

Das natürliche Potential de Chaco Boreal und die Probleme landwirtschaftlicher Nutzung

Hartmut Gaese

1 Einleitung

„Chaco“ ist ein Ketschua-Wort und bedeutet „Große Ebene für die Jagd“. Auch heute gibt es noch einige Sammler und Jäger im Chaco. Bevor weiße Siedler kamen hat der Chaco nie mehr als 30 000 Indianern die Lebensgrundlage geboten und nie eine sichere. Heute ist der Chaco eine große Ebene für die Jagd nach Land; der Besiedlungsdruck wird zunehmend stärker. Eine zunehmende Intensität der Nutzung dieser empfindlichen (und wenig erforschten) Ökosysteme kann zu irreparablen Schäden führen, wenn sie gegen die Kräfte dieses Systems steuern. Wenn man das bekannte Werk von Wilhelmy und Rohmeder „Die La Plata-Länder“ [54] aufmerksam studiert - es ist immer noch ein unübertroffenes Grundlagenwerk über diese Region - findet man bereits dort die Begründung für eine intensive Auseinandersetzung mit dem Problem aktueller und potentieller Nutzungsformen des Gran Chaco, weil bereits zur Erscheinungszeit des Buches in den 60-er Jahren abzusehen war, daß sich die Landnahme und Zuwanderung als Folge des Bevölkerungsdrucks fortsetzen und verstärken würde.

Die Nutzung ökologisch fragiler Regionen ist durchaus ohne Langfristschäden möglich, die Frage ist nur

- welche Nutzungsformen dafür in Frage kommen,
- ob diese dann im Wirkungsgefüge der Gesamtregion effizient genug sind,
- welche Technologien zur Verfügung stehen, die eine standortgerechte Produktion ermöglichen und
- ob die standortadäquaten Technologien auch angenommen und beherrscht werden, d.h. in das „Konzept“ der Menschen passen.

Entwicklungspfade „nachhaltiger“ Betriebssysteme in semiariden Regionen sind in erster Linie eine Funktion von Produktionsrisiko und Verfügbarkeit der Produktionsfaktoren und nur in einem Systemzusammenhang richtig zu verstehen. Das Risiko (Produktionsrisiko, Marktrisiko etc.) und die Ausprägung der Risikoaversion sind Determinanten für die Entwicklung der landwirtschaftlichen Betriebssysteme und den Grad ihrer Nachhaltigkeit. Im Chaco ist dies in erster Linie eine Frage der Niederschlagsvariabilität. Untersuchungen [37] zeigen, daß die Landwirte des Chaco alle drei Jahre mit einer schlechten Ernte rechnen und ihr Verhalten darauf abstimmen.

Eine gewisse Änderung kann der technische Fortschritt etwa dadurch bringen, daß die Vorhersagbarkeit von Niederschlägen sich wesentlich erhöht und damit das Produktionsrisiko sinkt. Dabei denkt man v.a. an Erkenntnisse über den „El Niño Southern Oscillation“ (ENSO), der anormale Niederschlagsereignisse in der ganzen Welt verursacht. In Südamerika hat der ENSO direkte Auswirkung auf die Trockenheiten in NO-Brasilien. Vor Beginn eines ENSO beobachtet man eine wachsende Intensität und Ausdehnung des Subtropischen Hochdrucksystems über dem Südatlantik, die Niederschlagsereignisse im Gran Chaco sind in der Folge ebenfalls davon beeinflußt. Aber die Vorhersagbarkeit ist noch Zukunftsmusik (vgl. GTZ-Bericht).

2 Abgrenzung des Chaco

Häufig wird in der Literatur zwischen Chaco austral, dem Chaco central und dem Chaco boreal unterschieden. Oft wird unter Chaco central aber auch nur ein Teil des Chaco boreal verstanden (zentraler Teil des paraguayischen Chaco), der im Gegensatz zum „Chaco inundable“ nicht mehr von den großen Überschwemmungen der Ströme erreicht wird. Der vorliegende Beitrag befaßt sich nur mit dem Chaco boreal, im besonderen mit seinem zentralen, paraguayischen Teil.

Angesichts der Ausdehnung des Chaco (Nord-Süd >1000 km; Ost-West ca. >500 km) ist es kein Wunder, daß es sich nicht um ein Ökosystem sondern um mehrere handelt, die damit auch unterschiedliche natürliche Bedingungen für die Nutzung bieten. Der Gesamt-Chaco ist ein großes, an seiner tiefsten Stelle 3000 m tiefes Loch, das durch die Auffaltung der Anden entstanden ist, das dann im Laufe der Millionen Jahre durch Sedimente aus den Anden alluvial und äolisch wieder aufgefüllt wurde. Gemeinsam ist der Gesamtregion die jährliche Variation von Position und Intensität des quasistationären Tiefdrucksystems über der zentralen Tiefebene Südamerikas mit seinem wetterbestimmenden kontinentalen Sommerregen, sowie der Druckgradient in Richtung der atlantischen Antizyklone. Aufgrund der durch die Anden begünstigten Meridionalzirkulation herrschen ausgeprägte Nord- und Südwinde vor. Die mittlere Jahrestemperatur für das Gesamtgebiet liegt bei 24,5 Grad Celsius, wobei die durchschnittliche Tagesamplitude die Jahresamplitude übertrifft. Der langjährige mittlere Jahresniederschlag beträgt etwa 840 mm. Während der Monate Oktober bis März fallen im Mittel mehr als 70 % des Gesamtniederschlags. Agrarökologische Berechnungen der Tockengrenze weisen das Gebiet als Übergangszone zwischen semihumid und semiarid aus. Die Landschaft ist gekennzeichnet durch dichten Sukkulentendornbusch, der auf überwiegend lehmig-tonigen bis lehmig-sandigen Böden verbreitet ist.

