen und es besteht die Gefahr fehlender Neutralität, sowie verzerrter, subjektiver und wertender Beobachtungen. Andererseits bietet nur die Partizipation die Möglichkeit, das reale Geschehen ohne störende Einflüsse im natürlichen sozialen Umfeld zu erfassen. Der Verfasser ist sich der Problematik seiner Rolle als teilnehmender Beobachter sehr wohl bewußt – an gegebener Stelle wird dementsprechend vorsichtig mit den Einschätzungen und Interpretationen umgegangen.

Zum Aufbau der Arbeit und zur Argumentationsführung ist noch eine wichtige Anmerkung zu machen. Die Studie hat ursprünglich als ein rein physisch-geographisches Dissertationsprojekt begonnen. Die während der langjährigen Tätigkeit in den Tropen gesammelten Erfahrungen ließen

den Verfasser jedoch die Notwendigkeit erkennen, den Menschen als *den* in die Umwelt eingreifenden Akteur in seine Untersuchung einzubeziehen. So wurde die humangeographische Perspektive nachträglich als ein zweites, nicht minder relevantes Untersuchungsrastraster angelegt.

## 2.2 Untersuchungen im Gelände

Die von den Mitarbeitern des Teilprojektes Landwirtschaft-Agroforst (nachfolgend TPLA) durchgeführte Diagnose der Produktionssysteme von 16 Betrieben umfaßte eine Landnutzungs- und Bodenkartierung, sowie die Aufnahme von Produktions- und sozioökonomischen Daten. Die Feldaufnahme begann mit der Landnutzungskartierung in den ausgewählten Betrieben. Dazu hat das TPLA zunächst gemeinsam mit dem Bauern eine Begehung des gesamten Grundstücks vorgenommen. Dies war nötig, um die Grenzen und – wenn vorhanden – die Grenzsteine kennenzulernen, da keine topographischen Kartengrundlagen existierten. Die Kolonistoren besitzen lediglich eine von einem Topographen des INC angefertigte simple Katasterskizze, die Winkel- und Entfernungsangaben enthält, aber geodätisch nicht verortet ist. Die ersten topographischen Karten der Region Alto Beni erschienen erst 1996 im Maßstab 1 : 50.000 (IGM-JICA 1996, s. Kap. 2.4). Die Karte 1 : 50.000 ist die topographische Grundkarte der amtlichen Kartenwerke Boliviens, der Maßstab ist ungeeignet für landschaftsökologische Detailuntersuchungen.

Bei der Begehung der Betriebe gaben die Bauern dem TPLA wichtige Informationen über ihre Einschätzung der Bodengüte und Nutzungseignung einzelner Flächen für den Anbau unterschiedlicher Kulturpflanzen. Die Landnutzungskartierung hat das TPLA mit einfachen Methoden der Winkel- und Streckenmessung vollzogen, die Winkelmessung mit einem SUUNTO Peilkompaß und die Streckenmessung über das Schrittmaß (s. HOSIUS 1988, LINKE 1998). Die Ergebnisse sind in Feldskizzen im Maßstab 1 : 1.000 festgehalten. Bei sorgfältiger Ausführung dieser einfachen Methode kann eine hohe Genauigkeit erreicht werden, wie die Reinzeichnung der Landnutzungspläne bestätigte. Trotz teilweise unwegsamen Geländes und dichter, nur mit der Machete zu durchdringender Vegetation ließen sich die Grundstücksgrenzen meist mit einem Fehler deutlich unter 10 m schließen.

In jedem Betrieb hat das TPLA eine systematische Bodenkartierung ausgeführt. Mit dem Pürckhauer-Bohrer von 1 m Länge wurden je nach physiographischen Bedingungen 5 - 8 Sondierungsbohrungen niedergebracht, detailliert protokolliert, und anschließend die Standorte für 2 - 4 Leitprofile bestimmt. Für die meisten Leitprofile hat das TPLA Schürfguben angelegt, als Aufschlüsse konnten Anschnitte an Feldwegen sowie Bachufer genutzt werden. Die Leitprofile hat das TPLA fast ausnahmslos in der Regenzeit aufgenommen, um das Ausheben der Schürfguben zu erleichtern. Die Bohrpunkte und Standorte der Leitprofile ließen sich in den Landnutzungsplänen exakt verorten.

Die Profile sind nach dem Leitfaden zur Beschreibung von Bodenprofilen der FAO (1977, 1990) angesprochen. Die Hangneigungsstufen sind entsprechend der Empfehlung der FAO (1990:8) der lokalen Topographie angepaßt. Als geeignet erwies sich eine Unterteilung angelehnt an die Forstliche Standortaufnahme (ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG 1996, s. Tab. A.1). Für Bodenart, organische Substanz, Bodengefüge, Durchwurzelungsintensität und Durchwurzelbarkeit wurde ergänzend die Bodenkundliche Kartieranleitung der AG BODEN (1994) hinzugezogen. Die Bodenhorizonte sind nach FAO (1988, 1990) bezeichnet. An den Profilwänden entnahmen die Techniker aus jedem morphologisch differenzierbaren Horizont Mischproben, dazu aus allen Horizonten Stechzylinderproben (100 cm<sup>3</sup>, 2 Parallelen) zur Bestimmung von Lagerungsdichte und Porenvolumen. Die Böden sind klassifiziert nach der Nomenklatur der Weltbodenkarte der FAO (1988), zum Vergleich mit anderen Studien sind sie zusätzlich angesprochen nach der *Soil Taxonomy*, dem Klassifikationssystem der Vereinigten Staaten (SOIL SURVEY STUFF 1975, 1996).

Die Präsentation der Klimadaten erfolgte mit KIWI. KIWI steht für Klima-Informationen-Software unter Windows, das Programm dient der Erfassung, Präsentation und Auswertung von Klimadaten und wurde von Michael BRAITMEIER an der Universität Düsseldorf entwickelt (ib.:1999). Die Klimadiagramme sind dargestellt nach Walter-Lieth und, darauf aufbauend, nach einem Verfahren des Geographischen Instituts Düsseldorf (GID). Das GID-Klimadiagramm berücksichtigt zusätzlich zu den bei Walter-Lieth dargestellten langjährigen Monatswerten die monatlichen Niederschlagssummen pro Jahr und die langjährigen mittleren und absoluten Extremwerte der Temperatur.

Für die Aufnahme sozioökonomischer Daten hat das TPLA einen Fragebogen erarbeitet. Er umfaßt in einem ersten Teil Angaben zu Familienstand, Herkunft, Bildung, Beruf und Grundbesitz. Es folgen Angaben zu Flächen und Produktion der Kulturpflanzen, eine Untergliederung nach Marktfrüchten und Selbstversorgerfrüchten sowie eine Schätzung der Einnahmen. Die Bauern erhielten außerdem einen Schnellhefter mit Vordrucken, um Buch zu führen über die Erntemengen und die Arbeitstage pro Parzelle, aufgegliedert nach Bauer, Familienangehörigen und Tagelöhnern. Die Untersuchungen im Gelände endeten im März 1997.

## **2.3 Labormethoden**

Das Zentrallabor des IE in La Paz hat zwischen Juli 1996 und Februar 1997 die meisten Bodenanalysen vorgenommen. Lediglich die ersten fünf untersuchten Profile (B9-10, C9-11) analysierte im April/Mai 1995 das Bodenlabor des *Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear* (IBTEN) in Viacha, zu diesem Zeitpunkt war das Zentrallabor im IE noch nicht funktionsfähig. Die Vorbereitung bestand darin, die Proben zu trocknen und mit einem 2-mm-Sieb in Feinerde und Skelett zu trennen. Für die Analysen von organischem Kohlenstoff, Stickstoff, Phosphor, austauschbarer Acidität und austauschbaren Kationen wurde eine Teilprobe mit der Mörsermühle staubfein gemahlen.

### *Bodenfarbe*

Die Bodenfarbe im feuchten und trockenen Zustand ist mit den MUNSELL Soil Colour Charts ermittelt.

### *Trockenraumdichte, Porenvolumen und effektive Lagerungsdichte*

Für die Trockenraumdichte wurden die 100-cm<sup>3</sup>-Stechzylinderproben nach Trocknung bei 105 °C gewogen. Die Trockenraumdichte und das Porenvolumen sind nach HARTGE (1971) und die effektive Lagerungsdichte nach ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG (1996:108ff.) berechnet.

### *Korngrößenanalyse*

Nach Oxidation der organischen Substanz mit 30 %igem Wasserstoffperoxid (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) wurden die Proben mit Natriumpyrophosphat (0,4 N Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> • 10 H<sub>2</sub>O) dispergiert. Die Fraktionen > 63 µm Ø sind durch Naßsiegung bestimmt, die Fraktionen < 63 µm Ø durch die Pipettmethode nach KÖHN (SCHLICHTING et al. 1995:111ff.). Die Ermittlung der Bodenart erfolgte nach AG BODEN (1994) und FAO (1990).

### *Schluff/Ton-Verhältnis*

Das Schluff/Ton-Verhältnis dient als relatives Maß für die Verwitterungsintensität (‘Verwitterungsindex’ nach DAPPER et al. 1988). Ein Schluff/Ton-Verhältnis ≤ 0,2 ist ein Kriterium für einen *ferrallic* B-Horizont (FAO 1988:25), den diagnostischen Horizont der Ferralsols. Ferralsols sind die außerordentlich tiefgründigen, stark sauren und extrem basenarmen tropischen Böden mit dem höchsten Verwitterungsgrad.

### *pH-Wert*

Der pH-Wert ist potentiometrisch mittels Glaselektrode in H<sub>2</sub>O und in 1 M KCl bestimmt bei einem Boden/Flüssigkeitsverhältnis von 1:2 (COCHRANE & BARBER 1993:8f.).

### *Elektrische Leitfähigkeit*

Die elektrische Leitfähigkeit wurde ermittelt mit einem temperaturkompensierenden Leitfähigkeits-Meßgerät in wässriger Suspension bei einem Boden/Flüssigkeitsverhältnis von 1:2 (COCHRANE & BARBER 1993:10f.).

### *Carbonatgehalt*

Der Carbonatgehalt wurde geschätzt anhand der Stärke und Dauer des Aufbrausens nach Behandlung mit 10%iger Salzsäure (HCl) (AG BODEN 1994:109ff.).

### *Organischer Kohlenstoff*

Mittels der Dichromatmethode nach WALKLEY & BLACK („nasse Veraschung“) wurde der organische Kohlenstoff durch Kochen in saurer Dichromatlösung oxidiert. Das überschüssige Dichromat ist durch Titration mit Eisensulfatlösung bestimmt. Zur Berechnung der organischen Substanz wurde der C-Gehalt mit dem Faktor 2 multipliziert (COCHRANE & BARBER 1993:18ff.).

### *Gesamtstickstoff*

Die quantitative Erfassung des Stickstoffs erfolgte durch einen Gesamtaufschluß nach KJELDAHL. Die Probe wurde mit Schwefelsäure aufgeschlossen und der organische Stickstoff in Ammoniumsulfat ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) umgewandelt. Die Ammoniakisolierung erfolgte durch Wasserdampfdestillation nach Freisetzen mit NaOH, das in Borsäure aufgefangene NH<sub>3</sub> wurde titrimetrisch mit HCl bestimmt (COCHRANE & BARBER 1993:23ff.).

### *Austauschbarer Phosphor*

Zur Bestimmung der austauschbaren Phosphate hat man die Methode nach OLSEN (modifiziert) für Proben mit einem pH ≥ 5,4 und die Methode nach BRAY & KURTZ für Proben mit einem pH < 5,4 benutzt (COCHRANE & BARBER 1993:35ff.).

Methode nach OLSEN (modifiziert): Die Probe wurde mit einer Lösung aus NaHCO<sub>3</sub> bei pH 8,5 extrahiert. Die Bestimmung des Phosphors erfolgte kolorimetrisch als Molybdat-Phosphatkomplex unter partieller Mo-Reduktion mit Ascorbinsäure (COCHRANE & BARBER 1993:35ff.).

Methode nach BRAY & KURTZ: Die leicht löslichen Formen des Phosphors wurden mit einer schwachen Lösung aus NH<sub>4</sub>F und HCl extrahiert. Die Bestimmung erfolgte kolorimetrisch als Molybdat-Phosphatkomplex unter partieller Mo-Reduktion mit Ascorbinsäure (COCHRANE & BARBER 1993:38ff.).

### *Austauschbare Acidität*

Die Bodenprobe wurde mit einer 1 N KCl-Lösung extrahiert. Die Acidität der Austauscherlösung wurde durch Titration mit 0,025 M NaOH bestimmt (COCHRANE & BARBER 1993:63ff.). Zu den sauren Austauschkationen (H-Wert) zählen vor allem H- und Al-Ionen.

### *Austauschbare Kationen und abgeleitete Parameter*

Die im Boden gebundenen Kationen wurden im Perkulationsverfahren gegen NH<sub>4</sub>-Ionen (0,5 M NH<sub>4</sub>Cl-Lösung) bei pH 7,0 ausgetauscht und die austauschbaren Kationen in der Austauscherlösung gemessen (COCHRANE & BARBER 1993:47ff.).



*Ca- und Mg-Bestimmung:* Mischung des Perkolats mit einer La-Lösung zur Vermeidung von Interferenzen, Messung mit dem Atom-Adsorptions-Spektralphotometer, Ca bei 422,7 nm und Mg bei 285,2 nm.

*K- und Na-Bestimmung:* Messung der Konzentrationen des verdünnten Perkolats mit einem Flammenphotometer, K bei 766,0 nm und Na bei 589,0 nm.

Die summierten Ca-, K-, Mg-, und Na-Ionen werden als basische Austausch-kationen (S-Wert) bezeichnet. Die effektive Austauschkapazität (T-Wert) ergibt sich aus der Summe von H-Wert und S-Wert. Die Basensättigung läßt sich errechnen aus dem Anteil der basischen Austausch-kationen an der effektiven Austauschkapazität. Für die B-Horizonte der 12 untersuchten Profile ist die effektive Austauschkapazität zusätzlich in mval/100 g Ton berechnet, da in der Klassifikation der Weltbodenkarte (FAO 1988) die Kationenaustauschkapazität auf die Tonfraktion bezogen wird, um diagnostische B-Horizonte zu bestimmen.

Die Frage nach der Zuverlässigkeit der Laboranalysen ist immer zu stellen. Das gilt besonders dann, wenn eine Bodenklassifikation, wie die der FAO (1988), einem streng morphometrischen Ansatz zur Unterscheidung diagnostischer Kriterien und Bodeneinheiten folgt. Über die Zuordnung zu einer von vier Bodeneinheiten mit Tonverlagerungshorizont entscheidet die Frage, ob die effektive Kationenaustauschkapazität der Tonfraktion kleiner oder größer 24 mval und die Basensättigung niedriger oder höher als 50 % ist (s. Tab. 4.3).

Das Problem der Variabilität bei den Ergebnissen der Bodenanalysen kann in fünf Fehlergruppen zusammengefaßt werden. Ungenauigkeiten treten auf durch Vorbehandlung der Proben, immanente Fehler in den Methoden, Fehler in der Ausführung, Kontaminierung der Proben sowie die hohe Variationsbreite zwischen Bodenlaboren (BREIMER et al. 1986:49). Ein vom *International Soil Reference and Information Centre* (ISRIC), Wageningen, vollzogenes weltweites Austauschprogramm für Labore zeigte, daß nach Standardisierung der Methoden für die gleichen Bodenproben folgende Abweichungen nicht unterschritten werden konnten (ib.):

- ± 11 % für die Bestimmung des Tongehalts,
- ± 20 % für Messungen der Kationenaustauschkapazität,
- ± 25 % für die Kationenaustauschkapazität der Tonfraktion,
- ± 10 % für die Basensättigung,
- ± 0,2 Einheiten für pH-Messungen.

Diese Zahlen zeigen, daß Laboranalysen keine absolut korrekten Werte liefern können und deren Interpretation mit der nötigen Vorsicht vorzunehmen sind. Der Bodenkundler sollte die Ergebnisse



der Laboranalysen immer in ein Verhältnis zu den Beobachtungen bei der Feldaufnahme setzen und bei starken Zweifeln die Analysen wiederholen.

Die vollständigen Beschreibungen der 14 Bodenprofile mit den Daten der Geländeaufnahme und den Laboranalysen befinden sich im Anhang der Arbeit. Für die Darstellung der Ergebnisse in Kapitel 4 werden daraus einzelne Parameter ausgewählt. Zur Bezeichnung und Interpretation der bodenphysikalischen und bodenchemischen Meßwerte werden folgende Arbeiten zu Rate gezogen: AG BODEN (1994), ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG (1996), BREIMER et al. (1986), FASSBENDER (1993), FASSBENDER & BORNEMISZA (1987), FINCK (1986), LESER & KLINK (1988), PAGEL et al. (1982), SÁNCHEZ (1981), VILLAROEL (1988), ZEPP & MÜLLER (1999).

## 2.4 Aerotriangulation und Luftbildauswertung

Die photogrammetrischen Arbeiten wurden 1997 und 1998 ausgeführt am Geographischen Institut der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf mit der analytischen Auswertestation Zeiss Planicomp P3 (Informationen dazu z.B. bei KRAUS 1994). Das Arbeitsmaterial wurde in Bolivien beschafft: die Stereoluftbilder, das Kalibrierungsprotokoll der Reihenmeßkammer und die Paßpunkte. Die Aerotriangulation ist das genaueste Verfahren zur photogrammetrischen Punktbestimmung. Unter Verwendung einzelner Paßpunkte, d.h. im Luftbild identifizierbarer Geländepunkte, deren Landeskoordinaten bekannt sind, werden die Lage- und Höhenkoordinaten von Verknüpfungspunkten bestimmt. Die Aerotriangulation ist heute das gebräuchlichste Verfahren zur Punktverdichtung, es erreicht die Genauigkeit terrestrischer Messungen und zeichnet sich durch geringe Kosten und die Eignung für dünn besiedelte und unwegsame Gebiete aus – wichtige Faktoren in Entwicklungsländern. Zur Methodik der Aerotriangulation sei verwiesen auf JACOBSEN (1980), KONECNY & LEHMANN (1984), KRAUS (1994, 1996), RÜGER et al. (1987), die Arbeitsschritte und Schwierigkeiten bei der Aerotriangulation in EL sind ausführlich dokumentiert bei JORDAN (1986, 1991) und LINDER (1991). Nachfolgend wird kurz der Arbeitsablauf beschrieben, der sich unterteilen läßt in die drei Phasen Planung und Vorbereitung, Messung, Berechnung.

Im Operationsplan des Agrarökologieprojektes PIAF war bereits eine quantitative Luftbildauswertung vorgesehen zur Erstellung von Basiskarten für 20 Betriebe im Rahmen der Diagnose der Produktionssysteme (EL CEIBO & IE 1993). Der Projektantrag beinhaltete einen Bildflug über den Alto Beni in einem Maßstab von etwa 1:20.000 bis 1:30.000 – dieser Posten wurde bei der Reduzierung des Budgets gestrichen (s. Kap. 3.8). Die Kartierung sollte am IE vorgenommen werden, doch das dafür eingeplante semianalytische Auswertegerät Stereocord G3 der Firma Zeiss war nicht funktionsfähig. Die geplante Befliegung und Auswertung kamen nicht zustande, daher mußte für die vorliegende Arbeit auf existierende Luftbilder zurückgegriffen werden: Es handelt sich um den Bildflug JICA 1993, geflogen im August 1993 vom *Servicio Nacional de Aerofotogrametría* (SNA), der als Grundlage

diente für die Erstellung der 1996 erschienenen topographischen Karten im Maßstab 1:50.000 (IGM-JICA 1996). Die 64 neuen Blätter der Nationalkarte hat die *Japan International Cooperation Agency* (JICA) im Rahmen der EZ erarbeitet. Der Bildflug JICA 1993 ist die aktuellste Befliegung, eine Übersicht über ältere Befliegungen im Alto Beni findet sich bei ELBERS (1991). Der Bildflug hat im Untersuchungsgebiet einen mittleren Maßstab von 1:68.500 – eine Größe, die aufgrund der begrenzten Interpretierbarkeit des Bildinhaltes keineswegs geeignet ist für eine landschaftsökologische Luftbildinterpretation. Allerdings kann man in einem EL wie Bolivien nicht auf einen großmaßstäbigen Bildflug warten, wie er z.B. in Deutschland turnusmäßig alle fünf Jahre durchgeführt wird. Entweder hat man das Geld, um eine Befliegung in Auftrag zu geben, oder muß sich mit dem vorhandenen Material arrangieren.

Neben den Schwierigkeiten, Luftbilder in einem geeigneten Maßstab zu bekommen, ist besonders das Beschaffen von Paßpunkten ein Problem in EL. In Bolivien ist die Dichte des Festpunktnetzes sehr gering und die Festpunkte (lagemäßig bekannte Punkte) werden für Befliegungen in der Regel nicht signalisiert, d.h. sie werden nicht im Gelände markiert. Als Gründe sind wiederum die Kosten und logistische Probleme zu nennen. Die japanische Mission hat für den Bildflug JICA 1993 neue Festpunkte mit dem GPS nach der differentiellen Methode eingemessen (vgl. GERSTBACH 1992, KRAUS 1996), es sind wenige, nicht signalisierte Punkte, von denen zwei in dem aus 16 Bildern bestehenden Bildblock liegen. Des weiteren konnten zwei Meßpunkte eines Liniennivellements 1. Ordnung von Santa Ana del Alto Beni nach Panama im Departamento Beni aus dem Jahre 1965 benutzt werden. Da dies nicht ausreichend ist, um einen Bildblock zu stabilisieren, mußte auf Paßpunkte aus topographischen Karten zurückgegriffen werden. Glücklicherweise standen für den Zentralbereich des Bildblocks vier unveröffentlichte Katasterkarten im Maßstab 1:10.000 zur Verfügung, die 1994 in einem Projekt des *Instituto Geográfico Militar* (IGM) erarbeitet worden sind. Aus den Katasterkarten konnten fünf weitere gut identifizierbare Vollpaßpunkte entnommen werden, zusätzlich wurden aus diesen Karten und den topographischen Karten 1:50.000 für 48 Bildpunkte die Höhenangaben abgelesen. Diese Maßnahme diente dazu, den Bildblock zu stabilisieren, denn je mehr Paßpunkte zur Verfügung stehen, um so besser ist das zu erwartende Ergebnis.

Für die Blockausgleichung werden die Paßpunkte in Papierabzüge der Luftbilder eingetragen. Des weiteren sind in jedem Luftbildpaar (Modell) sechs gut verteilte Punkte auszuwählen („Gruber-Punkte“) und für jeden Paß- und Verknüpfungspunkt wird eine Lageskizze angefertigt. Die Messungen erfolgten mit dem analytischen Stereoplotter Zeiss Planicomp P3 an Diapositiven, die wesentlich maßhaltiger sind als Papierbilder. Die Bildkoordinaten wurden modellweise mit dem ATM-Modul der Planicomp-Software P-CAP eingemessen (ZEISS 1994) und nach Abschluß der Arbeiten nach BLUH übertragen. Das Programmsystem BLUH ist ein analytisches Aerotriangulationsverfahren zur Bündelblockausgleichung mit zusätzlichen Parametern. Die Berechnungen in BLUH laufen in den folgenden Schritten ab:

1. Berechnung genäherter Bildorientierungen und erste Datenkontrolle,
2. Sortierung der Bildkoordinaten,
3. Berechnung der Bündelblockausgleichung, wobei durch das Verfahren der sogenannten ‚robusten Schätzer‘ grobe Fehler automatisch neutralisiert werden.

Als Ergebnis werden die Elemente der äußeren Orientierung ausgegeben: die Orientierungsparameter  $X_0, Y_0, Z_0$  des Projektionszentrums und die Drehwinkel  $\varphi, \omega$  und  $\kappa$  (s. Abb. der Koordinatensysteme in der Luftbildmessung in ALBERTZ & KREILING 1989:184). Dazu wird eine Liste mit den Koordinaten der verwendeten Bildpunkte erstellt, und mit einem Analyseprogramm können verschiedene Plots mit deren lagetreuer Wiedergabe erzeugt werden (s. Abb. 2.1). Die Bündelblockausgleichung gilt als das genaueste Verfahren der Aerotriangulation (s. z.B. KRAUS 1994, 1996), detaillierte Informationen zu BLUH findet man bei JACOBSEN (1980, 1999), der dieses Programmsystem entwickelt hat.

Durch die relativ gute Verteilung der Paßpunkte (9 Lage- und 48 Höhenpunkte) konnte die Blockausgleichung ohne größere Probleme durchgeführt werden. Einschränkend ist anzumerken, daß sich die Vollpaßpunkte auf den Zentralbereich des Bildblocks im Tal beschränken, allerdings liegen die Arbeitsgebiete auch dort. Nach der Bündelblockausgleichung beträgt der verbleibende Gewichtseinheitsfehler  $\sigma_0 = 17 \mu\text{m}$  für die Bildkoordinaten. Bei einem mittleren Bildmaßstab ( $m_b$ ) von 1:68.500 ergeben sich für die relative Genauigkeit innerhalb des Bildblocks folgende Werte:

- für die Lage:  $\sigma_{x,y} = \sigma_0 \times m_b = 17 \mu\text{m} \times 68.500 = \text{ca. } 1,1 \text{ m}$  und
- für die Höhe:  $\sigma_z = \sigma_{x,y} \times \frac{\text{Brennweite}}{\text{Bildbasis}} = 1,1 \text{ m} \times \frac{15,3 \text{ cm}}{9,0 \text{ cm}} = \text{ca. } 1,9 \text{ m}$

In Anbetracht der Arbeitsbedingungen mit dem kleinen Bildmaßstab und der nur mäßigen Qualität der nicht signalisierten Paßpunkte kann die relative Lagegenauigkeit als ausreichend bezeichnet werden. Aufgrund der geringen Detailerkennbarkeit wurde die Luftbildauswertung vornehmlich zur Gittermessung für digitale Geländemodelle (DGM) eingesetzt, wobei das analytische Auswertegerät als dreidimensionales Digitalisierwerkzeug dient. Die Gittermessung ist eine statische Messung, die zu bestimmenden Punkte werden automatisch in x und y positioniert und der Auswerter muß nur den z-Wert einstellen (s. KRAUS 1994:204ff.). Diese Arbeiten wurden mit dem DEM-Modul von P-CAP (ZEISS 1994) und der Planicomp-Umgebung CADMAP/dgn für das CAD-Programm MicroStation (ZEISS 1999) vorgenommen. Die Qualität des Geländemodells, sprich der Grad der Übereinstimmung mit dem realen Gelände, hängt in erster Linie von der Dichte und der Verteilung der Stützpunkte ab. Bei der Eingabe muß unbedingt die Geländetopographie beachtet werden; das bedeutet, daß neben der Gittermessung Formelemente separat aufzunehmen sind. Dazu zählen Kanten von Steilwänden, Grate, der Sohlenverlauf von Tälern sowie lokale Maxima und Minima, d.h. Einzelpunkte, die höher oder tiefer als ihre Umgebung liegen (s. BARTELME 2000:126ff., LINDER



1991:47ff., 1999:124). In den DGM wird die Geländeoberfläche dargestellt, daher war eine Höhenkorrektur vorzunehmen für Flächen mit Primärwald und hohem Sekundärwald, die bei der Luftbilddauswertung dreidimensional in Erscheinung treten. Praktisch bedeutet dies, es wurden Umringspolygone der Waldflächen kartiert und deren Gitter separat berechnet und gemessen. Technische Angaben zur Datenaufnahme sind in der Tabelle 4.2 nachzulesen.

Die Freigabe der Luftbilder und die Genehmigung zur Benutzung der Paßpunkte liegen vor durch den Kooperationsvertrag zwischen dem Instituto Geográfico Militar, La Paz, Bolivien, und der Universität Hannover von Juni 1979. Die in die Karten eingetragenen Grenzen dienen nur zur Orientierung der Lage der Betriebe, sie besitzen keinerlei katasterrechtliche Gültigkeit.

## 2.5 GIS-Methoden

Für die Interpolation der Geländemodelle, die Erzeugung der Orthophotos und die digitale Bildverarbeitung (DBV) kam das Geographische Informationssystem (GIS) LISA zum Einsatz. Das von Wilfried LINDER an der Universität Düsseldorf entwickelte GIS LISA ist ein leistungsfähiges, für die Ausbildung geeignetes System, konzipiert im wesentlichen für die Verarbeitung von Rasterdaten. Das Basisprogramm ist ein Raster-GIS (BASIS), welches ergänzt wird um zwei weitere Module: eines zur digitalen Photogrammetrie (FOTO) und eine Bilddatenbank (GIDB) für die Verwaltung großer Datenmengen (LINDER 1999, 2000a, b, 2001). Zu Geographischen Informationssystemen liegt umfangreiche Literatur vor (s. z.B. BILL 1999a, b, BURROUGH 1986, BURROUGH & McDONNELL 1998, DEMERS 1997, GÖPFERT 1991, LONGLEY et al. 1999, MAGUIRE et al. 1991); im Folgenden werden daher nur die durchgeführten Arbeiten kurz beschrieben.

Die auf photogrammetrischem Wege erfaßten Koordinatentripel (x, y, z) werden zunächst in LISA eingelesen und dabei codiert. Die Stützpunkte für die Geländemodelle lassen sich anhand der Nummern definieren als Punkte, Polylinien oder Polygone: eingeben kann man normale Einzelpunkte, die gegebenenfalls gefiltert werden, markante, filterresistente Einzelpunkte, ‚weiche‘ und ‚harte‘ Bruchkanten sowie Aussparungsflächen (LINDER 1999:124). Die Höhenkorrektur für die Meßpunkte in den Waldflächen wird ebenfalls in der Dateivorbereitung für die Vektordaten vorgenommen. Nach der Vektor-Raster-Wandlung der Daten erfolgt die Interpolation des DGM als Rasterbild, die vorliegenden Geländemodelle wurden nach dem Verfahren des gleitenden Mittelwertes interpoliert (s. technische Angaben in Tab. 4.2), zu den Verfahren siehe FELICÍSIMO (1994), HUTCHINSON & GALLANT (1999), LINDER (1991, 1999), WEIBEL & HELLER (1991). Nach einer ersten Interpolation des DGM erkennt man Meßfehler, die bei der Datenerfassung aufgetreten sind, als spitze Voll- bzw. Hohlformen. Diese Meßfehler lassen sich sehr gut mit dem grafischen Editor des BASIS-Moduls korrigieren. Als Folgeprodukte können aus dem DGM Profile, Grundrißbilder, Blockbilder, Flächeninhalte, Volumina und Statistiken berechnet werden, des weiteren dient es als Grundlage zur

Herstellung digitaler Orthophotos (vgl. KRAUS & JANSKA 1989, STROBL 1988). Für Darstellung und Vergleich der Reliefsituation bei den fünf untersuchten Betrieben wurden drei Arten der zweidimensionalen Oberflächendarstellung ausgewählt: die Höhenstufen, die Hangneigung und die Exposition. Auf allen Karten sind die Betriebsgrenzen als Vektorüberlagerung in die Rasterbilder eingetragen. Dazu gibt es eine numerische Auswertung der Geländemodelle, die im Anhang der Arbeit zu finden ist.

Bei der Herstellung eines Orthophotos werden aus einem Luftbild mit Zentralperspektive die durch das Gelände-Relief verursachten Lagefehler mittels einer differentiellen Vollentzerrung auf ein zugrundeliegendes DGM eliminiert, dadurch erhält das Orthophoto geometrisch die Eigenschaften einer Karte (zur digitalen Photogrammetrie s. KRAUS 1994, 1996, MAYR 1997). Dazu müssen die Luftbilder zunächst eingescannt werden, dies geschah mit einem DIN-A3-Flachbettscanner. Die Arbeiten wurden mit dem FOTO-Modul von LISA vorgenommen – FOTO ist eine digitale photogrammetrische Arbeitsstation, die auf dem Korrelatorprinzip beruht (zur Funktionsweise s. LINDER 2001). Die Orientierung des Stereomodells verläuft in FOTO nicht nach der klassischen Dreiteilung innere, relative und absolute Orientierung, sondern die Bilder werden unabhängig voneinander orientiert, d.h. nach innerer und absoluter Orientierung der Einzelbilder wird lediglich eine Modelldefinition sowie eine Parallaxenkorrektur für das Bildpaar ausgeführt. Falls vorhanden, übernimmt FOTO für die absolute Orientierung die errechneten Parameter einer Bündelblockausgleichung mit BLUH. Konkret bedeutet dies für die vorliegende Arbeit eine große Arbeitserleichterung: zunächst werden die digitalisierten Luftbilder in das LISA-interne Rasterbildformat importiert, dann die innere Orientierung und die Modelldefinition vorgenommen, die Orientierungsparameter können aus BLUH übernommen werden und damit ist die Orientierung abgeschlossen. Dazu wird das DGM aus dem BASIS-Modul geladen und der Programmteil Orthobild kann gestartet werden. FOTO verwendet normalerweise das linke und rechte Bild des Modells: so werden Bildinhalte, die dichter am linken Bildhauptpunkt liegen, aus dem linken Bild entnommen – entsprechendes gilt für das rechte Bild. Dazwischen wird stufenlos überblendet; dies hat den Vorteil, daß bei dem Erstellen eines Mosaiks aus Orthophotos an den Bildrändern innerhalb eines Streifens keine Grauwertsprünge auftreten (LINDER 2001). Die erzeugten Orthophotos werden anschließend in LISA BASIS weiterverarbeitet.

Die weiteren Arbeiten zur DBV werden mit den Programmteilen Bildverarbeitung und Geländemodelle vorgenommen (zur DBV s. BÄHR & VÖGTLE 1998, HABERÄCKER 1991). In das geocodierte Orthophoto wird die Betriebsgrenze als Vektorüberlagerung eingefügt und aus den Höhendaten ein dreidimensionales Blockbild (Rasterbild 3D) über eine Parallelprojektion abgeleitet. Die Böden und die Landnutzung werden auf dieses 3D-Orthobild projiziert, wofür die folgenden Arbeitsschritte nötig sind: Zunächst müssen der Boden- und der Landnutzungsplan digitalisiert und geocodiert werden, für jede Fläche wird ein Ankerpunkt gesetzt und mit einem Code für die Boden- bzw. Landnutzungs-kategorie versehen. Aus der Ankerpunktdatei mit den Sachdaten (Attributen) wird dann eine relationale Datenbank generiert. Es folgt die Vektor-Raster-Wandlung der Pläne mit der Option



Flächenfüllung nach Sachdaten, wozu die Attributdatei mit den Ankerpunkten benötigt wird. Aus dem geocodierten Rasterbild und der zugehörigen Attributdatei kann man dann im Programmteil Verwaltung/Analyse die Flächengröße bzw. den Umfang aller Gebiete ermitteln und diese Information zu der Attributdatei hinzufügen. In dem nächsten Schritt kommt es zur Verschneidung der thematischen Information mit dem Orthophoto zu einem neuen Grundrißbild, dabei überlagert man das Grauwertbild des Orthophotos mit den farbigen Flächen (Böden, Landnutzung) des Betriebs. Anschließend läßt sich aus Grundrißbild und DGM wiederum ein Blockbild ableiten.

Für die Ausgabe der Karten und Blockbilder lassen sich mit LISA einfache Legenden erstellen, LISA ist allerdings kein Kartographieprogramm. Daher wurden die Rasterbilder nach Abschluß der GIS-Arbeiten exportiert und für die Fertigstellung der Karten und Blockbilder kamen das Bildbearbeitungsprogramm Photoshop von Adobe und das Zeichenprogramm FreeHand von Macromedia zum Einsatz. Für die Verknüpfung von GIS und Kartographie sei verwiesen auf die Fachliteratur wie z.B. HAKE & GRÜNREICH (1994), JONES (1997), KAINZ (1996), MAC EACHREN (2000).

In der vorliegenden Arbeit wurden Photogrammetrie, Luftbilddauswertung und GIS eingesetzt zur Erfassung, Verwaltung, Analyse und Präsentation von Daten (zur Verbindung der Fachdisziplinen s. KRAUS 1993, LILLESAND & KIEFER 2000). Die thematische Information ist in dem GIS gespeichert und kann für weitere Nutzungen eingesetzt werden; die Interpolation des DGM mit Erstellung der Folgeprodukte dient der Reliefanalyse und der Visualisierung der Sachverhalte, um raumbezogenes Denken und Erkennen zu fördern (zur Visualisierung s. GRÜNREICH 1996, KRAAK 1999, MAC EACHREN & TAYLOR 1994). Das GIS LISA ist ein geeignetes System zur weiteren Verarbeitung der Daten in Bolivien, da es zwei wichtige Kriterien erfüllt: zum einen ist es ein kostengünstiges Programm und zum anderen besitzt es eine spanische Benutzeroberfläche. Andere Beispiele für die Anwendung von GIS in Entwicklungsländern finden sich bei CHRISTIANSEN (1998), KLINGL (1996), KÖHNLEIN (1998), TCA (1994) und WIESMANN (1998), für eine kritische Diskussion zu dem Thema siehe DUNN et al. (1997) und TEEFFELEN et al. (1992).

# 3 Das Kolonisationsgebiet Alto Beni

Wenn man aufhört in einer Provinz zu wohnen, oder wenn die Provinz von der Mitte überholt wird, findet man sich im zerstreuten Utopia von Städten und Akademien wieder. Der Provinzbewohner weiß, wenn man einen Felsen aus dem Boden zieht und ihn umdreht, wird man auf seiner Unterseite wahrscheinlich eine verborgene Welt von Erde, Würmern und Insekten finden. Jemand, der nicht in der Provinz wohnt, ahnt so etwas nicht, oder aber er neigt dazu, es zu vergessen, denn die Steine aus denen seine Stadt besteht, sind schon vom Boden abstrahiert, gesäubert und nach Maß angefertigt. Eine Provinz ist, mit anderen Worten, ein Ort, an dem Steine zwei Seiten haben.

*Robert Pogue Harrison (1992): Wälder. Ursprung und Spiegel der Kultur, S. 287-288*

## 3.1 Lage und allgemeiner Überblick

Das in den zentralen Anden gelegene Binnenland Bolivien ist mit einer Fläche von 1.098.581 km<sup>2</sup> der fünftgrößte Staat Südamerikas. Bolivien liegt zwischen den Breitenparallelen 9° 38' und 22° 53' südlicher Breite und den Meridianen 57° 25' und 69° 38' westlicher Länge von Greenwich. Das Land hat 8,3 Millionen Einwohner (INE 2000: Schätzung Juni 2000, Fortschreibung der Volkszählung von 1992) und damit eine mittlere Bevölkerungsdichte von 8 Einwohnern pro km<sup>2</sup>. Bolivien zählt zu den ärmsten Ländern Lateinamerikas, was sich an vielen ökonomischen und sozialen Indikatoren festschreiben läßt (CEPAL 1999, CIA 2000, INE 2000, NOHLEN & THIBAUT 1995, NOHLEN & MAYORGA 1995, WORLD BANK 1996a, 2000). Auf die internationalen und nationalen Rahmenbedingungen der Entwicklung wird in Kapitel 5 über die Mensch-Umwelt-Beziehungen näher eingegangen.

Das Kolonisationsgebiet Alto Beni befindet sich am östlichen Andenrand im Departamento La Paz (Karte 1.1), welches mit 133.985 km<sup>2</sup> das drittgrößte Departamento des Landes ist. Die Stadt La Paz ist bolivianischer Regierungssitz und Departamentshauptstadt. Gemeinsam mit der Nachbarstadt El Alto hat sie über 1,1 Millionen Einwohner (1992) und bildet die größte Stadtregion Boliviens (INE 1999a). Etwa 140 km nordöstlich von La Paz liegt das Kolonisationsgebiet Alto Beni. Es bildet keine eigenständige Verwaltungseinheit, sondern umfaßt Teile der Provinzen Sud Yungas, Caranavi und Larecaja. Das Kolonisationsgebiet Alto Beni ist etwa 2.600 km<sup>2</sup> groß und hat 28.000 Einwohner.



## 3.2 Geologie und Geomorphologie

Die sich über 8.000 km erstreckenden Anden sind Teil des zirkumpazifischen Gebirgssystems, des vulkanisch und seismisch aktivsten Gebietes der Erde. Die Konvergenz zweier Lithosphärenplatten hat am westlichen Kontinentalrand Südamerikas zur Auffaltung und Hebung des Gebirges geführt. Die ozeanische Nazca-Platte taucht in der Subduktionszone unter die kontinentale südamerikanische Platte ab (KLEY et al. 1991). Die Zentralanden erreichen am Andenknie bei etwa 18° südlicher Breite eine Breite von bis zu 900 km. Dort biegen sie von Feuerland aus der N-S-Richtung kommend an der ‚Elbow line‘ (SCHLATTER & NEDERLOF 1966), einer altangelegten tektonischen Störung, brüsk in die NW-SO-Streichrichtung um (AHLFELD 1970, ZEIL 1986). Die geodynamische Geschichte der bolivianischen Anden ist charakterisiert durch Block- und Bruchtektonik. Von Westen nach Osten sind dabei seit der Kreidezeit die folgenden morphologischen und tektonischen Makroelemente herausgehoben worden (ZEIL 1979:160, s. Abb. 3.1):

- Westkordillere
- Altiplano
- Ostkordillere mit Cordillera Real
- Ostbolivianisches Bergland
- Subandin (*faja subandina*)

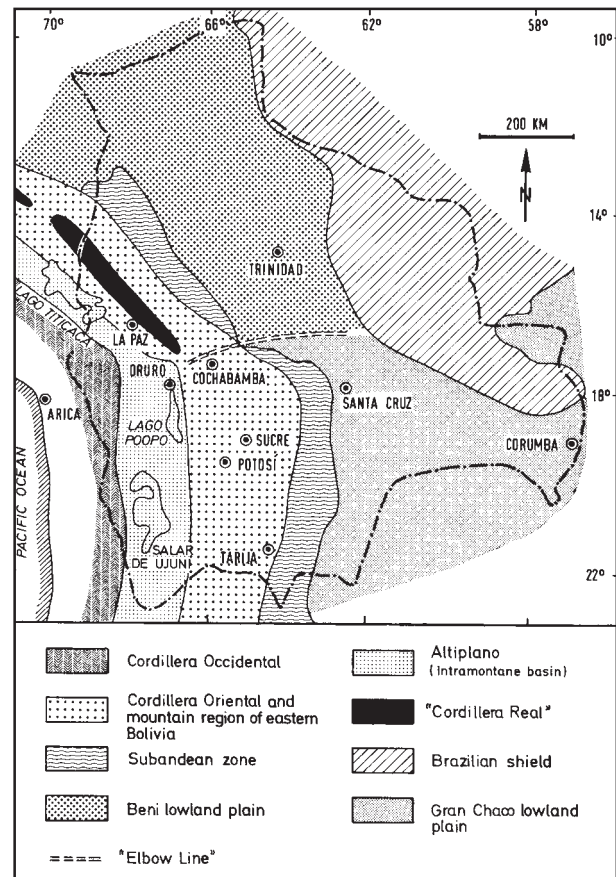


Abb. 3.1: Strukturgeologische Einheiten Boliviens (nach BARTH, aus ZEIL 1979:142).

Die Evolution der zentralen Anden vollzog sich in mindestens neun diskreten tektonischen Kompressionsphasen. Die sechs jüngsten Phasen seit dem Eozän bis heute haben SÉBRIER et al. (1988) in das obere Eozän (ca. 42 Ma), obere Oligozän (ca. 26 - 28 Ma), untere Miozän (ca. 15 - 17 Ma), mittlere Miozän (ca. 10 Ma), obere Miozän (ca. 7 Ma) und späte Pliozän/frühe Quartär (ca. 2 Ma) datiert. Die Auffaltung des Subandins fand hauptsächlich in der vorletzten Phase statt. Die großen Faltenstrukturen sind im oberen Miozän angelegt, sie haben sich in der homoaxialen Faltungsphase im Plio-/Pleistozän versteilt und nach Nordosten geneigt (s. Abb. 3.2). Die Verkürzung der Erdkruste in den subandinischen Ketten in Nordbolivien erreicht 20 - 25 % (MARTINEZ 1980:263ff.).

Die subandinischen Ketten bilden den östlichen Andenrand von der peruanischen Grenze im Norden bis zur argentinischen Grenze im Süden des Landes. Ihr Streichen folgt den Andenketten. Die Region

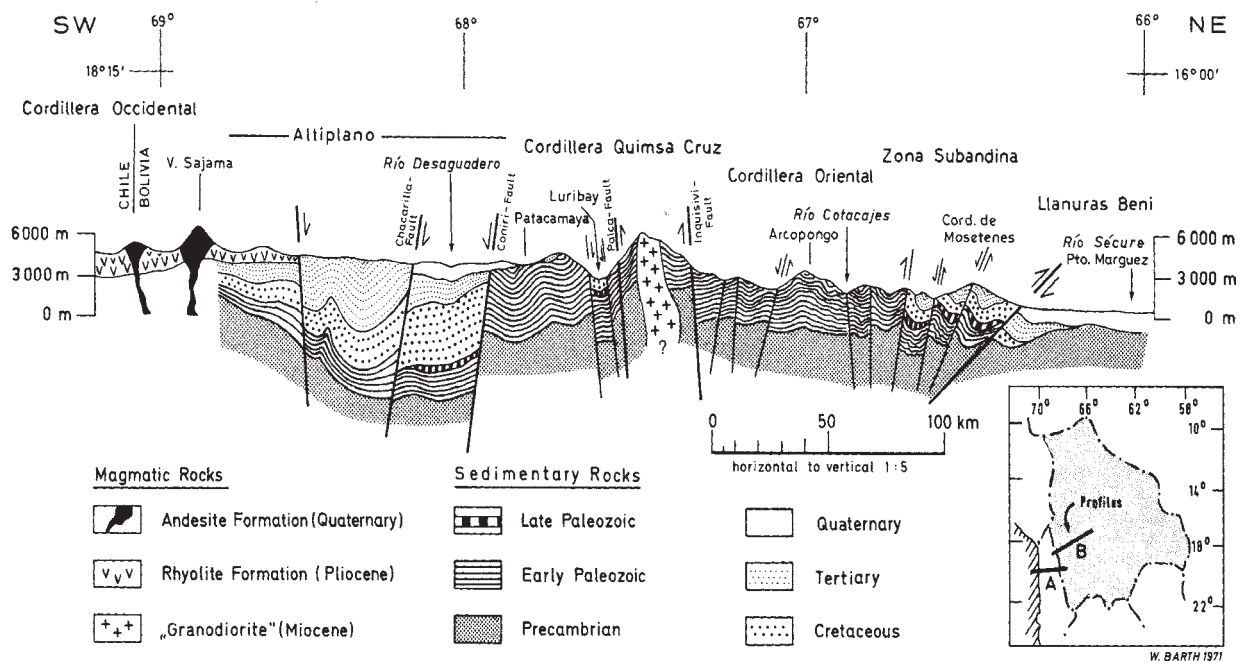


Abb. 3.2: Schnitt durch die bolivianischen Anden (nach BARTH, aus ZEIL 1979:140).

Alto Beni liegt im nördlichen Teil des Subandins, der vom Andenknie bei Santa Cruz in nordwestlicher Richtung zur peruanischen Grenze verläuft. Dieser Teil des Subandins, der südwestlich von Rurrenabaque (Karte 1.1) eine Breite von 80 km erreicht, ist charakterisiert durch mehrere parallel verlaufende und bis zu 2.500 m hohe steile Bergketten (*serranías*) und breite Täler. Die meist schmalen, nordostvergente Antiklinalen und die breiten Synklinalen sind aus kontinentalen kretazischen und tertiären Sedimenten aufgebaut. Sie liegen diskordant auf den permokarbonen Sedimenten des Grundgebirges, die häufig in den Sattelachsen aufgeschlossen sind. Quartäre Sedimente bilden die Talfüllungen in den breiten Synklinalen der Flüsse Alto Beni/Beni, Quiquibey, Tuichi und Maniqui (AHLFELD 1972, AHLFELD & BRANIŠA 1960:12 ff., 211, MARTINEZ 1980, PAREJA et al. 1978). Bei den bis zu 10.000 m mächtigen Sedimenten (MARTINEZ 1980:15) der Formationen *Beu*, *Eslabón* und *Flora* der Oberkreide sowie *Bala*, *Quendeque*, *Charqui* und *Tutumó* des Alttertiär handelt es sich lithologisch gesehen vorwiegend um rote, gelbliche, graue und weiße Sandsteinbänke, zum Teil mit Kalkkonkretionen sowie rote Tonsteinlagen (Abb. 3.3, stratigraphische Tabellen und lithologische Säulen der nördlichen subandinen Ketten in AHLFELD & BRANIŠA 1960:82, MARTINEZ 1980:188, 206, SÉBRIER et al. 1988:95). Basiskonglomerate mit Sandstein-, Quarzit-, Kalkstein-, Feuerstein- und Milchquarzgeröllen in rötlichbrauner Matrix finden sich in den Formationen *Beu*, *Eslabón* und *Charqui* (AHLFELD & BRANIŠA 1960, MARTINEZ 1980, PAREJA et al. 1978, ZEIL 1986).

Der südwestlichste Teil des Kolonisationsgebietes Alto Beni gehört zum paläozoischen Block des ostbolivianischen Berglandes (s. Abb. 3.2). Dieser besteht aus 10.000 bis 15.000 m mächtigen altpaläozoischen Sedimenten, vorherrschend als marine Flachseebildungen abgelagerte monotone Sandstein-Tonstein-Serien (ZEIL 1986:77). Die Hauptverwerfung zwischen Ordovizium und



*Abb. 3.3: Aufschluß an der Nationalstraße in Area I westlich Piquendo. Wechsellagerung tertiärer, bankiger Sandsteinlagen mit Tonsteinlagen. Aufnahme J. Elbers am 28.7.1993.*

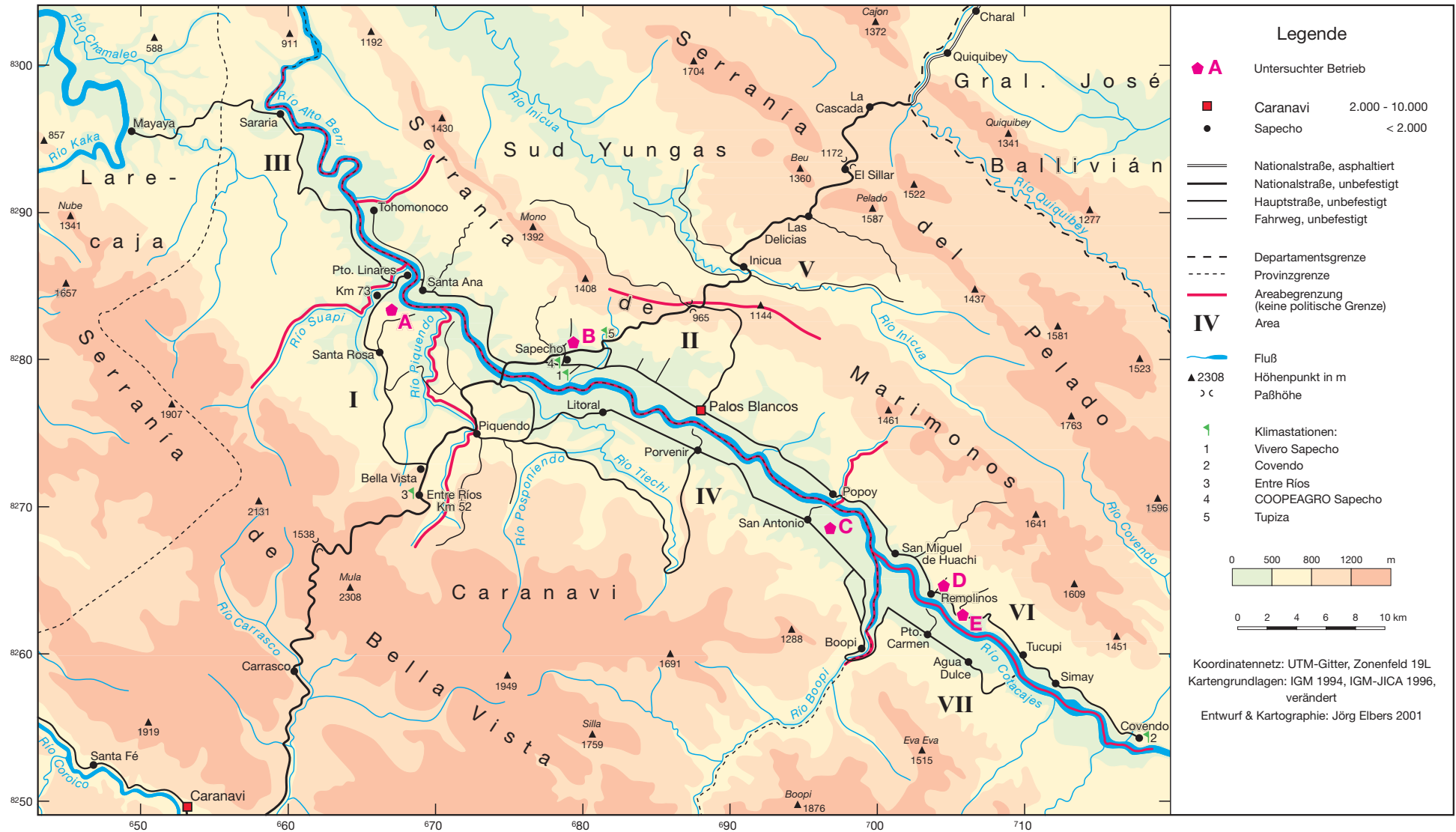
Oberkreide verläuft in Richtung Südost-Nordwest etwa parallel zum Río Alto Beni auf der Linie Río Boopi – Bella Vista – Mayaya (Karte 3.1, s. AHLFELD 1960, MARTINEZ 1980, MARTINEZ & TOMASI 1978).

Die morphologischen Großeinheiten Boliviens stimmen fast vollständig mit den tektonischen Hauptstrukturen überein (AHLFELD 1973:103): Die nördlichen subandinen Ketten bilden den naturräumlichen Übergang vom ostbolivianischen Bergland, den Yungas, im Südwesten zum Benitiefeland im Nordosten, welches Teil des Amazonastieflandes ist. Das Benitiefeland bildet das Vorland der andinen Gebirgsbildung, dort bedecken mächtige alluviale Sedimentfüllungen die abtauchenden und auslaufenden Falten des Subandins (HANAGARTH 1993:9ff., SÉBRIER et al. 1988).

Die subandinen Ketten sind Strukturformen, deren Bildung stark an die tektonischen und petrographischen Verhältnisse angepaßt ist. Mit Beginn der Auffaltung des Subandins setzte die Fluvialerosion als wichtigster morphologischer Prozeß ein, damit verbunden war die Kerbtalbildung. In einem fortgeschrittenen Stadium der Taleintiefung begann die erosive Hangentwicklung und -rückverlegung und das Kerbtal entwickelte sich zum Kerbsohlental, der rezenten Talform des Río Alto Beni. Die erosive Hangentwicklung durch eine Vielzahl paralleler Runsen ist ein komplexer Prozeß aus Verwitterung, dünn-schichtigen Bodenrutschungen und Linearerosion, der in den feuchten Tropen unter einer dichten Vegetationsdecke stattfindet (WIRTHMANN 1977, 1987:139ff.). Häufig kommt es dabei zu Hangrutschungen: sie sind in den steilen, konkaven Oberhangbereichen der Bergketten, z.B. in der Serranía de Marimonos, an vielen Stellen zu beobachten. Die Abtragung arbeitet hier schneller als die chemische Verwitterung, was sich auch in den Bodengesellschaften widerspiegelt. Die subandinen Ketten lassen sich somit als ein charakteristisches Beispiel für die



Karte 3.1: Das Kolonisationsgebiet Alto Beni





*Abb. 3.4: Zusammenfluß des Río Boopi (rechts vorne) mit dem Río Cotacajes (rechts hinten) zum Río Alto Beni (links), im Mittelgrund die breite alluviale Talebene und im Hintergrund die Hügel- und Kammzone der Serranía de Marimonos mit Höhen bis über 1.600 m NN. Aufnahme J. Elbers am 28.4.1989 vom Alto Pajonal südlich San Antonio aus 1.288 m NN.*

Geomorphodynamik junger Faltengebirge in den feuchten Tropen bezeichnen (vgl. LÖFFLER 1977, WIRTHMANN 1987, WELTNER 1996).

Das Kolonisationsgebiet Alto Beni umfaßt das Tal des Río Alto Beni/Río Cotacajes zwischen Covendo und Sararia, einen kleinen Teil des rechtsufrigen Einzugsgebietes des Río Kaka bei Mayaya und den an der Nationalstraße La Paz – Beni gelegenen Teil vom Tal des Río Inicua bis hin zur Grenze des Departamento Beni in Quiquibey (Karte 3.1). Die südwestliche Talbegrenzung des Río Alto Beni bildet die Serranía de Bella Vista, die nordöstliche die Serranía de Marimonos. Nordöstlich vom Tal des Río Inicua verläuft die Serranía del Pelado, an die sich das Siedlungsgebiet Quiquibey – Yucumo – Rurrenabaque anschließt und südwestlich der Serranía de Bella Vista liegt das Kolonisationsgebiet Caranavi – Carrasco.

Der Río Alto Beni, welcher der Region seinen Namen gibt, ist eine Teilstrecke des Río Beni, die bei San Miguel de Huachi beginnt und am Zusammenfluß mit dem Río Kaka endet. Der Río Beni wechselt, wie die meisten bolivianischen Andenflüsse, von der Quelle bis zur Mündung mehrfach seinen Namen. Bei San Miguel de Huachi fließen der Río Boopi und der Río Cotacajes zusammen (Abb. 3.4). Der Río Boopi (Río La Paz) entspringt unter dem Namen Choqueyapu am Chacaltaya nördlich der Stadt La Paz, der Río Cotacajes als Río Tallija in der Provinz Tapacari des Departamento Cochabamba. An der *Angostura Beu* fließt dem Río Alto Beni der Río Kaka zu, der die Einzugsgebiete Mapiri und Coroico-Zongo entwässert. Der Río Beni durchbricht in der *Angostura Bala* bei

Rurrenabaque die letzte Bergkette des Subandins und fließt dann im Tiefland nach Nordnordosten. Gemeinsam mit dem Río Mamoré bildet er den Rio Madeira, welcher ein rechter Nebenfluß des Amazonas ist. Das Einzugsgebiet des Río Beni beträgt 182.400 km<sup>2</sup>, die Gesamtlänge vom Chacaltaya bis zum Zusammenfluß mit dem Río Mamoré 984 km (BARRAGAN 1990, MONTES DE OCA 1997, MUÑOZ REYES 1991). Das Sedimentfrachtaufkommen dieses die Ostkordillere entwässernden Flußsystems liegt – nach GUYOT et al. (1988) – an der Angostura Bala im Jahresdurchschnitt bei 550.000 Tonnen pro Tag bei einer mittleren Abflußmenge von 2.365 m<sup>3</sup>/s, wobei die saisonale Schwankung der Sedimentfracht zwischen der Regenzeit (März: 2,4 Millionen Tonnen pro Tag) und der Trockenzeit (Juni/Juli: unter 20.000 Tonnen pro Tag) sehr groß ist (vgl. auch GIBBS 1967). Zum Vergleich: Der mittlere Abfluß des Rheins am Pegel Köln liegt bei 2.110 m<sup>3</sup>/s (BRUNOTTE et al. 1994:24).

Von Covendo (490 m NN) am Südostende bis Sararia (350 m NN) am Nordwestende des Kolonisationsgebietes legt der Río Cotacajes/Alto Beni 91 Flußkilometer zurück. Dies bedeutet für das Flußlängsgefälle einen Wert von 1,5 ‰. Das Talquerprofil des Alto Beni ist charakterisiert durch eine 1 - 5 km breite alluviale Aufschüttungsebene, in welcher der Río Alto Beni als *braided river* fließt (vgl. MORISAWA 1968). Im Zuge der jährlich wiederkehrenden Hochwasserereignisse kommt es zur Verlegung der Haupt- und Nebenarme. An seiner schmalsten Stelle, an der Brücke 4 km westlich von Sapecho, ist das Tal nur 500 m breit. Die Talebene des Río Alto Beni läßt sich untergliedern in die rezente Talaue, die subrezente Talaue und in die alte, hochgelegene Flußterrasse, die heute nicht mehr im Überflutungsbereich des Flusses liegt. Das aktuelle Niveau der alten Flußterrasse ist wahrscheinlich spätpleistozänen bis frühholozänen Alters (vgl. CAMPBELL et al. 1985, CLAPPERTON 1983).

Auf der südwestlichen Talseite folgt auf die Talebene eine breite Hügelzone, die allmählich zur Serranía de Bella Vista hin ansteigt (Abb. 3.5). Die Horizontalabstand von der Talebene bis zu den über 2.300 m hohen Erhebungen der Serranía de Bella Vista (Cerro Mula 2.308 m NN) beträgt etwa 20 Kilometer. Mehrere Flüsse, wie der Río Tiechi, der Río Piquendo und der Río Suapi, entwässern das Gebiet (Karte 3.1). Südöstlich des Río Boopi schließt sich die Serranía Eva Eva mit Höhen bis über 1.500 m an (Cerro Eva Eva 1.515 m NN). Auf der nordöstlichen Talseite schließt sich an die ebene bis schwach wellige Terrassenfläche eine 2 - 3 km breite Hügelzone an, die in die steilen, konkaven Hänge der Serranía de Marimonos übergeht. Die höheren Lagen der subandinen Ketten weisen allesamt ein ausgeprägtes und steiles Rücken- und Kerbtalrelief auf. Die große Reliefenergie sei beispielhaft für die Ortslage von Sapecho dargestellt: Die Horizontalabstand beträgt nur 5,5 km zwischen der Talsohle auf etwa 400 m NN und dem Kamm der Serranía de Marimonos mit Höhen über 1.400 m NN. Die Serranía de Marimonos erreicht ihre größte Höhe nordöstlich von Remolinos in dem Cerro bei Tacuaral mit 1.641 m NN. Aufgrund der geringen Distanz zwischen Höhenzug und Hauptvorfluter wird die nordöstliche Talseite nur von kleineren und größeren Bächen (*arroyos*) entwässert.

In dieser Arbeit werden für die regionale geomorphologische Gliederung fünf Reliefeinheiten ausgewiesen. Die Talebene wird unterteilt in die rezente und subrezente Flußterrasse (T1) sowie die





*Abb. 3.5: Tal des Río Alto Beni mit der breiten Hügellzone der Serranía de Bella Vista im Hintergrund, deren höchste Gipfel durch die Wolken ragen. Im rechten Mittelgrund erkennt man die Nutzungsgrenze zwischen Primärwald (dunkelgrün) und Sekundärwaldbrache (mittelgrün). Aufnahme J. Elbers am 21.4.1989 vom Kamm der Serranía de Marimonos nördlich von Palos Blancos aus etwa 950 m NN.*

alte Flußterrasse (T2), die subandinen Ketten untergliedern sich in die Hügellzone in den tieferen Lagen (SH), die Rücken- und Kerbtalzone in den höheren Lagen (SR) sowie die Bach- und Flußterrassen der tributären Gewässer (ST).

### **3.3 Böden**

Der Stand der bodenkundlichen Forschung für die Region Alto Beni ist im Kapitel 1.2.1 umrissen. In der Tabelle 3.1 sind die Ergebnisse der Kartierungen von CUMAT (CUMAT-COTESU 1985, 1987), ROBISON (1987) und ELBERS (1991) zusammengefaßt. Aufgegliedert nach Reliefpositionen werden die bisher beschriebenen Bodentypen aufgelistet, die Bodeneinheiten nach der FAO-Klassifikation (FAO 1988) und die *Great Soil Groups* nach der US-Klassifikation (SOIL SURVEY STUFF 1975). Korrespondierende Bodentypen der beiden Klassifikationssysteme sind in der Tabelle gruppiert.

Im Rahmen des Agrarökologieprojektes PIAF (s. Kap. 3.8) hat das Teilprojekt Landwirtschaft-Agroforst in 16 Betrieben systematische Bodenkartierungen durchgeführt. Über die Ergebnisse der Untersuchungen wird in Kapitel 4 ausführlich berichtet, wobei detailliert auf fünf dieser Betriebe eingegangen wird.



Tab. 3.1: Bodenkundlicher Forschungsstand vor dem Start des Agrarökologieprojektes PIAF, Bodentypen nach FAO- (1988) und US-Klassifikation (SOIL SURVEY STUFF 1975)

Bodentyp	Talebene		Subandine Ketten		
	Rezente und subrezente Flußterrassen T1	Alte Flußterrassen T2	Hügelzone SH	Rücken- und Kerbtalzone SR	Bach- und Flußterrassen ST
Fluvisols					
Entisols	CU				RO
Cambisols			EL	EL	EL
Inceptisols	CU	CU	CU, RO	CU	RO
Lixisols			EL		
Alfisols		CU	CU, RO	CU	
Acrisols			EL	EL	
Ultisols			RO		

Abkürzungen: CU = CUMAT-COTESU (1985, 1987), EL = ELBERS (1991), RO = ROBISON (1987)

### 3.4 Klima

Die Grundzüge der klimatischen Bedingungen im tropischen Südamerika haben ihre Ursachen in der planetarischen Lage und in dem topographischen Bau. Der topographische Bau ist gekennzeichnet durch die Zweiteilung in Tiefländer mit weitflächigen Bergländern im Osten sowie den mächtigen Andenblock im Westen. Die planetarische Lage zwischen den Wendekreisen ist die für alle Tropengebiete der Erde geltende: Die sich daraus ergebenden strahlungsklimatischen Konsequenzen sind das Kurztagsklima, der ganzjährig hohe bis zenitale Sonnenstand zur Mittagszeit und die ganzjährig hohe Strahlungszufuhr mit positiver Bilanz zwischen täglicher Einstrahlung und nächtlicher Ausstrahlung. Kontinentspezifisch sind die durch hohe Permanenz ausgezeichneten subtropisch-randtropischen Antizyklonen der Nord- und Südhalbkugel. Diese Hochdruckgebiete fungieren als Sperrgürtel und haben zur Folge, daß die Tropen Südamerikas – bis auf Ausnahmesituationen – nicht von der meteorologischen Wechselwirkung zwischen wetterbestimmenden Kalt- und Warmluftmassen betroffen werden (WEISCHET 1996:348ff.). Detaillierte Informationen zum Klima des tropischen Südamerika und der Anden finden sich bei GRAF (1986), SCHWERDTFEGER (1976) und WEISCHET (1996), Angaben zum Klima Boliviens bei AHLFELD (1973), ANTEZANA (1958), JOHNSON (1976), MONTES DE OCA (1997), MORALES (1990) und MUÑOZ REYES (1991).

Der östliche Andenrand Boliviens gehört nach LAUER & ERLNBACH (1987) zum klimatischen Großraum der randtropischen Zentralanden. Die randtropischen Zentralanden gelangen im Südsommer unter den Einfluß der innertropischen Konvergenzzone. Dies führt zu zenitalen Niederschlägen und zur Ausbildung der Regenzeit. Der tropische Jetstream führt dann häufig feuchte Tropikluft aus Ecuador und Amazonien nach Bolivien, die Niederschlag am andinen Nordosthang bewirkt (GRAF 1986:41). Aufgrund des Fehlens ausgeprägter Luftmassengegensätze fallen die meisten Niederschläge nicht aus weiträumigen Wolkenfeldern an Warm- oder Kaltfronten, sondern aus

Konvektionswolken. Diese entstehen in vertikalen Zirkulationszellen von horizontal begrenzter Ausdehnung (WEISCHET 1996:356ff.). Im Südwinter gelangt die Region unter das Passatregime, wodurch es zur Trockenzeit kommt. Am östlichen Andenrand gibt es auch im Südwinter regenbringende Wetterlagen, durch außertropische Kaltluftwellen (*surazos*, s. S. 44f.) und Passatstörungen kommt es zu frontenähnlichen Steigungsniederschlägen (LAUER & ERLNBACH 1987).

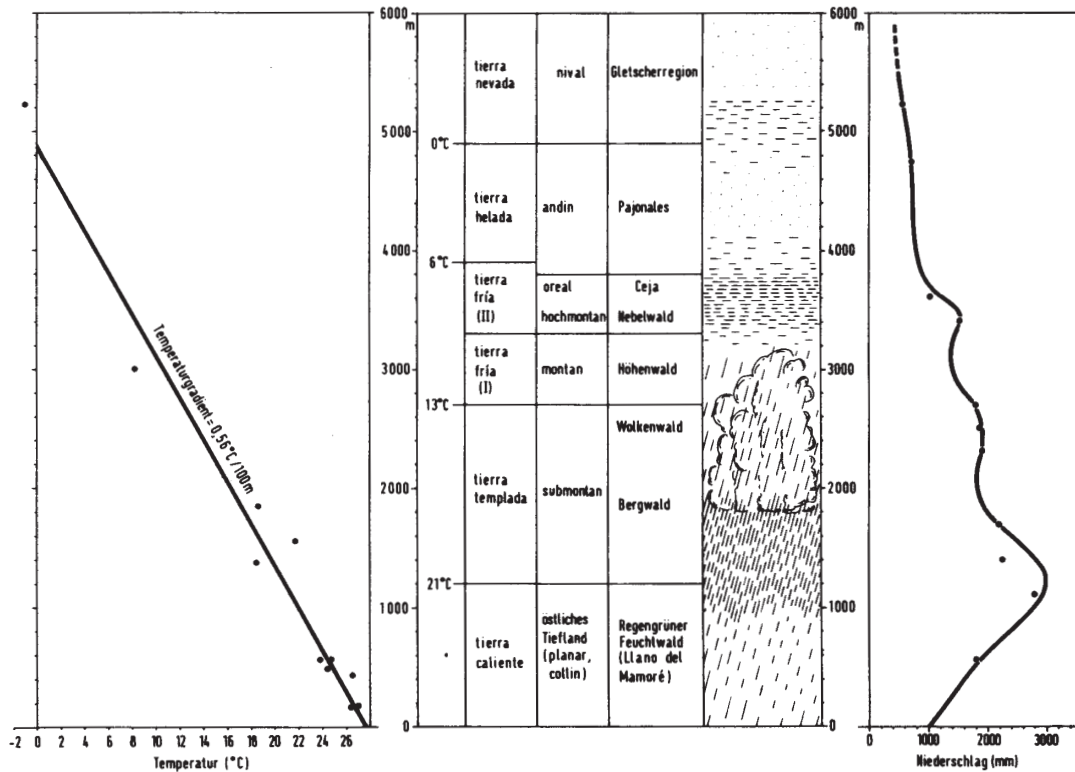


Abb. 3.6: Höhenstufung des Klimas und der Vegetation an der feuchten Nordost-Abdachung der bolivianischen Anden (aus LAUER 1988:8).

In den Anden verursacht das starke Relief neben der thermischen eine hygrische Höhenstufung. Abbildung 3.6 zeigt die Höhenstufung der feuchten NO-Abdachung der bolivianischen Anden. Der mittlere thermische Temperaturgradient in den Tropen liegt etwa zwischen 0,5 und 0,6 °C pro hundert Meter (WEISCHET 1996:352). Das Kolonisationsgebiet Alto Beni gehört in das Höhenstockwerk der *tierra caliente*, die vom Andenfuß bis etwa 1.100 m NN reicht (TROLL 1959, LAUER 1975). Die vertikale Niederschlagsverteilung ist charakteristisch für tropische Gebirge: Die Stufe maximaler Niederschläge befindet sich bereits zwischen 900 und 1.500 m NN (Abb. 3.6), da das erste Höhenniveau der Wasserdampfkondensation unmittelbar darüber zwischen 1.500 und 1.800 m NN vorliegt (LAUER & ERLNBACH 1987, WEISCHET 1996:362f.).

Die Klimadiagramme nach Walter-Lieth zeigen drei Klimastationen im Kolonisationsgebiet Alto Beni (Abb. 3.7), die über einen Meßzeitraum von wenigstens sechs Jahren verfügen (CUMAT-COTESU 1985:25ff.). Die Stationen Vivero Sapecho und Covendo liegen in der Talebene des Río Alto Beni bzw. Cotacajes, die Station Entre Ríos (Km 52) befindet sich in der Serranía de Bella Vista (Karte 3.1).



immer möglich. Seit 1989 wird eine zweite Klimastation in Sapecho betrieben (PROMENAT 1990, 1991), die gut ausgestattet ist und zuverlässig betreut wird. Die Station COOPEAGRO Sapecho befindet sich in dem Pflanzgarten der Zentralgenossenschaft El Ceibo am nordwestlichen Dorfrand (Karte 3.1).

Die mittleren Jahrestemperaturen im Tal des Río Alto Beni liegen bei 24 bis 25 °C, in den umgebenden Bergketten kommt es zur orographisch bedingten Temperaturabnahme (Entre Ríos: 22,4 °C). Die mittleren Monatstemperaturen der Station Vivero Sapecho betragen zwischen 22,1 °C im Juli und 26,5 °C im Dezember. Die minimalen monatlichen Extremtemperaturen liegen zwischen 16,6 °C im Juli und 21,1 °C im Februar, die maximalen monatlichen Extremtemperaturen zwischen 27,4 °C im Juni/Juli und 32,3 °C im Oktober und die absoluten Extremtemperaturen betragen 4,5 °C im August 1978 und 39,0 °C im September 1967.

Im Tal des Río Alto Beni liegen die mittleren Jahresniederschläge zwischen 1.300 und 1.600 mm. Mit dem Anstieg vom Talboden in die parallel verlaufenden Bergketten kommt es zu einer deutlichen, orographisch bedingten Zunahme der Niederschläge, dies belegen eindrucksvoll die Daten von Entre Ríos: 550 Höhenmeter über dem Talboden gelegen und 14 km Luftlinie von der Klimastation Vivero Sapecho entfernt, weist es einen mittleren Jahresniederschlag von 2.931 mm auf. In der Serranía de Bella Vista in Höhen über etwa 1.200 m NN übersteigen die Jahresniederschläge mutmaßlich 4.000 mm, darauf läßt die Physiognomie der Vegetation schließen (s. Kap. 3.5).

Der mittlere Jahresniederschlag an der Station Vivero Sapecho beträgt 1.540 mm, bei Extremwerten von 1.058 mm für den minimalen und 2.003 mm für den maximalen Jahresniederschlag. Die Regenzeit dauert von November bis März, die Zenitstände der Sonne werden Ende November und Ende Januar erreicht (vgl. Abb. 1.72 in WALTER & BRECKLE 1984:103). In Sapecho sind laut Berechnung der Wasserbilanz nach dem System von HOLDRIDGE und TOSI (s. CUMAT 1985:11ff.) im Jahresgang sieben Monate feucht (Mitte Oktober bis Mitte Mai), und die restlichen fünf Monate trocken. Ein Monat wird als trocken bezeichnet, wenn die am Ende des Monats im Boden gespeicherte Feuchtigkeit geringer ist als die Feldkapazität. Ein feuchter Monat hat ein optimales Feuchteregime, und ein Monat ist sehr feucht, wenn der Oberflächenabfluß größer als die Wasseraufnahmefähigkeit des Bodens ist (CUMAT 1985:11ff.). In Entre Ríos gibt es bei 2.931mm Jahresniederschlag keinen effektiv trockenen Monat. Die Wasserbilanz zeigt drei sehr feuchte Monate, von Mitte Januar bis Mitte April, die übrigen neun Monate sind feucht (CUMAT-COTESU 1985:35). In Sapecho können die Niederschläge in den Monaten Mai bis August unter 10 mm liegen (August 1983: 1 mm), andererseits fielen im Mai des Jahres 1973 262 mm. Die größte gemessene monatliche Niederschlagsmenge betrug 444 mm im März 1964, der niedrigste Wert für die Regenzeit waren 36 mm im November 1983. Im langjährigen Mittel fallen in den Monaten Dezember bis März die meisten Niederschläge. Die Niederschlagsintensität kann in wenigen Stunden 50 mm übersteigen. Die mittlere jährliche Luftfeuchtigkeit liegt über 80 %.

Die an der Station Vivero Sapecho gemessenen Winde kommen in den Monaten September bis April fast ausschließlich aus Südosten, in der Trockenzeit dominieren Südwinde. Die Windstärke übersteigt in der Regel nicht die Beaufort-Grade 2 - 3 (CAMPOS 1990:102ff.). Besonders im Südwinter kommt es dazu, daß die Südwinde polare Luftmassen aus antarktischen Hochdruckgebieten mit sich führen. Ein solcher Kaltlufteinbruch, der in Bolivien als *surazo* oder kurz als *sur* bezeichnet wird, führt zu abrupten Temperaturstürzen von bis zu 20 K und ist oft von Starkregenereignissen begleitet. Besonders weitreichende Kaltlufteinbrüche führen selbst in der Äquatorregion des Amazonasbeckens noch zu Temperaturstürzen um die 10 K (HANAGARTH 1993, HANAGARTH & SARMIENTO 1990, RONCHAIL 1989, WEISCHET 1996). VENNEN (1998) hat in einer aktuellen Studie über die polaren Kaltlufteinbrüche in Bolivien Klimadaten der Stationen Espiritu, Porvenir und Eldorado im Benitiefeland ausgewertet. Dort können die Kaltlufteinbrüche innerhalb weniger Minuten Temperaturstürze von mehr als 10 K verursachen. In der winterlichen Trockenzeit dauern die *surazos* 5 bis 10 Tage und sind stark ausgeprägt. Sie sind verantwortlich für den überwiegenden Teil des Niederschlages in dieser Jahreszeit. In der Regenzeit dauern die schwächer ausgeprägten *surazos* nur etwa 2 Tage. Um Aussagen über die regionale Verteilung der Kaltlufteinbrüche machen zu können, hat VENNEN Klimadaten der vom Agrarökologieprojekt PIAF betreuten Stationen COOPEAGRO Sapecho und Tupiza im Alto Beni (etwa 100 km südwestlich von Porvenir) hinzugezogen (Karte 3.1). Für den Zeitraum zwischen April 1993 und Juli 1995 konnte er von den 53 Kaltfrontdurchzügen in Porvenir 46 auch im Alto

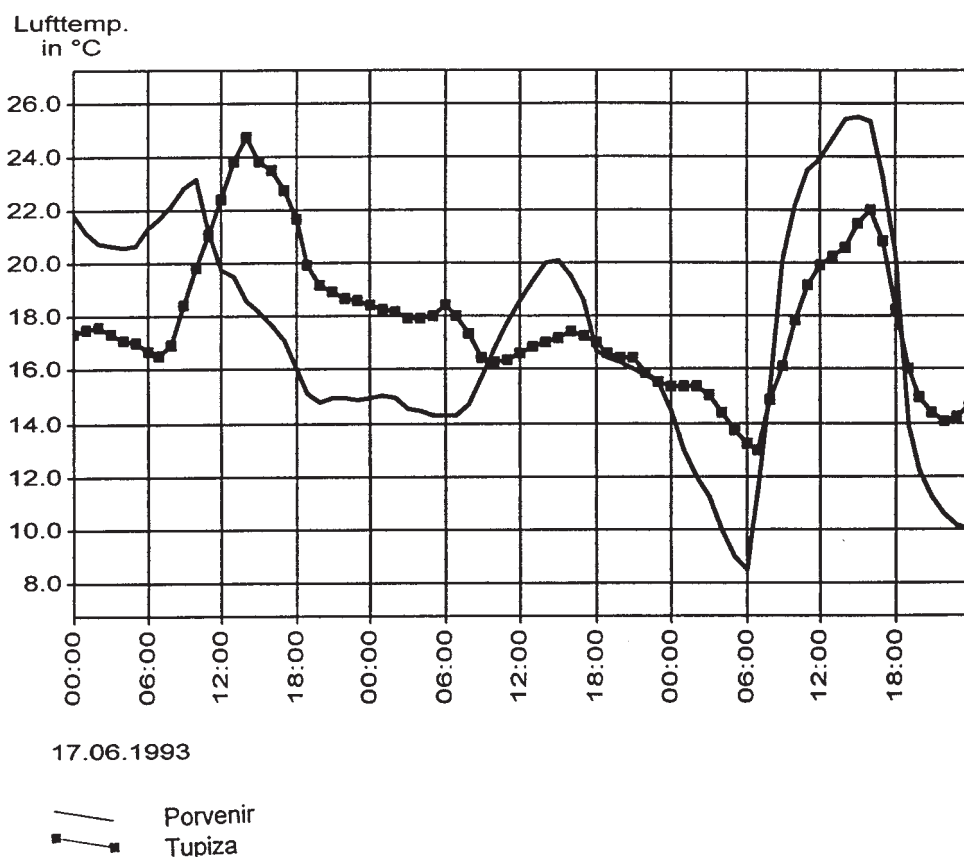


Abb. 3.9: Kaltfrontdurchzug an den Stationen Porvenir (Benitiefeland) und Tupiza (Alto Beni) vom 17.06. bis 19.06.1993 (aus VENNEN 1998:77).

Beni nachweisen. Von den sieben im Alto Beni nicht aufgetretenen Kaltlufteinbrüchen lagen fünf in der Regenzeit, in den Monaten Dezember bis März. Obwohl die Stationen im Alto Beni weiter südlich liegen, zieht die Kaltfront dort in der Regel zeitgleich mit Porvenir oder etwas später durch. Als Ursache für die zeitliche Verzögerung nimmt VENNEN die Abschirmung des Alto Beni durch die über 2.000 m hohen subandinen Ketten an. Das bei einem *surazo* in Sapecho gemessene extreme Minimum betrug 4,5 °C im August 1978, normalerweise liegen die Temperaturen während eines *surazo* dort zwischen 12 und 18 °C. Die Abbildung 3.9 zeigt einen Kaltfrontdurchzug an den Stationen Tupiza und Porvenir im Juni 1993. Die für die tropischen Tiefländer extrem niedrigen Temperaturen wirken sich negativ auf das Wachstum der Kulturpflanzen aus (vgl. GEROLD 1986, UNE 1982), im Alto Beni ist davon in der Trockenzeit besonders das Wachstum der Kakaofrüchte betroffen.

Klimatisch zählt die Region Alto Beni nach der Klassifikation von KÖPPEN zu den wintertrockenen tropischen Regenklimate (Aw, s. KÖPPEN & GEIGER 1980) und nach der Gliederung der Jahreszeitenklimate von TROLL & PAFFEN (1980) zu den tropisch sommerhumiden Feuchtklimate (s. BLÜTHGEN & WEISCHET 1980). Nach dem System der ökologischen Klimatypen von WALTER & BRECKLE (1984, 1991) gehört der Alto Beni zum Übergangsbereich von der äquatorialen Zone zur tropischen Sommerregenzone.

### 3.5 Vegetation

Die Vegetation der östlichen Andenabdachung bezeichnet TROLL (1959) als „immergrüne Regen- und Höhenwälder“ (Abb. 3.10). Diese Region reicht vom Andenknie bei Santa Cruz bis etwa 1° nördl. Breite, sie wird von HUECK & SEIBERT (1972) in der Vegetationskarte von Südamerika (HUECK 1972) als „immergrüner Gebirgsregenwald der mittleren Anden-Osthänge (Yungaswald)“ beschrieben. Den

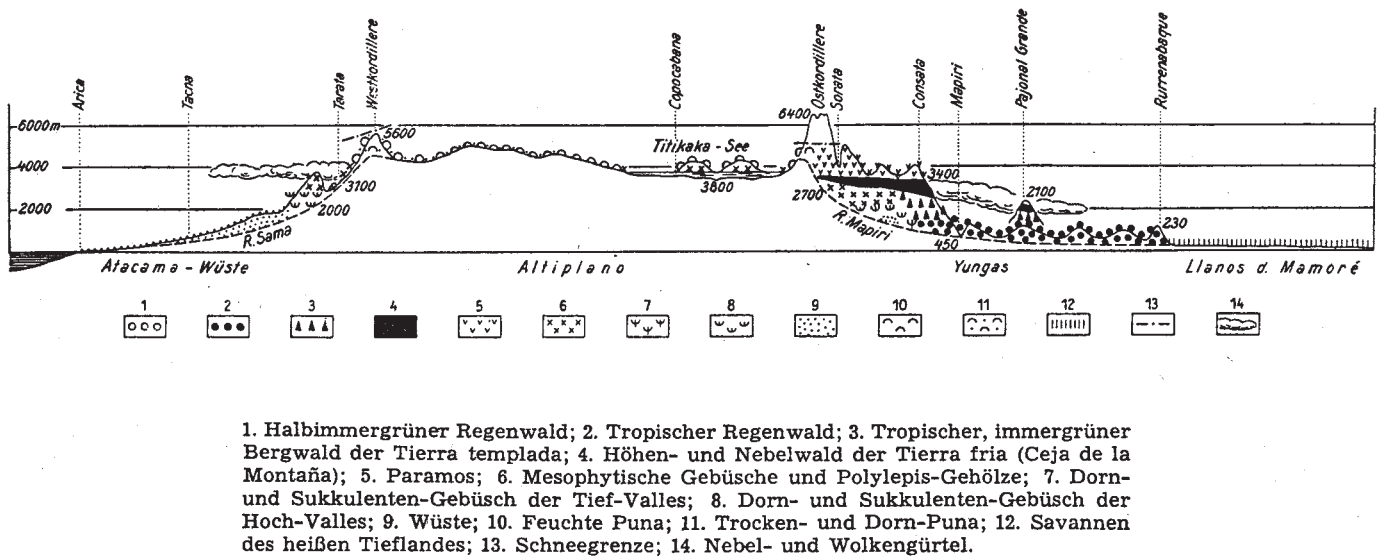


Abb. 3.10: Vegetationsprofil durch die tropischen Anden in der Breite des Titicacasees (aus TROLL 1959:44).



Yungaswald am bolivianischen Andenosthang hat bereits HERZOG (1923:80) in drei Höhenstufen gegliedert (s.a. WEBERBAUER 1911, HUECK 1966, BECK 1986):

- a. die untere Stufe der *Yungas verdaderos* vom Fuß des Gebirges bis etwa 1.500 - 1.800 m Höhe, gekennzeichnet durch die weite Verbreitung von Palmen (*Iriartea*, *Martinezia* [heute *Aiphanes*], *Geonoma*, *Chamaedorea*),
- b. die mittlere Stufe der *Medio Yungas* bis etwa 2.400 - 2.800 m Höhe, charakterisiert durch *Cinchona*, *Bejaria*, Baumfarne, Kultur des Kaffeestrauches,
- c. die obere Stufe, die *Ceja de la montaña* (Augenbraue des Gebirges), bis 3.400 m Höhe, ein niedrigwüchsiger Nebelwald mit Ericaceae, Myrtaceae, vielen Epiphyten, besonders Moosen und Farnen.

Die unteren Yungaswälder sind die Ausläufer der Hyläa, dem im Amazonas- und Orinocotiefland gelegenen größten geschlossenen Waldgebiet der Erde. An der Obergrenze dieser Höhenstufe verschwinden die strauchförmigen Palmen (*Geonoma*, *Chamaedorea*) und es endet der Anbau verschiedener tropischer Kulturpflanzen wie Banane und Koka (HUECK 1966:90ff.). Die Region Alto Beni liegt in den Yungas verdaderos. In der Vegetationskarte Boliviens von RIBERA et al. (1994) wird die natürliche Vegetation als „feuchter Bergwald der Yungas“ klassifiziert. Die Kernzone des Kolonisationsgebietes ist der Legendenkategorie „anthropogene Vegetation“ zugeordnet und als „Sekundärwald von Coroico – Caranavi – Alto Beni“ ausgewiesen.

Die natürliche, nicht im Überschwemmungsbereich des Flusses liegende Vegetation des Alto Beni ist der immergrüne submontane Regenwald, der sogenannte *monte alto*. Die Erscheinungsform des Waldes ist ähnlich der des amazonischen Regenwaldes mit mehreren Baumschichten. Viele

Tab. 3.2: Merkmale der Struktur und Physiognomie zur Abgrenzung von Tieflandregenwald und Bergwaldformationen (nach WHITMORE 1993:30)

Formation	Tropischer immergrüner Tieflandregenwald	Tropischer Bergregenwald der submontanen Stufe	Tropischer Bergregenwald der montanen Stufe
Bestandshöhe	25-45 Meter	15-33 Meter	1,5-18 Meter
Emergenten	charakteristisch, bis 60 (80) Meter hoch	oft fehlend, bis 37 Meter hoch	gewöhnlich fehlend, bis 26 Meter hoch
Fiederblätter	häufig	selten	sehr selten
vorherrschende Blattgrößenklasse der Gehölze*	Mesophylle	Mesophylle	Mikrophylle
Stützwurzeln	gewöhnlich häufig und groß	wenig verbreitet, klein	gewöhnlich fehlend
Kauliflorie	häufig	selten	fehlend
freihängende Klettergehölze	sehr häufig	gewöhnlich keine	keine
Stammkletterer	oft sehr häufig	häufig bis sehr häufig	sehr wenige
epiphytische Gefäßpflanzen	häufig	sehr häufig	häufig
epiphytische Nichtgefäßpflanzen	gelegentlich	gelegentlich bis sehr häufig	oft sehr häufig

\* Einteilung nach RAUNKIAER (1934)





Abb. 3.11: Submontaner Regenwald der Hügelzone nordwestlich von Sapecho. Im Vordergrund eine sieben Monate alte Brachfläche mit Gebüsch, vorne rechts das große, handförmig gelappte Blatt eines Ambaibo (*Cecropia* spp.), einer typischen Pionierart des Sekundärwaldes. Im Hintergrund die Ruckenzone der Serrana de Marimonos. Aufnahme J. Elbers am 22.11.1990 in der Kolonie Tarapaca auf etwa 700 m NN.

Baumstämme besitzen gut entwickelte Stutzwurzeln (BECK et al. 1993). Das Unterholz ist spärlich, man kann sich gut ohne Machete fortbewegen. Floristisch handelt es sich bei dem Wald um eine Übergangszone zwischen Bergregenwald und Amazonaswald mit einem großen Artenreichtum (s. Tab. 3.2, vgl. BECK et al. 1993, ELLENBERG 1979, PRANCE 1989, RICHARDS 1996, VARESCHI 1980, WHITMORE 1993).

SEIDEL & VARGAS (1994) klassifizieren den Wald im Alto Beni als *fast* immergrün, da in der Trockenzeit mehr Licht in den Wald einfällt. Die Dichte der Belaubung geht generell zurück und einige Bäume werfen ihr Laub ab, darunter hauptsächlich berstander wie Mahagoni und einige Bombacaceen. Von der hohen Artenvielfalt des *monte alto* zeugen auch viele epiphytische Gefäßpflanzen wie Bromelien, Orchideen, Aronstabgewachse und epiphytische Farne. SEIDEL & VARGAS unterscheiden nach der Höhenlage, der Feuchtigkeit und weiteren Faktoren folgende Formationen:

- a. der alluviale Regenwald auf der alten hochgelegenen Flußterrasse, der fast nicht mehr vorhanden ist, da es sich um den bevorzugten Siedlungsbereich im Tal handelt,
- b. der submontane Regenwald der Hügelzone bis etwa 800 m NN, der z.T. noch in größeren Arealen vorhanden ist – heute das Gebiet beschleunigter Abholzungen für landwirtschaftliche Zwecke (Abb. 3.11),
- c. der submontane bis montane Regenwald oberhalb von 800 m NN mit Bäumen geringeren Dicken- und Höhenwachstums, meist in steileren Hanglagen als die vorhergehende Formation; diese Höhenstufe ist die am geringsten intervenierte, durch die Unzugänglichkeit und die starke

Zunahme der Niederschläge ist sie wenig geeignet für landwirtschaftliche Nutzung. Dennoch nimmt auch in diesem Bereich die Aktivität von Holzfällern und Kolonisatoren zu.

Im submontanen Regenwald der Serranía de Marimonos nördlich von Sapecho in der zweiten Höhenstufe zwischen 600 und 750 m hat SEIDEL (1995) in drei Primärwaldparzellen von je einem Hektar Größe eine Bestandsaufnahme der Bäume mit Brusthöhendurchmesser  $\geq 10$  cm vorgenommen. Insgesamt wurden 1590 Bäume aufgenommen, die zu 209 Arten

Tab. 3.3: Vergleich allgemeiner Daten der drei Primärwaldparzellen (verändert nach SEIDEL 1995:6)

	Parzelle 1	Parzelle 2	Parzelle 3	$\Sigma$
Höhenlage [m] (ungefähr)	600	600	700-750	
Exposition	W - SW	O - SO	W - SW	
Hangneigung	15-20°	ca. 10°	10-20° (30°)	
Anzahl der Bäume	499	512	579	1590
BHD* $\varnothing$ [cm]	21	22	21	
Bestandeskreisfläche S [m <sup>2</sup> ]	25,13	28,22	27,54	
Bestandeskreisfläche $\varnothing$ [cm <sup>2</sup> ]	504	551	476	
Artenzahl	118	116	115	209
Anzahl der Familien	40	41	42	53

\* Brusthöhendurchmesser

gehören, von denen 42 in allen drei Parzellen vorkommen (s. Tab. 3.3). Die wichtigsten Arten der drei Parzellen sind – in der Reihenfolge ihrer Häufigkeit – *Iriartea deltoidea* (Palmae), *Poulsenia armata* und *Pseudolmedia laevis* (Moraceae), *Otoba parvifolia* (Myristicaceae), *Leonia racemosa* (Violaceae), *Clarisia racemosa* und *Brosimum lactescens* (Moraceae). Die wichtigsten der 53 vorkommenden Familien sind an erster Stelle die Moraceae, mit weitem Abstand vor den Palmae, Leguminosae, Sapotaceae, Lauraceae, Meliaceae und Euphorbiaceae (zur Methodik der Bestimmung s. BALSLEV et al. 1987, SEIDEL 1995). Die meisten Bäume haben Höhen zwischen 8 und 20 m, in dieser Baumschicht gibt es viele Hochstammpalmen. Darüber befindet sich die diskontinuierliche obere Kronenschicht mit einer geringen Anzahl von 30 bis 40 m hohen Bäumen, die Brusthöhendurchmesser bis über einen Meter erreichen. Zu den Überständern zählen die Moraceae Corocho<sup>3</sup> (*Poulsenia armata*), *Brosimum lactescens*, verschiedene *Ficus* spp., Mascajo (*Clarisia biflora*, *C. racemosa*), die Euphorbiaceae Solimán (*Hura crepitans*), die Lecythidaceae Colomero (*Cariniana estrellensis*), die Bombacaceae Sapecho (*Cavanillesia* sp.), die Combretaceae Verdolago (*Terminalia oblonga*), die Anacardiaceae Cedrillo (*Spondias mombin*) und die Meliaceae Mara (*Swietenia macrophylla*).

Die von SEIDEL (1995) gefundene floristische Diversität im Alto Beni von 209 Arten auf drei Hektar reiht sich ein in die Ergebnisse vergleichbarer, von GENTRY (1988) als vertrauenswürdig eingestufte Studien in Amazonien. Die im Vergleich aller Studien relativ niedrige, im unteren Bereich liegende floristische Diversität führt SEIDEL zurück auf die – im Verhältnis zum Amazonastiefland – ausgeprägte Trockenzeit und die relativ geringen Niederschläge im Alto Beni.

<sup>3</sup> Die im Text angegebenen Volksnamen der Bäume sind die im Alto Beni gebräuchlichen.



Abb. 3.12: Sekundärwald am Ufer des Río Alto Beni. Im Vordergrund die Pioniervegetation der Flußufer, Charo (*Gynerium sagittatum*), ein perennes Gras (s. Kap. 4.4.3), dahinter ein 4 - 6 Jahre alter Sekundärwald (erkennbar an der gleichförmigen Kronenstruktur), es folgt ein Streifen Primärwald (unregelmäßige Kronenstruktur) und ein weiterer Streifen Sekundärwald. Aufnahme J. Elbers am 15.2.1996 aus der Kolonie Villa Prado südlich von Sararia (Area III) auf das rechte Flußufer.

der Kulturpflanzen sowie vielen Kletterpflanzen (s. Abb. 3.11). Daraus entsteht innerhalb von etwa drei Jahren ein geschlossener Sekundärwald, in dem die schnellwachsenden Baumarten Ambaibo (*Cecropia* spp., hauptsächlich *C. concolor*, Moraceae), Balsa (*Ochroma pyramidale*, Bombacaceae), Pulimora (*Trema micrantha*, Ulmaceae) und Pacay (*Inga* spp., Mimosoideae) vorherrschen. Nach fünf bis sieben Jahren erreicht der *barbecho* eine Höhe von 15 bis 20 m (SEIDEL & VARGAS 1994). Werden in Extremfällen einzelne Flächen zu lange oder zu häufig kultiviert und zu oft gebrannt, verändert sich die Sukzession. Anstelle des hohen, geschlossenen Sekundärwaldes tritt eine spärliche, niedrige Vegetation aus Farn- oder Gras-Gesellschaften. Bei den Farnen dominiert *Pteridium* und bei den Gräsern Sujo (*Imperata* sp.), ein sich sehr schnell ausbreitendes Gras, dessen Rhizome feuerresistent sind (RICHARDS 1996:477, SEIDEL & VARGAS 1994).

Im Unterholz des Waldes finden sich verschiedene Straucharten, darunter die Gattung *Piper* (Piperaceae) sowie Arten aus den Familien der Rubiaceae und Acanthaceae, die eine Höhe von 4 - 5 m erreichen. Die relativ spärliche Krautschicht mit 1 - 1,5 m Höhe besteht aus Farnen, wenigen Krautpflanzen und Jungwuchs von Bäumen und Sträuchern. Im geschlossenen Wald gibt es keine Schwierigkeiten sich fortzubewegen, dichtes Unterholz tritt nur an Lichtungen auf, die durch umstürzende Bäume entstehen (SEIDEL & VARGAS 1994).

Das größte forstwirtschaftliche Interesse besteht an den heute im Alto Beni seltenen Baumarten Mara, Roble (*Amburana cearensis*, Papilionoideae), Cedro (*Cedrela odorata*, Meliaceae), *Cabralea canjerana* (Meliaceae), Picana negra (*Cordia allidora*, Boraginaceae), Colomero, Quina quina (*Myroxylon balsamum*, Papilionoideae) und Solimán (SEIDEL & VARGAS 1994).

Die Sekundärformationen sind weit verbreitet, da die natürliche Brache ein schnell wachsender Sekundärwald (*barbecho*) ist (Abb. 3.12). Fällt eine Fläche brach, entwickelt sich zunächst ein Gebüsch (*chume*) aus den typischen Unkräutern



In Höhen über etwa 800 m NN verändert sich das Artenspektrum und das Erscheinungsbild des submontanen Regenwaldes aufgrund der Feuchtigkeitszunahme. Dort erhöht sich die Zahl der Palmen, Kletterpflanzen, Lianen, Epiphyten und es treten erste Baumfarne auf. Verbreitete Baumarten sind mehrere Gattungen der Lauraceae sowie *Sloanea*, *Hura*, *Swietenia*, *Schizolobium*, *Aspidosperma* und die Palmen *Iriartea*, *Socratea*, *Euterpe* und *Jessenia* (CUMAT-COTESU 1985:71ff.).

In der Serranía de Bella Vista folgt in Höhen über 1.200 m NN eine weitere Vegetationsformation: der Regenwald der montanen Stufe, der sich stark von den bereits beschriebenen Wäldern unterscheidet. Die Bäume erreichen nur Wuchshöhen von 20 bis 25 m, haben geringe Stammdurchmesser und kleine unförmige Kronen. Es gibt viele Palmen, Baumfarne, Kletterpflanzen und Lianen. Charakteristisch für diese Vegetationsformation ist die Überfülle an Moosen, Flechten und Farnen, die die Stämme, Äste und Blätter bedecken. Verbreitet sind bei den Baumarten die Gattungen *Cedrela*, *Brunellia*, *Clusia*, *Podocarpus*, *Oreopanax*, *Cinchona*, die Palmen *Geonoma*, *Chamaedorea*, die Baumfarne *Alsophila*, *Cyathea*, *Cnemidaria*, *Lophosoria*, sowie Moose, Flechten, Orchideen und Bromelien (CUMAT-COTESU 1985:73ff.). Für detaillierte Informationen zur angesprochenen Flora siehe GENTRY (1993), KILLEEN et al. (1993) und LARA (1988), zur Vegetation Boliviens siehe BECK (1988), BECK et al. (1993), MORAES & BECK (1992) sowie SEIBERT (1996).

### 3.6 Ureinwohner und Kolonisatoren

Die Ureinwohner der Region, die Mosevenes, siedelten im Einzugsgebiet des Río Alto Beni vom Río Santa Elena südöstlich Covendo bis fast nach Rurrenabaque im Norden (AGUILAR 1990). Laut *Summer Institute of Linguistics* (KEY & KEY 1967) gehören die Volksstämme Mosevén, Chimane, Yuracaré, Itonoma und Leco zur linguistischen Gruppe Mosevén, einer von sieben Hauptgruppen im Tiefland Boliviens. Die halbseßhaften Mosevenes wohnten auf den Flußterrassen, sie lebten von Brandrodungs-Wanderfeldbau im Einzugsbereich der Siedlungen, von Jagd, Fischfang und dem Sammeln von Waldfrüchten. Sie hatten einen regen Handelsaustausch mit den Aymaras und vielleicht waren sie von den Inkas unterworfen. Gegen Ende des 18. Jahrhunderts gelangten die ersten Franziskanermönche in die Region; sie gründeten drei Reduktionen, zunächst San Miguel de Tinendo (das heutige Muchanes) 1808, danach Santa Ana del Beni 1815 und schließlich Concepción de Covendo 1842. Die Franziskaner ließen die Mosevenes dort mehr oder minder freiwillig seßhaft werden, die Mission in Muchanes haben sie allerdings nach einigen Jahren wieder aufgegeben. Die Mönche parzellierten das Land um die Missionen, seither besaß jede Familie ein festes Grundstück von etwa 15 bis 20 ha (AGUILAR 1990, ARCE 1960:6ff., CIDDEBENI 1994:25ff., MORALES 1990:288ff., VARGAS 1997:19f.). Aus der Geschichte der Franziskanerreduktionen erklärt sich auch die heutige Bevölkerungsverteilung der Mosevenes: In Covendo leben etwa 160 Familien, in Santa Ana 60 und in Muchanes sieben Familien. Insgesamt gibt es im Kolonisationsgebiet Alto Beni und im sich nördlich anschließenden UNESCO Biosphärenreservat und Indigenen Territorium Pílon Lajas

noch etwa 250 Mosevenesfamilien. Die Mosevenes besitzen drei indigene Territorien: Mission Covendo mit den Gemeinden Cogotay und Simay, 63.900 ha, Santa Ana de Mosevenes mit 7.300 ha und die Gemeinden Muchanes und Inicua mit 45.100 ha (INRA 1999).

Information zu Geschichte und Kultur der Tieflandvölker Boliviens im allgemeinen sind nachzulesen bei DENEVAN (1980), MONTES DE OCA (1997), MORALES (1990), MUÑOZ REYES (1991). Ausführliche Informationen über die Mosevenes und den mit ihnen verwandten Volksstamm Chimane, der in der nördlich angrenzenden Region Pilón Lajas lebt, finden sich zu den Themen Geschichte und sozioökonomische Lebensbedingungen bei AGUILAR (1990), CIDDEBENI (1994), VSF (1995), zu Ethnobotanik, Landnutzung und traditioneller Medizin bei HINOJOSA (1991), PILAND (1991), VARGAS (1997), MUÑOZ et al. (2000), und zur Kultur bei NORDENSKIÖLD (1916), AGUILAR & ALEM (1990), RIESTER (1993).

Als Folge der Revolution von 1952 und der Agrarreform von 1953 entwickelte sich seit 1954 eine Agrarkolonisation am östlichen Andenrand und im Tiefland von Bolivien (MONHEIM 1965, 1976, 1977, SCHOOP 1970, STEARMAN 1982, s.a. ALBÓ & BARNADAS 1990, MESA et al. 1997). Innerhalb des staatlichen Programms zur nationalen Kolonisation wurden zehn Regionen ausgewählt, darunter der Alto Beni (BAPTISTA 1964:3f.). Voraussetzung für die Kolonisation bildete der Bau einer Verbindungsstraße von La Paz in die Region. 1959 hat man das Teilstück von Coroico nach Caranavi dem Verkehr übergeben, bis 1962 war der 75 km lange Abschnitt Caranavi - Santa Ana de Alto Beni weitgehend fertiggestellt (MONHEIM 1965:18). Die staatlich dirigierte Kolonisation im Alto Beni begann im Jahre 1961. Im Generalplan des Projektes Alto Beni waren die folgenden Ziele festgeschrieben (LOZA & MÉNDEZ 1981:59f.):

- Diversifizierung der Wirtschaft des Landes durch die Einführung neuer Produkte wie Kaffee, Kakao, Zitrusfrüchte, Zuckerrohr, Reis,
- Integration des Landes durch den Bau von Erschließungsstraßen,
- Umsiedlung der im Zuge der Agrarreform auf dem dicht besiedelten Altiplano landlos gewordenen Bauern,
- Beseitigung der Kleinstbetriebe (*minifundios*) in den Landesteilen mit großem Bevölkerungsdruck.

Im Jahre 1960, ein Jahr vor dem Beginn der staatlich dirigierten Kolonisation, lebten im Alto Beni außer den Mosevenes einige Kolonisatoren, die sich in den 1950er Jahre angesiedelt hatten und zum größten Teil aus der Region von Apolo kamen. Sie gründeten kleine Siedlungen wie Remolinos, San Miguel de Huachi und Palos Blancos (Karte 3.1). ARCE (1960:7ff.) schätzte die Gesamtbevölkerung des Alto Beni auf 720 Personen, die für die Landwirtschaft gerodeten Flächen bezifferte er auf 178 ha für die gesamte Region.

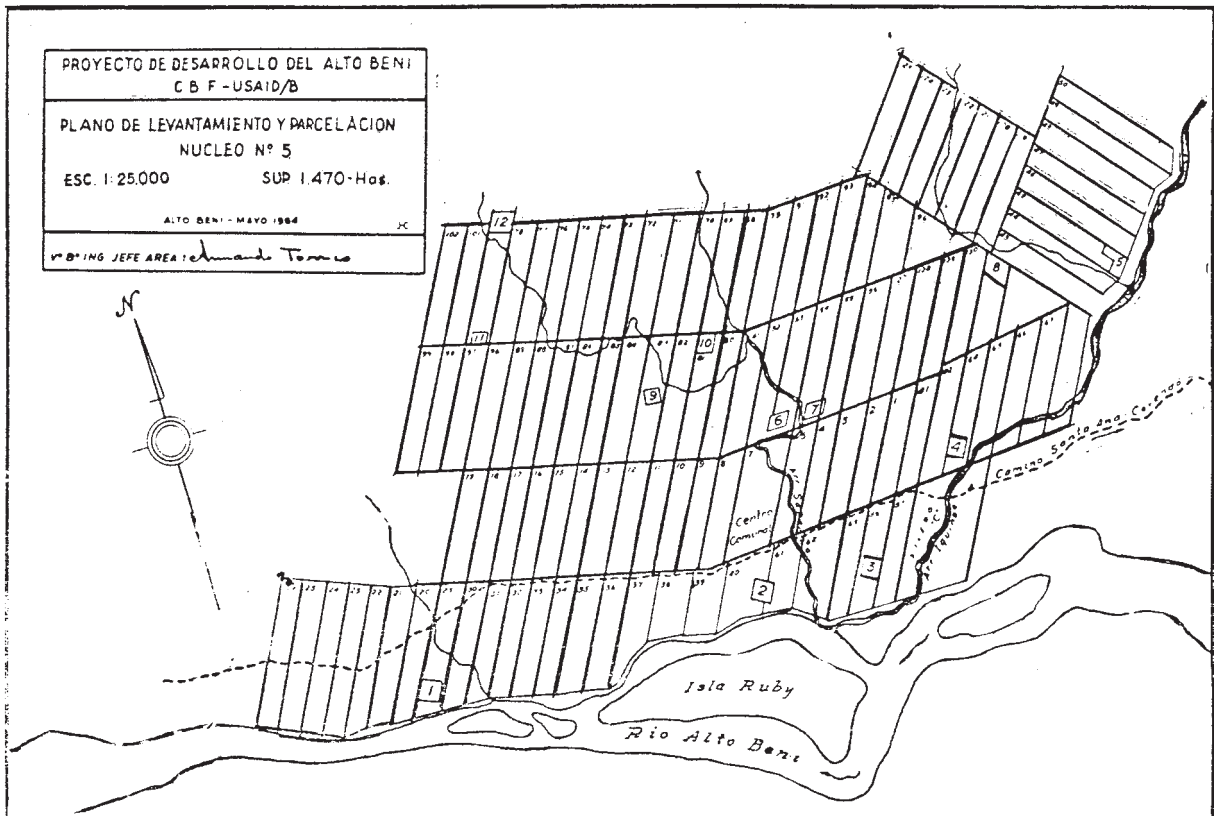


Abb. 3.13: Plan der Parzellierung des Siedlungskernes (núcleo) von Sapecho. Der Plan stammt aus der Anfangsphase der Kolonisation vom Mai 1964. Die mit Centro Comunal beschriftete Parzelle kennzeichnet den Ortskern (aus CBF 1965:105).

Das erste Programm zur Kolonisation vollzog von 1961 bis 1963 die *Corporación Boliviana de Fomento* (CBF) mit der Finanzierung der *United States Agency for International Development* (USAID). In den ersten fünf Siedlungskernen (*núcleos*, Waldhufensiedlungen bei MONHEIM 1976) siedelte die CBF 562 Familien an. Abbildung 3.13 zeigt den Lageplan des *núcleo* Nr. 5 von Sapecho mit den jeweils 12 ha großen Siedlerstellen, den *lotes*. Die angesiedelten Personen kamen zu 94 % vom Altiplano, die übrigen aus den Yungas, den Tälern von Cochabamba und Tarija (den Valles) sowie aus der Gegend von Rurrenabaque. Das Programm beinhaltete für jeden Kolonisten die Überführung, ein etwa 12 ha großes Grundstück, Nahrungsmittel für acht Monate, Werkzeuge, eine Hütte und Kredite bis 600 US-\$. Außerdem erhielten sie einen Hektar ihres Landes gerodet und kultiviert mit Mais und Reis sowie 100 Setzlinge von Kaffee oder Agrumen. Die im Kolonisationsgebiet vergebenen Grundstücke wurden generell als unteilbar erklärt (CBF 1965:47, CUMAT-COTESU 1987:88f., INC 1985:2).

1964 startete das zweite Programm zur Kolonisation, das ebenfalls die CBF initiiert hat. Dieses Programm wurde 1966 an das *Instituto Nacional de Colonización* (INC) übergeben, welches seither die zuständige Behörde für Planung und Ausführung von Kolonisationsprogrammen in Bolivien ist. Die Finanzierung übernahm die *Banco Interamericano de Desarrollo* (BID). Das zweite Programm begann mit dem Bau der Hauptverbindungsstraße von Santa Ana nach Covendo und elf Querschlägen

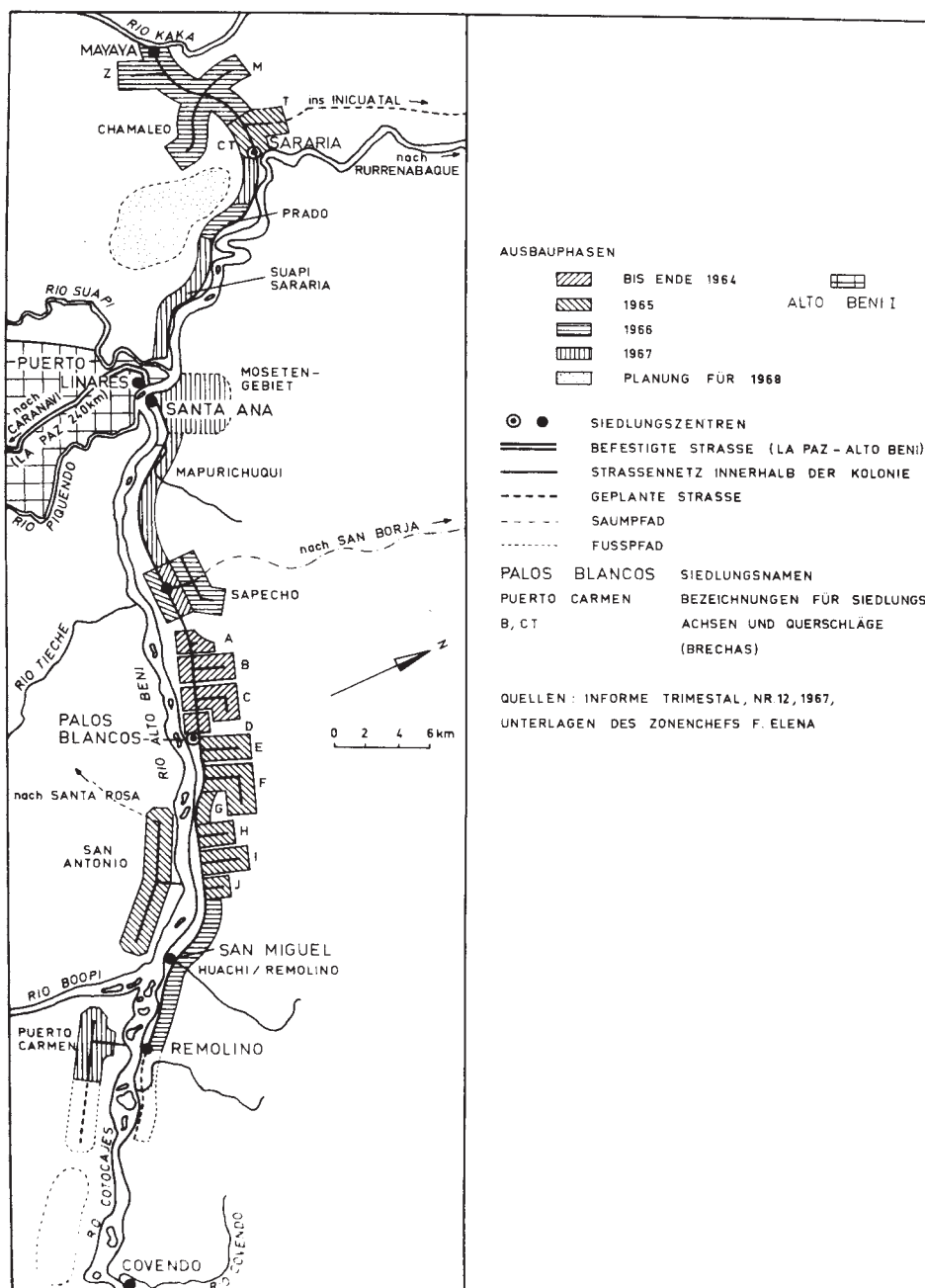


Abb. 3.14: Räumliche Ausweitung des Kolonisierungsprogramms Alto Beni II (aus SCHOOP 1970:172).

(brechas), an deren Verlauf CBF bzw. INC die Kolonisten ansiedelte (Abb. 3.14). Neben der dirigierten Kolonisation mit den obengenannten Unterstützungen für die Siedler gab es ein Programm zur sogenannten orientierten Kolonisation, welches Erschließungswege und Kredite bis 250 US-\$ pro Familie beinhaltete. Von 1964 bis 1970 siedelten sich im Rahmen der staatlichen Kolonisationsprogramme 3.332 Familien im Alto Beni an. 1.831 Familien haben die Region im gleichen Zeitraum wieder verlassen, das sind 55 % der angesiedelten. Parallel zu den staatlichen Programmen siedelten sich zahlreiche Kolonisatoren spontan an. Da diese keinerlei Unterstützung vom Staat erhielten, erscheinen sie auch nicht in den Statistiken des INC (CUMAT-COTESU 1987:89f., INC 1985:2f., LOZA & MÉNDEZ 1981:63, SCHOOP 1970:171ff.).



Die sehr hohen Fluktuations- und Abwanderungsraten sind bezeichnend für die Agrarkolonisation am Andenstrand und in den Tiefländern Ostboliviens. Den überwiegenden Teil der Kolonisatoren im Alto Beni bilden vom Altiplano kommende Hochlandindianer der Völker Aymara, vorwiegend aus den Departamentos La Paz und Oruro, und in geringerem Umfang Quechua aus dem Departamento Potosí, die sich mit dem ihnen völlig fremden Naturraum des tropischen Regenwaldes auseinandersetzen mußten (CRS-LP 1994:67f.). Die wichtigsten Gründe für die Abwanderung (s. MONHEIM 1965:23ff.; SCHOOP 1970:203ff.) waren:

- ungewohnte Klimabedingungen wie Hitze, hohe Luftfeuchtigkeit,
- Insektenplagen und damit verbundene Krankheiten wie Malaria, Leishmaniose, Gelbfieber,
- Bedingungen für die Landwirtschaft, die völlig von den vom Altiplano bekannten abweichen: anstrengende Rodungsarbeiten, unbekannte Kulturpflanzen und Anbaumethoden,
- Herauslösen aus der vom Altiplano gewohnten Großfamilie mit dem gleichzeitigen Zwang, sich mit anderen, fremden Kolonisatoren arrangieren zu müssen,
- mangelnde Unterstützung von seiten des Kolonisationsprogrammes, es fehlen landwirtschaftliche Beratung, Verkehrsanbindung vieler Siedlerstellen, Trinkwasserversorgung.

Im Jahre 1970 lief die Finanzierung der BID für die Kolonisationsprogramme aus. Ab 1971 dotierte das INC Grundstücke von 500 bis zu 10.000 ha an Firmen, Gesellschaften und Kooperativen mit dem Ziel, die landwirtschaftliche Entwicklung der Region durch private Investitionen anzukurbeln. Diese ausgedehnten Flächen wurden zum größten Teil nicht bearbeitet und Stück für Stück haben Siedler sie besetzt auf der Basis des Gesetzes zur Besitzumkehrung von nicht genutzten Ländereien (*Ley de Reversión de Tierras*). Seit 1971 gab es mangels Finanzierung keine weiteren staatlichen Programme zur dirigierten oder orientierten Kolonisation im Alto Beni. Der Staat hat sich aus dem Kolonisationsgebiet zurückgezogen, die Ansiedlungen vollziehen sich seither in spontaner Form. Das Büro des INC in Palos Blancos widmet sich nur der Lokalisierung neuer Kolonien und dem Vermessen der Grundstücke von Kolonisten, die den Topographen bezahlen können (CUMAT-COTESU 1987:91, LOZA & MÉNDEZ 1981:92ff.). Bei dem Ausweisen von Kolonien läßt das INC die physiographische Realität des Alto Beni außer acht, d.h. die dotierten Flächen sind oft völlig ungeeignet für landwirtschaftliche Nutzung.

Das Kolonisationsgebiet Alto Beni ist heute in sieben Gebiete untergliedert, Area I bis Area VII. Die Numerierung der Areas spiegelt die Geschichte von Kolonisierung und Planung durch das INC wider. Lage, räumliche Abgrenzung und administrative Zuordnung der sieben Areas ist Karte 3.1 und Tabelle 3.4 zu entnehmen. Die Areagrenzen sind in der Karte 3.1 nicht als geschlossene Polygone eingezeichnet, sondern nur als Linien, die vom Río Alto Beni/Río Cotacajes in Richtung auf die *serranías* verlaufen. Diese Art der Darstellung wurde gewählt, da die Areagrenzen keine offiziellen Grenzen der Landesvermessung sind, und die Kolonisierungsfront – je nach Straßenanbindung – unterschiedlich weit hoch in die Rücken- und Kerbtalzone der *serranías* hineinreicht. Die Provinzgrenzen des Departamento La

Tab. 3.4: Räumliche Abgrenzung, administrative Zuordnung, ökonomisch wichtige Kulturpflanzen und in der Landwirtschaft beratende Organisationen für die sieben Areas des Kolonisationsgebietes Alto Beni (Angaben für 1995)

Area	Räumliche Abgrenzung	Provinz	Kulturpflanzen	In der Landwirtschaft beratende Organisation
I	linksufriges Einzugsgebiet des Río Alto Beni zwischen Río Piquendo und Río Suapi	Caranavi	Kakao, Kaffee, Zitrusfrüchte, Reis	El Ceibo <sup>1</sup> , PATAGC
II	rechtsufriges Einzugsgebiet des Río Alto Beni zwischen Arroyo Popoy und Arroyo Tacuaral	Sud Yungas	Zitrusfrüchte, Kakao, Bananen, Reis	El Ceibo <sup>1</sup>
III	linksufriges Einzugsgebiet des Río Alto Beni zwischen Río Suapi und Sararia bis zum rechten Ufer des Río Kaka in Mayaya	Caranavi, Larecaja	Kakao, Reis	El Ceibo <sup>1</sup>
IV	linksufriges Einzugsgebiet des Río Alto Beni zwischen Río Boopi und Río Piquendo	Caranavi	Bananen, Papaya, Zitrusfrüchte	El Ceibo <sup>1</sup> , OSCAR
V	Einzugsgebiet des Río Inicua bis zum linken Ufer des Río Quiquibey in Quiquibey	Sud Yungas	Reis, Holz, Zitrusfrüchte	PATAGC
VI	rechtsufriges Einzugsgebiet des Río Cotacajes/Alto Beni zwischen Covendo und Arroyo Popoy	Sud Yungas	Kakao, Reis, Bananen, Zitrusfrüchte	El Ceibo <sup>1</sup>
VII	linksufriges Einzugsgebiet des Río Cotacajes zwischen Covendo und Río Boopi	Sud Yungas	Kakao, Wassermelonen, Reis	El Ceibo <sup>1</sup> , OSCAR

<sup>1</sup> Beratung nur von Mitgliedern der Genossenschaft

Paz sind älter als die Kolonisierung, sie zerschneiden das Kolonisationsgebiet in drei Teile. Die Provinz Caranavi entstand erst 1994 als Abspaltung des nördlichen Teils der Provinz Nor Yungas. Diese administrative Zerstückelung ist einer integrativen Entwicklung der Region nicht förderlich. Ein extremes Beispiel bildet die Area III: von der Zivilgesellschaft wird sie als administrative Einheit im Alto Beni verstanden, politisch gehört sie jedoch zu zwei Provinzen.

Nach den Daten des INC (1985:4ff.) lebten 1984 7.000 Familien im Kolonisationsgebiet Alto Beni, das sind etwa 28.000 Einwohner verteilt auf 234 Kolonien. 77 % der Bevölkerung stammt vom Altiplano, 10 % aus den Yungas, 8 % aus den Tälern von Cochabamba und Tarija und 5 % sind Ureinwohner. Von den 7.000 Familien leben nur 35 % länger als 15 Jahre in der Region, 18 % zwischen sechs und 15 Jahren und 47 % fünf Jahre oder weniger (CUMAT 1987:5ff.). Die Bevölkerungsdichte im Alto Beni betrug 11 Einwohner pro km<sup>2</sup>. Die dem Verfasser vorliegenden Daten der Volkszählung von 1992 (INE 1997) sind nur aufgeschlüsselt bis zur Sektionsebene, der den Provinzen nachgeordneten Verwaltungseinheit. Aufgrund der administrativen Zerstückelung lassen sich aus ihnen keine Einwohnerzahlen für die Region ableiten. Der zentrale Ort ist Palos Blancos mit 2.000 Einwohnern, dazu kommen mehrere Mittelzentren in den einzelnen Areas (CUMAT 1987:6ff.). Eine interessante Anmerkung zum Schluß: In der Volkszählung von 1950 (zit. in CUMAT 1987:7), also zehn Jahre vor Beginn der Kolonisation, erscheinen lediglich Covendo (71 Ew.), San Miguel de Huachi (25 Ew.) und Santa Ana (171 Ew.).

Das INC hat bis 1984 im Alto Beni insgesamt 114.745 ha Land dotiert (INC 1985). QUIROGA (1987) beziffert die bis 1980 in Landnutzung genommene Fläche auf 44.000 ha. Seine Schätzungen

beruhen auf einer qualitativen Auswertung von Luftbildern des Jahres 1980 (CUMAT-COTESU 1985; 1987). Die große Differenz zwischen dotierten und genutzten Flächen spiegelt die starke Fluktuation in der Region wider. Viele der Kolonien und dotierten Grundstücke werden nach kurzer Zeit wieder aufgegeben.

### 3.7 Landnutzung

Angesichts der für die Landwirtschaft relativ günstigen physiographischen Bedingungen haben die Bauern den alluvialen Regenwald auf den Flußterrassen fast vollständig und den submontanen Regenwald der Hügelzone bis etwa 800 m NN weitgehend in Nutzung genommen. In einigen Gebieten des Alto Beni gibt es jedoch in den unteren Tallagen noch Primärwald. In der sich orographisch anschließenden Stufe des submontanen bis montanen Regenwaldes über 800 m NN ist der Anteil an natürlicher Vegetation weitaus höher. Dies liegt zum einen an den für landwirtschaftliche Nutzung abträglichen physiographischen Verhältnissen, entscheidender Faktor ist allerdings die weitaus geringere Anzahl von Erschließungsstraßen und -wegen als in den unteren Tallagen. In Höhen über 1.200 m NN im Bereich des Regenwaldes der montanen Stufe ist die natürliche Vegetation fast vollständig erhalten. Aufgrund der extrem ungünstigen Relief- und Klimabedingungen ist diese Höhenstufe nicht besiedelt worden.

Das ursprüngliche Bodennutzungssystem im Alto Beni war der für die Regenfeldbaugebiete der Tropen charakteristische Brandrodungs-Wanderfeldbau, die sogenannte *shifting cultivation* (NYE & GREENLAND 1960, RUTHENBERG 1980:30ff., RUTHENBERG & ANDREA 1982:125ff.). Die Mosetenes als Ureinwohner der Region praktizierten diese Form der Landnutzung. ANDREA schreibt über die *shifting cultivation*:

Solange die wirtschaftlichen Verhältnisse die Handhabung von Shifting Cultivation zulassen, d.h. solange seine Tragfähigkeit ausreicht, ist dies in der Tat die Ideallösung des feucht-tropischen Ackerbaues (ANDREA 1983:155).

Entscheidend für das Funktionieren dieses Systems ist, daß sich infolge einer ausreichend langen Dauer der Waldbrache die Ertragfähigkeit des Bodens regenerieren kann (Abb. 3.15). Mit der Kolonisierung des Alto Beni kommt es zur Wald-Feld-Wechselwirtschaft (WEISCHET 1980:14) oder *rotational bush fallow* (RUTHENBERG 1980:70ff.). Es handelt sich hierbei um Dauerfeldbau, die Koloni-

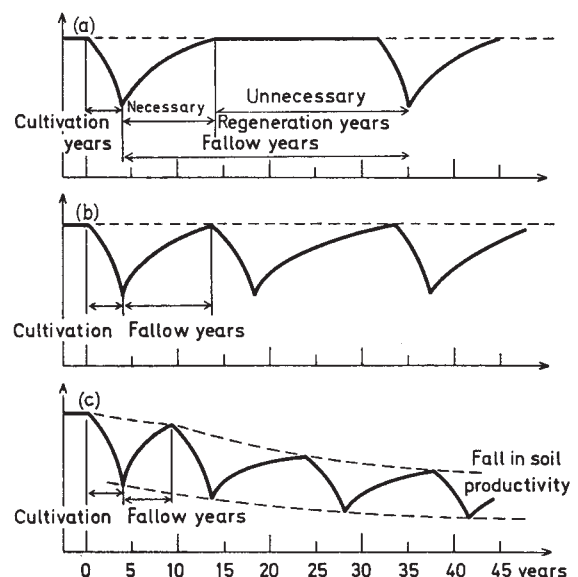


Abb. 3.15: Das Verhältnis zwischen Länge der Brache und Ertragfähigkeit des Bodens bei *shifting cultivation* (nach GUILLEMIN, aus RUTHENBERG 1980:59).



Abb. 3.16: Reisfeld mit rückschreitender Boden-erosion. Weiches Ausgangsgestein, steile Hänge, die ungeschützte Bodenoberfläche und Starkniederschläge führen zu diesen Hangrutschungen. Aufnahme J. Elbers am 19.2.1991 in der Kolonie San Pedro etwa 2 km nördlich von Sapecho auf 440 m NN.

satoren erhalten fest abgesteckte Grundstücke und wohnen auf ihrem Land oder in Siedlungskernen. Die wichtigsten Zweige der Landnutzung im Alto Beni bilden der Anbau von annualen und perennierenden Kulturen, die Viehzucht ist von nachgeordneter Bedeutung und die forstwirtschaftliche Aktivität beschränkt sich auf den selektiven Einschlag von Edelhölzern. Etwa 50 - 70 % der Grundstücke unterliegen der Sekundärwaldbrache oder sind noch mit Primärwald bestanden (CRS-LP 1994:92f.).

Die am häufigsten angebauten annualen Kulturen sind Reis (Trocken- bzw. Bergreis, *Oryza sativa*, Abb. 3.16), Mais (*Zea mays*) und Maniok (*Manihot esculenta*), eine geringere Bedeutung haben Wassermelone (*Citrullus lanatus*), Süßkartoffel (*Ipomoea batatas*), Taro (*Colocasia esculenta*), Kürbis (*Cucurbita maxima*), Bohnen (*Phaseolus* spp.), Erdnuß (*Arachis hypogaea*) und Gemüse. Die Dauerkulturen lassen sich untergliedern in Bäume, Sträucher und krautartige Kulturen. Von Bedeutung sind die Baumkulturen Kakao (*Theobroma cacao*, Abb. 3.17), Zitrus (*Citrus* spp.: Orange, Mandarine, Pampelmuse, Grapefruit, Lima, Zitrone u.a.), Avocado (*Persea americana*) und Mango (*Mangifera indica*), die Strauchkulturen Kaffee (*Coffea arabica*) und Tee (*Camellia sinensis*) und die krautartigen Kulturen Bananen (*Musa* spp.: verschiedene Arten und Varietäten von Obst- und Kochbananen) und Papaya (*Carica papaya*) sowie Ananas (*Ananas comosus*). Palmen haben keine wirtschaftliche Bedeutung im Alto Beni. Wichtige Weidepflanzen sind verschiedene Gräser der Gattungen *Pennisetum* und *Brachiaria* sowie die Leguminose *Desmodium* (detaillierte Beschreibungen der Kulturpflanzen bei BRÜCHER 1977, CÁRDENAS 1989, G. FRANKE 1994a, b, W. FRANKE 1997, LEÓN 1987, MEAF & IICA 1989, REHM & ESPIG 1996).

Reis ist das wichtigste Grundnahrungsmittel im Alto Beni und bildet gleichzeitig für viele Koloniatoren die Haupteinnahmequelle als Marktfrucht; über 50 % der Produktion gehen in den Verkauf (CRS-LP 1994:173ff.). Marktfrüchte sind zudem die annualen Kulturen Maniok und Wassermelone sowie die Dauerkulturen Zitrus, Kakao, Bananen, Papaya, Kaffee, Tee und Ananas (s. Tab. 3.4). Die Region Alto Beni ist der wichtigste Produzent von Früchten, Reis und Maniok für



die Märkte in La Paz, El Alto und Oruro. Die Viehhaltung ist kein bedeutender Zweig der Landwirtschaft im Alto Beni. Etwa ein Drittel der Bauern besitzen Schweine (1 - 4 Stück), jeder zehnte besitzt Rinder (maximal fünf Tiere) und etwa 80 % besitzen Geflügel (vor allem Hühner, z.T. Gänse und Enten) zur Eigenversorgung mit Eiern und Fleisch. 5 % der Kolonisatoren – meist die jüngst angesiedelten – halten sich kleine Herden von bis zu acht Schafen, die sie vom Altiplano mitgebracht haben (s. Kap. 5.2, CRS-LP 1994:106ff.).



Abb. 3.17: Kakaobäume (*Theobroma cacao*) mit reifenden Früchten. Aufnahme J. Elbers am 18.8.1990.



Abb. 3.18: Rodung von Primärwald. Aufnahme J. Elbers am 28.8.1992 in der Kolonie Tarapacá nordwestlich von Sapecho auf etwa 580 m NN.

Der technologische Stand der Landnutzung ist traditionell. Eine Mechanisierung der Landwirtschaft ist nicht vorhanden, nur den Primärwald roden heutzutage ein Teil der Bauern mit der Motorsäge. Das Vorbereiten des Feldes besteht aus mehreren Arbeitsgängen: Zu Beginn der Trockenzeit wird das Unterholz geschlagen (*chupeo*), zwischen Juli und September die großen Bäume gefällt (*chaqueo*, Abb. 3.18) und kurz vor Ende der Trockenzeit ab Mitte September die Fläche abgebrannt (*quema*, Abb. 3.19). Nach dem Abbrennen wird sie gesäubert (*chalqueo*) und zurück bleiben die großen angekohlten Baumstämme und Stubben. Die Kultivierung der vorbereiteten Fläche beginnt fast immer mit Reis, häufig in Misanbau mit Mais und Setzlingen von Dauerkulturen (*intercropping*, s. WIENEKE & FRIEDRICH 1983:10f.). Die Aussaat wird mit einem hölzernen Pflanzstock oder mit



Abb. 3.19: Gerade abgebrannte Flächen von Sekundärwaldbrache. Der Primärwaldstreifen im Hintergrund bildet die aktuelle Rodungsgrenze in Richtung zum Kamm der Serranía de Marimonos. Aufnahme J. Elbers am 9.10.1994 in der Kolonie Tupiza 4 km nordöstlich von Sapecho auf etwa 600 m NN.

einer einfachen ‚Saatmaschine‘ (*sembradora*, s. SCHOOP 1970:34) ausgeführt. Die Tabelle 3.5 zeigt im Kolonisationsgebiet Alto Beni verbreitete Rotationszyklen (s.a. CRS-LP 1994:115ff.). Nach ein bis zwei Anbaujahren mit annuellen Kulturen wird eine Fläche entweder der schnell wachsenden Sekundärvegetation überlassen (s. Abb. 3.11), oder die durchgewachsenen Setzlinge verwandeln sie in eine Dauerkulturparzelle. Die Bracheperiode dauert in der Regel nur 4 - 6 Jahre.

Tab. 3.5: Verbreitete Rotationszyklen im Kolonisationsgebiet Alto Beni

Regenzeit/Sommer	Trockenzeit/Winter	Regenzeit/Sommer	Trockenzeit/Winter
Reis und Mais	Brache ↗		
Reis und Mais	Brache	Reis und Mais	Brache ↗
Maniok ↗			Brache ↗
Reis und Mais	Bananen und Zitrus ↗		
Reis und Mais	Bananen und Kakao ↗		
Maniok und Kakao ↗			Kakao ↗
Papaya ↗			

Quelle: eigene Erhebungen



### 3.8 Das Agrarökologieprojekt PIAF

Das *Proyecto de Investigaciones Agroecológicas y Forestales en el Alto Beni* (Agrarökologisches und forstliches Forschungsprojekt im Alto Beni) ist ein Gemeinschaftsprojekt des *Instituto de Ecología* (Ökologisches Institut) und der *Central Regional Agropecuaria – Industrial de Cooperativas El Ceibo Ltda.* (Zentralgenossenschaft El Ceibo). 1988 nahmen zwei Botanikerinnen des IE Forschungsarbeiten im Alto Beni auf, so kam es zu ersten Kontakten der beiden Institutionen. Dem gemeinsamen Interesse, Lösungen für die ökologischen Probleme des Alto Beni zu finden, haben die Institutionen 1990 durch einen Kooperationsvertrag einen offiziellen Rahmen gegeben. Im Folgenden werden beide Organisationen kurz vorgestellt. Für eine Einführung in die Thematik der Agrarökologie empfiehlt sich das Standardwerk von ALTIERI (1985) und der Sammelband von ALTIERI & HECHT (1990).

#### *Central Regional Agropecuaria – Industrial de Cooperativas El Ceibo Ltda.*

Die Zentralgenossenschaft El Ceibo entstand 1977 aus dem Zusammenschluß mehrerer Basis-kooperativen im Alto Beni mit dem Ziel, Kakao zu kommerzialisieren. Der Kakao war zu diesem Zeitpunkt die einzige Marktfrucht der Region und die Bauern befanden sich in völliger Abhängigkeit von den Zwischenhändlern. Einige Eckdaten zeigen die Entwicklung von El Ceibo: 1982 wurde eine eigene Abteilung für technische, administrative und organisatorische Ausbildung der Mitglieder gegründet, die *Cooperación Educativa Agropecuaria* (COOPEAGRO). 1984 begann El Ceibo mit der Verarbeitung des Kakaos zu Rohprodukten im kleinen Umfang in El Alto (damals noch ein Stadtteil von La Paz), man stellte Kakaobutter und Kakaopulver für den Export her. Seit 1995 besitzt El Ceibo eine stark vergrößerte und modernisierte Fabrik zur Herstellung von Roh- und veredelten Produkten.



Abb. 3.20: Die Zentrale von El Ceibo in Sapecho während der Feier zu dem von der Organisation eingeführten ‚Tag des Kakaos‘. Links und hinter der Bühne befinden sich die Kakaotrocknungs- und Fermentierungsanlagen, in dem Gebäude rechts der Genossenschaftsladen. Aufnahme J. Elbers am 2.8.1995.



1987 startete El Ceibo als erste Organisation weltweit ein Programm für biologischen Kakaoanbau, ausgerichtet an den internationalen Normen für biologischen Landbau. El Ceibo zählt heute 36 Basiskooperativen in sechs der sieben Areas des Alto Beni (s. Tab. 3.4) mit etwa 800 angeschlossenen Familien. Die Zentrale liegt in Sapecho (Abb. 3.20), der zweite Hauptsitz befindet sich in der Stadt El Alto. In der Region besitzt El Ceibo neben Sapecho in San Antonio (Area IV) und Sararia (Area III) zwei weitere Kakaotrocknungs- und Fermentierungsanlagen. Als ihren größten Erfolg bezeichnet die Organisation, daß sie die Abhängigkeit der Bauern von der Willkür der Zwischenhändler durchbrechen konnte für die Vermarktung des Kakaos (ADUVIRI 1996:30). El Ceibo ist die wichtigste Basisorganisation im Alto Beni. Für Informationen zu Geschichte, Aufbau und Tätigkeiten von El Ceibo siehe ADUVIRI (1996), BEBBINGTON et al. (1992), BEBBINGTON (1996:96), HEALY (1987, 1988), VOGEL (1988) und zum Biokakaoprogramm und COOPEAGRO siehe MILZ (1995, 1996) und TRUJILLO (1993).

### *Instituto de Ecología*

Das Instituto de Ecología ist ein 1978 gegründetes Forschungsinstitut des Fachbereichs Biologie der *Universidad Mayor de San Andrés* (UMSA) in La Paz. Die Gründung basiert auf einem Kooperationsvertrag zwischen der UMSA und der Georg-August-Universität Göttingen unter Leitung von Prof. H. ELLENBERG. Die Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) hat den Aufbau des IE von Beginn an mit einem Projekt im Rahmen der bilateralen Entwicklungszusammenarbeit unterstützt. Das Oberziel des IE ist es, die wissenschaftlichen Fähigkeiten zur Lösung ökologischer Probleme in Bolivien zu verbessern. Spezifische Ziele und Aufgaben liegen in der Lehre und Ausbildung in Tier-, Pflanzenökologie und Umweltmanagement, der Erforschung der Ökosysteme Boliviens, der Entwicklung von Konzepten zum Naturschutz, zur Regionalplanung und zur nachhaltigen Landnutzung sowie der Sensibilisierung der Bevölkerung für ökologische Probleme durch Öffentlichkeitsarbeit. Das IE ist eines der wichtigsten biologisch-ökologischen Forschungszentren Boliviens (MARCONI 1992b, MORALES 1992a, b, STOLZ et al. 1986:100 f.). Im Jahre 1990 erwarb das IE ein Haus in Sapecho, welches fortan als Forschungsstation für Wissenschaftler, Diplomanden und Studenten diente. Dies wirkte sich positiv auf die Anzahl der Forschungsaufenthalte und die institutionelle Präsenz des IE in der Region aus.

### *Proyecto de Investigaciones Agroecológicas y Forestales en el Alto Beni*

Im Jahre 1991 begannen Mitarbeiter von IE und El Ceibo mit der Konzeption des PIAF, sie entwarfen das Projekt und legten es verschiedenen Finanzierungsinstitutionen vor. Die Finanzsuche gestaltete sich als langwierig und schwierig, da in dem Entwurf für die erste Phase Forschungstätigkeiten dominierten, für welche die Organisationen der Entwicklungszusammenarbeit normalerweise keine Gelder bereitstellen. Dazu kam die Heterogenität der beiden als Projektträger zeichnenden Institutionen. Im Oktober 1993 akzeptierte die Deutsche Welthungerhilfe die Finanzierung für drei Jahre in der nachfolgend beschriebenen Form, so daß es im Dezember desselben Jahres anlaufen konnte (s. Kap. 5.3).

Das Projekt wurde mit der Notwendigkeit begründet, Alternativen für die Nutzung der Agrarökosysteme der Region Alto Beni bereitzustellen, die gekennzeichnet ist durch eine intensive Bodennutzung, eine beschleunigte Abholzung der Primärwälder, eine Zunahme der Sekundärwälder, Verlust an Bodenfruchtbarkeit, das Auftreten von Schädlingen in den Kulturpflanzen und einen Verlust der Diversität von Flora und Fauna. Basierend auf den Umweltproblemen der Region haben Agrartechniker (im Folgenden als Techniker bezeichnet) von El Ceibo und Wissenschaftler des IE das Projekt geplant. Das Besondere an diesem Forschungsprojekt war die unmittelbare Zusammenarbeit von Wissenschaftlern aus La Paz mit Technikern einer Zentralgenossenschaft im Alto Beni. Um die Feldforschungen in der Realität der Region zu verankern, haben die Mitarbeiter sie mit den Bauern in deren Betrieben verwirklicht.

Das **Hauptziel** des Projektes bestand in dem Erreichen einer integrierten und nachhaltigen Nutzung der Wald- und Agrarökosysteme der Region Alto Beni in einem agrarökologischen Rahmen. Zu diesem Zweck war es in vier Teilprojekte untergliedert (s. Abb. 3.21):

- Landwirtschaft-Agroforst
- Forstwirtschaft
- Schädlingsbekämpfung
- Fortbildung

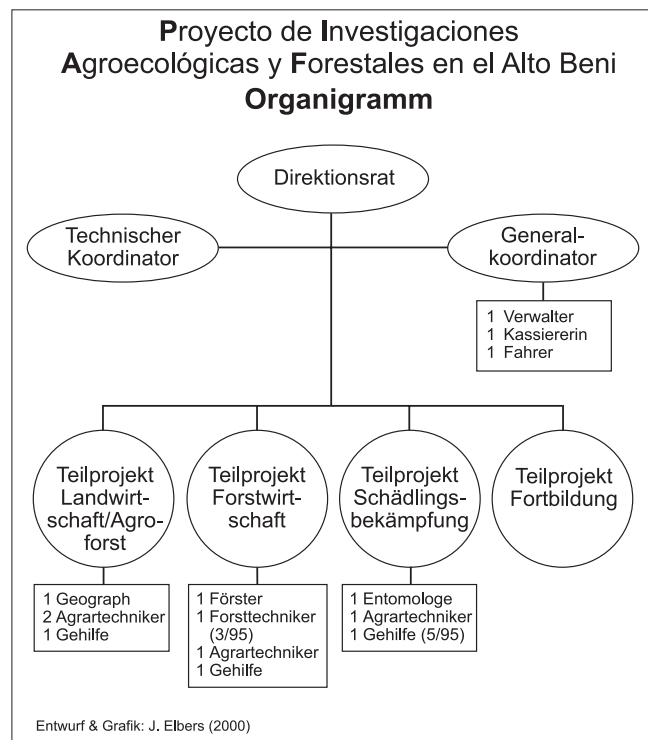


Abb. 3.21: Organigramm des PIAF von Dezember 1993 bis Juli 1995 (die Datumsangaben in Klammern bezeichnen Stellen, die nicht zu Beginn der operativen Phase besetzt werden konnten).

Die folgenden Ober- und Arbeitsziele der Teilprojekte sind im Operationsplan formuliert (EL CEIBO & IE 1993).

### *Teilprojekt Landwirtschaft-Agroforst*

Oberziel: Verbesserte Nutzung der Produktionssysteme, um eine nachhaltige Produktion aufrechtzuerhalten und die Einkommen der Bauern zu erhöhen.

Arbeitsziele:

- Diagnose der Produktionssysteme von 20 Bauern in den sieben Areas des Alto Beni,
- erweiterte Kenntnisse über das Klima im Alto Beni,
- erweiterte Kenntnisse über Kulturpflanzen und deren Varietäten im Alto Beni,

- aktuelle Informationen über existierende Produktionssysteme im Alto Beni und alternative Landnutzungssysteme in den Tropen,
- Planen der Nutzung der Betriebe mit den Bauern nach Kriterien einer verbesserten Landnutzung,
- Versuche zur Verbesserung der Waldbrache in 20 Betrieben.

### *Teilprojekt Forstwirtschaft*

Oberziel: Generieren von Kenntnissen über die nachhaltige Nutzung des Waldes sowie Anziehen von Forstpflanzen.

Arbeitsziele:

- Kenntnisse über die regionale Flora und deren generelles Potential,
- Kenntnisse über die regionale Flora und deren Potential zur Integration in Agroforstsysteme und für die Aufforstung,
- Inventar der Baumarten, die durch den Holzeinschlag vom Aussterben bedroht sind,
- Kenntnisse über die Autökologie einheimischer Arten, welche für die Aufforstung und Integration in Anbauflächen geeignet sind,
- Bereitstellen von Jungpflanzen für Versuche zur Integration in Produktionssysteme und zur Aufforstung,
- aktualisierte Kenntnisse über Forstwirtschaft und Vegetation in den Tropen,
- Kenntnisse über geeignete Bedingungen für künstliche Saat oder Pflanzung,
- Einrichten von ersten Aufforstungsflächen.

### *Teilprojekt Schädlingsbekämpfung*

Oberziel: Verhüten der Vermehrung von Schädlingen und Entwickeln von Methoden der integrierten Schädlingsbekämpfung.

Arbeitsziele:

- Diagnose wichtiger Pflanzenschädlinge in Kakao und Reis,
- Kenntnisse über die Biologie und Ökologie dieser Schädlinge,
- Identifizieren von natürlichen Feinden der untersuchten Schädlinge,
- aktualisierte Kenntnisse über Pflanzenschädlinge und biologische Schädlingsbekämpfung,
- Züchten von Schädlingen und Nützlingen für Versuche zur biologischen Schädlingsbekämpfung,
- erste Versuche zur biologischen Schädlingsbekämpfung im Reis,
- Bereitstellen von Leitfäden über Schädlingsbekämpfung für die Bauern.



*Abb. 3.22: Fortbildungsseminar des Agrarökologieprojektes PIAF. Aufnahme J. Elbers am 11.5.1994 in der Zentrale von El Ceibo in Sapecho.*

### *Teilprojekt Fortbildung*

Oberziel: Fortbilden der Bauern und Mitarbeiter in Agrarökologie und Forstwirtschaft.

Arbeitsziele:

- Fortbilden der Bauern in Agrarökologie und Forstwirtschaft,
- Fortbilden von Mitarbeitern und Technikern anderer Organisationen in Agrarökologie, Forstwirtschaft und partizipativen Unterrichtsmethoden,
- Austauschen und Koordinieren der Erfahrungen zwischen Bauern und Mitarbeitern.

Wie sich an der langen Liste erkennen läßt, waren die gesetzten Ziele sehr ambitioniert. Dies wird besonders deutlich, wenn man sich die begrenzte Zahl der Mitarbeiter ansieht (Abb. 3.21). Die im Teilprojekt Fortbildung aufgeführten Tätigkeiten haben alle Mitarbeiter unter großem Einsatz vorbereitet und verwirklicht, da das vorgesehene Personal wegen fehlender Mittel nicht eingestellt werden konnte (Abb. 3.22). Die Finanzierung fiel letztendlich um etwa 20% geringer aus als geplant, da eine bolivianische Organisation den versprochenen Beitrag zurückzog. Diese Verringerung des Budgets und damit des eingestellten Personals führte allerdings nicht zur – nur konsequenten – Reduzierung des Arbeitsplans. Im Gegenteil, im Zuge wiederholter Umformulierungen des Projektantrags für verschiedene Finanzgeber wurde er noch erweitert. Der initiale Charakter einiger Arbeitsziele erklärt sich dadurch, daß das Projekt für eine Gesamtlaufzeit von zwölf Jahren angedacht war und in den drei Jahren der ersten Phase die Diagnose und Erforschung der Agrar- und Waldökosysteme im Vordergrund stehen sollten.

## 4 Fallstudien

Biological drives demand food and liquid sustenance in humans, for example, but what foods and liquids is not determined: people individually and collectively decide how to meet those needs, not by making *ad hoc* decisions every time that they are thirsty and hungry but by developing strategies to meet their requirements on a regular basis. Those strategies vary over time and space, reflecting the conditions within which they are developed (such as the environmental context), the processes of learning, and the lessons which are passed on (as part of a society's cultural inheritance). Their outcomes may be inscribed in the landscape – as with land-use patterns which reflect food-raising strategies.

*R. J. Johnston (1999): Geography and GIS, S. 41*

### 4.1 Untersuchungen im Arbeitsgebiet und Auswahl der Betriebe

Zwischen 1991 und 1993 stellten Mitarbeiter von El Ceibo und Instituto de Ecología Idee und Ziele des agrarökologischen Forschungsprojektes PIAF auf mehreren Seminaren vor. Die in der landwirtschaftlichen Beratung arbeitenden Techniker von El Ceibo, OSCAR (*Obras Sociales de Caminos de Acceso Rural*) und PATAGC (*Proyecto de Asistencia Técnica Agrícola Ganadera Comunal*) luden zu diesen Seminaren Kolonistoren aus den sieben Areas ein, die bekannt waren für alternative Landnutzungsmethoden und Experimentierfreudigkeit. Viele dieser Bauern nahmen später am PIAF teil. Die Tabelle 3.4 zeigt die Einzugsbereiche der einzelnen Organisationen im Alto Beni, eine Kurzbeschreibung der NRO OSCAR und PATAGC findet sich in DED et al. (1995:11f.).

Die Mitarbeiter des Teilprojektes Landwirtschaft-Agroforst haben auf den Siedlerstellen von 16 Bauern detaillierte Landnutzungs- und Bodenkartierungen für die Diagnose der Produktionssysteme vorgenommen. Insgesamt hat das TPLA 31 Profile beschrieben und klassifiziert (ELBERS 1997). Aus dieser Gruppe wurden für die vorliegende Arbeit die Betriebe von fünf Bauern nach den folgenden Kriterien ausgewählt:

- charakteristische Reliefbedingungen für die landwirtschaftlich genutzten Hügel- und Talzonen des Alto Beni,
- räumliche Lage der Betriebe in verschiedenen Areas,
- Vorkommen aller in den 16 Betrieben kartierten und für den Alto Beni charakteristischen Bodentypen,
- Vorhandensein der typischen Landnutzungsformen.

Tab. 4.1: Geographische Einordnung der untersuchten Betriebe

Nr.	Name	Area	Kolonie	Geogr. Breite	Geogr. Länge	Höhe m NN	Größe ha	Reliefeinheit
1	Bauer A	I	Ocampo	15°31'S	067°26'W	495-530	10	SH
2	Bauer B	II	San Pedro	15°32'S	067°19'W	430-500	13	SH
3	Bauer C	IV	Troncal San Antonio	15°39'S	067°10'W	430-450	12 (+ 5*)	T1, T2
4	Bauer D	VI	Remolinos	15°41'S	067°06'W	460-580	12	SH, ST
5	Bauer E	VI	Remolinos	15°42'S	067°05'W	460-530	12	SH, ST, T2

\* Kompensationsfläche

Die Karte 3.1 und die Tabelle 4.1 geben Informationen zu Lage und geographischer Einordnung der fünf im Detail untersuchten Betriebe. Bei der Diagnose der Produktionssysteme steht die Siedlerstelle als Einheit an erster Stelle, pro Betrieb werden dann Lage und allgemeine Information, Relief und Böden sowie Landnutzung und Produktion nacheinander besprochen. Zur Visualisierung von Reliefsituation, Bodenverhältnissen und Landnutzung wurden digitale Geländemodelle der Betriebe und ihrer Umgebung erstellt (s. Kap. 2.4 u. 2.5). Die technischen Angaben zu den Grundflächen, zur Datenaufnahme und zur Interpolation der fünf beschriebenen Geländemodelle sind in der Tabelle 4.2 zusammengefaßt, eine numerische Auswertung findet sich in den Tabellen A.2 bis A.6 im Anhang. Die in diesem Kapitel dargestellten zweidimensionalen Karten und dreidimensionalen Blockbilder sind Folgeprodukte der aus Koordinatentripeln interpolierten DGM.

Tab. 4.2: Technische Angaben zu den fünf digitalen Geländemodellen

<b>a) Grundfläche in UTM-Koordinaten</b>							
Name	X min East	X max East	Delta X m	Y min North	Y max North	Delta Y m	Grundfläche ha
A	667050	668100	1050	8282800	8283350	550	57,75
B	679150	679950	800	8280550	8281550	1000	80,00
C	696550	697500	950	8267400	8268300	900	85,50
D	703700	704300	600	8263400	8264550	1150	69,00
E	705350	706000	650	8261500	8262800	1300	84,50
<b>b) Datenaufnahme mit dem analytischen Stereoplotter Zeiss Planicomp P3</b>							
Name	Grundfläche ha	Gitterweite m	Koordinatentripel	Punkte ha	Z min m	Z max m	Delta Z m
A	57,75	20	1451	25,1	466,10	574,32	108,22
B	80,00	20	2147	26,8	415,05	510,58	95,53
C	85,50	20	2260	26,4	432,04	447,95	15,91
D	69,00	20	1706	24,7	452,01	583,12	131,11
E	84,50	20	2253	26,7	452,03	562,11	110,08
<b>c) Interpolation des DGM</b>							
Name	Verfahren	Mittelwertfilter Fenstergröße	Punktzahl			Auflösung in	
			Eingabe	Ausgabe	Verdichtungsfaktor	x, y m	z m
A	GM*	5	1451	579253	400	1	0,003
B	GM	5	2147	801457	374	1	0,003
C	GM	5	2260	856444	380	1	0,001
D	GM	5	1706	691798	407	1	0,004
E	GM	5	2253	846651	377	1	0,003

\* GM = Gleitender Mittelwert



## **4.2 Fallstudie 1: Betrieb des Bauern A, Kolonie Ocampo**

### **4.2.1 Lage und allgemeine Informationen**

Die Siedlerstelle des Bauern A befindet sich in Area I, der ältesten Region des Kolonisationsgebietes, im Kanton Santa Rosa der Provinz Caranavi. Sie liegt etwa 2 km nordöstlich von Santa Rosa in der Kolonie Ocampo und ist über einen Fahrweg zu erreichen. Allerdings grenzt der Betrieb nicht direkt an den Fahrweg, sondern die letzten 450 m sind über einen Fußpfad zurückzulegen. Die Größe des Grundstücks beträgt 10 ha und die Form ist dreieckig, d.h. es hat nicht die klassische rechteckige und langgezogene Parzellenform des Kolonisationsgebietes.

Santa Rosa ist ein kleines Dorf mit 200 Einwohnern, es besaß bis 1980 eine gewisse Bedeutung im Alto Beni, da es an der Nationalstraße nach La Paz lag. Damals passierten alle Fahrzeuge diesen Ort, die auf die rechtsufrige Talseite wollten, um zwischen Puerto Linares und Santa Ana den Río Alto Beni auf Pontons zu queren. Mit Fertigstellung der Brücke bei Sapecho und der neuen Straße von Entre Ríos dorthin nahm die Bedeutung aller an der alten Straße gelegenen Orte rapide ab (vgl. CUMAT 1987). Der Abschnitt Bella Vista–Santa Rosa wechselte von der Kategorie Nationalstraße in die Kategorie Nebenstrecke, die der nationale Straßendienst nur sporadisch repariert. Erschwerend hinzu kam der geologisch schwierige Untergrund; dies und die chronisch überladenen Lkw, die jede Straßendecke zerstören, führten dazu, daß die Straße nach Area I und III wochen- oder monatelang unpassierbar war. Die Situation besserte sich erst 1995/96, als die NRO OSCAR für den schwierigsten Abschnitt eine neue Trasse baute (s. Kap. 4.4.1).

In seinem Betrieb hat der Bauer nur eine Lagerhütte stehen, er wohnt mit seiner Frau und drei Kindern in Santa Rosa. Geboren ist er in der Stadt La Paz, hat 12 Jahre die Schule besucht, mit Abitur abgeschlossen, und eine zweijährige Ausbildung über Milchprodukte in Cuzco, Peru absolviert. Seit 1964 lebt er im Alto Beni und seit 1991 arbeitet er auf seiner jetzigen Siedlerstelle, vorher besaß er einen Betrieb in der Kolonie Oro Verde nordwestlich von Santa Rosa. Bauer A und seine Frau sind aktive Mitglieder der Kooperative Santa Rosa und der Zentrale El Ceibo.

### **4.2.2 Relief und Böden**

Die Kolonie Ocampo liegt in der Hügelzone der Serranía de Bella Vista. Der Betrieb von Bauer A befindet sich ca. 1,5 km südwestlich des Río Alto Beni. Die Grundfläche des DGM hat eine Kantenlänge von 1.050 x 550 m, das entspricht einer Fläche von 57,75 ha. Auf dieser Fläche wurden 1.451 Koordinatentripel eingemessen (s. Tab. 4.2). Als erstes Folgeprodukt des interpolierten DGM ist das 3D-Orthobild abgebildet (Abb. 4.1), welches anschaulich die Reliefsituation zeigt, bei Blickrichtung aus Nordost, Blickneigung von 35° und 2facher Überhöhung. Die Blickrichtung ist aus zweierlei Gründen so gewählt: zum einen ist die Betrachtung hangaufwärts die anschaulichste (nach

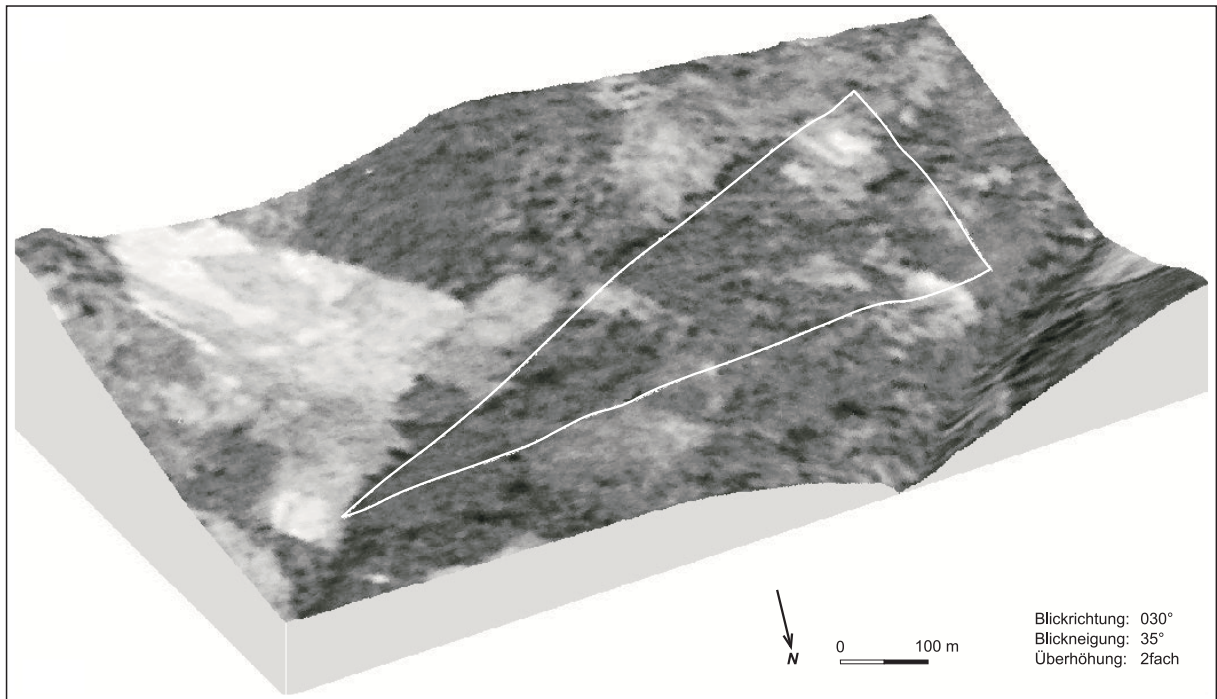
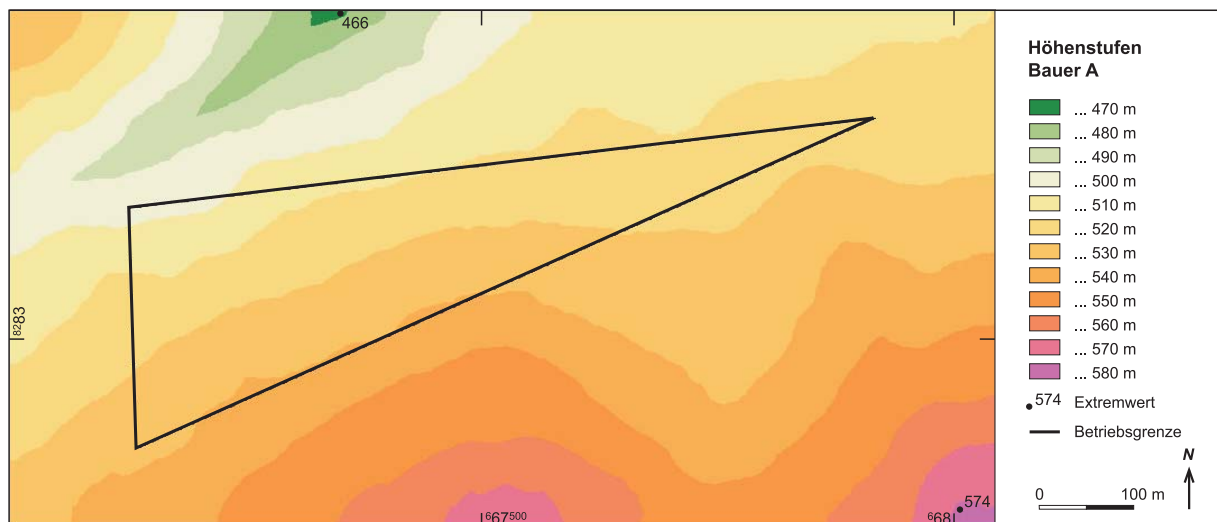


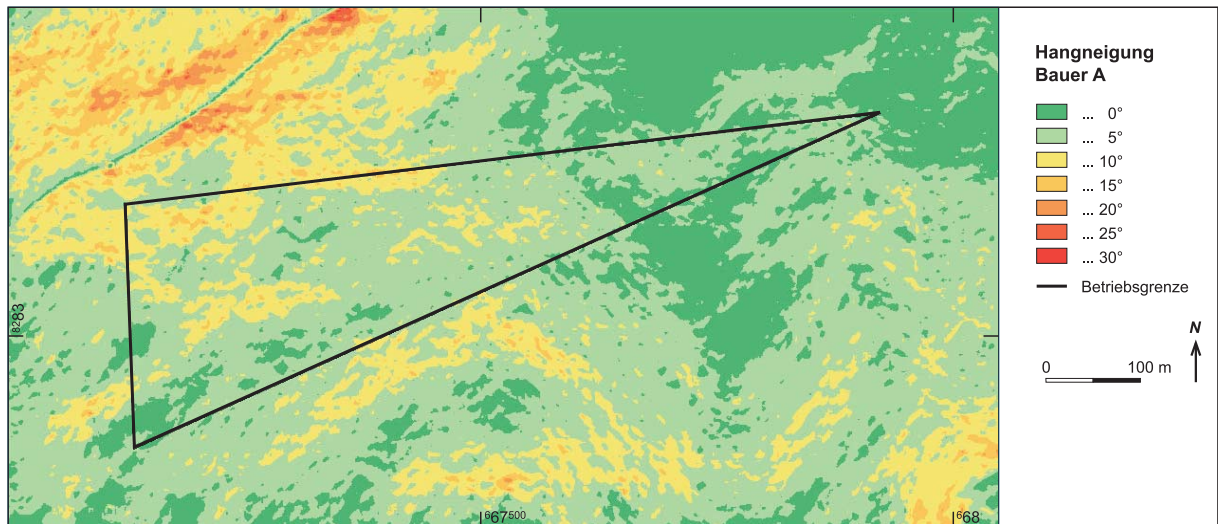
Abb. 4.1: 3D-Orthobild des Betriebs von Bauer A mit Umgebung (Betriebsgrenze weiß)

diesem Prinzip wird auch mit den anderen Geländemodellen verfahren), zum anderen lässt sich aus dieser Perspektive der Gegenhang des Betriebs von Bauer A in der Nordwestecke (rechte untere Ecke im Blockbild) gut einsehen, um einen optimalen Überblick über die Reliefsituation zu erhalten. Für die Blockbilder mit den Böden (Abb. 4.2) und der Landnutzung (Abb. 4.5) wurde bewusst ein Perspektivwechsel vorgenommen. Als Blickrichtung ist Nordwesten gewählt, um die im westlichen Teil liegenden, landwirtschaftlich genutzten Flächen in den Vordergrund zu stellen. Dieses Beispiel zeigt bildhaft die Möglichkeiten, die sich bei der Visualisierung unterschiedlicher Sachverhalte mit einem DGM bieten. Der höchste Punkt liegt mit 574 m in der Südostecke (linke obere Ecke im Blockbild), der tiefste Punkt in dem Kerbtal des Arroyo Ocampo im Norden, der auf 466 m das

Karte 4.1: Höhenstufen des Betriebs von Bauer A mit Umgebung (Maßstab 1 : 8.000)



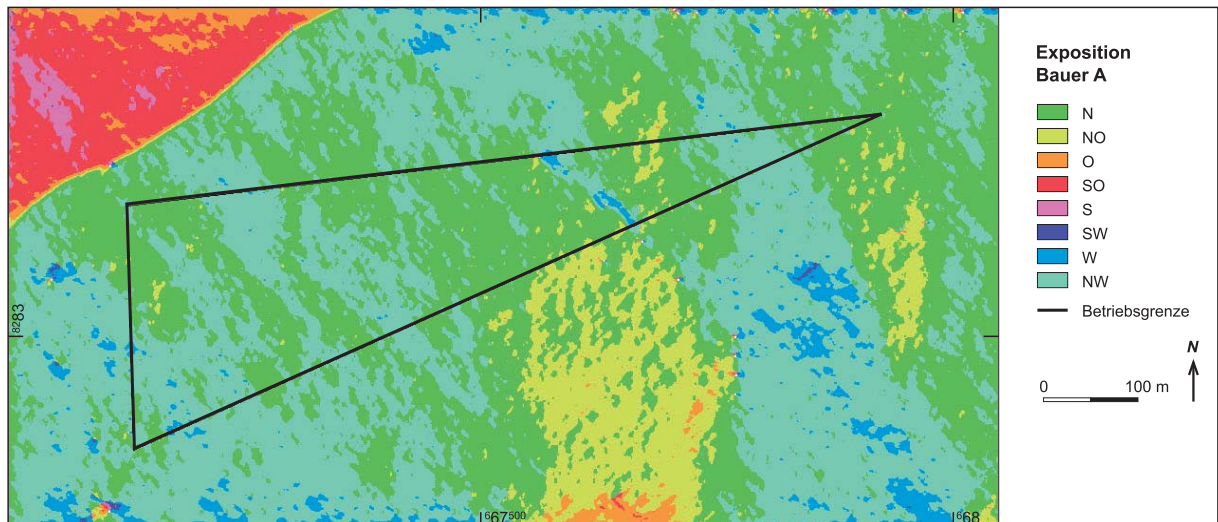
Karte 4.2: Hangneigung des Betriebs von Bauer A mit Umgebung (Maßstab 1 : 8.000)



Gebiet verläßt, um nach Nordosten dem Río Alto Beni zuzufließen. Auf dem letzten Kilometer überwindet er dabei eine Höhendistanz von 100 m vom unteren Rand des Blockbildes bis zur Talsohle des Flusses auf unter 370 m NN. Das auf dem Mittelhang gelegene Grundstück verläuft nahezu isohypsenparallel in Höhen zwischen 495 und 530 m NN (s. Karte 4.1).

Die Hangneigungskarte (Karte 4.2) zeigt, daß im gesamten DGM-Bereich mittel geneigte Lagen zwischen 5 und 10° dominieren. Neigungen < 5° finden sich in einem Muldentälchen im Osten sowie auf der Hangverflachung im Nordosten. Die Hangverflachung wird ihrerseits im Norden durch den Prallhang des Río Alto Beni und das Kerbtal des Arroyo Ocampo begrenzt. Stark geneigte bis steile Hangwinkel von 10 bis 25° weisen die Hänge des Kerbtals im Nordwesten auf. Die Hangneigung auf dem größten Teil des Grundstücks liegt zwischen 5 und 10°. Stärker geneigte Bereiche mit 10 bis 20° Neigung finden sich vorwiegend im Nordwesten, am Rande des vom Arroyo Ocampo geformten Kerbtals.

Karte 4.3: Exposition des Betriebs von Bauer A mit Umgebung (Maßstab 1 : 8.000)





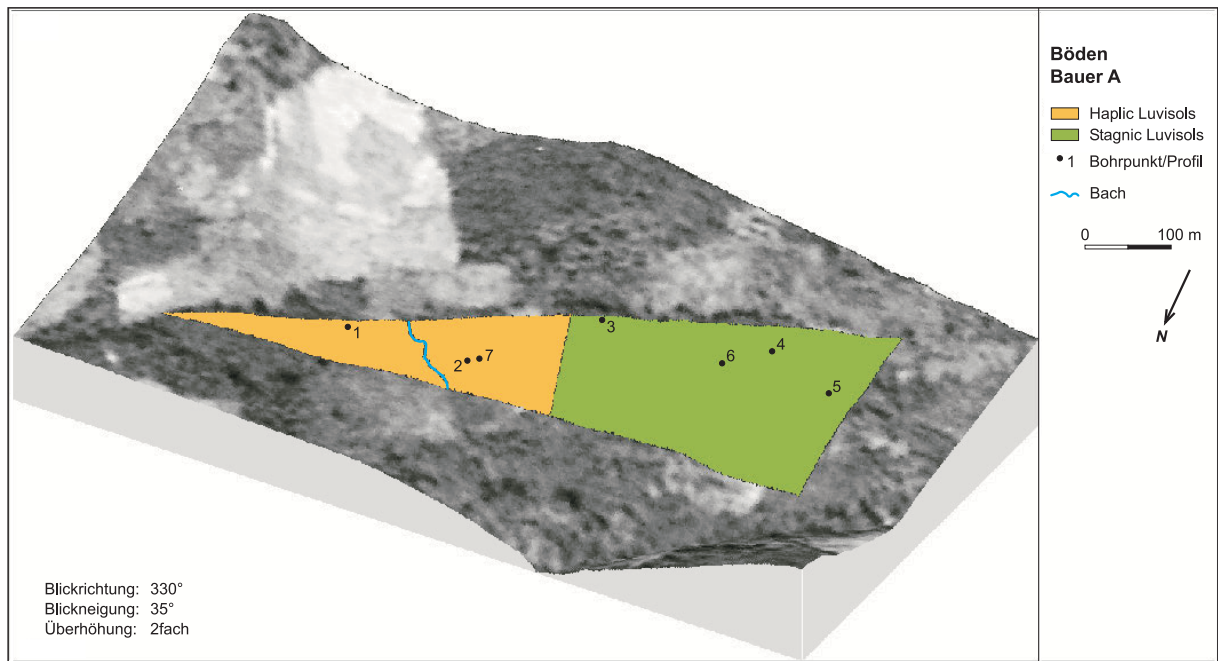


Abb. 4.2: Böden des Betriebs von Bauer A, projiziert auf das 3D-Orthobild

Die Expositionskarte (Karte 4.3) zeigt für den gesamten Hang vorherrschende NW-, N- bis NO-Expositionen, nur der Gegenhang des Arroyo Ocampo ist SO-exponiert. Eine Statistik der Höhen, Expositionen und Hangwinkel des DGM findet sich in der Tabelle A.2 im Anhang. Die Statistik bezieht sich auf die gesamte Fläche, um Informationen über den in seine Reliefsituation eingebundenen Betrieb bereitzustellen. Die technisch ebenfalls mögliche numerische Auswertung des Betriebs als Inselfläche ist aus den obengenannten Gründen nicht vorgenommen worden.

Den geologischen Untergrund dieses Mittelhangs bilden in situ verwitterte, tertiäre Sand- und Tonsteine. In den auf tertiären Sedimentgesteinen entwickelten Böden im Alto Beni finden sich häufig Fein-, Mittel- und Grobgrus des Anstehenden im Unterboden, der sich meist mit den Fingern zerkleinern lässt (s. Profilbeschreibungen im Anhang und ELBERS 1997). Im Unterboden des Profils A6 gibt es neben dem autochthonen Grus sehr geringe Mengen allochthonen Kiesel aus harten, resistenten Sandsteinen. Dessen Herkunft kann nur alluvial sein und lässt auf Terrassensedimente schließen.

In dem Betrieb von Bauer A findet sich die Bodeneinheit der Luvisols in zwei Varianten, im westlichen Teil Stagnic Luvisols auf etwa 6,7 ha und im östlichen Teil Haplic Luvisols auf etwa 3,3 ha (s. Abb. 4.2). Aufgrund ihres geringen Verwitterungsgrades ist diese Bodeneinheit kein Leitboden der humiden Tropen. Luvisols (lat. *luere* = auswaschen) sind gering bis mäßig ausgewaschene, in der Regel fruchtbare Böden mit einem Tonanreicherungshorizont (argic B-Horizont nach FAO-Klassifikation 1988, s. Tab. 4.3), typisch für die humiden gemäßigten Breiten. In den niederen Breiten kommen Luvisols größtenteils auf jüngeren Landoberflächen und in weniger stark verwittertem Substrat vor. Das Kürzel *stagnic* kennzeichnet die stauwasserbeeinflusste Variante und *haplic* eine Bodeneinheit mit der einfachsten Horizontfolge (s. SCHMIDT-LORENZ 1986, DRIESSEN & DUDAL 1991:255ff.).

Das Profil A6 (Abb. 4.3) befindet sich auf dem mit 8° geneigten, gestreckten Mittelhang am Rande eines Grabens in einer 4jährigen Kakao-pflanzung mit Kudzu (*Pueraria phaseoloides*) als Bodenbedecker (Abb. 4.6). Es besitzt eine O-Ah-E-Btg-Bwg-Horizontierung. Der 3 cm mächtige Auflagehorizont hat sich durch die starke Streubildung des Kudzus entwickelt (vgl. SÁNCHEZ 1981, ROBISON 1995). Der Ah-Horizont besteht aus dunkelbraunem Lehm, der E-Horizont aus hellbraunem Lehm. An der Untergrenze des Eluvialhorizonts vollzieht sich ein abrupter Texturwechsel zu einem hell rötlich-braunen Ton mit einer Tonzunahme von 20,0 auf 46,7 %. Die effektive Lagerungsdichte steigt von mittel auf sehr dicht. Der Btg- und Bwg-Horizont weist die für Pseudovergleyung charakteristische Fleckung auf infolge des Wechsels von Reduktion und Oxidation. Die effektive Bodentiefe und die Durchwurzelbarkeit sind mit > 165 cm sehr tief, allerdings ist die Durchwurzelungsintensität im Unterboden schwach.

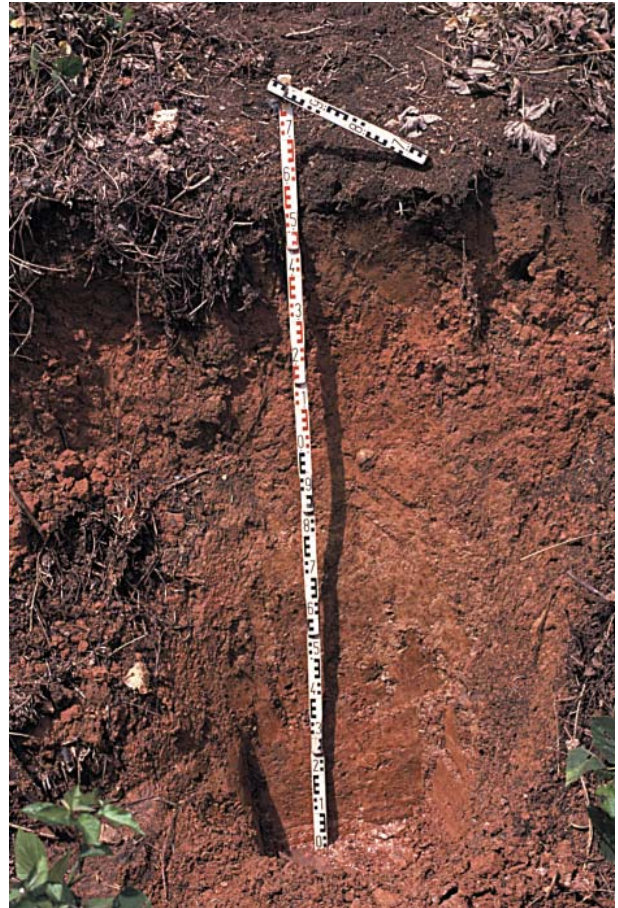


Abb. 4.3: Bodenprofil A6: Stagnic Luvisol. Aufnahme J. Elbers am 30.1.1996.

Die Bodenreaktion ist mäßig sauer, nur der Ah-Horizont ist schwach sauer mit einem pH-Wert von 6,8. Der Ah ist mit 5,3 % stark humos, was den positiven Einfluß des Bodenbedeckers auf die organische Substanz zeigt. Der Gehalt an Gesamtstickstoff im Ah-Horizont ist hoch, in den unterliegenden Horizonten niedrig. Der Gehalt an austauschbarem Phosphor ist im gesamten Profil sehr niedrig. Der Boden besitzt eine mittlere (Ah, Btg) bis niedrige (E, Bwg) Kationenaustauschkapazität (AK) und eine sehr hohe Basensättigung (BS), dies entspricht in den oberen Horizonten dem Silikat-Pufferbereich und geht im Bwg-Horizont in den Austauscher-Pufferbereich über. Die AK der Tonfraktion im Bt liegt mit 27 mval nur geringfügig oberhalb des Grenzwertes von 24 mval, der die Luvisols und Lixisols voneinander trennt (s. Tab. 4.3). Dies ist bei der Klassifikation des Bo-

Tab. 4.3: Differenzierung von vier Bodeneinheiten der FAO-Klassifikation (1988) mit diagnostischem argic B-Horizont

Bodeneinheit	AK <sub>eff</sub> * mval/100 g Ton	BS** %	Charakteristische Klimazone
Luvisols	≥ 24	≥ 50	humide gemäßigte Breiten
Lixisols	< 24	≥ 50	humide Tropen und Subtropen
Alisols	≥ 24	< 50	humide Tropen und Subtropen
Acrisols	< 24	< 50	humide Tropen und Subtropen

\* AK<sub>eff</sub> = effektive Kationenaustauschkapazität

\*\* BS = Basensättigung





Abb. 4.4: Bodenprofil A7: Haplic Luvisol. Aufnahme J. Elbers am 30.1.1996.

dens als Stagnic Luvisol zu bedenken angesichts der möglichen Fehler bei den Laboranalysen (s. Zuverlässigkeit der Laboranalysen in Kap. 2.3).

Das Profil A7 (Abb. 4.4) liegt 280 m nordöstlich des Profils A6 auf demselben gestreckten, nordexponierten Mittelhang bei einer Neigung von 11°. Es befindet sich in einer 9jährigen Kakaopflanzung mit Schattenbäumen, Bananen sowie Kudzu als Bodenbedecker (Abb. 4.7). Das Profil besitzt eine O-Ah-E-Bt-Horizontierung. Der 3 cm mächtige Auflagehorizont aus Laubstreu und Ästen der Kakaobäume in Zersetzung ist charakteristisch für eine produzierende Kakaoparzelle. Den Ah- und E-Horizont bilden bräunlichschwarzer bzw. dunkelbrauner schluffig-toniger Lehm, der Bt-Horizont besteht aus hellbraunem, schluffigen Ton. Die effektive Lagerungsdichte reicht von mittel im

Ah bis sehr dicht im Bt. Effektive Bodentiefe und Durchwurzelbarkeit sind mit > 165 cm sehr tief, allerdings ist die Durchwurzelung im Unterboden schwach.

Die Bodenreaktion ist schwach sauer im Oberboden und mäßig sauer im Bt. Der 12 cm mächtige Ah ist mit 10,6 % sehr stark humos, hier dokumentiert sich der hohe Eintrag organischen Zersetzungsmaterials aus der Laubstreu der Kakaobäume und dem Mulchen mit den Fruchtschalen nach der Ernte. Der Gehalt an Gesamtstickstoff im Ah-Horizont ist sehr hoch, in den unterliegenden Horizonten niedrig. Der Gehalt an austauschbarem Phosphor ist niedrig im Ah und sehr niedrig im E und Bt. Der Boden besitzt eine hohe (Ah) bis mittlere (E, Bt) Kationenaustauschkapazität und eine sehr hohe Basensättigung. Der Ah läßt sich dem Calcium-Carbonat-Pufferbereich zuordnen und der Rest des Bodens dem Silikat-Pufferbereich. Die AK der Tonfraktion im Bt liegt mit 44 mval deutlich oberhalb des Grenzwertes von 24 mval, d.h. es handelt sich um einen typischen Vertreter eines Haplic Luvisols.

Die zwei Varianten der Luvisols in dem Betrieb von Bauer A zeigen eindrucksvoll einen kleinräumigen Wandel der Bodenverhältnisse. Beide Profile liegen auf demselben Reliefelement, einem Mittelhang in der Hügelzone der Serranía de Bella Vista, und beide haben im Unterboden die gleichen hohen Tongehalte von 46 %. Bei A6 ist die Lessivierung viel weiter fortgeschritten als bei A7 (11 zu 40 % Ton im Ah) und die Anzahl der Austauschungen deutlich niedriger. Die Hydromorphierung von A6 könnte ihre Ursache in der stärkeren Tonverlagerung, in lithologischen Diskontinuitäten oder in



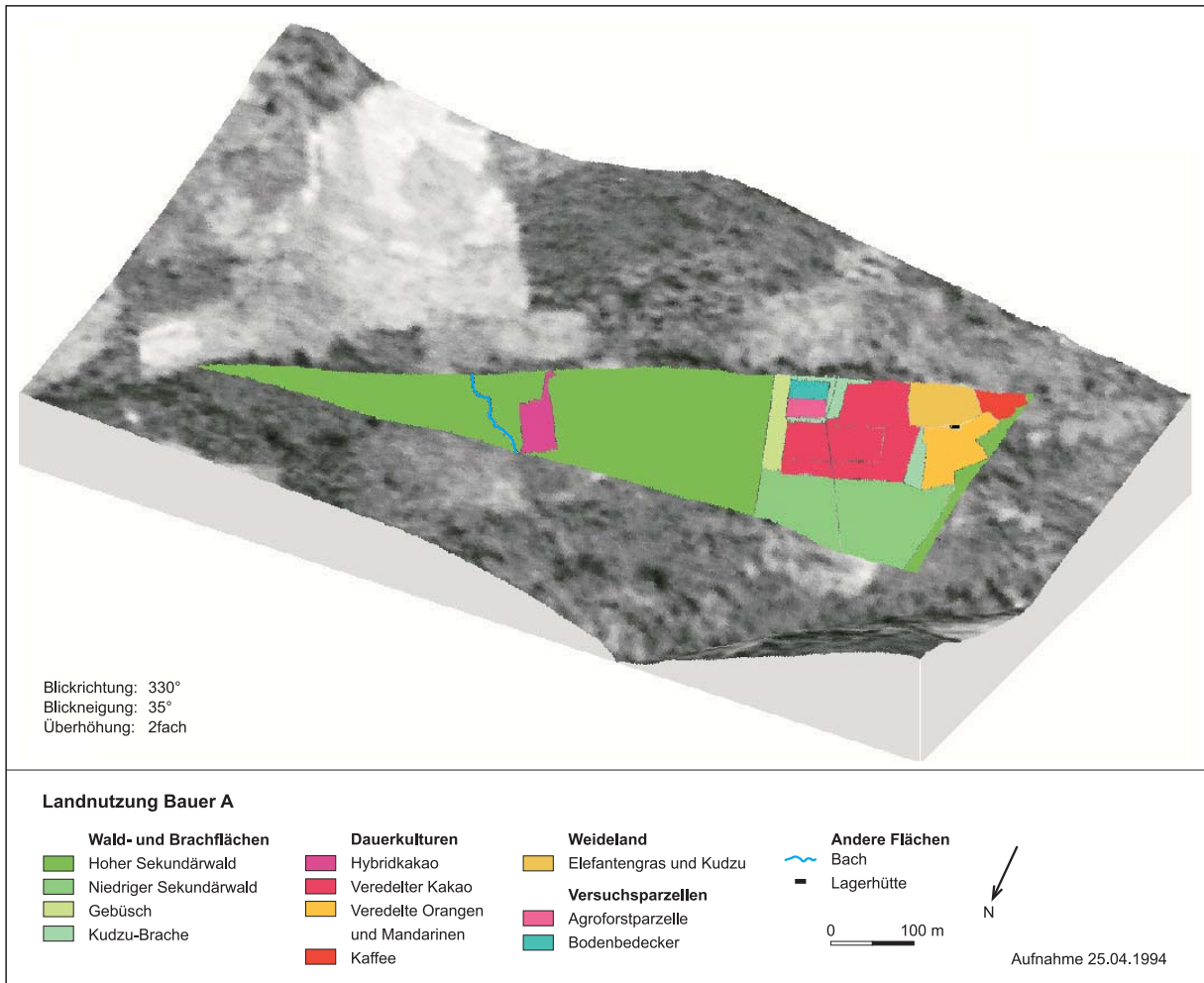


Abb. 4.5: Landnutzung des Betriebs von Bauer A, projiziert auf das 3D-Orthobild

anderen geogenetischen Prozessen haben (vgl. DUDAL 1973, DRIESSEN & DUDAL 1991:267ff.). Bei A6 wirkt sich der Prozeß der Hydromorphierung negativ auf die Bodenfruchtbarkeit aus, dennoch handelt es sich generell um fruchtbare Böden mit hohen Mineralreserven.