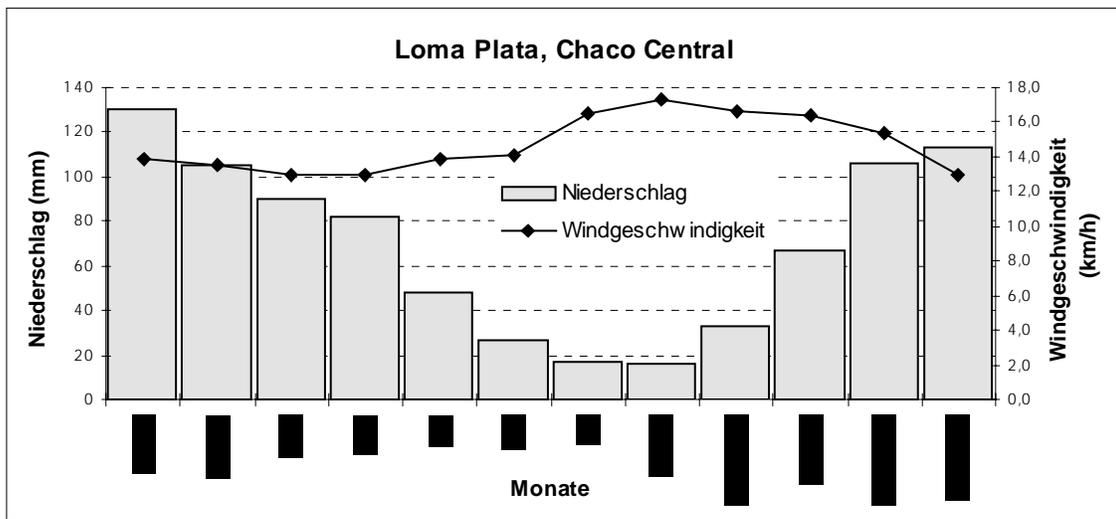
Die agroökologischen „Schicksalsfaktoren“ des Chaco sind Temperatur, Wasser und Wind, diese determinieren die Nutzungsmöglichkeiten, wenn auch der Technische Fortschritt immer neue Produktionsfunktionen schafft.

3 Die natürlichen Standortfaktoren im Chaco Boreal

„Aqua fons vitae“ - Wasser ist die Quelle des Lebens: im Chaco spürt man die Wahrheit dieses Satzes besonders: 75% des menschlichen und tierischen Wasserkonsums im Chaco hängen direkt vom Regenwasser, also vom Oberflächenwasser ab. Sonst ist Süßwasser rar. Zwischen Asunción und Gral. Garay (ca. 800 km) nehmen die Niederschläge um 900 mm ab (etwas mehr als 100 mm pro 100 km), diese fallen zwischen Oktober und Mai, allerdings sehr irregulär und äußerst schlecht verteilt, die Hälfte des Jahresdurchschnitts kann in zwei Tagen fallen (vgl. Karte 1).

Die jahreszeitliche Verteilung ist ähnlich wie im übrigen Paraguay (Sommerregen, Wintertrockenheit). Die Niederschlagsdaten zeigen - außer dem Gradient Richtung Westen - eine starke **Variabilität von Standort zu Standort, von Monat zu Monat und von Jahr zu Jahr**. Umgekehrt zur Variabilität (Varianz, Standardabweichungen vom Mittel etc.) verhält sich die Vorhersagbarkeit der Niederschläge. Diese wäre wiederum Voraussetzung für eine Herabsetzung des Produktionsrisikos für die Landwirte, also auch eine der Voraussetzungen für eine nachhaltige Landwirtschaft bei höherer Produktivität. Dies bedeutet besonders für den Ackerbau ein hohes Produktionsrisiko, in der Weidewirtschaft den Zwang zur Bildung von Futterreserven, geringem Viehbesatz und Bewirtschaftung des Oberflächenwassers (besonders da, wo es kein Grundwasser gibt). Man kann übrigens sogar eine zyklische Fluktuation der Niederschläge feststellen: alle drei bis vier Jahre kommt es zu Ausprägungen, was vielleicht die oben gemachte Aussage über den Erwartungswert von Trockenheiten und Ertragsausfall bei Chaco-Bauern erklären mag. Für das Produktionsrisiko des Individuums sagt dies alles allerdings auch nur bedingt etwas aus: Vergleicht man die Abweichungen der einzelnen Stationen, erkennt man eine extrem ungleiche Verteilung auf die Tage, was bedeutet, daß Regenfälle (Niederschlagsereignisse) oft ganz lokal begrenzt sind.

Das Produktionsrisiko wird noch erhöht durch die Windstärke, die sich umgekehrt zu den Niederschlägen verhält (vgl. Abbildung 1): Die stärksten Windblasen im August (nach der Ernte, unbedeckte Felder) und lösen Erosion aus. Außerdem erhöhen sie die potentielle Verdunstung und trocknen den Boden tiefgründig aus, Abbildung 2 weist diesen Sachverhalt für einen Standort aus.



Quelle: Niederschlag: Mennoblat 1.2.1979 (32-1978) y Administración Colonia Menno
 Windgeschwindigkeit über 15 h: (1982 - 1991) Escuela Agrícola Loma Plata

Abbildung 1: Niederschlag und Windgeschwindigkeit in Loma Plata, Chaco Central

Abbildung 2: Standortfaktoren eines landwirtschaftlichen Betriebes im Chaco Boreal

Die potentielle Evapotranspiration liegt zwischen 1300 und 1500 mm (Durchschn. Temperaturen 24-25 Grad Celsius), d.h. es gibt in manchen Regionen ein Wasserdefizit, das doppelt so hoch wie die Niederschläge ist (vgl. Karte 2). Der Chaco ist aber keineswegs abflußlos, man kann deutlich Depressionen und Abflußgebiete (cuenas) erkennen (vgl. Karte 3). Die Grundwasservorkommen sind sehr unterschiedlich (vgl. Karte 4): Im Westen entlang des Rio Paraguay findet man in 4-5 m Tiefe Wasser, in 95% der Brunnen der Tiefe 4-20 m ist das Wasser nicht für menschlichen und tierischen Konsum geeignet (Karte 5).