#### 4.2.3 Landnutzung und Produktion

Das Blockbild mit der Landnutzung (Abb. 4.5) zeigt einige charakteristische Züge, die für viele Siedlerstellen im Kolonisationsgebiet Alto Beni gelten. Auf den ersten Blick fällt der hohe Anteil an Wald- und Brachflächen auf (s. Tab. 4.4). Mehr als die Hälfte des Betriebs ist mit hohem Sekundärwald (*barbecho alto*) bestanden. Das sind Flächen, die seit mindestens fünf bis sieben Jahren nicht mehr landwirtschaftlich genutzt wurden. Hinzu kommen 1,5 ha niedriger Sekundärwald (*barbecho bajo*), jünger als fünf Jahre, sowie je 1/4 ha Gebüsch (regional *chume*), nachwachsender Sekundärwald, jünger als zwei Jahre, und Kudzu-Brache.

Die Kudzu-Brache ist eine künstliche Brachhaltung, die neben der natürlichen Brache im Alto Beni angewendet wird (vgl. ANDREAE 1983:162ff.). Kudzu ist eine sehr aggressive, rankende Leguminose mit kriechendem Wuchs, die in kürzester Zeit andere Pflanzen überwuchert und ein geschlossenes, flächendeckendes Blätterdach bildet. Durch die Stickstoff-Fixierung und die starke Streubildung kommt es zu einer raschen Bodenverbesserung (s. FRANKE 1995:83ff., MONTAGNINI et al. 1992:180, ROBISON 1995). Der Kudzu wird nach der Reisernte ausgesät und die Fläche in der Regel nach drei Jahren wieder in Kultur genommen. Das aggressive Wachstum des Bodenbedeckers birgt einerseits Vorteile, andererseits jedoch den Nachteil, daß es sich nicht auf die Brachflächen beschränkt und die Pflanze an der Grenze zu benachbarten Parzellen regelmäßig zurückgeschnitten werden muß.

Tab. 4.4: Landnutzung in dem Betrieb von Bauer A (Aufnahme 25.4.1994)

Landnutzung	Fläche ha
<b>Wald- und Brachflächen</b>	<b>7,3</b>
Hoher Sekundärwald	5,35
Niedriger Sekundärwald	1,5
Gebüsch	0,2
Kudzu-Brache	0,25
<b>Dauerkulturen</b>	<b>2,1</b>
Hybridkakao	0,25
Veredelter Kakao	1,25
Veredelte Orangen und Mandarinen	0,45
Kaffee	0,15
<b>Weideland</b>	<b>0,4</b>
Elefantengras und Kudzu	0,4
<b>Versuchspartellen</b>	<b>0,2</b>
Agroforstparzelle	0,1
Bodenbedecker	0,1
$\Sigma$	<b>10</b>

Insgesamt liegen drei Viertel des Betriebs brach; anhand der jüngeren Brachflächen läßt sich rekonstruieren, wo der Bauer in den letzten Jahren Reis angebaut hat. Auf der gesamten Siedlerstelle gibt es keinen Primärwald mehr, das ist charakteristisch für dieses Anfang der 1960er Jahre kolonisierte Gebiet. Die Anbauflächen zeichnen sich durch kleinteilige, relativ unregelmäßige Formen aus, ein Indiz für den traditionellen technologischen Stand einer auf Handarbeit basierenden Landwirtschaft.



Abb. 4.6: Kakaopflanzung mit 4jährigen veredelten Pflanzen, Parzelle mit dem Bodenbedecker Kudzu, Motacú-Palmen und Caliandra als Schattenbäumen sowie einer Jungpflanze des Edelholzes Mara im Zentrum. Aufnahme J. Elbers am 30.1.1996.





Abb. 4.7: Kakaopflanzung mit 9jährigen Hybriden, im Vordergrund der Bodenbedecker Kudzu, am rechten Bildrand das Bodenprofil A7. Aufnahme J. Elbers am 30.1.1996.

Die von Bauer A angepflanzten Dauerkulturen konzentrieren sich im südwestlichen Teil des Betriebs (Abb. 4.6). Er hat diese Flächen ausgewählt, da sie am nächsten zum Fahrweg der Kolonie liegen, wohin er alle Produkte über den Fußpfad transportieren muß. Zudem ist die Hangneigung geringer als im ebenfalls verkehrsgünstig gelegenen Nordwesten. Lediglich der vom Vorbesitzer gepflanzte Hybridkakaο befindet sich im hinteren, östlichen Teil (Abb. 4.7). Die seit 1991 angepflanzten Marktfrüchte sind veredelter Kakaο, veredelte Orangen und Mandarinen, sowie Kaffee. Die Dauerkulturen bedecken insgesamt 2 ha, hinzu kommen eine kleine Weidefläche mit Elefantengras (*Pennisetum purpureum*) und Kudzu, sowie zwei kleine Versuchspartzen, die der Bauer gemeinsam mit dem PIAF angelegt hat.

Vergleicht man die Blockbilder der Böden (Abb. 4.2) und der Landnutzung (Abb. 4.5), fällt es auf, daß sich alle Neupflanzungen mit Marktfrüchten im Bereich der stauwasserbeeinflussten Stagnic Luvisols befinden. Die wegen der Nähe zum Fahrweg gewählten Flächen sind aufgrund ihrer bodenphysikalischen Eigenschaften die für den Anbau am wenigsten geeigneten. Kakaο, Zitrus und Kaffee benötigen tiefgründige, gut dränierte und luftdurchlässige Böden bei guter Wasserversorgung (s. FRANKE 1994a, b, REHM & ESPIG 1996). Die mit guten bodenchemischen Eigenschaften ausgestatteten Haplic Luvisols im östlichen Teil wären ein geeigneter Standort für Zitrus und Kaffee mit ihren hohen Nährstoffansprüchen.

Die Produktionsdaten und die Einnahmen von 1995 spiegeln die Situation der Landnutzung wider (Tab. 4.5). Der Schwerpunkt des Anbaus liegt auf Dauerkulturen; von den 2 ha produzieren bisher nur 20 %, die Folge sind extrem niedrige Einnahmen. Von den Neupflanzungen seit 1991 hat nur der Kaffee die Produktion aufgenommen. Der Ertrag der ersten Ernte 1995 in Marktkaffee lag mit

Tab. 4.5: Produktion und Einnahmen der Marktfrüchte für den Betrieb von Bauer A 1995

Sparte	Produktion	Eigenbedarf	Verkauf	Ertrag ha	Arbeitstage (B/F/T)*	Einnahme Bolivianos <sup>4</sup>
Hybridkakao, biologisch	54,8 kg	-	54,8 kg	4,5 Ztr.	27 (15/12/0)	207
Veredelter Kakao	-	-	-	-	53,5 (7,5/17/9)	-
Zitrusfrüchte	-	-	-	-	12 (7/4/1)	-
Kaffee	92,5 kg	-	92,5 kg	12 Ztr.	14,5 (5,5/9/0)	427
Reis	10 Ztr.	5 Ztr.	5 Ztr.	20 Ztr.	k. A.	550
Σ					107 (55/42/10)	1.184

\* B = Bauer, F = Familienangehörige, T = Tagelöhner

umgerechnet 12 Ztr./ha niedrig, mit vollem Ertrag ist erst nach 6 bis 8 Jahren zu rechnen. Die Kultivierung des Kaffees erforderte 14,5 Arbeitstage, die Pflege der neuen Kakao- und Zitrusparzellen 65,5 Arbeitstage.

Die Erträge der etwa 10 Jahre alten, 1/4 ha großen Hybridkakaoparzelle liegen mit 4,5 Zentnern trockene Bohnen pro ha sehr niedrig bei einem Einsatz von 27 Arbeitstagen (für Ertragsdaten der Kulturpflanzen vergleiche FRANKE 1994a, b, REHM & ESPIG 1996). Es ist eine für biologischen Kakaoanbau zertifizierte Parzelle, deren Pflegeaufwand den ohnehin hohen Arbeitskräfteeinsatz in normalen Pflanzungen noch übertrifft. Die wichtigste monetäre Einnahmequelle 1995 und zugleich die Grundlage der Selbstversorgung bildet der Reis, der Ertrag pro ha beläuft sich auf 20 Zentner. Für den Eigenbedarf hat der Bauer Mais in Mischkultur mit dem Reis angebaut sowie kleinflächig Maniok, Bohnen, Taro und Gemüse.

## 4.3 Fallstudie 2: Betrieb des Bauern B, Kolonie San Pedro

### 4.3.1 Lage und allgemeine Informationen

Die Siedlerstelle des Bauern B befindet sich in der 1962/63 gegründeten Kolonie San Pedro, etwa 1 km nördlich von Sapecho gelegen in Area II, im Kanton Palos Blancos der Provinz Sud Yungas. Sie gehört zu einem der fünf ersten Siedlungskerne des staatlichen Kolonisationsprogramms, dem ehemaligen Siedlungskern Nr. 5 mit dem Zentrum Sapecho (s. Abb. 3.13). Der Betrieb hat Anschluß an einen Fahrweg und liegt nur etwa 100 m nördlich der Hauptverkehrsstraße von La Paz in das Departamento Beni. Die Größe des Grundstücks beträgt 13 ha, es besitzt die klassische rechteckige und langgezogene Parzellenform des Kolonisationsgebietes.

Der Ort Sapecho ist mit seinen 650 Einwohnern das wichtigste Mittelzentrum im Alto Beni (s. CUMAT 1987). Die zentralörtliche Lage erhöhte sich mit der 1980 eingeweihten Brücke über den Río Alto Beni und mit dem 1987 fertiggestellten neuen Abschnitt der Nationalstraße ins

<sup>4</sup> Der Boliviano, die bolivianische Währung, orientiert sich wie alle lateinamerikanischen Währungen am US-Dollar. Für den Untersuchungszeitraum lag der mittlere Wechselkurs des Boliviano zur DM etwa bei 3:1, allerdings entspricht bei der Kaufkraft für Güter des täglichen Bedarfs ein Boliviano in etwa einer DM.

Departamento Beni, die von Sapecho in nordöstlicher Richtung zur Paßhöhe der Serranía de Marimonos verläuft und die alte Streckenführung über Palos Blancos ersetzt hat.

Auf seiner Siedlerstelle besitzt der Bauer nur eine Lagerhütte, er wohnt mit seiner Frau und sechs Kindern in Sapecho. Geboren ist er auf dem Altiplano, in Aymama im Departamento Oruro, wo er noch ein Grundstück besitzt. Als Kind konnte der Bauer keine Schule besuchen, später hat er in Sapecho bei CETHA, einer NRO für Erwachsenenbildung, die Grundbildung nachgeholt. Seit 1970 lebt er im Alto Beni und arbeitet in seinem Betrieb in der Kolonie San Pedro. Bauer B ist aktives Mitglied der Kooperative Sapecho und der Zentrale El Ceibo.

### 4.3.2 Relief und Böden

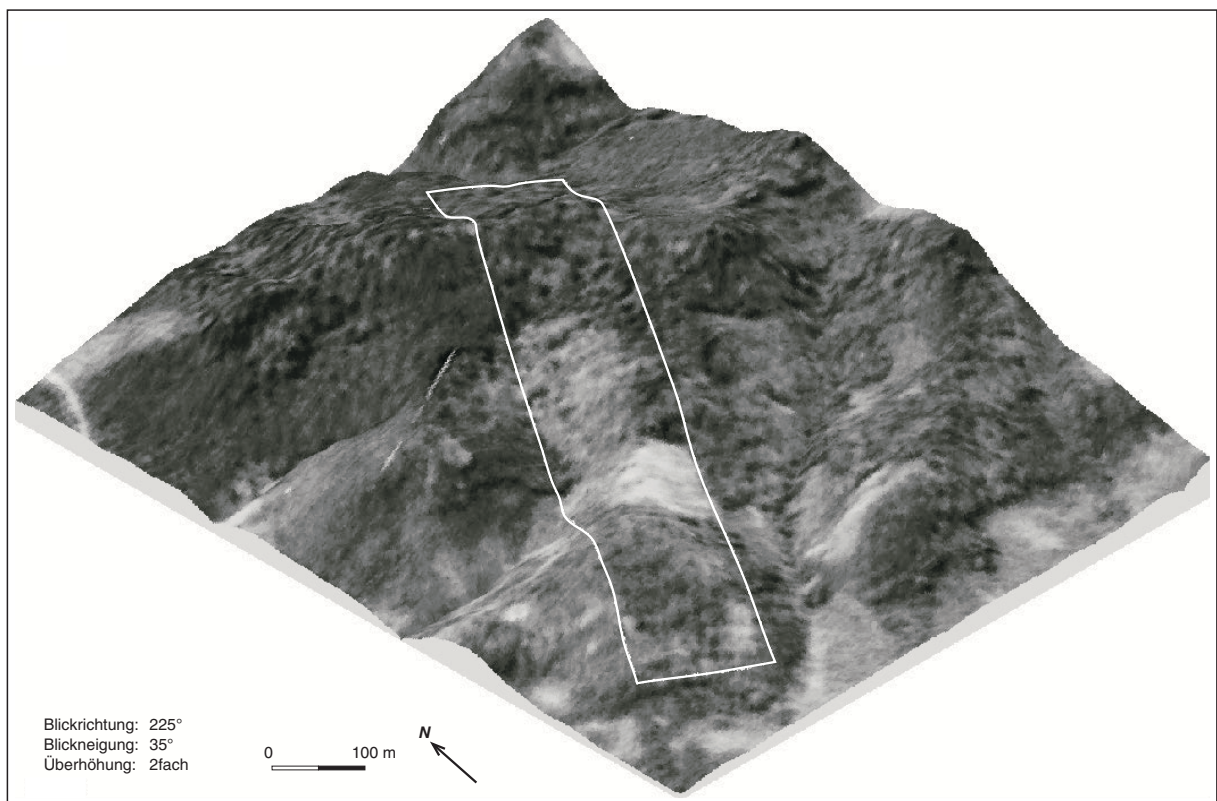
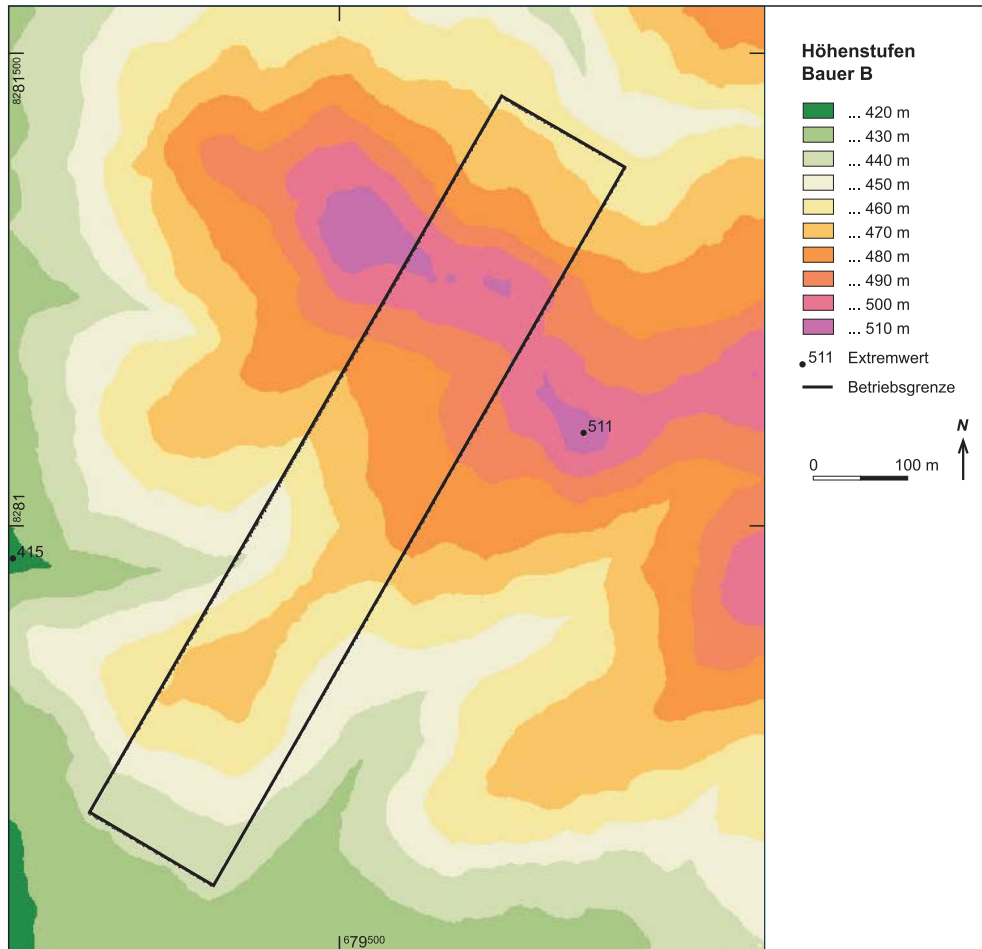


Abb. 4.8: 3D-Orthobild des Betriebs von Bauer B mit Umgebung (Betriebsgrenze weiß)

Die Kolonie San Pedro liegt in der Hügellzone der Serranía de Marimonos. Der Betrieb von Bauer B grenzt an die südlich anschließende Talebene des Río Alto Beni, die bei Sapecho drei Kilometer breit ist. Die Grundfläche des DGM hat eine Kantenlänge von 800 x 1.000 m, das entspricht einer Fläche von 80 ha. Auf dieser Fläche wurden 2.147 Koordinatentripel eingemessen (s. Tab. 4.2). Das 3D-Orthobild zeigt die Reliefsituation bei Blickrichtung aus Südwest, Blickneigung von 35° und 2facher Überhöhung (Abb. 4.8). Die Blickrichtung ist so gewählt, um die landwirtschaftlich genutzten Flächen gut zu erkennen und die 2fache Überhöhung ermöglicht es, den gesamten Betrieb einzusehen.



Karte 4.4: Höhenstufen des Betriebs von Bauer B mit Umgebung (Maßstab 1 : 8.000)

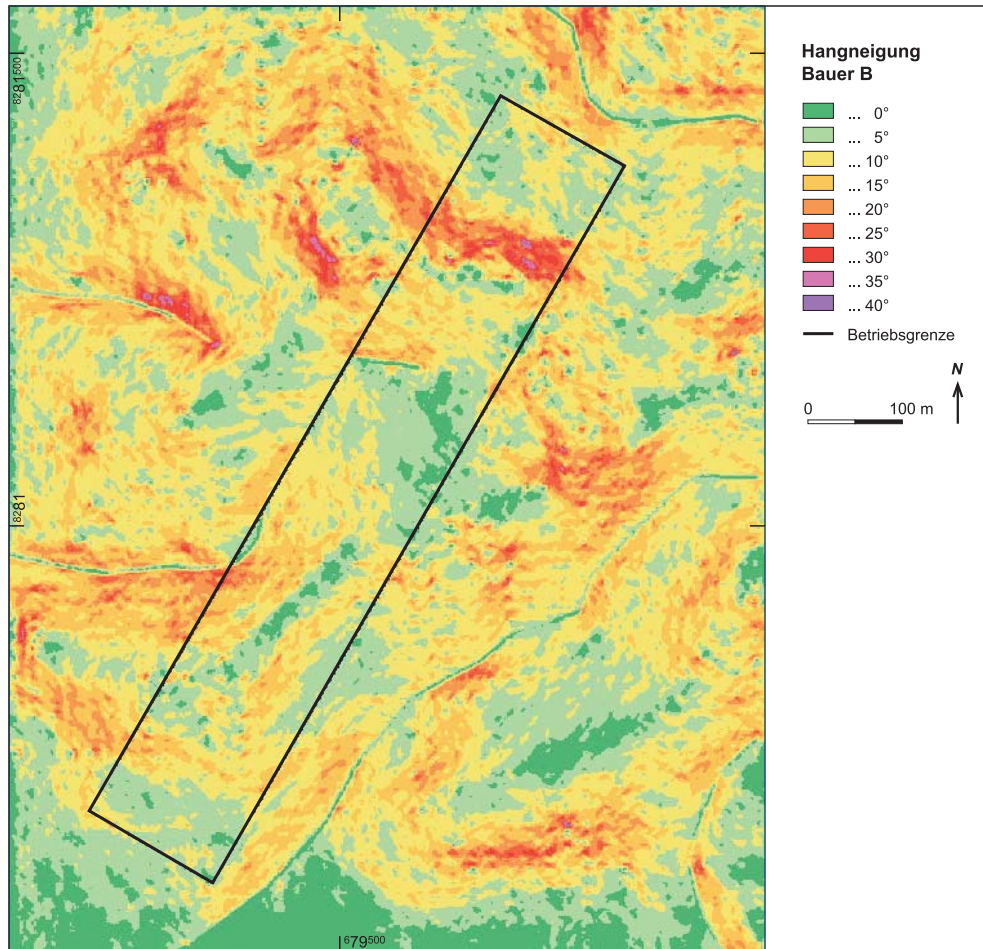


Eine 3fache Überhöhung würde das ausgeprägte Rücken- und Kerbtalrelief noch deutlicher herausstellen, allerdings wäre ein Teil der auf der Nordseite des höchsten Rückens liegenden Flächen dann verdeckt (Karte 4.4). 3D-Orthobild und Höhenstufenkarte zeigen ein kleinteiliges Relief, untergliedert durch den west-ost verlaufenden Hauptrücken, mehrere Sporne und steile Kerbtäler. Im Süden zeichnet die 430m-Isohypse in etwa die Grenze zur Talebene nach, im Westen begrenzt sie das Tal des Arroyo 16 de Julio.

Der höchste Punkt liegt mit 510 m auf dem Hauptrücken östlich des Betriebs und der tiefste Punkt mit 415 m im Tal des Arroyo 16 de Julio. Das südwest-nordost ausgerichtete Grundstück folgt einem schmalen, steilen Sporn, der von zwei Kerbtälern begrenzt ist, im Süden in die Talebene mündet und im Norden in den Hauptrücken übergeht. Es zieht sich über den Hauptrücken und fällt im Norden steil in das nächste Kerbtal ab (Karte 4.4). Die Hangneigungskarte (Karte 4.5) spiegelt die hohe Reliefenergie wider, es dominieren mittel und stark geneigte Hänge zwischen 5 und 15°. Die Flachlagen (< 5°) konzentrieren sich vor allem auf die alte Flußterrasse im Süden und einige Hangverflachungen auf den Rücken. Sehr stark geneigte bis sehr steile Hanglagen kommen in den Oberhangbereichen sowie an den Hängen der stark eingetieften Kerbtäler vor, sie machen fast 20 % der Gesamtfläche aus (s. numerische Auswertung des DGM in der Tab. A.3).



Karte 4.5: Hangneigung des Betriebs von Bauer B mit Umgebung (Maßstab 1 : 8.000)

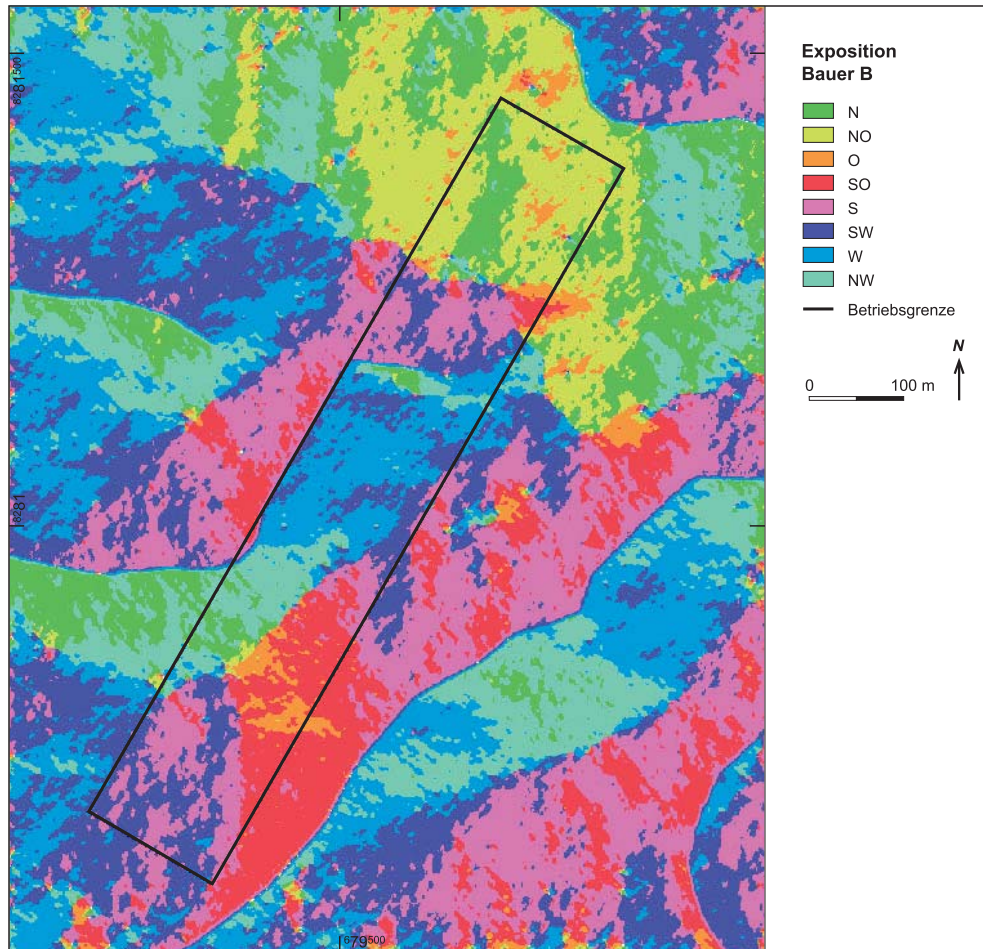


Die Expositionskarte (Karte 4.6) visualisiert anschaulich das kleinteilige Rücken- und Kerbtalrelief, bis auf die O-Exposition sind alle Expositionen mit deutlichen Anteilen vertreten (s. Tab. A.3). Der Vergleich mit der Expositionskarte des Betriebs von Bauer A (Karte 4.3) zeigt die unterschiedliche Formung zweier Flächen in ähnlicher Reliefposition, die beide auf etwa demselben Höhenniveau liegen an der Grenze der Hügelzone zur Talebene.

Den geologischen Untergrund auf dem Grundstück bilden in situ verwitterte, tertiäre Sand- und Tonsteine, häufig mit Fein-, Mittel- und Grobgrus des Anstehenden im Unterboden. Im E-Horizont des Profils B10 finden sich sehr geringe Mengen allochthonen Kieses aus harten, resistenten Sandsteinen. Im Bereich des Bohrpunktes B7 sind in einem etwa 100 m langen Streifen parallel zur Grundstücksgrenze alte Terrassensedimente des Río Alto Beni aufgeschlossen. Die Obergrenze des Vorkommens dieser Terrassenreste liegt etwa auf der 450m-Isohypse.

In dem Betrieb befinden sich zwei aktive Rutschungen, beide an dem kleinen Bach gelegen, der den südwestlichen Teil entwässert. Die große Rutschung (ca. 0,45 ha) befindet sich im Bereich der Quellmulde in einer Parzelle mit Kochbananen an der Grenze Primärwald/Kakao, die kleine (ca. 0,15 ha) in der Kakaopflanzung 200 m bachabwärts. Die Rodung der Fläche und der Anbau von

Karte 4.6: Exposition des Betriebs von Bauer B mit Umgebung (Maßstab 1 : 8.000)



Kochbananen, verknüpft mit den natürlichen Faktoren steile Hanglage, toniger Boden (s. Profil B10), Untergrund mit Tonstein-/Sandsteinwechsellagerung und Quellmulde, hat die große Rutschung verursacht, obwohl der gesamte Oberhang mit Primärwald bestanden ist. Dieses Areal ist ein gutes Beispiel dafür, wie der Mensch durch seine Eingriffe die hohe natürliche Erosionsneigung und die aktive Formung der Region beschleunigt. Am Ostrand der großen Rutschung, in der Nähe des Profils B10, ist an der Abrißkante in einer Tiefe von 3 m kalkhaltiger Sandstein aufgeschlossen und am Bohrpunkt B8 auf dem Oberhang des Hauptrückens finden sich in einer Tiefe > 78 cm Kalkkonkretionen im Bt-Horizont.

Die Böden in dem Betrieb von Bauer B sind Haplic Lixisols im nördlichen Teil auf etwa 6,6 ha und Haplic Acrisols im südlichen Teil auf etwa 6,4 ha (s. Abb. 4.9). Lixisols und Acrisols sind charakteristische Böden der feuchten Tropen und Subtropen. Lixisols (lat. *lixivia* = ausgewaschene Substanzen) sind stark verwitterte Böden mit einem Tonanreicherungshorizont (argic B-Horizont, s. Tab. 4.3) und geringen Nährstoffreserven. Ihr Hauptvorkommen liegt in Monsun- und semiariden Gebieten. Lixisols werden weithin als polygenetische Böden bezeichnet, die ihre Eigenschaften an den Hauptstandorten unter einem feuchteren Klima in der Vergangenheit gebildet haben (DRIESSEN & DUDAL 1991:185ff., SCHMIDT-LORENZ 1986:79ff.). Diese Theorie wird durch das Vorkommen der



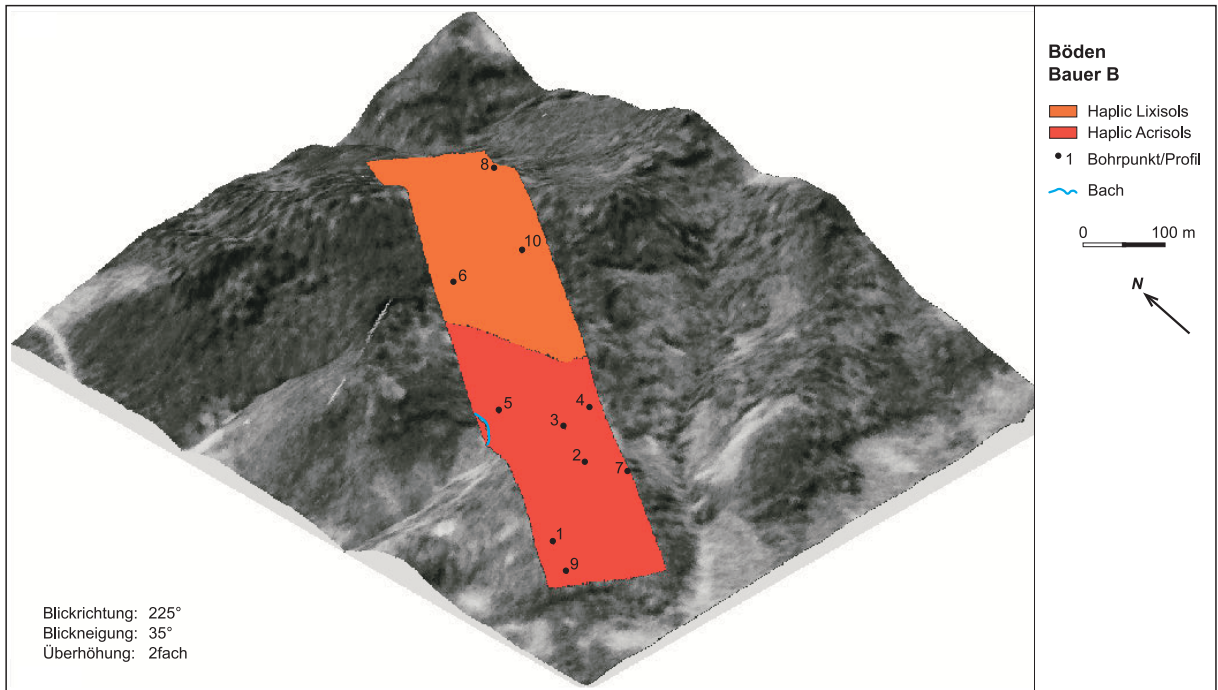


Abb. 4.9: Böden des Betriebs von Bauer B, projiziert auf das 3D-Orthobild

Lixisols im feuchttropischen Alto Beni unterstützt. Acrisols (lat. *acer* = stark sauer) sind stark ausgewaschene Böden mit Tonanreicherungshorizont und geringer Basensättigung. Ihr Hauptvorkommen liegt auf alten, tiefgründig verwitterten Landoberflächen mit feuchttropischem oder Monsunklima (DRIESSEN & DUDAL 1991:175ff., SCHMIDT-LORENZ 1986:83f.). Die Kürzel *haplic* kennzeichnen die Varianten mit der einfachsten Horizontfolge.

Das Profil B10 (Abb. 4.10) befindet sich am Ostrand der großen Rutschung auf dem mit 21° geneigten, gestreckten Oberhang des Hauptrückens, in einer 29jährigen Kakaoparzelle an der Grenze zum Primärwald. Es besitzt eine O-Ah-E-Bt-Horizontierung. Den 1 cm starken Auflagehorizont bilden Laubstreu des Kakao und anderer Pflanzen (s. Profilbeschreibung). Die drei mineralischen Horizonte bestehen aus Ton,



Abb. 4.10: Bodenprofil B10: Haplic Lixisol. Aufnahme J. Elbers am 30.3.1995.

dessen Farbe von bräunlichschwarz (Ah) über braun (E) zu hell rötlichbraun (Bt) wechselt. Die effektive Lagerungsdichte steigt von gering auf sehr dicht. Die effektive Bodentiefe und die Durchwurzelbarkeit sind mit > 215 cm sehr tief, bei einer mittleren Durchwurzelungsintensität im Unterboden.

Die Bodenreaktion reicht von schwach sauer im Ah-Horizont bis stark sauer im Bt-Horizont. Der Ah ist mit 9,5 % sehr stark humos, hier dokumentiert sich die starke Zulieferung organischen Materials in der Kakaoparzelle (vgl. Profil A7). Der Gehalt an Gesamtstickstoff im Ah-Horizont ist sehr hoch, in den unterliegenden Horizonten niedrig. Der Gehalt an austauschbarem Phosphor ist sehr niedrig und die Kationenaustauschkapazität mittel im gesamten Profil. Die Basensättigung ist im Oberboden sehr hoch, nimmt nach unten etwas ab, ist aber mit 79 % im Bt-Horizont immer noch hoch. Der Oberboden gehört zum Silikat-Pufferbereich und geht im Bt-Horizont in den Austausch-Pufferbereich über.



Abb. 4.11: Bodenprofil B9: Haplic Acrisol. Das Wasser in der Profilgrube stammt von einem regenzeitlichen Schauer, der nach dem Ausheben gefallen ist, Aufnahme J. Elbers am 30.3.1995.

Das Profil B9 (Abb. 4.11) liegt in der Südwestecke des Betriebs auf dem stark geneigten, konvexen Unterhang des Sporns. Es befindet sich in einer 29jährigen Kakaopflanzung mit Zitrusfrüchten, Schattenbäumen sowie den Bodenbedeckern Kudzu und Samtbohne (*Mucuna* sp., s. LÉON 1987:286). Das Profil besitzt eine O-Ah-E-Bt-Horizontierung mit einem 2 cm mächtigen Auflagehorizont aus Laubstreu von Kudzu, Samtbohne und Kakao in Zersetzung. Den Ah- und E-Horizont bilden brauner schluffiger Lehm, der Bt-Horizont besteht aus rötlichbraunem Ton. Die effektive Lagerungsdichte reicht von mittel im Ah bis sehr dicht im Bt. Die effektive Bodentiefe und die Durchwurzelbarkeit sind mit > 155 cm sehr tief, im Unterboden ist die Durchwurzelungsintensität schwach.

Die Bodenreaktion ist mäßig sauer im Oberboden und stark sauer im Bt. Der 9 cm mächtige Ah ist mit 2,8 % mittel humos, und damit deutlich weniger humos als in den Profilen A7 und B10 mit vergleichbarer Nutzung und Streuzufuhr.

Die saurere Bodenreaktion im Profil B9 hat einen negativen Einfluß auf Zusammensetzung und Aktivität der Mikroorganismen (s. FASSBENDER & BORNEMISZA 1987:45ff., FASSBENDER 1993:165ff.). Der Gehalt an Gesamtstickstoff im Ah-Horizont ist mittel, in den unterliegenden



Horizonten niedrig. Der Gehalt an austauschbarem Phosphor ist niedrig im E und sehr niedrig im Ah und Bt. Der Boden besitzt eine extrem niedrige Kationenaustauschkapazität; der Oberboden ist basenreich, der Bt-Horizont jedoch basenarm mit hoher Aluminiumsättigung. Die starke Abnahme der Basensättigung zum Unterboden ist das charakteristische Merkmal der Acrisols. Der Boden ist dem Austauscher-Pufferbereich zuzuordnen.

Die zwei in dem Betrieb von Bauer B vertretenen Bodeneinheiten Lixisols und Acrisols gehören zu den am stärksten verwitterten Böden, die im Alto Beni vorkommen (vgl. Tab. 3.1 und Tab. 4.14). Beide Profile sind gekennzeichnet durch einen sehr hohen Tongehalt von 60 % (B9) bzw. 65 % (B10) im Bt-Horizont, der zum größten Teil auf der in-situ-Verwitterung des Ausgangsgesteins beruht. Die Tonverlagerung im Oberboden ist bei B9 schon sehr weit fortgeschritten (15 % Ton im Ah), während B10 noch hohe Tongehalte besitzt und sich in einem pH-Bereich optimaler Tonmobilität befindet (vgl. DRIESSEN & DUDAL 1991, SCHMIDT-LORENZ 1986). Sowohl Acrisols als auch Lixisols sind durch hohe Tongehalte gekennzeichnet und besetzen auf dem Grundstück alle Hangpositionen. In der von ELBERS (1991) vorgenommenen Bodenstudie, deren Untersuchungsgebiet sich im Westen an die hier bearbeitete Fläche anschließt, handelt es sich bei den Acrisols meist um sandige Lehmböden, die auf den Rücken und Oberhängen vorkommen.

### 4.3.3 Landnutzung und Produktion

Das Blockbild mit der Landnutzung (Abb. 4.12) zeigt zwei große Unterschiede zu dem Betrieb des Bauern A (Abb. 4.5): die hohen Anteile an Primärwald und an Dauerkulturen (s. Tab. 4.6). Mehr als ein Drittel der Fläche im nördlichen Teil ist noch mit Regenwald bestanden. Zwar handelt es sich um die steilsten und am weitesten von der Straße entfernten Areale auf dem Hauptrücken, es ist jedoch deswegen keineswegs selbstverständlich, daß der Bauer sie nicht gerodet hat. Bei Siedlerstellen aus der ersten Phase der Kolonisierung ist das Vorhandensein von Primärwald die Ausnahme, und dies gilt unabhängig von der Reliefsituation der Grundstücke. Die Ursache für das Vorkommen an diesem Ort liegt in der Kontinuität der Besiedlung durch einen Bauern und in dessen weitsichtigem Verhalten. Im vorderen, landwirtschaftlich genutzten Teil des Betriebs gibt es einen 2,1 ha großen, 8jährigen Sekundärwald, in dem Ingas (*Inga* spp.) vorherrschen. Die beiden aktiven Rutschungen sind den insgesamt 7,4 ha Wald- und Brachflächen zugerechnet, obwohl sie mit Kulturpflanzen bestanden sind.

Die Kakaoparzellen stellen mit insgesamt 4,5 ha das Gros der Dauerkulturen dar. Die 3,75 ha Hybridkakao wurden bereits 1966 gepflanzt, vier Jahre bevor Bauer B die Siedlerstelle übernommen hat. Die größten Flächen liegen auf der Westflanke und dem Kamm des Sporns. In Mischkultur mit dem Kakao wachsen die Leguminosen Ceibo (*Erythrina* sp.), Inga und Villca (u. a. *Piptadenia*, *Acacia*) als Schattenbäume, einige Werthölzer, Obst- und Kochbananen, Kudzu und Samtbohne als Bodenbedecker sowie einige Zitrusbäume auf der Parzelle im Südwesten. 1991 hat der Bauer begonnen mit

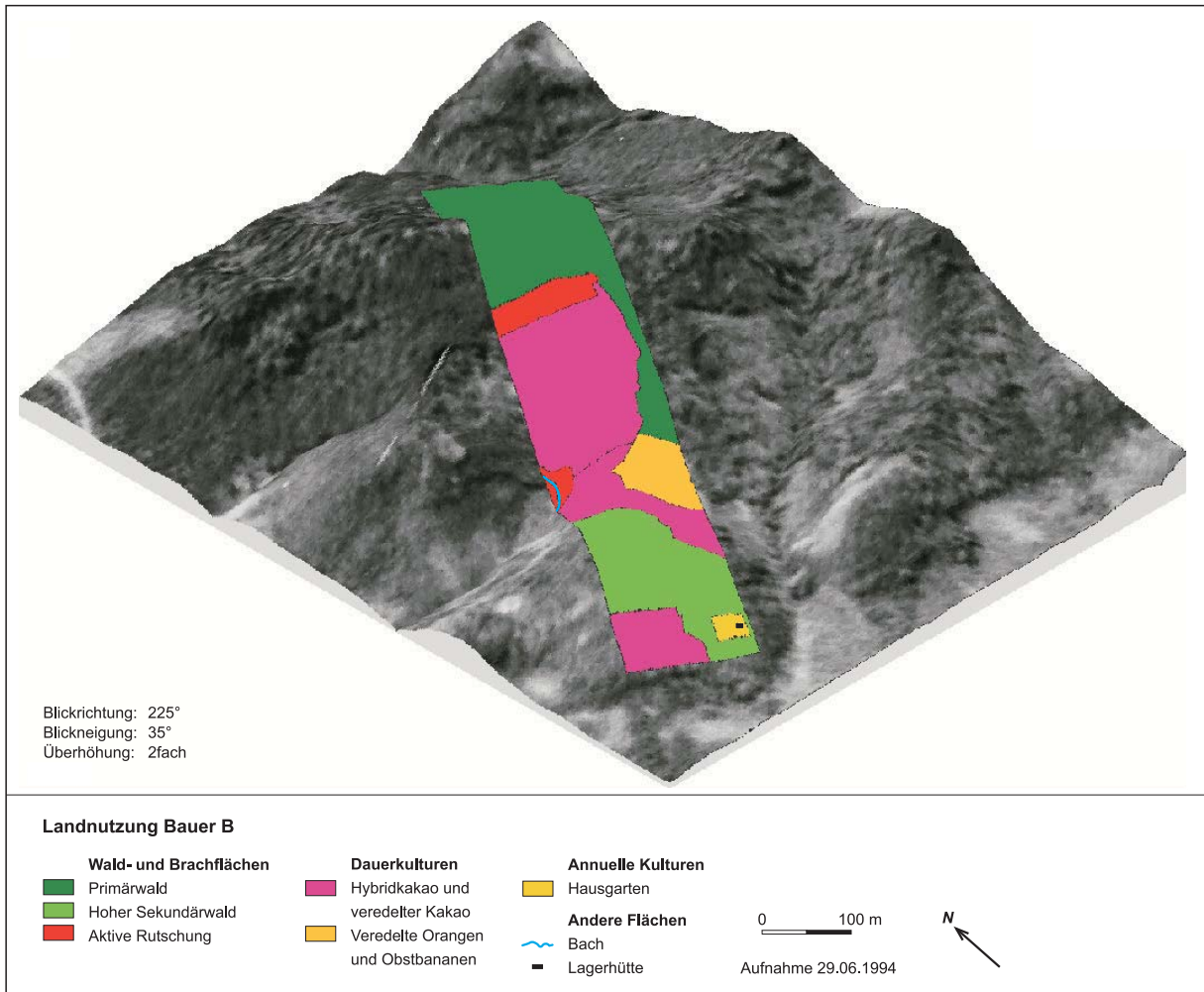


Abb. 4.12: Landnutzung des Betriebs von Bauer B, projiziert auf das 3D-Orthobild

veredelten Pflanzen den Kakao zu erneuern, bis 1994 waren 0,75 ha neu bepflanzt. 1993 hat er eine 1 ha große Pflanzung mit veredelten Orangen auf der Ostflanke des Sporns angelegt. Zwischen den heranwachsenden Zitrusbäumchen pflanzte der Bauer Obstbananen in Mischkultur, dazu im ersten Jahr Maniok, Mais und Bohnen (s. Abb. 4.13). Als Bodenbedecker auf dem stark bis steil geneigten Hang dient Kudzu. In dem kleinen Hausgarten wird Gemüse für den Eigenbedarf gezogen. Die Viehhaltung dient der Selbstversorgung mit Milch, Fleisch und Eiern. Der Bauer besitzt zwei Rinder und ein Kalb, eine Sau mit drei Ferkeln und vier Hühner mit sechs Küken.

Tab. 4.6: Landnutzung in dem Betrieb von Bauer B (Aufnahme 29.6.1994)

Landnutzung	Fläche ha
<b>Wald- und Brachflächen</b>	<b>7,4</b>
Primärwald	4,7
Hoher Sekundärwald	2,1
Aktive Rutschung	0,6
<b>Dauerkulturen</b>	<b>5,5</b>
Hybridkakao	3,75
Veredelter Kakao	0,75
Veredelte Orangen und Obstbananen	1,0
<b>Annuelle Kulturen</b>	<b>0,1</b>
Hausgarten	0,1
<b>Σ</b>	<b>13</b>

Bauer B praktiziert einige innovative Methoden der Landnutzung. Für die Pflanzung von Kakao und Zitrus holt er sich humosen Oberboden aus dem Primärwald und füllt ihn in die Pflanzlöcher, um den Jungpflanzen mehr Nährstoffe zur Verfügung zu stellen. Die Rodung des Sekundärwaldes nimmt er ohne Brennen vor, d. h. nach dem Fällen zerkleinert er Bäume und Sträucher mit Axt und Machete





*Abb. 4.13: Maisanbau als Mischkultur in der Parzelle mit den veredelten Orangen, im Hintergrund der Südrand der großen Primärwaldparzelle von Bauer B. Aufnahme J. Elbers am 30.1.1997.*

in mehreren Arbeitsgängen (Abb. 4.14). Sowohl das Zerkleinern der Vegetation als auch die Unkrautbekämpfung zu Beginn der Kulturperiode ist viel aufwendiger als das Brennen der Fläche. Der Bauer arbeitet nach dieser Methode, da so dem Boden mehr organische Substanz zur Verfügung gestellt wird als nur die beim herkömmlichen Verfahren des Brennens entstehende Asche. Zudem baut



*Abb. 4.14: Rodung von einem Teil des hohen Sekundärwaldes im Süden des Betriebes, Bauer B zerkleinert die Vegetation ohne zu Brennen. Aufnahme J. Elbers am 30.1.1997.*

er auf den stark geneigten Hängen seit einigen Jahren aus ökologischen Gründen keinen Reis mehr an.

Betrachtet man die Blockbilder der Böden (Abb. 4.9) und der Landnutzung (Abb. 4.12), läßt sich feststellen, daß die mit den etwas besseren chemischen Eigenschaften ausgestatteten Lixisols sich nur in der nördlichen Kakaopflanzung in Nutzung befinden, die stark verwitterten Acrisols hingegen zum überwiegenden Teil mit Kulturpflanzen bestanden sind. Dieses Landnutzungsmuster ist seit 1966 durch die Anlage der Kakaoparzellen festgelegt. Gegen den Anbau im Norden spricht das steile Relief und für die Flächen im Süden deren Verkehrsgunst mit den kurzen Transportwegen zur Straße. Die Bodenfruchtbarkeit der schweren und nährstoffarmen Lixisols und Acrisols ist nicht optimal für die Ansprüche von Kakao oder Zitrus (vgl. FINCK 1986, FRANKE 1994a, b, REHM & ESPIG 1996).

Die Produktionsdaten und die Einnahmen von 1994 zeigen kein erfreuliches Bild (Tab. 4.7). Der Bauer konzentriert seinen Anbau auf Dauerkulturen, annuelle Kulturen dienen fast ausschließlich der Selbstversorgung. Von den 5,5 ha Dauerkulturen produzieren knapp 70 %. Der Ertrag im Hybridkakao liegt mit drei Zentnern trockene Bohnen pro ha extrem niedrig, das ist nur ein Drittel des ohnehin niedrigen Durchschnittsertrages von 440 kg pro ha im Weltmaßstab. Als gut bezeichnet werden Erträge von mehr als einer Tonne trockene Bohnen pro ha und Jahr (FRANKE 1994b:35ff., REHM & ESPIG 1996:248). Die Kulturmaßnahmen erforderten 55 Arbeitstage im Hybridkakao und 20 Arbeitstage in der neuen Zitrusparzelle. Positiv auf die Einnahmen wirkt sich aus, daß es sich um zertifizierten Biokakao handelt, dessen Preise um 20 % über dem normalen Marktpreis liegen. Weitere Einkünfte erzielte der Bauer durch den Verkauf von Orangen, Obst- und Kochbananen aus den Kakaoparzellen, für die Bananenernte hat er 12 Arbeitstage aufgewendet. Zur Selbstversorgung nutzt er Obst- und Kochbananen, Maniok und Mais, dazu pflanzt er in kleineren Mengen Bohnen und Gemüse. Da Bauer B Reis seit Jahren nicht mehr anbaut, muß er das wichtigste Grundnahrungsmittel auf dem Markt erwerben.

Tab. 4.7: Produktion und Einnahmen der Marktfrüchte für den Betrieb von Bauer B 1994

Sparte	Produktion	Eigenbedarf	Verkauf	Ertrag ha	Arbeitstage (B+F/T)*	Einnahme Bolivianos
Hybridkakao, biologisch	552 kg	-	552 kg	3 Ztr.	55 (45/10)	3.120
Veredelter Kakao	-	-	-	-	k. A.	-
Orangen	6.000 Stück	500 Stück	5.500 Stück	-	k. A.	550
Veredelte Orangen	-	-	-	-	20 (20/0)	-
Obstbananen	360 Frucht-bündel	100 Frucht-bündel	260 Frucht-bündel	-	8 (8/0)	910
Kochbananen	360 Frucht-bündel	150 Frucht-bündel	210 Frucht-bündel	-	4 (4/0)	420
Maniok	6,1 t	2,3 t	3,8 t	12,2 t	18 (18/0)	332
Mais	552 kg	552 kg	-	44 Ztr.	10 (10/0)	-
Bohnen	20 kg	20 kg	-	-	5 (5/0)	-
Σ					120 (110/10)	5.332

\* B = Bauer, F = Familienangehörige, T = Tagelöhner

Ein bezeichnendes Beispiel für die prekäre Situation ist die Maniokproduktion. Zur Ernte muß Bauer B die Maniokknollen aus dem schweren Boden in der Zitrusparzelle ausgraben. Die leichtverderblichen Wurzeln, die bereits nach 48 Stunden erste Fäulniserscheinungen aufweisen können, lassen sich nur in La Paz zum Frischverzehr vermarkten. Möglichkeiten, die Knollen durch eine Verarbeitung längerfristig haltbar zu machen, gibt es im Alto Beni nicht. Der Bauer muß die 3,8 t Knollen auf der Schulter und per Schubkarre über mehr als 300 m zum Fahrweg transportieren und dafür Sorge tragen, daß ein Fuhrunternehmer sie alsbald aufkauft, da sie sonst verderben. Der Lohn für die Schinderei sind 4 Bolivianos (ca. 1,33 DM) pro *quintal* (bolivianischer Zentner = 46 kg).

## **4.4 Fallstudie 3: Betrieb des Bauern C, Kolonie Troncal San Antonio**

### **4.4.1 Lage und allgemeine Informationen**

Die Siedlerstelle des Bauern C befindet sich in der 1965 gegründeten Kolonie Troncal San Antonio, etwa 1,5 km südöstlich von San Antonio, gelegen in Area IV, im Kanton Eduardo Avaroa der Provinz Caranavi. Die Kolonie wurde in der zweiten Phase des Kolonisationsprogramms erschlossen (s. Abb. 3.14, SCHOOP 1970:171ff.). Der Betrieb grenzt mit seiner Kopfseite an die Hauptstraße von Area IV, welche in Piquendo in die Nationalstraße nach La Paz mündet. Er hat eine Größe von 12 ha, ist 120 m breit und 1000 m lang. Da sich der Arroyo San Antonio mäanderförmig durch das Grundstück schlängelt, hat das Kolonisationsinstitut eine Kompensationsfläche von 5 ha ausgewiesen, die sich an der nördlichen Querseite anschließt.

Der Ort San Antonio ist mit seinen 300 Einwohnern das wichtigste Mittelzentrum in Area IV (s. CUMAT 1987). Area IV war bis 1984 eine der rückständigen Regionen des Kolonisationsgebietes, da es keinen Anschluß an die Nationalstraße besaß. Erst als die NRO OSCAR das Gebiet betrat, änderte sich die Situation. OSCAR baute und unterhält das gesamte Straßennetz in Area IV – es sind die besten Straßen im Alto Beni. Die Verknüpfung von guter, *privater* Verkehrsinfrastruktur und fruchtbarer Talebene hat dazu geführt, daß Area IV heute die prosperierendste Region im Alto Beni ist. Es ist der Hauptlieferant von Bananen und Papaya für die Märkte in La Paz und Oruro.

Der Bauer wohnt mit seiner Frau und sechs Kindern auf seinem Land. Er ist in Patacamaya, einer Kleinstadt auf dem Altiplano im Departamento La Paz geboren, hat 12 Jahre die Schule besucht, mit Abitur abgeschlossen und eine technische Ausbildung in Umweltsanierung (*saneamiento ambiental*) in Tarija absolviert. Im Alto Beni lebt der Bauer seit 1966, auf seiner Siedlerstelle seit 1973. Seit der Erschließung 1965 hat das Land dreimal den Besitzer gewechselt. Bauer C besitzt noch ein Grundstück in der Kolonie Boopi, ebenfalls in Area IV, und ein Stück Land in Patacamaya auf dem Altiplano.



#### 4.4.2 Relief und Böden

Die Kolonie Troncal San Antonio liegt in der Talebene des Río Alto Beni. Der Betrieb von Bauer C befindet sich ca. 1,5 km südwestlich des Flusses. Die Grundfläche des DGM hat eine Kantenlänge von 950 x 900 m, das entspricht einer Fläche von 85,5 ha. Auf dieser Fläche wurden 2.260 Koordinatentripel eingemessen (s. Tab. 4.2). Das 3D-Orthobild zeigt die Reliefsituation bei Blickrichtung aus Nordwest, Blickneigung von 35° und 6facher Überhöhung (Abb. 4.15). Aufgrund der geringen Reliefenergie von 16 m für das gesamte Gebiet sind die Blockbilder 6fach überhöht, um die einzelnen Terrassenflächen differenziert wiedergeben zu können. Der höchste Punkt liegt mit 448 m in der Südwestecke (rechte Ecke im Blockbild), der tiefste Punkt mit 432 m im Nordwesten, wo das Tälchen des Arroyo San Antonio das Gebiet verläßt, um nach Norden dem Río Alto Beni zuzufließen.

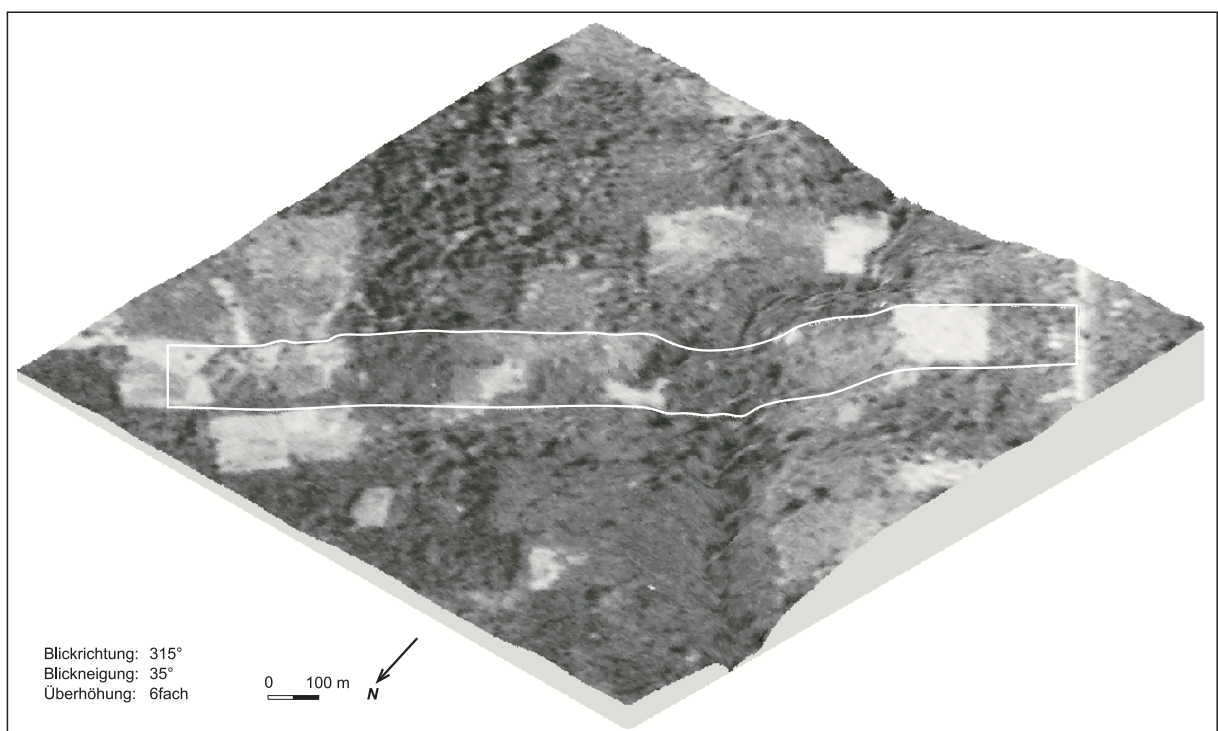
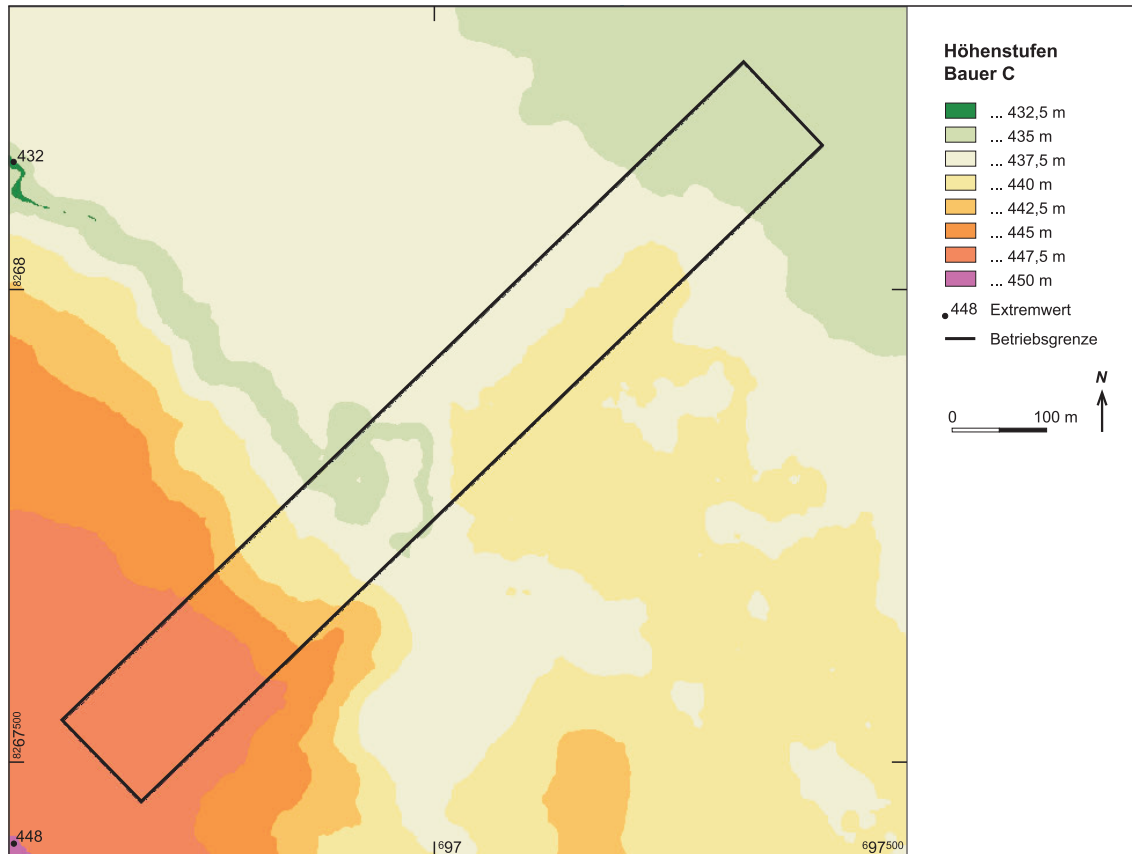


Abb. 4.15: 3D-Orthobild des Betriebs von Bauer C mit Umgebung (Betriebsgrenze weiß)

Das südwest-nordost ausgerichtete Grundstück mit Höhen zwischen 432 und 448 m NN schneidet alle in dem Untersuchungsgebiet liegenden Reliefelemente. Diese dokumentieren sich sowohl in der Höhenstufen- und Hangneigungskarte (Karten 4.7 und 4.8) als auch in der Landnutzung (Abb. 4.19). Für die Visualisierung der Hangneigung empfahl sich die Abstufung 2-7-15-30°, da bei einer 5°-Abstufung 96 % der Fläche in die Kategorie < 5° fallen. Im Südwesten befindet sich die alte, hochgelegene Flußterrasse, in etwa begrenzt durch die 445m-Isohypse und gekennzeichnet durch die fast ebene bis sehr schwache Neigung < 2°. Daran schließt sich die in der Hangneigungskarte anschaulich in Erscheinung tretende schwach bis mittel geneigte Abdachung zur rezenten Terrasse des Arroyo San Antonio an, die etwa 150 m lang ist und ein höckeriges Mikrorelief aufweist. Der etwa 150 m



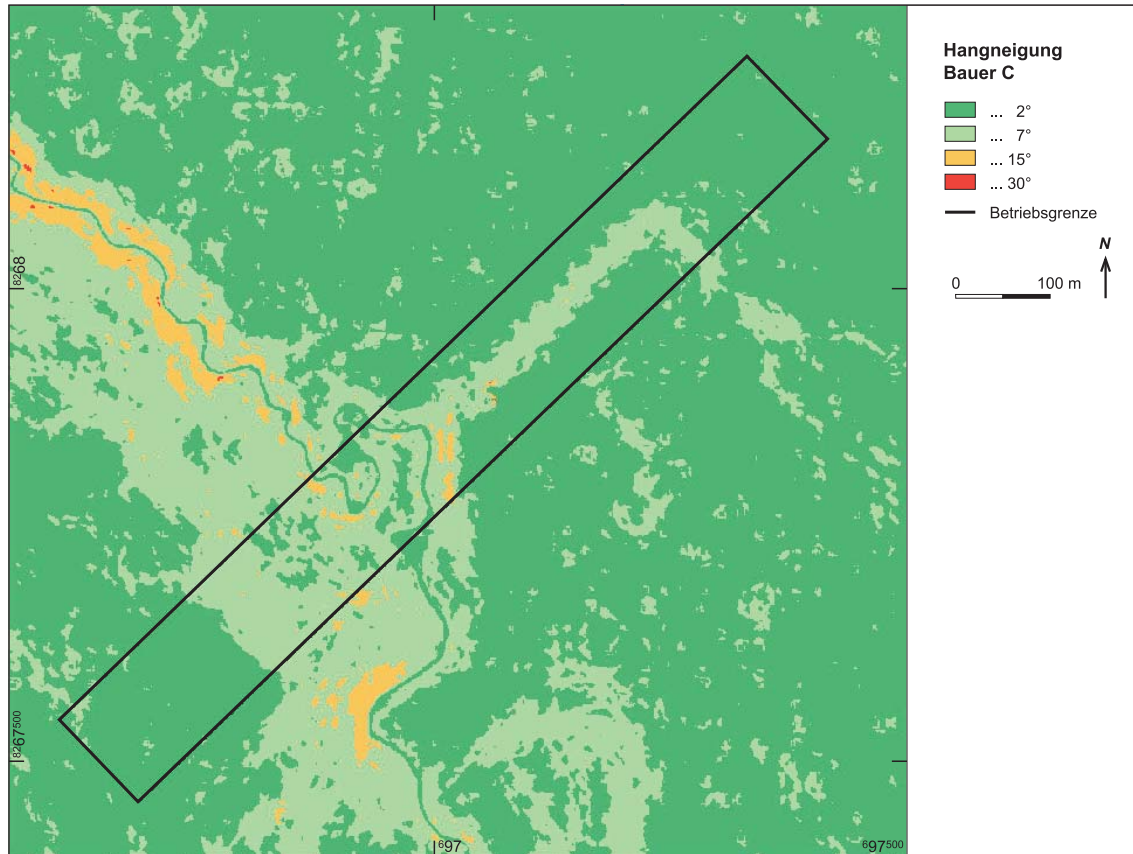
Karte 4.7: Höhenstufen des Betriebs von Bauer C mit Umgebung (Maßstab 1:8.000)



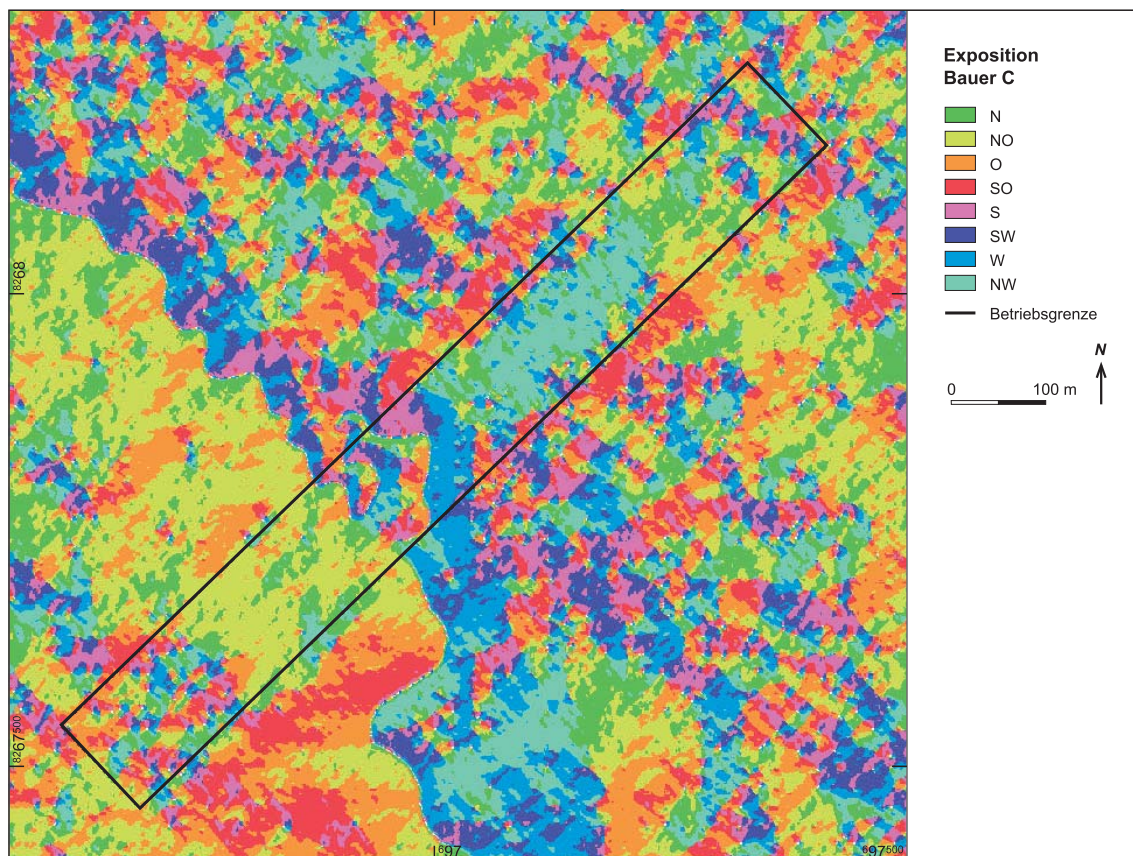
breite Bereich der rezenten Terrasse auf dem Südufer des Baches mit welligem Mikrorelief wird durch die Grenzen des Bananenfeldes nachgezeichnet. Nördlich des Baches folgt dem kurzen, steilen Anstieg eine weitere hochgelegene Terrasse auf einem Höhenniveau von 438 m, genutzt mit Dauerkulturen und hohem Sekundärwald. Nordwestlich der Terrassenkante setzt sich auf dem rechten Ufer des Baches zunächst die rezente, mit Bananen bestandene Terrasse des Arroyo San Antonio fort. Diese geht in die ausgedehnte subrezente Terrasse des Río Alto Beni über, die den gesamten Norden der DGM-Fläche einnimmt und fast eben bis sehr schwach geneigt ist. Die subrezente Terrasse besitzt ein flachwelliges Mikrorelief, das Grundwasser steigt in der Regenzeit sehr hoch und überstaut die Mulden für maximal zwei Monate pro Jahr mit Wasser. Eine solche morastige, periodisch unter Wasser stehende Fläche wird in Bolivien als *curichal* oder *bajío* bezeichnet.

Auf der Expositionskarte (Karte 4.9) ist deutlich die NO- bis SO-exponierte Abdachung von der alten, hochgelegenen Flußterrasse zum Arroyo San Antonio zu erkennen. Die weite Bereiche abdeckenden, fast ebenen und flachwelligen Terrassen charakterisieren sich durch einen kleinräumigen Expositionswechsel, der sich in der Karte als ‚bunter Flickenteppich‘ ausprägt. Die numerische Auswertung des DGM findet sich in der Tabelle A.4 im Anhang.

Karte 4.8: Hangneigung des Betriebs von Bauer C mit Umgebung (Maßstab 1:8.000)



Karte 4.9: Exposition des Betriebs von Bauer C mit Umgebung (Maßstab 1:8.000)



Den geologischen Untergrund auf dem Grundstück bilden alluviale Sedimente. Während auf den alten Flußterrassen (Profile C9 und C11) und der subrezentem Terrasse (C12) Sedimente des Río Alto Beni dominieren, sind es auf der rezenten Terrasse des Arroyo San Antonio (C10) tertiäre Sedimente aus der Serranía de Bella Vista, die allerdings vermischt sind mit umgelagerten Sedimenten der Flußterrasse (s. Abb. 4.16). Grobbodenanteile finden sich in keinem der vier Profile.

In dem Betrieb von Bauer C gibt es zwei Bodeneinheiten: Die Chromic Cambisols bedecken mit etwa 9,3 ha den gesamten südlichen Teil, die Haplic Luvisols mit etwa 2,7 ha die periodisch unter Wasser stehenden subrezente Terrasse im Norden (s. Abb. 4.16). Cambisols (lat. *cambiare* = verändern) sind mäßig entwickelte Böden mit beginnender Horizontdifferenzierung durch Veränderungen von Farbe, Gefüge und Textur (cambic B-Horizont nach FAO-Klassifikation 1988). Cambisols finden sich auf mittel bis fein texturiertem Ausgangsmaterial, sie sind leicht bis mäßig verwittert. Ihre Vorkommen liegen von der Ebene bis zum Hochgebirge, von der arktischen bis zur tropischen Klimazone. Das Kürzel *chromic* kennzeichnet die durch feinverteilte, freie Eisenoxide intensiv braun bis rot gefärbte Variante mit hoher Basensättigung (DRIESSEN & DUDAL 1991:137ff., SCHMIDT-LORENZ 1986:78f.). Die Bodeneinheit Haplic Luvisols ist in Kapitel 4.2.2 vorgestellt.

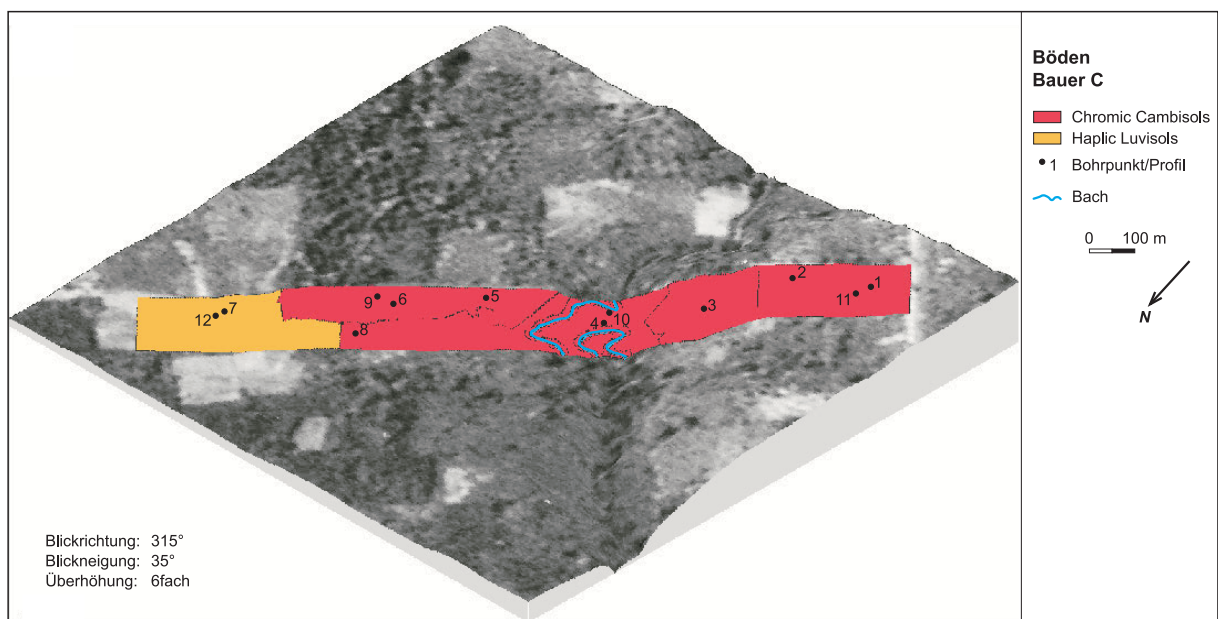


Abb. 4.16: Böden des Betriebs von Bauer C, projiziert auf das 3D-Orthobild

Es lassen sich drei Entwicklungsstadien der Chromic Cambisols differenzieren. Der jüngste Boden (Profil C10, Abb. 4.17) auf der rezenten Terrasse am Ufer des Arroyo San Antonio besitzt eine C-Ab-Bw-Horizontierung. Der fast nicht entwickelte A-Horizont liegt begraben unter 3 cm mächtigen sandig-tonigen Sedimenten, die sich in der Regenzeit 1994/95 abgelagert haben. Nur der gering entwickelte cambic B-Horizont läßt den Boden als Cambisol ansprechen und grenzt ihn ab von den Fluvisols, den Schwemmlandböden in rezenten alluvialen Ablagerungen (DRIESSEN & DUDAL



1991:103ff., SCHMIDT-LORENZ 1986:64f.). Profil C9 ist ein stärker entwickelter Chromic Cambisol, der sich auf der Flußterrasse in dem 438m-Höheniveau befindet. Das Profil ist gekennzeichnet durch mehrere Bw-Horizonte; deren unterschiedliche Bodenarten spiegeln mehrere Sedimentationsphasen auf der Terrasse wider und sind nicht das Ergebnis einer abwärts gerichteten Tonverlagerung. Profil C11 befindet sich auf der alten, hochgelegenen Terrasse in dem 446m-Höheniveau und besitzt eine O-Ah-Bwg-Bw-Horizontierung mit Pseudovergleyung und Tonverlagerung innerhalb des Profils. Dieser am weitesten entwickelte Cambisol wäre bei einer um 2 % höheren Tonzunahme im Bw-Horizont als Stagnic Luvisol anzusprechen (vgl. Profil A6).

Die kartierten Böden sind durchgehend dunkel rötlichbraun: C10 besteht aus sandig-tonigem Lehm mit mittlerer effektiver Lagerungsdichte, C9 und C11 aus schluffig-tonigem Lehm und schluffigem Ton mit Lagerungsdichten von sehr gering bzw. mittel im Ah- und dicht bzw. sehr dicht im Bw-Horizont. Durch die sehr hohe Lagerungsdichte im Bwg- und Bw-Horizont, verbunden mit einer Tonzunahme zum Unterboden, entwickelte sich im Profil C11 eine ausgeprägte Pseudovergleyung. Diese hat zur Folge, daß in Teilbereichen der flachwelligen Terrasse die Mulden in der Regenzeit morastig werden. Einen organischen Auflagehorizont besitzt nur C11; dieser besteht in der 29jährigen Kakaoparzelle aus Laubstreu sowie Fruchtschalen, die nach der Ernte als Mulch in der Pflanzung verbleiben. Die effektive Bodentiefe und Durchwurzelbarkeit sind mit > 150 cm sehr tief bei einer mittleren Durchwurzelungsintensität im Unterboden.

Die Bodenreaktion in den drei Profilen reicht von schwach sauer bis neutral mit pH-Werten von 6,6 bis 7,5. Nur im Bw von C11 finden sich in einer Tiefe > 100 cm Carbonate; dies führt zu einer stark alkalischen Bodenreaktion mit pH 8,9. Die Ah-Horizonte sind stark bis sehr stark humos, bei C11 macht sich der positive Einfluß der Kakaopflanzung auf den Humusgehalt bemerkbar. Der Gehalt an Gesamtstickstoff ist in den Ah-Horizonten sehr hoch, im Ab mäßig und in den B-Horizonten niedrig. Der Gehalt an austauschbarem Phosphor ist im Ah von C11 mittel, in allen anderen Horizonten niedrig bis sehr niedrig. Die Austauschkapazität der beiden jüngeren Profile ist niedrig (C9) bzw. extrem niedrig (C10). Dies liegt daran, daß viele Nährelemente aus den verwitterbaren



*Abb. 4.17: Bodenprofil C10: Chromic Cambisol. Das Profil ist umgeben von Ufervegetation auf der rezenten Terrasse des Arroyo San Antonio. Aufnahme J. Elbers am 24.3.1995.*





*Abb. 4.18: Sondierungsbohrung C7 in der Agroforstparzelle, in unmittelbarer Nähe von Profil C12. Es handelt sich um eine Versuchsfläche zur Hecken-Zwischenkultur mit Baumleguminosen und Bodenbedeckern, Aufnahme J. Elbers am 22.3.1995.*

Mineralen des silikatreichen Substrates noch nicht freigesetzt sind (zum Vergleich siehe andere Profile in derselben Reliefeinheit, Tab. 4.14 und ELBERS 1997). Die Austauschkapazität von C11 ist im Ah und Bw mittel und im Bwg niedrig. Die Horizonte der Böden sind basengesättigt, sie befinden sich im Calcium-Carbonat-Pufferbereich – dies ist typisch für die im Projekt untersuchten Böden der Talebene.

Das Profil C12 befindet sich auf der Agroforstparzelle, die der Bauer mit den Technikern des PIAF angelegt hat (Abb. 4.18). Sie liegt in etwas erhöhter Position auf der subrezenten Terrasse; bei hohem Grundwasserstand des Río Alto Beni in der Regenzeit ist sie nur nassen Fußes zu erreichen, da alle Flächen ringsum *curichales* sind. Das Profil besitzt eine O-Ah-E-Bt-Bw-Horizontierung. Der 2 cm mächtige Auflagehorizont hat sich aus Laubstreu der Baumleguminosen und Bodenbedecker gebildet. Die Textur des Bodens ist schluffiger Lehm bzw. Schluff im Bt, die Bodenfarbe reicht von bräunlich-schwarz im Ah bis braun im Bw. Die effektive Lagerungsdichte reicht von gering im Ah und E bis mittel im Bt und Bw. Die effektive Bodentiefe und die Durchwurzelbarkeit sind mit > 140 cm sehr tief, die nach unten abnehmende Durchwurzelungsintensität ist schwach im Bw.

Die Bodenreaktion ist schwach sauer im Ah und stark alkalisch in den unterliegenden Horizonten. Der 5 cm mächtige Ah ist mit 5,4 % stark humos, der Gehalt an Gesamtstickstoff dort sehr hoch und in den anderen Horizonten niedrig. Der Gehalt an austauschbarem Phosphor ist niedrig im Ah und sehr niedrig im E bis Bw. Der Boden besitzt eine mittlere (Ah, Bt, Bw) bis niedrige (E) Austauschkapazität und ist basengesättigt, er ist dem Calcium-Carbonat-Pufferbereich zuzuordnen. Aufgrund der schluffigen Textur erreicht die AK der Tonfraktion im Bt den extrem hohen Wert von 117 mval.

Die vier in dem Betrieb von Bauer C aufgenommenen Profile sind ein charakteristisches Beispiel für die Böden der Talebene. Auf dem alluvialen Substrat dominieren Chromic Cambisols, deren Pedogenese je nach Alter und Reliefposition von den Fluvisols auf der rezenten Terrasse bis hin zu den Luvisols auf der 446m-Terrasse reicht. Den dunkel rötlichbraunen, schluffigen Tonen der Chromic Cambisols stehen auf der subrezentem Terrasse die dunkelbraunen schluffigen Lehme der Haplic Luvisols gegenüber. Diese Böden, aus morphologischer Sicht die zweitjüngsten, sind pedogenetisch die am weitesten entwickelten. Die stark alkalische Bodenreaktion ist nicht optimal für eine Tonverlagerung, der Tongehalt im Bt ist mit 10,5 % gering. Das Profil C12 besitzt nicht die für die Variante Gleyic Luvisols geforderten hydromorphen Eigenschaften, dies kann seine Ursache in der starken Grundwasserabsenkung während der Trockenzeit haben (DRIESSEN & DUDAL 1991:255ff.). Abgesehen von den sich negativ auswirkenden hydromorphen Eigenschaften besitzen die jungen Böden in der Talebene mit ihren großen Mineralreserven ein hohes Fruchtbarkeitspotential.

#### 4.4.3 Landnutzung und Produktion

Das Blockbild mit der Landnutzung (Abb. 4.19) zeigt einen diversifizierten Betrieb ohne Primärwald, auf dem die Dauerkulturen besonders ins Auge fallen. Von den etwa 40 % Wald- und Brachflächen (s. Tab. 4.8) liegt nur eine größere Parzelle auf den für landwirtschaftliche Nutzung besonders geeigneten hochgelegenen Terrassen. Diesen etwa zehn Jahre alten hohen Sekundärwald im Norden der 438m-Terrasse hat der Bauer im September 1994 gerodet für eine Papayapflanzung in Mischkultur mit einer Aufforstung des Teilprojektes Forstwirtschaft. Den größten Anteil an den Wald- und Brachflächen besitzt mit 2,5 ha der auf der rezenten und subrezentem Terrasse lokalisierte *charal*. *Charal* ist der regionale Ausdruck für eine Vegetationseinheit, in der das bis zu 10 m hochwachsende, perenne Gras *Gynerium sagittatum* dominiert, welches im Alto Beni als Charo bezeichnet wird (s. Abb. 3.12). *Gynerium* ist eine Pionierpflanze, die die frisch abgelagerten Sedimente an den Ufern der Weißwasserflüsse Amazoniens besiedelt (GARCÍA 1993:330). Der *charal* bedeckt im Norden des Betriebs praktisch die gesamte periodisch unter Wasser stehende Fläche (vgl. Abb. 4.16 und 4.19). Auf der subrezentem Terrasse befindet sich noch eine 0,3 ha große Parzelle mit Gebüsch, auf welcher der Bauer 1992/93 Reis angebaut hat. Eine weitere Brachfläche ist die 0,7 ha große Kudzu-Brache (vgl. Kap. 4.2.3) auf der westlichen Seite der Abdachung von der 446m-Terrasse zum Tälchen des Arroyo San Antonio.

Die Dauerkulturen nehmen mit 6,3 ha mehr als die Hälfte des Betriebs ein. Dieser Anteil ist bezogen auf den gesamten Alto Beni sehr hoch, für die in der Talebene von Area IV Bananen und Papaya produzierenden Bauern allerdings nicht ungewöhnlich. Die an der Straße gelegene, 1ha große Hybridkakaoparzelle ist ein charakteristisches Überbleibsel aus den Zeiten der dirigierten Kolonisation (s. Kap. 3.6). Der erste Siedler hat sie 1966 mit Unterstützung der Kolonisationsbehörde gepflanzt. Viele dieser Kakaopflanzungen sind im Laufe der Jahre abgeholzt worden: Wenig ertragreiche Sorten,

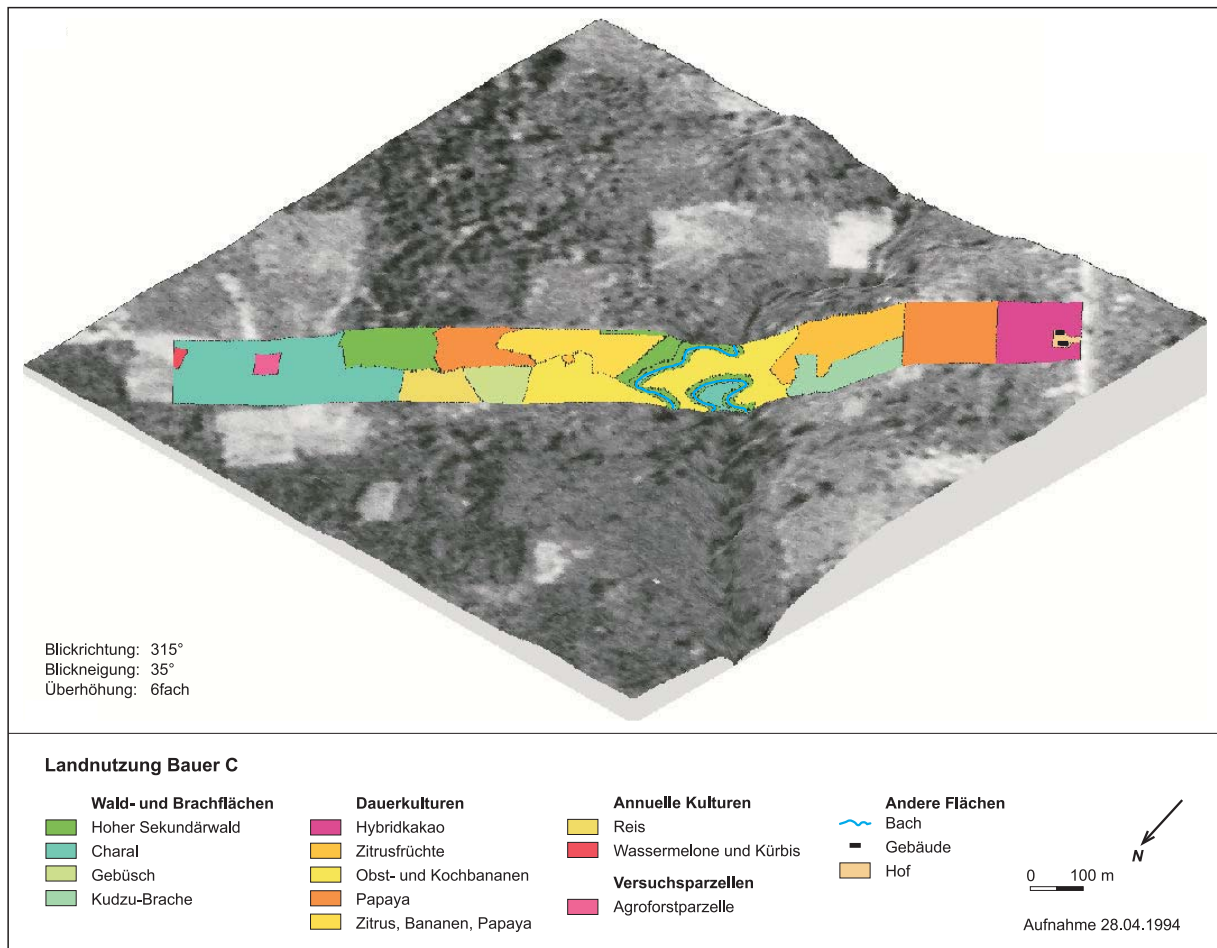


Abb. 4.19: Landnutzung des Betriebs von Bauer C, projiziert auf das 3D-Orthobild

Tab. 4.8: Landnutzung in dem Betrieb von Bauer C (Aufnahme 28.4.1994)

Landnutzung	Fläche ha
<b>Wald- und Brachflächen</b>	<b>4,8</b>
Hoher Sekundärwald	1,25
Charal	2,55
Gebüsch (Reis 1992/93)	0,3
Kudzu-Brache	0,7
<b>Dauerkulturen</b>	<b>6,3</b>
Hybridkakao	1,0
Zitrusfrüchte	0,9
Obst- und Kochbananen	1,75
Papaya	1,8
Zitrus, Bananen, Papaya	0,85
<b>Annuelle Kulturen</b>	<b>0,45</b>
Reis (1993/94)	0,4
Wassermelone und Kürbis	0,05*
<b>Versuchspartellen</b>	<b>0,1</b>
Agroforstparzelle	0,1
<b>Andere Flächen</b>	<b>0,35</b>
Gebäude und Hof	0,1
Wasser	0,25
<b>Σ</b>	<b>12</b>

\* + 0,2 ha auf der Kompensationsfläche

Krankheiten und Schädlinge sowie der hohe Arbeitsaufwand haben gerade in Area IV in den letzten Jahren dazu geführt, den Kakao durch Bananen, Papaya oder Zitrus zu ersetzen. Bauer C hat den hochgewachsenen Kakao auf der in Teilen stauwasserbeeinflussten Parzelle stehen lassen; er pflegt ihn nicht mehr, schätzt allerdings das angenehme Mikroklima für Haus und Hof.

An den Kakao schließt sich eine 1,2 ha große produzierende Papayapflanzung an, die im Norden den Rand der 446m-Terrasse bildet. In diesem Bereich der Terrasse sind die Böden nicht stauwasserbeeinflusst; dies ist gut für die Papaya, die sehr empfindlich auf Überstauung reagiert (FRANKE 1994a:262). Als Bodenbedecker und Gründüngungspflanze hat der Bauer Glycine (*Neonotonia wightii*) ausgesät. Glycine ist eine kriechende und rankende, stickstofffixierende Leguminose, die wie Kudzu und Samtbohne zur Unterfamilie der Schmetterlings-





*Abb. 4.20: Bananenpflanzung auf der rezenten Bachterrasse, mit Kudzu als Bodenbedecker. Aufnahme J. Elbers am 28.1.1997.*

blütler gehört (LEÓN 1987:287, SAUMA 1996). Da die Papaya hohe Nährstoffansprüche hat (FRANKE 1994a:263), kommt der Glycine eine wichtige Rolle in dem Nutzungssystem zu. Auf dem Hang zum Arroyo San Antonio befindet sich eine 8jährige Zitruspflanzung mit veredelten Orangen und Zitronen, Pampelmusen sowie Glycine als Bodenbedecker. Der Übergang von Zitrus bzw. Kudzu-Brache zur Bananenpflanzung zeichnet exakt die Grenzlinie der rezenten Bachterrasse nach. Die tiefgründigen, gut dränierten Böden mit dem hohen Nährstoffpotential sind ein optimaler Standort für die Obst- und Kochbananen (Abb. 4.20, s. FRANKE 1994a:151, REHM & ESPIG 1996:174f.). Die 438m-Terrasse nutzt der Bauer ebenfalls intensiv mit einer Papayapflanzung sowie einer Mischkultur von einjährigen, veredelten Mandarinen, Bananen und Papaya (Abb. 4.21).



*Abb. 4.21: Windbruch in der Papayapflanzung auf der 438-m-Terrasse. Aufnahme J. Elbers am 21.10.1995.*

Auf der subrezentem Terrasse kultiviert der Bauer Reis in Mischkultur mit Mais und Bohnen. Der



Trockenreis ist mit seinen hohen Ansprüchen an die Wasserversorgung gut an den Standort angepaßt, da sich ein hoher Grundwasserstand und mangelhafte Drainagebedingungen nicht negativ auf die Produktion auswirken (s. FRANKE 1994a:64ff., REHM & ESPIG 1996:20ff.). Des weiteren baut er auf einem kleinen Beet Zwiebeln an. Auf den periodisch unter Wasser stehenden Flächen im Norden liegen die 0,1 ha große Agroforstparzelle und das 1/4 ha große Feld mit Wassermelone und Kürbis, welches der Bauer verpachtet hat. Da die gesamte Kompensationsfläche kaum genutzter *curichal* ist, hat das TPLA sie in der Untersuchung nicht berücksichtigt.

Bauer C kauft sich einmal pro Jahr zwei Kälber im Altiplano. Mit seinen Gründüngungspflanzen Glycine und Kudzu, die gleichzeitig schmackhafte Weidepflanzen sind, zieht er sie groß, um sie anschließend gewinnbringend im Alto Beni zu verkaufen. Für die Selbstversorgung mit Fleisch und Eiern hält er sich ein Schwein und zwanzig Hühner.

Der Bauer hat das Landnutzungsmuster sehr gut an die Reliefsituation und die damit verknüpften bodenkundlichen Verhältnisse angepaßt. Die Dauerkulturen Zitrus und Papaya, die gut dränierte Böden benötigen, befinden sich auf den Flächen ohne Grundwassereinfluß, die Bananen haben mit den Schwemmlandböden der rezenten Terrasse einen optimalen Standort, und der Trockenreis ist mit seinen Ansprüchen gut an die Bedingungen der subrezentem Terrasse angepaßt, welche für den Anbau von Dauerkulturen ungeeignet ist.

Die Produktionsdaten und Einnahmen von 1995 heben sich deutlich von den beiden zuvor beschriebenen Betrieben ab (Tab. 4.9). Die Einnahmen betragen immerhin mehr als das Vierfache derjenigen von Bauer B. Mit 4,5 ha Zitrus, Bananen und Papaya in Produktion erzielt der Bauer Einkünfte von mehr als 20.000 Bolivianos bei einem Aufwand von 241 Arbeitstagen, wobei allein

Tab. 4.9: Produktion und Einnahmen der Marktfrüchte für den Betrieb von Bauer C 1995

<b>Sparte</b>	<b>Produktion</b>	<b>Eigenbedarf</b>	<b>Verkauf</b>	<b>Ertrag ha</b>	<b>Arbeitstage (B/F/T)*</b>	<b>Einnahme Bolivianos</b>
Hybridkakao	124 kg	-	124 kg	2,5 Ztr.	12 (1/11/0)	499
Veredelte Zitronen	28.500 Stück	-	28.500 Stück	-	43 (29/14/0)	2.850
Veredelte Orangen	23.300 Stück	-	23.300 Stück	-		4.660
Pampelmusen	2.500 Stück	-	2.500 Stück	-		125
Veredelte Mandarinen	-	-	-	-	20 (5/4/11)	-
Obstbananen	673 Frucht- bündel	-	673 Frucht- bündel	-	63 (26/17/20)	4.038
Kochbananen	40 Frucht- bündel	-	40 Frucht- bündel	-		200
Papaya	24.150 Stück	-	24.150 Stück	-	135 (72/50/13)	8.452
Reis (1994/95)	20 Ztr.	7 Ztr.	13 Ztr.	10 Ztr.	126 (28/23/75)	1.430
Mais	368 kg	368 kg	-	74 Ztr.		-
Bohnen	136 kg	136 kg	-	-		-
$\Sigma$					399 (161/119/119)	22.254

\* B = Bauer, F = Familienangehörige, T = Tagelöhner

auf die 0,9 ha große Zitrusparzelle über 7.600 Bolivianos entfallen. Hinzu gesellen sich die Erträge des Hybridkakaos: Sie liegen mit 2,5 Ztr./ha zwar extrem niedrig, kommen allerdings ohne Pflegemaßnahmen zustande, so daß sich die eingesetzte Arbeitszeit von 12 Tagen allein auf die Ernte bezieht. Zu den produzierenden Dauerkulturen kommen 1,5 ha Neupflanzungen von veredelten Mandarinen, Papaya und Bananen auf der 438m-Terrasse. Der Bauer legt alle 1-2 Jahre eine neue Papayapflanzung an, denn die Kulturen werden nach 4 - 5 Jahren geräumt, da die Erträge stark zurückgehen und die Ernte sich durch das Höhenwachstum der krautigen Stämme zunehmend schwieriger gestaltet.

Der Reisanbau dient dem Bauer sowohl zur Selbstversorgung als auch zur Vermarktung. In der Regenzeit 1994/95 hat er auf der subrezenten Terrasse 2 ha Reis angebaut. Davon war 1 ha verpachtet, der Pächter hat die Pflanzung aufgegeben, da sehr viel nachwachsendes *charo* die Ernte praktisch zerstört hat, allerdings wurden dafür 59 Arbeitstage aufgewendet. Die zweite 1 ha große Reispazelle hatte der Bauer ursprünglich für den Anbau von Wassermelonen vorgesehen. Auf dieser Fläche beläuft sich der Hektarertrag auf 20 Zentner, dies ist ein normaler Ertrag für Reisanbau auf Sekundärwaldbrache im Alto Beni. Hier bietet die grundwasserbeeinflusste Terrasse mit ihrem gesicherten Wasserdargebot dem Reis einen Standortvorteil, der für fast alle anderen Kulturpflanzen ein produktionshemmender Faktor ist. Für den Eigenbedarf hat der Bauer Mais und Bohnen in Mischkultur mit dem Reis angebaut sowie kleinflächig Gemüse.

## **4.5 Fallstudie 4: Betrieb des Bauern D, Kolonie Remolinos**

### **4.5.1 Lage und allgemeine Informationen**

Die Siedlerstelle des Bauern D liegt in der 1966 gegründeten Kolonie Remolinos, in Area VI, im Kanton Palos Blancos der Provinz Sud Yungas; die Kolonie wurde in der zweiten Phase des Kolonisationsprogramms erschlossen (s. Abb. 3.14, SCHOOP 1970:171ff.). Der am östlichen Ausgang des Dorfes Remolinos gelegene Betrieb grenzt mit seiner Kopfseite an die Straße nach Covendo, die dort am südöstlichen Punkt des Kolonisationsgebietes endet. Das Grundstück hat die typische rechteckige, langgezogene Parzellenform, ist 12 ha groß, 120 m breit und 1.000 m lang.

Das Dorf Remolinos ist angelegt auf einem kleinen Sporn an der Mündung des Arroyo Remolinos in den Río Cotacajes, es ist mit seinen 200 Einwohnern ein kleines Unterzentrum in Area VI (s. CUMAT 1987). Area VI besitzt eine ungünstige Verkehrslage, da es sich am südöstlichen Talschluß befindet. Remolinos ist 36 km von Sapecho und damit von der Nationalstraße La Paz – Beni entfernt. Für alle auf den staatlichen Straßendienst angewiesenen Orte im Alto Beni gilt: Je weiter eine Strecke von der Hauptverkehrsachse entfernt liegt, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, daß sie in der Regenzeit nach normalen Vorkommnissen wie Erdbeben, Überschwemmungen oder Zerstörung der Plattform durch überladene Lkw in angemessener Zeit repariert wird.

Der Bauer und seine Frau haben fünf Kinder und wohnen in Remolinos. Er ist in der Stadt La Paz geboren und hat keine formale Schulbildung genossen. Im Alto Beni lebt er seit 1967, von Anfang an auf dieser Siedlerstelle, die er selbst erschlossen hat. Er besitzt keine weiteren Grundstücke im Alto Beni oder anderswo. Bauer D ist aktives Mitglied der Basiskooperative Flor de Mayo und der Zentrale El Ceibo.

#### 4.5.2 Relief und Böden

Die Kolonie Remolinos umfaßt Teile der rechtsufrigen Talebene des Río Cotacajes und der sich nördlich anschließenden Hügelzone der Serranía de Marimonos. Auf der Höhe von Remolinos ist die Talebene 3 km breit, von denen befinden sich allerdings 2,5 km auf dem Südufer in Area VII. Der Betrieb verläuft von der Straße nach Norden fast parallel zum Tal des Arroyo Remolinos. Die Grundfläche des DGM hat eine Kantenlänge von 600 x 1.150 m, das entspricht einer Fläche von 69 ha. Auf dieser Fläche wurden 1.706 Koordinatentripel eingemessen (s. Tab. 4.2). Das 3D-Orthobild zeigt die Reliefsituation bei Blickrichtung aus Südwest, Blickneigung von 35° und 2facher

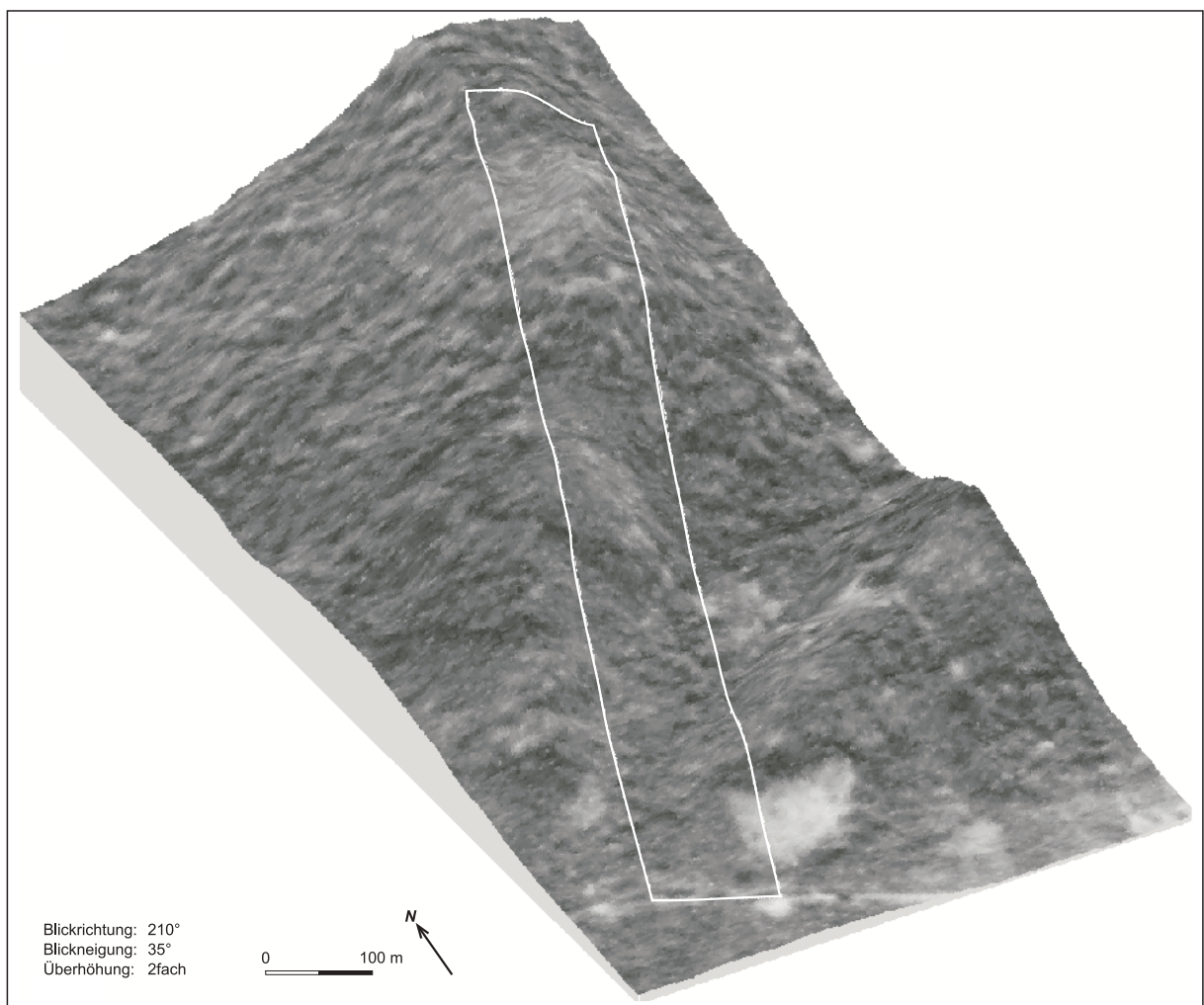
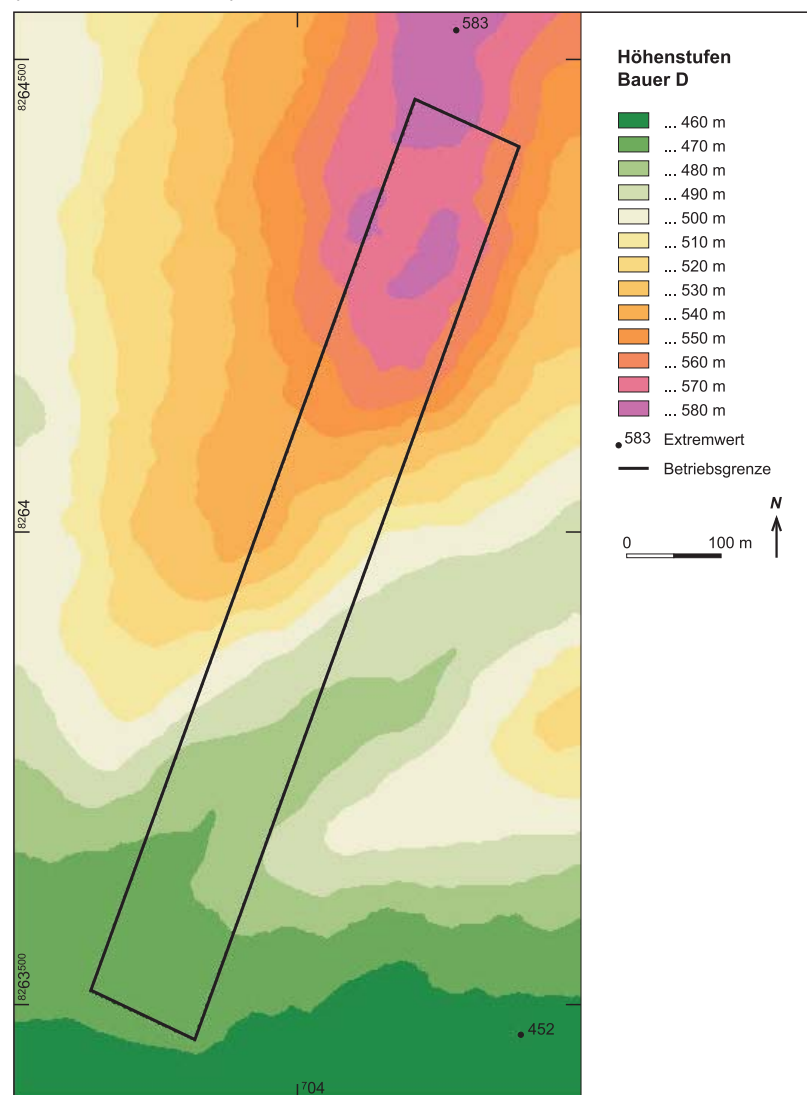


Abb. 4.22: 3D-Orthobild des Betriebs von Bauer D mit Umgebung (Betriebsgrenze weiß)

Überhöhung (Abb. 4.22). Die Blickrichtung folgt der Ausrichtung des Grundstücks von der ebenen Bachterrasse im Süden hinauf auf den Sporn, der zwischen Río Cotacajes im Westen und Arroyo Remolinos im Osten liegt (Karte 4.10). Zum einen ist es anschaulicher, sich das 3D-Orthobild hangaufwärts zu betrachten, zum anderen liegen die landwirtschaftlich genutzten Flächen alle im südlichen Teil. Es ist eine 2fache Überhöhung gewählt, um die Reliefsituation mit den anderen vier Betrieben in der Hügellzone vergleichen zu können. 3D-Orthobild und Höhenstufenkarte sind geprägt von dem nordost-südwest verlaufenden Sporn. Hinzu kommt das Tal des Arroyo Remolinos, welches das Untersuchungsgebiet von Nordosten nach

Karte 4.10: Höhenstufen des Betriebs von Bauer D mit Umgebung (Maßstab 1 : 8.000)



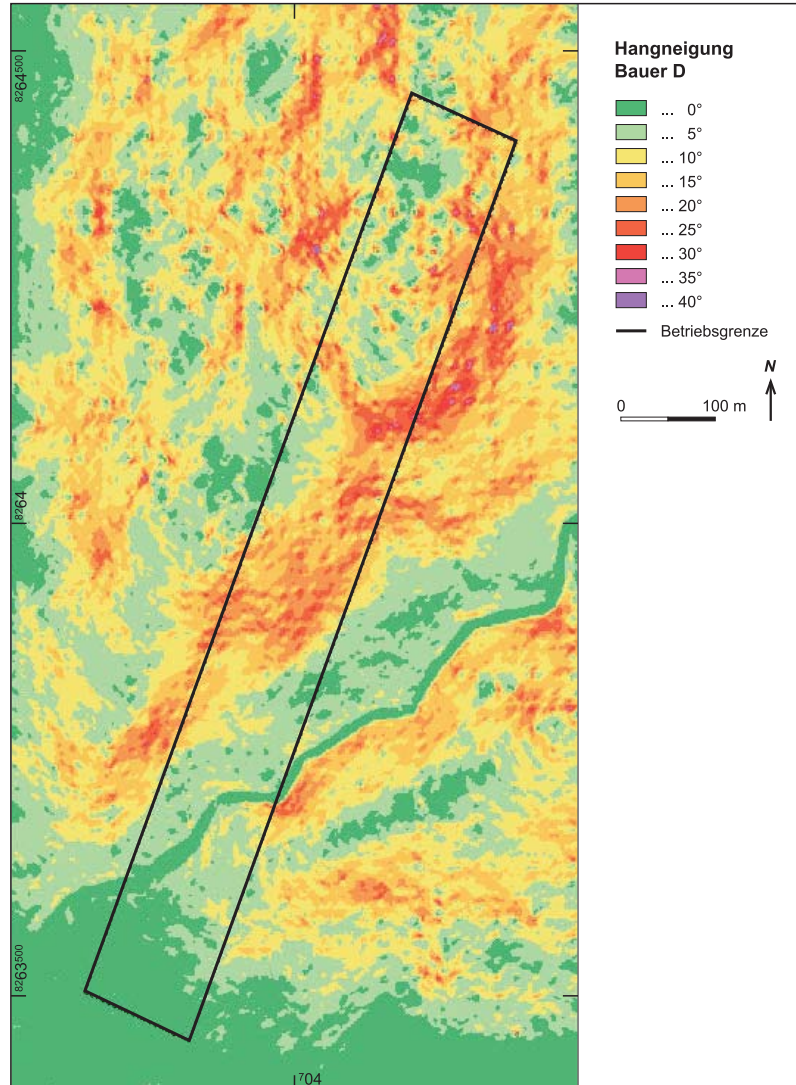
Südwesten quert sowie östlich davon ein Sporn des nächsten Hauptrückens. Im Süden zeichnet die 460m-Isohypse in etwa die Grenze zur Talebene des Río Cotacajes nach. Der höchste Punkt liegt mit 583 m auf dem Sporn nördlich des Betriebs und der tiefste Punkt mit 452 m auf der alten Flußterrasse des Río Cotacajes in der Südostecke.

Die Hangneigungskarte (Karte 4.11) spiegelt die hohe Reliefenergie des Rücken- und Kerbtalreliefs wider (vgl. Karten 4.2 und 4.5). Es dominieren mittel und stark geneigte Hänge zwischen 5 und 15°. Die Flachlagen (< 5°) konzentrieren sich vor allem auf die Bachterrasse und die alte Flußterrasse im Süden und einige Hangverflachungen auf den Rücken. Sehr stark geneigte bis sehr steile Lagen finden sich an verschiedenen Hängen der beiden Sporne sowie am Südufer des Arroyo Remolinos, sie machen fast 20 % der Gesamtfläche aus (s. numerische Auswertung des DGM in der Tab. A.5).

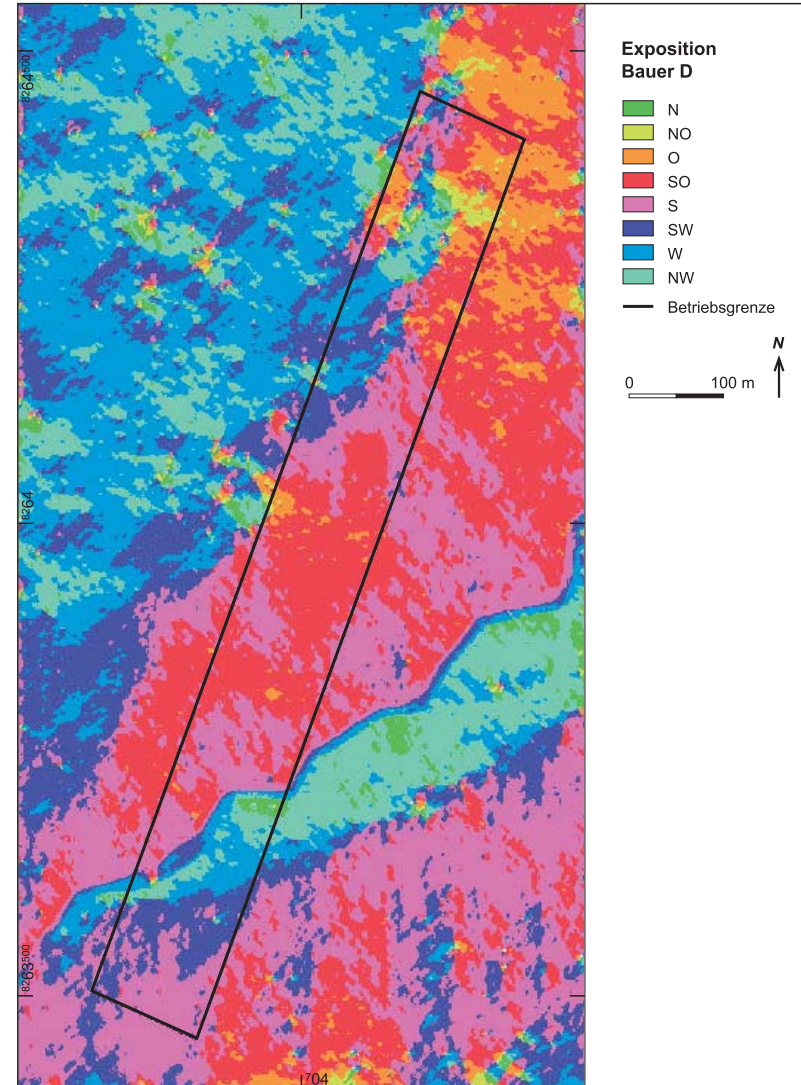
Die Expositionskarte (Karte 4.12) visualisiert eindrücklich den Wechsel zwischen den SO- bis S-exponierten und den SW- bis NW-exponierten Hängen. Die N- bis O-Expositionen haben nur



Karte 4.11: Hangneigung des Betriebs von Bauer D mit Umgebung (Maßstab 1 : 8.000)



Karte 4.12: Exposition des Betriebs von Bauer D mit Umgebung (Maßstab 1 : 8.000)



geringe Flächenanteile (s. Tab. A.5). Der Vergleich mit den Karten 4.3 und 4.6 zeigt anschaulich die unterschiedlich starke Gliederung dreier Flächen in ähnlicher Reliefposition, die alle an der Grenze der Hügelzone zur Talebene liegen.

Der geologische Untergrund auf dem Grundstück spiegelt sich in der morphologischen Situation und in den bodenkundlichen Verhältnissen wider. Im nördlichen Teil, auf dem zur Hügelzone gehörenden Sporn, bilden in situ verwitterte tertiäre Sand- und Tonsteine den Untergrund. Im Unterboden gibt es häufig Fein-, Mittel-, Grobgrus und kantige Steine des Anstehenden, hinzu kommen an verschiedenen Stellen Terrassenreste mit Fein-, Mittel-, Grobkies und runden Steinen aus tertiärem Sandstein. Solche Terrassenreste des Arroyo Remolinos finden sich am Bohrpunkt D7 und im Profil D8, dazu an vielen Stellen geringe Mengen runden und kantigen Bodenskeletts aller Korngrößen auf der Geländeoberfläche. Der Fahrweg zeichnet die Grenze zwischen Unterhang und alluvialer Bachterrasse nach, er quert den Betrieb talparallel von Südwesten nach Nordosten (s. Abb. 4.23). Auf den unterschiedlich alten Bachterrassen haben sich tertiäre Sedimente aus der Serranía de Marimonos abgelagert. Das Spektrum der Grobbodenanteile reicht vom Feinkies bis hin zu runden Großblöcken > 1 m Ø, die Verteilung von der Geländeoberfläche bis in den Unterboden.

In dem Betrieb von Bauer D gibt es zwei Bodeneinheiten. Die Chromic Cambisols finden sich mit etwa 3,5 ha auf den Bachterrassen im Süden, die Chromic Luvisols mit etwa 8,1 ha auf dem Sporn nördlich des Fahrweges (s. Abb. 4.23). Die restlichen 0,4 ha werden vom Arroyo Remolinos und dem

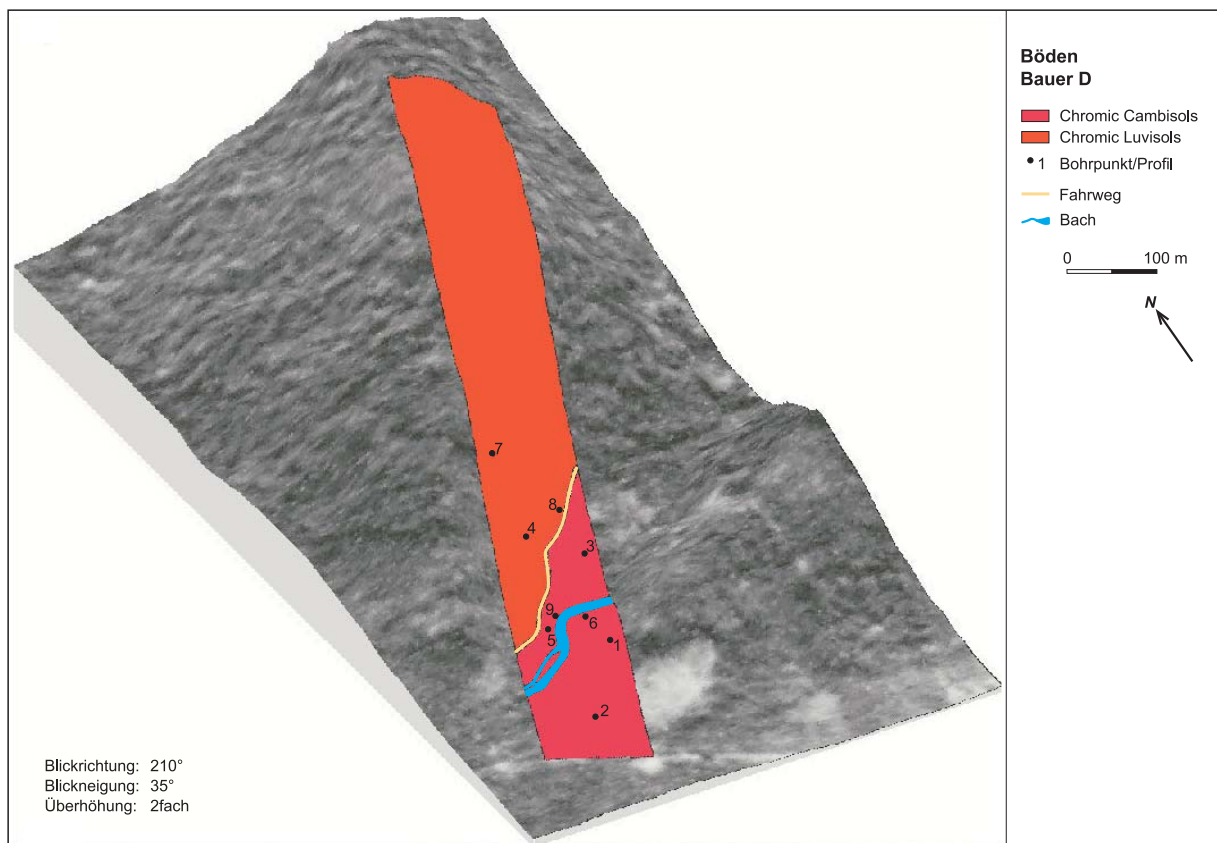


Abb. 4.23: Böden des Betriebs von Bauer D, projiziert auf das 3D-Orthobild



Fahrweg eingenommen. Die Chromic Cambisols sind in Kapitel 4.4.2 und die Luvisols in Kapitel 4.2.2 vorgestellt. Das Kürzel *chromic* kennzeichnet die durch feinverteilte, freie Eisenoxide intensiv braun bis rot gefärbte Variante der Luvisols (DRIESSEN & DUDAL 1991:255ff., SCHMIDT-LORENZ 1986:52).

Ähnlich den Böden in Kapitel 4.4.2 lassen sich die beiden aufgenommenen Chromic Cambisols unterschiedlich alten Terrassen zuordnen, in diesem Falle allerdings Bachterrassen. Profil D9 befindet sich auf einer niedrigen, subrezentem Terrasse am rechten Ufer, in der Agroforstparzelle. Der Boden hat ein Einzelkorngefüge, zwischen 18 und 35 cm Tiefe befindet sich eine Schicht aus Fein- und Mittelkies und die Farbe des Bw-Horizontes ist hell rötlichbraun. Das Profil D6 liegt auf einer alten Terrasse am linken Ufer an der Kante zur rezenten Terrasse in der vom Bauern so bezeichneten Hybridkakaoparzelle Nr. 2 (Abb. 4.24). Es besitzt ein durch-



*Abb. 4.24: Bodenprofil D6: Chromic Cambisol. Im Bw2-Horizont sind runde Blöcke und Großblöcke aufgeschlossen. Aufnahme J. Elbers am 4.12.1995.*

misches Kohärentgefüge ohne erkennbare Schichtung der Grobbodenanteile, die Farbe des Bw ist dunkel rötlichbraun. Die aufgelisteten Eigenschaften dieser beiden nur 30 m voneinander entfernt liegenden Profile zeugen von einer fortgeschritteneren Verbraunung, sprich einer stärkeren Bodenentwicklung in Profil D6.

Bis auf den hell rötlichbraunen Bw von D9 sind alle Horizonte der Cambisols dunkel rötlichbraun. Die Bodenart ist in allen Horizonten sandiger Lehm, die effektive Lagerungsdichte reicht von sehr gering in den Ah-Horizonten, über mittel (Bw, Bw1) bis dicht im Bw2 von D6. D6 besitzt einen organischen Auflagehorizont, bestehend aus Laubstreu von den Kakaobäumen sowie von den Bäumen der benachbarten rezenten Terrasse. Die effektive Bodentiefe und Durchwurzelbarkeit sind mit > 150 cm sehr tief, die Durchwurzelungsintensität im Unterboden nimmt ab von stark bis schwach.

Die Bodenreaktion in den beiden Profilen reicht von mäßig sauer bis neutral mit pH-Werten von 5,3 bis 7,4. Die Ah-Horizonte sind mittel humos, der Gehalt an Gesamtstickstoff ist dort mittel und in den B-Horizonten sehr niedrig. Der Gehalt an austauschbarem Phosphor ist im Ah von D9 niedrig, in allen anderen Horizonten sehr niedrig. Die Austauschkapazität ist mittel in den Ah-Horizonten und niedrig in den Unterböden, alle Horizonte sind basenreich bis basengesättigt. Für diese Böden gilt,



Abb. 4.25: Bodenprofil D8: Chromic Luvisol. Aufnahme J. Elbers am 5.12.1995.

daß viele Nährelemente aus den verwitterbaren Mineralen des silikatreichen Substrates noch nicht freigesetzt sind (vgl. Kap. 4.4.2, Tab. 4.14 und ELBERS 1997). Die Böden befinden sich im Calcium-Carbonat- bzw. Silikat-Pufferbereich bei pH-Werten, die eine hohe Tonmobilität ermöglichen.

Das Profil D8 (Abb. 4.25) befindet sich auf dem mit 20° geneigten Unterhang des Sporns in der Hybridkakaoparzelle Nr. 3, am Rande des Fahrweges in den zweiten Feldstreifen der Kolonie Remolinos. Es besitzt eine O-Ah-E-Bt-Horizontierung, der dünne Auflagehorizont besteht aus Laubstreu von Kakao und anderen Pflanzen in Zersetzung. Den Ah bildet dunkel rötlichbrauner Lehm und den E und Bt rötlichbrauner toniger Lehm. Die effektive Lagerungsdichte reicht von gering im Ah bis dicht im Bt. Die effektive Bodentiefe und die Durchwurzelbarkeit sind mit > 160 cm sehr tief und die Durchwurzelungsintensität ist im Bt noch mittel.

Die Bodenreaktion ist neutral im Ah und schwach sauer in den unterliegenden Horizonten. Der 9 cm mächtige Ah ist mit 5,1 % stark humos, der Gehalt an Gesamtstickstoff dort hoch und in den anderen Horizonten niedrig. Der Gehalt an austauschbarem Phosphor ist mittel im Ah und sehr niedrig im Unterboden. Der Boden besitzt eine mittlere Austauschkapazität, deren Höhe vom Ah über Bt zum E abnimmt. Alle Horizonte sind basengesättigt, der Boden ist dem Calcium-Carbonat-Pufferbereich zuzuordnen.

Die Böden in dem Betrieb von Bauer D sind pedogenetisch wenig bis mäßig entwickelt und besitzen gute Fruchtbarkeitseigenschaften. Die Bandbreite der Chromic Cambisols auf den Bachterrassen reicht von beginnender Verbraunung auf der subrezentem Terrasse am Profil D9 bis hin zu fortgeschrittener Verbraunung auf der alten Terrasse am Profil D6. Beide Böden besitzen ein hohes Potential an verwitterbaren Mineralen aus dem silikatreichen Substrat. Stärker entwickelte ältere Cambisols wie auf der alten Flußterrasse am Profil C11 (s. Kap. 4.4.2) gibt es auf den Bachterrassen des Arroyo Remolinos nicht. Die Chromic Luvisols auf dem Sporn besitzen ebenfalls gute bodenchemische Eigenschaften, negativ wirken sich bei ihnen die dichte lehmig-tonige Textur und die steile Hanglage aus.



### 4.5.3 Landnutzung und Produktion

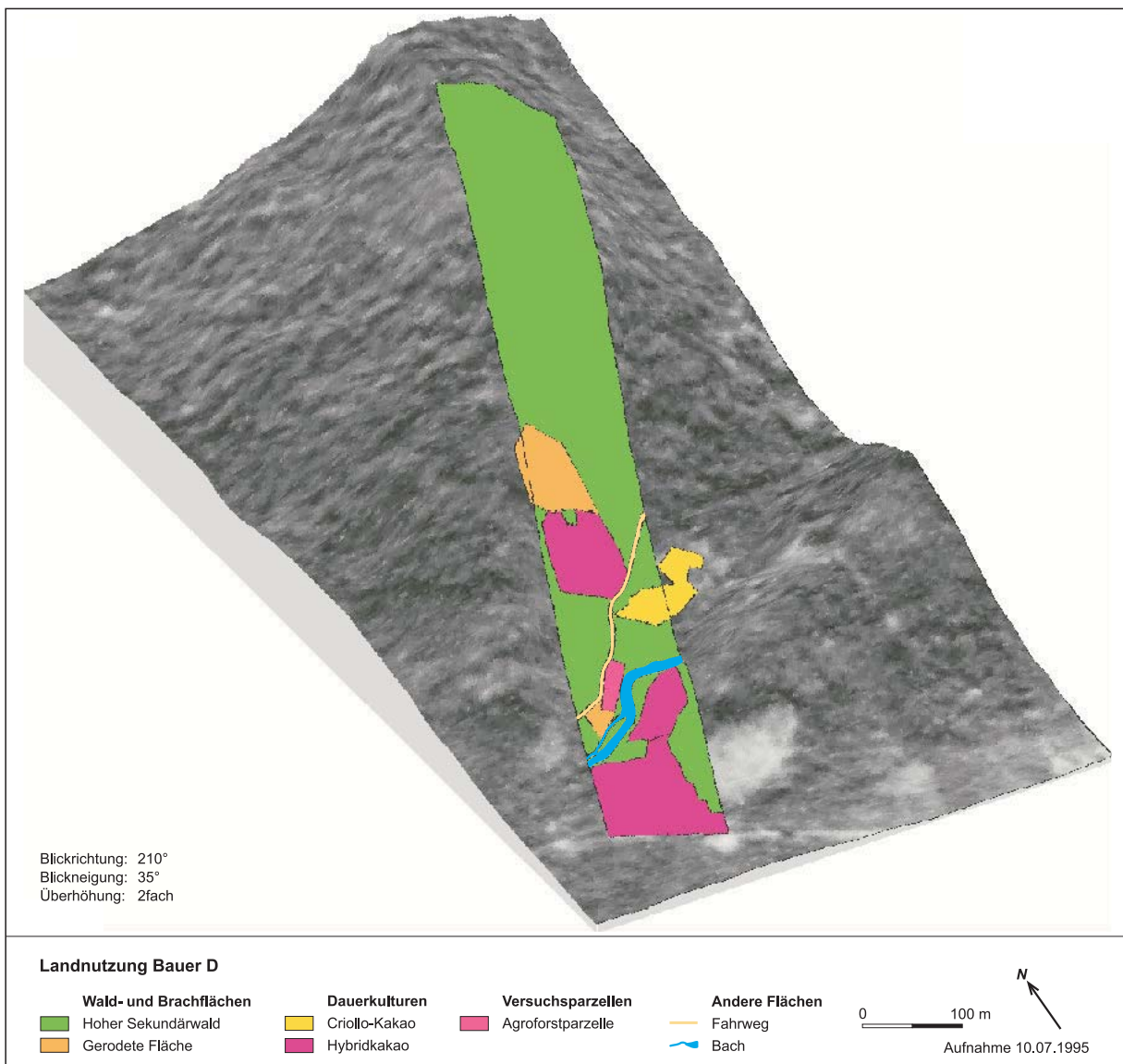


Abb. 4.26: Landnutzung des Betriebs von Bauer D, projiziert auf das 3D-Orthobild

Auf dem Blockbild mit der Landnutzung (Abb. 4.26) fallen zunächst zwei Kategorien ins Auge: der hohe Sekundärwaldanteil und die Kakaoparzellen (s. Tab. 4.10). Mehr als 70 % der Fläche sind mit altem, hohem Brachwald bestanden, der seit mindestens fünf bis sieben Jahren nicht mehr genutzt wurde. Charakteristisch für die alten Kolonien im Alto Beni ist das Fehlen von Primärwald, wie auf den Siedlerstellen der Bauern A und C bereits gesehen. Bauer D, als einziger der fünf Bauern Erstbesitzer seines Betriebs, hat seit 1967 alle Flächen von den Bachterrassen bis hin zu den steilsten Hanglagen mit mehr als 35° Neigung mindestens einmal für den Reisanbau in Nutzung genommen. Zu den 8,5 ha hoher Sekundärwald gesellen sich im Juli 1995 0,6 ha gerodete Flächen, die der Bauer vorbereitet für die Kultivierung in der Regenzeit 1995/96: Das große Feld auf dem Oberhang des Sporns ist vorgesehen für Reisanbau und das kleine auf der subrezentem Terrasse als Erweiterung der Agroforstparzelle.

Der Bauer hat seinen Betrieb völlig auf die Kakaoproduktion spezialisiert, die vier Pflanzungen auf insgesamt 2,8 ha Fläche sind die einzigen Dauerkulturen. Auf einer rechtsufrigen alten Bachterrasse befindet sich die 0,5 ha große, etwa 25 Jahre alte Parzelle mit Criollo-Kakao. Criollo-Kakao ist der auf Schwemmlandböden in den tropischen Regenwäldern Boliviens heimische Kakao, er zeichnet sich aus durch ein kräftiges Aroma bei niedrigen Erträgen (León 1987:337ff., REHM & ESPIG 1996:244ff.). Den Criollo-Kakao benutzen die Techniker von El Ceibo als Veredlungsunterlage in ihren Pflanzgärten, da er sich durch seine Krankheitsresistenz auszeichnet. Die Parzelle befindet sich zur Hälfte auf dem Nachbargrundstück; Grenzüberschreitungen solcher Art gibt es häufig im Alto Beni, sie kommen beim ‚Einmessen‘ der Betriebsflächen mit Machete und Augenmaß immer wieder vor. Die 2,3 ha Hybridkakao verteilen sich auf die linksufrige alte Bachterrasse (Abb. 4.27) und die Ostflanke des Sporns. Die beiden Parzellen auf der Terrasse sind etwa 15 Jahre alt, dort hat der Bauer zwischen die alten Kakao-bäume einjährige veredelte Pflanzen gesetzt, um den Kakao zu erneuern. Die Parzelle auf dem Hang

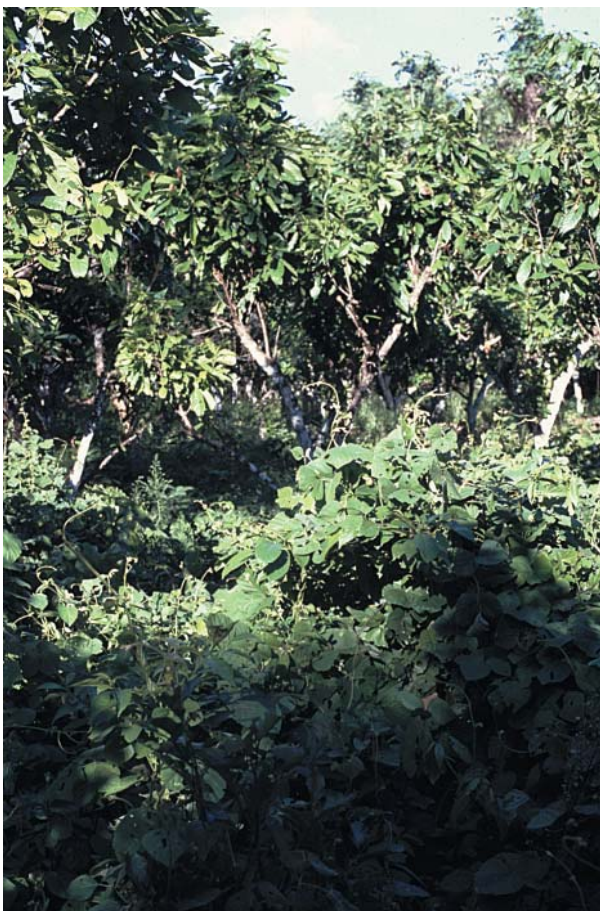


Abb. 4.27: Hybridkakaoparzelle Nr. 2, 15 Jahre alte Pflanzung mit Kudzu als Bodenbedecker. Aufnahme J. Elbers am 5.12.1995.

Tab. 4.10: Landnutzung in dem Betrieb von Bauer D (Aufnahme 10.7.1995)

Landnutzung	Fläche ha
<b>Wald- und Brachflächen</b>	<b>9,1</b>
Hoher Sekundärwald	8,5
Gerodete Fläche	0,6
<b>Dauerkulturen</b>	<b>2,8</b>
Criollo-Kakao	0,5
Hybridkakao	2,3
<b>Versuchspartellen</b>	<b>0,1</b>
Agroforstparzelle	0,1
<b>Andere Flächen</b>	<b>0,4</b>
Wasser	0,3
Fahrweg	0,1
Σ	12,4*

\* davon 0,4 ha außerhalb der Betriebsgrenzen

ist etwa 20 Jahre alt. In den Pflanzungen wachsen Ingas und Motacú-Palmen (*Attalea phalerata*) als Schattenbäume, Kudzu als Bodenbedecker, sowie ein paar Bananen, Papayas und Zitrusbäume für den Eigenbedarf. Die gemeinsam mit dem PIAF angelegte 0,1 ha große agroforstliche Versuchspartelle besteht aus einer Mischkultur von Papaya, Mais, Bohnen, Straucherbse (*Cajanus cajan*), Tomate (*Lycopersicon esculentum*) und den Baumleguminosen *Leucaena* und *Flemingia*.

Vergleicht man die morphologische und bodenkundliche Situation (Abb. 4.23) mit der Landnutzung (Abb. 4.26), ist festzustellen, daß die alluvialen Terrassen mit ihren gut dränierten, nährstoffreichen Böden dem Kakao einen optimalen Standort bieten. Die Kakaoparzelle auf dem Sporn profitiert von den guten bodenchemischen Eigenschaften der Chromic Luvisols, negativ wirken sich hier die lehmig-tonige Textur, die hohe Lagerungsdichte und die

Steilheit des Geländes aus. Des weiteren liegen die mit Dauerkulturen bestandenen Flächen verkehrsgünstig direkt an der Straße bzw. dem Fahrweg. Dies ist ein enormer Vorteil gegenüber der Situation der Bauern A und B.

Die Produktionsdaten von 1995 (Tab. 4.11) belegen die vollständige Ausrichtung der Landnutzung auf den Kakaoanbau. Die Einnahmen von über 10.000 Bolivianos sind für die Region recht hoch; einen solchen Ertrag in der Kakaoproduktion zu erzielen, ist ein Spitzenwert für den Alto Beni. Den Einkünften steht allerdings ein sehr hoher Arbeitskräfteeinsatz von 353 Tagen gegenüber, von denen der Bauer für 106 Arbeitstage Tagelöhner kontraktiert und bezahlt hat. Der Preis für einen Tagelohn lag 1995 zwischen 12 und 20 Bolivianos. Zum Vergleich: Bauer C erzielte mit einem Einsatz von 399 Arbeitstagen mehr als doppelt so hohe Einnahmen (s. Tab. 4.9). Die 15,5 Zentner trockene Bohnen pro ha Hybridkakao erforderten einen sehr hohen Arbeitseinsatz für Pflegemaßnahmen. Die Produktion ist für den Alto Beni sehr gut, liegt aber noch deutlich unter den im Weltmaßstab als gut bezeichneten Ernten von 1 - 1,5 t trockene Bohnen pro ha und Jahr (FRANKE 1994b:35ff., REHM & ESPIG 1996:248). Das weist darauf hin, daß wenig ertragreiche Sorten den Bauern um einen Teil des Lohnes für seine guten Kulturmaßnahmen bringen. Auf der Parzelle mit Criollo-Kakao stehen die eingesetzten 25 Arbeitstage in keiner Relation zu dem Minimalertrag. Die Tatsache, daß fast der gesamte Hybridkakao zertifizierter Biokakao ist, steigert die Einkünfte. Andererseits wird der Preis für Kakao als klassische *cash crop* auf dem Weltmarkt festgelegt, so daß der Bauer mit seiner Monokultur völlig von den internationalen Preisen abhängig ist im Gegensatz zu den Kolonisatoren, die Früchte für den Binnenmarkt produzieren. Als wichtigstes Produkt für die Selbstversorgung pflanzt der Bauer Reis, hinzu kommen kleinere Mengen Bohnen, Maniok, Mais, Zitrusfrüchte, Bananen, Papaya und Gemüse.

Tab. 4.11: Produktion und Einnahmen der Marktfrüchte für den Betrieb von Bauer D 1995

Sparte	Produktion	Eigenbedarf	Verkauf	Ertrag ha	Arbeitstage (B/F/T)*	Einnahme Bolivianos
Criollo-Kakao	44 kg	-	44 kg	2 Ztr.	25 (8/7/10)	183
Hybridkakao, biologisch	1.802 kg	-	1.802 kg	15,5 Ztr.	328 (97/135/96)	9.769
Hybridkakao	34 kg	-	34 kg	-		140
Reis	k. A.				k. A.	
Σ					353 (105/142/106)	10.092

\* B = Bauer, F = Familienangehörige, T = Tagelöhner

## **4.6 Fallstudie 5: Betrieb des Bauern E, Kolonie Remolinos**

### **4.6.1 Lage und allgemeine Informationen**

Die Siedlerstelle des Bauern E gehört, wie diejenige von Bauer D, zu der 1966 gegründeten Kolonie Remolinos in Area VI (Kap. 4.5, s. dort Informationen zu Remolinos und Area VI). Der Betrieb liegt 2,5 km südöstlich von Remolinos an der Straße nach Covendo, er wird von ihr in einen nördlichen und einen südlichen Teil zerschnitten. Das Grundstück besitzt die langgezogene, rechteckige Parzellenform, ist 12 ha groß, 100 m breit und 1.200 m lang.

Der Bauer hat 14 Kinder und lebt mit seiner zweiten Frau und den sieben gemeinsamen Kindern auf seinem Land. Er ist in Santiago de Huata am Lago Titicaca geboren, einem Ort auf dem Altiplano von La Paz, und hat dort drei Jahre lang die Grundschule besucht. Im Alto Beni lebt der Bauer seit 1982, von Beginn an auf dieser Siedlerstelle. Er besitzt ein weiteres Grundstück außerhalb des Alto Beni in La Asunta in den Yungas. Bauer E ist aktives Mitglied der Basiskooperative Flor de Mayo und der Zentrale El Ceibo.

### **4.6.2 Relief und Böden**

Die Kolonie Remolinos erstreckt sich über die rechtsufrige Talebene des Río Cotacajes und die nördlich anschließende Hügelzone der Serranía de Marimonos. Der Betrieb von Bauer E liegt am Prallhang des Río Cotacajes, die Talebene ist hier etwa 2,5 km breit, davon befinden sich 2,2 km auf dem Südufer in Area VII. Das Grundstück verläuft vom Río Cotacajes nach Norden. Die Grundfläche des DGM hat eine Kantenlänge von 650 x 1.300 m, das entspricht einer Fläche von 84,5 ha. Auf dieser Fläche wurden 2.253 Koordinatentripel eingemessen (s. Tab. 4.2).

Das 3D-Orthobild zeigt die Reliefsituation bei Blickrichtung aus Südost, Blickneigung von 35° und 2facher Überhöhung (Abb. 4.28). Die Blickrichtung steht im 45°-Winkel zur Ausrichtung des Betriebs, so erhält man einen guten Überblick über die Gesamtfläche und kann das Tal des Arroyo Simayuni einsehen. Dieser Bach fließt vom Kamm der Serranía de Marimonos kommend im Norden in das Untersuchungsgebiet, verläuft in einer kleinen Schlinge mit ausgeprägtem Prallhang nach Westen, um dann in südöstlicher Richtung dem Río Cotacajes entgegenzustreben, in den er etwa einen Kilometer nach Verlassen des Arbeitsgebietes mündet. In der Südwestecke des 3D-Orthobildes ist der Río Cotacajes angeschnitten, dort befindet sich der tiefste Punkt mit 452 m (Karte 4.13). Das Grundstück beginnt auf der Flußterrasse und steigt an der Terrassenkante mit einem kurzen, sehr stark geneigten Hang auf den südlichen Ausläufer des Sporns zwischen dem Río Cotacajes im Westen und dem Arroyo Simayuni im Osten. Auf dieser relativ ebenen Fläche kreuzt die Hauptstraße von Remolinos nach Covendo das Geländemodell von Westen nach Osten. 140 m nördlich der Hauptstraße befindet sich eine weitere, sehr stark geneigte Geländekante, die hinabführt auf eine alte



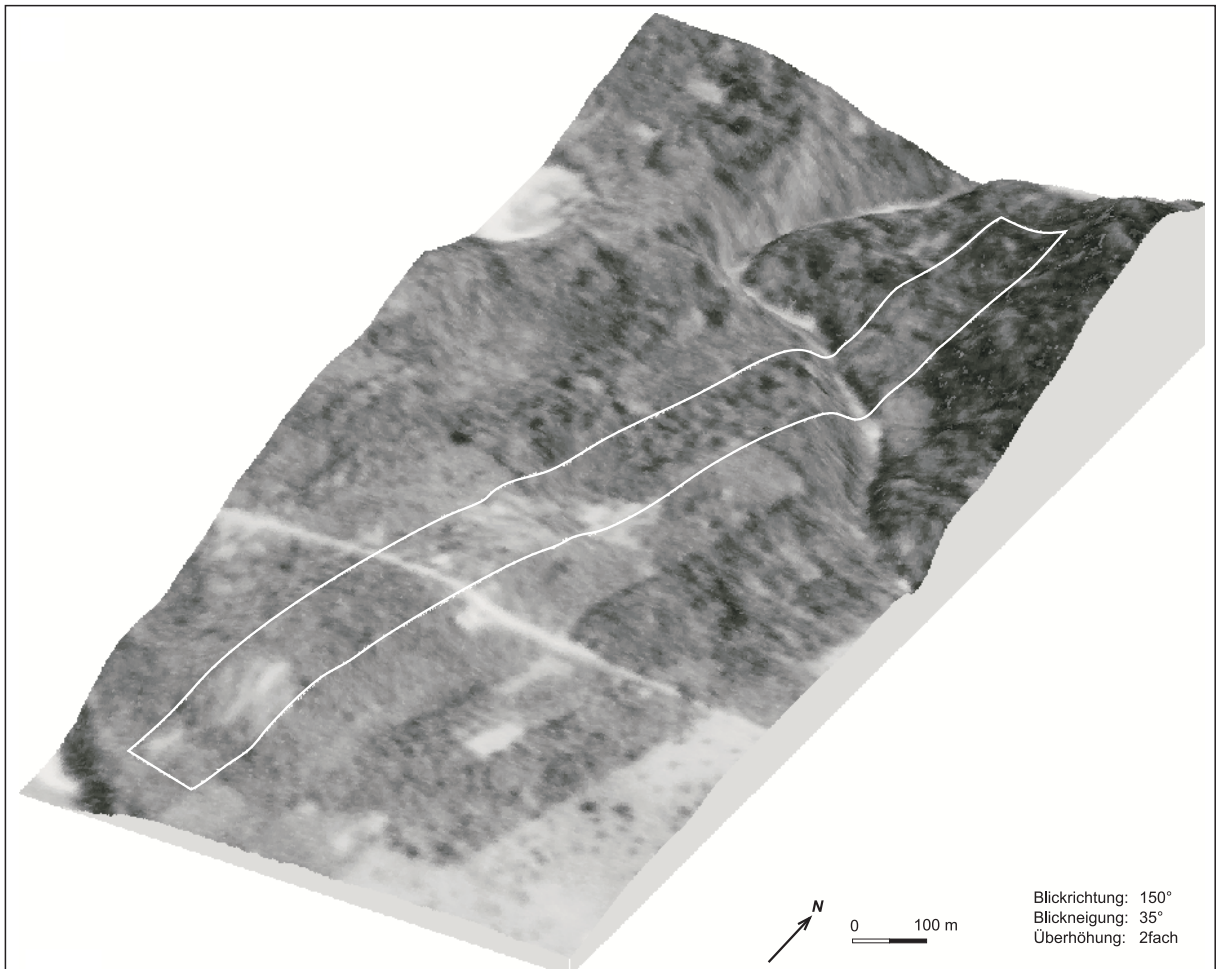


Abb. 4.28: 3D-Orthobild des Betriebs von Bauer E mit Umgebung (Betriebsgrenze weiß)

Terrasse des Río Cotacajes. Von der Terrassenfläche steigt es wieder leicht an bis zu der vom Prallhang des Arroyo Simayuni gebildeten Geländekante. Es kreuzt den Bach und zieht sich dann über den Gleithang hinauf auf den Ausläufer eines südwest-nordost ausgerichteten Sporns. Der höchste Punkt liegt mit 562 m in der Nordostecke des Geländemodells. Der den Betrieb querende Fahrweg (s. Abb. 4.29 u. 4.31) verbindet die Hauptstraße mit der sich nördlich anschließenden Kolonie Alto Remolino: er verläuft, von Süden kommend, am rechten Ufer des Baches, kreuzt ihn an einer Furt und folgt dann dem Grundstück nach Norden. Am Westrand des 3D-Orthobildes, auf der Höhe der Schlinge des Arroyo Simayuni, findet sich eine morphologische Form, die nicht typisch ist für die Region. Auf dem Nord-Süd verlaufenden Sporn hat sich eine Hohlform ausgebildet, in deren Zentrum liegt ein kleiner Weiher, er hat seine Uferlinie auf 518 m Höhe, fällt allerdings periodisch trocken.

In dem Untersuchungsgebiet dominieren die schwach und mittel geneigten Flächen (Karte 4.14), es ist von der Statistik der Hangwinkel am ehesten mit demjenigen von Bauer A zu vergleichen (vgl. Karte 4.2 und numerische Auswertung der DGM in den Tab. A.2 bis A.6). Die Flachlagen ( $< 5^\circ$ ) finden sich vor allem auf der alten Flußterrasse im Südosten zwischen Betrieb und Arroyo Simayuni sowie auf den Verflachungen des Nord-Süd verlaufenden Sporns. Stark bis sehr stark geneigte Hanglagen gibt es an den schon beschriebenen Geländekanten sowie auf dem Sporn im Nordosten.

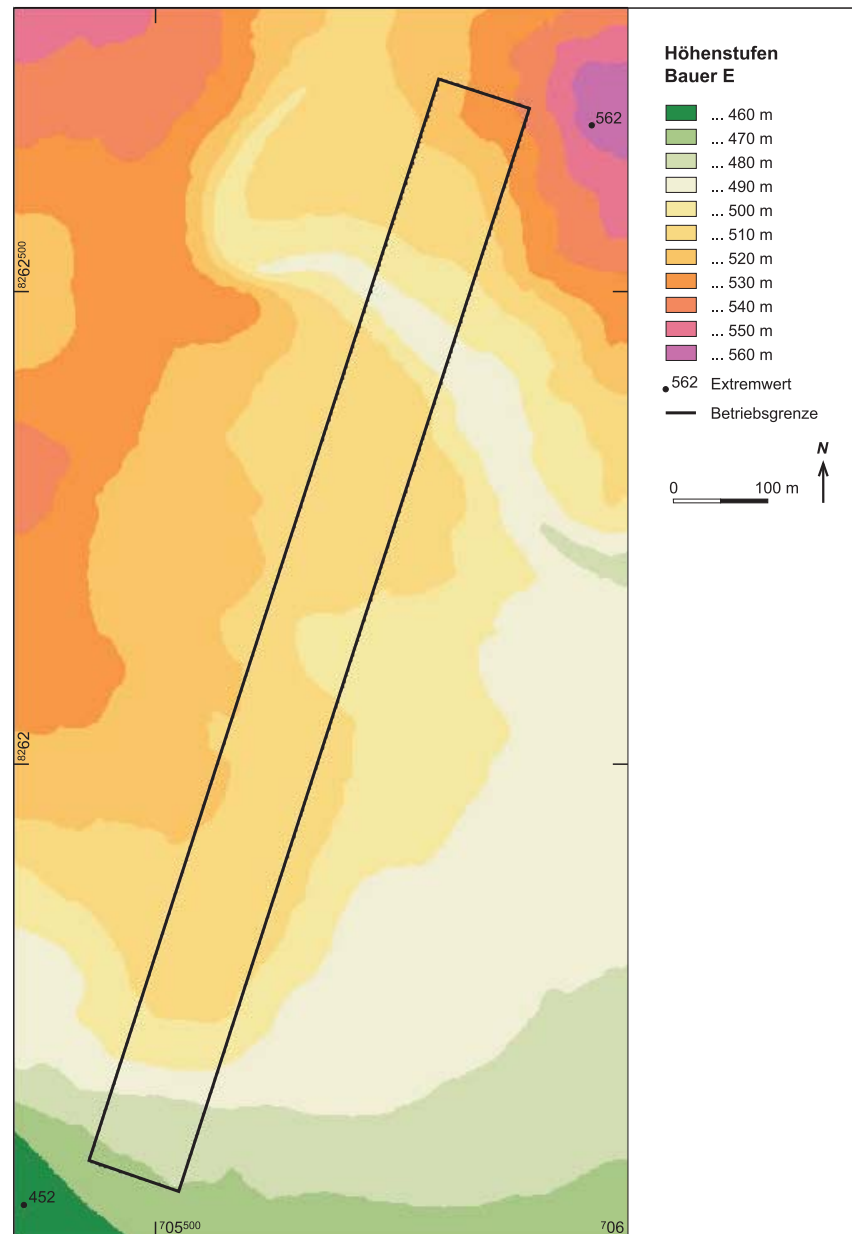
Steile bis sehr steile Hänge kennzeichnen den Prallhang des Arroyo Simayuni; dies gilt besonders für die Schlinge, wo der Bach von Nordosten kommend nach Südosten umschwenkt.

Auf der Expositionskarte (Karte 4.15) dominieren entsprechend der Hauptabdachung des Geländes die SO-exponierten Hänge, wobei die häufig vorkommenden Expositionen von Osten bis Süden reichen (s. Tab. A.6). SW- bis W-Expositionen finden sich auf dem Westabhang des Sporns im Süden sowie auf dem Sporn nordöstlich des Arroyo Simayuni.

Der geologische Untergrund wird ähnlich wie auf dem Grundstück von Bauer D (s. Kap. 4.5.2) durch in situ verwitterte Sedimentite und

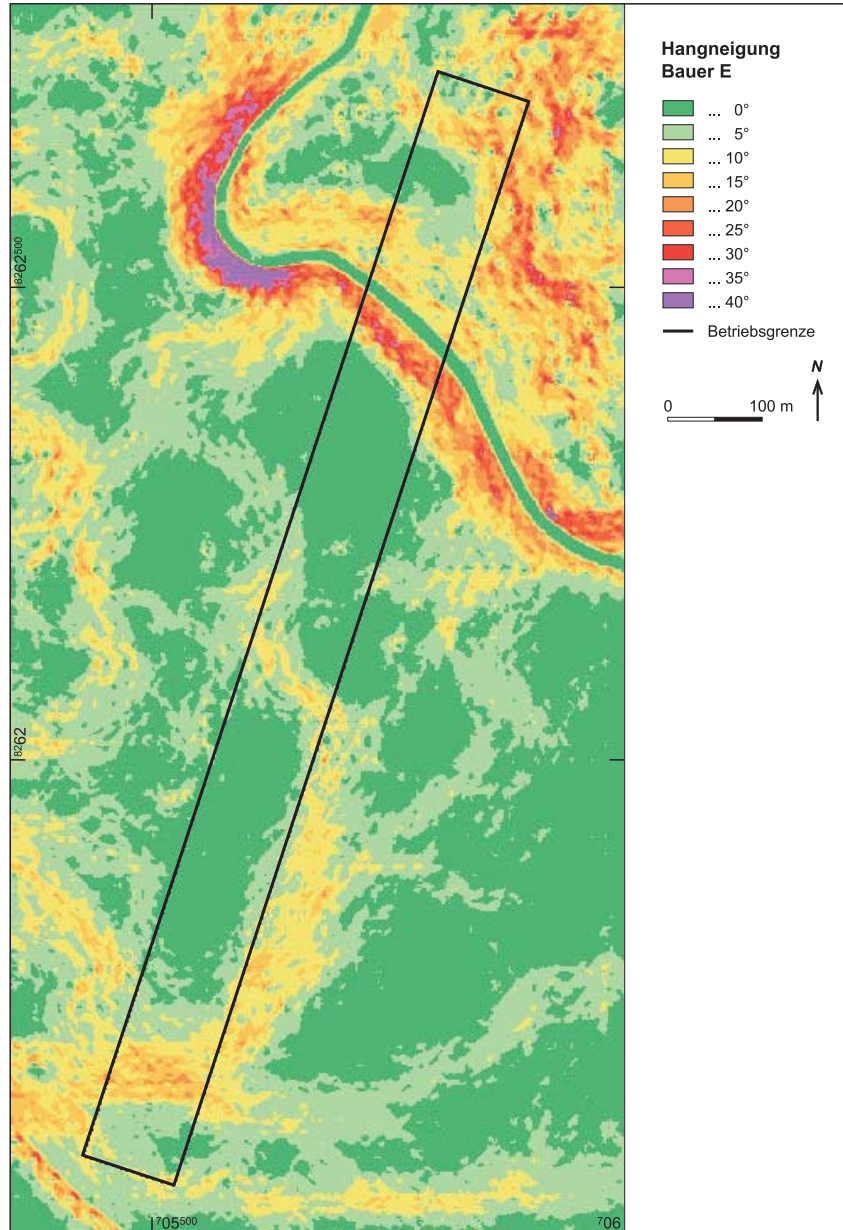
alluviale Sedimente gebildet, allerdings sind letztere durch die größere morphologische Vielfalt in unterschiedlichen petrographischen Zusammensetzungen vertreten. Auf den beiden Spornen südlich und nördlich des Arroyo Simayuni bilden in situ verwitterte, tertiäre Sand- und Tonsteine den Untergrund. Im Unterboden finden sich Fein- und Mittelgrus des Anstehenden, zum Teil Grobgrus und kantige Steine. An der Rückwand der Schürfgrube von Profil E7 ist im Unterboden ein kantiger Großblock aufgeschlossen (s. Abb. 4.29). Das alluviale Material der am Río Cotacajes auf 470 m Höhe gelegenen Terrasse ist vorwiegend allochthoner Herkunft, im Unterboden gibt es Kiese und Steine (Bohrpunkt E1). Die morphogenetisch ältere Flußterrasse am Profil E8 auf 498 m Höhe zeigt ein anderes Gesteinsspektrum. Der Unterboden ist bis 58 cm Tiefe mittel kiesig und darunter sehr stark kiesig (50 %). Zu finden sind Fein-, Mittel-, Grobkies und runde Steine in einer Mischung aus tertiärem, weichen Sandstein und allochthonem, harten Material. Diese Mischung der Schotter läßt

Karte 4.13: Höhenstufen des Betriebs von Bauer E mit Umgebung (Maßstab 1 : 8.000)

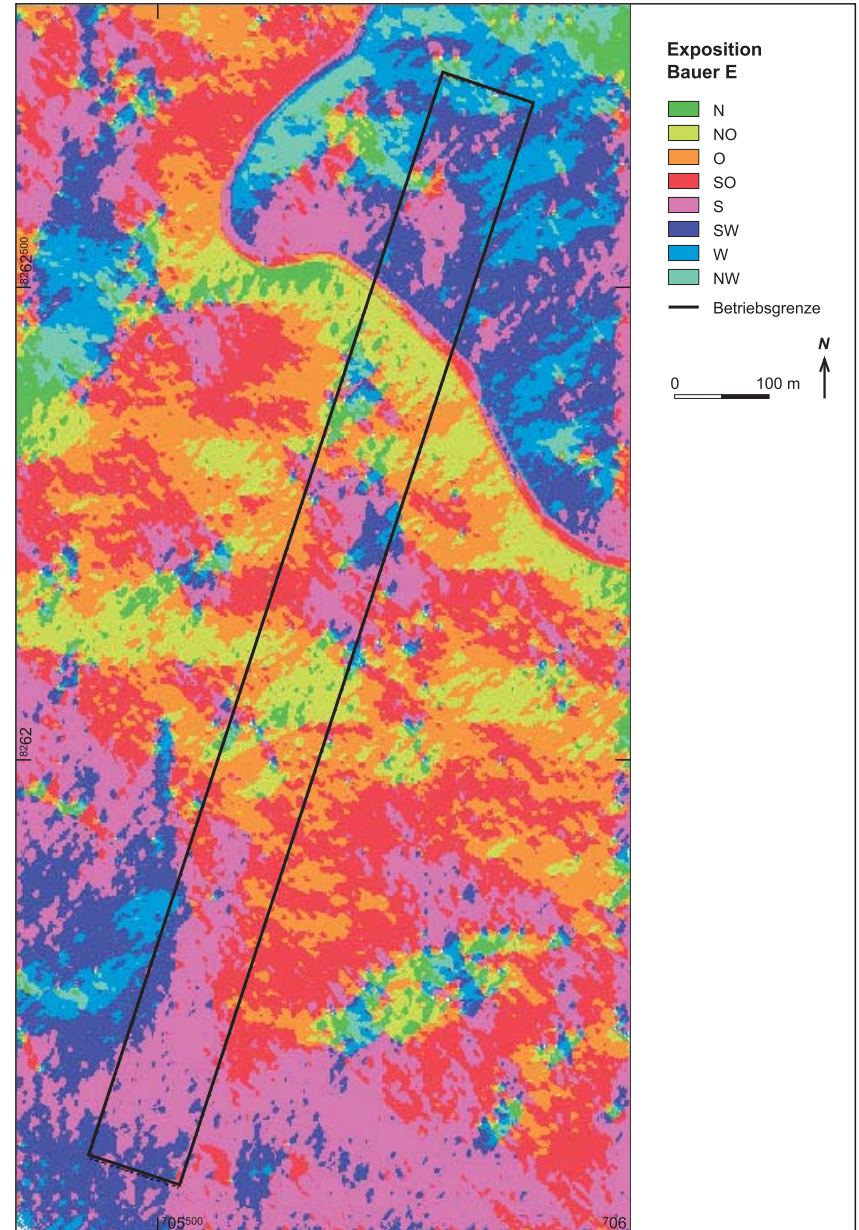




Karte 4.14: Hangneigung des Betriebs von Bauer E mit Umgebung (Maßstab 1 : 8.000)



Karte 4.15: Exposition des Betriebs von Bauer E mit Umgebung (Maßstab 1 : 8.000)



schließen auf eine frühere Verzahnung der Flußterrasse des Río Cotacajes mit der Bachterrasse im Mündungsbereich des Arroyo Simayuni. Auf der Terrassenoberfläche liegen sehr wenige runde Großblöcke > 2 m Ø. Die dritte Geländeform bildet die Bachterrasse längs des Arroyo Simayuni, die aufgebaut ist aus tertiären Sedimenten der Serranía de Marimonos. Das Spektrum der Grobbodenanteile reicht vom Feinkies bis hin zu runden Großblöcken > 1 m Ø, die Verteilung von der Geländeoberfläche bis in den Unterboden (vgl. Profile D6 und D9 in Kap. 4.5.2).

In dem Betrieb von Bauer E gibt es vier Bodeneinheiten. Den größten Flächenanteil besitzen die auf den Spornen anzutreffenden Haplic Lixisols mit etwa 5,8 ha und Chromic Luvisols mit etwa 4 ha (Abb. 4.29). Beide Bodeneinheiten werden im Folgenden gemeinsam betrachtet. Die Chromic Cambisols bedecken etwa 1,3 ha auf der Flußterrasse im Süden und auf den Terrassen längs des Arroyo Simayuni. Auf der alten Flußterrasse im 498m-Niveau gibt es auf 0,5 ha Eutric Planosols. Die restlichen 0,4 ha nehmen Straße, Fahrweg und Arroyo Simayuni ein. Die Haplic Lixisols (Kap. 4.3.2), Luvisols (Kap. 4.2.2) und Chromic Cambisols (Kap. 4.4.2) sind bereits vorgestellt. Planosols (lat. *planus* = eben) charakterisieren sich durch einen Eluvial-Mineralhorizont mit hydromorphen Eigenschaften und einen abrupten Texturwechsel zum darunterliegenden, dichten Unterboden, häufig anzutreffen in saisonal unter Wasser stehenden Ebenen und flachen Senken. Das Kürzel *eutric* kennzeichnet die Variante mit einer Basensättigung > 50 %. Planosols sind keine typischen Böden für die humiden Tropen (s. DUDAL 1973, SCHMIDT-LORENZ 1986:82f., DRIESSEN & DUDAL 1991:267ff.). Die Chromic Cambisols hat das TPLA nicht untersucht. Dies hatte zwei Gründe: zum einen handelt

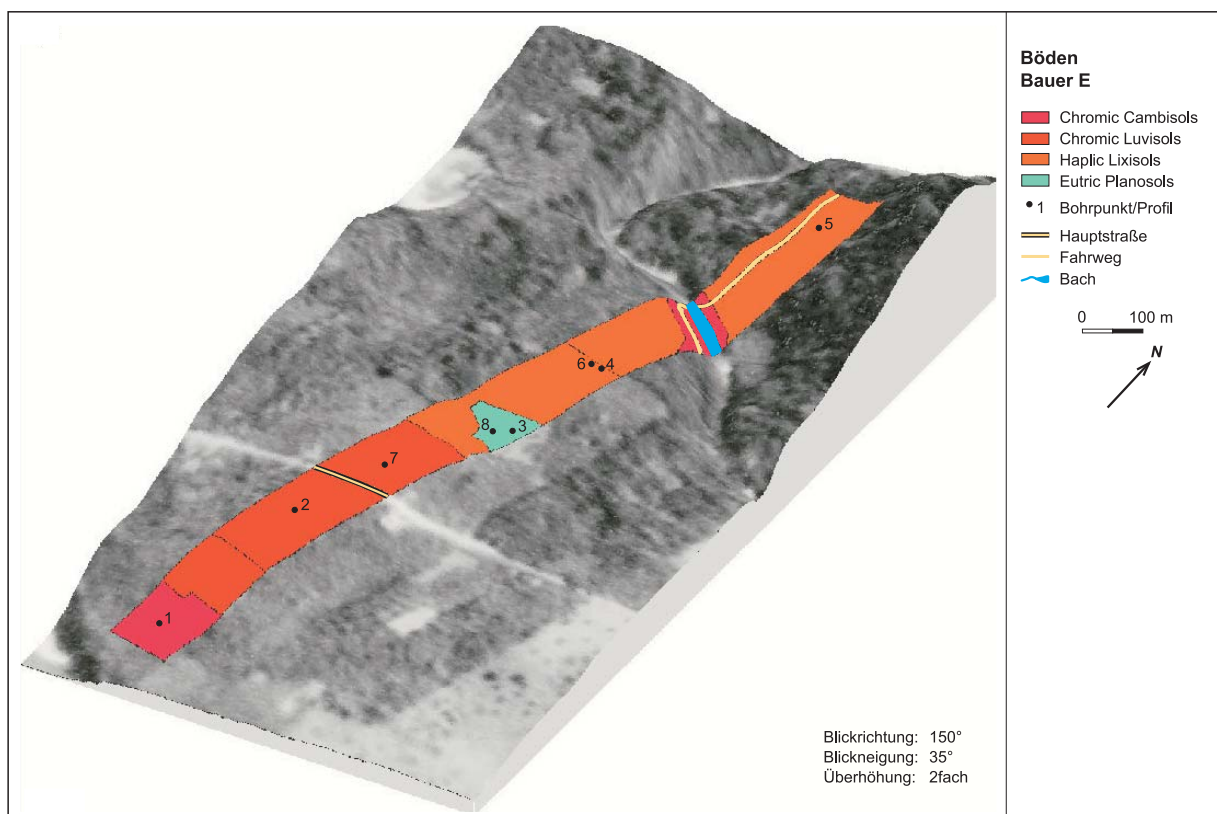


Abb. 4.29: Böden des Betriebs von Bauer E, projiziert auf das 3D-Orthobild



es sich um relativ kleine Flächen, zum andern hat das TPLA bei der Diagnose der Produktionssysteme insgesamt zehn Terrassenprofile mit Chromic Cambisols aufgenommen, davon sieben auf Fluß- und drei auf Bachterrassen (s. Tab. 4.14, Kap. 4.4.2 und 4.5.2, sowie ELBERS 1997).

Die Profile E6 und E7 werden gemeinsam beschrieben, da beide Böden einen diagnostischen argic B-Horizont besitzen mit einer Basensättigung > 50 % und eine intensiv rötlichbraune Färbung. Sie unterscheiden sich dadurch voneinander, daß die AK der Tonfraktion im B-Horizont von E6 mit 23 mval geringfügig unter, diejenige von E7 mit 26 mval geringfügig über dem Grenzwert von 24 mval liegt. Infolgedessen handelt es sich laut FAO-Klassifikation einerseits um einen Haplic Lixisol (E6) und andererseits um einen Chromic Luvisol (E7) (s. Tab. 4.3). Die getrennte Betrachtung dieser beiden Bodeneinheiten im Hinblick auf ihre Nutzungseignung erscheint nicht sinnvoll, besonders wenn man sich ihre Klassifikation unter dem Aspekt möglicher Fehler in den Laboranalysen ansieht (s. Kap. 2.3).

Die Profile befinden sich im Kulminationsbereich auf zwei Ausläufern des Sporns: E6 auf einer nicht geneigten einjährigen Brachfläche (Reisfeld 1994/95) nördlich der 498m-Terrasse und E7 südlich davon in einer schwach geneigten Hybridkakaoparzelle, 20 m nordöstlich des Hauses von Bauer E. Die Profile besitzen eine Ah-E-Bt-Horizontierung, E7 zusätzlich einen dünnen Auflagehorizont bestehend aus Laubstreu von Kakao und Pampelmuse in Zersetzung. Den Ah bilden dunkelbrauner bzw. bräunlichschwarzer sandiger Lehm, den E brauner bzw. rötlichbrauner sandiger Lehm und den Bt rötlichbrauner sandig-toniger bzw. toniger Lehm. Die effektive Lagerungsdichte reicht von gering (E6) bzw. mittel (E7) im Ah bis dicht im Bt. Die effektive Bodentiefe und die Durchwurzelbarkeit sind mit > 160 cm sehr tief und die Durchwurzelungsintensität reicht von sehr stark (E6) bzw. stark (E7) im Ah und E bis mittel im Bt.

Die Bodenreaktion reicht in Profil E6 von neutral bis stark sauer, im Profil E7 von schwach alkalisch bis neutral. Die Ah-Horizonte sind mittel humos, der Gehalt an Gesamtstickstoff ist dort mittel und in den unterliegenden Horizonten niedrig bis sehr niedrig. Der Gehalt an austauschbarem Phosphor ist in den Ah-Horizonten mittel, in den Unterböden niedrig bis sehr niedrig. Die Austauschkapazität ist mittel in den Ah-Horizonten, im Unterboden von E7 niedrig und von E6 sehr niedrig. Alle Horizonte mit Ausnahme des Bt von E6 sind basengesättigt, im letzteren liegt die Basensättigung bei 56 %, da sich in dem stark sauren Horizont bei pH 4,6 bereits viele  $Al^{3+}$ - und  $H^{+}$ -Ionen in der Bodenlösung befinden. E7 befindet sich im Calcium-Carbonat-Pufferbereich, E6 hingegen im Übergang vom Silikat- zum Austauscher-Pufferbereich.

Das Profil E8 (Abb. 4.30) befindet sich auf der alten, fast ebenen Flußterrasse, die der Bauer als Weide nutzt. Es besitzt eine Ah-Eg-Btg-Horizontierung, der Ah besteht aus bräunlichschwarzem sandigen Lehm, der Eg aus braunem sandigen Lehm. An der Untergrenze des Eluvialhorizonts vollzieht sich ein abrupter Texturwechsel zu einem braunen, sandig-tonigen Lehm mit einer Tonzunahme von 9,7 auf 27,8 %. Die effektive Lagerungsdichte steigt von sehr gering über mittel auf sehr dicht. Die

reduzierenden Bedingungen im Eg und Btg, verursacht durch Überstauung in der Regenzeit, sind an dem Grauschimmer der beiden Horizonte erkennbar. Aufgrund seines hohen Anteils an Eisenoxiden besitzt der Boden allerdings einen braunen MUNSELL-Farbwert und nicht die für reduzierende Bedingungen typische Blaugraufärbung der Matrix (vgl. Stauwasser-eigenschaften in DRIESSEN & DUDAL 1991:299). Bei einer Tiefe der Schürfgrube von 92 cm sind die effektive Bodentiefe als mäßig tief und die Durchwurzelbarkeit als tief einzustufen bei einer mittleren Durchwurzelungsintensität im Unterboden. Die ausgewiesene Bodentiefe ist allerdings kein Indikator für einen nur mäßig tiefgründigen Boden, sondern zeigt die Probleme beim Ausheben der Schürfgrube aufgrund des sehr stark kiesigen Unterbodens.



Abb. 4.30: Bodenprofil E8: Eutric Planosol. Aufnahme J. Elbers am 4.12.1995.

Die Bodenreaktion ist mäßig sauer, nur der E-Horizont ist schwach sauer mit einem pH-Wert von 6,8. Der Ah ist mit 4,6 % stark humos, der

Gehalt an Gesamtstickstoff ist sehr hoch, in den unterliegenden Horizonten niedrig. Der Gehalt an austauschbarem Phosphor ist im Ah sehr hoch, im Eg mittel und erst im Btg sehr niedrig. Diese im regionalen Vergleich außerordentlich hohen Werte haben ihre Ursache in der Düngung, welche die Rinder durch das Ausscheiden ihrer Exkremente vornehmen. Der Boden besitzt eine mittlere (Ah, Btg) bzw. niedrige (Eg) Austauschkapazität, ist sehr basenreich bis basengesättigt und dem Silikat-Pufferbereich zuzurechnen.

Die vier Bodeneinheiten belegen die Beziehung von Reliefposition und Pedogenese. Die Chromic Cambisols als jüngste Böden kommen auf den Terrassen am Río Cotacajes und Arroyo Simayuni vor, sie besitzen mit ihren großen Mineralreserven ein hohes Fruchtbarkeitspotential. Auf der alten 498m-Terrasse haben sich die hydromorphen Eutric Planosols entwickelt, bedingt durch die fast ebene Lage sowie den abrupten Texturwechsel im Unterboden. Die Hydromorphie wird zudem durch die spezielle Reliefposition dieser Fläche gefördert: Sie ist von Süd über West bis Nord von dem höhergelegenen Sporn umgeben und erhält so bei Niederschlägen eine Zufuhr von Hangwasser und Oberflächenabfluß. Obwohl mit guten bodenchemischen Eigenschaften ausgestattet, ist die Landnutzungseignung der Planosols aufgrund der Hydromorphie als niedrig einzustufen. Die am

weitesten entwickelten Böden sind die in situ entstandenen Chromic Luvisols und Haplic Lixisols: Beide Bodeneinheiten besitzen gute Fruchtbarkeitseigenschaften, die nur bei E6 etwas eingeschränkt sind durch die starke Versauerung des Bt.

### 4.6.3 Landnutzung und Produktion

Das Blockbild mit der Landnutzung (Abb. 4.31) zeigt eine diversifizierte Siedlerstelle, auf der ein hoher Anteil an Dauerkulturen sowie der Primärwald ins Auge fallen. Unter den 5,6 ha Wald- und Brachflächen (s. Tab. 4.12) müssen die 2,5 ha Regenwald hervorgehoben werden, da es etwas Besonderes ist, diesen in Betrieben aus den 1960er Jahren noch anzutreffen (vgl. Kap. 4.3.3). Die restlichen 3,1 ha verteilen sich auf Brachflächen unterschiedlichen Alters, vom Gebüsch bis zum

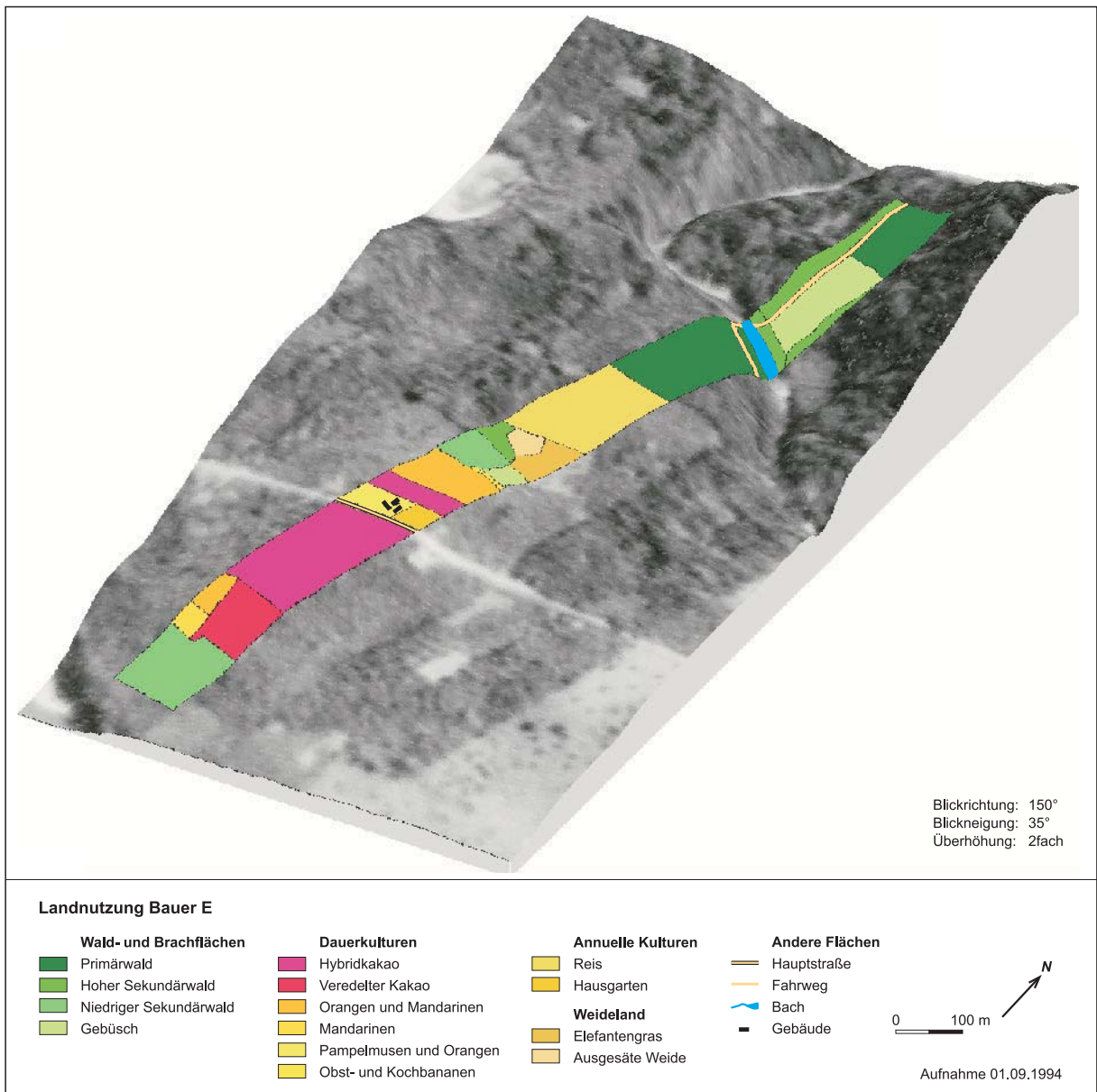


Abb. 4.31: Landnutzung des Betriebs von Bauer E, projiziert auf das 3D-Orthobild



hohen Sekundärwald, sie zeigen die Reisfelder der letzten Jahre an. Die Parzelle mit dem niedrigen Sekundärwald im Süden zeichnet die Flußterrasse des Río Cotacajes nach, alle anderen Wald- und Brachflächen liegen im nördlichen, hinteren Teil des Grundstücks.

Die Dauerkulturen sind verkehrsgünstig in unmittelbarer Nähe von Wohnhaus und Straße angelegt, sie nehmen ein Drittel der Betriebsfläche ein. Davon sind 2 ha mit 15 bzw. acht Jahre altem Hybridkakao bestanden, auf der kleineren Parzelle nördlich des Wohnhauses in Mischkultur mit Pampelmusen. Als Schattenbäume stehen im Kakao Ceibos und Motacú-Palmen sowie Mangos, Avocados, Bananen und Papayas für den Eigenbedarf. Neben den beiden auf dem Sporn liegenden Flächen hat der Bauer eine 0,5 ha große Parzelle mit veredeltem Kakao gepflanzt, die ein Jahr alt ist; sie liegt auf dem stark geneigten Hang zwischen Flußterrasse und Spornfläche. Der Bauer hat ebenfalls

1,4 ha Zitrus neu gepflanzt (ein bis zwei Jahre alt), es handelt sich um verschiedene Sorten Orangen, Pampelmusen und Mandarinen. Die produzierenden Zitrusbäume sind ältere, auf dem Sporn liegende Bestände. Die Obst- und Kochbananen dienen dem Eigenbedarf, neben dem kleinen Feld mit Bananen in Reinkultur wachsen die Stauden als Mischkultur in den Kakaopflanzungen sowie auf den Reisfeldern (Abb. 4.32, s. Profil E6). Bei diesem Stockwerkanbau pflanzt der Bauer die Schößlinge zwischen den heranwachsenden Reis und behält so nach der Reisernte eine Folgenutzung auf der Fläche.

Tab. 4.12: Landnutzung in dem Betrieb von Bauer E (Aufnahme 1.9.1994)

Landnutzung	Fläche ha
<b>Wald- und Brachflächen</b>	<b>5,6</b>
Primärwald	2,5
Hoher Sekundärwald	0,9
Niedriger Sekundärwald	1,3
Gebüsch	0,9
<b>Dauerkulturen</b>	<b>3,95</b>
Hybridkakao	2,0
Veredelter Kakao	0,5
Zitrusfrüchte	1,4
Obst- und Kochbananen	0,05
<b>Annuelle Kulturen</b>	<b>1,6</b>
Reis (1994/95)	1,5
Hausgarten	0,1
<b>Weideland</b>	<b>0,5</b>
Elefantengras	0,35
Ausgesäte Weide	0,15
<b>Andere Flächen</b>	<b>0,35</b>
Wasser	0,1
Straße und Fahrweg	0,25
<b>Σ</b>	<b>12</b>



Abb. 4.32: Mischkultur von Bananen, Papaya und Zitrus auf dem Reisfeld von 1994/95 in der Umgebung des Profils E6. Aufnahme J. Elbers am 6.11.1996.



Die wichtigste annuelle Kulturpflanze ist der Reis, der Bauer baut ihn in Mischkultur mit Mais, Bananen und Bohnen an. Der Reis bildet die Basis der bäuerlichen Ernährung, die nicht für den Eigenbedarf benötigten Mengen stellen gleichzeitig eine wichtige Einnahmequelle dar. Der Futtermais und die Bohnen dienen der Selbstversorgung, ebenso wie Maniok, die in dem Hausgarten kultivierten Gemüse und die Viehhaltung. Der Bauer besitzt zwei Rinder (Abb. 4.33), zwei Schafe und 60 Hühner zur Versorgung der Familie mit Fleisch und Eiern. Für die zwei Rinder hat er insgesamt 0,5 ha Weideland ausgesät mit Elefantengras und anderen Gräsern.



*Abb. 4.33: Criollo-Rind von Bauer E auf dem Saumpfad zwischen der Weide (hinten in der Mitte) und dem Primärwald. Aufnahme J. Elbers am 6.11.1996.*

Bei einem Vergleich von Reliefsituation, Böden und Landnutzung ist festzustellen, daß die älteren Dauerkulturen auf einem geeigneten Standort wachsen, der zudem der verkehrsgünstigste ist. Hingegen sind die Neupflanzungen von Kakao, Orangen und Mandarinen an einer ungünstigen Stelle angelegt auf dem stark geneigten Hang im Süden. Ein besserer Standort für die Zitrusfrüchte wäre der flache Sporn nördlich der Weide (Reisfeld 1994/95) und für den Kakao die Flußterrasse des Río Cotacajes, da tiefgründige, gut dränierte Schwemmlandböden das ursprüngliche Habitat des Kakaobaums bilden. Die Weide ist gut angepaßt an die 498m-Terrasse mit ihren besonderen Bedingungen: zum einen vertragen die Gräser im Gegensatz zu den meisten anderen Kulturpflanzen die saisonale Überstauung der Böden, zum anderen gibt es auf der Terrasse keine Bodenerosion durch Viehgangeln. Diese ist im Alto Beni überall dort ein großes Problem, wo sich Weiden auf stark geneigten Hängen mit schweren, lehmig-tonigen Böden befinden.