Bewässerung kann für den Chaco aus den gleichen Gründen nur an wenigen Standorten in Frage kommen: Geringe Verfügbarkeit von bewässerungsfähigem Wasser und schlechte Entwässerung (vgl. Karte 6) sowie hohe Pumpkosten setzen hier enge Grenzen, selbst für wassersparende Bewässerungsverfahren, wie Tröpfchenbewässerung. Auch hochintensive Produktionen im Gewächshaus (mit optimierten Wasserzuleitungssystemen) sind derzeit nur unter bestimmten Umständen möglich (Produktion von hochwertigem Gemüse, Früchten etc.), in der Zukunft ist dies an verkehrsgünstigen Standorten sicher eine Option.

Je nach Böden (Böden sind teilweise gut: pH 6,5 - 7,4, Phosphorversorgung für 50 Jahre, sandige-lehmige Böden; Busch- bzw. Kampböden), Grundwasserstand, Niederschlägen und jahreszeitliche Überschwemmung findet man ganz unterschiedliche Landschaften (vgl. Karte 7):

- (1) In Beeinflussungsbereich der großen Flüsse (Rio Paraguay, Rio Pilcomayo (Chaco inundable) überwiegen Palmenlandschaften (Copernicia), je nach Höhe wechseln die Bestände sehr stark in der Zusammensetzung (dann Nutzholzbäume wie Quebracho, Palo blanco, Palo santo, Lapacho, Algorrobo etc.)
- (2) Westlich des Chaco inundable finden wir einen Typus des dichten Trockenwaldes mit den o.g. Bäumen und einem dichten Unterholz.
- (3) In den trockensten Gebieten des Nordens und zur argentinischen Grenze überwiegt eine Buschlandschaft, teilweise mit Halbwüstenbedingungen.

4 Historische Anmerkungen zum Chaco

Asunción und Lima waren zwei strategisch wichtige Stadtgründungen der Spanier, eine Verbindung der Städte durch den Chaco wurde immer angestrebt und nie verwirklicht. Erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts begann man mit der sehr extensiven Nutzung des „Quebracho“ (Tannin-Produktion) und einer noch extensiveren Weidewirtschaft (frei weidende Tiere) am Rio Paraguay entlang. 1890 baute Carlos Casado (besaß 5 Mio. ha) zur Verbesserung der Quebracho-Wirtschaft eine Eisenbahnlinie 145 km in den Chaco hinein.

1921 drangen auf diesem Weg kanadische Mennoniten in den Chaco central, kauften 58.000 ha Land und gründeten die Kolonie Menno (Loma Plata), 1927 begann eine Gruppe von 1500 kanadischen Mennoniten mit der Kolonisierung, viele starben an Typhus und anderen Krankheiten (ca. 200). 1929 und 1930 kam eine zweite Gruppe aus Rußland (teilweise über China, wo sie zwei Jahre in Gefangenschaft verbrachten), diese gründeten die Kolonie Fernheim mit dem Ort Filadelfia. Die letzte Gruppe schließlich kam 1947 an und gründete die Kolonie „Neuland“ (vgl. Karte 8). Heute produzieren diese ca. 15.000 Mennoniten 65% der paraguayischen Milch (ca. 250.000 ltr. Milch pro Tag) und 100.000 Schlachttiere pro Jahr, ansonsten bauen sie hauptsächlich Baumwolle, Erdnüsse, Rizinus und Sorghum an (vgl. 54, S. 412 ff).

Übrigens wurde auch der argentinische Chaco in den zwanziger Jahren als Folge des 1. Weltkriegs und seiner Auswirkungen besiedelt, insbesondere die Provinzen Chaco und Formosa. Viele deutschsprachige Siedler, aber auch polnische, tschechische und russische Siedler fanden hier eine neue Heimat.

Der Chaco-Krieg (1932-1935), in dem Bolivien sich den paraguayischen Chaco einverleiben wollte, kostete 40.000 Paraguayern und 50.000 Bolivianern das Leben, viele starben aus Wassermangel.

Für die weitere Besiedlung in den letzten Jahrzehnten waren die großen Infrastrukturmaßnahmen richtungsweisend: Die Brücke über den Rio Paraguay (Asunción-Villa Hayes), die Asphaltierung der Transchaco-Straße bis Mariscal Estigarribia und von Pozo Colorado nach Concepción, mehr als 3500 km gut befestigte Erdstraßen durch die Mennonitenkolonien, von diesen selbst finanziert und unterhalten.

5 Neuere Entwicklungen

Die **Gesamt-Chaco-Region** Paraguays mit seinen (seit 1993) drei neuen Departements (Alto Paraguay, Boqueron und Presidente Hayes) umfaßt mit 247.000 qkm rund 61 % der Landesfläche, in der 2% der Bevölkerung leben. Der oft zitierte **Zentral-Chaco** ist weder im geographischen noch im administrativen Sinne genau begrenzt. Als seine Mitte werden allgemein die Mennonitenkolonien betrachtet.

Die Rahmenbedingungen für den Chaco haben sich (neben den o.g. Infrastrukturmaßnahmen) durch den Übergang Paraguays zur Demokratie und einer einhergehenden Dezentralisierung der Verwaltungs- und Entscheidungsstrukturen für das Projekt günstig entwickelt, auch wenn der Modernisierungsprozeß nicht im gewünschten Tempo verläuft. Die Wirtschaftslage ist relativ stabil, die Verschuldung hält sich im Rahmen, Zahlungsbilanzprobleme existieren nicht. Im Rahmen des MERCOSUR erhofft sich Paraguay eine Steigerung der Agrarexporte, u.a. Soja, Baumwolle, Fleisch und Milchprodukte [25].