Die Höhe des Betriebseinkommens von Bauer E liegt zwischen denjenigen der Bauern C und D (Tab. 4.13). Bauer E produziert wie Bauer D schwerpunktmäßig Kakao, hat allerdings seine

Tab. 4.13: Produktion und Einnahmen der Marktfrüchte für den Betrieb von Bauer E 1995

Sparte	Produktion	Eigenbedarf	Verkauf	Ertrag ha	Arbeitstage (B/F/T)*	Einnahme Bolivianos
Hybridkakao, biologisch	1.666 kg	-	1.666 kg	16,5 Ztr.	97 (41/42/14)	9.143
Veredelter Kakao	-	-	-	-	20 (11/9/0)	-
Pampelmusen	2.700 Stück	-	2.700 Stück	-	14 (7/7/0)	810
Mandarinen	5.000 Stück	-	5.000 Stück	-	13** (4/9/0)	125
Orangen	10.000 Stück	-	10.000 Stück	-		1.200
Reis (1994/95)	43 Ztr.	13 Ztr.	30 Ztr.	28,5 Ztr.	101,5 (41,5/ 36,5/23,5)	3.000
Aufforstung	-	-	-	-	16 (8/4/4)	-
Σ					261,5 (112,5/ 107,5/41,5)	14.278

\* B = Bauer, F = Familienangehörige, T = Tagelöhner

\*\* nur Kulturmaßnahmen, ohne Ernte

Siedlerstelle stärker diversifiziert. Er erntet im Hybridkakao 16,5 Zentner trockene Bohnen pro ha. Für diesen im regionalen Vergleich sehr guten Ertrag (vgl. Kap. 4.5.3) benötigt der Bauer 97 Arbeitstage; der dreimal so hohe Arbeitskräfteeinsatz von Bauer D für etwa die gleiche Produktion steht dazu in krassem Gegensatz. Für die neu angelegte, noch nicht produzierende Parzelle mit veredeltem Kakao hat der Bauer 20 Arbeitstage für Pflegemaßnahmen aufgewendet. Der Kakao von Bauer E ist zertifizierter Biokakao, d.h. der Preis liegt um etwa 20 % über dem Weltmarktpreis. Die zweite wichtige Sparte unter den Dauerkulturen bilden die Zitrusfrüchte. Die neu gepflanzten 1,4 ha Zitrus produzieren noch nicht, Einnahmen erzielt der Bauer aber mit den alten Zitrusbeständen. Insgesamt besitzt Bauer E 1,9 ha Dauerkulturen, die in den nächsten Jahren die Produktion aufnehmen werden.

Der Reisanbau dient sowohl zur Selbstversorgung als auch als zur Vermarktung. Auf der 1,5 ha großen Parzelle beläuft sich der Hektarertrag auf umgerechnet 28,5 Zentner bei einem Einsatz von 101,5 Arbeitstagen: Dies ist für Trockenreis auf Sekundärwaldbrache ein guter Ertrag (vgl. FRANKE 1994a:66ff., REHM & ESPIG 1996:20ff.) und im regionalen Vergleich ein sehr gutes Ergebnis. 1995 bildet der Reis noch die zweitwichtigste Einnahmequelle, dies wird sich mittelfristig ändern, sobald die neuen Zitruskulturen ihre Produktion aufnehmen. Die Viehhaltung dient der Selbstversorgung, der Zeitaufwand für die Kultivierung der Weideflächen und die Tierpflege wurde nicht registriert. Die letzte in Tabelle 4.13 aufgeführte Sparte dokumentiert den Zeiteinsatz, den der Bauer in eine Aufforstung mit Werthölzern investiert hat. Diese Aufforstung hat er angelegt mit dem Teilprojekt Forstwirtschaft des PIAF in dem niedrigen Sekundärwald südwestlich der Weide.

## 4.7 Zusammenfassung der Felduntersuchungen

Das Resümee zur Diagnose der Produktionssysteme stützt sich auf die fünf im Detail beschriebenen Fallstudien, allerdings fließen auch Informationen über die elf anderen untersuchten Betriebe mit ein. Die geologische und geomorphologische Situation bilden die Grundlage für die Bodenentwicklung, und das Zusammenwirken dieser drei Faktoren ist bestimmend für die potentielle Landnutzungs-eignung im Kolonisationsgebiet Alto Beni; dieses Beziehungsgefüge ist in einem Schaubild dargestellt (Abb. 4.34).

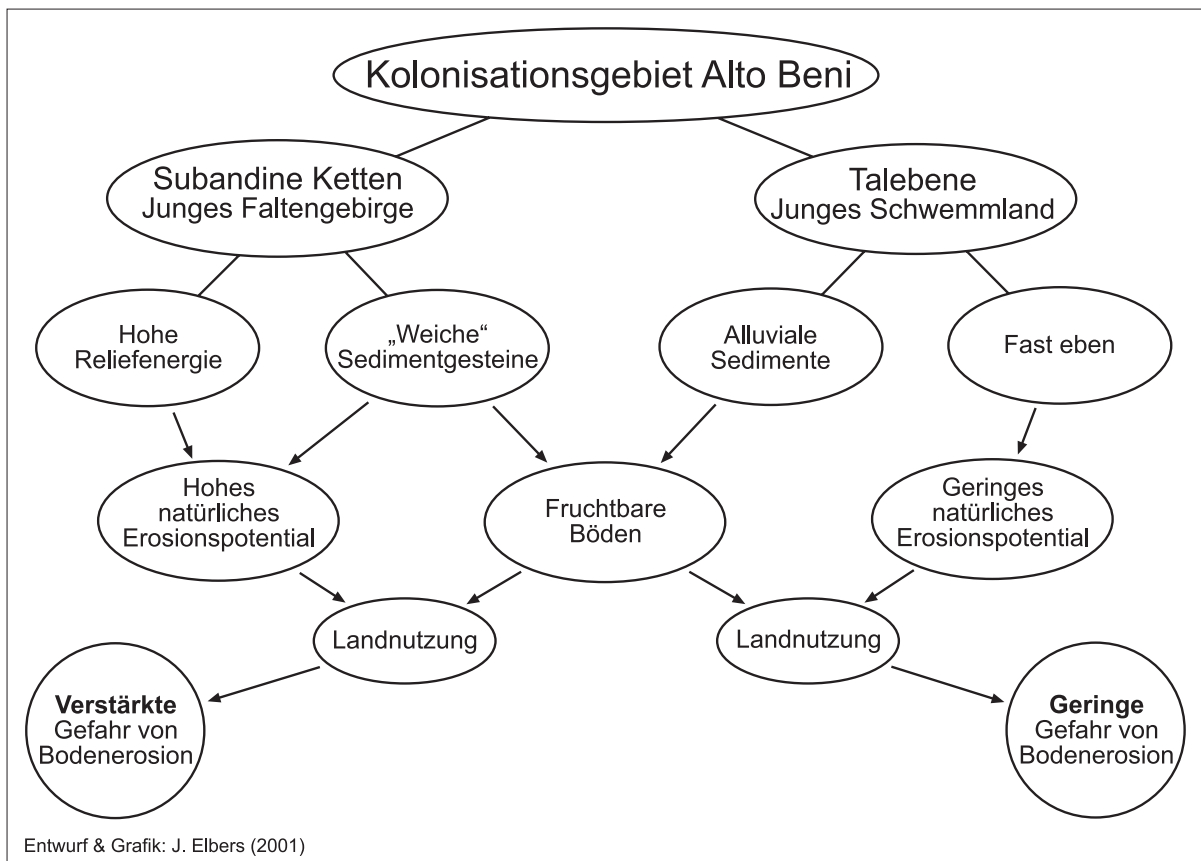


Abb. 4.34: Natürliche Voraussetzungen der potentiellen Landnutzungs-eignung im Kolonisationsgebiet Alto Beni

Der große Vorteil der Region liegt in den für die Tropen relativ fruchtbaren Böden; sowohl in der Talebene als auch in den subandinen Ketten handelt es sich um junge Bodenbildungen. Betrachtet man die Ergebnisse der Bodenkartierung in 16 Betrieben (Tab. 4.14), ergibt sich folgendes Bild:

- bei 14 Profilen handelt es sich um Chromic Cambisols, Böden mit Ah-Bw-C-Horizontierung, bei denen nur Transformationsprozesse im Ausgangsmaterial stattgefunden haben (*Verbraunung*),
- 15 Profile besitzen eine Ah-E-Bt-(Bw)-C-Horizontierung mit illuvialer Anreicherung schicht-silikatischen Tons (*Lessivierung*), vertreten sind Luvisols, Lixisols und Acrisols (vgl. Tab. 4.3),
- 2 Profile mit Ah-Eg-Btg-Horizontierung und Staunässebildung weisen die charakteristischen Merkmale der Eutric Planosols auf.

Tab. 4.14: Bodeneinheiten der in 16 Betrieben aufgenommenen 31 Profile mit räumlicher Zuordnung zu den Reliefeinheiten (nach ELBERS 1997)

Bodeneinheit	Talebene		Subandine Ketten			Σ
	Rezente und subrezente Flußterrasse T1	Alte Flußterrasse T2	Hügelzone SH	Rücken- und Kerbtalzone SR	Bach- und Flußterrasse ST	
CAMBISOLS						
Chromic Cambisols	<b>C10</b>	<b>C9, C11, MF5, TA5, TA6, TCH9</b>	AF8, JM7, SS4	RV5	<b>D6, D9, RV6</b>	14
LUVISOLS						
Haplic Luvisols	<b>C12</b>		<b>A7</b>			2
Chromic Luvisols		TCH10	ADC8, AUC11, <b>D8, E7, FC6</b>			6
Stagnic Luvisols			<b>A6</b>			1
LIXISOLS						
Haplic Lixisols			ADC9, <b>B10, E6</b>			3
ACRISOLS						
Haplic Acrisols			AUC12, <b>B9, GA8</b>			3
PLANOSOLS						
Eutric Planosols			AF9		<b>E8</b>	2
Σ	2	7	17	1	4	31

Erläuterungen: Die fettgedruckten Profile sind in Kapitel 4 beschrieben, deren vollständige Profilbeschreibungen befinden sich im Anhang der Arbeit.

Ein weiteres Kriterium der Bodengenese ist das Schluff/Ton-Verhältnis als relatives Maß für die Verwitterungsintensität. Das U/T-Verhältnis der B-Horizonte der untersuchten Böden liegt zwischen 0,4 (Bt von B10) und 8,0 (Bt von C12), wohingegen das Kennzeichen für die *ferrallic* B-Horizonte der Ferralsols ein U/T-Verhältnis  $\leq 0,2$  ist (vgl. Kap. 2.3). Die vorgefundenen Bodeneinheiten gehören zu den *ferralsolischen* Böden, im Gegensatz zu den ‚typischen‘, intensiv verwitterten *ferrallitischen* Böden der Tropen, den Ferralsols bzw. Oxisols.

Bei der Analyse der räumlichen Verteilung der Böden im Alto Beni zeigt sich, daß in der Talebene die Chromic Cambisols mit sieben von neun Profilen dominieren, dazu gesellen sich zwei Luvisols (Tab. 4.14). In den subandinen Ketten hingegen treten alle kartierten Bodeneinheiten auf. In der Talebene gibt es noch eine charakteristische Bodeneinheit, die Fluvisols, sie kommen auf den rezenten Flußterrasse vor. Die Fluvisols sind allerdings nicht untersucht worden, da die rezenten Flußterrasse nicht zu den Betriebsflächen zählen. Bezüglich der Fruchtbarkeit lassen sich die Böden in drei Gruppen einteilen (s. Tab. 4.15): es überwiegen die relativ gut bewerteten Cambisols und Luvisols mit 23 gegenüber den stärker verwitterten Lixisols und Acrisols mit sechs Profilen. Die an eine spezielle lokale Situation gebundenen, wenig verbreiteten Eutric Planosols nehmen eine Sonderstellung ein, ihren relativ guten bodenchemischen Eigenschaften steht als Hemmfaktor die Staunässebildung gegenüber.

Setzt man die untersuchten Böden in Relation zu der Reliefsituation (s. Abb. 4.34), so gibt es bei den Betrieben in der Talebene keine durch Bodenerosion verursachte Einschränkung für die Landnutzung.



Tab. 4.15: Fruchtbarkeitseigenschaften der untersuchten Böden (nach ELBERS 1997)

Fruchtbarkeitseigenschaften (nach FINCK 1986)	Bodeneinheit		
	Cambisols Luvisols	Lixisols Acrisols	Planosols
Effektive Bodentiefe	> 150 cm	> 150 cm	> 150 cm
Textur FAO B1-Horizont	in situ: T, Tu, Lt, Alluvium: Tu, Lu, Ls, L	T, Tl, Ls	Lts; abrupter Texturwechsel
Bodenreaktion pH in H <sub>2</sub> O B1-Horizont	5,3 - 8,6	4,6 - 6,1	5,2 - 5-5
Organische Substanz in % Ah-Horizont	2,5 - 9,2	2,2 - 2,9 (8,2)	4,6 - 7,7
N total in % Ah-Horizont	0,15 - 0,54	0,13 - 0,16 (0,41)	0,31 - 0,42
P austauschbar in mg/kg Ah-Horizont	3 - 25 (38)	3 - 7 (20)	6 (87)
AK effektiv in mval/100 g B. B1-Horizont	2 - 21 (35)	4 - 9 (14)	11 - 12
Basensättigung in % B1-Horizont	> 80 (55)	< 60 (79)	> 80
Gesamtacidität in mval/100 g B. B1-Horizont	0,0 - 1,2 (3,8)	2,1 - 5,4	1,2 - 2,1
Bewertung der Fruchtbarkeit aktuell (potentiell)	relativ gut	relativ schlecht	schlecht (relativ gut)
Σ	23	6	2

Erläuterung: Extremwerte in Klammern

Eine Gefahr besteht lediglich für direkt am Río Alto Beni gelegene Grundstücke, dort kann es während der Regenzeit zur Verlegung des Flußbettes und somit zu Lateralerosion kommen. Bei den Betrieben in den subandinischen Ketten ist zu differenzieren zwischen der mittel bis sehr stark geneigten Hügelzone und der sehr stark geneigten bis sehr steilen Rücken- und Kerbtalzone. Je steiler das Gelände, um so größer wird die Gefahr der Bodenerosion auf dem weichen Ausgangsgestein (s. Abb. 3.16). Die gesamte Rücken- und Kerbtalzone ist ungeeignet für die von den Neusiedlern betriebene Wald-Feld-Wechselwirtschaft mit Reisanbau. Diese Gebiete werden dennoch in Kultur genommen, wodurch es zu einer Gefährdung des ökologischen Gefüges im Alto Beni kommt. Um die Nutzung dieser Flächen zu erklären, ist die landschaftsökologische Herangehensweise nicht geeignet. Dazu wird in Kapitel 5 der politisch-ökologische Ansatz gewählt. Von den 16 untersuchten Betrieben liegt nur einer in der Rücken- und Kerbtalzone (s. Tab. 4.14). Zum einen besitzen die alteingesessenen Kolonistoren ihre Siedlerstellen in der Talebene oder Hügelzone, und zum anderen gehörte es aus den obengenannten Gründen nicht zu den Zielen des Agrarökologieprojektes, dort landwirtschaftliche Nutzung zu fördern.

Die Landnutzungsmuster der fünf untersuchten Betriebe variieren relativ stark. Alle Betriebsleiter sind alteingesessene Kolonistoren und alle Siedlerstellen wurden bereits in den 1960er Jahren erschlossen. Charakteristisch für die in der ersten Kolonisationsphase erschlossenen Grundstücke ist das Fehlen von Primärwald, der in zwei von fünf Betrieben noch vorhandene Regenwald ist nicht repräsentativ. Bei Betriebsgrößen von 10-13 ha liegt der Anteil an Wald- und Brachflächen zwischen 5 und 9 ha und an Dauerkulturen zwischen 2 und 6 ha. Deren Art und Zusammensetzung wird bestimmt von den Marktpreisen sowie – ganz entscheidend – von der Verkehrsinfrastruktur. 1995 dominierten in Area

VII (kein Straßenanschluß), Area I und III (Straßen wochen- bis monatelang unbefahrbar) sowie in Area VI (weite Entfernung zur Nationalstraße) der Kakaoanbau (s. Tab. 3.4). Dies hat zwei Gründe: zum einen kann der Kakao auf dem Hof fermentiert und getrocknet werden, d.h. das Produkt ist relativ unabhängig vom Straßenzustand, und zum anderen sorgt El Ceibo mit einem ausgeklügelten Aufkaufsystem dafür, daß alle Betriebe in regelmäßigem Abstand angefahren werden und ihre Ernte abliefern können. In der Area II (Anschluß an die Nationalstraße) besitzen die Zitrusfrüchte einen hohen Anteil und in Area IV (bestes, von der NRO OSCAR unterhaltenes Straßennetz der Region) haben die Kolonisatoren sich spezialisiert auf die verderblichen Produkte Bananen und Papayas. Der Betrieb von Bauer C ist ein gutes Beispiel für Area IV, er besitzt den höchsten Anteil an Dauerkulturen, ist diversifiziert und erzielt die höchsten Einkünfte. Einen hohen Grad an Diversifizierung hat auch der Betrieb von Bauer E aufzuweisen. Bauer B hat sich stärker und Bauer D ganz auf die Kakaoproduktion spezialisiert, eine überalterte Pflanzung (B) und wenig ertragreiche Sorten (B, D) wirken sich bei beiden produktionsmindernd aus. Die Landnutzung auf der Siedlerstelle von Bauer A befindet sich im Umbruch, die meisten Neupflanzungen produzieren noch nicht und entsprechend minimal sind die Einnahmen. Die meisten alteingesessenen Kolonisatoren (A, C-E) bauen nach wie vor Reis an; es ist das wichtigste Grundnahrungsmittel, und der Verkauf der Überschüsse macht einen mehr oder minder bedeutenden Anteil an den Jahreseinnahmen aus. Für den Reis werden hohe Produktionskosten in Kauf genommen, mehr als für alle anderen Kulturpflanzen, um monetäre Einkünfte zu erzielen (vgl. CRS-LP 1994).

Die relativ guten natürlichen Voraussetzungen für die Landnutzung in den Hügel- und Talzonen des Alto Beni kontrastieren sehr stark mit der hohen Anzahl degradierter Anbauflächen und der prekären Einkommenssituation vieler Bauern (vgl. die Bauern A, B). Dies zeigt, daß die landschaftsökologische Perspektive zwar wichtig, aber alleine nicht hinreichend ist, den Zustand der Landwirtschaft zu analysieren. Daher werden nun in Kapitel 5 die Mensch-Umwelt-Beziehungen betrachtet, mit dem Ziel die Umweltveränderungen in der Region in einen gesellschaftlich-politischen Erklärungskontext zu stellen. Mögliche Alternativen landwirtschaftlicher Entwicklung, wie z.B. die Erfahrungen, die das PIAF mit der Agroforstwirtschaft gewonnen hat, werden dann in Kapitel 6 diskutiert. Dabei werden Elemente der physisch-geographischen und der humangeographischen Analyse kombiniert.

# 5 Mensch-Umwelt-Beziehungen im Alto Beni

The environment is socially constructed because what we notice, interpret and give meaning to comes from our direct experience and our cultural repertoire (value systems, traditions, religions, educational contents, etc.).

*Piers Blaikie (1995): Changing environments or changing views? A political ecology for developing countries, S. 212*

## 5.1 Strukturen der Entwicklung Boliviens

Bolivien ist das ärmste und am wenigsten entwickelte Land Südamerikas (zur Diskussion des Entwicklungsbegriffs s. Kap. 6.2). Es zählt mit seinem Pro-Kopf-Einkommen von 1.026 US-\$ nach einer Kategorisierung der Weltbank zwar zu den *Lower Middle Income Countries* (LMIC, s. WORLD BANK 2000), ist allerdings gekennzeichnet durch eine extrem ungleiche Einkommensverteilung. 1999 lebten 67 % der 8,3 Millionen Einwohner unterhalb der nationalen Armutsgrenze (s. Tab. 5.1) – ein Wert, der 1989 noch bei 50 % lag (s. NOHLEN & NUSCHELER 1995:111). Bolivien gehört außerdem zu der von Weltbank und IWF neugeschaffenen Kategorie der *Highly Indebted Poor Countries* (HIPC, s. KAMPPFMEYER 2000), es mußte 1999 32 % der Exporterlöse für den Schuldendienst aufbringen (WORLD BANK 2000). Der Zugang zur Bildung ist sehr begrenzt für den größten Teil der Bevölkerung und die Indikatoren zur Gesundheit gehören zu den schlechtesten auf dem Kontinent, obwohl sie sich verbessert haben in den letzten Jahren. Die Landwirtschaft ist mit 47 % der Erwerbstätigen und 18,4 % Anteil am Bruttoinlandsprodukt der bedeutendste Wirtschaftssektor. Der verarbeitende Sektor ist klein und wird dominiert von der Agroindustrie im Departamento Santa Cruz. Bolivien ist reich an Erz-, Öl- und Gasvorkommen, der Zinnbergbau in den Anden war früher der mit Abstand wichtigste Wirtschaftssektor des Landes. Der Zusammenbruch des Zinnweltmarkts 1985 führte zum Ruin des überwiegend staatlichen, technologisch rückständigen Bergbaus; im Zuge der im gleichen Jahr vorgenommenen radikalen Wirtschaftsreform und der damit verbundenen Umstrukturierung der staatlichen Bergbaugesellschaft COMIBOL kam es zur Entlassung Zehntausender *mineros*. Die illegale Drogenproduktion, bestehend aus Koka-Anbau und Verarbeitung der Kokablätter zu Kokain, ist ein wesentlicher Wirtschaftsfaktor des Landes, hinzu kommt mit dem Schmuggel ein weiterer florierender Zweig der Parallelwirtschaft. Aufgrund der ökonomischen Krise liegt die jährliche Zuwachsrate der Städte bei 3,2 % (WORLD BANK 1996a) und 1996 mußten bereits 63 % der nichtlandwirtschaftlichen Erwerbsbevölkerung ihr Auskommen im informellen Sektor suchen – ein Anteil, der 1990 bei 57 % lag (BOSCH 1999:251).

Tab. 5.1: Ökonomische und soziale Indikatoren von Bolivien und Deutschland im Vergleich

Indikator	Bolivien (2000)	Deutschland (1998)
Fläche	1.098.581 km <sup>2</sup>	357.028 km <sup>2</sup>
Bevölkerung	8,3 Mio.	82,1 Mio.
mittlere Bevölkerungsdichte	8 Ew./km <sup>2</sup>	230 Ew./km <sup>2</sup>
städtische Bevölkerung (in % der Gesamtbevölkerung)	64 %	87 % <sup>a</sup>
Bevölkerungswachstum	2,3 % <sup>b</sup>	0,2 % <sup>a</sup>
Bruttoinlandsprodukt (BIP)	8,4 Mrd. US-\$ <sup>c</sup>	3.799,4 Mrd. DM
Pro-Kopf-Einkommen	1.026 US-\$ <sup>c</sup>	46.278 DM
Erwerbstätige in der Landwirtschaft	47 % <sup>d</sup>	2,7 % <sup>e</sup>
Landwirtschaft (Anteil am BIP)	18,4 % <sup>c</sup>	1,3 % <sup>ce</sup>
Lebenserwartung nach Geburt	63 Jahre	77 Jahre
Kindersterblichkeit 0-1 Jahre (pro 1000 Lebendgeburten)	67 <sup>f</sup>	5 <sup>c</sup>
Armut (in % der Bevölkerung unterhalb der nationalen Armutsgrenze)	67 % <sup>c</sup>	9 % <sup>a</sup>
Analphabetenquote (in % der Bevölkerung über 15 Jahre)	15 % <sup>c</sup>	k. A.
- weiblich	24 % <sup>d</sup>	k. A.
Schüler in der Sekundarstufe (in % der Bevölkerung im schulfähigen Alter)	37 % <sup>d</sup>	k. A.
Ausgaben für Forschung und Entwicklung (Anteil am BIP)	0,1 % <sup>g</sup>	2,4 % <sup>g</sup>
Index der menschlichen Entwicklung (HDI) (Rang unter 174 Ländern)	114	14 <sup>h</sup>
Korruptionsindex (CPI) (Rang unter 99 Ländern)	80 <sup>c</sup>	14 <sup>c</sup>

Erläuterungen: <sup>a</sup> 1997, <sup>b</sup> 1993-99, <sup>c</sup> 1999, <sup>d</sup> 1989-94: letztes verfügbares Jahr des Zeitraums, <sup>e</sup> Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, <sup>f</sup> 1994-98, <sup>g</sup> 1990, <sup>h</sup> 2000  
 Quellen: HAUCHLER et al. (1999), INE (2000), LAMBSDORFF (1999), MESSNER (1998b, c), STATISTISCHES BUNDESAMT (2000, 2001), UNDP (2000), WORLD BANK (1996a, 2000)

Besondere Hemmfaktoren für die wirtschaftliche Entwicklung Boliviens sind die Binnenlage und die Hochgebirgstopographie des Andenblocks im Westen des Landes. Alle wichtigen Andenpässe liegen höher als 4.000 m über dem Meeresspiegel: die über die Westkordillere zur Küstenebene von Chile und Peru und die über die Ostkordillere ins bolivianische Tiefland. Die Verkehrsinfrastruktur ist sehr schlecht und einer wirtschaftlichen Entwicklung abträglich: Etwa 52.000 km Straßen durchqueren das Land, davon sind 2.872 km asphaltiert, einschließlich 27 km Autobahnen (CIA 2000: Werte 1995, geschätzt). Zum Vergleich: Deutschland besitzt bei einem Drittel der Landesfläche 11.300 km Autobahnen (STATISTISCHES BUNDESAMT 2000).

Um sich den bolivianischen Entwicklungsstand besser vergegenwärtigen zu können, sind den ökonomischen und sozialen Indikatoren in der Tabelle 5.1 diejenigen von Deutschland gegenübergestellt. Weitere Informationen zur sozialen und wirtschaftlichen Lage finden sich bei CEPAL (1999), CIA (1999, 2000), DONOSO (1992), INE (1999b, 2000), NOHLEN & MAYORGA (1995), NOHLEN & THIBAUT (1995), STATISTISCHES BUNDESAMT (1991), WITT (1998), WORLD BANK (1996a, b, 1998, 1999, 2000). Nach dieser aktuellen Bestandsaufnahme werden im Folgenden die neoliberale Wirtschaftsreform und die Strukturanpassungsprogramme (SAP) skizziert, welche seit 1985 zu



tiefgreifenden wirtschaftlichen und sozialen Veränderungen führten und bis heute die Rahmenbedingungen für die Entwicklung des Landes abstecken.

Der Neoliberalismus (s. z.B. WATTS 2000b) hat seit Anfang der 1980er Jahre in Lateinamerika Einzug gehalten und die traditionelle Entwicklungsstrategie der binnenmarktorientierten Importsubstitution abgelöst. Das neoliberale Reformprojekt zeichnet sich durch seine einfache Struktur aus, die MESSNER (1998b:6) folgendermaßen beschreibt: „Makroökonomische Reformen, Privatisierung und Deregulierung – so das Modernisierungsversprechen – stärken die Markt- und Wettbewerbskräfte, führen zur Entstehung von Wettbewerbsfähigkeit, induzieren Wachstum und Beschäftigung“. Die Vordenker der neoliberalen Wirtschaftspolitik erklären die aus dem ‚Minimalstaats-Konzept‘ resultierenden Souveränitäts- und Steuerungsverluste des Staates zum Zukunftsprogramm. Das Primat der Politik und die Notwendigkeit der sozialen und ökologischen Gestaltung von Märkten werden generell in Frage gestellt mit Hinweis auf die Globalisierung der Ökonomie, das neoliberale Projekt wird verkauft unter dem Slogan „Sieg des Marktprinzips“ (MESSNER 1998b:3ff., 1998c:92). Zur wirtschaftlichen Situation, Struktur- und Entwicklungsproblemen Lateinamerikas siehe BOECKH (1999), CEPAL (1999), ESSER (1996), MESSNER (1998a), NOHLEN & NUSCHELER (1995), WÖHLCKE (1989).

Viele Entwicklungsländer haben seit Beginn der 1980er Jahre Strukturanpassungsprogramme vollzogen unter Leitung der beiden mächtigsten multilateralen Finanzierungsinstitutionen, IWF und Weltbank. WATTS beschreibt die Krise vieler EL aus der Sicht von IWF und Weltbank als

a function of state overspending, of state mismanagement (and of its anti-market mentality) and of waste and corruption. To the extent that there was endemic government failure, the market could not work its wonders. Economic growth – meaning export-led growth – was stifled. What was needed was a complete overhaul of the macropolitical economy. This is the heart and soul of structural adjustment (WATTS 2000e:793).

Die Befürworter bezeichnen SAP als Vorbedingung für ökonomisches Wachstum und verneinen ein unausweichliches Produzieren negativer Umwelteinflüsse; SAP fördern ökonomische Stabilität als Voraussetzung für nachhaltiges Ressourcenmanagement. Die Kritiker hingegen argumentieren wie folgt: SAP verschärfen die Armut und die damit verbundene Umweltdegradierung, sie schaffen Anreize, natürliche Ressourcen über Gebühr auszubeuten, besonders für den Export, und schwächen die Kapazität der öffentlichen Hand, eine Umweltpolitik einzuführen (KAIMOWITZ et al. 1999:505). Die Vordenker des Neoliberalismus prophezeien den sogenannten *trickle-down*-Effekt, d.h. jedermann werde profitieren von dem sich einstellenden schnellen ökonomischen Wachstum, selbst die marginalsten Regionen und die marginalisiertesten Teile der Bevölkerung. Das Ergebnis des *trickle-down*-Effektes beschreibt BINNS folgendermaßen:

The absence of trickle down and presence of ‘trickle up’ are particularly evident in poor Third World countries, where the gap between the ‘haves’ and ‘have nots’ in social and spatial terms is often very obvious (BINNS 1995:307).

Die *have nots* wurden besonders hart von den Auswirkungen der SAP betroffen – um es mit KENNEDY (1993:80) auszudrücken: „Der rationale Markt ist seinem Wesen nach nicht an sozialer Gerechtigkeit interessiert“. Die nachfolgende Beschreibung von RIDDELL bezieht sich auf Afrika, ist allerdings uneingeschränkt übertragbar auf Lateinamerika bzw. Bolivien:

The quality of life has declined as prices have risen, as infrastructures have crumbled, as services have deteriorated and as employment opportunities have been reduced. Almost everyone has suffered, but rural peasants, urban slum dwellers, female-headed households, and the children of the poor have felt the negative effects of adjustment most severely, especially when their conditions are exacerbated by drought and conflict (RIDDELL 1992:66).

Für eine Analyse der SAP sei verwiesen auf BINNS (1995), BRYANT & BAILEY (1997), EASTERLY (2000), KLEMP (2000:52ff.), TETZLAFF (1992) und WATTS (1994, 2000e), im nächsten Schritt werden nun die Auswirkungen des SAP in Bolivien beleuchtet. Die Regierung implementierte im August 1985 ein weitreichendes SAP, welches sich auszeichnete durch eine durchgreifende, restriktive Haushalts- und Geldpolitik mit dem Oberziel der finanziellen Stabilisierung. Das zu diesem Zweck erlassene Gesetz, der *Decreto Supremo* 21.060, gelangte zu Berühmtheit durch die einschneidenden, bis heute spürbaren Folgen seiner Implementierung. Das SAP führte zu einer drastischen Reduzierung der öffentlichen Ausgaben durch Suspendieren von Investitionsprogrammen, Einfrieren der staatlichen Löhne, Eliminieren von Subventionen und Entlassen von öffentlichen Angestellten. Die Regierung nahm weitreichende Liberalisierungsmaßnahmen vor, darunter die völlige Öffnung des heimischen Agrarmarktes, senkte die Importzölle zunächst auf 20 %, 1990 sogar bis auf 10 % (vgl. JENKINS 1997:308, Table 1), und erhöhte den Benzinpreis real um 1.000 %. Sie erreichte so das Oberziel der finanziellen Stabilisierung mit dem Stoppen der Hyperinflation, die Inflationsrate sank von mehr als 11.000 % 1985 auf weniger als 15 % im Jahre 1987 und den meisten darauffolgenden Jahren. Bolivien galt daher aus Sicht von IWF und Weltbank lange als erfolgreicher Fall von Strukturanpassung (JENKINS 1997, KAIMOWITZ et al. 1999:508, MESSNER 1998b:18).

Betrachtet man jedoch die Ergebnisse im einzelnen, ergibt sich ein etwas differenzierteres Bild (s. JENKINS 1997, MESSNER 1998b:18, NIEKERK 1992:79ff.): das Wirtschaftswachstum ist seit Einführung des Neoliberalismus niedrig, Anzeichen für eine Modernisierung der Wirtschaft fehlen, die in- wie ausländische Investitionsquote ist gering, die institutionellen Kapazitäten des Landes sind weiterhin schwach. Der restriktive Zugang zu Krediten und deren hohe Zinsen (über 20 %) sowie die ungenügende Infrastruktur des Landes, insbesondere für den Transport, sind die Hauptursachen für die geringen Investitionen. Hinzu kommen die geringe Kaufkraft im Inland und der Druck auf einheimische Unternehmen durch Importe und Schmuggel. *Gewachsen* ist lediglich die Armut des größten Teils der Bevölkerung und damit deren Verwundbarkeit (*vulnerability*, s. Kap. 1.2.3). MESSNER (1998b:18, Herv. i. O.) hat die Strukturanpassung Boliviens treffend zusammengefaßt als einen Fall „**erfolgreicher Stabilisierung ohne Entwicklung**“. Das ‚mustergültige‘ Verfolgen des neoliberalen Pfades mit restriktiver Finanzpolitik und Marktöffnung hat nicht zu der gewünschten Entwicklung

geführt. Im Gegenteil, nach der Einschätzung von JENKINS (1997:321f.) hat Bolivien mehr Gemeinsamkeiten mit den *Low Income Countries* in Afrika südlich der Sahara als mit den halbindustrialisierten Ländern Lateinamerikas wie Chile und Mexiko, die oft zitiert werden als Beispiele für erfolgreiche Liberalisierung. Diese Länder mit erfolgreicher Exportpolitik zeichnen sich dadurch aus, daß sie immer ihren Binnenmarkt geschützt haben, den Finanzsektor unter rigider staatlicher Kontrolle halten sowie mit niedrigen Zinsen Exporte und andere Investitionen fördern.

Die völlige Öffnung des Binnenmarktes traf die bolivianische Landwirtschaft besonders hart. Bolivien ist das einzige Land Lateinamerikas, das keine Agrarpreispolitik besitzt. Gerade das Nachbarland Chile mit seiner leistungsstarken Landwirtschaft, aber auch Argentinien, Peru und Brasilien nutzen diese Situation: Ihre hochwertige Ware exportieren sie in die Industrieländer und mit den Produkten geringerer Qualität überschütten sie die einheimischen Märkte sowie diejenigen der Nachbarländer, z.B. Bolivien. Diese für die bolivianischen Kleinbauern desaströse Situation wird noch dadurch verschlimmert, daß es für Lebensmittel nicht die minimalsten Qualitätsstandards gibt und nur sehr geringe phytosanitäre Auflagen (NIEKERK 1992:89).

Im Folgenden werden die Auswirkungen der Strukturanpassung auf die Umwelt am Beispiel von Abholzung und Degradierung der Tieflandswälder dargelegt. Die Armut in den Minenbezirken und den traditionellen landwirtschaftlichen Gebieten im Hochland blieb bestehen bzw. sie wuchs noch weiter an. Daraufhin kam es zur Migration, die die Menschen vorwiegend in die drei großen Städte La Paz, Cochabamba, Santa Cruz sowie den Chapare führte. Der Chapare ist ein altes Kolonisationsgebiet, er gehört wie der Alto Beni zu den zehn Regionen des staatlichen Kolonisationsprogramms der 1960er Jahre (s. Kap. 3.6). Im Chapare konzentriert sich seit 1985 die illegale Kokaproduktion des Landes, die mit der Zuwanderung der Hochlandbewohner einen raschen Aufschwung nahm (s. dazu MAHNKE 1987, SANABRIA 1993, RIJNHOUT & OOMEN 1994, MÜLLER 1999). Die Migration war nicht so stark in andere kleinbäuerliche Kolonisationsgebiete in den Tropen, allerdings verzeichneten der jüngste Siedlungsbereich im Alto Beni, Area V (s. Tab. 3.4), und das nördlich angrenzende, seit 1978 erschlossene Kolonisationsgebiet Yucumo-Rurrenabaque ebenfalls größere Zuwanderung (s. Karte 1.1, DED et al. 1995, RASSE 1994, VSF 1995). Der durch Kleinbauern und Kolonisatoren verursachte zusätzliche Druck auf die tropischen Wälder ist eher als gering zu bezeichnen im Verhältnis zu demjenigen der Agrarindustriellen und Forstbetriebe, eine Ausnahme bilden hier der Chapare und die Region Yucumo-Rurrenabaque (KAIMOWITZ et al. 1999, HECHT 2000).

Demgegenüber stehen infolge des SAP großflächige Rodungen des tropischen teilimmergrünen Regenwaldes im Departamento Santa Cruz zur agroindustriellen Produktion von Soja und anderen *cash crops* (s. Tab. 1 in HECHT 2000) sowie die Degradierung der tropischen immergrünen Regenwälder im ganzen Land durch selektiven Einschlag von Edelhölzern. Die Rodung der Wälder haben Regierung, IWF und Weltbank gezielt gefördert, Agroindustrielle und Forstbetriebe erzielen damit hohe Profite. In einer aktuellen Studie dokumentiert HECHT (2000) für den Zeitraum 1986 bis 1998

die Rodung von mehr als 900.000 ha Wald in Santa Cruz, die 2.500 bis 3.000 Agrarindustriellen hatten daran einen Anteil von 87 %, die etwa 90.000 Kleinbauern von 13 %. Diese Entwicklung läßt KAIMOWITZ et al. folgende Schlußfolgerung ziehen:

The expansion of soybean and timber exports induced by the SAPs generated large foreign currency revenues for Bolivia and profits for producers. Alternative policies however might have yielded higher long-term economic and environmental benefits and a more equitable distribution of those benefits. Under existing policies, the current and future generations of Bolivians as a whole, and the populations of other countries have incurred most of the environmental costs resulting from increased soybean and timber production, while most benefits accrue to a few hundred wealthy individuals (KAIMOWITZ et al. 1999:506).

Die hohen Exporterlöse sorgen für hohe Staatseinnahmen, die dann allerdings zum größten Teil in den korrupten Apparaten der Regierungsparteien verschwinden. In dem von der NRO *Transparency International* herausgegebenen Korruptionsindex belegte Bolivien 1999 den vielsagenden 80. Platz von 99 untersuchten Ländern (Tab. 5.1, s. LAMBSDORFF 1999, ELSHORST 1999). Die Auswirkungen der Korruption auf den bolivianischen Staat beschreibt VELASCO in einem Kommentar der bolivianischen Tageszeitung *La Razón* folgendermaßen:

La corrupción es potente y demasiado poderosa porque es un arma en sí misma, su poder consiste en el contagio, en la contaminación general. El gobierno y la política se pudren, se caen a pedacitos, y la víctima, el pueblo, contempla impotente e incluso resignado desde su enfermedad incurable y epidémica de la pobreza<sup>5</sup> (VELASCO 2000).

Das auf internationaler (IWF, Weltbank) und nationaler Handlungsebene (bolivianische Regierung) beschlossene SAP hat seine Auswirkungen bis auf die lokale Ebene mit der Abholzung der tropischen Wälder durch unterschiedliche Akteure. Auch bei der Planung des Agrarökologieprojektes PIAF (s. Kap. 3.8) spielte die Abholzung der Primärwälder im Alto Beni eine wichtige Rolle. Ein Ziel der Suche nach Alternativen für die kleinbäuerliche tropische Landnutzung war es, den Druck auf die Primärwälder zu verringern. Es ist nicht ausreichend, einen von Hunger und Perspektivlosigkeit aus dem Hochland vertriebenen Bauern oder *minero* als irrationalen Umweltzerstörer zu bezeichnen, nur weil er im Kolonisationsgebiet Alto Beni mit Primärwald bestandene, 30° steile Hänge rodet, um Reis anzubauen (s. Abb. 5.2). Um sich ein Urteil zu erlauben, ist es erforderlich, sich mit den Ursachen seines Handelns zu beschäftigen.

---

<sup>5</sup> Die Korruption ist stark und zu mächtig, da sie selbst eine Waffe ist, ihre Macht liegt in der Ansteckung, in der allgemeinen Verseuchung. Die Regierung und die Politik verfaulen, sie zerfallen stückchenweise, und das Opfer, das Volk, mit seiner unheilbaren und epidemischen Krankheit namens Armut, sieht machtlos und resigniert zu (Übers. d. Verf.).



## 5.2 Akteure in der Region – plurale Wahrheiten und Interessen

### Ein Stück Land im Alto Beni ...

#### Wie kann es beschrieben werden und von wem?

- Reservat für gefährdete Tier- und Pflanzenarten
  - Wissenschaftler, Jäger, Naturschützer, transnationale Pharmakonzerne
- Regenwald für indigene Subsistenzwirtschaft
  - ursprüngliche Einwohner/Mosetenes
- Landwirtschaftliche Nutzfläche, nachhaltig bewirtschaftet
  - alteingesessene Kolonisatoren
- Landwirtschaftliche Nutzfläche, ausgebeutet
  - Neusiedler, saisonale Migranten mit Lebensmittelpunkt im Altiplano
- Staatswald
  - staatliche Beamte, forstwirtschaftliche Unternehmen
- Potentielles Erdölfördergebiet
  - staatliche Beamte, staatlicher und transnationale Erdölkonzern
- Region für touristische Nutzung
  - Touristenführer, Unternehmer

*Abb. 5.1: Einige alternative Ansichten der Landschaft im Alto Beni und deren Protagonisten (verändert nach BLAIKIE 1995a:207)*

Die Abbildung 5.1 zeigt einige Ansichten der Landschaft im Alto Beni sowie deren Protagonisten; es ist eine vereinfachende Gruppierung ausgewählter Akteure, die in der Region die Landschaft formen. Diese Vielfalt der Betrachtungsmöglichkeiten eines Stück Landes reicht vom Ureinwohner bis zum transnationalen Pharmakonzern und vom Kleinbauern bis zum transnationalen Erdölkonzern, BLAIKIE bezeichnet sie als die ‚Landschaft der Vorstellung‘ und er fordert dazu auf, sie zu untersuchen (s.a. FLITNER 1998, MATHEWSON 1998):

Thus, to revisit our landscape of the imagination, it is not just the landscape but the viewer and the optic – not just the physical processes and changes in our environment but how different people construct them socially – which now become an inclusive field of study. The landscape of the imagination with which we started must be inhabited by the people who relate to it (BLAIKIE 1995a:205).

Das oben angesprochene Stück Land und seine Nutzung steht immer in einem sozioökonomischen Kontext. Neben den Akteuren auf der lokalen Ebene gibt es weitere auf der regionalen, nationalen und internationalen Ebene. In dieser ‚politisch-ökonomischen Arena‘ vertreten alle Akteure eigene, konfligierende Interessen – oder sie versuchen es zumindest. Der Erfolg, mit dem einzelne Akteure ihre Interessen durchsetzen können, ist sehr stark abhängig von ihren politisch-gesellschaftlichen

Handlungsspielräumen, oder um es mit anderen Worten auszudrücken, von ihrem Zugang zu Macht (BLAIKIE 1995a:207). Dies zeigt sich am Beispiel verschiedener Interessengruppen im Alto Beni.

In einer Matrix (Tab. 5.2) werden in einer knappen, reduktionistischen Weise das tägliche Leben und die ‚Pläne‘ der Akteure präsentiert. Analysiert werden zu diesem Zweck die Position in Politischer Ökonomie, die Machtquelle, die Interessen und Ziele sowie die zum Erreichen der Ziele zur Verfügung stehenden Mittel. Diese Matrix ist angelehnt an ein von ABEL & BLAIKIE (1986:738) entwickeltes Schema, welches die Auseinandersetzungen unterschiedlicher Akteure um Macht und Ressourcen in einem Nationalpark in Sambia darlegt. Ziel des analytischen Ansatzes ist es, aufzuzeigen, daß es *plurale* Wahrheiten und Interessen gibt und die Akteure in ihrem täglichen Leben in sozialen Beziehungen mit ungleicher Machtverteilung aufeinandertreffen (BLAIKIE 1995a:207). Die auf der lokalen Ebene untersuchten Akteure (Kap. 5.3) lassen sich den unterschiedlichen Interessengruppen der regionalen Handlungsebene zuordnen, d.h. die nun folgende Analyse ist wichtig für das Verständnis der lokalen Situation.

Für die Matrix sind sechs soziale Gruppen ausgewählt. Die erste Gruppe bilden die Mosevenes, die als ursprüngliche Bevölkerung der Region von Jagd, Fischfang und Subsistenzlandwirtschaft lebten. Die Kolonisatoren haben die Mosevenes verdrängt aus Teilen ihres Lebensraumes, als soziale Gruppe waren sie seit Beginn der Kolonisierung marginalisiert und ausgeschlossen. Die Kolonisatoren, größtenteils Aymaras, eine ebenfalls indigene Bevölkerungsschicht aus dem Hochland Boliviens, bezeichneten die nativen Tieflandvölker oft als *salvajes* (Wilde) oder sogar *animales* (Tiere). Seit den 1990er Jahren konnten die Mosevenes ihre politisch-ökonomische Situation stärken: Durch neue Gesetze kamen sie zu Landtiteln für indigene Territorien (s. INRA 1999), und sie profitieren von den Reformen der bolivianischen Regierung zur Dezentralisierung, die 1994 zum Volksbeteiligungsgesetz (*Ley de Participación Popular*) führten.

Das Volksbeteiligungsgesetz stärkt die ländlichen Regionen Boliviens und damit die drei erstgenannten Gruppen in der Matrix: Es stellt die Landkreise (*municipios*) in den Mittelpunkt des politischen Prozesses, ermöglicht die Beteiligung der Bürger an öffentlichen Entscheidungen und soll durch die Zuwendung von Steuermitteln dem Kampf gegen die Armut dienen sowie der kulturellen und nationalen Integration (s. BLAIR 1997, 2000, DIO et al. 1998, GTZ 1995, VARGAS 1996). BLAIR schreibt zum Volksbeteiligungsgesetz, daß es der größtenteils indigenen, ruralen Bevölkerung zu ersten Mal die Partizipation an der Lokalpolitik ermöglicht, und die Tragweite dieses Gesetzes stellt er folgendermaßen heraus:

To date, no country in Latin America and the Caribbean matches the Bolivian government's level of innovation, determination and political courage in establishing a structure for democratic local governance (BLAIR 1997:5).

Tab. 5.2: Interessengruppen im Kolonisationsgebiet Alto Beni

Gruppe	Position in politischer Ökonomie	Machtquelle	Interessen und Ziele im Alto Beni	Direkte Mittel zum Erreichen der Ziele
Mosetenes	traditionell marginalisiert, ausgeschlossen; stärkere Einbindung seit den 1990er Jahren	limitiert, aber Interessenvertretung und Unterstützung durch Katholische Kirche und NROs; seit Mitte der 1990er Jahre stärkerer Einfluß der Stammesführer ( <i>caciques</i> ) durch Volksbeteiligungsgesetz	Jagd, Fischfang und <i>shifting cultivation</i> im ‚ungestörten‘ tropischen Regenwald; Erzielen gewisser monetärer Einnahmen	‚indigenes‘ lokales Wissen; Lobbyarbeit über Katholische Kirche und NROs; Mitbestimmung durch Volksbeteiligungsgesetz; Verkauf von Holz und anderen Waldprodukten
Kolonisatoren (1): alteingesessene Bauern und Händler mit Lebensmittelpunkt im Alto Beni	Kontrolle der lokalen Machtverhältnisse; vernetzt mit den Herkunftsgebieten auf dem Altiplano und den Händlern in der Stadt La Paz (indigene Mittelschicht)	Kontrolle über Handel und Lokalpolitik; Stärkung der eigenen politischen Position durch Volksbeteiligungsgesetz; Unterstützung durch NROs	Kontrolle der Region; nachhaltige bzw. gewinnorientierte Landnutzung; monetäre Einnahmen durch Landwirtschaft und Handel; Fördern des sozialen Aufstieges der eigenen Kindern (= Schul-, Ausbildung und Erwerbstätigkeit in der Stadt)	lokales ‚kolonisiertes‘ Wissen; Anbau von kapitalintensiven Dauerkulturen und anderen Marktfrüchten; lokale Marktbeherrschung; Besetzung der Schlüsselpositionen in der Volksbeteiligung; Lobbyarbeit über Kooperativen und NROs
Kolonisatoren (2): Neusiedler und saisonale Migranten mit Lebensmittelpunkt außerhalb des Alto Beni	marginalisiert, aber mit Möglichkeit der Integration in die Gruppe der Kolonisatoren (1); vernetzt mit den Herkunftsgebieten auf dem Altiplano	limitiert, z.T. Unterstützung durch NROs	Überlebenssicherung durch landwirtschaftliche Nutzung; Erzielen monetärer Einnahmen	Anbau von Selbstversorgerfrüchten sowie Reis als Marktfrucht, oftmals ausbeuterische Nutzung des Grundstücks
Nichtregierungsorganisationen	national und international vernetzt, Zugang zu Entwicklungshilfegeldern für Bolivien	Fehlen staatlicher Infrastruktur in Landwirtschaft, Gesundheit, Bildung, Verkehrsnetz etc.; Reaktion auf Staatsversagen	Unterstützung der Bevölkerung; Sicherung der eigenen Arbeitsplätze; Verfolgen von Individualzielen wie beruflicher Aufstieg	Fortbildung der Bevölkerung; Lobbyarbeit; Veröffentlichungen; Zuweisung von Ressourcen, z.B. Saatgut und Setzlinge, Infrastrukturmaßnahmen, Kredite
Staatliche Beamte	Kontrolle des Staatsapparates, um Zugang zu Kapital (Darlehen etc.) und Renteneinkommen zu sichern	politische und administrative Kontrolle über die Region; Angehörige der urbanen Staatsklasse	Individualziele, wie Bereicherung durch Korruption, Zugang zu internationalen Geldern; rein urbane Interessen	Gesetzgebung; Zuteilung von Haushaltsmitteln; unterstützt durch staatliche Organe (Polizei, Militär)
Wissenschaftler	direkter und indirekter Zugang zu Entwicklungshilfegeldern für Bolivien; Zugang zu höchsten Positionen der politischen Macht	Wissenschaft als Legitimation; Bolivien abhängig von internationaler Hilfe und damit indirekt von internationaler Meinung	Entwicklung ‚rationaler‘ Praktiken basierend auf ‚Wissen‘; Verfolgen der individuellen Karriere	Veröffentlichungen; individueller Zugang zu nationalen und internationalen Entscheidungsträgern

Die Mosetenes, die bis in die 90er Jahre völlig ausgeschlossene Gruppe, sind diejenigen, die über ein *lokales Wissen* der Region verfügen, welches sich über Jahrhunderte entwickelt hat (s. Kap. 3.6). Ihre ‚Landschaft der Vorstellung‘ ist sehr komplex, gewachsen und naturverbunden. Die alteingesessenen Kolonisatoren (die zweite Gruppe, zu der die Bauern A bis E zählen, s. Kap. 4), besitzen ebenfalls

ein lokales Wissen, dieses ist allerdings maximal 40 Jahre alt und wird daher als ‚kolonisiertes‘ Wissen bezeichnet. Sie haben ihre ‚Landschaft der Vorstellung‘ des Alto Beni konstruiert basierend auf einem jahrhundertealten lokalen Wissen des Altiplano, einer vegetationsarmen, weitgehend baumlosen innerandinen Hochfläche. Viele Bauern der zweiten und insbesondere der dritten Gruppe tun dies nach wie vor. Drei Beispiele mögen dies erläutern:

- a) Einige der alteingesessenen Kolonisatoren wohnen in einem für den Altiplano typischen zweistöckigen Adobehaus mit dicken Wänden, kleinen Fenstern und Wellblechdach, eine Bauweise, die dem rauhen, kalten und windigen Klima der Hochanden angemessen ist, nicht hingegen den feuchten Tropen.
- b) Viele alteingesessene Kolonisatoren behalten soweit es geht die Ernährungsgewohnheiten der Hochanden bei, d.h. auch in den Tropen spielen Kartoffeln und *chuño*, die dehydrierte Kartoffel, eine wichtige Rolle auf dem Speiseplan.
- c) Neusiedler brachten und bringen ihre Wollschafe vom Altiplano mit in den Alto Beni; diese werden befallen von tropischen Parasiten, die Qualität der Wolle reduziert sich bis zur Unbrauchbarkeit, sie magern ab und viele gehen unter den tropischen Lebensbedingungen ein.

Im Gegensatz zu den Ureinwohnern ist für viele Kolonisatoren, insbesondere der dritten Gruppe, das Grundstück eine *Ressource*, die ausgebeutet und dann wieder aufgegeben wird zugunsten eines neuen Stück Landes. Die Neusiedler und saisonalen Migranten sind ein großes Problem für das ökologische Gefüge im Alto Beni, da sich viele von ihnen zunächst auf marginalen Standorten in der extrem labilen, für den Anbau annueller Kulturen ungeeigneten Rücken- und Kerbtalzone niederlassen (s. Kap. 4.7). Sie roden ihre mit Primärwald bestandenen Grundstücke Stück um Stück für den Reisanbau und geben sie oftmals wieder auf, nachdem der letzte Primärwald gefallen ist, denn der Reisanbau auf Sekundärwaldbrache ist mühseliger und weniger ertragreich. Dabei wird das Land komplett genutzt, unabhängig von den Reliefbedingungen (Abb. 5.2). Die Akteure sind jedoch nicht als irrationale Umweltzer-



Abb. 5.2.: Primärwaldrodung mit Reisanbau auf einem über 35° steilen Sporn in der Rücken- und Kerbtalzone von Area IV. Aufnahme J. Elbers am 7.11.1996 in der Kolonie Mercedes.



störer zu charakterisieren, sondern dieses Handeln ist Teil ihrer Überlebensstrategie. ESCOBAR hat dies folgendermaßen ausgedrückt:

Ecosystems analysts have discovered the 'degrading' activities of the poor, but have seldom recognized that such problems were rooted in development processes that displaced indigenous communities, disrupted people's habitats and occupations, and forced many rural societies to increase their pressures on the environment (ESCOBAR 1996:51).

Neusiedler, die ihre sozioökonomische Situation verbessern können *und* Interesse daran haben, im Alto Beni seßhaft zu werden, diversifizieren ihre Landnutzung, pflanzen Dauerkulturen und werden so zu Mitgliedern der Gruppe 2. Sobald sie die nötigen finanziellen Möglichkeiten haben, erwerben sie ein Grundstück in der Hügelzone oder Talebene. Die Standortvorteile dort sind bessere natürliche Bedingungen für die Landnutzung, eine bessere Verkehrsinfrastruktur sowie die Nähe zum Hauptsiedlungsband des Kolonisationsgebietes.

Wie bereits in Kapitel 4 dargelegt, bestand die Zielgruppe des Agrarökologieprojektes PIAF aus experimentierfreudigen, meist alteingesessenen Kolonisatoren, und die Untersuchungsregion beschränkte sich im wesentlichen auf die landwirtschaftlich nutzbaren Hügel- und Talzonen. Daher beziehen sich die Fallstudien in Kapitel 4 auf dort ansässige Betriebe. Betriebe von Neusiedlern in der Rücken- und Kerbtalzone wurden *bewußt* ausgeschlossen, da in dieser Zone eine ökologisch vertretbare landwirtschaftliche Nutzung nicht möglich ist. Die Nutzung dieser Zone findet dennoch statt, und zwar mit tiefgreifenden ökologischen Folgen für das gesamte Kolonisationsgebiet.

Dieses Problem läßt sich jedoch *nicht* auf der Grundlage einer landschaftsökologischen Analyse von Betrieben der Neusiedler in der Rücken- und Kerbtalzone lösen. Es handelt sich vielmehr um ein strukturelles Problem der Entwicklung Boliviens und damit der Untersuchungsregion, daher wird es folgerichtig mit politisch-ökologischen Ansätzen in diesem Kapitel behandelt. Alternativen der landwirtschaftlichen Nutzung für mittellose Kleinbauern in der Rücken- und Kerbtalzone gibt es *nicht*. Bei den alteingesessenen Kolonisatoren ist ein weiteres Motiv wichtig: Sie wollen ihren Kindern einen sozialen Aufstieg ermöglichen. Einige vermögendere Kolonisatoren schicken daher ihre Kinder zur Schule und Ausbildung in die Stadt, d.h. ihre Projektion für die Zukunft liegt nicht auf dem eigenen Stück Land, sondern in der Großstadt.

Die Gruppe der Nichtregierungsorganisationen ist ebenfalls eine heterogene Gruppe. Zum einen gibt es lokale NRO, deren Mitarbeiter ihren Lebensmittelpunkt im Alto Beni haben, dazu zählen OSCAR und PATAGC (s. Kap. 4.1), zum anderen gibt es eine Vielzahl nationaler und internationaler NRO, sie agieren in der Region in unterschiedlicher Intensität bezüglich Personal, Zeiteinsatz und Finanzen, in direkter oder indirekter Form. Die große Anzahl an NRO und ihre Tätigkeitsbereiche sind ein Spiegelbild der sozioökonomischen Situation des Landes, sie besetzen viele originäre Aufgabenfelder des Staates, die von Straßenbau über landwirtschaftliche Beratung bis hin zu Bildung und Gesundheit reichen. Gemeinsam ist den NRO, daß sie national und international vernetzt sind und Zugang zu

Entwicklungshilfegeldern besitzen. Die externen Finanzquellen sind einerseits positiv, aber andererseits ein großes Problem der NRO. Viele von ihnen besitzen keine Basisfinanzierung und müssen ihr gesamtes Budget über Projekte finanzieren. So kommt es, daß die kleinen, lokalen NRO eine Menge Energie und Zeit in die Projektakquisition investieren (müssen) und die in den Projekten formulierten Ziele sich nach den Interessen der Finanzgeber bzw. nach eigenen Interessen richten. Es entstehen immer wieder Projekte, die nicht ausgerichtet sind auf die Bedürfnisse der lokalen Bevölkerung, sondern bei denen diese lediglich als ‚Katalysator‘ dient, um an eine Finanzierung zu gelangen. Die NRO werden als die neuen Hoffnungsträger in der Entwicklungspolitik angesehen, allerdings liegen Anspruch und Wirklichkeit oft weit auseinander. Die Grenzen der Leistungsfähigkeit von NRO skizziert SALOMON anhand von vier zentralen Gefahren ihrer Funktionsfähigkeit:

First, philanthropic insufficiency; second, philanthropic particularism; third, philanthropic paternalism; and fourth, philanthropic amateurism (SALOMON 1987:39 zit. in GLAGOW 1992:322).

GLAGOW (1992:322) kommt in seiner Analyse der NRO zu folgendem Schluß: „NRO sind anders, aber keineswegs besser! Das sollte man bei der Frage nach den Potentialen von NRO als Alternative zu den staatlichen und marktorientierten Akteuren berücksichtigen“. Als weiterführende Literatur zu den NRO empfiehlt sich BRAND & GÖRG (1998), GLAGOW (1992), NUSCHELER (1996:498ff.), VIVIAN (1994), sowie speziell zu NRO in Lateinamerika BEBBINGTON et al. (1992), BEBBINGTON & THIELE (1993) und PRICE (1994).

Die fünfte Interessengruppe bilden die staatlichen Beamten, sie besetzen eine politisch-ökonomische Schlüsselposition im Land und damit kommt ihnen eine wichtige Rolle für die Entwicklung der Region zu. Diese Interessengruppe ist aufgeführt wegen ihrer Machtposition, mit der sie viel im *Alto Beni* verändern *könnte*. Allerdings leben die meisten Angehörigen der Staatsklasse in der Stadt und haben rein urbane Interessen, die sich zudem bei vielen Akteuren fokussieren auf das Individualziel der persönlichen Bereicherung. Nur aufgrund der schon beschriebenen Abwesenheit des Staates im ländlichen Raum entstanden bzw. etablierten sich dort so viele NRO. In Folge des 1994 verabschiedeten Volksbeteiligungsgesetzes hat sich die Machtposition der Akteure in der Region verbessert gegenüber den staatlichen Beamten der Zentralregierung in La Paz.

Die Gruppe der Wissenschaftler ist ebenfalls sehr heterogen: Sie reicht von Ethnologen und Anthropologen, die mehrere Jahre mit einem indigenen Volksstamm zusammenleben, über die Wissenschaftler des Instituto de Ecología, die im PIAF gearbeitet haben (und im Kapitel 5.3 näher betrachtet werden), bis hin zu Experten, die für die großen transnationalen Umwelt-NRO Kurzzzeitgutachten in der Region durchführen. Die Wissenschaftler sind national und insbesondere international vernetzt, sie haben Zugang zu Entwicklungshilfegeldern und einige von ihnen besitzen Kontakte zu den höchsten Positionen der politischen Macht. Die Wissenschaft an sich dient als Legitimation, und da Bolivien abhängig ist von internationaler Finanzhilfe, bestimmt der westliche Wissenschaftsdiskurs die Richtung bei Fragen von Naturschutz und Konservation. Vielen Wissenschaftlern geht es um die

Entwicklung ‚rationaler‘ Praktiken, die auf ‚ihrem Wissen‘ basieren, hinzu gesellt sich ein wichtiges Individualziel – die eigene Karriere, wie das folgende Beispiel zeigt: Wissenschaftler haben in den letzten Jahren verstärkt ethnopharmakologische Untersuchungen bei Eingeborenenvölkern vorgenommen, um sich deren ‚indigenes Wissen‘ über Medizinalpflanzen anzueignen. Es gibt zwei aktuelle im *Journal of Ethnopharmacology* erschienene Arbeiten über Medizinalpflanzen der Mosevenes von MUÑOZ et al. (2000), und der Tacanas, einem benachbarten Volksstamm, von BOURDY et al. (2000). In der Danksagung ihres Artikels bringen MUÑOZ et al. (2000:153) ihr Wissensverständnis deutlich zum Ausdruck: „We express our thanks to the members of the Mosevene communities who were willing to share with us their knowledge of plants“. Mit Sicherheit hat das ‚Wissen‘ der Mosevenes nichts mit dem ‚Wissen‘ der Forscher gemein: Für die Mosevenes sind die Medizinalpflanzen Teil der Natur, ihres Lebensraumes, für die Wissenschaftler sind *deren Wirkstoffe* Ressourcen, die es zu erforschen gilt. ESCOBAR analysiert dieses Wissensverständnis folgendermaßen:

Local, ‘indigenous’ and ‘traditional’ knowledge systems are found to be useful complements to modern biology. However, in these discourses, knowledge is seen as something existing in the ‘minds’ of individual persons (shamans or elders) about external ‘objects’ (‘plants,’ ‘species’), the medical or economic ‘utility’ of which their bearers are supposed to transmit to us. Local knowledge is seen not as a complex cultural construction, involving movements and events profoundly historical and relational (ESCOBAR 1996:57).

Weitere Informationen zu indigenem bzw. lokalem Wissen finden sich bei AGRAWAL (1998), ANTWEILER & MERSMANN (1996), CHAMBERS et al. (1989), GAWORA (1992), LONG & LONG (1992), MÜLLER-BÖKER et al. (1998); mit dem Verhältnis von indigenem zu naturwissenschaftlich geprägtem Wissen beschäftigen sich AGRAWAL (1995) und MURDOCH & CLARK (1994).

### 5.3 PIAF – Projekt oder politisch-ökologische Arena?

Nach der Betrachtung von internationaler, nationaler und regionaler Handlungsebene richtet sich das Augenmerk des letzten Teilkapitels auf die lokale Ebene. Da diese Arbeit aus einer mehrjährigen Tätigkeit in dem Agrarökologieprojekt PIAF entstanden ist, bietet sich eine (selbst)kritische Betrachtung des Projektzyklus an. Das Scheitern des Projektes wird einer *ex-post*-Analyse unterzogen, verbunden mit einer Untersuchung von Interessen und Zielen der Akteure. Diese Betrachtung ist und *kann* nur eine rückblickende, subjektive Bewertung eines von 1990 bis 1997 an dem Projektzyklus beteiligten Akteurs sein. Der Projektzyklus ist in Abbildung 5.3 dargestellt und dient als Anhaltspunkt für die Gliederung des Teilkapitels.

Im Zuge der Zusammenarbeit von El Ceibo und Instituto de Ecología (s. Kap. 3.8) entstand 1990 die Idee, gemeinsam ein Forschungsprojekt zu verwirklichen. Anfang 1991 führten Vertreter der beiden Institutionen ein Seminar mit interessierten Bauern und den in den Areas arbeitenden Technikern von COOPEAGRO durch, um Probleme der Landnutzung zu identifizieren und Prioritäten für das

Forschungsprojekt zu setzen. Auf dieser Grundlage entstand ein Projektentwurf, da man die Notwendigkeit sah, „reale Alternativen für die Nutzung der Agrarökosysteme der Region zu schaffen“ (EL CEIBO & IE 1993:1). Den Projektentwurf erarbeiteten federführend zwei Wissenschaftlerinnen des IE und zwei Entwicklungshelfer (EH) des DED, jeweils einer von El Ceibo und IE, unter Mitarbeit zweier Techniker von El Ceibo. Dies ist nicht als eine Diskriminierung des intellektuellen Beitrages der Techniker zu verstehen, sondern als ein Hinweis auf die Gegensätze zwischen Planung und Projektrealität, auf die noch eingegangen wird. Die ‚gemeinsame Erarbeitung‘ des Projektes zwischen Bauern, Technikern und Wissenschaftlern (ib.)

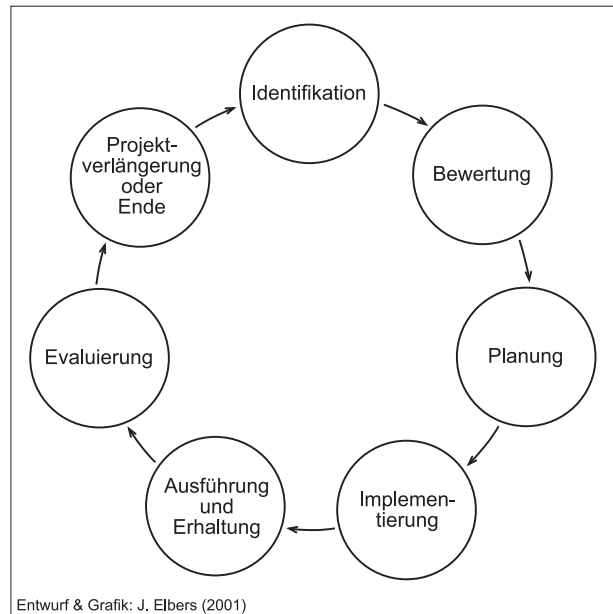


Abb. 5.3: Der Projektzyklus (verändert nach GARDNER & LEWIS 1996:45)

endete für die Bauern mit der Anhörung in dem oben angesprochenem Seminar. Bei Betrachtung der Stufen der Partizipation (Abb. 5.4) kann man von einer *Beteiligung* der Bauern sprechen; von den eine gemeinsame Erarbeitung implizierenden Stufen *Mitbestimmung*, *Mitverantwortung* oder *Partnerschaft* kann allerdings keine Rede sein. Diese geringe Partizipation empfanden die Techniker von El Ceibo nicht als negativ, sie waren selber Mitglieder der Genossenschaft und sahen sich von ihrem Selbstverständnis als Sprachrohr der Bauerninteressen. Dieser Sichtweise schlossen sich die

### Stufen der Partizipation

*Passives Verhalten* – keine Partizipation

*Information* – die Menschen erfahren, was man mit ihnen vorhat

*Konsultation* – die Bevölkerung wird informiert und darf ihre Meinung sagen

*Beteiligung* – die Bevölkerung darf ihre Meinung sagen, die teilweise auch in die Entscheidungen einfließt

*Mitbestimmung* – die Menschen entscheiden mit, ob und wie ein Projekt durchgeführt wird

*Mitverantwortung* – die Bevölkerung entscheidet mit, beteiligt sich an den Maßnahmen mit eigenen Mitteln

*Partnerschaft* – die Bevölkerung macht Vorschläge und entscheidet gleichberechtigt über die Umsetzung mit

*Selbstbestimmung* – die Menschen machen Vorschläge und sie erhalten die Mittel, um zusammen mit eigenen Leistungen auf eigene Verantwortung und auf eigenes Risiko hin die Maßnahmen durchzuführen

Abb. 5.4: Stufen der Partizipation (nach BLISS 2000:8)



Wissenschaftler und EH an, da die Planung durch die geringe Mitwirkung der Bauern definitiv einfacher und schneller ausführbar war. Ob die Interessen und Ziele eines Bauern wirklich übereinstimmen mit denen eines in der Zentrale von El Ceibo arbeitenden Technikers, nur weil beide Mitglieder der Genossenschaft sind, wird im Folgenden noch thematisiert.

Doch zunächst ist noch ein weiteres ‚wenig‘ partizipatives Verhalten aufzuzeigen, welches sowohl die Planung als auch die Ausführung betrifft. Das gesamte Projekt, von Seminaren über Fortbildungen bis hin zur Feldarbeit, war fokussiert auf die Männer; die Frauen waren marginalisiert, die Stufe ihrer Partizipation (Abb. 5.4) ist als *passives Verhalten* zu bezeichnen. Es ist im Alto Beni so wie in anderen ländlichen Regionen der Welt, die Frauen haben die Dreifachbelastung Familie, Haushalt und Betrieb zu tragen. Die Einbeziehung der Bäuerinnen in das PIAF ist trotz einiger zaghafter Versuche als gescheitert zu bezeichnen. Mit anderen Worten: die Männer haben es sich auf Seminaren und Projektrundreisen gut gehen lassen, während die Frauen zu Hause geschuftet haben. Die in vielen Entwicklungsprojekten der Dritten Welt normale Nichtbeachtung der Frauen fand auch im PIAF statt, es ist das Phänomen der ‚unsichtbaren Frauen‘, auf das die dänische Agrarwissenschaftlerin Ester BOSERUP bereits 1970 aufmerksam gemacht hat in ihrem Buch *Women's role in economic development*. Die Rolle der Bäuerinnen im PIAF kann im Rahmen dieses Kapitels nicht weiter detailliert werden, allerdings wird in Kapitel 6.2 die Integration der Frauen in den Entwicklungsprozeß erneut aufgegriffen. Die Bedeutung dieses Themas soll durch einige weiterführende Literaturhinweise unterstrichen werden: zur Marginalisierung der Frauen in Entwicklungsprojekten empfiehlt sich AGARWAL (1992, 1997), ESCOBAR (1992:141ff., 1995:171ff.), GARDNER & LEWIS (1996:64ff.), JACKSON (1993), SIMMONS (1992), und zur Partizipation in der EZ die Texte von RAHNEMA (1992), GARDNER & LEWIS (1996:110ff.), KRÜGER & LOHNERT (1996), NEUBERT & HAGMANN (1997), BMZ (1999), BLISS (2000).

Die Zusammenarbeit in der Planungsphase von Mitte 1991 bis Oktober 1993 verlief konstruktiv zwischen den beteiligten Akteuren, den Wissenschaftlern, Technikern und EH. Das Interesse an dem Forschungsprojekt war hoch, dies spiegelt sich wider in der langen Planungsphase mit hohem Arbeits- und Zeiteinsatz. Die einzelnen Akteure ordneten ihre eigenen Interessen und Ziele dem gemeinsamen Oberziel unter.

Mit der Finanzierungszusage der Welthungerhilfe im Oktober 1993 begann die Implementierung des Projekts: Die stillschweigende Übereinkunft der Akteure, um das Oberziel zu erreichen, war nun hinfällig – es begannen die Machtkämpfe, besonders um die Projektleitung. Ein wichtiger Grund für die auftretenden Schwierigkeiten lag in der unterschiedlichen Ausrichtung, Denkweise und ‚Logik‘ der beiden Institutionen. FRÖLICH, ROBISON und PIEPENSTOCK haben in ihren Berichten zur externen Evaluierung vom Juli/August 1995 einige fundamentale Unterschiede zwischen den beiden Institutionen und deren Repräsentanten im Projekt gegenübergestellt (s. Tab. 5.3). Hinzu gesellte sich ein gravierendes Problem in der Organisationsstruktur: die Doppelspitze in der Projektleitung,

bestehend aus dem Generalkoordinator von El Ceibo und der Technischen Koordinatorin aus dem IE (s. Abb. 3.21). Diese Konstruktion sorgte dafür, daß sich in der Projektleitung *alle* in der Tabelle 5.3 skizzierten Unterschiede wiederfanden, es kam zum offenen Machtkampf der beiden Akteure, die Entscheidungsprozesse verliefen langsam, unkoordiniert und ineffizient. Aus dem theoretischen Organigramm des

Tab. 5.3: Fundamentale Unterschiede zwischen den Institutionen und deren Repräsentanten im Projekt (verändert nach FRÖLICH & ROBISON 1995:9, ROBISON & PIEPENSTOCK 1995:6)

	Instituto de Ecología	El Ceibo
<b>a) institutionell</b>		
1. Art der Institution	akademisch	produktiv
2. Ausrichtung	theoretisch-wissenschaftlich	praktisch
3. Erfahrung in der Forschung	viel	wenig
4. Erfahrung in tropischer Landwirtschaft	wenig	viel
<b>b) personell</b>		
1. Herkunft	städtisch	ländlich
2. Ausbildung	mehr	weniger
3. Erfahrung in der Forschung	mäßig	wenig
4. Erfahrung in tropischer Landwirtschaft	wenig	viel
5. „Soziales Umfeld“	La Paz/Zona Sur	Sapecho
6. Alter und Geschlecht	jung und weiblich	älter und männlich
7. Persönliches Ziel	berufliche Karriere	Kooperativismus

Projekts hatte sich in kürzester Zeit ein neues, ‚reales‘ Organigramm entwickelt (Abb. 5.5, s. ROBISON & PIEPENSTOCK 1995:6f.). Jeder ‚Koordinator‘ ging seine eigenen Wege: der für Administration und Finanzen verantwortliche Generalkoordinator stimmte seine Aufgaben direkt mit den Teilprojekten ab und die Technische Koordinatorin tat dasselbe für ihren Aufgabenbereich. Der Direktionsrat, gebildet aus den Entscheidungsträgern der beiden Institutionen, sollte sich regelmäßig zusammensetzen, existierte aber *de facto* nicht. Während El Ceibo das PIAF von Beginn an in seine Organisationsstruktur integrierte und der Generalkoordinator alle wichtigen Entscheidungen mit dem

Verwaltungsrat abstimme, hatte die Direktion des IE kein Interesse daran, sich mit ‚Bauern‘ aus dem Alto Beni um Machtbefugnisse in einem Projekt zu streiten, in dem keiner der involvierten Wissenschaftler eine Planstelle an der Universität besaß und welches acht Autostunden von der Stadt entfernt lag. Kurzgefaßt, die Mitarbeiter des IE hatten keinen institutionellen Rückhalt und somit waren die Machtverhältnisse in der Projektleitung in kürzester Zeit geklärt. Dies hinderte die Technische Koordinatorin allerdings keinesfalls daran, weiterhin um ihre Machtposition zu kämpfen. Hinzu kam, wie ROBISON & PIEPENSTOCK (1995:9) treffend formuliert haben, die Tatsache, daß der Generalkoordinator ein Techniker war, denn

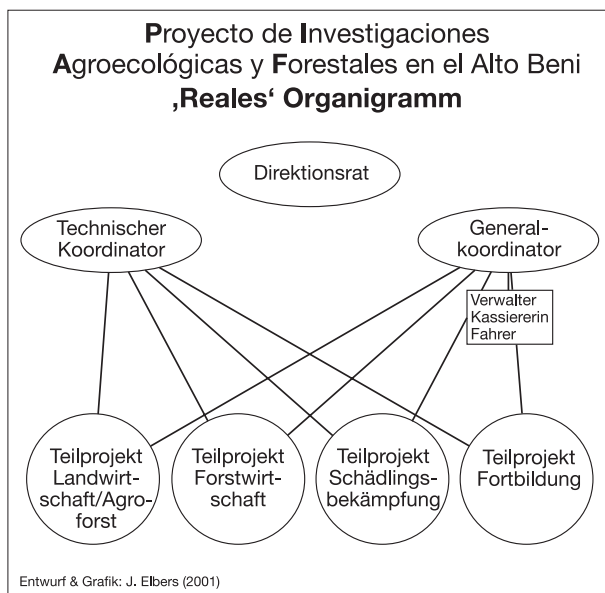


Abb. 5.5: Das ‚reale‘ Organigramm des PIAF (verändert nach ROBISON & PIEPENSTOCK 1995:7, vgl. Abb. 3.21)

dies „ignoraba la característica (mundial) de la clase académica de no acatar fácilmente a un coordinador que considera que tiene menos educación“<sup>6</sup>.

Das bis hierhin gezeichnete Bild der politisch-ökologischen Arena ist so nicht auf das Gesamtprojekt zu übertragen. Auf der technischen Ebene, d.h. innerhalb und zwischen den Teilprojekten, funktionierte die Zusammenarbeit gut zwischen Technikern, Wissenschaftlern und EH. Dies bescheinigte auch das Evaluierungsteam im August 1995. Die meisten Projektmitarbeiter waren hoch motiviert, das gleiche galt für die überwiegende Zahl der beteiligten Bauern.

Bevor nun die Ziele und Interessen der Akteure betrachtet werden, wird am Beispiel des Teilprojektes Forstwirtschaft (TPF) die Diskrepanz zwischen Planung und Ausführung dargelegt. Das PIAF war angedacht für eine Dauer von 12 Jahren, unterteilt in drei Phasen. In der ersten Phase sollte die Forschung im Vordergrund stehen mit einer Diagnose von Betrieben (Kap. 4) und wichtigen Pflanzenschädlingen sowie dem Generieren von Kenntnissen für eine Waldnutzung. Die beiden treibenden Kräfte in der Planung, die Botanikerinnen, legten den Schwerpunkt des TPF auf die botanische Forschung (s. Kap. 3.8); folgerichtig sah der erste, 1992 eingereichte Projektantrag zwei Botanikerstellen vor. In dem Vertrag mit der Finanzierungsorganisation 1993 reduzierte sich dies auf eine Stelle und als die Teilprojekte im Februar 1994 ihre Arbeit aufnahmen, gab es überhaupt keinen Botaniker mehr, die einzig verbliebene Botanikerin hatte in die Projektleitung gewechselt. Der neue EH, der im Dezember 1993 seine Arbeit im TPF aufnahm, war ein erfahrener deutscher Förster, der kein Interesse daran hatte, ‚Pflänzchen‘ zu sammeln und zu bestimmen. Er legte den Schwerpunkt im TPF auf das Sammeln von Baumsamen, das Einrichten eines Pflanzgartens und das Anlegen von Aufforstungsflächen. Vergleicht man diese Tätigkeiten mit dem Projektantrag, ergeben sich nicht mehr viele Gemeinsamkeiten. Dieser Richtungswechsel zog natürlich Konsequenzen bei den Akteuren nach sich: das Verhältnis zwischen der Technischen Koordinatorin und dem EH war fortan sehr gespannt, zumal der für das IE ins PIAF entsandte EH sehr gut zum Institutionsprofil von El Ceibo paßte (s. Tab. 5.3). Zum einen schwächte der EH die Position der Technischen Koordinatorin, zum anderen begeisterte er die Techniker und den Verwaltungsrat von El Ceibo, da er ihre Vorstellungen von *Forschung* teilte. Denn die Ausrichtung der Forschung war ein weiteres, persistentes Reizthema zwischen allen Akteuren, das sofort *nachdem* die Projektfinanzierung gesichert war auf den Tisch kam. Techniker und Verwaltungsrat von El Ceibo beschwerten sich darüber, daß die technische Ausrichtung des Projekts sich zu sehr auf *Grundlagenforschung* (*investigación básica*) konzentrierte und die *angewandte* Forschung (*investigación práctica*) vernachlässigte.

Die wechselnde Ausrichtung des TPF im Laufe des Projektzyklus zeigt sehr anschaulich, wie sich unterschiedliche Akteure ihr ‚persönliches Projekt‘ konstruieren. Jeder Akteur hat eine eigene Sichtweise der Dinge und verfolgt eigene Ziele, wobei auch in diesem Falle Erfolg oder Mißerfolg

---

<sup>6</sup> ignorierte die (weltweit verbreitete) Charakteristik der Akademikerschicht, nicht einfach einem Koordinator Folge zu leisten, von dem man erwägt, daß er weniger gebildet ist (Übers. d. Verf.).

Tab. 5.4: Die Akteure im PIAF

Akteure	Position im Projekt	Machtquelle	Interessen und Ziele im Projekt	Direkte Mittel zum Erreichen der Ziele
Bauern	Beteiligte an der Ausführung: Untersuchungen und Versuchsflächen in dem eigenen Betrieb	limitiert, aber Mitverantwortung bei Art und Einrichtung der Versuchsflächen, Teilnahme an internen Projektevaluierungen, Interessenvertretung über die Generalversammlung von El Ceibo	Suche nach Alternativen für die Landnutzung im eigenen Betrieb; Fortbildung in Agrarökologie und Forstwirtschaft; materielle und finanzielle Anreize wie Werkzeuge, Saatgut, Setzlinge, Arbeitslöhne	lokales ‚kolonisiertes‘ Wissen; Entwicklung innovativer Landnutzungstechniken; aktive Teilnahme an Projektarbeiten
Techniker	Kontrolle der Machtverhältnisse in der Projektleitung; überwacht durch den Verwaltungsrat von El Ceibo	‚Wissensvorsprung‘ durch Techniker Ausbildung gegenüber den Bauern	Suche nach Alternativen für die Landnutzung im Alto Beni und im eigenen Betrieb; Fortbildung in Agrarökologie und Forstwirtschaft; Sicherung der eigenen Arbeitsplätze	lokales ‚kolonisiertes‘ Wissen; Fortbildung von Bauern; Erarbeiten von positiven Fortschrittsberichten und Beantragen der Verlängerung des Projekts; Lobbyarbeit in den Basis Kooperativen und in El Ceibo
Wissenschaftler	Kontrolle der Forschungsinhalte gemeinsam mit den EH; überwacht durch den Verwaltungsrat von El Ceibo	‚Wissensvorsprung‘ durch universitäre Ausbildung gegenüber den Technikern	angewandte Forschung gemeinsam mit Technikern und Bauern; Sicherung der eigenen Arbeitsplätze; Verfolgen der individuellen Karriere	Fortbildung von Technikern und Bauern; Erarbeiten von positiven Fortschrittsberichten und Beantragen der Verlängerung des Projekts; Veröffentlichungen
Entwicklungshelfer	Kontrolle der Forschungsinhalte gemeinsam mit den Wissenschaftlern; privilegierte Position, da Arbeitsplatz nicht aus Projektgeldern finanziert ist; Mitarbeit im Projekt nur <i>bedingt</i> von IE und El Ceibo einforderbar	‚Wissensvorsprung‘ durch universitäre Ausbildung gegenüber den Technikern; Möglichkeit der Intervention oder Mediation im Projekt aufgrund der privilegierten Position; Vertrauensvorsprung als Ausländer bei El Ceibo gegenüber einheimischen Fachkräften	angewandte Forschung gemeinsam mit Technikern und Bauern; Sicherung der eigenen Arbeitsplätze; Verfolgen der individuellen Karriere	Fortbildung von Technikern und Bauern; Erarbeiten von positiven Fortschrittsberichten und Beantragen der Verlängerung des Projekts

abhängig von dem Zugang des einzelnen zur Macht ist. GARDNER & LEWIS (1996:43) haben diesen in vielen Projekten anzutreffenden Gegensatz zwischen Planung und Ausführung auf den Punkt gebracht: „what people say they are doing may not be the same as what they are actually doing, and what projects set out to do may in practice have very different outcomes“.

In Tabelle 5.4 sind die an der Ausführung des PIAF beteiligten Akteure in einer generalisierenden Matrix dargestellt. Analysiert werden die Position im Projekt, die Machtquelle, die Interessen und Ziele sowie die zur Verfügung stehenden Mittel. Das Schema berücksichtigt nur die *unmittelbar* beteiligten



Akteure an der zweieinhalb Jahre dauernden operativen Phase. Hinzu kommen weitere, die in unterschiedlich starker Weise in das Projekt eingegriffen haben und kurz aufgezählt werden, um die Vielschichtigkeit aufzuzeigen. Dies sind der Verwaltungsrat von El Ceibo, die Direktion des IE, der Beauftragte und die Fachberater Landwirtschaft des DED, nicht direkt am Projekt beteiligte EH bei El Ceibo und im IE, andere ausländische Experten sowie das von der Welthungerhilfe entsandte Evaluierungsteam.

Betrachtet man die Bauern (dazu zählen die Bauern A bis E) und Techniker, wird schnell deutlich, daß es eine erhebliche Diskrepanz gibt zwischen den Interessen und Zielen dieser beiden Gruppen. Das Selbstverständnis der an der Planung beteiligten Techniker, die sich als Sprachrohr der Bauerninteressen sahen, entspricht nur bedingt der Realität. Allerdings ist die Gruppe der Techniker ebensowenig homogen wie die anderen Gruppen. Im PIAF gab es ältere, erfahrene Techniker mit funktionierendem eigenen Betrieb, sie arbeiteten erst seit kurzer Zeit in der Institution und ihre Ziele lagen sehr nahe bei denen der Bauern. Auf der anderen Seite gab es die seit längerer Zeit in El Ceibo arbeitenden jüngeren Techniker, sie haben ihre Ausbildung im Anschluß an die Schule genossen und bei ihnen hatte die Sicherung des eigenen Arbeitsplatzes im Projekt eine viel höhere Priorität. Die Bauern verfügten nur über wenig *direkten* Einfluß auf die Projektstrategie, allerdings waren die meisten von ihnen Führungspersonlichkeiten ihrer Basiskooperativen und konnten so indirekt über die Mitbestimmungsgremien der Organisation Druck auf den Verwaltungsrat ausüben, der seinerseits die Projektleitung des PIAF kontrollierte.

Ein wichtiges Instrument innerhalb der operativen Phase ist das Erstellen des Projektfortschrittsberichts, an dem im PIAF alle sechs Monate Techniker, Wissenschaftler und EH gleichermaßen beteiligt waren. Hier spielt die *positive* Darstellung der bereits erreichten Ergebnisse eine wichtige Rolle, das mittelfristige Ziel ist die Projektverlängerung und die damit verbundene Sicherung der eigenen Arbeitsplätze. Dabei ist es zweitrangig, daß es sich bei Technikern und Wissenschaftlern um einen direkten und bei den EH um einen indirekten Schutz des Arbeitsplatzes handelt, denn wird das Projekt nicht verlängert, verlängert sich in der Regel auch der Vertrag des EH mit dem Projektträger nicht (zur Rolle des Projektberichts als strategisches Instrument empfiehlt sich die Lektüre von SCHLOTTMANN 1998:115ff.).

Die Rolle der EH stellt sich als Sonderfall dar: Ihre Position ist privilegiert, sie werden nicht aus Projektmitteln bezahlt und sind in letzter Konsequenz nur gegenüber dem DED rechenschaftspflichtig, d.h. ihre Mitarbeit im PIAF ist von den Projektträgern nur *bedingt* einforderbar. Dies mögen zwei Beispiele erläutern. Das erste Beispiel bezieht sich auf die oben angesprochene Ausrichtung des TPF: der Förster hat sich sehr stark im Projekt engagiert, allerdings mit einer praktischen Ausrichtung und nicht mit dem vom IE gewünschten wissenschaftlichen Ansatz. Das zweite Beispiel hat eine ganz andere Dimension: das IE beantragte einen dritten EH für das PIAF, einen Entomologen, der im Teilprojekt Schädlingsbekämpfung arbeiten sollte. Entsprechend umfangreich waren die auf zwei

Entomologen abgestimmten Arbeitsziele (s. Kap. 3.8). Der EH hatte allerdings keinerlei Interesse am PIAF, hat nie dort gearbeitet und verfolgte einzig seine individuelle Karriere als Wissenschaftler im IE. Neben der Freiheit, die die EH durch die externe Finanzierung besitzen, genießen sie als ausländische Fachkräfte bei einer Basisorganisation wie El Ceibo einen Vertrauensvorsprung, da viele Basisorganisationen schlechte Erfahrungen gemacht haben mit der Zuverlässigkeit einheimischer Fachkräfte. EH besetzen aufgrund ihres privilegierten Status wichtige Positionen innerhalb eines Projektes, diesen Zugang zu Macht können sie je nach eigenen Interessen ausnutzen – in einer Bandbreite, die sich erstrecken kann von einer Intervention für individuelle Ziele bis hin zu Mediation und Moderation zum Wohle des Projekts. Sie sind keinesfalls ‚objektive‘, weil ‚außenstehende‘ Projektbegleiter, sondern müssen in die politisch-ökologische Analyse einbezogen werden, dies hat BLAIKIE (1995:205, Herv. i. O.) deutlich angesprochen: „The main point is that development agents *themselves* are subject to analysis too – they are part of the solution but may also be part of the problem“.

Das externe Evaluierungsteam hat bei der Prüfung zur Halbzeit der ersten Projektphase im Juli/August 1995 eine sehr gute Arbeit geleistet, viele Probleme und Konfliktherde aufgedeckt und sich darum bemüht, das von seinem Ansatz als sehr positiv eingeschätzte Projekt zu retten. Zu diesem Zweck stellte es auf dem Abschlußseminar der Evaluierung ein Konzept vor, welches u.a. vorsah, die Doppelspitze in der Projektleitung zugunsten eines Koordinators aufzulösen und diese Stelle bis zum Ende des Jahres mit einer geeigneten, *externen* Person zu besetzen (s. Evaluierungsberichte FRÖLICH & ROBISON 1995, ROBISON & PIEPENSTOCK 1995). Auf dem Seminar stimmten die drei involvierten Institutionen, El Ceibo, IE und DED, dieser Lösung zu; allerdings existierten durch die im Vorfeld aufgetretenen Probleme und Konflikte bereits so tiefe Gräben, daß die von den Evaluierern vorgeschlagenen Maßnahmen nur noch teilweise und halbherzig umgesetzt wurden und das Projekt nicht mehr retten konnten. Der Exodus der an der Konzeption beteiligten Akteure setzte bereits während der Evaluierung im Juli 1995 mit dem Rücktritt der Technischen Koordinatorin ein, es folgte der Generalkoordinator im Dezember 1995 und im März 1996 stieg die letzte Wissenschaftlerin des IE aus. Einzig der Verfasser trat nicht selber zurück, seine Mitarbeit im PIAF wurde offiziell mit dem Ausstieg des IE im Juni 1996 beendet, er arbeitete allerdings noch bis zum März 1997 an einem Abschluß der bodenkundlichen Untersuchungen.

Die politisch-ökologische Analyse der Akteure basierend auf der Beobachtung des Projektzyklus hat einige Schwachpunkte aufgedeckt, die in der Summe letztendlich zum Scheitern geführt haben. Als Mängel bzw. Konfliktherde wurden angesprochen:

- die mangelnde Partizipation der Bauern und insbesondere der Bäuerinnen,
- das Gleichsetzen der Interessen und Ziele der Bauern mit denen der Techniker,
- die fehlende Analyse von Denkweise und ‚Logik‘ der beteiligten Institutionen,
- die fehlende Analyse der Interessen und Ziele von Bauern, Technikern, Wissenschaftlern und EH.

Ein wissenschaftlich ausgerichtetes Agrarökologieprojekt ist zerbrochen an der mangelnden Beachtung der Mensch-Umwelt-Beziehungen, ein Vorgang, der nicht außergewöhnlich ist für die EZ, sondern eher als typisches Beispiel bezeichnet werden könnte. Um auf die Ausgangsfrage zurückzukommen: Ein Projekt ist immer eine politisch-ökologische Arena, aber nur ein Berücksichtigen dieser Tatsache verbunden mit dementsprechendem Handeln kann die politisch-ökologische Arena zu einem erfolgreichen Projekt werden lassen.

# 6 Alternativen landwirtschaftlicher Entwicklung

... agroforestry initiatives ... have been sheltered in the discursive shade of trees as symbols of green goodness.

*Dianne Rocheleau & Laurie Ross(1995):  
Trees as tools, trees as text, S. 408*

Nao existe bicho praga, mas sim inseto com fome.

Es gibt keine Schädlinge, sondern nur hungrige Insekten.

*Brasilianischer Agraringenieur*

## 6.1 Erfahrungen mit der Agroforstwirtschaft im PIAF

El Ceibo begann Anfang der 1990er Jahre auf Initiative eines EH mit den ersten agroforstlichen Versuchen. Mit einer kleinen Finanzierung der staatlichen Schweizer EZ-Institution COTESU (*Cooperación Técnica del Gobierno Suizo*)<sup>7</sup> konnte El Ceibo 1992 für einen Projektvorläufer des PIAF zwei Agrartechniker einstellen, von denen sich einer der Installation und Betreuung von Agroforstsystemen widmete. Auf einem Seminar im September 1992 erläuterten Techniker und EH interessierten Bauern das Vorhaben. Zu Beginn der Regenzeit 1992/93 wurden in 24 Betrieben agroforstliche Versuchsflächen installiert, es handelte sich durchweg um die Hecken-Zwischenkultur (*hedgerow intercropping* bzw. Alleenanbau, *alley cropping*, s. Abb. 4.18 und Tab. 1.1, zur Diskussion des Begriffs s. YOUNG 1993). Bei diesem System werden dichte Baumreihen mehr oder weniger parallel gepflanzt und die Nutzpflanzen wachsen in den Alleen dazwischen. Die Reihen besitzen je nach Hangneigung eine Distanz von 4 - 10 m, die Hecken werden regelmäßig zurückgeschnitten, der Baumschnitt entweder für Brennholz und Futter entnommen oder als Mulch auf dem Boden verteilt. Ziel ist es, die ‚unfruchtbare‘ Waldbrache durch eine permanente Landnutzung mit annualen Kulturen zwischen Heckenreihen zu ersetzen (für ausführliche Beschreibungen der Hecken-Zwischenkultur siehe MONTAGNINI et al. 1992:75ff., YOUNG 1997:167ff.). An dieses System knüpften Wissenschaftler und Techniker in aller Welt die Hoffnung, eine Lösung für die Landnutzungsprobleme in den Tropen gefunden zu haben. Höhenlinien an den Hängen nachzeichnende, hübsch anzusehende Baumreihen und ihr potentiell großer Nutzen begeisterten schnell auch die Techniker und EH im Alto Beni (Verfasser inklusive).

---

<sup>7</sup> seit 1996 heißt die staatliche Schweizer EZ-Institution auf spanisch COSUDE (Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación)



Tabelle 6.1: Liste der in agroforstlichen Versuchsflächen eingesetzten vielseitig genutzten Baumarten (MPTS), Bodenbedecker und Gräser

Botanischer Name	Regionaler Volksname	Familie	Herkunft
<b>a) Baumarten</b>			
<i>Acacia</i> spp.	Villca blanca*	Leg./Mimosoideae	einheimisch
<i>Calliandra calothyrsus</i>	Caliandra	Leg./Mimosoideae	Mittelamerika
<i>Erythrina</i> spp.	Ceibo, Gallito	Leg./Papilionoideae	einheimisch
<i>Inga</i> spp.	Inga, Pacay, Siquile	Leg./Mimosoideae	einheimisch
<i>Flemingia congesta</i>	Flemingia	Leg./Papilionoideae	Ostasien
<i>Gliricidia sepium</i>	Cuchi verde, Gliricidia, Mataratón	Leg./Papilionoideae	Mittelamerika
<i>Leucaena leucocephala</i>	Chamba, Leucaena	Leg./Mimosoideae	Mittelamerika
<i>Piptadenia</i> spp.	Villca blanca*	Leg./Mimosoideae	einheimisch
<b>b) Bodenbedecker</b>			
<i>Arachis pintoi</i>	Arachis, Maní ornamental	Leg./Papilionoideae	Südamerika
<i>Canavalia ensiformis</i>	Canavalia, Frejol de puerco	Leg./Papilionoideae	Amerikanische Tropen
<i>Desmodium</i> spp.	Desmodium, Pega-pega	Leg./Papilionoideae	einheimisch
<i>Mucuna</i> spp.	Frejol terciopelo, Mucuna	Leg./Papilionoideae	Tropen
<i>Neonotonia wightii</i>	Glicine	Leg./Papilionoideae	Afrikanische und asiatische Tropen
<i>Pueraria phaseoloides</i>	Kudzú	Leg./Papilionoideae	Südostasien
<b>c) Gräser</b>			
<i>Cymbopogon citratus</i>	Hierba luisa, Paja cedrón	Gramineae	Indien bis Malaysia

Erläuterungen: \* = Bezeichnung für verschiedene Gattungen und Arten der Subfamilie Mimosoideae, Leg. = Leguminosae

Die in der Region installierten Versuchsflächen waren 1/8 bis 1/2 ha groß, die schnellwachsenden Bäume wurden in versetzten Doppelreihen gesät, die Abstände betragen innerhalb einer Reihe ca. 30 cm und zwischen den Reihen ca. 50 cm. Bei den verwendeten Spezies für die Hecken handelte es sich durchweg um Leguminosen, darunter einheimische und weltweit eingesetzte, vielseitig genutzte Baumarten (MPTS, s. Kap. 1.2.2). Hinzu kamen Versuche mit dem Westindischen Zitronengras *Cymbopogon citratus*, welches eine dichte Wurzelmasse bildet und als Abflußbarriere in Hecken gepflanzt wurde (s. BECKER 1994:93ff.), und in den Alleen experimentierten die Techniker mit Bodenbedeckern als Gründung. Eine Liste der verwendeten Arten findet sich in Tabelle 6.1. 20 Parzellen wurden auf Reis- und Maisfeldern angelegt, hinzu kamen Versuche mit Bohnen sowie Kakao- und Bananenpflanzungen. Von den 24 Parzellen existierten ein Jahr später noch 14, diese wurden ins Projekt übernommen, allerdings hat das TPLA bis zum Juni 1994 weitere sechs davon gestrichen. Bevor das Scheitern vieler Parzellen beleuchtet wird, welches in krassem Gegensatz zu den Erwartungen steht, wird zunächst der Stellenwert der Agroforstwirtschaft im PIAF erläutert.

Die Versuche zur Verbesserung der Waldbrache in 20 Betrieben stellten ein wichtiges Arbeitsziel innerhalb des Operationsplanes des TPLA dar (s. Kap. 3.8). Die Hauptaufgabe eines der beiden Agrartechniker des TPLA bestand in der Betreuung der agroforstlichen Versuchsflächen. In dem Operationsplan war die Pflege der Heckenreihen und Bodenbedecker, die Aufnahme phänologischer Daten, die Entnahme von Bodenproben sowie die Aufnahme der Erträge der Nutzpflanzen vorgesehen; dazu kam zweimal pro Jahr eine Evaluierung sowie der Entwurf und die Installation neuer Versuche

(EL CEIBO & IE 1993). Die Überfrachtung des Operationsplanes führte bei der Betreuung der agroforstlichen Versuche ebenso wie bei den anderen Arbeiten des TPLA dazu, daß sie nicht alle von dem vorhandenen Personal zu bewältigen waren. Dennoch betreute das TPLA die verbliebenen Hecken-Zwischenkulturen so gut es ging, es verbesserte nach und nach die Technik der Installation und Pflege sowie die Zusammensetzung der Baumarten. Das Evaluierungsteam kritisierte 1995 an dem Versuchsaufbau das Fehlen von Kontrollflächen, ohne die eine gegenüber der Waldbrache angestrebte Bodenverbesserung nicht nachzuweisen sei. Die Kritik war berechtigt, eine wissenschaftliche Betreuung der Versuche aus obengenannten Gründen allerdings nicht möglich.

Vom 29. Juli bis zum 4. August 1994 fand in der Region ein großes internationales Seminar mit dem Titel „Alternativas de producción en selva tropical húmeda. Las aplicaciones para las zonas de colonización Alto Beni y Yucumo-Rurrenabaque“<sup>8</sup> statt. Die Themenschwerpunkte des Seminars bildeten die Agroforstwirtschaft, die Forstwirtschaft und die Sammelwirtschaft (*extractivismo*). Neben den vor Ort arbeitenden Technikern nahmen Experten aus anderen Teilen Boliviens sowie aus vier anderen Ländern Lateinamerikas teil (s. Seminarbericht von DED et al. 1995 und Sonderband der Zeitschrift RURAL-TER 1995). Auf den Geländebegehungen im Alto Beni begutachteten die Arbeitsgruppen viele der Versuchspartellen des PIAF (s. Abb. 6.1): die Experten machten kleinere Verbesserungsvorschläge, insgesamt bezeichneten sie die Partellen durchweg als gut bzw. förderungswürdig. Sie bestätigten die agroforstlichen Versuche des TPLA, obwohl Erfolge sich bis dato nicht eingestellt hatten und der Arbeitseinsatz in dem System sehr hoch war.



Abb. 6.1: Ein Bauer erläutert seine Erfahrungen mit der Parzelle zur Hecken-Zwischenkultur während des internationalen Seminars zu Alternativen der Produktion. Aufnahme J. Elbers am 30.7.1994 in der Kolonie 20 de Octubre in Area IV.

### *Analyse der Hecken-Zwischenkultur*

Das Ziel des TPLA, Alternativen für die Wald-Feld-Wechselwirtschaft zu finden, bezeichnete das Evaluierungsteam 1995 als die wohl komplizierteste Herausforderung des PIAF (ROBISON &

<sup>8</sup> Alternativen der Produktion im tropischen Regenwald. Anwendungen für die Kolonisationsgebiete Alto Beni und Yucumo-Rurrenabaque (Übers. d. Verf.)

PIEPENSTOCK 1995:11), ein Thema, an dem in vielen Ländern der Tropen geforscht wird. Der Wechsel von Waldbrache und Brandrodung besitzt eine Vielzahl von Funktionen: Regeneration und Düngung des Bodens, Unkrautkontrolle, Bekämpfung von Schädlingen und Krankheiten. Hinzu gesellt sich auf den fruchtbaren Böden im Alto Beni das aggressive Wachstum der Brachvegetation, welches es zusätzlich erschwert, Alternativen zu finden, da jedes andere System von den Bauern zusätzliche, nicht vorhandene Arbeitskraft erfordern würde. Die Erwartungen, die Techniker in den Tropen weltweit in die Hecken-Zwischenkultur gesetzt haben, faßte das Evaluierungsteam des PIAF so zusammen:

AGROFORESTERÍA = CALLEJONES = ALTERNATIVA AUTOMÁTICA<sup>9</sup>  
(ROBISON & PIEPENSTOCK 1995:11)

Diese Erwartungen erfüllten sich jedoch nicht, weder weltweit (s. SZOTT et al. 1991, KESSLER & WIERSUM 1993, YOUNG 1993, 1997:189ff.), noch im Alto Beni. Auf den Versuchsflächen zeigte sich sehr schnell, welcher hoher Arbeitsaufwand nötig war, um die Baumreihen zurückzuschneiden. Hinzu kam das im Versuchsentwurf vorgesehene Bepflanzen der Alleen mit Bodenbedeckern für die sechsmonatige Ruhephase zwischen Ernte und erneuter Einsaat des Reises. Hier war der Aufwand noch höher, es galt die aggressive, natürliche Pioniervegetation regelrecht zu ‚bekämpfen‘, um den Bodenbedeckern Raum und Licht zum Wachsen zu geben. Solche Versuche lassen sich auf landwirtschaftlichen Forschungsstationen, oder, wie im PIAF, in bäuerlichen Betrieben mit einem hohen Einsatz von bezahlten Technikern ausführen. Den Kleinbauern hingegen, die nicht für ihre *Arbeitszeit*, sondern für ihre *Produkte* bezahlt werden, erschloß sich der Sinn dieser Versuchsflächen nicht, zumal sich auch kein ökonomischer Nutzen durch höhere Erträge einstellte (zur Akzeptanz von Agroforstsystemen s.a. ROCHELEAU & ROSS 1995, SCHROEDER & SURYANATA 1996, SCHLOTTMANN 1998:96f.). Folgerichtig haben viele Bauern die Parzellen nach kurzer Zeit wieder aufgegeben, nur einige experimentierfreudige Kolonisatoren betreuten sie mit den Technikern weiter.

Da das Finanzvolumen des Projektes allseits bekannt war, setzte mit Beginn der operativen Phase unter den Akteuren des PIAF eine hartnäckige Diskussion über das Für und Wider eines Einsatzes finanzieller Anreize ein. Besonders einige Bauern, die für sich einen Anteil an den Geldern forderten, und zwei externe Akteure, ein EH und ein ausländischer Experte mit starker Machtposition durch langjährige Tätigkeit bei El Ceibo (s. Kap. 5.3 und Tab. 5.4), setzten sich für direkte, finanzielle Anreize im PIAF ein. Nach mehrwöchigen Diskussionen einigten sich die Mitarbeiter auf einen Katalog von *Forschungsarbeiten*, für welche die Bauern eine Bezahlung von Tagelöhnen bekamen. Diese Liste war Bestandteil des Arbeitsvertrages (*convenio de trabajo*), den das PIAF mit den Bauern unterzeichnete. Die Hälfte aller erzielbaren Tagelöhne bezogen sich auf die Betreuung der Versuche zur Hecken-Zwischenkultur. Dies zeigt deutlich die Akzeptanz dieser agroforstlichen Versuche: bei dem Katalog der *Forschungsarbeiten* handelte es sich in erster Linie um Tätigkeiten, deren Nutzen den Bauern nicht oder nur schwer zu vermitteln war. Im Nachhinein ist zu sagen, daß die von den Bauern abgelehnte

---

<sup>9</sup> AGROFORSTWIRTSCHAFT = HECKENZWISCHENKULTUR = AUTOMATISCHE ALTERNATIVE (Übers. d. Verf.)

Hecken-Zwischenkultur über direkte, finanzielle Anreize künstlich am Leben erhalten wurde. Anders ausgedrückt, durch die finanziellen Anreize kam es nicht zu einer Verbesserung der Produktionssysteme, sondern zur Konsolidierung einer untauglichen Versuchsanordnung. Dieser Fall zeigt, wie viele andere, daß direkte Anreize in einem Projekt unbedingt zu vermeiden sind (s. dazu GIGER 1999). Ende 1995 kam es zu einer Kehrtwendung bei den agroforstlichen Versuchen, die Anreize wurden gestrichen und folgerichtig alle Hecken-Zwischenkulturen aufgegeben.

### *Das Kulturwald-System von Ernst GÖTSCH*

Der DED Bolivien ließ im September/Oktober 1995 sein Regionalprogramm Amazonien evaluieren; in dessen Folge kam es zu einem einschneidenden Richtungswechsel der Agroforstwirtschaft im PIAF. Einer der drei Evaluierer war der Schweizer Ernst GÖTSCH, der im Küstengebirge des Bundesstaates Bahia in Brasilien seit Mitte der 1980er Jahre einen agroforstlichen Betrieb bewirtschaftet. Der von ihm entwickelte ‚Kulturwald‘ ist ein in seiner Komplexität einzigartiges Mehr-Etagen-System (s. Tab. 1.1), in dem jahrhundertealtes indigenes Wissen über die Bewirtschaftung des Regenwaldes und ‚westliches‘, naturwissenschaftlich geprägtes Wissen integriert werden (SCHULZ 1994:35). Der in der feuchttropischen Klimazone liegende, 500 ha große Betrieb bestand vor der Bewirtschaftung zum großen Teil aus degradiertem Weideland und Sekundärwald mit sauren Böden um pH 4,5 sowie einem Teil Primärwald. Von den degradierten Flächen hat der Betriebsleiter nach und nach 100 ha in Kultur genommen (ib.:35f.). Eine detaillierte Beschreibung des Anbausystems findet sich bei GÖTSCH (1994), SCHULZ (1994:35ff.), der auf Verbindungen zu traditionellen Waldbewirtschaftungstechniken indigener Bevölkerungsgruppen verweist, und MILZ (1997:37ff.). Hier wird es im Folgenden nur kurz vorgestellt, um die wesentlichen Vorzüge zu zeigen.

Das System beruht darauf, degradierte Flächen unter gezielter Ausnutzung natürlicher Sukzessionsstufen der autochthonen Vegetation in einen Kulturwald zu überführen. Dabei wird die Abfolge der Pflanzengesellschaften von den Pionieren bis zum Primärwald genau studiert. Die an das jeweilige Sukzessionsstadium angepaßten Nutzpflanzen sowie alle spontan auf der Fläche wachsenden Pflanzen werden integriert – also auch die im konventionellen Landbau als ‚Unkräuter‘ bezeichneten. Zusätzlich werden Samen gesammelt aus den umliegenden Sekundär- und Primärwäldern und in der Pflanzung ausgesät, da die Begleitflora sehr geschätzt ist wegen ihrer wachstumsfördernden Funktion. Native, an den Standort angepaßte Arten werden zum Teil ausgetauscht gegen Kulturarten aus der gleichen Pflanzenfamilie, wenn sie die gleiche ökologische Nische besetzen. Der Kulturwald besitzt eine sehr große Artenvielfalt (s. Artenliste in SCHULZ 1994:38ff.), wenn auch einige Kulturpflanzen, wie Kakao, Bananen und Ananas dominieren, um landwirtschaftliche Erträge zu erzielen.

Neben dem Nachvollziehen der natürlichen Sukzession und der Artenvielfalt kommt den *Pflegearbeiten* eine entscheidende Bedeutung zu. Die Grundlage dafür bildet die von GÖTSCH gemachte



Beobachtung, daß es nach dem Verjüngen von Pflanzen im Reifestadium zu einem beschleunigten Wachstum kommt:

I observed that, in its phase of vigorous growth, a plant stimulates neighbouring ones to grow and that, once a plant of the dominating plant consortium in species succession matures and senesces, it induces others around it to show signs of maturity, such as yellow leaves and growth arrest, and eventually signs of senescence, such as increased susceptibility to fungal and microbial infection, or to pests (GÖTSCH 1994:5).

Bei den Pflegearbeiten werden Bäume und Sträucher, die ihr Reifestadium erreicht haben, radikal zurückgeschnitten: alle reifen Pflanzenteile werden mit der Machete abgeschlagen, die Kronen ausgedünnt, zu 50 % oder mehr gestutzt, oder die Pflanze wird komplett zurückgeschnitten, wenn sie ihre Funktion erfüllt hat (s. Abb. 6.2). Die Pflegearbeiten haben mehrere Effekte auf die Pflanzung (GÖTSCH 1994:5f.):

- der sichtbarste ist das beschleunigte Wachstum in dem System nach der Verjüngung gereifter Pflanzen,
- das als Mulch auf den Boden aufgebrachte, zerkleinerte organische Material schützt und düngt den Boden,
- das organische Material führt zur Bodenverbesserung, nachgewiesen durch Veränderungen der Textur und Zunahme der Regenwürmer,
- die Lichtverhältnisse für nachwachsende Pflanzen werden verbessert,
- das Beschneiden dient zum Beschleunigen, Intervenieren und Steuern der organischen Prozesse der Sukzession, um jeder Pflanze optimale Licht- und Standraumverhältnisse zu ermöglichen,
- das periodische Zurückschneiden verlängert die Lebenszeit der Pionierarten und damit ihren Beitrag zur Bodenverbesserung.

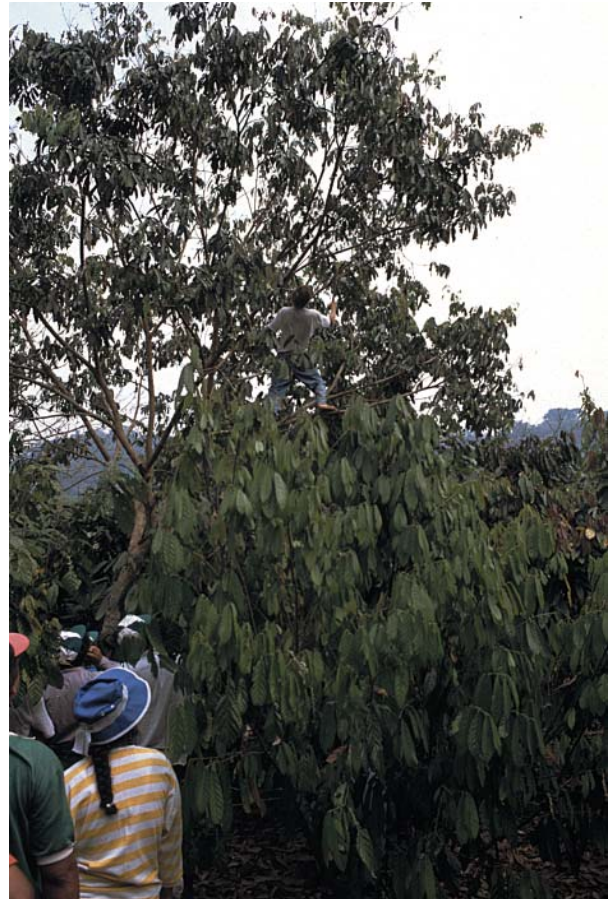


Abb. 6.2: Ernst Götsch führt das Zurückschneiden eines überalterten Schattenbaumes (*Inga* spp.) in einer Kakaoparzelle vor. Aufnahme J. Elbers am 19.9.1996 in der Kolonie Brecha T in Area III.

Der in dem Betrieb in wenigen Jahren entstandene Kulturwald ist beeindruckend (s. Bilder in SCHULZ 1994:186ff.), in der Pflanzung haben sich bis zu **80 cm** mächtige Auflagehorizonte (O-Horizonte) entwickelt<sup>10</sup>, und das, um es noch einmal zu betonen, auf Flächen, die aus degradiertem Weideland

<sup>10</sup> Ernst GÖTSCH, pers. Mitt.

bestanden – einem typischen Endstadium der Landnutzung in den feuchten Tropen. Durch Vermindern von Oberflächenabfluß und Evaporation, verbesserte Versickerung und erhöhte Wasserspeicherung nimmt das System einen entscheidenden Einfluß auf den Wasserhaushalt. Zu Beginn der Bewirtschaftung existierte auf dem Betriebsgelände keine einzige Quelle, Anfang der 90er Jahre waren es bereits 17 (SCHULZ 1994:103).

Der Betriebsleiter, der keine ‚Unkräuter‘ kennt, betrachtet auch Krankheiten, ‚Schädlinge‘ und ‚Plagen‘ nicht als Feinde, sondern als integrale Bestandteile des Ökosystems, die ihm *helfen*, an die Sukzessionsstufe nicht angepaßte Pflanzenarten zu eliminieren, um Platz zu schaffen für andere, zum gegebenen Zeitpunkt effizientere Arten. Als Beispiel seien die Blattschneiderameisen (*Atta cephalotes*) genannt. Für Ernst GÖTSCH sind es *Helfer*, die ihm in seinem Kulturwald die Stellen anzeigen *und* bearbeiten, die noch nicht reif genug sind für hochwertige Kulturpflanzen, wie z.B. den Kakao (GÖTSCH 1995:4ff.). Im Alto Beni hingegen zählen Blattschneiderameisen zu den schlimmsten Plagen, weshalb die Bauern auch massiv von dem Teilprojekt Schädlingsbekämpfung des PIAF einforderten, dieses Problem zu bekämpfen. Es gibt riesige Nester dieser Ameisen auf degradierten, nährstoff- und humusarmen Standorten, die nicht angemessen sind für Kulturpflanzen wie Kakao und Zitrus (s.a. SCHULZ 1994:73f.). Immer mehr Parzellen im Alto Beni befinden sich in einem solchen degradierten Zustand und wenn die Blattschneiderameisen dort einfallen, werden die Kulturen im wahrsten Sinne des Wortes kurz und klein geschnitten. Es funktioniert nicht, die Ameisen als ein isoliert lösbares Problem zu betrachten und gegen sie mit Pestiziden, physikalischer oder biologischer Schädlingsbekämpfung vorzugehen. GÖTSCH (1995:4) schreibt dazu „im Gegenteil: alle unsere bisherigen Bemühungen in dieser Richtung haben zur Verschlimmerung der Situation geführt. Leichte Krankheiten werden als Folge ihrer scheinbar erfolgreichen Bekämpfung durch schwere abgelöst, und ‚Schädlinge‘ werden resistent gegen unsere Maßnahmen“. In einem intakten Ökosystem hingegen können natürliche Feinde die Anzahl der Ameisenkolonien regulieren.

Der Betriebsleiter beschäftigt sich seit 1976 mit Agroforstwirtschaft, arbeitete mit Hecken-Zwischenkulturen und Forstgärten in Costa Rica und Itabuna, Brasilien, auf relativ fruchtbaren Böden, bevor er Mitte der 80er Jahre seinen Betrieb übernahm. Er beschreibt die Entwicklung seiner Methode zur Bodenverbesserung und nachhaltigen Agroforstwirtschaft als „the result of a long process of trial and error“ (GÖTSCH 1994:4). Ernst GÖTSCH hat sich eine Menge *indigenes* Wissen zur Waldbewirtschaftung angeeignet, besitzt eine große Gabe der Naturbeobachtung und verfügt über solide *naturwissenschaftliche* Kenntnisse; die Geländeaufenthalte mit ihm 1995 und 1996 im Alto Beni waren für den Verfasser sehr fruchtbar und lehrreich. Über die Entwicklung des Systems schreibt GÖTSCH:

If we want to imitate natural processes of species succession, or to successfully intervene in natural forests, we need to have an intimate knowledge of the biotope in which we want to interfere. We need to identify the niches of those plants we intend to cultivate, as well as of those we wish to substitute for, and we must strive to understand the interactions of these crop and native species with all other elements of the community to be intervened (GÖTSCH 1994:10).

Dieser kurze Exkurs ist wichtig für die Analyse der ersten Implementierungsversuche im Alto Beni. Noch während der Amazonas-Evaluierung wurde im Oktober 1995 kurzfristig ein Seminar angesetzt für die in der Landwirtschaft beratenden Organisationen der Kolonisationsgebiete Alto Beni und Yucumo-Rurrenabaque. Dort referierte Ernst GÖTSCH über den Kulturwald und seine in drei Wochen gewonnenen Erkenntnisse zu den Landnutzungsproblemen der Region. Das Seminar erzeugte ein reges Interesse, die Institutionen kamen überein, einen Bauer und einen Techniker Anfang 1996 für ein dreiwöchiges Praktikum in den Agroforstbetrieb nach Brasilien zu schicken und für September 1996 wurde ein zweiter Besuch von GÖTSCH zu praktischen Lehrveranstaltungen vereinbart.

Nachdem das IE im Juni 1996 aus dem PIAF ausgestiegen war, führte El Ceibo das Projekt alleine weiter und setzte die Schwerpunkte auf die Einführung des neuen Agroforstsystems sowie die Tätigkeiten des TPF (s. Kap. 5.3). Die für die ‚Grundlagenforschung‘ zeichnenden Wissenschaftler hatten das Projekt verlassen und die Techniker konnten sich nun auf die ‚angewandte Forschung‘ konzentrieren. Die Beschränkung auf 20 Bauern hatte ein Ende, für die Regenzeit 1996/97 plante PIAF die Einführung des Kulturwaldes bei 80 Mitgliedern der Genossenschaft. Zwischen Oktober und Dezember 1996 installierten die Techniker 80 Parzellen von 1/4 ha Größe in den Kakao-pflanzungen der Bauern. Mit einem Zeitaufwand von ein bis zwei Tagen pro Parzelle führten Gruppen von vier bis fünf Technikern Pflegearbeiten aus und diversifizierte die Pflanzung durch Bananen, Ananas, Baumsetzlinge und andere Pflanzen. Danach bekamen die über das System *informierten* Bauern (s. Abb. 5.4: Stufen der Partizipation) den Auftrag, ihren zukünftigen Kulturwald zu pflegen. Diese Parzellen wurden praktisch alle wieder aufgegeben; eine geringe Erfolgsquote, die nicht verwunderlich ist, wenn man die Situation analysiert.

Die Analyse des Scheiterns der Versuche ist ein gutes Beispiel für das Anliegen dieser Arbeit, die Entwicklungsforschung als eine Kombination von Elementen verschiedener Wissensbereiche zu verstehen, um darauf aufbauend zu aussagekräftigen Ergebnissen in der Entwicklungszusammenarbeit zu gelangen. Bei einer aus den Ergebnissen der Felduntersuchungen (Kap. 4.7) abgeleiteten Betrachtung der Versuche aus landschaftsökologischer Perspektive ist zunächst festzustellen, daß die Böden im Kolonisationsgebiet Alto Beni relativ fruchtbar sind. Alle Versuche wurden in Kakao-pflanzungen angelegt und der Kakao ist eine anspruchsvolle Kulturpflanze. Daraus läßt sich ableiten, daß auf diesen Standorten auch andere Arten des Kulturwaldes wachsen. Die physisch-geographischen Voraussetzungen bieten somit keinen Erklärungsansatz für das Scheitern der Einführung des neuen Systems.

Aus politisch-ökologischer Perspektive werden erneut die Wissenssysteme der Akteure fokussiert (s. Kap. 5.2, 5.3). Bei dem Vergleich eines typischen Kleinbauern im Alto Beni mit dem Leiter des Agroforstbetriebs in Brasilien ergeben sich einige Unterschiede. Die Entwicklung des Kulturwald-Systems basiert auf langjähriger, durch *trial and error* gekennzeichneter Forschung gepaart mit umfangreichem Wissen. Die Kolonisatoren hingegen besitzen kein indigenes lokales Wissen über die Bewirtschaftung des tropischen Regenwaldes, die einzige Ausnahme bildet die zahlenmäßig kleine

Gruppe der Mosetenes. Naturwissenschaftliche Kenntnisse hat keiner der Akteure vorzuweisen. Über die Zeit, die Muße und die *finanziellen Möglichkeiten*, sich jahrelang dem Studium der Sukzession des Tropenwaldes zu widmen, verfügen die angesprochenen Akteure ebenfalls nicht – im Gegenteil: viele der Kleinbauern wirtschaften am absoluten Existenzminimum.

Die Techniker sind ebenfalls Kolonisatoren ohne indigenes Wissen über den Tropenwald und mit sehr geringen bis mäßigen naturwissenschaftlichen Kenntnissen. Auch diese Akteure besitzen nicht unbedingt ideale Voraussetzungen, den Bauern solch ein komplexes, die *dynamische* Sukzession der Vegetation nachvollziehendes System zu vermitteln. Die Techniker führten in *mechanischer* Weise die von Ernst GÖTSCH gelernten Pflegearbeiten aus, ohne die Zusammensetzung der Pflanzengesellschaften, die Vitalität der einzelnen Arten, die Geländesituation, das Mikrorelief, die Bodenverhältnisse zu analysieren, oder besser ausgedrückt, analysieren zu können. Nach der Installation war der Bauer wieder allein mit dem Auftrag, ein System zu pflegen, bei dem er nicht die geringste Chance hatte, es auch nur annähernd zu verstehen. Die in regelmäßigen Abständen stattfindenden Kontrollbesuche der Techniker konnten die Situation nicht mehr positiv beeinflussen. Unter den gegebenen Bedingungen war das Scheitern der Versuche nur folgerichtig. Nur kundige bzw. kundig gemachte Techniker *und* Bauern sind in der Lage, dieses hochinteressante System umzusetzen (s. Kap. 6.2).

## 6.2 Schlußfolgerungen und Ausblick

Wanting to reform the world without discovering one's true self is like trying to cover the world with leather to avoid the pain of walking on stones and thorns. It is much simpler to wear shoes.

*Lao Tzu, Tao Te Ching*

Es werden nun Schlußfolgerungen aus den vorgenommenen Untersuchungen gezogen. Die unterbreiteten Vorschläge basieren auf:

- den Fallstudien mit der Diagnose der Betriebe von fünf Kleinbauern,
- der Beleuchtung der strukturellen Rahmenbedingungen einer Entwicklung Boliviens und der politisch-ökologischen Analyse von Akteuren in der Region Alto Beni und in einem Entwicklungsprojekt sowie
- den Erfahrungen mit der Agroforstwirtschaft im PIAF.

Zunächst geht es um Alternativen der Landnutzung, deren natürliche Voraussetzungen ausführlich im Kapitel 4 behandelt worden sind. Die im Subandin gelegene Region besitzt für die Tropen relativ fruchtbare Böden, eingeschränkt wird die Nutzungseignung durch die starke Reliefenergie gekoppelt



mit dem hohen natürlichen Erosionspotential auf dem weichen Ausgangsgestein. Die Bodenfruchtbarkeit ist weitaus besser als im benachbarten Kolonisationsgebiet Yucumo-Rurrenabaque, welches im nördlichen Vorland des Subandins gelegen bereits zum Amazonastiefland gehört (s. ROBISON & MCKEAN 1994, ROBISON 1995). Damit weist die Region eine besondere Eignung auf für Dauerkulturen anstelle der Wald-Feld-Wechselwirtschaft mit Brandrodung. Die Landnutzungsmuster der alteingesessenen Kolonisatoren und die Existenz von El Ceibo als Vermarktungsorganisation für Kakao belegen diese Güte. Ein weiterer Vorteil liegt in der Zugänglichkeit zu den Absatzmärkten der Städte La Paz/El Alto und Oruro. Die Vermarktung der Produkte ist allerdings unmittelbar von dem Straßennetz abhängig, dessen Güte stark variiert von Area zu Area sowie innerhalb der Areas von Kolonie zu Kolonie (s. Kap. 4.7). Die Verkehrsinfrastruktur ist ein Spiegelbild der strukturellen Rahmenbedingungen des Landes, ebenso wie das fehlende staatliche Engagement in der Agrarforschung und landwirtschaftlichen Beratung.

Die Erkenntnis, daß der Anbau von Dauerkulturen die geeignete Form der Landnutzung im Alto Beni ist, bietet an sich noch keine Lösung für die vorhandenen Probleme. Kolonisatoren, die bereits seit Jahrzehnten mit mehrjährigen Nutzpflanzen arbeiten, klagen über nachlassende Bodenfruchtbarkeit, zunehmenden Krankheits- und Schädlingsbefall sowie rückläufige Erträge. Eine landwirtschaftliche Beratung ist notwendig und von vielen Kolonisatoren gewünscht. Die mit den ersten agroforstlichen Versuchen gemachten Erfahrungen können dafür genutzt werden. Die in Fachkreisen nach wie vor angepriesene Hecken-Zwischenkultur stellte sich im Alto Beni als sehr zeitaufwendig und ökonomisch nicht tragbar heraus, demzufolge war sie den Bauern nicht zu vermitteln. Ein permanenter Anbau von annuellen Kulturen funktioniert nicht in einer Region, in der die Landwirtschaft auf Handarbeit basiert und die sich durch aggressives Wachstum der Waldbrache auszeichnet. Ganz anders sieht es aus mit den Möglichkeiten, die der Kulturwald als optimierte Dauerkultur bietet. Viele Ideen und Elemente dieses Systems können einen bedeutenden Beitrag zur Verbesserung der Pflanzungen im Alto Beni leisten. Diese Veränderungen der herkömmlichen Anbaumethoden müssen allerdings Schritt für Schritt eingeführt werden (s. GÖTSCH 1995:8f.); der Versuch, ein solch komplexes, wissensintensives System als technologisches Paket an nicht dafür ausgebildete Bauern weiterzugeben, kann nur zu dem in Kapitel 6.1 beschriebenen Scheitern führen. Um die traditionelle Landnutzung zu dynamisieren, können erste Elemente des Kulturwaldes eingeführt werden: das Verjüngen überalterter Pflanzungen durch Pflegemaßnahmen, das Zerkleinern und gezielte Ausbringen des Schnittmaterials um die Nutzpflanzen sowie das Diversifizieren vorhandener Parzellen, wie z.B. produzierenden Kakao mit Bananen, Kakaosetzlinge mit Maniok, Zitrus mit Bananen (s. Beispiele in MILZ 1997:65ff.). Durch diese Maßnahmen wird die Bildung organischer Substanz gefördert, in deren Folge kommt es zur Bodenverbesserung als einem ersten Schritt zur Optimierung der Parzelle.

Die schrittweise Veränderung der traditionellen Anbaumethoden hin zu einem Agrarökosystem, welches sich an der Sukzession des natürlichen Ökosystems orientiert, erfordert ein hohes Maß an Fortbildung aller Beteiligten. Die Fortbildung von Projektpersonal und Bauern ist sowohl arbeits- als

auch zeitintensiv und kollidiert in der EZ in der Regel mit enggesteckten Operationsplänen, die innerhalb kurzer Zeiträume *quantifizierbare* Ergebnisse verlangen (vgl. MÜLLER-MAHN 1998). Erfolg kann eine Fortbildung nur haben, wenn sie verstanden wird als *concientización* (Bewußtwerdung) im Sinne von FREIRE (1970, 1973), d.h. wenn die Fähigkeiten der beteiligten Akteure zu verstehen, Fragen zu stellen, sich zu organisieren und zu handeln, stimuliert und unterstützt werden. Diese Stärkung des Selbstvertrauens und der Macht marginalisierter Gruppen wird im Entwicklungsjargon heute als *empowerment* bezeichnet (s. FRIEDMANN 1992, GARDNER & LEWIS 1996:116ff., RAHNEMA 1992, VIVIAN 1992). FREIRE hat folgendermaßen formuliert, was er unter Fortbildung versteht:

... educar y educarse, en la práctica de la libertad, no es extender algo desde la 'sede del saber' hasta la 'sede de la ignorancia', para 'salvar', con este saber a los que habitan en aquella. Al contrario, educar y educarse, en la práctica de la libertad, es tarea de aquellos que saben que poco saben –por esto saben que saben algo, y pueden así, llegar a saber más–, en diálogo con aquellos que, casi siempre, piensan que nada saben, para que éstos, transformando su pensar que nada saben en saber que poco saben, puedan igualmente saber más<sup>11</sup> (FREIRE 1973:25).

Lehren und Lernen als ein Wechselspiel zu verstehen, als einen Dialog gleichberechtigter Partner, ist eine Voraussetzung, um Erfolg in einem Projekt zu erzielen. Im PIAF haben die Mitarbeiter viel Wert auf die Fortbildung gelegt, obwohl für das gleichnamige Teilprojekt kein Personal zur Verfügung stand. Wenngleich die Ziele hätten deutlicher abgesteckt werden können, lag in den Fortbildungsmaßnahmen eine der Stärken des Projektes. Der Wert des PIAF gründete sich auf dem Potential der Zusammenarbeit des „akademisch-ökologischen Sektors“ mit dem „produktiv-ökologischen Sektor“, wie es die Evaluierer ausgedrückt haben (FRÖLICH & ROBISON 1995:2). Das Vorhaben ist an institutionellen Streitereien zerbrochen, an deren Ausgangspunkt die unterschiedliche Ausrichtung und Denkweise der beiden Organisationen stand (s. Tab. 5.3). Im Vorfeld ist es versäumt worden, eine Analyse der Standpunkte der Institutionen sowie der Interessen und Ziele der beteiligten Akteure vorzunehmen (s. Kap. 5.3) und im nachhinein war es nicht mehr möglich, die Stärken zu bündeln, um das gemeinsame Ziel zu erreichen. Dennoch ist der Verfasser davon überzeugt, daß die Kooperation einer starken Bauernorganisation mit einem ökologischen Forschungsinstitut ein richtiger Weg ist, Alternativen für die landwirtschaftliche Entwicklung zu suchen. Damit solch ein schwieriges Unternehmen funktionieren kann, ist es allerdings erforderlich, ein Klima von Vertrauen und Wertschätzung unter den beteiligten Akteuren zu schaffen. Gelingt dies nicht, sind selbst die besten agrarökologischen Forschungsansätze zum Scheitern verurteilt.

Interventionen im Namen der EZ haben nur dann eine Chance auf Erfolg bei den ‚Zielgruppen‘, wenn der im entwicklungspolitischen Paradigma zementierte *top-down*-Ansatz aufgegeben wird

---

<sup>11</sup> Lehren und Lernen in der Praxis der Freiheit bedeutet nicht, etwas vom ‚Sitz des Wissens‘ zum ‚Sitz der Unwissenheit‘ weiterzugeben, um diejenigen, die dort beheimatet sind, mit diesem Wissen zu ‚erretten‘. Im Gegenteil, Lehren und Lernen in der Praxis der Freiheit ist Aufgabe derer, die wissen, daß sie wenig wissen – und deshalb wissen, daß sie etwas wissen und so dahin gelangen können mehr zu wissen – im Dialog mit denen, die fast immer glauben, daß sie nichts wissen, damit aus deren Glauben, nichts zu wissen, das Bewußtsein wird, etwas zu wissen, und sie auf diese Weise auch dahin gelangen können, mehr zu wissen (Übers. d. Verf.).

zugunsten eines *bottom-up*-Ansatzes. Die Partizipation steigert das Selbstvertrauen und verbessert die Position der Basisgruppen, nur so kann ein wirkliches Interesse für ein Entwicklungsprojekt geweckt werden. Partizipation ist damit ein Schlüsselfaktor für Nachhaltigkeit. Allerdings besteht die Gefahr, mit dem Begriff ‚Partizipation der Basisgruppen‘ die Unterschiede zwischen den Menschen zu verdecken. Die lokale Heterogenität, charakterisiert durch Geschlecht, Alter und Klasse, droht zu verwässern durch den Terminus der ‚Gemeinschaft‘. Daher erfordert effektive Partizipation ein Aufschlüsseln von Interessen und Zielen der verschiedenen Gruppen und Akteure – ohne Zweifel ein schwieriger, zeitaufwendiger und komplizierter Prozeß (s. GARDNER & LEWIS 1996:110ff.).

Mit der Bedeutungszunahme der Partizipation in der EZ entstanden neue Methoden in der Forschung und im Projektmanagement, besonders für die ländlichen Entwicklung. Die Arbeiten von Robert CHAMBERS (1983, 1992, 1997) sind wegweisend für eine partizipative Projektgestaltung. Beim *Participatory Rural Appraisal* (PRA) und seinen Varianten stehen die Menschen im Mittelpunkt des Planungsprozesses, sie sind aufgefordert, ihr eigenes Wissen über die lokalen Bedingungen zu analysieren und werden dabei unterstützt von Außenstehenden (s. CHAMBERS 1992, 1994, 1997, CHAMBERS et al. 1989, BOJANIC et al. 1994, LINZER 1995, GARDNER & LEWIS 1996:113ff.). Der Ansatz des PRA hat sich aus Kenntnissen entwickelt, die die Sozialanthropologie gewonnen hat (CHAMBERS 1992:5):

- die Idee, das Lernen im Feld als flexible Kunst und nicht als starre Wissenschaft zu betrachten,
- der Wert vor Ort zu leben, mit ruhiger teilnehmender Beobachtung und Gesprächen,
- die Bedeutung von Einstellung, Verhalten und Beziehung des Forschers zu den lokalen Einwohnern,
- die Gegenüberstellung der ‚indigenen‘ Realität sozialer Akteure mit der Perzeption des Beobachters dieser Realität,
- die Gültigkeit und der Wert indigenen Wissens.

Partizipative Erhebungs- und Planungsmethoden fördern die Kapazität der Einwohner, lokale Probleme zu benennen und eigene Lösungsstrategien aufzustellen; sie machen es erforderlich, die Personen als ‚Subjekte‘ des Entwicklungsprozesses zu betrachten und nicht mehr als zu entwickelnde ‚Objekte‘. Agronomen, Ingenieure, Ökonomen und andere, nicht mit anthropologischen Arbeitsweisen vertraute Personen, benötigen für die Verwendung von PRA Schulungen in qualitativen Arbeitsmethoden. Andererseits besteht die Gefahr beim PRA und anderen partizipativen Konzepten, daß sie als Etikette in existierende *top-down*-Ansätze der Planung eingebaut werden. GARDNER & LEWIS (1996:115) stellen in Frage, ob es möglich ist, mit PRA in kurzer Zeit das Funktionieren von Dorfgemeinschaften zu verstehen, für das Anthropologen in ihren Forschungen *mindestens* ein Jahr Zusammenleben vor Ort benötigen, und warnen vor den Gefahren einer „*quick and dirty*“ *anthropology* (s.a. ULBERT 1995). Da auch zukünftig vor der Implementierung eines Projektes keine mehrjährigen anthropologischen Forschungen vorgenommen werden, ist der aufrichtige Einsatz partizipativer Methoden sowie deren Weiterentwicklung notwendig. Die stärkere Partizipation der lokalen Bevölkerung muß auch eine Aufwertung der Rolle der Frauen einschließen. Für eine

Identifizierung der sozialen Geschlechterrollen und die Beziehungen zwischen Frauen und Männern, bezeichnet mit dem englischen Begriff *gender*, ist ein Bewußtsein in der Planung zu schaffen. Das Phänomen der ‚unsichtbaren Frauen‘, welches auch das PIAF kennzeichnete (s. Kap. 5.3), ist abzulösen durch die Integration der Frauen in die Entwicklung (s. zu diesem Thema die Arbeiten von MOSER 1989, 1993, WIERINGA 1994, der Sammelband von ØSTERGAARD 1992 sowie MOSSE 1994 zu Frauen und PRA).

Das Konzept der Politischen Ökologie bietet viele Ansätze, Mensch-Umwelt-Beziehungen zu analysieren. Die Bedeutung und Notwendigkeit einer solchen Analyse wurde dargelegt anhand der Rückschau auf ein naturwissenschaftlich ausgerichtetes Entwicklungsprojekt, welches gescheitert ist an der Nichtbeachtung menschlicher Interessen und Ziele. Diese lassen sich zwar nicht *quantifizieren*, aber sie *bestimmen* über Erfolg und Mißerfolg von Maßnahmen zur nachhaltigen Nutzung von Wald- und Agrarökosystemen und damit über Schutz oder Zerstörung der Umwelt. Für die meisten armen Leute in den ländlichen Regionen der Dritten Welt, die in täglichem Kontakt mit der Umwelt stehen, gibt es keine Trennung zwischen der Behandlung der Produktion und der Umwelt, beide sind Bestandteil der Strategie zur Sicherung des Lebensunterhaltes (s. REDCLIFT 1992:36). Die Politische Ökologie stellt keine Patentlösungen für die Probleme der marginalisierten Menschen in der Dritten Welt bereit, sie ist jedoch ein sehr gutes analytisches Werkzeug, um die Komplexität der Mensch-Umwelt-Beziehungen aufzudecken. Dies schätzen auch die Kritiker der Politischen Ökologie, die andererseits zurecht ihre Schwächen in der politischen und praktischen Umsetzung anprangern (s. HECHT 1998, PEET & WATTS 1996b, VAYDA & WALTERS 1999).

Wenn es das Ziel ist, Alternativen einer Entwicklung aufzuzeigen, muß auch der gängige Entwicklungsbegriff hinterfragt werden (s. ESCOBAR 1988, ESTEVA 1992, SACHS 2000, WATTS 1993, 2000a). Arturo ESCOBAR, einer der exponiertesten Kritiker des etablierten Entwicklungsparadigmas, hat in seinem Buch *Encountering development: the making and unmaking of the Third World* (1995) den Entwicklungsdiskurs seit seinen Anfängen in den 1940er Jahren analysiert. Er zeigt auf, wie unter dem Fähnlein von Entwicklung und Fortschritt Unterentwicklung und Armut konstruiert wurden und zieht ein ernüchterndes Fazit des bisher Erreichten:

The most important exclusion, however, was and continues to be what development was supposed to be all about: people. Development was – and continues to be for the most part – a top-down, ethnocentric, and technocratic approach, which treated people and cultures as abstract concepts, statistical figures to be moved up and down in the charts of ‘progress’ (ESCOBAR 1995:44).

Die Vertreter des *post-development* bezeichnen die Idee der Entwicklung als gescheitert – als ein Set hegemonialer westlicher Praktiken, Diskurse und Strategien, institutionalisiert in den großen multinationalen Entwicklungsinstitutionen, die nach dem Zweiten Weltkrieg entstanden sind (RAHNEMA 1997, WATTS 2000d). Im Namen des Fortschritts wird der globale Kapitalismus propagiert; allerdings haben die letzten 50 Jahre keine Verbesserung der Lebensbedingungen für die Mehrheit der



Menschen in der Dritten Welt gebracht – im Gegenteil: die Schere zwischen arm und reich, zwischen Nord und Süd, geht immer weiter auseinander (s. Kap. 5.1). Die Botschafter der *post-development*-Bewegung kommen sowohl aus dem Süden wie aus dem Norden, einen sehr guten Überblick über ihre Analysen, Kritiken und Vorschläge geben die Sammelbände von SACHS (1992) und RAHNEMA & BAWTREE (1997).

Die Geographie kann und sollte eine wichtige Rolle spielen auf der Suche nach Wegen einer alternativen Entwicklung – also bei der Planung und Ausführung positiver und partizipativer Taten (Handlungen), die die Interessen der Menschen in der Dritten Welt berücksichtigen. Sie hat als Umweltwissenschaft die große Chance, in der Untersuchung von Mensch-Umwelt-Beziehungen natur- und sozialwissenschaftliche Forschung zu kombinieren, allerdings ist dafür eine stärkere Kooperation der beiden Teildisziplinen Physische Geographie und Humangeographie vonnöten (s. BLAIKIE 1995a, EHLERS 1998). Tony BINNS hat seine Hoffnungen in einer Rede zum Ausdruck gebracht, die er als Präsident der *Geographical Association* gehalten hat – sie trägt den vielsagenden Titel „*Geography in development: development in geography*“:

I firmly believe that the people-environment interface is right at the heart of what geography is, or should be, about, and I am concerned when both human and physical geographers sometimes seem to have more in common and more contact with those working in cognate disciplines, than they do with their fellow geographers (BINNS 1995:317).

Die vorliegende Arbeit begann als ein rein physisch-geographisches Dissertationsprojekt mit dem Ziel, einen Beitrag zu leisten für die Landnutzung und Umwelt in den Tropen. Im Laufe der Zeit *entwickelte* sich daraus eine Studie, die auch den Menschen als in die Umwelt eingreifenden Akteur einschloß. Mehrere Jahre Leben und Arbeiten in den Tropen haben den Verfasser zu der Erkenntnis geführt, daß nur die Betrachtung von **Mensch und Umwelt** einen positiven Einfluß auf die Lebensbedingungen der Menschen und den Zustand der Umwelt haben kann. Dies sind die Beweggründe für den hier versuchten Brückenschlag von der Naturwissenschaft zur Sozialwissenschaft.

# 7 Zusammenfassungen

## 7.1 Zusammenfassung

Die am östlichen Andenrand Boliviens gelegene Region Alto Beni ist gekennzeichnet durch breite Täler und schmale Bergketten, Regenwald und ein randtropisches Klima. Seit Anfang der 1960er Jahre haben Siedler aus dem Hochland die Region im Zuge der staatlichen Agrarkolonisation besiedelt, was zu zahlreichen Umweltproblemen geführt hat. Die Untersuchungsregion wird in der Arbeit ausführlich vorgestellt, da es keine landeskundlichen Studien über den Alto Beni gibt. Zur Suche nach Alternativen für die Landnutzung im Alto Beni verwirklichten die Kakaogenossenschaft *El Ceibo*, Sapecho, und das universitäre Forschungsinstitut *Instituto de Ecología*, La Paz, als gemeinsames Agrarökologieprojekt das *Proyecto de Investigaciones Agroecológicas y Forestales en el Alto Beni* (PIAF). Der Verfasser war von 1992 bis 1997 als Entwicklungshelfer des Deutschen Entwicklungsdienstes in diesem Projekt tätig, dies ermöglichte ihm die teilnehmende Beobachtung des Projektzyklus.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, zu einem Verständnis für die Bedingungen nachhaltiger Entwicklung in den Tropen zu gelangen. Es wird gezeigt, daß Entwicklungsforschung nur als eine Kombination von Elementen verschiedener Wissensbereiche zu aussagekräftigen Ergebnissen führen kann. Zunächst wird die im PIAF erhobene Diagnose landwirtschaftlicher Betriebe mit landschaftsökologischen Methoden aufgearbeitet. Anschließend werden die Mensch-Umwelt-Beziehungen im Alto Beni mit politisch-ökologischen Methoden untersucht und abschließend Alternativen landwirtschaftlicher Entwicklung und deren Umsetzung in der Entwicklungszusammenarbeit diskutiert. Die mehrjährige Tätigkeit in den Tropen hat den Verfasser zu der Erkenntnis geführt, daß nur die Betrachtung von Umwelt *und* Mensch einen positiven Einfluß auf den Zustand der Umwelt und die Lebensbedingungen der Menschen nehmen kann.

In den Fallstudien werden für fünf charakteristische Betriebe der Region Relief, Böden, Landnutzung und Produktion untersucht. Die Ergebnisse zu Relief und Böden sind repräsentativ für die landwirtschaftlich genutzten Hügel- und Talzonen des Kolonisationsgebietes Alto Beni. Mit Hilfe photogrammetrischer Auswertungen von Luftbildern und dem Einsatz eines Geographischen Informationssystems wurden digitale Geländemodelle der Betriebe für die Relieffanalyse sowie zur Visualisierung der Boden- und Landnutzungskartierung erstellt. Die Region zeichnet sich aus durch junge, für die Tropen relativ fruchtbare Böden, in der Talebene finden sich auf alluvialen Sedimenten Cambisols und Luvisols, in den subandinen Ketten auf kretazischen und tertiären Sedimentgesteinen Cambisols, Luvisols, Lixisols, Acrisols und Planosols. Es wurden 31 Bodenprofile untersucht, von denen 14 ausführlich in der Arbeit beschrieben sind. Bezüglich der Fruchtbarkeit sind die Böden in

drei Gruppen eingeteilt: den relativ gut bewerteten Cambisols und Luvisols stehen die stärker verwitterten Lixisols und Acrisols gegenüber, dazu kommen die an eine spezielle lokale Situation gebundenen Planosols.

Die Landnutzungsmuster und Produktionsdaten der fünf untersuchten Betriebe variieren relativ stark. Die Betriebsleiter sind alteingesessene Kolonisatoren und alle Siedlerstellen wurden bereits in den 1960er Jahren erschlossen. Bei Betriebsgrößen von 10 - 13 ha liegt der Anteil an Wald- und Brachflächen zwischen 5 und 9 ha und an Dauerkulturen zwischen 2 und 6 ha. Die Landnutzungsmuster werden auf Grundlage der Relief- und Bodenanalyse diskutiert. Über Art und Zusammensetzung der Nutzpflanzen bestimmen in erster Linie die Verkehrsinfrastruktur sowie die Marktpreise. Die Spannweite der Erträge für die Betriebe reicht von hoch bis sehr niedrig.

Um ein Verständnis für die Ursachen und Hintergründe unterschiedlicher Landnutzungsmuster im Alto Beni zu entwickeln, wird eine Mehrebenenanalyse vorgenommen. Zunächst werden die Strukturen der Entwicklung Boliviens dargelegt, dann auf regionaler Ebene die Interessen und Ziele verschiedener Akteure beleuchtet, beginnend mit den Ureinwohnern, über alteingesessene Kolonisatoren, Neusiedler, Nichtregierungsorganisationen, staatliche Beamte bis hin zu Wissenschaftlern. Auf der lokalen Ebene analysiert die Arbeit die Rolle der Beteiligten am PIAF, es werden die Interessen und Ziele von Bauern, Technikern, Wissenschaftlern und Entwicklungshelfern untersucht. Dies ist verbunden mit einer *ex-post*-Analyse des Projektes, welche die Schwachpunkte aufdeckt, die zu seinem Scheitern geführt haben.

Im letzten Teil werden Elemente der natur- und der sozialwissenschaftlichen Analyse kombiniert und Alternativen der landwirtschaftlichen Entwicklung – insbesondere die Agroforstwirtschaft – diskutiert. Die im PIAF vorgenommenen agroforstlichen Versuche reichten von der Hecken-Zwischenkultur bis hin zum Kulturwald-System, ihre Potentiale und Grenzen werden aufgezeigt. In den Schlußfolgerungen werden die Bedeutung der Dauerkulturen und die Möglichkeiten des Kulturwald-Systems angesprochen. Als Bedingung für erfolgreiche Projekte der Entwicklungszusammenarbeit wird die Fortbildung und echte Partizipation der Akteure, einschließlich der oft marginalisierten Frauen, herausgestellt. Ebenso muß für eine alternative Entwicklung der gängige Entwicklungsbegriff hinterfragt werden. Nur die ganzheitliche Betrachtung von Mensch und Umwelt kann den Weg weisen zu Alternativen der Landnutzung – und genau diese sind untrennbar verbunden mit Perspektiven für die Menschen.

## 7.2 Resumen

La región del Alto Beni situada en la vertiente oriental de los Andes bolivianos, se caracteriza por valles anchos, serranías angostas, bosque lluvioso y clima de transición tropical a subtropical. Desde principios de los años 60 la región ha sido colonizada por pobladores de las tierras altas ciñéndose a la planificación estatal, lo que ha ocasionado numerosos problemas ambientales. La región de estudio se presenta en detalle a falta de estudios previos regionales. En búsqueda de alternativas para el uso de la tierra la Central de Cooperativas *El Ceibo*, productores de cacao con sede en el pueblo de Sapecho y el *Instituto de Ecología*, instituto de investigaciones universitario con sede en la ciudad de La Paz, ejecutaron en conjunto un proyecto agroecológico, el *Proyecto de Investigaciones Agroecológicas y Forestales en el Alto Beni* (PIAF). El autor fue cooperante del Servicio Alemán de Cooperación Social-Técnica (DED) desde 1992 hasta 1997 en el proyecto, lo que le permitió la observación participativa del desarrollo del mismo.

El objetivo de este trabajo es lograr la comprensión de las condiciones necesarias para un desarrollo sostenible en el trópico. Se demuestra que la investigación en desarrollo puede llegar a resultados fundamentados sólo utilizando para el análisis una combinación de elementos de las diferentes ciencias. En un primer paso se realiza un tratamiento científico de los diagnósticos del uso de la tierra en los lotes agrícolas elaborados en el PIAF con métodos de la ecología paisajística. Después se analiza la relación hombre-medio ambiente en el Alto Beni con métodos político-ecológicos. Por último se discuten alternativas de desarrollo agrícola y su implementación a través de la cooperación al desarrollo. Los años de trabajo en el trópico llevan al autor a reconocer, que sólo la observación conjunta de medio ambiente y factor humano puede influir positivamente sobre el estado del medio ambiente y en las condiciones de vida del hombre.

Se escogieron cinco lotes característicos de la región como casos de estudio de los cuales se analizaron relieve, suelos y uso de la tierra. Los resultados sobre relieve y suelo son representativos para serranías y valles en la zona de colonización Alto Beni. Con ayuda del análisis fotogramétrico de fotos aéreas y el empleo de un sistema de información geográfica se elaboraron modelos digitales de terreno para el análisis de relieve y la visualización del mapeo de suelos y uso de la tierra. La región se destaca por suelos jóvenes, relativamente fértiles para el trópico, a nivel del valle se encuentran Cambisoles y Luvisoles sobre sedimentos aluviales, en la cadena subandina sobre roca sedimentaria del cretácico y terciario se hallan Cambisoles, Luvisoles, Lixisoles, Acrisoles y Planosoles. Se analizaron 31 perfiles de suelo, de los cuales 14 están detallados en el trabajo. Los suelos están divididos en tres grupos de acuerdo a su fertilidad: los relativamente bien ponderados Cambisoles y Luvisoles, en contraposición a los fuertemente erosionados Lixisoles y Acrisoles, y los Planosoles presentes sólo en situaciones locales particulares.



Las formas de uso de la tierra y los datos de producción de los cinco lotes en estudio tienen una variación relativamente fuerte entre sí. Los dueños de los lotes son colonizadores sedentarios y los terrenos se cultivan desde los años 60. El tamaño de los lotes varía entre 10 y 13 ha, de las cuales 5 a 9 ha está cubierto por barbecho y/o bosque, entre 2 y 6 ha son cultivos permanentes. Los tipos de uso de la tierra son discutidos de acuerdo al análisis de suelos y relieve. La variedad y combinación de los cultivos está determinada en primer lugar por la infraestructura vial y por el mercado. El rendimiento por lote varía en un rango amplio, desde alto hasta muy bajo.

Para entender las razones del desarrollo de diferentes tipos de uso de la tierra en Alto Beni se efectúa un análisis múltiple por niveles. En primer lugar se expone la estructura del desarrollo boliviano, después a nivel regional se despejan los intereses y metas de los diferentes actores, empezando con las etnias nativas continuando con los primeros colonizadores, los nuevos colonos, organizaciones no gubernamentales, funcionarios del Estado, por último los investigadores científicos. A nivel local se examina el rol de los participantes del PIAF, se analiza los intereses y metas de los agricultores, técnicos, investigadores científicos y cooperantes extranjeros. Eso está unido con un análisis posterior del proyecto el cual despeja los puntos débiles que llevaron al fracaso del mismo.

En la parte final se combinan elementos del análisis de las ciencias naturales y sociales y se discute alternativas para el desarrollo agrícola, principalmente de la agroforestería. En el PIAF se efectuaron diversos ensayos agroforestales, desde el cultivo en callejones hasta sistemas agroforestales cuyos potenciales y limitantes son expuestos. En las conclusiones se aborda el significado de los cultivos permanentes y las posibilidades de los sistemas agroforestales. Se hace evidente que la continua formación y la real participación de los involucrados es una condición para el éxito de un proyecto en el marco de la cooperación al desarrollo, sobre todo de la mujer, frecuentemente marginada. Del mismo modo los conceptos de desarrollo utilizados en la actualidad deben ser analizados. Sólo la consideración integral de hombres y medio ambiente mostrará el camino para un uso alternativo de la tierra – y eso exactamente es inseparablemente de las perspectivas del hombre.

### **7.3 Summary**

The region Alto Beni, situated at the eastern border of the Bolivian Andes, is characterised by broad valleys and narrow mountain ranges, rain forest and a transitional tropical to sub-tropical climate. Since the beginning of the 1960s settlers from the highlands have colonised the region in the context of the National Agrarian Colonisation Program, causing environmental problems. The study area is presented in detail due to the lack of regional geographic descriptions about the Alto Beni. In the search of alternatives for the land use in the Alto Beni both the cacao cooperative *El Ceibo* in Sapecho and the research institute *Instituto de Ecología* at the University of La Paz put in place an agroecological project, the *Proyecto de Investigaciones Agroecológicas y Forestales en el Alto Beni* (PIAF). Between 1992

and 1997 the author participated in this project as a rural development worker for the German Development Service (DED), which allowed him the participant observation of the project cycle.

The objective of this study is to achieve the understanding of necessary conditions for a sustainable development in the tropics. It is demonstrated that research in development could obtain well-funded results using only a combination of elements of different sciences. Firstly, a scientific analysis of the diagnosis about smallholder farms carried out by the PIAF, is made by means of a landscape-ecological approach. Secondly, the human environment relationship in Alto Beni is analysed with the use of a political-ecological approach. Finally, alternatives for agricultural development and their implementation in the development cooperation is being discussed. Working in the tropics for various years made the author recognise that only the consideration of the interaction of both environment *and* humankind can have a positive influence of the state of the environment and the living conditions of humankind.

As case studies, relief, soils, land use and production are being investigated for five characteristic farms of the region. The results of relief and soils are representative for the hill and valley zones in the Alto Beni colonisation area that are used for agriculture. For the purpose of a relief analysis and the visualisation of soil and land use patterns, digital terrain models of the smallholder farms have been interpolated based on photogrammetric measurement and a Geographical Information System. The region is characterised by young and, by tropical standards, relatively fertile soils. In the valley levels Cambisols and Luvisols are situated on alluvial deposits, whereas in the subandean mountain ranges Cambisols, Luvisols, Lixisols, Acrisols and Planosols are situated on cretaceous and tertiary sedimentary rocks. 31 soil profiles have been examined, 14 of which are described in detail. With regard to the fertility the soils are divided into three groups: firstly, there are the relatively fertile Cambisols and Luvisols; secondly, the strongly weathered Lixisols and Acrisols and; thirdly, the Planosols associated to a particular local situation.

The land use patterns and production data of the five investigated farms vary relatively strongly. The farm managers are old-established settlers, and all colonisation plots have been cultivated since the 1960s. While the farm size ranges from 10 - 13 ha, the portion of forest and fallow areas varies between 5 and 9 ha and the portion of perennial crops between 2 and 6 ha. The discussion about the land use patterns is based on the relief and soil analysis. The variety and combination of crops is mainly determined by the transportation infrastructure and the market prices. The range of income for the smallholder farms varies between high and very low.

In order to develop an understanding of the reasons and the background of different land use patterns in Alto Beni a multi-level analysis has been carried out. In a first step the development structures of Bolivia has been explained. In a second step the interests and aims of different actors on the regional level has been examined, from the indigenous residents, old-established settlers, recent settlers, non

governmental organisations, civil servants to scientists. On the local level the study analyses the role of the participants in the PIAF. The interests and aims of peasants, technicians, scientists and rural development workers are investigated, thereby uncovering the deficits that have led to the failure of the project.

In the last part elements of the natural scientific and social scientific analysis have been combined and alternatives for agricultural development have been discussed, with particular reference to agroforestry. The potentials and limits of diverse agroforestry test plots that have been established in the PIAF are pointed out – ranging from hedgerow intercropping to the *cultural forest* system. In the conclusions the significance of perennial crops and the possibilities of the *cultural forest* system have been discussed. Emphasis is put on further training and real participation of the actors, especially of the often marginalised women, as a prerequisite for success in development cooperation projects. On a more general level, the thesis conducts that for an alternative development approach the common development discourse has to be questioned. Only a holistic contemplation of humankind and environment is capable of alternative trajectories for land use – and exactly this is inseparably combined with perspectives for humankind.

# Literaturverzeichnis

- ABEL, N. u. BLAIKIE, P. (1986): Elephants, people, parks and development: the case of Luangwa Valley, Zambia. *Environmental Management* 10, S. 735-751
- ADEVIRI, L. (1996): La organización cooperativa en Alto Beni - Bolivia. In: LLANQUE, O., ZONTA, A. u. MILZ, J. (Hrsg.): *Extractivismo: Conservación y Desarrollo. Encuentro regional Bolivia - Perú - Brasil*. Riberalta, IPHAE, S. 27-30
- AG BODEN (1994): *Bodenkundliche Kartieranleitung*. 4. Auflage, Hannover, 392 S.
- AGARWAL, B. (1992): The gender and environment debate: lessons from India. *Feminist Studies* 18, S. 119-158
- AGARWAL, B. (1997): Environmental action, gender equity and women's participation. *Development and Change* 28, S. 1-43
- AGRAWAL, A. (1995): Dismantling the divide between indigenous and scientific knowledge. *Development and Change* 26, S. 413-439
- AGRAWAL, A. (1998): Geistiges Eigentum und 'indigenes' Wissen: Weder Gans noch goldene Eier. In: FLITNER, M., GÖRG, C. u. HEINS, V. (Hrsg.): *Konfliktfeld Natur. Biologische Ressourcen und globale Politik*. Opladen, Leske + Budrich, S. 193-214
- AGUILAR, G. (1990): *Nuestra vida. Aspectos económicos, sociales y culturales mosetenes*. La Paz, PAHS/CETHA, 67 S.
- AGUILAR, G. u. ALEM, T. (1990): *Mitos y cuentos mosetenes*. La Paz, PAHS/CETHA, 59 S.
- AHLFELD, F. (1970): Zur Tektonik des andinen Bolivien. *Geologische Rundschau* 59, S. 1124-1140
- AHLFELD, F. (1972): *Geología de Bolivia*. La Paz, Los Amigos del Libro, 190 S.
- AHLFELD, F. (1973): *Geografía de Bolivia. Geografía física*. 2. Auflage, La Paz, Los Amigos del Libro, 243 S.
- AHLFELD, F. u. BRANIŠA, L. (1960): *Geología de Bolivia*. La Paz, Instituto Boliviano de Petróleo, 245 S.
- ALBERTZ, J. u. KREILING, W. (1989): *Photogrammetrisches Taschenbuch*. 4. Auflage, Karlsruhe, Wichmann, 292 S.
- ALBÓ, X. u. BARNADAS, J. M. (1990): *La cara india y campesina de nuestra historia*. 3. Auflage, La Paz, UNITAS/CIPCA, 324 S.
- ALTIERI, M. A. (1985): *Agroecología. Bases científicas de la agricultura alternativa*. Valparaíso, CETAL, 184 S.
- ALTIERI, M. A. u. HECHT, S. B. (Hrsg.) (1990): *Agroecology and small farm development*. Boca Raton, CRC Press, 262 S.
- ANDREAE, B. (1983): *Agrargeographie. Strukturzonen und Betriebsformen in der Weltlandwirtschaft*. 2. Auflage, Berlin, de Gruyter, 504 S.
- ANTEZANA, O. (1958): Climas de Bolivia según el sistema de Thornthwaite. *Revista de la Facultad de Agronomía* 34 (2), La Plata, S. 161-191
- ANTWEILER, C. u. MERSMANN, C. (1996): Local knowledge and cultural skills as resources for sustainable forest development. *Eschborn, GTZ*, 40 S.
- ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG (1996): *Forstliche Standortsaufnahme*. 5. Auflage, Eching, IHW-Verlag, 352 S.



- ARCE, L. (1960): Informe de reconocimiento detallado de los suelos existentes en las márgenes de los ríos Cotacajes y Alto Beni, denominado Proyecto „Alto Beni“. La Paz (unveränderter Nachdruck 1965), 89 S.
- BÄHR, H. P. u. VÖGTLE, T. (Hrsg.) (1998): Digitale Bildverarbeitung. Anwendung in Photogrammetrie, Kartographie und Fernerkundung. 3. Auflage, Heidelberg, Wichmann, 373 S.
- BALSLEV, H., LUTEYN, J., ØLLGAARD, B. u. HOLM-NIELSEN, L. B. (1987): Composition and structure of adjacent unflooded and floodplain forest in Amazonian Ecuador. *Opera Botanica* 92, S. 37-57
- BAPTISTA, P. (1964): Condiciones ecológicas del área de colonización del Alto Beni. Universidad Mayor San Simón Cochabamba, Facultad de Ciencias Agronómicas (unveröffentlichte Diplomarbeit), 62 S.
- BARNES, T. (2000): Political economy. In: JOHNSTON, R. J. et al. (Hrsg.): The dictionary of human geography. 4. Auflage, Oxford, Blackwell, S. 593-594
- BARRAGAN, M. C. (1990): Estudio sedimentológico de la cuenca andina del Río Beni. Amazonia Andina, Bolivia. Universidad Mayor San Andrés La Paz, Instituto de Hidráulica e Hidrología (unveröffentlichte Diplomarbeit), La Paz, 267 S.
- BARTELME, N. (2000): Geoinformatik. Modelle, Strukturen, Funktionen. 3. Auflage, Berlin, Springer, 419 S.
- BEBBINGTON, A. (1996): Movements, modernizations, and markets: indigenous organizations and agrarian strategies in Ecuador. In: PEET, R. u. WATTS, M. (Hrsg.): Liberation ecologies. Environment, development, social movements. London, Routledge, S. 86-109
- BEBBINGTON, A., PRAGER, M., RIVEROS, H. u. THIELE, G. (1992): Generación y transferencia de tecnología agropecuaria: el papel de las ONG y el sector público. Santafé de Bogotá, CELATER/ODI/CIAT, 210 S.
- BEBBINGTON, A. u. THIELE, G. (1993): Non-governmental organizations and the state in Latin America. London, Routledge, 290 S.
- BECK, S. G. (1986): Flora y vegetación natural y alterada en la cuenca amazónica boliviana. In: Impacto del desarrollo en la ecología del trópico boliviano. Santa Cruz, S. 8-17
- BECK, S. G. (1988): Las regiones ecológicas y las unidades fitogeográficas de Bolivia. In: MORALES, C. B. DE: Manual de ecología. La Paz, Instituto de Ecología, UMSA, S. 233-271
- BECK, S. G., KILLEEN, T. J. u. GARCÍA, E. (1993): Vegetación de Bolivia. In: KILLEEN, T. J., GARCÍA, E. u. BECK, S. G. (Hrsg.): Guía de arboles de Bolivia. La Paz, Herbario Nacional de Bolivia, Missouri Botanical Garden, S. 6-24
- BECKER, B. (1994): Integrierter Erosionsschutz in den Anden. *Der Tropenlandwirt*, Beiheft Nr. 50, Witzhausen, Selbstverlag des Verbandes der Tropenlandwirte, 139 S.
- BEER, J. W., FASSBENDER, H. W. u. HEUVELDOP, J. (Hrsg.) (1987): Advances in agroforestry research. Turrialba, CATIE/GTZ, 379 S.
- BILL, R. (1999a): Grundlagen der Geo-Informationssysteme. Band 1: Hardware, Software und Daten. 4. Auflage, Heidelberg, Wichmann, 454 S.
- BILL, R. (1999b): Grundlagen der Geo-Informationssysteme. Band 2: Analysen, Anwendungen und neue Entwicklungen. 2. Auflage, Heidelberg, Wichmann, 475 S.
- BINNS, T. (1995): Geography in development: development in geography. *Geography* 80, S. 303-322
- BLAIKIE, P. (1985): The political economy of soil erosion in developing countries. London, Longman, 188 S.
- BLAIKIE, P. (1989): Explanation and policy in land degradation and rehabilitation for developing countries. *Land Degradation and Rehabilitation* 1, S. 23-38
- BLAIKIE, P. (1994): Political ecology in the 1990s: an evolving view of nature and society. CASID Distinguished Speaker Series No. 13, East Lansing, Michigan State University, 33 S.

- BLAIKIE, P. (1995a): Changing environments or changing views? A political ecology for developing countries. *Geography* 80, S. 203-214
- BLAIKIE, P. (1995b): Understanding environmental issues. In: MORSE, S. u. STOCKING, M. (Hrsg.): *People and environment*. London, UCL Press, S. 1-30
- BLAIKIE, P. (1999): A review of political ecology: issues, epistemology and analytical narratives. *Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie* 43, S. 131-147
- BLAIKIE, P. u. BROOKFIELD, H. (1987): *Land degradation and society*. London, Methuen, 296 S.
- BLAIKIE, P., CANNON, T., DAVIS, I. u. WISNER, B. (1994): *At risk: natural hazards, people's vulnerability, and disasters*. London, Routledge, 284 S.
- BLAIR, H. (1997): *Democratic local governance in Bolivia*. CDIE Impact Evaluation No. 3, Washington, DC, USAID, 20 S.
- BLAIR, H. (2000): Participation and accountability at the periphery: democratic local governance in six countries. *World Development* 28, S. 21-39
- BLISS, F. (2000): Von der Mitwirkung zur Selbstbestimmung. Grundelemente einer partizipativen Entwicklungszusammenarbeit. *Aus Politik und Zeitgeschichte* 9/2000, S. 3-8
- BLÜTHGEN, J. u. WEISCHET, W. (1980): *Allgemeine Klimageographie*. Lehrbuch der Allgemeinen Geographie Band 2, 3. Auflage, Berlin, de Gruyter, 887 S.
- BMZ (Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung) (1999): *Partizipative Entwicklungszusammenarbeit – Übersektorales Konzept*. Schriftenreihe BMZ Konzepte Nr. 102, Bonn, 19 S.
- BOECKH, A. (1999): Wie man Unpassendes passend macht. Das Elend des Fortschritts in Lateinamerika. In: THIEL, R. E. (Hrsg.): *Neue Ansätze zur Entwicklungstheorie*. Themendienst 10, Bonn, Deutsche Stiftung für internationale Entwicklung, S. 82-95
- BOHLE, H.-G. (1994): Dürrekatastrophen und Hungerkrisen. Sozialwissenschaftliche Perspektiven geographischer Risikoforschung. *Geographische Rundschau* 46, S. 400-407
- BOHLE, H.-G. (1998): Strategien der Überlebenssicherung und Verwundbarkeit in Entwicklungsländern. *Rundbrief Geographie* 149, S. 13-16
- BOJANIC, A., CANEDO, M. A., GIANOTTEN, V., MORALES, M. A., RANABOLDO, C. u. RIJSSENBECK, W. (1994): *Demandas campesinas. Manual para un análisis participativo*. La Paz, Embajada Real de los Países Bajos, 136 S.
- BOSCH, G. (1999): Weltwirtschaft: Arbeit und industrielle Beziehungen. In: HAUCHLER, I., MESSNER, D. u. NUSCHELER, F. (Hrsg.): *Globale Trends 2000*. Stiftung Entwicklung und Frieden, Frankfurt am Main, Fischer, S. 244-269
- BOSERUP, E. (1970): *Women's role in economic development*. London, Allen & Unwin, 283 S.
- BOURDY, G., DEWALT, S. J., CHÁVEZ DE MICHEL, L. R., ROCA, A., DEHARO, E., MUÑOZ, V., BALDERRAMA, L., QUENEVO, C. u. GIMENEZ, A. (2000): Medicinal plants uses of the Tacana, an Amazonian Bolivian ethnic group. *Journal of Ethnopharmacology* 70, S. 87-109
- BRAITMEIER, M. (1999): *KIWI - Kurzanleitung*. Version 0.5. Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Geographisches Institut, 14 S.
- BRAND, U. u. GÖRG, C. (1998): Neue Akteure der Biopolitik. Nichtregierungsorganisationen und ihr Beitrag zum "Netzwerk internationaler Regulation". In: FLITNER, M., GÖRG, C. u. HEINS, V. (Hrsg.): *Konfliktfeld Natur. Biologische Ressourcen und globale Politik*. Opladen, Leske + Budrich, S. 143-168
- BREIMER, R. F., KEKEM, A. J. VAN u. REULER, H. VAN (1986): *Guidelines for soil survey and land evaluation in ecological research*. MAB Technical Notes 17, Paris, Unesco, 125 S.

- BRÜCHER, H. (1977): Tropische Nutzpflanzen. Ursprung, Evolution und Domestikation. Berlin, Springer, 529 S.
- BRUNOTTE, E., IMMENDORF, R. u. SCHLIMM, R. (1994): Die Naturlandschaft und ihre Umgestaltung durch den Menschen. Erläuterungen zur Hochschulexkursionskarte Köln und Umgebung. Kölner Geographische Arbeiten, Heft 63, 124 S.
- BRYANT, R. L. (1992): Political ecology: an emerging research agenda in third world studies. *Political Geography* 11, S. 12-36
- BRYANT, R. L. (1997): Beyond the impasse: the power of political ecology in Third World environmental research. *Area* 29, S. 5-19
- BRYANT, R. L. (1998): Power, knowledge and political ecology in the third world: a review. *Progress in Physical Geography* 22, S. 79-94
- BRYANT, R. L. (1999): A political ecology for developing countries? Progress and paradox in the evolution of a research field. *Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie* 43, S. 148-157
- BRYANT, R. L. u. BAILEY, S. (1997): Third World political ecology. London, Routledge, 237 S.
- BUNKER, S. G. (1985): Underdeveloping the Amazon: extraction, unequal exchange, and the failure of the modern state. Urbana, University of Illinois Press, 279 S.
- BURROUGH, P. A. (1986): Principles of geographical information systems for land resources assessment. Oxford, Clarendon Press, 193 S.
- BURROUGH, P. A. u. McDONNELL, R. A. (1998): Principles of geographical information systems. Oxford, Oxford University Press, 333 S.
- CAMPBELL, K. E., FRAILEY, C. D. u. ARELLANO, J. (1985): The geology of the Río Beni: further evidence for holocene flooding in Amazonia. *Contributions in Science* 364, Natural History Museum of Los Angeles County, S. 1-18
- CAMPOS, J. B. (1990): Estudio climatológico de la cuenca andina del Río Beni. Amazonia Andina, Bolivia. Universidad Mayor San Andrés La Paz, Instituto de Hidráulica e Hidrología (unveröffentlichte Diplomarbeit), La Paz, 204 S.
- CÁRDENAS, M. (1989): Manual de plantas económicas de Bolivia. 2. Auflage, La Paz, Los Amigos del Libro, 333 S.
- CARLOWITZ, P. G. VON, WOLF, G. V. u. KEMPERMAN, R. E. M. (Hrsg.) (1989): The multipurpose tree and shrub database. An information and decision support system. User's Manual, Version 1.0, Nairobi, ICRAF, 104 S.
- CBF (Corporación Boliviana de Fomento) (1965): Reseña histórica del Proyecto Alto Beni. La Paz, 105 S.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (1999): Balance preliminar de las economías de América Latina y el Caribe 1999. <http://www.cepal.org/espanol/Publicaciones/bal99/indice.html> (18. Jan. 2000)
- CHAMBERS, R. (1983): Rural development: putting the last first. Harlow, Longman, 256 S.
- CHAMBERS, R. (1992): Rural appraisal: rapid, relaxed and participatory. Institute of Development Studies Discussion Paper 311, Brighton, Institute of Development Studies, 90 S.
- CHAMBERS, R. (1994): Paradigm shifts and the practice of participatory research and development. Institute of Development Studies Working Paper 2, Brighton, Institute of Development Studies, 19 S.
- CHAMBERS, R. (1997): Whose reality counts? Putting the first last. London, ITDG Publishing, 297 S.
- CHAMBERS, R., PACEY, A. u. THRUPP, L. A. (Hrsg.) (1989): Farmer first: farmer innovation and agricultural research. London, Intermediate Technology Publications, 219 S.

- CHRISTIANSEN, T. (1998): Geographical information systems for regional rural development projects in developing countries. *Giessener Geographische Schriften* 75, Gießen, Selbstverlag des Geographischen Instituts, 239 S.
- CIA (Central Intelligence Agency) (1999): The World factbook 1999. Bolivia. <http://www.odci.gov/cia/publications/factbook/bl.html> (11. Nov. 1999)
- CIA (Central Intelligence Agency) (2000): The World factbook 2000. Bolivia. <http://www.odci.gov/cia/publications/factbook/bl.html> (29. Nov. 2000)
- CIDDEBENI (Centro de Investigación y Documentación para el Desarrollo del Beni) (1994): Estudio socio económico del territorio indígena - reserva de la biosfera Pílon Lajas. *Arbeitsbericht*, Trinidad, 202 S.
- CLAPPERTON, C. M. (1983): The glaciation of the Andes. *Quaternary Science Reviews* 2, S. 83-155
- COCHRANE, T. T. (1973): El potencial agrícola del uso de la tierra en Bolivia. La Paz, Ministerio de Agricultura, 826 S.
- COCHRANE, T. T. u. BARBER, R. G. (1993): Análisis de suelos y plantas tropicales. Santa Cruz, Centro de Investigación Agrícola Tropical/Misión Británica en Agricultura Tropical, 230 S.
- CRS-LP (Consejo Regional de Semillas La Paz) (1994): Diagnóstico agro-socioeconómico del cultivo de arroz en el norte del departamento de La Paz. La Paz (hektogr.), 216 S.
- CUMAT (1985): Manual de levantamientos semidetallados de clasificación y metodología de la capacidad de uso mayor de la tierra. La Paz, 97 S.
- CUMAT (1987): Plan de desarrollo del Alto Beni. La Paz (hektogr.), 40 S.
- CUMAT-COTESU (1985): Capacidad de uso mayor de la tierra. Proyecto Alto Beni. La Paz, 146 S.
- CUMAT-COTESU (1987): Capacidad de uso mayor de la tierra. Proyecto Alto Beni, Volumen II: Areas 1, 3 y 5. La Paz, 223 S.
- CURRENT, D., LUTZ, E. u. SCHERR, S. (Hrsg.) (1995): Costs, benefits and farmer adoption of agroforestry: project experience in Central America and the Caribbean. *World Bank Environment Paper No. 14*, Washington, D.C., World Bank, 212 S.
- DAPPER, M. DE, BIOT, Y., BOUCKAERT, W. u. DEBAVEYE, J. (1988): Geomorphology for soil survey: a case study from the humid tropics (Peninsular Malaysia). *Z. Geomorph., N.F., Suppl.-Bd.* 68, S. 21-56
- DED, RURALTER u. VSF (1995): Alternativas de producción en selva tropical húmeda. Las aplicaciones para las zonas de colonización Alto Beni - Yucumo - Rurrenabaque. La Paz, 213 S.
- DEMERS, M. N. (1997): *Fundamentals of geographic information systems*. New York, John Wiley & Sons, 486 S.
- DENEVAN, W. M. (1980): La geografía cultural aborigen de los llanos de Mojos. La Paz, Juventud, 275 S.
- DIO, W. M., MERCADO, R. u. VEGA, A. (1998): Dezentralisierung und Ländliche Entwicklung – Das Beispiel Bolivien. *entwicklung + ländlicher raum* 3/98, S. 15-19
- DONOSO, S. (1992): La población rural en Bolivia. In MARCONI, M. (Hrsg.): *Conservación de la diversidad biológica en Bolivia*. La Paz, CDC, USAID/Bolivia, S. 181-196
- DRIESSEN, P. M. u. DUDAL, R. (Hrsg.) (1991): *The major soils of the world. Lecture notes on their geography, formation, properties and use*. Agricultural University Wageningen, 309 S.
- DUDAL, R. (1973): Planosols. in: SCHLICHTING, E. u. SCHWERTMANN, U.: *Pseudogley und Gley. Genese und Nutzung hydromorpher Böden*. Weinheim, Verlag Chemie, S. 275-285
- DUNN, C. E., ATKINS, P. J. u. TOWNSEND, J. G. (1997): GIS for development: a contradiction in terms? *Area* 29, S. 151-159



- EASTERLY, W. (2000): The effect of IMF and World Bank programs on poverty. Washington, D.C., World Bank, 27 S., <http://www.imf.org/external/pubs/ft/staffp/2000/00-00/e.pdf> (08. Feb. 2001)
- EHLERS, E. (1998): Geographie als Umweltwissenschaft. *Die Erde* 129, S. 333-349
- EHRlich, P. R., EHRlich, A. H. u. HOLDREN, J. P. (1975): *Humanökologie*. Berlin, Springer, 234 S.
- EL CEIBO u. IE (Instituto de Ecología) (1993): Proyecto de investigaciones agroecológicas y forestales en el Alto Beni, departamento La Paz, provincia Sud Yungas. La Paz (hektogr.), 7 S. + Anhang
- ELBERS, J. (1991): Böden und Landnutzungsklassifikation am östlichen Andenrand im Kolonisationsgebiet Alto Beni - Bolivien. Eine luftbildunterstützte Analyse. Ruhr-Universität Bochum, Fakultät für Geowissenschaften (unveröffentlichte Diplomarbeit), 121 S.
- ELBERS, J. (1995): Estudio de suelos en la zona de colonización Alto Beni, La Paz, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 25, S. 37-69
- ELBERS, J. (1997): Descripción de perfiles de suelos de la zona de colonización Alto Beni. La Paz, Instituto de Ecología (hektogr.), 98 S.
- ELLENBERG, H. (1979): Man's influence on tropical mountain ecosystems in South America. *Journal of Ecology* 67, S. 401-416
- ELLENBERG, H. (1987): Einführung: Agroforstwirtschaft in kritischer Sicht eines Ökologen. In: DSE (Deutsche Stiftung für internationale Entwicklung), ZEL (Zentralstelle für Ernährung und Landwirtschaft) (Hrsg.): *Agroforstwirtschaft in den Tropen und Subtropen. Aktualisierung und Orientierung der Forschungsaktivitäten in der Bundesrepublik Deutschland*. 2. Auflage, Feldafing, S. 141-148
- ELSHORST, H. (1999): Transparency International. Kampf gegen die Korruption – weltweit. *Entwicklung und Zusammenarbeit* 40, S. 304-306
- ESCOBAR, A. (1988): Power and visibility: development and the invention and management of the Third World. *Cultural Anthropology* 3, S. 428-443
- ESCOBAR, A. (1992): Planning. In: SACHS, W. (Hrsg.): *The development dictionary: a guide to knowledge as power*. London, Zed Books, S. 132-145
- ESCOBAR, A. (1995): *Encountering development: the making and unmaking of the Third World*. Princeton, Princeton University Press, 290 S.
- ESCOBAR, A. (1996): Constructing nature: elements for a poststructural political ecology. In: PEET, R. u. WATTS, M. (Hrsg.): *Liberation ecologies: environment, development, social movements*. London, Routledge, S. 46-68
- ESSER, K. (1996): Weltmarktintegration und gesellschaftliche Entwicklung in Lateinamerika. *Nord-Süd aktuell*, Nr. 3, S. 506-525
- ESTEVA, G. (1992): Development. In: SACHS, W. (Hrsg.): *The development dictionary: a guide to knowledge as power*. London, Zed Books, S. 6-25
- FAO (1964a): Adequacy of soil studies in Paraguay, Bolivia and Peru. Report of FAO Mission November-December 1963. *World Soil Resources Reports No. 9*, Rom, FAO, 74 S.
- FAO (1964b): Report on the soils of Bolivia. *World Soil Resources Reports No. 10*. Rom, FAO, 67 S.
- FAO (1977): *Guía para la descripción de perfiles de suelo*. 2. Auflage, Rom, 70 S.
- FAO (1988): FAO-Unesco Soil map of the world. Revised legend. *World Soil Resources Report No. 60*. Rom, 119 S.
- FAO (1990): *Guidelines for soil description*. 3. Auflage, Rom, 70 S.
- FAO-UNESCO (1971): *Soil map of the world 1:5.000.000. Volume IV South America*. Paris, Unesco, 193 S.

- FAO-UNESCO (1974): Soil map of the world 1:5.000.000. Volume I Legend. Paris, Unesco, 59 S.
- FASSBENDER, H. W. (1993): Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. 2. Auflage, Turrialba, CATIE, 491 S.
- FASSBENDER, H. W. u. BORNEMISZA, E. (1987): Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. 2. Auflage, San José, IICA, 420 S.
- FELICÍSIMO, A. M. (1994): Modelos digitales de terreno. Introducción y aplicaciones en las ciencias ambientales. Oviedo, Pentalfa, 118 S., <http://www.etsimo.uniovi.es/~feli/pdf/libromdt.pdf> (3. Mai 2001)
- FINCK, A. (1986): Düngung und Bodenfruchtbarkeit in den Tropen und Subtropen. In: REHM, S. (Hrsg.): Grundlagen des Pflanzenbaues in den Tropen und Subtropen. Handbuch der Landwirtschaft und Ernährung in den Entwicklungsländern, Band 3, 2. Auflage, Stuttgart, Eugen Ulmer, S. 249-284
- FINKE, L. (1996): Landschaftsökologie. 3. Auflage, Braunschweig, Westermann, 245 S.
- FLICK, U., KARDORFF, E. VON u. STEINKE, I. (Hrsg.) (2000): Qualitative Forschung. Ein Handbuch. Reinbek, Rowohlt, 768 S.
- FLITNER, M. (1998): Konstruierte Naturen und ihre Erforschung. Geographica Helvetica 53, S. 89-95
- FRANKE, G. (Hrsg.) (1994a): Nutzpflanzen der Tropen und Subtropen. Band 2: Spezieller Pflanzenbau - Getreide, Obst, Faserpflanzen. Stuttgart, Ulmer, 403 S.
- FRANKE, G. (Hrsg.) (1994b): Nutzpflanzen der Tropen und Subtropen. Band 3: Spezieller Pflanzenbau. Stuttgart, Ulmer, 479 S.
- FRANKE, G. (Hrsg.) (1995): Nutzpflanzen der Tropen und Subtropen. Band 1: Allgemeiner Pflanzenbau. Stuttgart, Ulmer, 359 S.
- FRANKE, W. (1997): Nutzpflanzenkunde. Nutzbare Gewächse der gemäßigten Breiten, Subtropen und Tropen. 6. Auflage, Stuttgart, Thieme, 509 S.
- FREIRE, P. (1970): Pedagogía del oprimido. México, Siglo XXI (36. Auflage 1987), 245 S.
- FREIRE, P. (1973 [1969 erstmals erschienen]): ¿Extensión o comunicación? La concientización en el medio rural. México, Siglo XXI (15. Auflage 1987), 109 S.
- FRIEDMANN, J. (1992): Empowerment: the politics of alternative development. Cambridge, Blackwell, 196 S.
- FRÖLICH, W. u. ROBISON, D. M. (1995): Resumen de la evaluación externa – Proyecto de Investigaciones Agroecológicas y Forestales en el Alto Beni. Santa Cruz, Agro Acción Alemana (hektogr.), 14 S.
- GARCÍA, E. (1993): Gramineae. In: KILLEEN, T. J., GARCÍA, E. u. BECK, S. G. (Hrsg.): Guía de arboles de Bolivia. La Paz, Herbario Nacional de Bolivia, Missouri Botanical Garden, S. 327-336
- GARDNER, K. u. LEWIS, D. (1996): Anthropology, development and the post-modern challenge. London, Pluto Press, 192 S.
- GAWORA, D. (1992): Indianisches Wissen in Amazonien - Landnutzung und Heilwissen - Chance oder Gefahr? *entwicklung + ländlicher raum* 1/92, S. 19-21
- GEIST, H. (1992): Die orthodoxe und politisch-ökologische Sichtweise von Umweltdegradierung. *Die Erde* 123, S. 283-295
- GENTRY, A. H. (1988): Tree species richness of upper Amazonian forests. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 85, S. 156-159
- GENTRY, A. H. (1993): A field guide to the families and genera of woody plants of northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru) with supplementary notes on herbaceous taxa. Washington, DC, Conservation International, 895 S.