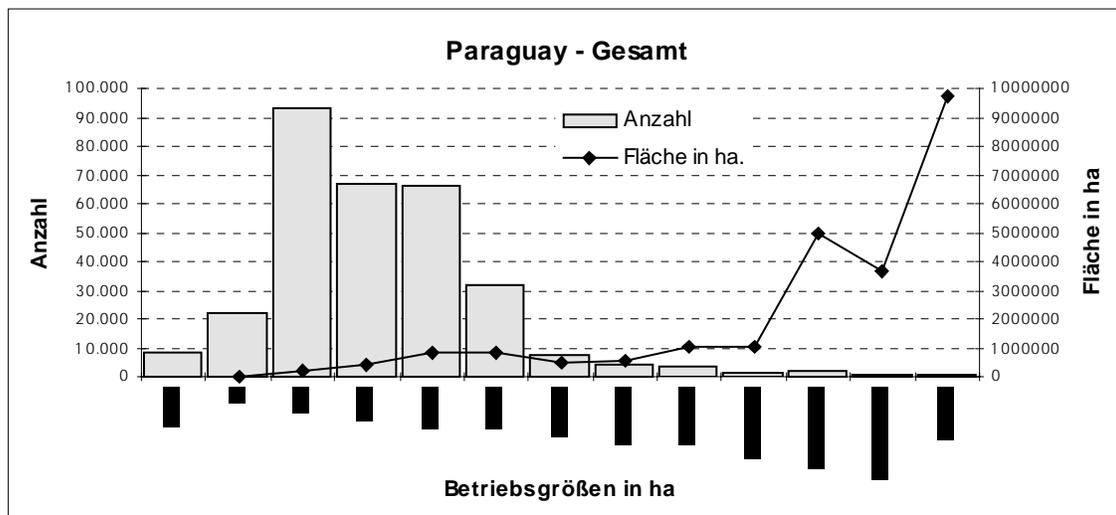
Die Einwohnerzahl der Gesamt-Chaco-Region wird auf 105.000 Personen geschätzt (bezieht sich auf 1992, zit. in [46]). Davon leben etwa 50 % entlang der zwei großen

begrenzenden Flüsse Rio Paraguay im Osten und dem Rio Pilcomayo im Südwesten, 30% etwa leben im Chaco central und der Rest dispers in den übrigen Teilen. Die potentiell landwirtschaftlich nutzbare Fläche im Zentral-Chaco wird mit ca. 5,6 Mio. ha angegeben (56.000 qkm). Davon werden derzeit etwa 1,7 Mio. ha. überwiegend weidewirtschaftlich genutzt. Eine Übersicht über Bevölkerung, Landverteilung und Landnutzung im Zentral-Chaco gibt die Tabelle 1 und die Abbildung 3c (Paraguay - Westregion).

Tabelle 1: Bevölkerung, Landverteilung und Landnutzung im Zentral-Chaco

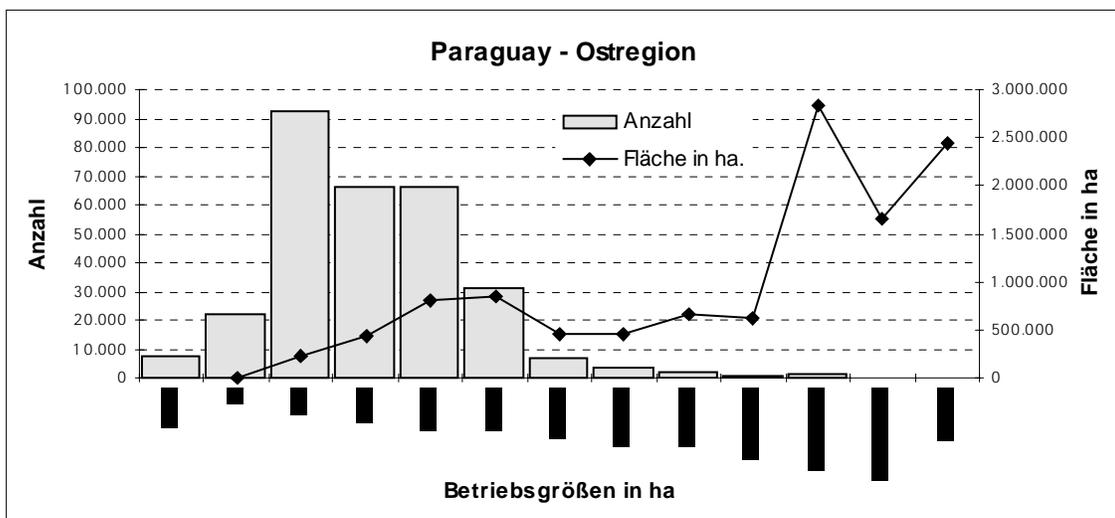
Merkmal	Gruppe	Indianer	Mennoniten	Paraguayer	Estancias	Total
Bevölkerung	(E.)	18.000	15.000	5.000	1.000	39.000
davon: Landw.sektor	(E.)	12.000	12.000	2.000		26.000
Anzahl Familien		5.000	2.500			
Anzahl Betriebe		1.000	2.000	400	200	4.100
Landbesitz	(ha)	150.000	1.200.000			
Landverfügbarkeit	(ha)	492.000				
Landnutzung	(ha)	20.000	620.000	35.000	1.000.000	1.675.000
davon: Ackerbau	(ha)	3.100	32.000	5.000	5.000	45.100
Weiden	(ha)	16.900	588.000	30.000	995.000	1.629.000