- GEROLD, G. (1986): Klimatische und pedologische Bodennutzungsprobleme im ostbolivianischen Tiefland von Santa Cruz. In: Jahrbuch 1985 der Geographischen Gesellschaft zu Hannover, Hannover, S. 69-162
- GERSTBACH, G. (1992): Global positioning system (GPS) – state of the art, possibilities, problems (including practical demonstration). in: DSE (Deutsche Stiftung für internationale Entwicklung) & FAO (Hrsg.): Application of remote sensing and geographic information systems in environmental and natural resources management and monitoring. Feldafing, S. 235-264
- GIBBS, R. J. (1967): The geochemistry of the Amazon river system: Part I. The factors that control the salinity and the composition and concentration of the suspended solids. Geological Society of America Bulletin 78, S. 1203-1232
- GIGER, M. (1999): Avoiding the shortcut: moving beyond the use of direct incentives. Development and Environment Reports No 17, Berne, Centre for Development and Environment, 61 S.
- GLAESER, B. (Hrsg.) (1989): Humanökologie. Opladen, Westdeutscher Verlag, 302 S.
- GLAGOW, M. (1992): Die Nicht-Regierungsorganisationen in der internationalen Entwicklungszusammenarbeit. In: NOHLEN, D. u. NUSCHELER, F. (Hrsg.): Handbuch der Dritten Welt. Band 1: Grundprobleme - Theorien - Strategien. 3. Auflage, Bonn, Dietz, S. 304-326
- GÖPFERT, W. (1991): Raumbezogene Informationssysteme. Grundlagen der integrierten Verarbeitung von Punkt-, Vektor- und Rasterdaten, Anwendungen in Kartographie, Fernerkundung und Umweltplanung. 2. Auflage, Karlsruhe, Wichmann, 318 S.
- GÖTSCH, E. (1994): Break-through in agriculture. Rio de Janeiro, ASPTA, 19 S.
- GÖTSCH, E. (1995): Externe Evaluierung des Regionalprogramms Alto Beni, Yucumo, Rurrenabaque. La Paz, DED (hektogr.), 9 S.
- GRAF, K. (1986): Klima und Vegetationsgeographie der Anden. Grundzüge Südamerikas und pollenanalytische Spezialuntersuchung Boliviens. Physische Geographie, Vol. 19, Zürich, 147 S.
- GRÜNREICH, D. (1996): Der Standort der Kartographie im multimedialen Umfeld. In: MAYER, F. u. KRIZ, K. (Hrsg.): Kartographie im multimedialen Umfeld. Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, Band 8, S. 17-28
- GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit) (1995): Participación Popular. Neue Chancen für die Entwicklungszusammenarbeit mit Bolivien. Eschborn, 18 S.
- GUYOT, J. L., CALLE, H., CORTES, J. u. BARRAGAN, M. C. (1988): Aportaciones de sedimentos por el Río Beni a los sitios potenciales de presas. In: ORSTOM (Hrsg.): Actas del segundo simposio de la investigación francesa en Bolivia. La Paz, S. 107-113
- HABERÄCKER, P. (1991): Digitale Bildverarbeitung. Grundlagen und Anwendungen. 4. Auflage, München, Hanser, 404 S.
- HAKE, G. u. GRÜNREICH, D. (1994): Kartographie. 7. Auflage, Berlin, de Gruyter, 599 S.
- HALL, A. L. (1989): Developing Amazonia: deforestation and social conflict in Brazil's Carajas programme. Manchester, Manchester University Press, 295 S.
- HANAGARTH, W. (1993): Acerca de la geocología de las sabanas del Beni en el noreste de Bolivia. La Paz, Instituto de Ecología, 186 S.
- HANAGARTH, W. u. SARMIENTO, J. (1990): Reporte preliminar sobre la geocología de la sabana de Espíritu y sus alrededores (Llanos de Moxos, departamento del Beni, Bolivia). Ecología en Bolivia 16, S. 47-75
- HARRISON, R. P. (1992): Wälder. Ursprung und Spiegel der Kultur. München, Hanser, 319 S.
- HARTGE, K. H. (1971): Die physikalische Untersuchung von Böden. Stuttgart, Enke, 168 S.
- HARVEY, D. (1993): The nature of environment: the dialectics of social and environmental change. In: MILIBAND, R. and PANITCH, L. (Hrsg.): Real problems, false solutions. London, Merlin Press, S. 1-51

- HAUCLER., I., MESSNER, D. u. NUSCHELER, F. (Hrsg.) (1999): Globale Trends 2000. Stiftung Entwicklung und Frieden, Frankfurt am Main, Fischer, 496 S.
- HEALY, K. B. (1987): Del campo a la fábrica. Una experiencia de integración campesina en Bolivia. *Desarrollo de Base* 11, S. 2-11
- HEALY, K. B. (1988): Consenso y autogestión campesina en el Alto Beni. *Desarrollo de Base* 12, S. 32-40
- HECHT, S. B. (1998): Tropische Biopolitik - Wälder, Mythen, Paradigmen. In: FLITNER, M., GÖRG, C. u. HEINS, V. (Hrsg.): *Konfliktfeld Natur. Biologische Ressourcen und globale Politik*. Opladen, Leske + Budrich, S. 247-274
- HECHT, S. B. (2000): Solutions or drivers? The dynamics and implications of Bolivian lowland deforestation. Manuskript, eingereicht bei World Development, 34 S.
- HECHT, S. B. u. COCKBURN, A. (1989): *The fate of the forest: developers, destroyers and defenders of the Amazon*. London, Verso, 266 S.
- HERZ, K. (1987): Struktur, Funktion, Verhalten. Versuch einer wissenschaftsgeschichtlichen Interpretation geographischer Landschaftsforschung. *Wiss. Abh. Geogr. Ges. DDR*, Bd. 19, Gotha, S. 15-21
- HERZOG, T. (1923): *Die Pflanzenwelt der bolivischen Anden und ihres östlichen Vorlandes. Die Vegetation der Erde* 15, Leipzig, Engelmann, 259 S.
- HINOJOSA, I. (1991): *Plantas utilizadas por los Mosestenes de Santa Ana (Alto Beni, Depto. La Paz)*. Universidad Mayor San Andrés La Paz, Instituto de Biología (unveröffentlichte Diplomarbeit), La Paz, 88 S.
- HOSIUS, A. (1988): *Manual del técnico forestal. Materia: Topografía forestal*. Cochabamba, UMSS-GTZ, 151 S.
- HUECK, K. (1966): *Die Wälder Südamerikas. Ökologie, Zusammensetzung und wirtschaftliche Bedeutung*. Jena, Gustav Fischer, 422 S.
- HUECK, K. u. SEIBERT, P. (1972): *Vegetationskarte von Südamerika. Erläuterungen zur Karte 1 : 8 Millionen*. Stuttgart, Gustav Fischer (2. Auflage 1981), 90 S.
- HUTCHINSON, M. F. u. GALLANT, J. C. (1999): Representation of terrain. In: LONGLEY, P. A., GOODCHILD, M. F., MAGUIRE, D. J., & RHIND, D. W. (Hrsg.): *Geographical information systems. Volume 1: Principles and technical issues*. New York, John Wiley & Sons, S. 105-124
- INC (Instituto Nacional de Colonización) (1985): *Proyecto de desarrollo del Alto Beni*. La Paz, 81 S.
- INE (Instituto Nacional de Estadística) (1997): *Indicadores sociodemográficos – Proyecciones de población*. CD, INE
- INE (Instituto Nacional de Estadística) (1999a): *Información geográfica*. <http://www.ine.gov.bo/iwdgeo.exe> (11. Nov. 1999)
- INE (Instituto Nacional de Estadística) (1999b): *Resumen estadístico*. <http://www.ine.gov.bo/iwd0201.htm>, [~/iwd0202.htm](http://www.ine.gov.bo/iwd0202.htm) (11. Nov. 1999)
- INE (Instituto Nacional de Estadística) (2000): *Resumen estadístico*. <http://www.ine.gov.bo/iwd0201.htm>, [~/iwd0202.htm](http://www.ine.gov.bo/iwd0202.htm) (29. Nov. 2000)
- INRA (Instituto Nacional de Reforma Agraria) (1999): *Informe técnico y jurídico sobre el área de saneamiento del Pueblo Indígena Mosestén*. La Paz (hektogr.), 6 S.
- JACKSON, C. (1993): Environmentalisms and gender interests in the Third World. *Development and Change* 24, S. 649-677
- JACOBSEN, K. (1980): *Vorschläge zur Konzeption und zur Bearbeitung von Bündelblockausgleichungen*. Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Vermessungswesen der Universität Hannover, Nr. 102, 142 S.
- JACOBSEN, K. (1999): *Programmsystem BLUH (Bündelblockausgleichung Universität Hannover)*. Anleitung, Universität Hannover, Institut für Photogrammetrie und Ingenieurvermessungen



- JENKINS, R. (1997): Trade liberalisation in Latin America: the Bolivian case. *Bulletin of Latin American Research* 16, S. 307-325
- JOHNSON, A. M. (1976): The climate of Peru, Bolivia and Ecuador. In: SCHWERDTFEGER, W. (Hrsg.): *Climates of Central and South America. World Survey of Climatology Volume 12*, Amsterdam, Elsevier, S. 147-218
- JOHNSON, J. u. TARIMA, J. M. (1995): Selección de especies para uso en cortinas rompevientos en Santa Cruz, Bolivia. *Informe Técnico No. 24*, Santa Cruz, CIAT/MBAT, 83 S.
- JOHNSTON, R. J. (1999): Geography and GIS. In: LONGLEY, P. A., GOODCHILD, M. F., MAGUIRE, D. J., & RHIND, D. W. (Hrsg.): *Geographical information systems. Volume 1: Principles and technical issues*. New York, John Wiley & Sons, S. 39-47
- JOHNSTON, R. J., GREGORY, D., PRATT, G. u. WATTS, M. (Hrsg.) (2000): *The dictionary of human geography*. 4. Auflage, Oxford, Blackwell, 958 S.
- JONES, C. (1997): *Geographical information systems and computer cartography*. Harlow, Longman, 319 S.
- JORDAN, E. (1986): Die Aerotriangulation der Ostkordillere Boliviens und ihre Inwertsetzung für physisch-geographische Belange. In: *Jahrbuch der Geographischen Gesellschaft zu Hannover für 1985*. S. 163-198
- JORDAN, E. (1991): Die Gletscher der bolivianischen Anden. Eine photogrammetrisch-kartographische Bestandsaufnahme der Gletscher Boliviens als Grundlage für klimatische Deutungen und Potential für die wirtschaftliche Nutzung. *Erdwissenschaftliche Forschung*, Band XXIII, Stuttgart, Steiner, 401 S.
- KAIMOWITZ, D., THIELE, G. u. PACHECO, P. (1999): The effects of structural adjustment on deforestation and forest degradation in lowland Bolivia. *World Development* 27, S. 505-520
- KAINZ, W. (1996): GIS und Kartographie – Möglichkeiten für die Kartenkonzeption. In: MAYER, F. u. KRIZ, K. (Hrsg.): *Kartographie im multimedialen Umfeld. Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie*, Band 8, S. 46-55
- KAMPPFMEYER, T. (2000): Lösungsansätze für die Verschuldungsprobleme der ärmsten Entwicklungsländer. Hintergrund, Bausteine und Perspektiven der HIPC-Initiative. *Aus Politik und Zeitgeschichte* 9/2000, S. 16-25
- KENNEDY, P. (1993): *In Vorbereitung auf das 21. Jahrhundert*. Frankfurt am Main, Fischer, 527 S.
- KESSLER, J. J. u. WIERSUM, K. F. (1993): Ecological sustainability of agroforestry in the tropics. *entwicklung + ländlicher raum* 5/93, S. 8-11
- KEY, H. u. KEY, M. (1967): Bolivian indian tribes: classification, bibliography and map of present language distribution. *Summer Institute of Linguistics, Publications in Linguistics and Related Fields*, No. 15, Norman, 128 S.
- KILLEEN, T. J., GARCÍA, E. u. BECK, S. G. (Hrsg.) (1993): *Guía de arboles de Bolivia*. La Paz, Herbario Nacional de Bolivia, Missouri Botanical Garden, 958 S.
- KLEMP, L. (2000): *Entwicklungspolitik im Wandel. Von der Entwicklungshilfe zur globalen Strukturpolitik*. Themendienst 11, Bonn, Deutsche Stiftung für internationale Entwicklung, 219 S.
- KLEY, J., REUTTER, K.-J. u. SCHEUBER, E. (1991): Die zentralen Anden. *Geographische Rundschau* 43, S. 134-142
- KLINGL, T. (1996): GIS-gestützte Generierung synthetischer Bodenkarten und landschaftsökologische Bewertung der Risiken von Bodenwasser- und Bodenverlusten. Die Fallstudie Laikipia East, Kenya. *Geographica Bernensia*, G 50, Universität Bern, Geographisches Institut, 327 S.
- KLUG, H. u. LANG, R. (1983): *Einführung in die Geosystemlehre*. Darmstadt, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 187 S.

- KÖHNLEIN, K. (1998): Geographische Informationsverarbeitung als Instrument der agrarischen Landnutzungsplanung eines Kleineinzugsgebietes. Ein Beispiel aus dem brasilianischen cerrado. In: KOHLHEPP, G. u. COY, M. (Hrsg.): Mensch-Umwelt-Beziehungen und nachhaltige Entwicklung in der Dritten Welt. Tübinger Geographische Studien, Heft 119, S. 275-296
- KOHLHEPP, G. u. COY, M. (Hrsg.) (1998a): Mensch-Umwelt-Beziehungen und nachhaltige Entwicklung in der Dritten Welt. Tübinger Geographische Studien, Heft 119, 465 S.
- KOHLHEPP, G. u. COY, M. (1998b): Mensch-Umwelt-Beziehungen und nachhaltige Entwicklung in der Dritten Welt. Eine Einführung. In: KOHLHEPP, G. u. COY, M. (Hrsg.): Mensch-Umwelt-Beziehungen und nachhaltige Entwicklung in der Dritten Welt. Tübinger Geographische Studien, Heft 119, S. 1-15
- KONECNY, G. u. LEHMANN, G. (1984): Photogrammetrie. 4. Auflage, Berlin, de Gruyter, 392 S.
- KRAAK, M.-J. (1999): Visualising spatial distributions. In: LONGLEY, P. A., GOODCHILD, M. F., MAGUIRE, D. J., & RHIND, D. W. (Hrsg.): Geographical information systems. Volume 1: Principles and technical issues. New York, John Wiley & Sons, S. 157-173
- KRAUS, K. (1993): Die Verbindung der Photogrammetrie und Fernerkundung mit GIS. In: KAINZ, W. u. MAYER, F. (Hrsg.): GIS und Kartographie. Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, Band 6, S. 45-50
- KRAUS, K. (1994): Photogrammetrie. Band 1: Grundlagen und Standardverfahren. 5. Auflage, Bonn, Dümmler, 394 S.
- KRAUS, K. (1996): Photogrammetrie. Band 2: Verfeinerte Methoden und Anwendungen. 3. Auflage, Bonn, Dümmler, 488 S.
- KRAUS, K. u. JANSKA, J. (1989): Die kartographischen Folgeprodukte des Digitalen Geländemodells. In: MAYER, F. (Hrsg.): Digitale Technologie in der Kartographie. Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, Band 2, S. 66-75
- KRINGS, T. (1994): Theoretische Ansätze zur Klärung der ökologischen Krise in der Sahelzone Afrikas. Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie 38, S. 1-10
- KRINGS, T. (1998): Mensch-Umwelt-Beziehungen in den Tropen unter besonderer Berücksichtigung der Politischen Ökologie als Gegenstand der geographischen Entwicklungsforschung. Rundbrief Geographie 149, S. 22-25
- KRINGS, T. (Hrsg.) (1999a): Themenheft: Politische Ökologie. Neue Perspektiven der geographischen Umweltforschung. Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie 43, Heft 3-4, S. 129-264
- KRINGS, T. (1999b): Editorial: Ziele und Forschungsfragen der Politischen Ökologie. Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie 43, S. 129-130
- KRÜGER, F. u. LOHNERT, B. (1996): Der Partizipationsbegriff in der geographischen Entwicklungsforschung: Versuch einer Standortbestimmung. Geographische Zeitschrift 84, S. 43-53
- LAMBSDORFF, J. GRAF (1999): Wie kann man Korruption messen? Der Korruptionsindex 1999 von Transparency International. Entwicklung und Zusammenarbeit 40, S. 300-303
- LAMNEK, S. (1995a): Qualitative Sozialforschung. Band 1: Methodologie. 3. Auflage, Weinheim, Beltz, 308 S.
- LAMNEK, S. (1995b): Qualitative Sozialforschung. Band 2: Methoden und Techniken. 3. Auflage, Weinheim, Beltz, 440 S.
- LARA, R. (1988): Manual de dendrología boliviana. La Paz, CUMAT/COTESU, 281 S.
- LAUER, W. (1975): Vom Wesen der Tropen. Klimaökologische Studien zum Inhalt und zur Abgrenzung eines irdischen Landschaftsgürtels. Wiesbaden, Steiner, 52 S.
- LAUER, W. (1988): Zum Wandel der Vegetationszonierung in den lateinamerikanischen Tropen seit dem Höhepunkt der letzten Eiszeit. In: Jahrbuch der Geographischen Gesellschaft zu Hannover für 1988, Hannover, S. 1-45

- LAUER, W. u. ERLBACH, W. (1987): Die tropischen Anden. *Geographische Rundschau* 39, S. 86-95
- LEÓN, J. (1987): *Botánica de los cultivos tropicales*. San José, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 445 S.
- LESER, H. (1984): Zum Ökologie-, Ökosystem- und Ökotypbegriff. *Natur und Landschaft* 59, S. 351-357
- LESER, H. (1989): Humanökologische und humangeographische Aspekte der Landschaftsökologie. *Regio Basiliensis* 30, H. 2/3, S. 29-38
- LESER, H. (1995): Ökologie: Woher - Wohin? Perspektiven raumbezogener Ökosystemforschung. *Die Erde* 126, S. 323-338
- LESER, H. (1997): *Landschaftsökologie*. 4. Auflage, Stuttgart, Ulmer, 644 S.
- LESER, H. u. KLING, H.-J. (Hrsg.) (1988): *Handbuch und Kartieranleitung Geoökologische Karte 1:25.000. Forschungen zur deutschen Landeskunde, Band 228*, Trier, 349 S.
- LILLESAND, T. M. u. KIEFER, R. W. (2000): *Remote sensing and image interpretation*. 4. Auflage, New York, John Wiley & Sons, 724 S.
- LINDER, W. (1991): Klimatisch und eruptionsbedingte Eismassenverluste am Nevado del Ruiz, Kolumbien, während der letzten 50 Jahre. Eine Untersuchung auf der Basis digitaler Höhenmodelle. *Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Vermessungswesen der Universität Hannover*, Nr. 173, 125 S.
- LINDER, W. (1999): *Geo-Informationssysteme. Ein Studien- und Arbeitsbuch*. Berlin, Springer, 170 S.
- LINDER, W. (2000a): *Programmbeschreibung LISA. Modul BASIS, Version 2.1*. Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Geographisches Institut, 71 S.
- LINDER, W. (2000b): *Programmbeschreibung LISA. Modul GIDB, Version 2.0*. Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Geographisches Institut, 6 S.
- LINDER, W. (2001): *Programmbeschreibung LISA. Modul FOTO, Version 2.0*. Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Geographisches Institut, 24 S.
- LINKE, W. (1998): *Orientierung mit Karte, Kompaß, GPS*. 9. Auflage, Herford, Busse Seewald, 253 S.
- LINZER, A. K. (1995): *El diagnóstico rural participativo: Un método para la planificación de proyectos con comunidades rurales*. Santa Cruz, CIAT, 88 S.
- LÖFFLER, E. (1977): *Geomorphology of Papua New Guinea*. Canberra, The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia in association with the Australian National University Press, 196 S.
- LONG, N. u. LONG, A. (Hrsg.) (1992): *Battlefields of knowledge: the interlocking of theory and practice in social research and development*. London, Routledge, 306 S.
- LONGLEY, P. A., GOODCHILD, M. F., MAGUIRE, D. J., & RHIND, D. W. (Hrsg.) (1999): *Geographical information systems. Volume 1: Principles and technical issues. Volume 2: Management issues and applications*. New York, John Wiley & Sons, 1296 S.
- LOZA, H. u. MÉNDEZ, M. (1981): La colonización en Alto Beni. In: CENTRO DE ESTUDIOS Y PROYECTOS (Hrsg.): *Apuntes sobre colonización. Serie Estudios Rurales* 1, La Paz, S. 51-150
- LÜDERS, C. (2000): Beobachten im Feld und Ethnographie. In: FLICK, U., KARDORFF, E. VON u. STEINKE, I. (Hrsg.): *Qualitative Forschung. Ein Handbuch*. Reinbek, Rowohlt, S. 384-401
- LUNDGREN, B. (1982): Introduction. *Agroforestry Systems* 1, 3-6
- MACEachREN, A. M. (2000): Cartography and GIS: facilitating collaboration. *Progress in Human Geography* 24, S. 445-456
- MACEachREN, A. M. u. TAYLOR, D. R. F. (Hrsg.) (1994): *Visualization in modern cartography. Modern Cartography, Volume 2*, Oxford, Pergamon, 345 S.

- MAGUIRE, D. J., GOODCHILD, M. F. u. RHIND, D. W. (Hrsg.) (1991): Geographical Information Systems. Principles and applications. Volume 1: Principles. Volume 2: Applications. London, Longman, 649+447 S.
- MAHNKE, L. (1987): Das Coca-Problem in Bolivien (Anbau, Vermarktung und Bedeutung eines illegalen Exportgutes). In: GEROLD, G., KÖSTER, G., LAUER, W., MAHNKE, L., RICHTER, M.: Beiträge zur Landeskunde Boliviens. Aachener Geographische Arbeiten, Heft 19, S. 137-164
- MANSHARD, W. u. MÄCKEL, R. (1995): Umwelt und Entwicklung in den Tropen. Naturpotential und Landnutzung. Darmstadt, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 182 S.
- MARCONI, M. (Hrsg.) (1992a): Conservación de la diversidad biológica en Bolivia. La Paz, CDC, USAID/Bolivia, 443 S.
- MARCONI, M. (1992b): Marco jurídico e institucional de la conservación. In MARCONI, M. (Hrsg.): Conservación de la diversidad biológica en Bolivia. La Paz, CDC, USAID/Bolivia, S. 391-414
- MARTINEZ, C. (1980): Structure et évolution de la chaîne hercynienne et de la chaîne andine dans le nord de la Cordillère des Andes de Bolivie. Paris, O.R.S.T.O.M., 352 S.
- MATHEWSON, K. (1998): Cultural landscapes and ecology, 1995-96: of oecumenics and nature(s). *Progress in Human Geography* 22, S. 115-128
- MAYDELL, H.-J. VON (1986): Agroforstwirtschaft in den Tropen und Subtropen. In: REHM, S. (Hrsg.): Grundlagen des Pflanzenbaues in den Tropen und Subtropen. Handbuch der Landwirtschaft und Ernährung in den Entwicklungsländern, Band 3, 2. Auflage, Stuttgart, Eugen Ulmer, S. 169-190
- MAYR, W. (1997): Bemerkungen zum Potential Digitaler Photogrammetrischer Systeme. *Photogrammetrie - Fernerkundung - Geoinformation* 6/1997, S. 347-357
- MEAF (Ministerio de Asuntos Extranjeros de Francia) u. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) (1989): Compendio de agronomía tropical, tomo II. Colección Investigación y Desarrollo no. 13, San José, IICA, 693 S.
- MERTENS, H. (1992): Das Bevölkerungsproblem als Indikator ungleichgewichtiger Entwicklung. In: NOHLEN, D. u. NUSCHELER, F. (Hrsg.): Handbuch der Dritten Welt. Band 1: Grundprobleme - Theorien - Strategien. 3. Auflage, Bonn, Dietz, S. 180-196
- MESA, J. DE, GISBERT, T. u. MESA, C. D. (1997): Historia de Bolivia. La Paz, Gisbert, 781 S.
- MESSNER, D. (Hrsg.) (1998a): Lateinamerika: der schwierige Weg in die Weltwirtschaft. INEF Report 26, Gerhard-Mercator-Universität Gesamthochschule Duisburg, 113 S.
- MESSNER, D. (1998b): Wirtschaftsreformen und gesellschaftliche Neuorientierung in Lateinamerika - Die Grenzen des neoliberalen Projekts. In: MESSNER, D. (Hrsg.) (1998a): Lateinamerika: der schwierige Weg in die Weltwirtschaft. INEF Report 26, Gerhard-Mercator-Universität Gesamthochschule Duisburg, S. 3-29
- MESSNER, D. (1998c): Entwicklungstrends in der Weltwirtschaft - Anmerkungen zu neuen Herausforderungen in der Zusammenarbeit zwischen Deutschland und Lateinamerika. In: MESSNER, D. (Hrsg.) (1998a): Lateinamerika: der schwierige Weg in die Weltwirtschaft. INEF Report 26, Gerhard-Mercator-Universität Gesamthochschule Duisburg, S. 80-113
- MILZ, J. (1995): Cacao orgánico en la región Alto Beni: experiencias y perspectivas para una producción agropecuaria sostenible. *RURALTEC - Revista de Desarrollo Rural Alternativo* 13/14, S. 335-343
- MILZ, J. (1996): Cacao amazónico: posibilidades y perspectivas de producción y comercialización. In: LLANQUE, O., ZONTA, A. u. MILZ, J. (Hrsg.): Extractivismo: Conservación y Desarrollo. Encuentro regional Bolivia - Perú - Brasil. Riberalta, IPHAE, S. 61-65
- MILZ, J. (1997): Guía para el establecimiento de sistemas agroforestales en Alto Beni, Yucumo y Rurrenabaque. La Paz, DED, 91 S.



- MONHEIM, F. (1965): Junge Indianerkolonisation in den Tiefländern Ostboliviens. Braunschweig, Westermann, 135 S.
- MONHEIM, F. (1976): Geplante Waldhufensiedlungen in Ostbolivien und ihre spontane Weiterentwicklung. In: Göttinger Geographische Abhandlungen, Heft 66, S. 55-69
- MONHEIM, F. (1977): 20 Jahre Indianerkolonisation in Ostbolivien. Erdkundliches Wissen, Heft 48, Wiesbaden, Steiner, 99 S.
- MONTAGNINI, F. et al. (1992): Sistemas agroforestales. Principios y aplicaciones en los trópicos. 2. Auflage, San José, Organización para Estudios Tropicales, 622 S.
- MONTES DE OCA, I. (1997): Geografía y recursos naturales de Bolivia. 3. Auflage, La Paz, Academia Nacional de Ciencias de Bolivia, 614 S.
- MORAES, M. u. BECK, S. G. (1992): Diversidad florística de Bolivia. In MARCONI, M. (Hrsg.): Conservación de la diversidad biológica en Bolivia. La Paz, CDC, USAID/Bolivia, S. 73-111
- MORALES, C. B. DE (1990): Bolivia: Medio ambiente y ecología aplicada. La Paz, Instituto de Ecología, UMSA, 318 S.
- MORALES, C. B. DE (1992a): Investigación y formación de recursos humanos para conservar la diversidad biológica. In MARCONI, M. (Hrsg.): Conservación de la diversidad biológica en Bolivia. La Paz, CDC, USAID/Bolivia, S. 371-389
- MORALES, C. B. DE (1992b): Política del Instituto de Ecología. La Paz, Instituto de Ecología (hektogr.), 23 S.
- MORISAWA, M. (1968): Streams, their dynamics and morphology. New York, McGraw-Hill, 175 S.
- MOSER, C. O. N. (1989): Gender planning in the Third World: meeting practical and strategic gender needs. World Development 17, S. 1799-1825
- MOSER, C. O. N. (1993): Gender planning and development: theory, practice and training. London, Routledge, 285 S.
- MOSSE, D. (1994): Authority, gender and knowledge: theoretical reflections on the practice of participatory rural appraisal. Development and Change 25, S. 497-526
- MÜLLER, P. M. (1999): Koka-Wirtschaft und alternative Entwicklung im Chapare/Bolivien. Geographische Rundschau 51, S. 334-340
- MÜLLER-BÖKER, U., BACKHAUS, N. u. KOLLMAIR, M. (1998): Indigenous Knowledge System-Forschung. Rundbrief Geographie 149, S. 16-18
- MÜLLER-MAHN, D. (1998): Projektbegleitende Forschung. Rundbrief Geographie 148, S. 21-24
- MÜNZ, R. u. ULRICH, R. (1995): Bevölkerungswachstum: ein globales Problem. In: OPITZ, P. J. (Hrsg.): Weltprobleme. 4. Auflage, Bonn, Bundeszentrale für politische Bildung, S. 35-70
- MUÑOZ, V., SAUVAIN, M., BOURDY, G., CALLAPA, J., ROJAS, I., VARGAS, L., TAE, A. u. DEHARO, E. (2000): The search for natural bioactive compounds through a multidisciplinary approach in Bolivia. Part II. Antimalarial activity of some plants used by Mosekene indians. Journal of Ethnopharmacology 69, S. 139-155
- MUÑOZ REYES, J. (1991): Geografía de Bolivia. 3. Auflage, La Paz, Librería Editorial „Juventud“, 540 S.
- MUNSELL (1975): Munsell soil colour charts. Baltimore
- MURDOCH, J. u. CLARK, J. (1994): Sustainable knowledge. Geoforum 25, S. 115-132
- NAIR, P. K. R. (Hrsg.) (1989): Agroforestry systems in the tropics. Dordrecht, Kluwer Academic Press/ICRAF, 664 S.
- NAIR, P. K. R. (1990): Agroforestry: an approach to sustainable land use in the tropics. in: ALTIERI, M. A. u. HECHT, S. B. (Hrsg.): Agroecology and small farm development. Boca Raton, CRC Press, S. 121-135

- NAVEH, Z. (1996): Die Anforderungen der post-industriellen Gesellschaft an die Landschaftsökologie als eine transdisziplinäre, problemorientierte Wissenschaft. *Die Erde* 127, S. 235-249
- NAVEH, Z. u. LIEBERMAN, A. S. (1994): *Landscape ecology: theory and application*. 2. Auflage, New York, Springer, 360 S.
- NEUBERT, D. u. HAGMANN, J. (1998): Perspektiven für partizipative Agrarforschung: – Realistische Ziele statt übersteigerter Erwartungen. *entwicklung + ländlicher raum* 5/97, S. 26-29
- NIEKERK, N. VAN (1992): La cooperación internacional y la persistencia de la pobreza en los Andes bolivianos. La Paz, UNITAS/MCTH, 183 S.
- NOHLEN, D. u. MAYORGA, R. A. (1995): Bolivien. In: NOHLEN, D. u. NUSCHELER, F. (Hrsg.): *Handbuch der Dritten Welt*. Band 2: Südamerika. 3. Auflage, Bonn, Dietz, S. 181-218
- NOHLEN, D. u. NUSCHELER, F. (Hrsg.) (1992): *Handbuch der Dritten Welt*. Band 1: Grundprobleme - Theorien - Strategien. 3. Auflage, Bonn, Dietz, 508 S.
- NOHLEN, D. u. NUSCHELER, F. (Hrsg.) (1995): *Handbuch der Dritten Welt*. Band 2: Südamerika. 3. Auflage, Bonn, Dietz, 555 S.
- NOHLEN, D. u. THIBAUT, B. (1995): Struktur- und Entwicklungsprobleme Lateinamerikas. In: NOHLEN, D. u. NUSCHELER, F. (Hrsg.): *Handbuch der Dritten Welt*. Band 2: Südamerika. 3. Auflage, Bonn, Dietz, S. 13-134
- NORDENSKIÖLD, E. FREIHERR VON (1916): Indianermythen vom Rio Beni in Bolivien. *Deutsche Literaturzeitung* 37, Nr. 12, S. 597-612
- NUSCHELER, F. (1996): *Lern- und Arbeitsbuch Entwicklungspolitik*. 4. Auflage, Bonn, Dietz, 560 S.
- NYE, P. H. u. GREENLAND, D. J. (1960): *The soil under shifting cultivation*. Commonwealth Bureau of Soils, Technical Communication No. 51, Harpenden, CAB, 156 S.
- OGDEN, P. (2000): Malthusian model. In: JOHNSTON, R. J. et al. (Hrsg.): *The dictionary of human geography*. 4. Auflage, Oxford, Blackwell, S. 470-471
- ØSTERGAARD, L. (Hrsg.) (1992): *Gender and development: a practical guide*. London, Routledge, 220 S.
- PAGEL, H., ENZMANN, J. u. MUTSCHER, H. (1982): *Pflanzennährstoffe in tropischen Böden - ihre Bestimmung und Bewertung*. Berlin, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, 272 S.
- PAREJA, J, VARGAS, C., SUÁREZ, R., BALLÓN, R., CARRASCO, R. u. VILLAROEL, C. (1978): *Mapa geológico de Bolivia. Memoria explicativa*. La Paz, YPF, GEOBOL, 27 S.
- PEET, R. u. WATTS, M. (Hrsg.) (1996a): *Liberation ecologies: environment, development, social movements*. London, Routledge, 273 S.
- PEET, R. u. WATTS, M. (1996b): *Liberation ecology: development, sustainability, and environment in an age of market triumphalism*. In: PEET, R. u. WATTS, M. (Hrsg.): *Liberation ecologies: environment, development, social movements*. London, Routledge, S. 1-45
- PELUSO, N. L. (1992): *Rich forests, poor people: resource control and resistance in Java*. Berkeley, University of California Press, 321 S.
- PILAND, A. R. (1991): *Traditional chimane agriculture and its relation to soils of the Beni biosphere reserve, Bolivia*. Gainesville, University of Florida (Master of Arts thesis), 176 S.
- PRANCE, G. T. (1989): American tropical forests. In: LIETH, H. u. WERGER, M. J. A. (Hrsg.): *Tropical rain forest ecosystems*. Amsterdam, Elsevier, S. 99-132
- PRICE, M. (1994): *Ecopolitics and environmental nongovernmental organizations in Latin America*. *The Geographical Review* 84, S. 42-58
- PROMENAT (1990): *Informe anual de la estación meteorológica „Sapecho“ (Gestión 1989)*. La Paz (hektogr.), 9 S.

- PROMENAT (1991): Informe anual de la estación meteorológica „Sapecho“ (Gestión 1990). La Paz (hektogr.), 9 S.
- QUIROGA, J. C. (1987): Contradicciones de una colonización dirigida en tierras frágiles del Alto Beni de La Paz - Bolivia. In: DESFIL (Development Strategies for Fragile Lands) (Hrsg.): Memoria de la conferencia usos sostenidos de tierras en laderas. Tomo 1. Quito, S. 209-225
- RAHNEMA, M. (1992): Participation. In: SACHS, W. (Hrsg.): The development dictionary: a guide to knowledge as power. London, Zed Books, S. 116-131
- RAHNEMA, M. (1997): Towards post-development: searching for signposts, a new language and new paradigms. in: RAHNEMA, M. u. BAWTREE, V. (Hrsg.): The post-development reader. London, Zed Books, S. 377-403
- RAHNEMA, M. u. BAWTREE, V. (Hrsg.) (1997): The post-development reader. London, Zed Books, 440 S.
- RASSE, E. (1994): Dynamique des modes d'exploitation agricole de la forêt sur le front pionnier de Yucumo en Amazonie bolivienne. Montpellier, CNEARC/VSF (unveröffentlichte Diplomarbeit), 145 S.
- RAUNKIAER, C. (1934): The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford, Oxford University Press, 632 S.
- REDCLIFT, M. (1992): Sustainable development and popular participation: a framework for analysis. In: GHAI, D. u. VIVIAN, J. (Hrsg.): Grassroots environmental action: people's participation in sustainable development. London, Routledge, S. 23-49
- REHM, S. (Hrsg.) (1986): Grundlagen des Pflanzenbaues in den Tropen und Subtropen. Handbuch der Landwirtschaft und Ernährung in den Entwicklungsländern, Band 3, 2. Auflage, Stuttgart, Eugen Ulmer, 478 S.
- REHM, S. u. ESPIG, G. (1996): Die Kulturpflanzen der Tropen und Subtropen. 3. Auflage, Stuttgart, Ulmer, 528 S.
- RICHARDS, P. W. (1996): The tropical rain forest: an ecological study. 2. Auflage, Cambridge, Cambridge University Press, 575 S.
- RIDDELL, J. B. (1992): Things fall apart again: structural adjustment programmes in sub-Saharan Africa. Journal of Modern African Studies 30, S. 53-68
- RIESTER, J. (1993): Universo mítico de los chimane. Pueblos indígenas de las tierras bajas de Bolivia 1, La Paz, hisbol, 577 S.
- RIJNHOUT, L. u. OOMEN, J. (1994): „Mala leche“. Una historia amarga de desarrollo en el Chapare. La Paz, CEDOIN, 73 S.
- ROBISON, D. M. (1987): A soil-based assessment of the sustainability of a zero-input alternative to shifting cultivation in the tropical moist forest of Alto Beni, Bolivia. University of Reading (unveröffentlichte Doktorarbeit), 256 S.
- ROBISON, D. M. (1995): Comparación del impacto relativo de sistemas de chaqueo y de algunas alternativas cerca a Yucumo, Beni. RURALTER - Revista de Desarrollo Rural Alternativo 13/14, S. 279-296
- ROBISON, D. M. u. DALRYMPLE, J. B. (1989): A soil-based assessment of the sustainability of a zero-input alternative to shifting cultivation in Bolivia. Interciencia 14, S. 329-340
- ROBISON, D. M. u. MCKEAN, S. J. (1992): Shifting cultivation and alternatives. An annotated bibliography, 1972-1989. Wallingford, CAB International, 281 S.
- ROBISON, D. M. u. MCKEAN, S. J. (1994): La clasificación de suelos en la zona de colonización de Yucumo-Rurrenabaque y la trascendencia para implementación de sistemas agroecológicos. Santa Cruz, Agroecología Sierra y Selva (hektogr.), 71 S.
- ROBISON, D. M. u. PIEPENSTOCK, A. (1995): Evaluación del Proyecto de Investigaciones Agroecológicas y Forestales (PIAF). La Paz, DED (hektogr.), 17 S.

- ROCHELEAU, D. u. ROSS, L. (1995): Trees as tools, trees as text: Struggles over resources in Zambrana-Chacuey, Dominican Republic. *Antipode* 27, S. 407-428
- ROCHELEAU, D., THOMAS-SLAYTER, B. u. WANGARI, E. (Hrsg.) (1996): *Feminist political ecology: global issues and local experiences*. London, Routledge, 327 S.
- RONCHAIL, J. (1989): Advections polaires en Bolivie - mise en évidence et caractérisation des effets climatiques. *Hydrologie continentale* 4/1, S. 49-56
- RÜGER, W., PIETSCHNER, J. u. REGENSBURGER, K. (1987): *Photogrammetrie. Verfahren und Geräte zur Kartenherstellung*. 5. Auflage, Berlin, VEB Verlag für Bauwesen, 368 S.
- RURALTER (1995): Desarrollo sostenible en Amazonia. La colonización en cuestión. *RURALTER - Revista de Desarrollo Rural Alternativo* No. 13/14, 2<sup>do</sup> sem. 94/1<sup>er</sup> sem. 95, La Paz, CICDA, 416 S.
- RUTHENBERG, H. (1980): *Farming systems in the tropics*. 3. Auflage, Oxford, Clarendon Press, 424 S.
- RUTHENBERG, H. u. ANDREAE, B. (1982): Landwirtschaftliche Betriebssysteme in den Tropen und Subtropen. In: BLANCKENBURG, P. VON (Hrsg.): *Sozialökonomie der ländlichen Entwicklung. Handbuch der Landwirtschaft und Ernährung in den Entwicklungsländern*, Band 1, 2. Auflage, Stuttgart, Eugen Ulmer, S. 125-173
- SACHS, W. (Hrsg.) (1992): *The development dictionary: a guide to knowledge as power*. London, Zed Books, 306 S.
- SACHS, W. (2000): *Development: the rise and decline of an ideal*. Wuppertal Papers 108, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, 29 S.
- SALDÍAS, M., QUEVEDO, R., GARCÍA, B., LAWRENCE, A. u. JOHNSON, J. (1994): *Guía para uso de arboles en sistemas agroforestales para Santa Cruz, Bolivia*. Santa Cruz, CIAT u.a., 188 S.
- SANABRIA, H. (1993): *The coca boom and rural social change in Bolivia*. Ann Arbor, The University of Michigan Press, 277 S.
- SÁNCHEZ, P. A. (1981): *Suelos del trópico. Características y manejo*. San José, IICA, 634 S.
- SAUMA, G. (1996): *Glycine (Neonotonia wightii (Wight & Arnott) Lackey)*. in: MENESES, R., WAAIJENBERG, H. u. PIEROLA, L. (Hrsg.): *Las leguminosas en la agricultura boliviana. Revisión de información*. Cochabamba, CIAT, S. 371-376
- SCHLATTER, L. E. u. NEDERLOF, M. H. (1966): *Bosquejo de la geología y paleogeografía de Bolivia*. GEOBOL, Boletín 8, La Paz, 49 S.
- SCHLICHTING, E., BLUME, H.-P. u. STAHR, K. (1995): *Bodenkundliches Praktikum*. 2. Auflage, Berlin, Blackwell, 295 S.
- SCHLOTTMANN, A. (1998): *Entwicklungsprojekte als "strategische Räume". Eine aktorsorientierte Analyse von sozialen Schnittstellen am Beispiel eines ländlichen Entwicklungsprojektes in Tanzania*. Freiburger Studien zur Geographischen Entwicklungsforschung 15, Saarbrücken, Verlag für Entwicklungspolitik, 156 S.
- SCHMIDT, J. (1998): *Modellbildung und Prognose zur Wassererosion*. In: RICHTER, G. (Hrsg.): *Bodenerosion. Analyse und Bilanz eines Umweltproblems*. Darmstadt, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, S. 137-151
- SCHMIDT-LORENZ, R. (1986): *Die Böden der Tropen und Subtropen*. In: REHM, S. (Hrsg.): *Grundlagen des Pflanzenbaues in den Tropen und Subtropen. Handbuch der Landwirtschaft und Ernährung in den Entwicklungsländern*, Band 3, 2. Auflage, Stuttgart, Eugen Ulmer, S. 47-92
- SCHMINK, M. u. WOOD, C. H. (1992): *Contested frontiers in Amazonia*. New York, Columbia University Press, 387 S.
- SCHOOP, W. (1970): *Vergleichende Untersuchungen zur Agrarkolonisation der Hochlandindianer am Andenabfall und im Tiefland Ostboliviens*. Aachener Geographische Arbeiten, Heft 4, Wiesbaden, 298 S.



- SCHROEDER, R. A. u. SURYANATA, K. (1996): Gender and class power in agroforestry systems: case studies from Indonesia and West Africa. In: PEET, R. u. WATTS, M. (Hrsg.): *Liberation ecologies: environment, development, social movements*. London, Routledge, S. 188-204
- SCHULZ, B. (1994): Ökologischer Landbau im Südosten Brasiliens. *Der Tropenlandwirt*, Beiheft Nr. 51, Witzenhausen, Selbstverlag des Verbandes der Tropenlandwirte, 200 S.
- SCHWERDTFEGGER, W. (Hrsg.) (1976): *Climates of Central and South America. World Survey of Climatology Volume 12*, Amsterdam, Elsevier, 532 S.
- SÉBRIER, M., LAVENU, A., FORNARI, M. u. SOULAS, J.-P. (1988): Tectonics and uplift in Central Andes (Peru, Bolivia and Northern Chile) from eocene to present. *Géodynamique* 3 (1-2), S. 85-106
- SEIBERT, P. (1996): *Farbatlas Südamerika. Landschaften und Vegetation*. Stuttgart, Ulmer, 288 S.
- SEIDEL, R. (1995): Inventario de los árboles en tres parcelas de bosque primario en la Serranía de Marimonos, Alto Beni. *Ecología en Bolivia* 25, S. 1-35
- SEIDEL, R. u. VARGAS, E. (1994): *Vegetación de Alto Beni, Dpto. La Paz*. La Paz, Herbario Nacional de Bolivia (hektogr.), 7 S.
- SIGLE, M. (1993): Bodenfruchtbarkeit, Lichtkonkurrenz und Ertragsbildung von agroforstlichen Systemen im humiden Tiefland Zentralboliviens. *Wendlingen*, Verlag Ulrich E. Grauer, 151 S.
- SIMMONS, P. (1992): 'Women in development': a threat to liberation. *The Ecologist* 22, S. 16-21
- SOIL CONSERVATION SERVICE (1951): *Soil survey manual*. USDA Agriculture Handbook No. 18. Washington D.C., 503 S.
- SOIL SURVEY STUFF (1975): *Soil taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys*. USDA Agriculture Handbook No. 436. Washington D.C., 754 S.
- SOIL SURVEY STUFF (1996): *Keys to soil taxonomy*. 6. Auflage, Washington, D.C., 644 S.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (1991): *Länderbericht Bolivien 1991*. Wiesbaden, Metzler/Poeschel, 113 S.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (Hrsg.) (2000): *Datenreport 1999. Zahlen und Fakten über die Bundesrepublik Deutschland*. Bonn, Bundeszentrale für politische Bildung, 623 S.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2001): *Zahlen & Fakten – Basisdaten – Bevölkerung*. <http://www.statistikbund.de/basis/d/bevoe/bevoetab3.htm> (29. Jan. 2001)
- STEARMAN, A. M. (1982): Colonization and the tropical ecosystem of Bolivia. *Florida Scientist* 45, S. 94-100
- STOLZ, R., BECK, S. G., ESPIG, G., HANAGARTH, W. u. ROTH, H. H. (1986): *Möglichkeiten zur Nutzung der Tropenwaldressourcen in Nord- und Ostbolivien unter Einbeziehung ökologischer Aspekte*. Forschungsauftrag des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit, Bonn, 310 S.
- STROBL, J. (1988): Reliefanalyse mit dem Computer. *Geographische Rundschau* 40, H. 5, S. 38-43
- SZOTT, L. T., PALM, C. A. u. SÁNCHEZ, P. A. (1991): Agroforestry in acid soils of the humid tropics. *Advances in Agronomy* 45, S. 275-301
- TCA (Tratado de Cooperación Amazónica) (1994): *Zonificación ecológica-económica: Instrumento para la conservación y el desarrollo sostenible de los recursos de la Amazonia*. Lima, 382 S.
- TEEFFELEN, P. VAN, GRUNSVEN, L. VAN u. VERKOREN, O. (Hrsg.) (1992): *Possibilities and constraints of GIS applications in developing countries*. Netherlands Geographical Studies 152, Utrecht, 117 S.
- TETZLAFF, R. (1992): *Strukturanpassung – das kontroverse entwicklungspolitische Paradigma in den Nord-Süd-Beziehungen*. In: NOHLEN, D. u. NUSCHELER, F. (Hrsg.): *Handbuch der Dritten Welt. Band 1: Grundprobleme - Theorien - Strategien*. 3. Auflage, Bonn, Dietz, S. 420-445
- THIELE, G. (1990): *Are peasant farming systems in the Amazon sustainable?* Institute of Development Studies Discussion Paper 282, Brighton, Institute of Development Studies, 24 S.

- TROLL, C. (1943): Die Stellung der Indianer-Hochkulturen im Landschaftsaufbau der tropischen Anden. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, S. 93-128
- TROLL, C. (1959): Die tropischen Gebirge. Ihre dreidimensionale klimatische und pflanzengeographische Zonierung. Bonner Geographische Abhandlungen, Heft 25, Bonn, 93 S.
- TRUJILLO, G. (1993): El Ceibo, Bolivia. Case study profile 4. In: BEBBINGTON, A. u. THIELE, G.: Non-governmental organizations and the state in Latin America. London, Routledge, S. 234-239
- TÜTING, L. (1990): Imperialismus im Forscherlook. Die Problematik von Kurzzeitforschungen für Diplom- und Doktorarbeiten. Entwicklung und Zusammenarbeit 31, Heft 9, S. 20-21
- ULBERT, V. (1995): Erfahrungen mit partizipativen Erhebungsmethoden in der wissenschaftlichen Forschung und in der entwicklungspolitischen Praxis. Fallbeispiel: Umweltprobleme von Frauen im ecuadorianischen Regenwald. Entwicklungsethnologie 4 (2), S. 75-99
- UNDP (United Nations Development Programme) (2000): Human development report 2000. <http://www.undp.org/hdr2000/home.html> (29. Nov. 2000)
- UNE, M. Y. (1982): An analysis of the effects of frost on the principal coffee areas of Brazil. GeoJournal 6, S. 129-140
- VARESCHI, V. (1980): Vegetationsökologie der Tropen. Stuttgart, Eugen Ulmer, 294 S.
- VARGAS, G. (1996): Diagnóstico del avance de la participación popular. Perspectivas de cooperación del DED a nivel municipal. Cochabamba, CERES (hektogr.), 68 S.
- VARGAS, L. (1997): Vida y medicina tradicional de los mosetenes de Muchanes. Ecología en Bolivia 29, S. 19-44
- VAYDA, A. P. u. WALTERS, B. B. (1999): Against political ecology. Human Ecology 27, S. 167-179
- VELASCO, R. (2000): La novela de los orígenes. La Razón, 27.05.2000, <http://www.la-razon.com/cuerpoc/portada.htm> (27. Mai 2000)
- VENNEN, N. (1998): Die polaren Kaltluftinbrüche in den südamerikanischen Tropen anhand der Auswertung von vorliegenden Klimadaten. Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Geographisches Institut (unveröffentlichte Examensarbeit), 109 S.
- VIVIAN, J. (1992): Foundations for sustainable development: participation, empowerment and local resource management. In: GHAI, D. u. VIVIAN, J. (Hrsg.): Grassroots environmental action: people's participation in sustainable development. London, Routledge, S. 50-77
- VIVIAN, J. (1994): NGOs and sustainable development in Zimbabwe: no magic bullets. Development and Change 25, S. 167-193
- VILLAROEL, J. (1988): Manual práctico para la interpretación de análisis de suelos en laboratorio. AGRUCO Serie técnica No. 10, Cochabamba, AGRUCO, 34 S.
- VOGEL, K.-H. (1988): EL CEIBO eine Herausforderung für die Kakaobauern des Alto Beni. Boletín de la cámara de comercio e industria boliviano-alemana 3/88, La Paz, S. 1-11
- VSF (Veterinarios Sin Fronteras) (1995): Diagnóstico para la implementación de la reserva de biosfera - territorio indígena Pilon Lajas. La Paz, 183 S.
- WAGNER, C. (2001): Paulo Freire (1921 - 1997). Alphabetisierung als Erziehung zur Befreiung. Entwicklung und Zusammenarbeit 42, S. 17-19
- WALTER, H. u. BRECKLE, S.-W. (1984): Ökologie der Erde. Band 2: Spezielle Ökologie der Tropischen und Subtropischen Zonen. Stuttgart, Gustav Fischer, 461 S.
- WALTER, H. u. BRECKLE, S.-W. (1991): Ökologie der Erde. Band 1: Ökologische Grundlagen in globaler Sicht. 2. Auflage, Stuttgart, Gustav Fischer, 238 S.

- WATTS, M. (1993): Development I: power, knowledge, discursive practice. *Progress in Human Geography* 17, S. 257-272
- WATTS, M. (1994): Development II: the privatization of everything?. *Progress in Human Geography* 18, S. 371-384
- WATTS, M. (2000a): Development. In: JOHNSTON, R. J. et al. (Hrsg.): *The dictionary of human geography*. 4. Auflage, Oxford, Blackwell, S. 166-171
- WATTS, M. (2000b): Neo-liberalism. In: JOHNSTON, R. J. et al. (Hrsg.): *The dictionary of human geography*. 4. Auflage, Oxford, Blackwell, S. 547-548
- WATTS, M. (2000c): Political ecology. In: JOHNSTON, R. J. et al. (Hrsg.): *The dictionary of human geography*. 4. Auflage, Oxford, Blackwell, S. 590-593
- WATTS, M. (2000d): Post-development. In: JOHNSTON, R. J. et al. (Hrsg.): *The dictionary of human geography*. 4. Auflage, Oxford, Blackwell, S. 615
- WATTS, M. (2000e): Structural adjustment. In: JOHNSTON, R. J. et al. (Hrsg.): *The dictionary of human geography*. 4. Auflage, Oxford, Blackwell, S. 792-794
- WATTS, M. u BOHLE, H.-G. (1993): The space of vulnerability: the causal structure of hunger and famine. *Progress in Human Geography* 17, S. 43-67
- WEBERBAUER, A. (1911): Die Pflanzenwelt der peruanischen Anden. *Die Vegetation der Erde* 12, Leipzig, Engelmann, 355 S.
- WEIBEL, R. u. HELLER, M. (1991): Digital terrain modelling. In: MAGUIRE, D. J., GOODCHILD, M. F. u. RHIND, D. W. (Hrsg.): *Geographical Information Systems. Principles and applications. Volume 1: Principles*. London, Longman, S. 269-297
- WEISCHET, W. (1980): Die ökologische Benachteiligung der Tropen. 2. Auflage, Stuttgart, Teubner, 127 S.
- WEISCHET, W. (1996): Regionale Klimatologie. Teil 1 Die Neue Welt: Amerika, Neuseeland, Australien. Stuttgart, Teubner, 468 S.
- WELTNER, K. (1996): Die Böden im Nationalpark Doi Inthanon (Nordthailand) als Indikatoren der Landschaftsgenese und Landnutzungseignung. *Frankfurter geowissenschaftliche Arbeiten, Serie D, Band 22*, Frankfurt a. M., 259 S.
- WHITMORE, T. C. (1993): *Tropische Regenwälder. Eine Einführung*. Heidelberg, Spektrum Akademischer Verlag, 275 S.
- WIENEKE, F. u. FRIEDRICH, T. (1983): *Agrartechnik in den Tropen. Band 1*, 2. Auflage, Frankfurt/Main, DLG-Verlag, 299 S.
- WIERINGA, S. (1994): Women's interests and empowerment: gender planning reconsidered. *Development and Change* 25, S. 829-848
- WIESMANN, U. (1998): Sustainable regional development in rural Africa: conceptual framework and case studies from Kenya. *Geographica Bernensia, African Studies Series A 14*, University of Berne, Institute of Geography, 286 S.
- WILKINS, J. V. (1988): La búsqueda de una alternativa viable a la agricultura de corte y quema en las llanuras bajas de Bolivia. *Documento de Trabajo No. 71*, Santa Cruz, CIAT, 32 S.
- WIRTHMANN, A. (1977): Erosive Hangentwicklung in verschiedenen Klimaten. *Z. Geomorph. N. F. Suppl.* 28, S. 42-61
- WIRTHMANN, A. (1987): *Geomorphologie der Tropen. Erträge der Forschung, Band 248*, Darmstadt, Wissenschaftliche Buchgesellschaft (2., unveränderte Auflage 1994), 222 S.
- WISCHMAIER, W. H. u. SMITH, D. D. (1965): Predicting rainfall-erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains. *USDA Agriculture Handbook No. 282*, Washington D.C.

- WITT, M. (1998): Der Fondo de Inversión Social. Ein effizientes entwicklungspolitisches Instrument zur Bekämpfung der Armut in Bolivien? Göttinger Studien zur Entwicklungsökonomik 6, Frankfurt am Main, Vervuert, 374 S.
- WÖHLCKE, M. (1989): Der Fall Lateinamerika. Die Kosten des Fortschritts. München, Beck, 152 S.
- WOLF, G. V. (1993): Vielseitig genutzte Baumarten in der Agroforstwirtschaft. *entwicklung + ländlicher raum* 5/95, S. 25-27
- WOOD, P. J. u. BURLEY, J. (1995): Un árbol para todo propósito. Introducción y evaluación de arboles de uso múltiple para agroforestería. San José, ICRAF/IICA, 180 S.
- WORLD BANK (1996a): Social indicators of development 1996. Baltimore, The John Hopkins University Press, 397 S.
- WORLD BANK (1996b): Trends in developing economies 1996. Washington, D.C., 590 S.
- WORLD BANK (1998): Bolivia at a glance. 10/1/98, [http://www.worldbank.org/data/countrydata/aag/bol\\_aag.pdf](http://www.worldbank.org/data/countrydata/aag/bol_aag.pdf) (15. Nov. 1998).
- WORLD BANK (1999): Bolivia at a glance. 9/21/99, [http://www.worldbank.org/data/countrydata/aag/bol\\_aag.pdf](http://www.worldbank.org/data/countrydata/aag/bol_aag.pdf) (16. Feb. 2000)
- WORLD BANK (2000): Bolivia at a glance. 9/6/00, [http://www.worldbank.org/data/countrydata/aag/bol\\_aag.pdf](http://www.worldbank.org/data/countrydata/aag/bol_aag.pdf) (29. Nov. 2000)
- YOUNG, A. (1989): Agroforestry for soil conservation. Wallingford, CAB International, 276 S.
- YOUNG, A. (1993): Agroforestry as a viable alternative for soil conservation. *entwicklung + ländlicher raum* 5/93, S. 3-7
- YOUNG, A. (1997): Agroforestry for soil management. 2. Auflage (von YOUNG 1989), Wallingford, CAB International, 320 S.
- ZEIL, W. (1979): The Andes: a geological review. Beiträge zur regionalen Geologie der Erde, Band 13, Berlin, Bornträger, 260 S.
- ZEIL, W. (1986): Südamerika. Geologie der Erde, Band 1, Stuttgart, Enke, 160 S.
- ZEISS (1994): P-CAP. PC-Software für Orientierung und numerische Datenerfassung am Planicom. Bedienungsanleitung, Oberkochen, Carl Zeiss
- ZEISS (1999): CADMAP/dgn. Computer aided drafting, mapping and photogrammetry with MicroStation. Reference Manual, Oberkochen, Carl Zeiss, 144 S.
- ZEPP, H. u. MÜLLER, M. J. (Hrsg.) (1999): Landschaftsökologische Erfassungsstandards. Ein Methodenbuch. Forschungen zur deutschen Landeskunde, Band 244, Flensburg, Deutsche Akademie für Landeskunde, Selbstverlag, 537 S.
- ZIMMERER, K. S. (1994): Human geography and the 'new ecology': the prospect and promise of integration. *Annals of the Association of American Geographers* 84(1), S. 108-125
- ZIMMERER, K. S. (1996): Ecology as cornerstone and chimera in human geography. In: EARLE, C., MATHEWSON, K. u. KENZER, M. S. (Hrsg.): *Concepts in Human Geography*. Lanham, Rowman & Littlefield Publishers, S. 161-188



# Kartenverzeichnis

- AHLFELD, F. (1960): Mapa geológico de Bolivia (parte andina). Escala 1 : 1.500.000
- FAO-UNESCO (1970a): Soil map of the world 1 : 5.000.000 South America, Sheet IV-1, Paris, UNESCO
- FAO-UNESCO (1970b): Soil map of the world 1 : 5.000.000 South America, Sheet IV-2, Paris, UNESCO
- HUECK, K. (1972): Mapa de la vegetación de América del Sur. Escala 1 : 8.000.000, Stuttgart, Gustav Fischer
- IGM (1981): Mapa del departamento de La Paz, Escala 1 : 500.000. La Paz, IGM
- IGM (1994): Mapa político de Bolivia, Escala 1 : 1.000.000. La Paz, IGM
- IGM (1996): Mapa físico de Bolivia, Escala 1 : 1.000.000. 2. Auflage, La Paz, IGM
- IGM-JICA (1996): Bolivia 1 : 50.000: Hojas 6046 I Caranavi, 6047 I Comunidad Mayaya, 6047 II Calama, 6146 I San Miguel de Huachi, 6146 IV Rosario Entre Ríos, 6147 I Inicua, 6147 II Palos Blancos, 6147 III Sapecho, 6147 IV Estancia Tohomonoco, 6246 IV Covendo, 6247 III Serranía Marimonos. La Paz, IGM-JICA
- KÖPPEN, W. u. GEIGER, R. (1980): Die Klimate der Erde. Maßstab 1 : 50.000.000 In: BLÜTHGEN, J. u. WEISCHET, W.: Kartenbeilage
- MARTINEZ, C. u. TOMASI, P. (1978): Carte structurale des Andes Septentrionales de Bolivie - Mapa estructural de los Andes Septentrionales de Bolivia. O.R.S.T.O.M., GEOBOL, Échelle 1 : 1.000.000
- RIBERA, M. O., LIBERMANN, M., BECK, S. u. MORAES, M. (1994): Mapa de la vegetación y áreas protegidas de Bolivia. La Paz, Escala 1 : 1.500.000
- TROLL, C. u. PAFFEN, K. H. (1980): Seasonal climates of the Earth - Jahreszeitenklimate der Erde. Maßstab 1 : 45.000.000, 2. Auflage. In: BLÜTHGEN, J. u. WEISCHET, W.: Kartenbeilage

# Anhang

## Inhalt:

Tab. A.1: Hangneigungsstufen für die Bodenkartierung im Alto Beni

Tab. A.2 - A.6: Numerische Auswertungen der digitalen Geländemodelle der Bauern A bis E

Erläuterungen zu den Bodenprofilen

Profilbeschreibungen der Bodenprofile A6, A7, B9, B10, C9, C10, C11, C12, D6, D8, D9,  
E6, E7, E8

Tab. A.1: Hangneigungsstufen für die Bodenkartierung im Alto Beni (verändert nach ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG 1996)

Kurzzeichen	Bezeichnung	Neigung in °	Neigung in %	
1	nicht geneigt, eben	< 1	< 2	Flachlagen
2	sehr schwach geneigt	1 - 2	2 - 3,5	
3	schwach geneigt	2 - 5	3,5 - 9	
4	mittel geneigt	5 - 10	9 - 18	Hanglagen
5	stark geneigt	10 - 15	18 - 27	
6	sehr stark geneigt	15 - 20	27 - 36	
7	steil	20 - 30	36 - 58	
8	sehr steil, schroff	30 - 45	58 - 100	
9	sehr schroff	> 45	> 100	

Tab. A.2: Numerische Auswertung des digitalen Geländemodells von Bauer A

---

Digitales Geländemodell Bauer A  
 Numerische Auswertung  
 Flächeninhalt und statistische Daten

X von 667050.000 bis 668100.000  
 Y von 8282800.000 bis 8283350.000  
 Z von 466.100 bis 574.320

Grundfläche : 57.750 ha  
 Oberfläche : 58.443 ha

Mittlere Höhe : 521.799 m  
 Auflösung in x,y : 1.000 m  
 Auflösung in z : 0.003 m

---

Statistik der Höhen:

Bereich [m]	Fläche [ha]	...	[%]	S [%]	* = 2%
< 480.00	0.326	0.567	0.567		
< 490.00	1.550	2.698	3.266	*	
< 500.00	3.510	6.112	9.377	***	
< 510.00	5.722	9.963	19.340	****	
< 520.00	11.819	20.577	39.918	*****	
< 530.00	10.927	19.025	58.943	*****	
< 540.00	10.006	17.421	76.364	*****	
< 550.00	7.189	12.516	88.880	*****	
< 560.00	4.518	7.865	96.746	***	
< 570.00	1.527	2.659	99.404	*	
< 580.00	0.337	0.587	99.991		

---

Statistik der Expositionen:

Richtung	Fläche [ha]	...	[%]	S [%]	* = 2%
-	0.000	0.000	0.000		
N	21.207	36.923	36.923	*****	
NO	5.200	9.054	45.977	****	
O	0.991	1.726	47.703		
SO	3.086	5.373	53.075	**	
S	0.447	0.778	53.853		
SW	0.093	0.162	54.015		
W	1.982	3.451	57.466	*	
NW	24.425	42.526	99.991	*****>	

---

Statistik der Hangwinkel:

Bereich [Grad]	Fläche [ha]	...	[%]	S [%]	* = 2%
-	0.000	0.000	0.000		
< 5.00	20.399	35.517	35.517	*****	
< 10.00	28.605	49.804	85.320	*****>	
< 15.00	7.089	12.342	97.662	*****	
< 20.00	1.125	1.958	99.620		
< 25.00	0.175	0.305	99.925		
< 30.00	0.028	0.049	99.974		
< 35.00	0.007	0.013	99.986		
< 40.00	0.003	0.005	99.991		

---

stata.dat 18.08.2000



Tab. A.3: Numerische Auswertung des digitalen Geländemodells von Bauer B

Digitales Geländemodell Bauer B  
 Numerische Auswertung  
 Flächeninhalt und statistische Daten

X von 679150.000 bis 679950.000  
 Y von 8280550.000 bis 8281550.000  
 Z von 415.048 bis 510.580

Grundfläche = 80.000 ha  
 Oberfläche = 82.389 ha

Mittlere Höhe .. : 457.125 m  
 Auflösung in x,y : 1.000 m  
 Auflösung in z : 0.003 m

Statistik der Höhen:

Bereich [m]	Fläche [ha]	...	[%]	S [%]	* = 2%
< 430.00	3.216	4.038	4.038	**	
< 440.00	10.652	13.374	17.412	*****	
< 450.00	10.129	12.717	30.130	*****	
< 460.00	13.447	16.884	47.014	*****	
< 470.00	14.658	18.404	65.418	*****	
< 480.00	10.810	13.572	78.991	*****	
< 490.00	8.175	10.265	89.255	*****	
< 500.00	5.727	7.190	96.446	***	
< 510.00	2.709	3.401	99.847	*	
< 520.00	0.117	0.147	99.994		

Statistik der Expositionen:

Richtung	Fläche [ha]	...	[%]	S [%]	* = 2%
-	0.000	0.000	0.000		
N	7.756	9.738	9.738	****	
NO	6.805	8.544	18.282	****	
O	1.624	2.040	20.322	*	
SO	7.531	9.456	29.778	****	
S	14.229	17.866	47.643	*****	
SW	16.283	20.444	68.088	*****	
W	13.954	17.521	85.609	*****	
NW	11.457	14.385	99.994	*****	

Statistik der Hangwinkel:

Bereich [Grad]	Fläche [ha]	...	[%]	S [%]	* = 2%
-	0.000	0.000	0.000		
< 5.00	9.764	12.259	12.259	*****	
< 10.00	29.539	37.089	49.348	*****	
< 15.00	25.444	31.946	81.294	*****	
< 20.00	10.731	13.474	94.768	*****	
< 25.00	3.048	3.827	98.596	*	
< 30.00	0.838	1.052	99.647		
< 35.00	0.223	0.280	99.927		
< 40.00	0.055	0.057	99.994		

statb.dat 12.09.2000

Tab. A.4: Numerische Auswertung des digitalen Geländemodells von Bauer C

Digitales Geländemodell Bauer C  
 Numerische Auswertung  
 Flächeninhalt und statistische Daten

X von 696550.000 bis 697500.000  
 Y von 8267400.000 bis 8268300.000  
 Z von 432.010 bis 448.840

Grundfläche = 85.500 ha  
 Oberfläche = 85.583 ha

Mittlere Höhe .. : 438.038 m  
 Auflösung in x,y : 1.000 m  
 Auflösung in z : 0.001 m

Statistik der Höhen:

Bereich [m]	Fläche [ha]	...	[%]	S [%]	* = 2%
< 435.00	4.962	5.829	5.829	**	
< 437.50	35.352	41.525	47.354	*****	
< 440.00	27.023	31.742	79.095	*****	
< 442.50	4.677	5.494	84.589	**	
< 445.00	4.047	4.753	89.342	**	
< 447.50	8.787	10.321	99.663	*****	
< 450.00	0.281	0.331	99.994		

Statistik der Expositionen:

Richtung	Fläche [ha]	...	[%]	S [%]	* = 2%
-	0.001	0.001	0.001		
N	10.980	12.897	12.898	*****	
NO	19.766	23.217	36.115	*****	
O	13.224	15.532	51.648	*****	
SO	9.409	11.052	62.699	*****	
S	6.138	7.210	69.909	***	
SW	7.923	9.306	79.216	****	
W	7.797	9.159	88.374	****	
NW	9.893	11.620	99.994	*****	

Statistik der Hangwinkel:

Bereich [Grad]	Fläche [ha]	...	[%]	S [%]	* = 2%
-	0.001	0.001	0.001		
< 2.00	64.531	75.798	75.799	*****>	
< 7.00	19.353	22.732	98.531	*****	
< 15.00	1.217	1.430	99.961		
< 30.00	0.027	0.032	99.993		

statc.dat 27.09.2000

Tab. A.5: Numerische Auswertung des digitalen Geländemodells von Bauer D

Digitales Geländemodell Bauer D  
 Numerische Auswertung  
 Flächeninhalt und statistische Daten

X von 703700.000 bis 704300.000  
 Y von 8263400.000 bis 8264550.000  
 Z von 452.010 bis 583.120

Grundfläche = 69.000 ha  
 Oberfläche = 70.938 ha

Mittlere Höhe .. : 504.683 m  
 Auflösung in x,y : 1.000 m  
 Auflösung in z : 0.004 m

Statistik der Höhen:

Bereich [m]	Fläche [ha]	...	[%]	S [%]	* = 2%
< 460.00	7.419	10.806	10.806	*****	
< 470.00	6.269	9.130	19.936	****	
< 480.00	5.919	8.621	28.558	****	
< 490.00	7.230	10.531	39.089	*****	
< 500.00	9.411	13.708	52.797	*****	
< 510.00	5.497	8.007	60.803	****	
< 520.00	5.706	8.311	69.114	****	
< 530.00	5.493	8.001	77.116	****	
< 540.00	4.599	6.699	83.814	***	
< 550.00	2.945	4.290	88.104	**	
< 560.00	3.201	4.662	92.766	**	
< 570.00	3.697	5.385	98.152	**	
< 580.00	1.264	1.841	99.993		

Statistik der Expositionen:

Richtung	Fläche [ha]	...	[%]	S [%]	* = 2%
-	0.000	0.000	0.000		
N	1.160	1.690	1.690		
NO	0.715	1.041	2.730		
O	3.102	4.517	7.248	**	
SO	14.796	21.552	28.799	*****	
S	15.248	22.209	51.009	*****	
SW	11.325	16.495	67.504	*****	
W	13.635	19.860	87.364	*****	
NW	8.671	12.629	99.993	*****	

Statistik der Hangwinkel:

Bereich [Grad]	Fläche [ha]	...	[%]	S [%]	* = 2%
-	0.000	0.000	0.000		
< 5.00	16.085	23.429	23.429	*****	
< 10.00	23.016	33.524	56.952	*****	
< 15.00	16.347	23.810	80.762	*****	
< 20.00	8.827	12.857	93.619	*****	
< 25.00	3.089	4.499	98.118	**	
< 30.00	0.986	1.436	99.554		
< 35.00	0.232	0.338	99.891		
< 40.00	0.054	0.079	99.971		

statd.dat 03.11.2000

Tab. A.6: Numerische Auswertung des digitalen Geländemodells von Bauer E

---

Digitales Geländemodell Bauer E  
 Numerische Auswertung  
 Flächeninhalt und statistische Daten

X von 705350.000 bis 706000.000  
 Y von 8261500.000 bis 8262800.000  
 Z von 452.030 bis 562.110

Grundfläche = 84.500 ha  
 Oberfläche = 86.057 ha

Mittlere Höhe .. : 501.223 m  
 Auflösung in x,y : 1.000 m  
 Auflösung in z : 0.003 m

---

Statistik der Höhen:

Bereich [m]	Fläche [ha]	...	[%]	S [%]	* = 2%
< 460.00	0.947	1.125	1.125		
< 470.00	4.365	5.189	6.314	**	
< 480.00	7.745	9.207	15.522	****	
< 490.00	16.208	19.269	34.791	*****	
< 500.00	12.132	14.423	49.214	*****	
< 510.00	18.014	21.416	70.630	*****	
< 520.00	10.976	13.049	83.679	*****	
< 530.00	8.588	10.210	93.890	*****	
< 540.00	3.661	4.353	98.242	**	
< 550.00	1.088	1.293	99.536		
< 560.00	0.386	0.458	99.994		

---

Statistik der Expositionen:

Richtung	Fläche [ha]	...	[%]	S [%]	* = 2%
-	0.014	0.016	0.016		
N	2.633	3.130	3.147	*	
NO	8.215	9.766	12.913	****	
O	13.352	15.873	28.786	*****	
SO	19.639	23.348	52.134	*****	
S	17.898	21.278	73.411	*****	
SW	13.483	16.030	89.441	*****	
W	5.857	6.963	96.404	***	
NW	3.020	3.590	99.994	*	

---

Statistik der Hangwinkel:

Bereich [Grad]	Fläche [ha]	...	[%]	S [%]	* = 2%
-	0.014	0.016	0.016		
< 5.00	38.438	45.697	45.714	*****>	
< 10.00	26.753	31.805	77.519	*****	
< 15.00	11.236	13.358	90.877	*****	
< 20.00	4.555	5.415	96.292	**	
< 25.00	1.740	2.069	98.361	*	
< 30.00	0.720	0.856	99.217		
< 35.00	0.310	0.369	99.586		
< 40.00	0.344	0.409	99.994		

---

state.dat 19.11.2000



## Erläuterungen zu den Bodenprofilen

Profilbeschreibung (Abschnitte 1 und 2) nach FAO (1977, 1990), falls nicht anders angegeben.

### 1 Allgemeine Information

- 1.2.1 Bodentyp: FAO: nach FAO (1988)  
USDA: nach SOIL SURVEY STUFF (1975, 1996)
- 1.3.5 Hangneigungsstufen: nach Tabelle A.1

### 2 Beschreibung des Profils

Horizontsymbole nach FAO (1988, 1990)  
Bodenfarbe nach MUNSELL (1975)  
Bodenart nach FAO (1990), in Klammern nach AG BODEN (1994)  
Organische Substanz, Bodengefüge, Durchwurzelungsintensität und Carbonatgehalt nach AG BODEN (1994)  
pH-Wert gemessen in H<sub>2</sub>O

### 3 Laboruntersuchungen

Maßeinheiten und Symbole (in der Reihenfolge ihres Auftretens):

TRD	Trockenraumdichte
PV	Porenvolumen
LD <sub>eff</sub>	effektive Lagerungsdichte
gS	Grobsand (630-2.000 µm Ø)
mS	Mittelsand (200-630 µm Ø)
fS	Feinsand (63-200 µm Ø)
S	Sand (63-2000 µm Ø)
gU	Grobschluff (20-63 µm Ø)
mU	Mittelschluff (6,3-20 µm Ø)
fU	Feinschluff (2-6,3 µm Ø)
U	Schluff (2-63 µm Ø)
T	Ton (< 2 µm Ø)
AGB	AG BODEN (1994)
FAO	FAO (1990)
EC	elektrische Leitfähigkeit
mS	Millisiemens
C <sub>org</sub>	organischer Gesamtkohlenstoff
N <sub>t</sub>	Gesamtstickstoff
P <sub>a</sub>	austauschbarer Phosphor
mval	Milliäquivalent
S-Wert	Summe der basischen Austauschaktionen
AK <sub>eff</sub>	effektive Austauschkapazität bei Boden-pH
BS	Basensättigung

## Beschreibung der Bodenprofile auf dem Grundstück von Bauer A Profil Nr. A6

### 1 Allgemeine Information

#### 1.1 Registrierung und Lokalisierung

- 1.1.1 Profilnummer: A6 (LPCAA6)
- 1.1.2 Intensität der Profilaufnahme: 2 Normale Profilaufnahme
- 1.1.3 Aufnahmedatum: 960130 30. Januar 1996
- 1.1.4 Bearbeiter: Jörg Elbers, Eduardo Trujillo, Alejandro Serna
- 1.1.5 Bodeneinheit:
- 1.1.6 Ortsbeschreibung: Profil in der Parzelle mit veredeltem Kakao, unmittelbar nördlich des Fußweges, am Rande des Grabens, auf dem Grundstück von Bauer A, Nr. 8 der Kolonie Ocampo, Area I, etwa 2,1 km nordnordöstlich von Santa Rosa, Provinz Caranavi, Departamento La Paz, Bolivien.
- 1.1.7 Höhe über NN: 524 m
- 1.1.8 Kartenblatt der Carta Nacional 1:50.000 und UTM-Koordinaten:  
6147 III Sapecho East: 667.345 North: 8.283.024
- 1.1.9 Geographische Koordinaten:  $\lambda$ : 67°26'25"W  $\varphi$ : 15°31'21"S

#### 1.2 Bodenklassifizierung

- 1.2.1 Bodentyp: FAO: Stagnic Luvisol (LVj)  
USDA: Aeric Albaqualf
- 1.2.2 Bodenklima  
Bodentemperaturregime: IH Isohyperthermic  
Bodenfeuchteregime: UD Udic

#### 1.3 Geländeform und Topographie

- 1.3.1 Topographie: R - H Stark wellig bis hügelig
- 1.3.2 Relieftyp: HI Hügel
- 1.3.3 Geländeform: SL Hang
- 1.3.4 Geländedeposition: MS Mittelhang
- 1.3.5 Hangneigung: 8° 4 Mittel geneigt  
Hangform: S Gestreckt Exposition: 355° Nord
- 1.3.6 Mikrorelief: HM Wellig

#### 1.4 Landnutzung und Vegetation

- 1.4.1 Landnutzung: AT1 Kakaopflanzung (*Theobroma cacao*), 4jährige veredelte Pflanzen, mit den Schattenbäumen Pacay (*Inga* spp.), Toco (*Schizolobium* sp.), Motacú (*Attalea phalerata*), Caliandra arbustiva del río (*Calliandra* sp.), dem Bodenbedecker Kudzu (*Pueraria phaseoloides*), und den Edelhölzern Mara (*Swietenia macrophylla*), Cedro (*Cedrela odorata*).
- 1.4.2 Anthropogene Veränderungen: CL, BR Brandrodung
- 1.4.3 Vegetation:

#### 1.5 Ausgangsgestein

- 1.5.1 Ausgangsgestein: SE: SA, SH Tertiäre Sand- und Tonsteine, in situ verwittert.
- 1.5.2 Effektive Bodentiefe: 5 Sehr tief > 165 cm

#### 1.6 Eigenschaften der Geländeoberfläche

- 1.6.1 Felsdurchragungen: N Keine
- 1.6.2 Bodenskelett auf der Geländeoberfläche: N Nicht vorhanden

- 1.6.3 Erosion: Hauptkategorie: W Wassererosion Typ: WG Grabenerosion: lateral und vertikal Betroffenes Gebiet: 1 0 - 5% der Fläche Grad: M Mäßig Aktivität: Aktiv in der Gegenwart
- 1.6.4 Oberflächenversiegelung: N Keine
- 1.6.5 Oberflächenrisse: N Keine
- 1.6.6 Andere Eigenschaften der Geländeoberfläche:
- 1.7 Bodenwasserhaushalt
- 1.7.1 Infiltration: M Mäßig gute Infiltration
- 1.7.2 Vernässungsgrad: S Vernässt während kurzer Perioden in den meisten Jahren
- 1.7.3 Oberflächenabfluß: S Langsamer Abfluß
- 1.7.4 Überflutung: N Keine
- 1.7.5 Grundwasseroberfläche: N Kein Grundwassereinfluß
- 1.7.6 Bodenfeuchtereime: M, W Feucht bis 100 cm Tiefe, darunter naß

## 2 Beschreibung der Bodenhorizonte

- O 0 - 3 cm Laubstreu von Kudzu in Zersetzung.
- Ah 3 - 12 cm Dunkelbraun (7.5 YR 3/3) feucht und matt gelblichorange (10 YR 6/4) trocken; Lehm (AGB: schluffig-lehmiger Sand); stark humos; Krümelgefüge; Konsistenz feucht: sehr bröselig, naß: wenig bindig, wenig formbar; sehr starke Durchwurzelung, viele Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; Horizontgrenze deutlich, eben; pH 6,8; ochric A-Horizont; Probe Nr. A6A.
- E 12 - 31 cm Hellbraun (7.5 YR 5/6) feucht und gelblichorange (10 YR 8/6) trocken; Lehm (AGB: schwach sandiger Lehm), sehr schwach grusig, Fein- und Mittelgrus, aus tertiären Sandsteinen; schwach humos; Kohärentgefüge; Konsistenz feucht: bröselig, naß: bindig, formbar; sehr wenige Eisenkonkretionen, feine und mittlere, gerundet, weich und hart, schwarz, konzentrische Struktur; starke Durchwurzelung, viele Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; Horizontgrenze deutlich, wellig; pH 5,8; abrupter Texturwechsel, Probe Nr. A6B.
- Btg 31 - 68 cm Hell rötlichbraun (5 YR 5/8) feucht und orange (7.5 YR 7/8) trocken, sehr wenige Flecken, klein, deutlich, scharf abgegrenzt, hell rötlichbraun; Ton (AGB: lehmiger Ton), sehr schwach grusig/kiesig, Fein-, Mittel- und Grobkies und -grus, aus tertiären Sandsteinen (autochthon) und harten Sandsteinen (allochthon); Polyedergefüge; Konsistenz feucht: sehr stabil, naß: stark bindig, stark formbar; schwache Durchwurzelung, wenige Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; Horizontgrenze graduell, wellig; pH 5,4; argic B-Horizont; Stauwassereigenschaften; Probe Nr. A6C.
- Bwg 68 - 165 cm+ Hell rötlichbraun (5 YR 5/6) feucht und gelblichorange (7.5 YR 8/8) trocken, viele Flecken, mittelgroß, hervorstechend, diffus abgegrenzt, hell rötlichbraun und gelblichbraun; Ton (AGB: schwach schluffiger Ton), sehr schwach grusig/kiesig, Fein- und Mittelkies und -grus, aus tertiären Sandsteinen (autochthon) und harten Sandsteinen (allochthon); Polyedergefüge; Konsistenz feucht: sehr stabil, naß: stark bindig, stark formbar; wenige Eisenkonkretionen, feine und mittlere, unregelmäßig, weich, schwarz, konzentrische Struktur; schwache Durchwurzelung, keine Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; pH 5,3; cambic B-Horizont; Stauwassereigenschaften; Probe Nr. A6D.

Horizont- symbol	Mächtigkeit cm	Bodenfarbe Munsell		TRD g/cm <sup>3</sup>	PV Vol.-%	Ld <sub>eff</sub> g/cm <sup>3</sup>
		feucht	trocken			
<b>Ah</b>	3 - 12	7.5 YR 3/3	10 YR 6/4	1,25	53	1,35
<b>E</b>	12 - 31	7.5 YR 5/6	10 YR 8/6	1,34	49	1,52
<b>Btg</b>	31 - 68	5 YR 5/8	5 YR 7/8	1,54	42	1,96
<b>Bwg</b>	68 - 165+	5 YR 5/6	7.5 YR 8/8	1,56	41	1,98

**Profil Nr. A6: Stagnic Luvisol (LVj)**

**3 Laboruntersuchungen**

Horizont- symbol	Korngrößenverteilung (Masse-% des Feinbodens)									U/T	Bodenart	
	gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T		AGB	FAO
<b>Ah</b>	1,4	6,5	35,8	43,8	14,4	17,3	13,9	45,6	10,7	4,3	Slu	L
<b>E</b>	1,0	5,7	30,0	36,8	14,9	14,3	14,2	43,3	20,0	2,2	Ls2	L
<b>Btg</b>	0,2	2,8	21,8	24,9	6,7	11,3	10,5	28,5	46,7	0,6	Tl	T
<b>Bwg</b>	0,4	4,1	17,9	22,3	10,8	10,8	9,4	31,1	46,6	0,7	Tu2	T

Horizont- symbol	pH	pH	EC	Carbonate	C <sub>org</sub>	Humus	N <sub>t</sub>	C/N	P <sub>a</sub>
	H <sub>2</sub> O	KCl	mS/cm	%	%	%	%		mg/kg
<b>Ah</b>	6,8	6,4	0,3	0	2,65	5,30	0,27	9,8	3,15
<b>E</b>	5,8	4,9	0,1	0	0,93	1,86	0,10	9,3	2,80
<b>Btg</b>	5,4	4,3	0,1	0	0,47	0,94	0,10	4,7	1,99
<b>Bwg</b>	5,3	4,3	0,1	0	0,20	0,40	0,09	2,2	5,60

Horizont- symbol	Austauschkationen (mval/100 g Boden)							BS	AK <sub>eff</sub>
	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	S-Wert	AK <sub>eff</sub>	%	mval/100g T
<b>Ah</b>	0,07	10,48	3,91	0,29	1,42	16,10	16,17	99,6	
<b>E</b>	0,13	2,28	1,99	0,13	0,66	5,06	5,19	97,5	
<b>Btg</b>	0,91	5,08	6,01	0,09	0,69	11,87	12,78	92,9	27,38
<b>Bwg</b>	2,12	2,00	4,37	0,17	0,45	6,99	9,11	76,7	19,53



## Beschreibung der Bodenprofile auf dem Grundstück von Bauer A Profil Nr. A7

### 1 Allgemeine Information

#### 1.1 Registrierung und Lokalisierung

- 1.1.1 Profilnummer: A7 (LPCAA7)
- 1.1.2 Intensität der Profilaufnahme: 2 Normale Profilaufnahme
- 1.1.3 Aufnahmedatum: 960130 30. Januar 1996
- 1.1.4 Bearbeiter: Jörg Elbers, Eduardo Trujillo, Alejandro Serna
- 1.1.5 Bodeneinheit:
- 1.1.6 Ortsbeschreibung: Schürfgrube im unteren Bereich der Hybridkakaoparzelle, angrenzend an den Sekundärwald im Westen, auf dem Grundstück von Bauer A, Nr. 8 der Kolonie Ocampo, Area I, etwa 2,3 km nordnordöstlich von Santa Rosa, Provinz Caranavi, Departamento La Paz, Bolivien.
- 1.1.7 Höhe über NN: 517 m
- 1.1.8 Kartenblatt der Carta Nacional 1:50.000 und UTM-Koordinaten:  
6147 III Sapecho East: 667.600 North: 8.283.141
- 1.1.9 Geographische Koordinaten:  $\lambda$ : 67°26'17"W  $\varphi$ : 15°31'18"S

#### 1.2 Bodenklassifizierung

- 1.2.1 Bodentyp: FAO: Haplic Luvisol (LVh)  
USDA: Typic Hapludalf
- 1.2.2 Bodenklima  
Bodentemperaturregime: IH Isohyperthermic  
Bodenfeuchteregime: UD Udic

#### 1.3 Geländeform und Topographie

- 1.3.1 Topographie: H Hügelig
- 1.3.2 Relieftyp: HI Hügel
- 1.3.3 Geländeform: SL Hang
- 1.3.4 Geländedeposition: MS Mittelhang
- 1.3.5 Hangneigung: 11° 5 Stark geneigt  
Hangform: S Gestreckt Exposition: 360° Nord
- 1.3.6 Mikrorelief: HM Wellig

#### 1.4 Landnutzung und Vegetation

- 1.4.1 Landnutzung: AT1 Kakaopflanzung (*Theobroma cacao*), 9jährige Hybriden, mit den Schattenbäumen Balsa (*Ochroma pyramidale*), Pacay (*Inga* spp.), Motacú (*Attalea phalerata*), Cedro (*Cedrela odorata*), mit Bananen (*Musa* spp.), dem Bodenbedecker Kudzu (*Pueraria phaseoloides*) und Platanillo (*Heliconia* sp.).
- 1.4.2 Anthropogene Veränderungen: CL, BR Brandrodung
- 1.4.3 Vegetation:

#### 1.5 Ausgangsgestein

- 1.5.1 Ausgangsgestein: SE: SA, SH Tertiäre Sand- und Tonsteine, in situ verwittert.
- 1.5.2 Effektive Bodentiefe: 5 Sehr tief > 165 cm

- 1.6 Eigenschaften der Geländeoberfläche
- 1.6.1 Felsdurchragungen: N Keine
- 1.6.2 Bodenskelett auf der Geländeoberfläche: N Nicht vorhanden
- 1.6.3 Erosionserscheinungen: N Keine
- 1.6.4 Oberflächenversiegelung: N Keine
- 1.6.5 Oberflächenrisse: N Keine
- 1.6.6 Andere Eigenschaften der Geländeoberfläche:
- 1.7 Bodenwasserhaushalt
- 1.7.1 Infiltration: W Gute Infiltration
- 1.7.2 Vernässungsgrad: W Nie vernäßt
- 1.7.3 Oberflächenabfluß: M Mäßig guter Abfluß
- 1.7.4 Überflutung: N Keine
- 1.7.5 Grundwasseroberfläche: N Kein Grundwassereinfluß
- 1.7.6 Bodenfeuchtereime: M Feucht im gesamten Profil

## 2 Beschreibung der Bodenhorizonte

- O 0 - 3 cm Laubstreu und Äste von Kakao in Zersetzung.
- Ah 3 - 15 cm Bräunlichschwarz (7.5 YR 2/2) feucht und matt gelblichbraun (10 YR 5/3) trocken; schluffig-toniger Lehm (AGB: mittel schluffiger Ton); sehr stark humos; Krümelgefüge; Konsistenz feucht: sehr bröselig, naß: wenig bindig, wenig formbar; sehr wenige Eisenkonkretionen, feine und mittlere, gerundet, weich, schwarz, konzentrische Struktur; sehr starke Durchwurzelung, viele Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; Horizontgrenze deutlich, wellig; pH 6,7; ochric A-Horizont; Probe Nr. A7A.
- E 15 - 55 cm Dunkelbraun (7.5 YR 3/4) feucht und matt gelblichorange (10 YR 6/4) trocken; schluffig-toniger Lehm (AGB: mittel schluffiger Ton); schwach humos; Subpolyedergefüge; Konsistenz feucht: stabil, naß: bindig, formbar; sehr wenige Eisenkonkretionen, feine und mittlere, gerundet, weich, schwarz, konzentrische Struktur; starke Durchwurzelung, viele Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; Horizontgrenze diffus, wellig; pH 6,8; Probe Nr. A7B.
- Bt 55 - 165 cm+ Hellbraun (7.5 YR 5/6) feucht und hell gelblichbraun (10 YR 7/6) trocken; schluffiger Ton (AGB: schwach schluffiger Ton); Subpolyedergefüge; Konsistenz feucht: stabil, naß: stark bindig, formbar; sehr wenige Eisenkonkretionen, feine und mittlere, gerundet, weich, schwarz, konzentrische Struktur; schwache Durchwurzelung, keine Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; pH 6,0; argic B-Horizont; Probe Nr. A7C.

Horizont- symbol	Mächtigkeit cm	Bodenfarbe Munsell		TRD g/cm <sup>3</sup>	PV Vol.-%	Ld <sub>eff</sub> g/cm <sup>3</sup>
		feucht	trocken			
<b>Ah</b>	3 - 15	7.5 YR 2/2	10 YR 5/3	1,08	59	1,44
<b>E</b>	15 - 55	7.5 YR 3/4	10 YR 6/4	1,48	44	1,80
<b>Bt</b>	55 - 165+	7.5 YR 5/6	10 YR 7/6	1,59	40	2,00

**Profil Nr. A7: Haplic Luvisol (LVh)**

**3 Laboruntersuchungen**

Horizont- symbol	Korngrößenverteilung (Masse-% des Feinbodens)									U/T	Bodenart	
	gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T		AGB	FAO
<b>Ah</b>	0,4	1,3	10,5	12,2	13,5	16,7	17,7	47,9	39,9	1,2	Tu3	LTU
<b>E</b>	1,0	2,4	11,6	15,0	13,7	19,1	16,3	49,1	36,0	1,4	Tu3	LTU
<b>Bt</b>	0,6	1,4	9,8	11,8	11,4	15,4	15,3	42,1	46,1	0,9	Tu2	TU

Horizont- symbol	pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	EC mS/cm	Carbonate %	C <sub>org</sub> %	Humus %	N <sub>t</sub> %	C/N	P <sub>a</sub> mg/kg
<b>Ah</b>	6,7	6,1	0,2	0	5,32	10,64	0,54	9,9	8,30
<b>E</b>	6,8	5,7	0,1	0	0,60	1,20	0,11	5,5	2,66
<b>Bt</b>	6,0	4,0	0,0	0	0,14	0,28	0,06	2,3	2,28

Horizont- symbol	Austauschkationen (mval/100 g Boden)						S-Wert	AK <sub>eff</sub>	BS %	AK <sub>eff</sub> mval/100g T
	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>					
<b>Ah</b>	0,32	28,88	6,67	0,32	1,43	37,30	37,62	99,1		
<b>E</b>	0,14	13,03	4,53	0,10	0,67	18,33	18,47	99,2		
<b>Bt</b>	0,32	13,16	6,38	0,13	0,69	20,36	20,68	98,5	44,85	

## Beschreibung der Bodenprofile auf dem Grundstück von Bauer B Profil Nr. B9

### 1 Allgemeine Information

#### 1.1 Registrierung und Lokalisierung

- 1.1.1 Profilnummer: B9 (LPSYB9)
- 1.1.2 Intensität der Profilaufnahme: 2 Normale Profilaufnahme
- 1.1.3 Aufnahmedatum: 950330 30. März 1995
- 1.1.4 Bearbeiter: Jörg Elbers, Eduardo Trujillo, Alejandro Serna, Ruben Mamani
- 1.1.5 Bodeneinheit:
- 1.1.6 Ortsbeschreibung: Schürfgrube in der 29jährigen Hybridkakaoparzelle etwa 110 m westlich der Lagerhütte, auf dem Grundstück von Bauer B, Nr. 105 der Kolonie San Pedro, Area II, etwa 1,3 km nördlich von Sapecho, Provinz Sud Yungas, Departamento La Paz, Bolivien.
- 1.1.7 Höhe über NN: 435 m
- 1.1.8 Kartenblatt der Carta Nacional 1:50.000 und UTM-Koordinaten:  
6147 III Sapecho East: 679.270 North: 8.280.705
- 1.1.9 Geographische Koordinaten:  $\lambda$ : 67°19'45"W  $\varphi$ : 15°32'33"S

#### 1.2 Bodenklassifizierung

- 1.2.1 Bodentyp: FAO: Haplic Acrisol (ACh)  
USDA: Typic Hapludult
- 1.2.2 Bodenklima  
Bodentemperaturregime: IH Isohyperthermic  
Bodenfeuchteregime: UD Udic

#### 1.3 Geländeform und Topographie

- 1.3.1 Topographie: H Hügelig
- 1.3.2 Relieftyp: HI Hügel
- 1.3.3 Geländeform: SL Hang
- 1.3.4 Geländedeposition: LS Unterhang
- 1.3.5 Hangneigung: 12° 5 Stark geneigt  
Hangform: V Konvex Exposition: 225° Südwest
- 1.3.6 Mikrorelief: HL Flachwellig

#### 1.4 Landnutzung und Vegetation

- 1.4.1 Landnutzung: AT1 Kakaopflanzung (*Theobroma cacao*), 29jährige Hybriden, mit Zitrusfrüchten (*Citrus* spp.), den Schattenbäumen Pacay (*Inga* spp.), Villca (Mimosoideae<sup>1</sup>), Ceibo (*Erythrina* sp.) und den Bodenbedeckern Kudzu (*Pueraria phaseoloides*) und Samtbohne (*Mucuna* sp.).
- 1.4.2 Anthropogene Veränderungen: CL, BR Brandrodung
- 1.4.3 Vegetation:

#### 1.5 Ausgangsgestein

- 1.5.1 Ausgangsgestein: SE: SA, SH Tertiäre Sand- und Tonsteine, in situ verwittert.
- 1.5.2 Effektive Bodentiefe: 5 Sehr tief > 155 cm

---

<sup>1</sup> Verschiedene Gattungen und Arten der Familie der Leguminosen, Unterfamilie Mimosoideae, darunter die Gattungen *Piptadenia* und *Acacia*.