Quellen: Projektangaben; ASCIM; Proyecto No. 2/95, Filadelfia, 6/95



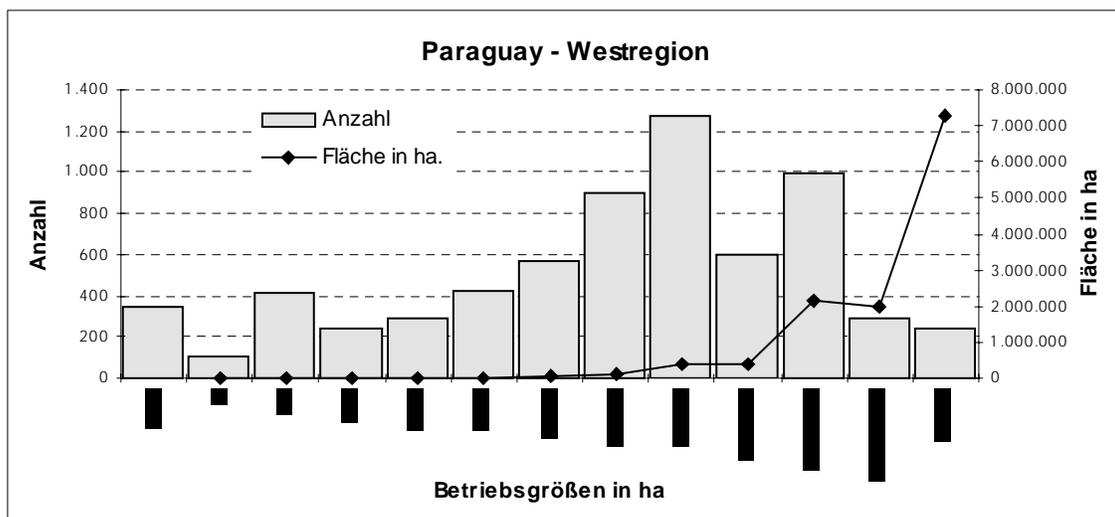
Quelle: Censo Agropecuario Nacional 1991

Abbildung 3a: Betriebsgrößenstruktur in Paraguay - Gesamt



Quelle: Censo Agropecuario Nacional 1991

Abbildung 3b: Betriebsgrößenstruktur in Paraguay - Ostregion



Quelle: Censo Agropecuario Nacional 1991

Abbildung 3c: Betriebsgrößenstruktur in Paraguay - Westregion

Vor Ankunft der ersten Mennoniten im Zentral-Chaco (1927/28) gab es, abgesehen von einigen Extraktionsbetrieben für Tannin und einigen extensiv betriebenen Rinderfarmen, keine bedeutenden wirtschaftlichen Aktivitäten. Der Chaco war sehr dünn von Indianern besiedelt, die von Früchtesammeln und Jagen lebten (Aneignungswirtschaft).

Auf sandigen Böden, die sich bänderartig durch das Gebiet ziehen, begannen die Mennoniten in den dreißiger Jahren Ackerbau zu betreiben. Zum wirtschaftlichen Erfolg der Mennonitenkolonien, der beeindruckend ist, trugen im wesentlichen bei:

- die Mechanisierung der Landwirtschaft Mitte bis Ende der 50er Jahre,

- die Umwandlung der Naturweiden in „künstliche“ Weiden (mit überwiegender Ansaat von Büffelgras, *Cenchrus ciliaris*) und damit die Intensivierung der Rinderhaltung,
- die Verbesserung der Infrastruktur innerhalb der Kolonien,
- der Bau einer Telefonverbindung und der Asphaltstraße von Asunción sowie
- großer Fleiß und starker Überlebenswille der Siedler.

Im Zuge der Erschließung des Chaco wanderten bzw. wandern in jüngerer Zeit aus Ostparaguay paraguayische Bauern und Landarbeiter (ca. 5000) ein. Sie kommen überwiegend aus Ostparaguay und betreiben hauptsächlich Subsistenzlandwirtschaft ohne Eigenkapital (die Betriebsgrößen liegen bei 5-20 ha).

Die indianischen Ureinwohner haben bis auf wenige Gruppen ihre Jagd- und Sammelstätigkeit aufgegeben und leben heute ebenfalls in permanenten Siedlungen. Davon allein etwa 8.500 Menschen seit mehr als 20 Jahren in dem Verbund von ASCIM.

Die Großbetriebe (Estancias, ca. 2000) gehören etwa je zur Hälfte Paraguayern und ausländischen Investoren. Sie betreiben extensive Viehwirtschaft, ihre Ländereien werden von Pächtern oder Managern bewirtschaftet. Meistens wird Magervieh aufgezogen und zur Ausmast auf bessere Weiden nach Brasilien oder in den Osten gebracht.

Die Ausdehnung des Ackerbaus in den Mennonitenkolonien erreichte in den achtziger Jahren fast 50.000 ha. Hauptsächlich wurden bzw. werden in Monokulturen Baumwolle, Erdnüsse, Körner- und Futtersorghum und Rizinus angebaut. Die Fleischrinderbestände werden in den Kolonien auf 220.000 Stück und die der Milchkühe mit 30.000 Tieren angegeben.

Die acker- und viehwirtschaftliche Nutzung des Chaco ist also relativ jung. Die praktizierten Landnutzungsmethoden, die bisher wenig an die ökologischen Gegebenheiten im Chaco angepaßt sind bzw. waren (weil übertragen aus anderen Ländern ohne Kenntnis des Ökosystems), haben zu einer heute vielfach erkennbaren Störung des ökologischen Gleichgewichts geführt. Bodendegradierung und -versalzung, Winderosion, Verschlechterung des Mikroklimas und eine Verminderung der Wasserverfügbarkeit sind die heute sichtbaren Folgen.

Die Mennoniten erkannten bald an den zurückgehenden Erträgen die Problematik des Ackerbaus in diesem Ökosystem und richteten deshalb auch eine Forschungsstation ein, die sich heute mit der EECC die Aufgaben teilt. Eine andere Folge ist der Rückgang der Ackerbaufläche (Der Wert der ackerbaulichen Produktion an der Gesamtproduktion macht heute nur noch ca. 5-10% p.a. aus). Diese Verringerung hat neben saisonalen Schwankungen der Weltmarktpreise - besonders für Baumwolle - auch ihre Ursache in der Abnahme der Bodenfruchtbarkeit. Ackerland wurde bzw.

wird in Weideland umgewandelt, eine Intensivierung der Rinderhaltung - nach Menge und Qualität - erfolgt. Fleisch- und Milchproduktion sind heute die wichtigsten Wirtschaftszweige im Chaco. Die zwei Molkereien in den Mennonitenkolonien liefern z.B. mehr als 50% aller Milch und Milchprodukte Paraguays.

Unkontrollierte Rodung für die Anlage von Weiden u. a. durch Estancieros (ca. 2000) und mennonitische Siedler, großflächige Grasmonokulturweiden, Bodenversalzung in Regionen mit hoch anstehendem Grundwasser und verarmte Böden infolge langjähriger, unangepaßten Ackerbaus sind die wichtigsten Problembereiche im Ressourcenmanagement. Im sozioökonomischen Bereich muß die ungenügende Subsistenzgrundlage und das fehlende oder unregelmäßige Einkommen aus der Landwirtschaft bei Indianern und paraguayischen Klein- und Mittelbetrieben als Haupt-herausforderung gesehen werden („armutsbedingter Raubbau“).

Mit den neuesten Immigrationen werden im Chaco derzeit jährlich 100.000 ha für die unterschiedlichsten Zwecke gerodet (ganz Paraguay ca. 500.000), d.h. nicht nur für den Ackerbau und die Weidewirtschaft (vgl. [26]). Auch die Extraktionswirtschaft des Quebracho colorado, Quebracho blanco, Palo santo und Palo blanco spielt hierbei eine große Rolle. Rohstoffe sind Tannin, Holz für Parkett, Möbel sowie Zaunpfosten etc. Der gesamte Holzhandel macht derzeit ca. 7 Mio. US\$ p.a. aus, eine Zahl, die auch Feuerholz, Holzkohle, Palmenwirtschaft etc. umfaßt. Holz und Holzkohle sind besonders für viele Indianer eine wichtige Einkommensquelle, die durch die bevorstehende Elektrifizierung des Chaco aber geschmälert werden wird, für die Indianer ein Grund, sich mehr mit Landwirtschaft zu befassen, um den Einkommensverlust zu kompensieren. Für das Ökosystem „Chaco-Trockenwald“ bedeutet es indessen eine gewisse Erholung. Wenn man bedenkt, daß im Chaco-Trockenwald nicht viel mehr als zehn nutzbare Bäume pro ha stehen, kann man sich eine Vorstellung von der räumlichen Ausdehnung der Holzwirtschaft machen, ebenso wie von den relativ hohen Kosten der Holznutzung aufgrund der hohen Transportkosten. Rodungen haben - wie oben dargestellt - auch eine langfristig degradierende Wirkung nicht nur auf die Erhöhung der äolischen Erosion, sondern auch auf die Bodenaustrocknung, bzw. Erhöhung der Versalzung bei hohem Grundwasserstand.

6 Agroökologischer Forschungsbedarf für die potentielle Nutzung des Chaco

Angesichts der kurz skizzierten Schäden, die Folge einer nicht-standortgerechten land- und forstwirtschaftlichen Nutzung sind, müssen die Bedingungen einer standortgerechten Nutzung (standortgerechte landwirtschaftliche Betriebssysteme) erforscht werden, weil dafür noch zu wenig Kenntnisse vorliegen, die in die Praxis umsetzbar sind.

Es muß gewürdigt werden, daß die mennonitischen Siedler seit Ende der 80er Jahre sich verstärkt den Umweltproblemen zuwenden; die neuen Departamento-Verwaltungen tun dies ebenfalls seit 1993. Hier sind u.a. positive Entwicklungen in den Bereichen zu nennen, wo Schäden behoben werden müssen. Dabei stehen im Mittelpunkt der Suche nach standortgerechten, umweltschonenden Methoden:

- Schonende Rodungsverfahren (Grundwasserstandsmessungen vor Rodungsarbeiten, damit auf versalzungsgefährdeten Standorten die Vegetation belassen werden kann, Roden ohne die Schädwirkungen des Brennens und zur Erhaltung der Biodiversität)
- Bestandserhaltung von mindestens 25 % der natürlichen Vegetation, Agroforstwirtschaft (Anwendungsreife agroforstliche Nutzungssysteme), Baumintegration
- Direktansaat ohne Bodenbearbeitung, Hebung der Bodenfruchtbarkeit durch Leguminosenansaat, Gründüngung und Mulchverfahren, generell ressourcenschonende Fruchtwechselformen und ressourcenschonende Anbautechniken für die Hauptkulturen
- Für Chaco-Bedingungen geeignete Pflanzenschutz-Strategie (Integrierter Pflanzenschutz-IPM)
- Standortangepaßte Weide-Managementmethoden
- Kenntnisse über Werteeigenschaften von Futterpflanzen für Fruchtwechsel und Zufütterung.
- Acker-Weide-Wechselwirtschaft durch Verwendung neuer Leguminosen- und Grassorten.
- Windschutzmaßnahmen sowie geeignete Bodenkonservierungsmaßnahmen

In dem für die Region des Chaco Central 1987 mit deutscher Hilfe gegründeten Agrarforschungszentrums mit Experimentalstation (Estación Experimental Chaco Central) sind auch bereits in wenigen Jahren bedarfsorientierte Technologien für die landwirtschaftlichen Nutzungssysteme des Chaco entwickelt worden, z.B.:

- Maßnahmen zur Hebung der Fruchtbarkeit degradierter Kampböden, verursacht durch langjährige Monokulturennutzung (etwa 40.000 ha betroffen), durch Gründüngung, Bodenabdeckung (Mulch), Fruchtwechselformen (Ackerbau/Weide), Leguminosenanbau, Ley-farming. etc., damit Steigerung der ha-Erträge.
- Direktsaatverfahren (mit Entwicklung einer speziellen Sähmaschine) ohne Pflugarbeiten in semiariden Gebieten. In Paraguay werden bereits ca. 15 % der Ackerfläche (230.000 ha) in Direktsaat angesät [38].
- Erhöhung der Milchleistung und der Tageszunahmen bei Rindern durch Weideverbesserung mit mehr, besseren und resistenten Gras- und Leguminosensorten.

- Größere Auswahl der Ackerkulturen, damit Verbesserung der Subsistenzwirtschaft, Armutsbekämpfung der benachteiligten Zielgruppen.
- Sehr starke Komponente des Umweltschutzes durch bodenkonservierende, landschaftsschonende Rodungsmethoden ohne Brennen (CO²-Verringerung), boden- und wasserkonservierende Bodenbearbeitungsmethoden (Direktsaat), Winderosionsschutz durch Hecken- und Baumbepflanzung, Bodenabdeckung während der trockenen Winterzeit, besserer flächendeckender Bewuchs auf Weiden durch Verwendung von mehr und resistenten neuen Gras- und Leguminosensorten.