- 1.6 Eigenschaften der Geländeoberfläche
- 1.6.1 Felsdurchragungen: N Keine
- 1.6.2 Bodenskelett auf der Geländeoberfläche: N Nicht vorhanden
- 1.6.3 Erosionserscheinungen: N Keine
- 1.6.4 Oberflächenversiegelung: N Keine
- 1.6.5 Oberflächenrisse: N Keine
- 1.6.6 Andere Eigenschaften der Geländeoberfläche:
- 1.7 Bodenwasserhaushalt
- 1.7.1 Infiltration: W Gute Infiltration
- 1.7.2 Vernässungsgrad: W Nie vernäßt
- 1.7.3 Oberflächenabfluß: M Mäßig schneller Abfluß
- 1.7.4 Überflutung: N Keine
- 1.7.5 Grundwasseroberfläche: N Kein Grundwassereinfluß
- 1.7.6 Bodenfeuchtereime: M Feucht im gesamten Profil

## 2 Beschreibung der Bodenhorizonte

- O 0 - 2 cm Laubstreu von Kudzu, Mucuna und Kakao in Zersetzung.
- Ah 2 - 11 cm Braun (7.5 YR 4/3) feucht und matt gelblichorange (10 YR 7/3) trocken; schluffiger Lehm (AGB: sandig-lehmiger Schluff); mittel humos; Krümelgefüge; Konsistenz feucht: sehr bröselig, naß: wenig bindig, wenig formbar; sehr starke Durchwurzelung, viele Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; Horizontgrenze deutlich, wellig; pH 5,5; ochric A-Horizont; Probe Nr. B9A.
- E 11 - 42 cm Braun (7.5 YR 4/4) feucht und hell gelblichorange (10 YR 8/4) trocken; schluffiger Lehm (AGB: schluffiger Lehm); sehr schwach humos; Kohärentgefüge; Konsistenz feucht: bröselig, naß: bindig, formbar; starke Durchwurzelung, verbreitete Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; Horizontgrenze graduell, unregelmäßig; pH 5,4; Probe Nr. B9B.
- Bt 42 - 155 cm+ Rötlichbraun (5 YR 4/8) feucht und gelblichorange (7.5 YR 7/8) trocken; Ton (AGB: lehmiger Ton); Polyedergefüge; Konsistenz feucht: stabil, naß: bindig, stark formbar; sehr wenige Eisenkonkretionen im unteren Horizontbereich, sehr feine und feine, gerundet, weich, schwarz, konzentrische Struktur; schwache Durchwurzelung, keine Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; pH 4,9; argic B-Horizont; Probe Nr. B9C.

Horizont- symbol	Mächtigkeit cm	Bodenfarbe Munsell		TRD g/cm <sup>3</sup>	PV Vol.-%	Ld <sub>eff</sub> g/cm <sup>3</sup>
		feucht	trocken			
<b>Ah</b>	2 - 11	7.5 YR 4/3	10 YR 7/3	1,30	51	1,44
<b>E</b>	11 - 42	7.5 YR 4/4	10 YR 8/4	1,58	40	1,78
<b>Bt</b>	42 - 155+	5 YR 4/8	7.5 YR 7/8	1,60	40	2,14

**Profil Nr. B9: Haplic Acrisol (ACh)**

**3 Laboruntersuchungen**

Horizont- symbol	Korngrößenverteilung (Masse-% des Feinbodens)								U/T	Bodenart		
	gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U		T	AGB	FAO
<b>Ah</b>				30				55	15	3,7	Uls	LU
<b>E</b>				25				53	22	2,4	Lu	LU
<b>Bt</b>				12				28	60	0,5	TI	T

Horizont- symbol	pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	EC mS/cm	Carbonate %	C <sub>org</sub> %	Humus %	N <sub>t</sub> %	C/N	P <sub>a</sub> mg/kg
<b>Ah</b>	5,5	4,3	0,0	0	1,39	2,78	0,18	7,7	4,22
<b>E</b>	5,4	4,3	0,0	0	0,34	0,68	0,09	3,8	10,74
<b>Bt</b>	4,9	3,9	0,0	0	0,39	0,78	0,14	2,8	2,49

Horizont- symbol	Austauschkationen (mval/100 g Boden)							BS %	AK <sub>eff</sub> mval/100g T
	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	S-Wert	AK <sub>eff</sub>		
<b>Ah</b>	0,28	0,76	0,12	0,02	0,09	0,99	1,27	78,0	
<b>E</b>	0,33	0,55	0,09	0,03	0,08	0,75	1,08	69,4	
<b>Bt</b>	3,14	0,26	0,21	0,03	0,14	0,64	3,78	16,9	6,30

## Beschreibung der Bodenprofile auf dem Grundstück von Bauer B Profil Nr. B10

### 1 Allgemeine Information

#### 1.1 Registrierung und Lokalisierung

- 1.1.1 Profilnummer: B10 (LPSYB10)
- 1.1.2 Intensität der Profilaufnahme: 2 Normale Profilaufnahme
- 1.1.3 Aufnahmedatum: 950330 30. März 1995
- 1.1.4 Bearbeiter: Jörg Elbers, Eduardo Trujillo, Alejandro Serna, Ruben Mamani
- 1.1.5 Bodeneinheit:
- 1.1.6 Ortsbeschreibung: Profil in der 29jährigen Hybridkakaoparzelle an der Grenze zum Primärwald, am Rande der großen Rutschung, auf dem Grundstück von Bauer B, Nr. 105 der Kolonie San Pedro, Area II, etwa 1,8 km nördlich von Sapecho, Provinz Sud Yungas, Departamento La Paz, Bolivien.
- 1.1.7 Höhe über NN: 481 m
- 1.1.8 Kartenblatt der Carta Nacional 1:50.000 und UTM-Koordinaten:  
6147 III Sapecho East: 679.624 North: 8.281.135
- 1.1.9 Geographische Koordinaten:  $\lambda$ : 67°19'33"W  $\varphi$ : 15°32'19"S

#### 1.2 Bodenklassifizierung

- 1.2.1 Bodentyp: FAO: Haplic Lixisol (LXh)  
USDA: Typic Hapludalf
- 1.2.2 Bodenklima  
Bodentemperaturregime: IH Isohyperthermic  
Bodenfeuchteregime: UD Udic

#### 1.3 Geländeform und Topographie

- 1.3.1 Topographie: S Steil zerschnitten
- 1.3.2 Relieftyp: HI Hügel
- 1.3.3 Geländeform: SL Hang
- 1.3.4 Geländedeposition: UP Oberhang
- 1.3.5 Hangneigung: 21° 7 Steil  
Hangform: S Gestreckt Exposition: 225° Südwest
- 1.3.6 Mikrorelief: HM Wellig

#### 1.4 Landnutzung und Vegetation

- 1.4.1 Landnutzung: AT1 Kakaopflanzung (*Theobroma cacao*), 29jährige Hybriden, mit Balsa (*Ochroma pyramidale*), Itapallu (*Urera caracasana*), Ambaibo (*Cecropia* spp.), Pulimora (*Trema micrantha*) und Bananen (*Musa* spp.).
- 1.4.2 Anthropogene Veränderungen: CL, BR Brandrodung
- 1.4.3 Vegetation:

#### 1.5 Ausgangsgestein

- 1.5.1 Ausgangsgestein: SE: SA, SH Tertiäre Sand- und Tonsteine, in situ verwittert.
- 1.5.2 Effektive Bodentiefe: 5 Sehr tief > 215 cm

- 1.6 Eigenschaften der Geländeoberfläche
- 1.6.1 Felsdurchragungen: N Keine
- 1.6.2 Bodenskelett auf der Geländeoberfläche: N Nicht vorhanden
- 1.6.3 Erosion: Hauptkategorie: M, W Massenbewegung, Wassererosion Typ: WG  
 Grabenerosion Betroffenes Gebiet: 5 > 50% der Fläche Grad: V Schwer  
 Aktivität: A Aktiv in der Gegenwart
- 1.6.4 Oberflächenversiegelung: N Keine
- 1.6.5 Oberflächenrisse: N Keine
- 1.6.6 Andere Eigenschaften der Geländeoberfläche:
- 1.7 Bodenwasserhaushalt
- 1.7.1 Infiltration: M Mäßig gute Infiltration
- 1.7.2 Vernässungsgrad: W Nie vernäßt
- 1.7.3 Oberflächenabfluß: M Mäßig schneller Abfluß
- 1.7.4 Überflutung: N Keine
- 1.7.5 Grundwasseroberfläche: N Kein Grundwassereinfluß
- 1.7.6 Bodenfeuchteregime: M Feucht im gesamten Profil

## 2 Beschreibung der Bodenhorizonte

- O 0 - 1 cm Laubstreu von Kakao und anderen Pflanzen in Zersetzung.
- Ah 1 - 6 cm Bräunlichschwarz (7.5 YR 3/2) feucht und braun (7.5 YR 4/3) trocken; Ton (AGB: schwach schluffiger Ton); sehr stark humos; Krümelgefüge; Konsistenz feucht: sehr bröselig, naß: wenig bindig, formbar; sehr starke Durchwurzelung, viele Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; Horizontgrenze deutlich, wellig; pH 6,3; ochric A-Horizont; Probe Nr. B10A.
- E 6 - 74 cm Braun (7.5 YR 4/4) feucht und matt orange (7.5 YR 7/4) trocken; Ton (AGB: schwach schluffiger Ton), schwach kiesig, 3%, Fein- und Mittelkies, aus tertiären Tonsteinen (autochthon) und harten Sandsteinen (allochthon); schwach humos; Subpolyedergefüge; Konsistenz feucht: bröselig, naß: wenig bindig, formbar; sehr starke Durchwurzelung, verbreitete Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; Horizontgrenze graduell, wellig; pH 5,5; Probe Nr. B10B.
- Bt 74 - 215 cm+ Hell rötlichbraun (5 YR 5/6) feucht und matorange (5 YR 7/4) trocken; Ton (AGB: lehmiger Ton), mittel grusig, 10%, Fein-, Mittel- und Grobgrus, aus tertiären Tonsteinen; Polyedergefüge; Konsistenz feucht: stabil, naß: bindig, stark formbar; mittlere Durchwurzelung, keine Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; pH 5,1; argic B-Horizont; Probe Nr. B10C.



Horizont- symbol	Mächtigkeit cm	Bodenfarbe Munsell		TRD g/cm <sup>3</sup>	PV Vol.-%	Ld <sub>eff</sub> g/cm <sup>3</sup>
		feucht	trocken			
<b>Ah</b>	1 - 6	7.5 YR 3/2	7.5 YR 4/3	0,75	72	1,21
<b>E</b>	6 - 74	7.5 YR 4/4	7.5 YR 7/4	1,34	49	1,83
<b>Bt</b>	74 - 215+	5 YR 5/6	5 YR 7/4	1,50	43	2,09

**Profil Nr. B10: Haplic Lixisol (LXh)**

**3 Laboruntersuchungen**

Horizont- symbol	Korngrößenverteilung (Masse-% des Feinbodens)									U/T	Bodenart	
	gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T		AGB	FAO
<b>Ah</b>				10				39	51	0,8	Tu2	T
<b>E</b>				8				36	54	0,7	Tu2	T
<b>Bt</b>				7				28	65	0,4	Tl/Tt	T

Horizont- symbol	pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	EC mS/cm	Carbonate %	C <sub>org</sub> %	Humus %	N <sub>t</sub> %	C/N	P <sub>a</sub> mg/kg
<b>Ah</b>	6,3	5,7	0,1	0	4,76	9,52	0,41	11,6	5,04
<b>E</b>	5,5	4,3	0,0	0	0,58	1,16	0,14	4,1	2,92
<b>Bt</b>	5,1	4,0	0,0	0	0,17	0,34	0,10	1,7	2,05

Horizont- symbol	Austauschkationen (mval/100 g Boden)							BS %	AK <sub>eff</sub> mval/100g T
	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	S-Wert	AK <sub>eff</sub>		
<b>Ah</b>	0,03	15,12	3,38	0,08	1,17	19,75	19,78	99,8	
<b>E</b>	0,63	10,69	3,61	0,06	0,30	14,66	15,29	95,9	
<b>Bt</b>	2,93	6,76	3,92	0,09	0,34	11,11	14,04	79,1	21,60

## Beschreibung der Bodenprofile auf dem Grundstück von Bauer C Profil Nr. C9

### 1 Allgemeine Information

#### 1.1 Registrierung und Lokalisierung

- 1.1.1 Profilnummer: C9 (LPCAC9)
- 1.1.2 Intensität der Profilaufnahme: 2 Normale Profilaufnahme
- 1.1.3 Aufnahmedatum: 950323 23. März 1995
- 1.1.4 Bearbeiter: Jörg Elbers, Alejandro Serna, Eduardo Trujillo, Juan Rodriguez
- 1.1.5 Bodeneinheit:
- 1.1.6 Ortsbeschreibung: Schürfgrube in der Papayaparzelle mit der Aufforstungsfläche des PIAF, dem Fußweg folgend etwa 200 m nordöstlich des Arroyo San Antonio, auf dem Grundstück von Bauer C, Nr. 16 der Kolonie Troncal San Antonio, Area IV, etwa 1,6 km südöstlich von San Antonio, Provinz Caranavi, Departamento La Paz, Bolivien.
- 1.1.7 Höhe über NN: 438 m
- 1.1.8 Kartenblatt der Carta Nacional 1:50.000 und UTM-Koordinaten:  
6147 II Palos Blancos East: 697.171 North: 8.267.955
- 1.1.9 Geographische Koordinaten:  $\lambda$ : 67°09'41"W  $\varphi$ : 15°39'21"S

#### 1.2 Bodenklassifizierung

- 1.2.1 Bodentyp: FAO: Chromic Cambisol (CMx)  
USDA: Typic Eutropept
- 1.2.2 Bodenklima  
Bodentemperaturregime: IH Isohyperthermic  
Bodenfeuchteregime: UD Udic

#### 1.3 Geländeform und Topographie

- 1.3.1 Topographie: A Fast eben
- 1.3.2 Relieftyp: AP Alluviale Ebene
- 1.3.3 Geländeform: TE Terrasse
- 1.3.4 Geländedeposition: HI Höherer Bereich
- 1.3.5 Hangneigung: 0.5° 1 Nicht geneigt
- 1.3.6 Mikrorelief: HL Flachwellig

#### 1.4 Landnutzung und Vegetation

- 1.4.1 Landnutzung: AP1 4 Monate alte Papayapflanzung (*Carica papaya*), 2 x 3 m, mit Motacú (*Attalea phalerata*), mit vor 3 Monaten ausgepflanzten Setzlingen einer Aufforstung des PIAF, 4 x 4 m: Mara (*Swietenia macrophylla*), Huasicucho (*Centrolobium* sp.), Achachairú (*Rheedia* sp.), Quina quina (*Myroxylon balsamum*), Momoqui (*Caesalpinia* sp.), Roble (*Amburana cearensis*), Nogal (*Junglans australis*), Toco (*Schizolobium* sp.), Colomero (*Cariniana estrellensis*), Kara kara (*Apuleia leiocarpa*), Solimán (*Hura crepitans*).
- 1.4.2 Anthropogene Veränderungen: CL, BR Brandrodung
- 1.4.3 Vegetation:

#### 1.5 Ausgangsgestein

- 1.5.1 Ausgangsgestein: AL Alluviale Sedimente
- 1.5.2 Effektive Bodentiefe: 5 Sehr tief > 150 cm

- 1.6 Eigenschaften der Geländeoberfläche
- 1.6.1 Felsdurchragungen: N Keine
- 1.6.2 Bodenskelett auf der Geländeoberfläche: N Nicht vorhanden
- 1.6.3 Erosionserscheinungen: N Keine
- 1.6.4 Oberflächenversiegelung: N Keine
- 1.6.5 Oberflächenrisse: N Keine
- 1.6.6 Andere Eigenschaften der Geländeoberfläche:
- 1.7 Bodenwasserhaushalt
- 1.7.1 Infiltration: I/M Unvollkommene bis mäßig gute Infiltration
- 1.7.2 Vernässungsgrad: W Nie vernäßt
- 1.7.3 Oberflächenabfluß: M Mäßig schneller Abfluß
- 1.7.4 Überflutung: N Keine
- 1.7.5 Grundwasseroberfläche: E Sehr tief > 150 cm
- 1.7.6 Bodenfeuchtereime: M Feucht im gesamten Profil

## 2 Beschreibung der Bodenhorizonte

- Ah 0 - 9 cm Dunkel rötlichbraun (5 YR 3/3) feucht und matt rötlichbraun (5 YR 4/4) trocken; schluffig-toniger Lehm (AGB: schluffiger Lehm); stark humos; Krümelgefüge; Konsistenz feucht: bröselig, naß: wenig bindig, wenig formbar; starke Durchwurzelung, viele Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; Horizontgrenze deutlich, wellig; pH 6,8; ochric A-Horizont; Probe Nr. C9A.
- Bw1 9 - 80 cm Dunkel rötlichbraun (5 YR 3/6) feucht und orange (5 YR 6/8) trocken; schluffiger Ton (AGB: mittel toniger Lehm); sehr schwach humos; Subpolyedergefüge; Konsistenz feucht: bröselig, naß: wenig bindig, wenig formbar; starke Durchwurzelung, verbreitete Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; Horizontgrenze diffus, wellig; pH 6,9; cambic B-Horizont; Probe Nr. C9B.
- Bw2 80 - 130 cm Dunkel rötlichbraun (5 YR 3/6) feucht und orange (5 YR 6/8) trocken; schluffiger Ton (AGB: mittel schluffiger Ton); Subpolyedergefüge; Konsistenz feucht: stabil, naß: wenig bindig, formbar; mittlere Durchwurzelung, keine Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; Horizontgrenze deutlich, eben; pH 7,1; cambic B-Horizont; Probe Nr. C9C.
- Bw3 130 - 150 cm+ Dunkel rötlichbraun (5 YR 3/4) feucht und orange (5 YR 6/6) trocken; schluffig-toniger Lehm (AGB: mittel schluffiger Ton); Subpolyedergefüge; Konsistenz feucht: sehr stabil, naß: wenig bindig, formbar; schwache Durchwurzelung, keine Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; pH 7,5; cambic B-Horizont; Probe Nr. C9D.

Horizont- symbol	Mächtigkeit cm	Bodenfarbe Munsell		TRD g/cm <sup>3</sup>	PV Vol.-%	Ld <sub>eff</sub> g/cm <sup>3</sup>
		feucht	trocken			
<b>Ah</b>	0 - 9	5 YR 3/3	5 YR 4/4	0,93	65	1,18
<b>Bw1</b>	9 - 80	5 YR 3/6	5 YR 6/8	1,59	40	1,97
<b>Bw2</b>	80 -130	5 YR 3/6	5 YR 6/8	1,62	39	2,00
<b>Bw3</b>	130 - 150+	5 YR 3/4	5 YR 6/6	1,58	40	1,89

**Profil Nr. C9: Chromic Cambisol (CMx)**

**3 Laboruntersuchungen**

Horizont- symbol	Korngrößenverteilung (Masse-% des Feinbodens)								U/T	Bodenart		
	gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U		T	AGB	FAO
<b>Ah</b>				10				62	28	2,2	Lu	LTU
<b>Bw1</b>				8				49	42	1,2	Lt3	TU
<b>Bw2</b>				7				51	42	1,2	Tu3	TU
<b>Bw3</b>				6				60	34	1,8	Tu3	LTU

Horizont- symbol	pH	pH	EC	Carbonate	C <sub>org</sub>	Humus	N <sub>t</sub>	C/N	P <sub>a</sub>
	H <sub>2</sub> O	KCl	mS/cm	%	%	%	%		mg/kg
<b>Ah</b>	6,8	6,3	0,1	0	3,59	7,18	0,41	8,8	10,86
<b>Bw1</b>	6,9	5,6	0,1	0	0,22	0,44	0,11	2,0	2,92
<b>Bw2</b>	7,1	6,0	0,0	0	0,16	0,32	0,09	1,8	9,87
<b>Bw3</b>	7,5	6,7	0,2	0	0,50	1,00	0,12	4,2	11,17

Horizont- symbol	Austauschkationen (mval/100 g Boden)							BS	AK <sub>eff</sub>
	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	S-Wert	AK <sub>eff</sub>	%	mval/100g T
<b>Ah</b>	0,06	7,39	2,91	0,02	0,53	10,85	10,91	99,5	
<b>Bw1</b>	0,02	1,15	0,25	0,03	0,16	1,59	1,61	98,8	3,83
<b>Bw2</b>	0,03	2,34	0,85	0,03	0,13	3,35	3,38	99,1	8,05
<b>Bw3</b>	0,02	3,90	1,56	0,03	0,16	5,65	5,67	99,6	16,68

## Beschreibung der Bodenprofile auf dem Grundstück von Bauer C Profil Nr. C10

### 1 Allgemeine Information

#### 1.1 Registrierung und Lokalisierung

- 1.1.1 Profilnummer: C10 (LPCAC10)
- 1.1.2 Intensität der Profilaufnahme: 2 Normale Profilaufnahme
- 1.1.3 Aufnahmedatum: 950324 24. März 1995
- 1.1.4 Bearbeiter: Jörg Elbers, Alejandro Serna, Eduardo Trujillo
- 1.1.5 Bodeneinheit:
- 1.1.6 Ortsbeschreibung: Profil in der Bananenparzelle, an der Grenze der niedrigen Terrasse zum linken Ufer des Arroyo San Antonio, auf dem Grundstück von Bauer C, Nr. 16 der Kolonie Troncal San Antonio, Area IV, etwa 1,6 km südöstlich von San Antonio, Provinz Caranavi, Departamento La Paz, Bolivien.
- 1.1.7 Höhe über NN: 434 m
- 1.1.8 Kartenblatt der Carta Nacional 1:50.000 und UTM-Koordinaten:  
6147 II Palos Blancos East: 696.959 North: 8.267.748
- 1.1.9 Geographische Koordinaten:  $\lambda$ : 67°09'48"W  $\varphi$ : 15°39'28"S

#### 1.2 Bodenklassifizierung

- 1.2.1 Bodentyp: FAO: Chromic Cambisol (CMx)  
USDA: Fluventic Eutropept
- 1.2.2 Bodenklima  
Bodentemperaturregime: IH Isohyperthermic  
Bodenfeuchteregime: UD Udic

#### 1.3 Geländeform und Topographie

- 1.3.1 Topographie: A Fast eben
- 1.3.2 Relieftyp: AP Alluviale Ebene
- 1.3.3 Geländeform: TE Terrasse
- 1.3.4 Geländedeposition: LO Niederer Bereich
- 1.3.5 Hangneigung: 0.5° 1 Nicht geneigt
- 1.3.6 Mikrorelief: HM Wellig

#### 1.4 Landnutzung und Vegetation

- 1.4.1 Landnutzung: AP1 Bananenpflanzung (*Musa* spp.), mit Ufervegetation mit Charo (*Gynenium sagittatum*), Ricino (*Ricinus communis*), Itapallu (*Ureva laciniata*), Balsa (*Ochroma pyramidale*), Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Pulimora (*Trema micrantha*), Capoya (Solanaceae), Pacay (*Inga* spp.).
- 1.4.2 Anthropogene Veränderungen: CL, BR Brandrodung
- 1.4.3 Vegetation:

#### 1.5 Ausgangsgestein

- 1.5.1 Ausgangsgestein: AL Alluviale Sedimente des Arroyo San Antonio und des Río Alto Beni
- 1.5.2 Effektive Bodentiefe: 5 Sehr tief 240 cm



- 1.6 Eigenschaften der Geländeoberfläche
- 1.6.1 Felsdurchragungen: N Keine
- 1.6.2 Bodenskelett auf der Geländeoberfläche: N Nicht vorhanden
- 1.6.3 Erosion: Hauptkategorie: W Wassererosion Typ: WG Lateralerosion durch den Arroyo Remolinos Betroffenes Gebiet: 2 5 - 10% der Fläche Grad: V  
Schwer Aktivität: A Aktiv in der Gegenwart
- 1.6.4 Oberflächenversiegelung: N Keine
- 1.6.5 Oberflächenrisse: N Keine
- 1.6.6 Andere Eigenschaften der Geländeoberfläche:
- 1.7 Bodenwasserhaushalt
- 1.7.1 Infiltration: S Schnelle Infiltration
- 1.7.2 Vernässungsgrad: W Nie vernäßt
- 1.7.3 Oberflächenabfluß: R Schneller Abfluß
- 1.7.4 Überflutung: A Jährlich, in der Regenzeit nach langanhaltenden und Starkniederschlägen, Zeichen der Überschwemmung bis 30 cm oberhalb Geländeoberfläche.
- 1.7.5 Grundwasseroberfläche: E Sehr tief 320 cm zur Zeit der Profilaufnahme, variiert je nach Wasserstand von Arroyo San Antonio und Río Alto Beni während des Jahres.
- 1.7.6 Bodenfeuchtereime: M Feucht im gesamten Profil

## 2 Beschreibung der Bodenhorizonte

- C 0 - 3 cm Dunkel rötlichbraun (2.5 YR 3/4) feucht und hell rötlichbraun (2.5 YR 5/6) trocken; sandig-toniger Lehm (AGB: sandig-toniger Lehm), in der Regenzeit 1994/95 abgelagerte Sedimente; sehr schwach humos; Kohärentgefüge; Konsistenz feucht: sehr bröselig, naß: nicht bindig, nicht formbar; starke Durchwurzelung, verbreitete Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; Horizontgrenze deutlich, wellig.
- Ab<sup>2</sup> 3 - 13 cm Dunkel rötlichbraun (2.5 YR 3/4) feucht und hell rötlichbraun (2.5 YR 5/6) trocken; sandig-toniger Lehm (AGB: sandig-toniger Lehm); sehr schwach humos; Kohärentgefüge; Konsistenz feucht: bröselig, naß: wenig bindig, wenig formbar; sehr starke Durchwurzelung, verbreitete Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; Horizontgrenze deutlich, wellig; pH 7,1; ochric A-Horizont; Probe Nr. C10A.
- Bw 13 - 240 cm Dunkel rötlichbraun (2.5 YR 3/5) feucht und hell rötlichbraun (2.5 YR 5/7) trocken; sandig-toniger Lehm (AGB: sandig-toniger Lehm); sehr schwach humos; Kohärentgefüge; Konsistenz feucht: bröselig, naß: wenig bindig, wenig formbar; mittlere Durchwurzelung, verbreitete Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; pH 7,3; cambic B-Horizont; Probe Nr. C10B.

---

<sup>2</sup> Der A-Horizont ist fast nicht entwickelt.

Horizont- symbol	Mächtigkeit cm	Bodenfarbe Munsell		TRD g/cm <sup>3</sup>	PV Vol.-%	Ld <sub>eff</sub> g/cm <sup>3</sup>
		feucht	trocken			
<b>Ab</b>	3 -13	2.5 YR 3/4	2.5 YR 5/6	1,41	47	1,64
<b>Bw</b>	13 - 240+	2.5 YR 3/5	2.5 YR 5/7	1,36	49	1,62

**Profil Nr. C10: Chromic Cambisol (CMx)**

**3 Laboruntersuchungen**

Horizont- symbol	Korngrößenverteilung (Masse-% des Feinbodens)								U/T	Bodenart		
	gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U		T	AGB	FAO
<b>Ab</b>				49				26	25	1,0	Ls4 / Lts	LTS
<b>Bw</b>				45				26	29	0,9	Lts	LTS / LT

Horizont- symbol	pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	EC mS/cm	Carbonate %	C <sub>org</sub> %	Humus %	N <sub>t</sub> %	C/N	P <sub>a</sub> mg/kg
<b>Ab</b>	7,1	6,4	0,0	0	0,14	0,28	0,17	0,8	3,57
<b>Bw</b>	7,3	6,5	0,0	0	0,37	0,74	0,11	3,4	3,14

Horizont- symbol	Austauschkationen (mval/100 g Boden)							BS %	AK <sub>eff</sub> mval/100g T
	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	S-Wert	AK <sub>eff</sub>		
<b>Ab</b>	0,02	1,03	0,22	0,03	0,10	1,38	1,40	98,6	
<b>Bw</b>	0,02	1,96	0,24	0,06	0,09	2,35	2,37	99,2	8,17

## Beschreibung der Bodenprofile auf dem Grundstück von Bauer C Profil Nr. C11

### 1 Allgemeine Information

#### 1.1 Registrierung und Lokalisierung

- 1.1.1 Profilnummer: C11 (LPCAC11)
- 1.1.2 Intensität der Profilaufnahme: 2 Normale Profilaufnahme
- 1.1.3 Aufnahmedatum: 950324 24. März 1995
- 1.1.4 Bearbeiter: Jörg Elbers, Alejandro Serna, Eduardo Trujillo, Juan Rodriguez
- 1.1.5 Bodeneinheit:
- 1.1.6 Ortsbeschreibung: Schürfgrube in der Hybridkakaoparzelle, unmittelbar westlich des Fußweges ca. 40 m vom Hausgarten, gegenüber den zwei Motacú-Palmen, auf dem Grundstück von Bauer C, Nr. 16 der Kolonie Troncal San Antonio, Area IV, etwa 1,5 km südöstlich von San Antonio, Provinz Caranavi, Departamento La Paz, Bolivien.
- 1.1.7 Höhe über NN: 446 m
- 1.1.8 Kartenblatt der Carta Nacional 1:50.000 und UTM-Koordinaten:  
6147 II Palos Blancos East: 696.692 North: 8.267.556
- 1.1.9 Geographische Koordinaten:  $\lambda$ : 67°09'57"W  $\varphi$ : 15°39'34"S

#### 1.2 Bodenklassifizierung

- 1.2.1 Bodentyp: FAO: Chromic Cambisol (CMx)  
USDA: Aeric Tropaquept
- 1.2.2 Bodenklima  
Bodentemperaturregime: IH Isohyperthermic  
Bodenfeuchteregime: UD Udic

#### 1.3 Geländeform und Topographie

- 1.3.1 Topographie: A Fast eben
- 1.3.2 Relieftyp: AP Alluviale Ebene
- 1.3.3 Geländeform: TE Terrasse
- 1.3.4 Geländedeposition: HI Höherer Bereich
- 1.3.5 Hangneigung: 0.5° 1 Nicht geneigt
- 1.3.6 Mikrorelief: HL Flachwellig

#### 1.4 Landnutzung und Vegetation

- 1.4.1 Landnutzung: AT1 Kakaopflanzung (*Theobroma cacao*), 29jährige Hybriden, mit Motacú (*Attalea phalerata*), Toco (*Schizolobium* sp.).
- 1.4.2 Anthropogene Veränderungen: CL, BR Brandrodung
- 1.4.3 Vegetation:

#### 1.5 Ausgangsgestein

- 1.5.1 Ausgangsgestein: AL Alluviale Sedimente
- 1.5.2 Effektive Bodentiefe: 5 Sehr tief > 150 cm

#### 1.6 Eigenschaften der Geländeoberfläche

- 1.6.1 Felsdurchragungen: N Keine
- 1.6.2 Bodenskelett auf der Geländeoberfläche: N Nicht vorhanden
- 1.6.3 Erosionserscheinungen: N Keine
- 1.6.4 Oberflächenversiegelung: N Keine
- 1.6.5 Oberflächenrisse: N Keine
- 1.6.6 Andere Eigenschaften der Geländeoberfläche:

- 1.7 Bodenwasserhaushalt
- 1.7.1 Infiltration: I/M Unvollkommene bis mäßig gute Infiltration
- 1.7.2 Vernässungsgrad: S Vernäßt während kurzer Perioden in den meisten Jahren
- 1.7.3 Oberflächenabfluß: S Langsamer Abfluß
- 1.7.4 Überflutung: N Keine
- 1.7.5 Grundwasseroberfläche: E Sehr tief > 150 cm
- 1.7.6 Bodenfeuchtereime: M, W Feucht zwischen 0 - 38 cm und 63 - 150 cm, zwischen 38 - 63 cm läuft Wasser aus der Profilwand.

## 2 Beschreibung der Bodenhorizonte

- O 0 - 3 cm Laubstreu und Fruchtschalen von Kakao in Zersetzung.
- Ah 3 - 12 cm Dunkel rötlichbraun (5 YR 3/3) feucht und matt orange (5 YR 6/3) trocken; schluffig-toniger Lehm (AGB: mittel schluffiger Ton); sehr stark humos; Kohärentgefüge; Konsistenz feucht: bröselig, naß: wenig bindig, formbar; sehr starke Durchwurzelung, viele Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; Horizontgrenze deutlich, wellig; pH 6,8; ochric A-Horizont; Probe Nr. C11A.
- Bwg 12 - 68 cm Dunkel rötlichbraun (2.5 YR 3/4) feucht und orange (5 YR 6/7) trocken, sehr verbreitete Flecken, mittlere, hervorstechend, diffus abgegrenzt, hell rötlichbraun und gelblichbraun; schluffiger Ton (AGB: mittel toniger Lehm); sehr schwach humos; Polyedergefüge; Konsistenz feucht: stabil, naß: bindig, formbar; starke Durchwurzelung, verbreitete Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; Horizontgrenze graduell, wellig; pH 6,9; cambic B-Horizont; Stauwasser-eigenschaften; Probe Nr. C11B.
- Bw 68 - 150 cm+ Dunkel rötlichbraun (2.5 YR 3/6) feucht und orange (5 YR 6/8) trocken; schluffiger Ton (AGB: schwach schluffiger Ton); Polyedergefüge; Konsistenz feucht: stabil, naß: bindig, formbar; sehr wenige Kalkkörner unterhalb 100 cm, feine und mittlere, unregelmäßig, hart, weiß; mittlere Durchwurzelung, keine Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei bis 100 cm, darunter mittel carbonathaltig; Horizontgrenze graduell, wellig; pH 8,9; cambic B-Horizont; Probe Nr. C11C.

Horizont- symbol	Mächtigkeit cm	Bodenfarbe Munsell		TRD g/cm <sup>3</sup>	PV Vol.-%	Ld <sub>eff</sub> g/cm <sup>3</sup>
		feucht	trocken			
<b>Ah</b>	3 - 12	5 YR 3/3	5 YR 6/3	1,30	51	1,59
<b>Bwg</b>	12 - 68	2.5 YR 3/4	5 YR 6/7	1,78	33	2,15
<b>Bw</b>	68 - 150+	2.5 YR 3/6	5 YR 6/8	1,79	32	2,21

### Profil Nr. C11: Chromic Cambisol (CMx)

#### 3 Laboruntersuchungen

Horizont- symbol	Korngrößenverteilung (Masse-% des Feinbodens)								U/T	Bodenart		
	gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U		T	AGB	FAO
<b>Ah</b>				15				53	32	1,7	Tu3	LTU
<b>Bwg</b>				11				48	41	1,2	Lt3	TU
<b>Bw</b>				9				44	47	0,9	Tu2	TU

Horizont- symbol	pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	EC mS/cm	Carbonate %	C <sub>org</sub> %	Humus %	N <sub>t</sub> %	C/N	P <sub>a</sub> mg/kg
<b>Ah</b>	6,8	6,3	0,1	0	4,13	8,26	0,32	12,9	22,46
<b>Bwg</b>	6,6	4,9	0,0	0	0,30	0,60	0,11	2,7	11,61
<b>Bw</b>	8,9	7,8	0,1	0 / 5*	0,16	0,32	0,12	1,3 / 43,0	12,69

Horizont- symbol	Austauschkationen (mval/100 g Boden)							BS %	AK <sub>eff</sub> mval/100g T
	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	S-Wert	AK <sub>eff</sub>		
<b>Ah</b>	0,03	12,00	1,23	0,05	0,78	14,06	14,09	99,8	
<b>Bwg</b>	0,06	4,71	0,54	0,05	0,28	5,58	5,64	98,9	13,76
<b>Bw</b>	0,07	13,50	0,98	0,06	0,32	14,86	14,93	99,5	31,77

\* abgeschätzt nach HCl-Probe



## Beschreibung der Bodenprofile auf dem Grundstück von Bauer C Profil Nr. C12

### 1 Allgemeine Information

#### 1.1 Registrierung und Lokalisierung

- 1.1.1 Profilnummer: C12 (LPCAC12)
- 1.1.2 Intensität der Profilaufnahme: 2 Normale Profilaufnahme
- 1.1.3 Aufnahmedatum: 950502 2. Mai 1995
- 1.1.4 Bearbeiter: Ruben Mamani, Jörg Elbers
- 1.1.5 Bodeneinheit:
- 1.1.6 Ortsbeschreibung: Schürfgrube im Zentrum der Agroforstparzelle des PIAF, zwischen den Reihen 2 und 3, dem Fußweg folgend etwa 400 m nordöstlich des Arroyo San Antonio, auf dem Grundstück von Bauer C, Nr. 16 der Kolonie Troncal San Antonio, Area IV, etwa 1,7 km südöstlich von San Antonio, Provinz Caranavi, Departamento La Paz, Bolivien.
- 1.1.7 Höhe über NN: 435 m
- 1.1.8 Kartenblatt der Carta Nacional 1:50.000 und UTM-Koordinaten:  
6147 II Palos Blancos East: 697.307 North: 8.268.113
- 1.1.9 Geographische Koordinaten:  $\lambda$ : 67°09'36"W  $\varphi$ : 15°39'16"S

#### 1.2 Bodenklassifizierung

- 1.2.1 Bodentyp: FAO: Haplic Luvisol (LVh)  
USDA: Typic Hapludalf
- 1.2.2 Bodenklima  
Bodentemperaturregime: IH Isohyperthermic  
Bodenfeuchteregime: UD Udic

#### 1.3 Geländeform und Topographie

- 1.3.1 Topographie: A Fast eben
- 1.3.2 Relieftyp: AP Alluviale Ebene
- 1.3.3 Geländeform: TE Terrasse
- 1.3.4 Geländedeposition: IN Mittlerer Bereich
- 1.3.5 Hangneigung: 0.5° 1 Nicht geneigt
- 1.3.6 Mikrorelief: HL Flachwellig

#### 1.4 Landnutzung und Vegetation

- 1.4.1 Landnutzung: MF Versuchsfeld zur Heckenzwischenkultur mit den Baumleguminosen *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*), *Ceiba* (*Erythrina* sp.), *Flemingia* (*Flemingia congesta*), *Gliricidia* (*Gliricidia sepium*), *Calliandra* (*Calliandra calothyrsus*), den Bodenbedeckern *Glicine* (*Neonotonia wightii*), *Desmodium* (*Desmodium ovalifolium*) und den Gräsern *Charo* (*Gynerium sagittatum*) u.a.
- 1.4.2 Anthropogene Veränderungen: CL, BR Brandrodung
- 1.4.3 Vegetation:

#### 1.5 Ausgangsgestein

- 1.5.1 Ausgangsgestein: AL Alluviale Sedimente des Río Alto Beni
- 1.5.2 Effektive Bodentiefe: 5 Sehr tief > 150 cm

- 1.6 Eigenschaften der Geländeoberfläche
- 1.6.1 Felsdurchragungen: N Keine
- 1.6.2 Bodenskelett auf der Geländeoberfläche: N Nicht vorhanden
- 1.6.3 Erosionserscheinungen: N Keine
- 1.6.4 Oberflächenversiegelung: N Keine
- 1.6.5 Oberflächenrisse: N Keine
- 1.6.6 Andere Eigenschaften der Geländeoberfläche:
- 1.7 Bodenwasserhaushalt
- 1.7.1 Infiltration: M Mäßig gute Infiltration
- 1.7.2 Vernässungsgrad: S Vernäßt während kurzer Perioden in den meisten Jahren
- 1.7.3 Oberflächenabfluß: M Mäßig schneller Abfluß
- 1.7.4 Überflutung: N Keine
- 1.7.5 Grundwasseroberfläche: E Sehr tief > 150 cm
- 1.7.6 Bodenfeuchtereime: S Schwach feucht im gesamten Profil

## 2 Beschreibung der Bodenhorizonte

- O 0 - 2 cm Laubstreu in Zersetzung.
- Ah 2 - 7 cm Bräunlichschwarz (10 YR 2/2) feucht und matt gelblichbraun (10 YR 4/3) trocken; schluffiger Lehm (AGB: mittel toniger Schluff); stark humos; Kohärentgefüge; Konsistenz feucht: bröselig, naß: wenig bindig, wenig formbar; starke Durchwurzelung, viele Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; Horizontgrenze deutlich, wellig; pH 6,5; ochric A-Horizont; Probe Nr. C12A.
- E 7 - 32 cm Dunkelbraun (10 YR 3/4) feucht und matt gelblichbraun (10 YR 5/4) trocken; schluffiger Lehm (AGB: schluffiger Lehm); sehr schwach humos; Einzelkorngefüge; Konsistenz feucht: sehr bröselig, naß: wenig bindig, wenig formbar; starke Durchwurzelung, verbreitete Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; Horizontgrenze deutlich, wellig; pH 8,1; Probe Nr. C12B.
- Bt 32 - 80 cm Dunkelbraun (10 YR 3/4) feucht und matt gelblichbraun (10 YR 5/4) trocken; Schluff (AGB: schwach toniger Schluff); Kohärentgefüge; Konsistenz feucht: bröselig, naß: wenig bindig, wenig formbar; mittlere Durchwurzelung, wenige Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; Horizontgrenze deutlich, wellig; pH 8,6; argic B-Horizont; Probe Nr. C12C.
- Bw 80 - 140 cm+ Braun (10 YR 4/4) feucht und hell gelblichbraun (10 YR 6/5) trocken; schluffiger Lehm (AGB: stark toniger Schluff); Kohärentgefüge; Konsistenz feucht: bröselig, naß: wenig bindig, wenig formbar; schwache Durchwurzelung, keine Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; pH 8,7; cambic B-Horizont; Probe Nr. C12D.

Horizont- symbol	Mächtigkeit cm	Bodenfarbe Munsell		TRD g/cm <sup>3</sup>	PV Vol.-%	Ld <sub>eff</sub> g/cm <sup>3</sup>
		feucht	trocken			
<b>Ah</b>	2 - 7	10 YR 2/2	10 YR 4/3	1,14	57	1,27
<b>E</b>	7 - 32	10 YR 3/4	10 YR 5/4	1,30	51	1,36
<b>Bt</b>	32 - 80	10 YR 3/4	10 YR 5/4	1,54	42	1,63
<b>Bw</b>	80 - 140+	10 YR 4/4	10 YR 6/5	1,57	41	1,73

**Profil Nr. C12: Haplic Luvisol (LVh)**

**3 Laboruntersuchungen**

Horizont- symbol	Korngrößenverteilung (Masse-% des Feinbodens)									U/T	Bodenart	
	gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T		AGB	FAO
<b>Ah</b>	0,9	3,3	8,5	12,7	16,5	35,4	21,5	73,3	14,0	5,2	Ut3	LU
<b>E</b>	0,2	0,3	24,7	25,2	35,8	24,3	7,7	67,8	7,0	9,6	Us	LU
<b>Bt</b>	0,2	0,5	4,1	4,9	41,3	32,6	10,7	84,6	10,5	8,0	Ut2	U
<b>Bw</b>	0,2	0,3	1,7	2,2	19,8	39,9	20,7	80,3	17,4	4,6	Ut4	LU

Horizont- symbol	pH	pH	EC	Carbonate	C <sub>org</sub>	Humus	N <sub>t</sub>	C/N	P <sub>a</sub>
	H <sub>2</sub> O	KCl	mS/cm	%	%	%	%		mg/kg
<b>Ah</b>	6,5	6,0	0,5	0	2,68	5,36	0,36	7,4	7,43
<b>E</b>	8,1	6,7	0,1	0	0,27	0,54	0,06	4,5	0,48
<b>Bt</b>	8,6	7,4	0,2	0	0,33	0,66	0,06	5,5	0,89
<b>Bw</b>	8,7	7,8	0,2	0	0,53	1,06	0,09	5,9	0,85

Horizont- symbol	Austauschkationen (mval/100 g Boden)							BS	AK <sub>eff</sub>
	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	S-Wert	AK <sub>eff</sub>	%	mval/100g T
<b>Ah</b>	0,07	14,47	6,62	0,95	1,63	23,67	23,74	99,7	
<b>E</b>	0,06	3,41	3,35	0,44	0,82	8,02	8,08	99,3	
<b>Bt</b>	0,07	6,71	4,40	0,51	0,72	12,34	12,41	99,4	117,85
<b>Bw</b>	0,11	8,15	6,64	0,58	0,83	16,20	16,31	99,3	93,63

## Beschreibung der Bodenprofile auf dem Grundstück von Bauer D Profil Nr. D6

### 1 Allgemeine Information

#### 1.1 Registrierung und Lokalisierung

- 1.1.1 Profilnummer: D6 (LPSYD6)
- 1.1.2 Intensität der Profilaufnahme: 2 Normale Profilaufnahme
- 1.1.3 Aufnahmedatum: 951204 4. Dezember 1995
- 1.1.4 Bearbeiter: Jörg Elbers, Alejandro Serna
- 1.1.5 Bodeneinheit:
- 1.1.6 Ortsbeschreibung: Profil in der alten Hybridkakaoparzelle Nr.2, mit Erneuerung von veredeltem Kakao des Kreditprogramms, an der Grenze der alten zur rezenten Terrasse des Arroyo Remolinos, auf dem Grundstück von Bauer D, Nr. 88 der Kolonie Remolinos, Area VI, etwa 0,4 km nordöstlich von Remolinos, Provinz Sud Yungas, Departamento La Paz, Bolivien.
- 1.1.7 Höhe über NN: 473 m
- 1.1.8 Kartenblatt der Carta Nacional 1:50.000 und UTM-Koordinaten:  
6146 I San Miguel de Huachi East: 703.942 North: 8.263.702
- 1.1.9 Geographische Koordinaten:  $\lambda$ : 67°05'52"W  $\varphi$ : 15°41'37"S

#### 1.2 Bodenklassifizierung

- 1.2.1 Bodentyp: FAO: Chromic Cambisol (CMx)  
USDA: Fluventic Eutropept
- 1.2.2 Bodenklima  
Bodentemperaturregime: IH Isohyperthermic  
Bodenfeuchteregime: UD Udic

#### 1.3 Geländeform und Topographie

- 1.3.1 Topographie: A Fast eben
- 1.3.2 Relieftyp: AP Alluviale Ebene
- 1.3.3 Geländeform: TE Terrasse
- 1.3.4 Geländedeposition: HI Höherer Bereich
- 1.3.5 Hangneigung: 2° 2 Sehr schwach geneigt  
Hangform: C Konkav Exposition: 320° Nordwest
- 1.3.6 Mikrorelief: HM Wellig

#### 1.4 Landnutzung und Vegetation

- 1.4.1 Landnutzung: AT1 Kakaopflanzung (*Theobroma cacao*), etwa 15jährige Hybriden, mit 1jährigen veredelten Kakaopflanzen als Erneuerung, mit Grapefruit (*Citrus paradisi*), Pacay (*Inga* spp.), Motacú (*Attalea phalerata*), Mara (*Swietenia macrophylla*) und dem Bodenbedecker Kudzu (*Pueraria phaseoloides*), auf der rezenten Terrasse Ambaibo (*Cecropia* sp.), Charo (*Gynerium sagittatum*), Pacay (*Inga* spp.), Jipijapa (*Carloduvica palmata*) und Kari kari (Mimosoideae).
- 1.4.2 Anthropogene Veränderungen: CL, BR Brandrodung
- 1.4.3 Vegetation:

#### 1.5 Ausgangsgestein

- 1.5.1 Ausgangsgestein: AL Alluviale Sedimente
- 1.5.2 Effektive Bodentiefe: 5 Sehr tief > 150 cm

- 1.6 Eigenschaften der Geländeoberfläche
- 1.6.1 Felsdurchragungen: N Keine
- 1.6.2 Bodenskelett auf der Geländeoberfläche: VL Sehr wenige Großblöcke
- 1.6.3 Erosionserscheinungen: N Keine
- 1.6.4 Oberflächenversiegelung: N Keine
- 1.6.5 Oberflächenrisse: N Keine
- 1.6.6 Andere Eigenschaften der Geländeoberfläche:
- 1.7 Bodenwasserhaushalt
- 1.7.1 Infiltration: S Schnelle Infiltration
- 1.7.2 Vernässungsgrad: W Nie vernäßt
- 1.7.3 Oberflächenabfluß: R Schneller Abfluß
- 1.7.4 Überflutung: N Keine
- 1.7.5 Grundwasseroberfläche: E Sehr tief > 150 cm
- 1.7.6 Bodenfeuchtereime: M, S Feucht bis 100 cm, darunter schwach feucht

## 2 Beschreibung der Bodenhorizonte

- O 0 - 2 cm Laubstreu und organische Feinsubstanz von Kakao und Bäumen der benachbarten rezenten Terrasse.
- Ah 2 - 13 cm Dunkel rötlichbraun (5 YR 3/3) feucht und matt rötlichbraun (5 YR 5/3) trocken; sandiger Lehm (AGB: mittel lehmiger Sand); mittel humos; Krümelgefüge; Konsistenz feucht: sehr bröselig, naß: wenig bindig, wenig formbar; starke Durchwurzelung, viele Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; Horizontgrenze deutlich, wellig; pH 6,1; ochric A-Horizont; Probe Nr. D6A.
- Bw1 13 - 75 cm Dunkel rötlichbraun (5 YR 3/4) feucht und hell rötlichbraun (5 YR 5/6) trocken; sandiger Lehm (AGB: stark lehmiger Sand), sehr schwach kiesig, Fein-, Mittel- und Grobkies, fluviatil, aus tertiären Sandsteinen; sehr schwach humos; Kohärentgefüge; Konsistenz feucht: sehr bröselig, naß: wenig bindig, wenig formbar; starke Durchwurzelung, verbreitete Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; Horizontgrenze diffus, unregelmäßig; pH 6,2; cambic B-Horizont; Probe Nr. D6B.
- Bw2 75 - 150 cm+ Dunkel rötlichbraun (5 YR 3/6) feucht und orange (5 YR 6/7) trocken; sandiger Lehm (AGB: stark lehmiger Sand), mittel steinig, 20 Vol.-%, Kies, Steine, Blöcke und Großblöcke bis > 1 m Ø, fluviatil, aus tertiären Sandsteinen; Kohärentgefüge; Konsistenz feucht: bröselig, naß: wenig bindig, wenig formbar; mittlere Durchwurzelung, wenige Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; pH 7,0; cambic B-Horizont; Probe Nr. D6C.



Horizont- symbol	Mächtigkeit cm	Bodenfarbe Munsell		TRD g/cm <sup>3</sup>	PV Vol.-%	Ld <sub>eff</sub> g/cm <sup>3</sup>
		feucht	trocken			
<b>Ah</b>	2 - 13	5 YR 3/3	5 YR 5/3	1,09	59	1,16
<b>Bw1</b>	13 - 75	5 YR 3/4	5 YR 5/6	1,55	42	1,68
<b>Bw2</b>	75 - 150+	5 YR 3/6	5 YR 6/7	1,72	35	1,87

### Profil Nr. D6: Chromic Cambisol (CMx)

#### 3 Laboruntersuchungen

Horizont- symbol	Korngrößenverteilung (Masse-% des Feinbodens)									U/T	Bodenart	
	gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T		AGB	FAO
<b>Ah</b>	1,3	35,2	33,9	70,4	9,6	6,9	5,0	21,5	8,1	2,6	SI3	LS
<b>Bw1</b>	1,7	22,3	41,3	65,3	10,3	5,4	4,2	20,0	14,7	1,4	SI4	LS
<b>Bw2</b>	1,5	20,7	41,2	63,3	10,5	5,6	4,1	20,1	16,6	1,2	SI4	LS

Horizont- symbol	pH	pH	EC	Carbonate	C <sub>org</sub>	Humus	N <sub>t</sub>	C/N	P <sub>a</sub>
	H <sub>2</sub> O	KCl	mS/cm	%	%	%	%		mg/kg
<b>Ah</b>	6,1	5,6	0,1	0	1,58	3,16	0,16	9,9	5,46
<b>Bw1</b>	6,2	4,9	0,0	0	0,26	0,52	0,05	5,2	2,27
<b>Bw2</b>	7,0	5,6	0,1	0	0,26	0,52	0,04	6,5	0,96

Horizont- symbol	Austauschkationen (mval/100 g Boden)							BS	AK <sub>eff</sub>
	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	S-Wert	AK <sub>eff</sub>	%	mval/100g T
<b>Ah</b>	0,07	10,96	1,91	0,16	0,25	13,28	13,35	99,5	
<b>Bw1</b>	0,06	8,58	1,00	0,92	0,80	11,30	11,36	99,5	77,07
<b>Bw2</b>	0,07	7,22	1,26	0,20	0,47	9,15	9,22	99,2	55,44

## Beschreibung der Bodenprofile auf dem Grundstück von Bauer D Profil Nr. D8

### 1 Allgemeine Information

#### 1.1 Registrierung und Lokalisierung

- 1.1.1 Profilnummer: D8 (LPSYD8)
- 1.1.2 Intensität der Profilaufnahme: 2 Normale Profilaufnahme
- 1.1.3 Aufnahmedatum: 951205 5. Dezember 1995
- 1.1.4 Bearbeiter: Jörg Elbers, Alejandro Serna
- 1.1.5 Bodeneinheit:
- 1.1.6 Ortsbeschreibung: Profil in der Hybridkakaoparzelle Nr. 3, am Rand des Fahrweges in den zweiten Abschnitt der Kolonie Remolinos, auf dem Grundstück von Bauer D, Nr. 88 der Kolonie Remolinos, Area VI, etwa 0,6 km nordöstlich von Remolinos, Provinz Sud Yungas, Departamento La Paz, Bolivien.
- 1.1.7 Höhe über NN: 481 m
- 1.1.8 Kartenblatt der Carta Nacional 1:50.000 und UTM-Koordinaten:  
6146 I San Miguel de Huachi East: 703. 994 North: 8.263.702
- 1.1.9 Geographische Koordinaten:  $\lambda$ : 67°05'51"W  $\varphi$ : 15°41'32"S

#### 1.2 Bodenklassifizierung

- 1.2.1 Bodentyp: FAO: Chromic Luvisol (LVx)  
USDA: Typic Hapludalf
- 1.2.2 Bodenklima  
Bodentemperaturregime: IH Isohyperthermic  
Bodenfeuchteregime: UD Udic

#### 1.3 Geländeform und Topographie

- 1.3.1 Topographie: S Steil zerschnitten
- 1.3.2 Relieftyp: HI Hügel
- 1.3.3 Geländeform: SL, RI Hang und unterer Bereich eines schmalen, steilen Bergrückens
- 1.3.4 Geländedeposition: LS Unterhang
- 1.3.5 Hangneigung: 20° 7 Steil  
Hangform: S Gestreckt Exposition: 190° Süd
- 1.3.6 Mikrorelief: HM Wellig

#### 1.4 Landnutzung und Vegetation

- 1.4.1 Landnutzung: AT1 Kakaopflanzung (*Theobroma cacao*), etwa 20jährige Hybriden, mit Bananen (*Musa* spp.), Grapefruit (*Citrus paradisi*), Flor de mayo (*Chorisia* sp.), Cedro (*Cedrela odorata*) und am Wegesrand Itapallu (*Urera caracasana*).
- 1.4.2 Anthropogene Veränderungen: CL, BR Brandrodung
- 1.4.3 Vegetation:

#### 1.5 Ausgangsgestein

- 1.5.1 Ausgangsgestein: SE: SA, SH Tertiäre Sand- und Tonsteine, in situ verwittert.
- 1.5.2 Effektive Bodentiefe: 5 Sehr tief > 160 cm

- 1.6 Eigenschaften der Geländeoberfläche
- 1.6.1 Felsdurchragungen: N Keine
- 1.6.2 Bodenskelett auf der Geländeoberfläche: VL Sehr wenig Grus, Steine und Blöcke in allen Größen
- 1.6.3 Erosionserscheinungen: N Keine
- 1.6.4 Oberflächenversiegelung: N Keine
- 1.6.5 Oberflächenrisse: N Keine
- 1.6.6 Andere Eigenschaften der Geländeoberfläche:
- 1.7 Bodenwasserhaushalt
- 1.7.1 Infiltration: W Gute Infiltration
- 1.7.2 Vernässungsgrad: W Nie vernäßt
- 1.7.3 Oberflächenabfluß: M Mäßig schneller Abfluß
- 1.7.4 Überflutung: N Keine
- 1.7.5 Grundwasseroberfläche: N Kein Grundwassereinfluß
- 1.7.6 Bodenfeuchteregime: M Feucht im gesamten Profil

## 2 Beschreibung der Bodenhorizonte

- O 0 - 1 cm Laubstreu und organische Feinsubstanz.
- Ah 1 - 10 cm Dunkel rötlichbraun (5 YR 3/3) feucht und matt rötlichbraun (5 YR 5/4) trocken; Lehm (AGB: schwach sandiger Lehm); stark humos; Krümelgefüge; Konsistenz feucht: bröselig, naß: wenig bindig bis bindig, wenig formbar; starke Durchwurzelung, viele Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; Horizontgrenze deutlich, wellig; pH 7,1; ochric A-Horizont; Probe Nr. D8A.
- E 10 - 70 cm Rötlichbraun (5 YR 4/6) feucht und orange (5 YR 6/6) trocken; toniger Lehm (AGB: sandig-toniger Lehm), sehr schwach grusig, Fein- und Mittelgrus und -kies, aus tertiären Sandsteinen; sehr schwach humos; Polyedergefüge; Konsistenz feucht: stabil, naß: bindig, formbar; mittlere Durchwurzelung, verbreitete Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; Horizontgrenze diffus, unregelmäßig; pH 6,0; Probe Nr. D8B.
- Bt 70 - 160 cm Rötlichbraun (5 YR 4/8) feucht und orange (5 YR 6/8) trocken; toniger Lehm (AGB: sandig-toniger Lehm), mittel steinig, 10 Vol.-%, Mittel- und Grobkies und -grus, runde und kantige Steine, aus tertiären Sandsteinen, mit einer Schicht mit höherem Steingehalt zwischen 70 und 120 cm; Polyedergefüge; Konsistenz feucht: stabil, naß: bindig, formbar; mittlere Durchwurzelung, wenige Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; pH 6,5; argic B-Horizont; Probe Nr. D8C.

Horizont- symbol	Mächtigkeit cm	Bodenfarbe Munsell		TRD g/cm <sup>3</sup>	PV Vol.-%	Ld <sub>eff</sub> g/cm <sup>3</sup>
		feucht	trocken			
<b>Ah</b>	1 - 10	5 YR 3/3	5 YR 5/4	1,08	59	1,25
<b>E</b>	10 - 70	5 YR 4/6	5 YR 6/6	1,60	40	1,86
<b>Bt</b>	70 - 160+	5 YR 4/8	5 YR 6/8	1,68	37	1,99

**Profil Nr. D8: Chromic Luvisol (LVx)**

**3 Laboruntersuchungen**

Horizont- symbol	Korngrößenverteilung (Masse-% des Feinbodens)									U/T	Bodenart	
	gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T		AGB	FAO
<b>Ah</b>	0,6	6,5	31,3	38,4	16,9	15,0	10,8	42,7	19,0	2,3	Ls2	L
<b>E</b>	0,4	6,0	30,0	36,4	15,6	11,6	7,3	34,6	29,0	1,2	Lts	LT
<b>Bt</b>	0,7	5,0	26,1	31,8	13,9	11,4	8,0	33,3	34,9	1,0	Lts	LT

Horizont- symbol	pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	EC mS/cm	Carbonate %	C <sub>org</sub> %	Humus %	N <sub>t</sub> %	C/N	P <sub>a</sub> mg/kg
<b>Ah</b>	7,1	6,6	0,3	0	2,54	5,08	0,25	10,2	25,63
<b>E</b>	6,0	4,9	0,1	0	0,46	0,92	0,08	5,8	4,00
<b>Bt</b>	6,5	5,1	0,0	0	0,07	0,14	0,05	1,4	3,14

Horizont- symbol	Austauschkationen (mval/100 g Boden)							BS %	AK <sub>eff</sub> mval/100g T
	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	S-Wert	AK <sub>eff</sub>		
<b>Ah</b>	0,05	19,15	3,39	0,25	1,27	24,06	24,11	99,8	
<b>E</b>	0,07	10,04	2,65	0,13	0,88	13,70	13,77	99,5	
<b>Bt</b>	0,09	12,30	3,16	0,09	0,91	16,46	16,55	99,5	47,37

## Beschreibung der Bodenprofile auf dem Grundstück von Bauer D Profil Nr. D9

### 1 Allgemeine Information

#### 1.1 Registrierung und Lokalisierung

- 1.1.1 Profilnummer: D9 (LPSYD9)
- 1.1.2 Intensität der Profilaufnahme: 2 Normale Profilaufnahme
- 1.1.3 Aufnahmedatum: 951205 5. Dezember 1995
- 1.1.4 Bearbeiter: Jörg Elbers, Alejandro Serna
- 1.1.5 Bodeneinheit:
- 1.1.6 Ortsbeschreibung: Profil in der Agroforstparzelle, an der Grenze der subrezentem Terrasse zum rechten Ufer des Arroyo Remolinos, auf dem Grundstück von Bauer D, Nr. 88 der Kolonie Remolinos, Area VI, etwa 0,4 km nordöstlich von Remolinos, Provinz Sud Yungas, Departamento La Paz, Bolivien.
- 1.1.7 Höhe über NN: 472 m
- 1.1.8 Kartenblatt der Carta Nacional 1:50.000 und UTM-Koordinaten:  
6146 I San Miguel de Huachi East: 703.918 North: 8.263.721
- 1.1.9. Geographische Koordinaten:  $\lambda$ : 67°05'53"W  $\varphi$ : 15°41'36"S

#### 1.2 Bodenklassifizierung

- 1.2.1 Bodentyp: FAO: Chromic Cambisol (CMx)  
USDA: Typic Eutropept
- 1.2.2 Bodenklima  
Bodentemperaturregime: IH Isohyperthermic  
Bodenfeuchteregime: UD Udic

#### 1.3 Geländeform und Topographie

- 1.3.1 Topographie: A Fast eben
- 1.3.2 Relieftyp: AP Alluviale Ebene
- 1.3.3 Geländeform: TE Terrasse
- 1.3.4 Geländedeposition: LO Niederer Bereich
- 1.3.5 Hangneigung: 0.5° 1 Nicht geneigt  
Hangform: C Konkav Exposition: 320° Nordwest
- 1.3.6 Mikrorelief: HM Wellig

#### 1.4 Landnutzung und Vegetation

- 1.4.1 Landnutzung: MF Agroforstliche Versuchsparzelle mit Mais (*Zea mays*), Bohnen (*Phaseolus* spp.), Tomate (*Lycopersicon esculentum*), Papaya (*Carica papaya*), Gandul (*Cajanus cajan*), Leucaena (*Leucaena leucocephala*), Flemingia (*Flemingia congesta*) und Ufervegetation am Terrassenrand mit Balsa (*Ochroma pyramidale*), Ambaibo (*Cecropia* sp.), Pacay (*Inga* spp.), Charo (*Gynerium sagittatum*) und Laurel blanco (Lauraceae).
- 1.4.2 Anthropogene Veränderungen: CL, BR Brandrodung
- 1.4.3 Vegetation:

#### 1.5 Ausgangsgestein

- 1.5.1 Ausgangsgestein: AL Alluviale Sedimente
- 1.5.2 Effektive Bodentiefe: 5 Sehr tief > 190 cm



- 1.6 Eigenschaften der Geländeoberfläche
- 1.6.1 Felsdurchragungen: N Keine
- 1.6.2 Bodenskelett auf der Geländeoberfläche: VL Sehr wenig Kies, Steine und Blöcke in allen Größen
- 1.6.3 Erosion: Hauptkategorie: W Wassererosion Typ: WG Lateralerosion durch den Arroyo Remolinos Betroffenes Gebiet: 1 0 - 5% der Fläche Grad: M Mäßig Aktivität: A Aktiv in der Gegenwart
- 1.6.4 Oberflächenversiegelung: N Keine
- 1.6.5 Oberflächenrisse: N Keine
- 1.6.6 Andere Eigenschaften der Geländeoberfläche:
- 1.7 Bodenwasserhaushalt
- 1.7.1 Infiltration: S Schnelle Infiltration
- 1.7.2 Vernässungsgrad: W Nie vernäßt
- 1.7.3 Oberflächenabfluß: R Schneller Abfluß
- 1.7.4 Überflutung: N Keine
- 1.7.5 Grundwasseroberfläche: E Sehr tief 250 cm
- 1.7.6 Bodenfeuchteregime: M Feucht im gesamten Profil

## 2 Beschreibung der Bodenhorizonte

- Ah 0 - 8 cm Dunkel rötlichbraun (5 YR 3/4) feucht und matt rötlichbraun (5 YR 5/6) trocken; sandiger Lehm (AGB: mittel lehmiger Sand), sehr schwach kiesig, Feinkies, fluviatil, aus tertiären Sandsteinen; mittel humos; Einzelkorngefüge; Konsistenz feucht: sehr bröselig, naß: wenig bindig, wenig formbar; starke Durchwurzelung, verbreitete Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; Horizontgrenze deutlich, wellig; pH 7,4; ochric A-Horizont; Probe Nr. D9A.
- Bw 8 - 190 cm Hell rötlichbraun (5 YR 5/8) feucht und orange (5 YR 6/8) trocken; sandiger Lehm (AGB: mittel lehmiger Sand), sehr schwach kiesig, Fein-, Mittel- und Grobkies, fluviatil, aus tertiären Sandsteinen, zwischen 18 und 35 cm existiert eine Schicht aus Fein- und Mittelkies; sehr schwach humos; Einzelkorngefüge; Konsistenz feucht: sehr bröselig, naß: wenig bindig, wenig formbar; mittel bis schwache Durchwurzelung, verbreitete Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; pH 5,3; cambic B-Horizont; Probe Nr. D9B.

Horizont- symbol	Mächtigkeit cm	Bodenfarbe Munsell		TRD g/cm <sup>3</sup>	PV Vol.-%	Ld <sub>eff</sub> g/cm <sup>3</sup>
		feucht	trocken			
<b>Ah</b>	0 - 8	5 YR 3/4	5 YR 5/6	1,11	58	1,19
<b>Bw</b>	8 - 190+	5 YR 5/8	5 YR 6/8	1,53	42	1,62

**Profil Nr. D9: Chromic Cambisol (CMx)**

**3 Laboruntersuchungen**

Horizont- symbol	Korngrößenverteilung (Masse-% des Feinbodens)									U/T	Bodenart	
	gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T		AGB	FAO
<b>Ah</b>	1,4	21,2	42,6	65,3	11,8	8,2	5,9	25,9	8,9	2,9	SI3	LS
<b>Bw</b>	0,9	24,6	43,6	69,0	11,4	6,0	3,5	20,9	10,1	2,1	SI3	LS

Horizont- symbol	pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	EC mS/cm	Carbonate %	C <sub>org</sub> %	Humus %	N <sub>t</sub> %	C/N	P <sub>a</sub> mg/kg
	<b>Ah</b>	7,4	6,9	0,3	0	1,71	3,42	0,16	10,7
<b>Bw</b>	5,3	4,3	0,2	0	0,07	0,14	0,02	3,5	4,03

Horizont- symbol	Austauschkationen (mval/100 g Boden)							BS	AK <sub>eff</sub>
	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	S-Wert	AK <sub>eff</sub>	%	mval/100g T
<b>Ah</b>	0,05	10,62	2,75	0,19	1,17	14,73	14,78	99,7	
<b>Bw</b>	0,20	3,65	0,80	0,15	0,17	4,77	4,97	96,0	49,31

## Beschreibung der Bodenprofile auf dem Grundstück von Bauer E Profil Nr. E6

### 1 Allgemeine Information

#### 1.1 Registrierung und Lokalisierung

- 1.1.1 Profilnummer: E6 (LPSYE6)
- 1.1.2 Intensität der Profilaufnahme: 2 Normale Profilaufnahme
- 1.1.3 Aufnahmedatum: 951019 19. Oktober 1995
- 1.1.4 Bearbeiter: Jörg Elbers, Eduardo Trujillo, Ruben Mamani
- 1.1.5 Bodeneinheit:
- 1.1.6 Ortsbeschreibung: Schürfgrube in der einjährigen Brachfläche (Reisfeld 1994/95), etwa 20 m westlich des Fußweges an der Grenze zur Primärwaldparzelle, auf dem Grundstück von Bauer E, Nr. 110 der Kolonie Remolinos, Area VI, etwa 2,5 km südöstlich von Remolinos, Provinz Sud Yungas, Departamento La Paz, Bolivien.
- 1.1.7 Höhe über NN: 505 m
- 1.1.8 Kartenblatt der Carta Nacional 1:50.000 und UTM-Koordinaten:  
6146 I San Miguel de Huachi East: 705.715 North: 8.262.282
- 1.1.9 Geographische Koordinaten:  $\lambda$ : 67°04'52"W  $\varphi$ : 15°42'22"S

#### 1.2 Bodenklassifizierung

- 1.2.1 Bodentyp: FAO: Haplic Lixisol (LXh)  
USDA: Ultic Hapludalf
- 1.2.2 Bodenklima  
Bodentemperaturregime: IH Isohyperthermic  
Bodenfeuchteregime: UD Udic

#### 1.3 Geländeform und Topographie

- 1.3.1 Topographie: A Fast eben
- 1.3.2 Relieftyp: HI Hügel
- 1.3.3 Geländeform: RI Bergrücken
- 1.3.4 Geländedeposition: CR Kulminationsbereich
- 1.3.5 Hangneigung: 0.5° 1 Nicht geneigt
- 1.3.6 Mikrorelief: HL Flachwellig

#### 1.4 Landnutzung und Vegetation

- 1.4.1 Landnutzung: AP1, AT1 Parzelle mit den perennierenden Kulturen Bananen (*Musa* spp.), Papaya (*Carica papaya*), Zitrusfrüchte (*Citrus* spp.), Motacú (*Attalea phalerata*) sowie Sträuchern und Kräutern.
- 1.4.2 Anthropogene Veränderungen: CL, BR Brandrodung (Brennen im Oktober 1994)
- 1.4.3 Vegetation:

#### 1.5 Ausgangsgestein

- 1.5.1 Ausgangsgestein: SE: SA, SH Tertiäre Sand- und Tonsteine, in situ verwittert.
- 1.5.2 Effektive Bodentiefe: 5 Sehr tief > 160 cm

#### 1.6 Eigenschaften der Geländeoberfläche

- 1.6.1 Felsdurchragungen: N Keine
- 1.6.2 Bodenskelett auf der Geländeoberfläche: N Nicht vorhanden
- 1.6.3 Erosionserscheinungen: N Keine
- 1.6.4 Oberflächenversiegelung: N Keine
- 1.6.5 Oberflächenrisse: N Keine
- 1.6.6 Andere Eigenschaften der Geländeoberfläche:

- 1.7 Bodenwasserhaushalt  
 1.7.1 Infiltration: M Mäßig gute Infiltration  
 1.7.2 Vernässungsgrad: W Nie vernäßt  
 1.7.3 Oberflächenabfluß: M Mäßig schneller Abfluß  
 1.7.4 Überflutung: N Keine  
 1.7.5 Grundwasseroberfläche: N Kein Grundwassereinfluß  
 1.7.6 Bodenfeuchtereime: D Trocken im gesamten Profil

## 2 Beschreibung der Bodenhorizonte

- Ah 0 - 7 cm Dunkelbraun (7.5 YR 3/4) feucht und matt braun (7.5 YR 5/3) trocken; sandiger Lehm (AGB: schwach lehmiger Sand); mittel humos; Einzelkorngefüge; Konsistenz feucht: sehr bröselig, naß: wenig bindig, nicht formbar; sehr starke Durchwurzelung, verbreitete Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; Horizontgrenze deutlich, wellig; pH 7,6; ochric A-Horizont; Probe Nr. E6A.
- E 7 - 63 cm Braun (7.5 YR 4/4) feucht und matt orange (7.5 YR 7/3) trocken; sandiger Lehm (AGB: mittel schluffiger Sand), sehr schwach grusig, Fein- und Mittelgrus, aus tertiären Sandsteinen, ein runder Stein von 10 cm Ø; sehr schwach humos; Einzelkorngefüge; Konsistenz feucht: sehr bröselig, naß: wenig bindig, nicht formbar; sehr starke Durchwurzelung, wenige Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; Horizontgrenze diffus, wellig; pH 5,9; Probe Nr. E6B.
- Bt 63 - 160 cm+ Rötlichbraun (5 YR 4/6) feucht und gelblichorange (7.5 YR 7/7) trocken; sandig-toniger Lehm (AGB: stark sandiger Lehm), sehr schwach grusig, Fein- und Mittelgrus, aus tertiären Sandsteinen, ein Stück Mittelkies; Kohärentgefüge; Konsistenz feucht: bröselig, naß: bindig, wenig formbar; sehr wenige Eisenkonkretionen, feine und mittlere, gerundet, hart und weich, schwarz, konzentrische Struktur; mittlere Durchwurzelung, keine Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; pH 4,6; argic B-Horizont; Probe Nr. E6C.

Horizont- symbol	Mächtigkeit cm	Bodenfarbe Munsell		TRD g/cm <sup>3</sup>	PV Vol.-%	Ld <sub>eff</sub> g/cm <sup>3</sup>
		feucht	trocken			
<b>Ah</b>	0 - 7	7.5 YR 3/4	7.5 YR 5/3	1,11	58	1,16
<b>E</b>	7 - 63	7.5 YR 4/4	7.5 YR 7/3	1,39	48	1,44
<b>Bt</b>	63 - 160+	5 YR 4/6	7.5 YR 7/7	1,61	39	1,80

**Profil Nr. E6: Haplic Lixisol (LXh)**

**3 Laboruntersuchungen**

Horizont- symbol	Korngrößenverteilung (Masse-% des Feinbodens)									U/T	Bodenart	
	gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T		AGB	FAO
<b>Ah</b>	1,7	17,7	52,0	71,3	11,8	7,4	4,2	23,3	5,4	4,4	Sl2	LS
<b>E</b>	1,1	15,1	52,5	68,7	13,2	8,1	4,9	26,2	5,1	5,1	Su3	LS
<b>Bt</b>	1,1	12,4	40,7	54,1	13,6	6,6	4,4	24,5	21,3	1,1	Ls4	LTS

Horizont- symbol	pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	EC mS/cm	Carbonate %	C <sub>org</sub> %	Humus %	N <sub>t</sub> %	C/N	P <sub>a</sub> mg/kg
<b>Ah</b>	7,6	7,1	0,2	0	1,67	3,34	0,16	10,4	19,72
<b>E</b>	5,9	5,0	0,1	0	0,17	0,34	0,03	5,7	2,77
<b>Bt</b>	4,6	3,6	0,0	0	0,13	0,26	0,05	2,6	5,54

Horizont- symbol	Austauschkationen (mval/100 g Boden)							BS %	AK <sub>eff</sub> mval/100g T
	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	S-Wert	AK <sub>eff</sub>		
<b>Ah</b>	0,05	10,45	1,14	0,49	1,07	13,15	13,20	99,6	
<b>E</b>	0,04	1,61	0,12	0,15	0,58	2,46	2,50	98,4	
<b>Bt</b>	2,14	1,78	0,76	0,02	0,20	2,76	4,90	56,3	22,96



## Beschreibung der Bodenprofile auf dem Grundstück von Bauer E Profil Nr. E7

### 1 Allgemeine Information

#### 1.1 Registrierung und Lokalisierung

- 1.1.1 Profilnummer: E7 (LPSYE7)
- 1.1.2 Intensität der Profilaufnahme: 2 Normale Profilaufnahme
- 1.1.3 Aufnahmedatum: 951019 19. Oktober 1995
- 1.1.4 Bearbeiter: Jörg Elbers, Eduardo Trujillo, Ruben Mamani, Alejandro Serna
- 1.1.5 Bodeneinheit:
- 1.1.6 Ortsbeschreibung: Schürfgrube 20 m nordöstlich des Hauses in der Hybridkakaoparzelle am Fußweg gelegen, auf dem Grundstück von Bauer E, Nr. 110 der Kolonie Remolinos, Area VI, etwa 2,5 km südöstlich von Remolinos, Provinz Sud Yungas, Departamento La Paz, Bolivien.
- 1.1.7 Höhe über NN: 509 m
- 1.1.8 Kartenblatt der Carta Nacional 1:50.000 und UTM-Koordinaten:  
6146 I San Miguel de Huachi East: 705.606 North: 8.261.957
- 1.1.9 Geographische Koordinaten:  $\lambda$ : 67°04'56"W  $\varphi$ : 15°42'33"S

#### 1.2 Bodenklassifizierung

- 1.2.1 Bodentyp: FAO: Chromic Luvisol (LVx)  
USDA: Typic Hapludalf
- 1.2.2 Bodenklima  
Bodentemperaturregime: IH Isohyperthermic  
Bodenfeuchteregime: UD Udic

#### 1.3 Geländeform und Topographie

- 1.3.1 Topographie: UWellig
- 1.3.2 Relieftyp: HI Hügel
- 1.3.3 Geländeform: RI Bergrücken
- 1.3.4 Geländedeposition: CR Kulminationsbereich
- 1.3.5 Hangneigung: 4° 3 Schwach geneigt  
Hangform: V Konkav Exposition: 120° Südost
- 1.3.6 Mikrorelief: HL Flachwellig

#### 1.4 Landnutzung und Vegetation

- 1.4.1 Landnutzung: AT1 Kakaopflanzung (*Theobroma cacao*), etwa 15jährige Hybriden, mit Bananen (*Musa* spp.), Pampelmuse (*Citrus maxima*), Mango (*Mangifera indica*), Itapallu (*Urera caracasana*).
- 1.4.2 Anthropogene Veränderungen: CL, BR Brandrodung
- 1.4.3 Vegetation:

#### 1.5 Ausgangsgestein

- 1.5.1 Ausgangsgestein: SE: SA, SH Tertiäre Sand- und Tonsteine, in situ verwittert.
- 1.5.2 Effektive Bodentiefe: 5 Sehr tief > 160 cm

#### 1.6 Eigenschaften der Geländeoberfläche

- 1.6.1 Felsdurchragungen: N Keine
- 1.6.2 Bodenskelett auf der Geländeoberfläche: N Nicht vorhanden
- 1.6.3 Erosionserscheinungen: N Keine
- 1.6.4 Oberflächenversiegelung: N Keine
- 1.6.5 Oberflächenrisse: N Keine
- 1.6.6 Andere Eigenschaften der Geländeoberfläche:

- 1.7 Bodenwasserhaushalt  
 1.7.1 Infiltration: M Mäßig gute Infiltration  
 1.7.2 Vernässungsgrad: W Nie vernäßt  
 1.7.3 Oberflächenabfluß: M Mäßig schneller Abfluß  
 1.7.4 Überflutung: N Keine  
 1.7.5 Grundwasseroberfläche: N Kein Grundwassereinfluß  
 1.7.6 Bodenfeuchtereime: D Trocken im gesamten Profil

## 2 Beschreibung der Bodenhorizonte

- O 0 - 1 cm Laubstreu von Kakao und Pampelmuse in Zersetzung.
- Ah 1 - 9 cm Bräunlichschwarz (7.5 YR 3/2) feucht und matt braun (7.5 YR 5/4) trocken; sandiger Lehm (AGB: mittel lehmiger Sand); mittel humos; Kohärentgefüge; Konsistenz feucht: sehr bröselig, naß: wenig bindig, wenig formbar; starke Durchwurzelung, viele Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; Horizontgrenze deutlich, wellig; pH 7,8; ochric A-Horizont; Probe Nr. E7A.
- E 9 - 63 cm Rötlichbraun (5 YR 4/6) feucht und orange (5 YR 6/6) trocken; sandiger Lehm (AGB: stark lehmiger Sand), sehr schwach grusig, Fein- und Mittelgrus, aus tertiären Sandsteinen; sehr schwach humos; Kohärentgefüge; Konsistenz feucht: sehr bröselig, naß: wenig bindig, wenig formbar; sehr wenige Eisenkonkretionen, sehr feine und feine, gerundet, hart, schwarz, konzentrische Struktur; starke Durchwurzelung, verbreitete Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; Horizontgrenze graduell, wellig; pH 7,6; Probe Nr. E7B.
- Bt 63 - 160 cm+ Rötlichbraun (2.5 YR 4/7) feucht und orange (5 YR 6/8) trocken; toniger Lehm (AGB: sandig-toniger Lehm), sehr schwach grusig, Fein- und Mittelgrus, aus tertiären Sandsteinen; Subpolyedergefüge; Konsistenz feucht: stabil, naß: bindig, formbar; sehr wenige Eisenkonkretionen, sehr feine und feine, gerundet, hart, schwarz, konzentrische Struktur; mittlere Durchwurzelung, wenige Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; pH 7,3; argic B-Horizont; Probe Nr. E7C.

Horizont- symbol	Mächtigkeit cm	Bodenfarbe Munsell		TRD g/cm <sup>3</sup>	PV Vol.-%	Ld <sub>eff</sub> g/cm <sup>3</sup>
		feucht	trocken			
<b>Ah</b>	1 - 9	7.5 YR 3/2	7.5 YR 5/4	1,49	44	1,57
<b>E</b>	9 - 63	5 YR 4/6	5 YR 6/6	1,45	45	1,56
<b>Bt</b>	63 - 160+	2.5 YR 4/7	5 YR 6/8	1,45	45	1,75

**Profil Nr. E7: Chromic Luvisol (LVx)**

**3 Laboruntersuchungen**

Horizont- symbol	Korngrößenverteilung (Masse-% des Feinbodens)									U/T	Bodenart	
	gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T		AGB	FAO
<b>Ah</b>	1,6	14,9	44,2	60,7	16,6	7,1	6,8	30,5	8,8	3,5	SI3	LS
<b>E</b>	1,2	12,7	44,9	58,8	14,7	8,5	5,7	28,9	12,3	2,3	SI4	LS
<b>Bt</b>	0,8	9,1	32,3	42,2	12,8	7,2	4,6	24,6	33,2	0,7	Lts	LT

Horizont- symbol	pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	EC mS/cm	Carbonate %	C <sub>org</sub> %	Humus %	N <sub>t</sub> %	C/N	P <sub>a</sub> mg/kg
<b>Ah</b>	7,8	7,7	0,2	0	1,67	3,34	0,18	9,3	21,36
<b>E</b>	7,6	6,6	0,1	0	0,33	0,66	0,05	6,6	3,42
<b>Bt</b>	7,3	6,1	0,1	0	0,20	0,40	0,06	3,3	7,70

Horizont- symbol	Austauschkationen (mval/100 g Boden)							BS %	AK <sub>eff</sub> mval/100g T
	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	S-Wert	AK <sub>eff</sub>		
<b>Ah</b>	0,07	18,44	1,21	0,18	1,06	20,89	20,96	99,7	
<b>E</b>	0,06	4,67	0,31	0,29	0,80	6,07	6,13	99,0	
<b>Bt</b>	0,06	5,23	2,11	0,04	1,14	8,52	8,58	99,3	25,86

## Beschreibung der Bodenprofile auf dem Grundstück von Bauer E Profil Nr. E8

### 1 Allgemeine Information

#### 1.1 Registrierung und Lokalisierung

- 1.1.1 Profilnummer: E8 (LPSYE8)
- 1.1.2 Intensität der Profilaufnahme: 2 Normale Profilaufnahme
- 1.1.3 Aufnahmedatum: 951204 4. Dezember 1995
- 1.1.4 Bearbeiter: Jörg Elbers, Alejandro Serna
- 1.1.5 Bodeneinheit:
- 1.1.6 Ortsbeschreibung: Schürfgrube auf der Weide, etwa 200 m nordöstlich des Hauses, nahe am Fußweg, auf dem Grundstück von Bauer E, Nr. 110 der Kolonie Remolinos, Area VI, etwa 2,5 km südöstlich von Remolinos, Provinz Sud Yungas, Departamento La Paz, Bolivien.
- 1.1.7 Höhe über NN: 498 m
- 1.1.8 Kartenblatt der Carta Nacional 1:50.000 und UTM-Koordinaten:  
6146 I San Miguel de Huachi East: 705.671 North: 8.262.113
- 1.1.9 Geographische Koordinaten:  $\lambda$ : 67°04'54"W  $\varphi$ : 15°42'28"S

#### 1.2 Bodenklassifizierung

- 1.2.1 Bodentyp: FAO: Eutric Planosol (PLe)  
USDA: Aeric Albaqualf
- 1.2.2 Bodenklima  
Bodentemperaturregime: IH Isohyperthermic  
Bodenfeuchteregime: UD Udic

#### 1.3 Geländeform und Topographie

- 1.3.1 Topographie: A Fast eben
- 1.3.2 Relieftyp: AP Alluviale Ebene
- 1.3.3 Geländeform: TE Terrasse
- 1.3.4 Geländedeposition: HI Höherer Bereich
- 1.3.5 Hangneigung: 0.5° 1 Nicht geneigt
- 1.3.6 Mikrorelief: HL Flachwellig

#### 1.4 Landnutzung und Vegetation

- 1.4.1 Landnutzung: HI Weide aus Elefantengras (*Pennisetum purpureum*) und Paja de maicillo (Gramineae), mit Motacú (*Attalea phalerata*), Toco (*Schizolobium* sp.), Ambaibo (*Cecropia* sp.).
- 1.4.2 Anthropogene Veränderungen: CL, BR Brandrodung
- 1.4.3 Vegetation:

#### 1.5 Ausgangsgestein

- 1.5.1 Ausgangsgestein: AL Alluviale Sedimente
- 1.5.2 Effektive Bodentiefe: 3 Mäßig tief > 92 cm

#### 1.6 Eigenschaften der Geländeoberfläche

- 1.6.1 Felsdurchragungen: N Keine
- 1.6.2 Bodenskelett auf der Geländeoberfläche: VL Sehr wenige runde Großblöcke mit > 2 m  $\varnothing$
- 1.6.3 Erosionserscheinungen: N Keine
- 1.6.4 Oberflächenversiegelung: N Keine
- 1.6.5 Oberflächenrisse: N Keine
- 1.6.6 Andere Eigenschaften der Geländeoberfläche:

- 1.7 Bodenwasserhaushalt
- 1.7.1 Infiltration: I Unvollkommene Infiltration
- 1.7.2 Vernässungsgrad: S Vernäßt während kurzer Perioden in den meisten Jahren
- 1.7.3 Oberflächenabfluß: S Langsamer Abfluß
- 1.7.4 Überflutung: N Keine
- 1.7.5 Grundwasseroberfläche: M Mäßig tief > 92 cm
- 1.7.6 Bodenfeuchtereime: M Feucht im gesamten Profil

## 2 Beschreibung der Bodenhorizonte

- Ah 0 - 6 cm Bräunlichschwarz (10 YR 2/2) feucht und gräulich gelblichbraun (10 YR 4/2) trocken; sandiger Lehm (AGB: mittel lehmiger Sand); stark humos; Krümelgefüge; Konsistenz feucht: bröselig, naß: wenig bindig, wenig formbar; starke Durchwurzelung, verbreitete Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; Horizontgrenze deutlich, wellig; pH 6,0; ochric A-Horizont; Probe Nr. E8A.
- Eg 6 - 28 cm Braun (7.5 YR 4/3) feucht und matt gelblichorange (10 YR 7/3) trocken; sandiger Lehm (AGB: mittel lehmiger Sand), sehr schwach kiesig, Fein- und Mittelkies, autochthones (tertiäre Sandsteine) und allochthones Material; sehr schwach humos; Kohärentgefüge; Konsistenz feucht: sehr bröselig, naß: wenig bindig, wenig formbar; sehr wenige Eisen- und Mangankonkretionen, feine und mittlere, gerundet, hart, schwarz, konzentrische Struktur; starke Durchwurzelung, wenige Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; Horizontgrenze deutlich, wellig; pH 6,8; Stauwassereigenschaften, abrupter Texturwechsel, Probe Nr. E8B.
- Btg 28 - 92 cm+ Braun (7.5 YR 4/4) feucht und matt orange (7.5 YR 7/3) trocken; sandig-toniger Lehm (AGB: sandig-toniger Lehm), mittel kiesig, 10%, Fein-, Mittel- und Grobkies, bis 58 cm Tiefe, darunter sehr stark kiesig, 50%, Fein-, Mittel-, Grobkies und Steine, autochthones (tertiäre Sandsteine) und allochthones Material; Kohärentgefüge; Konsistenz feucht: bröselig, naß: wenig bindig, wenig formbar sehr wenige Eisen- und Mangankonkretionen, feine, mittlere und grobe, gerundet (feine und mittlere) und unregelmäßig (grobe), hart, schwarz, konzentrische und amorphe Struktur; mittlere Durchwurzelung, keine Kennzeichen biologischer Aktivität; carbonatfrei; pH 5,5; argic B-Horizont; Stauwassereigenschaften; Probe Nr. E8C.



Horizont- symbol	Mächtigkeit cm	Bodenfarbe Munsell		TRD g/cm <sup>3</sup>	PV Vol.-%	Ld <sub>eff</sub> g/cm <sup>3</sup>
		feucht	trocken			
<b>Ah</b>	0 - 6	10 YR 2/2	10 YR 4/2	1,13	57	1,21
<b>Eg</b>	6 - 28	7.5 YR 4/3	10 YR 7/3	1,53	42	1,62
<b>Btg</b>	28 - 92+	7.5 YR 4/4	7.5 YR 7/3	1,77	33	2,02

**Profil Nr. E8: Eutric Planosol (PLe)**

**3 Laboruntersuchungen**

Horizont- symbol	Korngrößenverteilung (Masse-% des Feinbodens)									U/T	Bodenart	
	gS	mS	fS	S	gU	mU	fU	U	T		AGB	FAO
<b>Ah</b>	3,6	16,7	40,2	60,5	12,2	10,0	8,5	30,7	8,8	3,5	SI3	LS
<b>Eg</b>	3,2	15,6	45,9	64,7	12,7	7,9	4,9	25,6	9,7	2,6	SI3	LS
<b>Btg</b>	3,4	10,7	37,9	51,9	10,8	6,2	3,3	20,3	27,8	0,7	Lts	LTS

Horizont- symbol	pH	pH	EC	Carbonate	C <sub>org</sub>	Humus	N <sub>t</sub>	C/N	P <sub>a</sub>
	H <sub>2</sub> O	KCl	mS/cm	%	%	%	%		mg/kg
<b>Ah</b>	6,0	5,5	0,4	0	2,32	4,64	0,31	7,5	87,35
<b>Eg</b>	6,8	5,8	0,1	0	0,33	0,66	0,05	6,6	24,84
<b>Btg</b>	5,5	5,4	0,1	0	0,07	0,14	0,05	1,4	4,76

Horizont- symbol	Austauschkationen (mval/100 g Boden)							BS	AK <sub>eff</sub>
	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	S-Wert	AK <sub>eff</sub>	%	mval/100g T
<b>Ah</b>	0,11	15,19	2,36	0,24	0,99	18,78	18,89	99,4	
<b>Eg</b>	0,08	3,99	1,02	0,26	0,36	5,63	5,71	98,6	
<b>Btg</b>	1,16	5,57	2,72	2,06	0,64	10,99	12,15	90,5	43,78