Der einzel- und gesamtwirtschaftliche Nutzen der Agrarforschung hat ein breites Spektrum und ergibt sich u.a. aus:

- (1) Steigerung der Wertschöpfung (je Flächeneinheit)
- (2) Anpassung wichtiger Merkmale der Kulturen (Standortanpassungsfähigkeit, Toleranz gegenüber nicht optimalen Wachstumsbedingungen, Stabilität hinsichtlich wichtiger Eigenschaften wie Resistenz)
- (3) Standortangepasste Weide-Managementmethoden
- (4) Wirtschaftliche und soziale Situation der sozialen Gruppen im Chaco

Zu (1): Steigerung der Wertschöpfung

Die Wertschöpfung solcher Maßnahmen ergibt sich aus der Differenz des Betriebsinkommens mit und ohne Projekt. Je kurzfristiger der Einkommenseffekt einer Innovation, um so größer ist die Wahrscheinlichkeit einer Adoption durch die Produzenten (bei langfristig wirksamen Maßnahmen: „Rationalitätenfalle“). Beispielsweise erbringt der Weideversuch „Weideleguminosen für ausgelaugte Kampböden“ (Leguminosen, die sich trotz harter Dauerbeweidung im Pangolagrass allmählich ausbreiten) einen Mehrertrag an Fleisch von 58 kg Fleisch pro ha gegenüber reiner Grasweide. In einem mittleren Weidebetrieb von 2000 ha sind dies 116.000 kg, was einem derzeitigen Marktwert von derzeit ca. 87.000 US\$ entspricht (0,75 US\$/kg Lebendgewicht). Bei einer Gewinnmarge von 10% wären dies dann 8.700 US\$. Nach groben Schätzungen (Dr. Glatzle, EECC-Projektunterlagen) fallen ca. 40.000 ha im Zentralchaco in die Kategorie degradierter Kampböden, deren Erzeugungsleistung sich dann auf 1,74 Mio. US\$ p.a. hochrechnen läßt. Für marktorientierte Produktion ist die Reaktion der Nachfrage (Preiselastizität der Nachfrage) von Bedeutung, eine mindestens proportionale Nachfragefunktion ist Bedingung für die marktmäßige Absicherung der „neuen“ Produkte (mit neuer Technologie).

Für die Annahme („Adoption“) der Technologien für standortgerechte Betriebssysteme ist auch die Zeitdimension der Wirkung wichtig; es gibt generell solche,

- die sich unmittelbar in Produktivitätserhöhungen manifestieren und damit betriebswirtschaftlich relevant sind,

- die erst langfristig ertragswirksam sind (Erträge der Investitionen folgen erst mit Zeitverzögerung), die deshalb einzelbetrieblich nicht ohne weiteres akzeptabel sind.

Zu den ersteren Technologien gehören z.B.:

- Erhöhung der Leistungsparameter bei Milchrindern
- Erhöhung der Leistungsparameter bei Fleischrindern
- Weideverbesserungen aller Art
- Verbesserungen im betriebsorganisatorischen Bereich, wie z.B. Fruchtfolge,
- Verbesserung in einzelnen Produktionsverfahren, kulturbezogene Verbesserungen bei Subsistenz- und Marktkulturen

Zu den an zweiter Stelle genannten Technologien gehören schließlich:

- Erosionsschutzmaßnahmen, wie Windschutzhecken
- bodenschonende, landschaftserhaltende Rodungsmethoden

Unter diesem Ordnungsprinzip nicht ganz eindeutig zuordnenbare Technologien mit intermediären Eigenschaften (weil Wirkungen nicht immer unmittelbar) sind z.B.:

- Gründüngung
- Mulchwirtschaft
- Fruchtwechselwirtschaft (ley-farming)
- Direktsaatverfahren

Die Akzeptanz der erstgenannten Technologien ist i.A. groß, wenn der Produktivitäts- und damit der Einkommenseffekt für den Landwirt sichtbar ist und keine wesentlichen Veränderungen der Betriebsorganisation bzw. der Arbeitswirtschaft erforderlich werden. Deshalb sind die Erfahrungen der Agrarforschungsstation (EECC) gut, die meisten Innovationen werden gerne aufgenommen. Auch für die Neueinführung eines Betriebszweiges, wie die Einführung von Milchvieh bei Indianern, die auf den Gesamtbetrieb und den Haushalt auf Arbeitswirtschaft und Rollenverteilung innerhalb der Familie Auswirkungen hat, gibt es ein positives Beispiel.

Bei den Innovationen, für deren Annahme eine vorausschauende Gesamtsicht des Betriebes notwendig ist (Gründüngung, Mulch, Fruchtwechselwirtschaft), weil die Einkommenswirkungen etwas zeitlich verzögert sind, ist das Bild differenziert (sozio-kulturelle Unterschiede): Mennoniten nehmen auch solche Innovationen i.A. gut auf. Dies hängt mit der Tatsache zusammen, daß diese erosionsverhütenden, bodenschonenden und fruchtbarkeitsmehrenden Maßnahmen auf den ausgelaugten Böden in ihrem von europäischem Verständnis der Nachhaltigkeit geprägten Zeithorizont doch wenigstens nach einigen Wirtschaftsjahren Erfolge bringen. Die Direktsaat

ist so ein - sich im ganzen Lande verbreitendes bodenschonendes - Verfahren mit rasch steigender Akzeptanz, obwohl sie eine Veränderung des gesamten Verfahrens und der Arbeitswirtschaft mit sich bringt. Der Verfahrensvergleich (vgl. Tab. 2) zeigt einen deutlichen Vorteil der bodenschonenden Verfahren gegenüber den traditionellen unter Bedingungen der Versuchsstation, der sich in einem Differenzbetrag des Reinerlöses bei Baumwolle von fast 38 US\$/ha und bei Sorghum von 30 US\$/ha äußert. Berichten aus dem MAG-(GTZ-Projekt Bodenkonservierung, Dr. Derpsch) zufolge ist die Akzeptanz in der gesamten Region „Cono Sur“ groß, mit steigender Tendenz. Tab. 3 zeigt, daß in Paraguay bereits über 15% der Ackerbaufläche so bewirtschaftet wird.

Bei den neuen Rodungsmethoden ist der Effekt erst längerfristig wahrzunehmen, während man auf unmittelbare „Vorteile“ des Brennens verzichtet, die v.a. arbeitswirtschaftlicher Natur sind. Deshalb sind gerade hier Demonstrationen mit gut aufbereitetem Beratungsmaterial von grundlegender Wichtigkeit.

Tabelle 2: Vergleich konventionelles und bodenschonendes Produktionsverfahren bei Sorghum und Baumwolle (1994/95)

Produktionsverfahren	Sorghum		Baumwolle	
	konventionelle (Gs)	bodenschonend (Direktsaat) (Gs)	konventionelle (Gs)	bodenschonend (Direktsaat) (Gs)
(1) Maschinenkosten (Bodenbearbeitung + Pflanzenpflege)	177.874,--	227.384,--	275.552,--	462.794,--
(2) Ernte	54.875,--	54.875,--	271.744,--	271.744,--
(3) Arbeitskosten	(4h/ha)** 32.000,--	(2,1h/ha)** 16.800,--	(6,15h/ha)** 49.200,--	(3,3h/ha)** 26.400,--
Σ	264.749,--	299.059,--	596.496,--	7.60.938,--
Ertrag	2.688 kg/ha	3.073 kg/ha	2043 kg/ha	2150 kg/ha
Stückpreis	175,--	175,--	1150,--	1150,--
Marktleistung	470.400,--	537.775,--	2.349.450,--	2.472.500,--
Reinerlös	205.651,--	238.716,--	1.752.954,--	1.711.562,--
Differenz (konventionell / bodenschonend)	33.065,-- GS ca. 30,-- US\$*		41.392,-- GS ca. 37,6 US\$*	

* durchschnittlicher Wechselkurs 1.100,-- Gs / US\$ (Gs=Guaranies)

** 8.000 Gs / h

Quelle: aus Projektunterlagen berechnet

Tabelle 3: Direktsaat in amerikanischen Ländern (1994/95)

Länder	ha unter Direktsaat	% der Anbaufläche
Argentinien	2.440.000	12,9
Brasilien	5.000.000	10,0
Chile	116.000	13,8
Mexiko	160.500	1,5
Paraguay	230.000	15,3
Uruguay	50.000	8,3
USA	15.789.000	13,7

Quelle: AAPRESID, CAAPAS und CTIC (USA), 1995: "Siembra Directa" AAPRESID, Oct./Nov., 1995

Zu (2): Anpassung wichtiger Merkmale der Kulturen

Die Merkmale „Standortanpassungsfähigkeit“, Toleranz gegenüber nicht optimalen Wachstumsbedingungen, Stabilität hinsichtlich wichtiger Eigenschaften wie Resistenz, sind entscheidend für die Eignung in den landwirtschaftlichen Betrieben. Die Mehrzahl der Projektversuche fallen in diese Kategorie, weil die extremen agroklimatischen Bedingungen des Chaco solche Eigenschaften wie Stabilität und Toleranz erfordern, insbesondere für den kapitalarmen Kleinbetrieb. Dazu zählen die Weideversuche, die c.p. die Flächenproduktivität erhöhen und gleichzeitig langfristig absichern (durch höhere Resistenz gegen Tritt, Klimaschwankungen, Versalzung etc.), Maßnahmen im Ackerbau (sowohl für Subsistenz- als auch für Marktkulturen), neue Rodungsmethoden und Maßnahmen des direkten Erosionsschutzes.

Zu (3): Standortangepaßte Weide-Managementmethoden

Das Adoptionsverhalten der Landwirte entscheidet über den zeitlichen Anfall der gesamtwirtschaftlichen Erträge einer neuen Technologie. Das Adoptionsverhalten der sozialen Gruppen ist sehr unterschiedlich, bedingt durch soziokulturelle Faktoren ebenso wie durch betriebswirtschaftliche (Kapitalverfügbarkeit, Risikoaversion). Die Mennoniten sind i.A. sehr aufgeschlossen gegenüber Neuerungen, die sie auch gut einschätzen können, weil ihr Informationsgrad relativ gut ist. Die Indianer und Campesinos sind sehr heterogene Gruppen, deren Informationsgrad generell geringer ist und dies bei hoher Risikoaversion. Haupt-Betriebsziel ist die Absicherung des Einkommens, die Möglichkeiten zur Eigenkapitalbildung sind sehr eingeschränkt. Die Gruppe der „Estancieros“ ist ebenfalls heterogen bezüglich des Betriebsziels (manche leben von ihren Betrieben und maximieren dann das Einkommen, andere legen nur ihr Kapital an ohne Maximierungsabsicht der Verzinsung). Sie haben i.a. einen guten Informationsgrad, das Interesse an Innovationen hängt vom Betriebsziel ab. Ein Technologietransfer muß also differenziert erfolgen.

Zu (4): Wirtschaftliche und soziale Situation der sozialen Gruppen im Chaco

Die Ausgangssituation hängt mit dem unter 4. ausgeführten Merkmalen zusammen. Die Kapitalverfügbarkeit, das Produktionsrisiko und die familiäre Situation sind dabei wichtige Faktoren.

Tabelle 4: Indianische Ethnien und Landverfügbarkeit

	Anzahl	Verfügbares Land (ha)	Notwendiges Land (ha)	Landdefizit (ha)
Maca	850	605	16.000	15.400
Toba Qom	850	8.373	20.000	11.223
Lengua	13.000	79.113	338.000	258.887
Nivaclé	10.600	157.460	192.000	34.540
Angaité	5.400	82.400	119.000	36.600
Guaraní ñandeva	1.500	28.833	53.000	24.167
Guarayos	1.700	32.696	33.000	304
Ayoreo	2.000	56.300	88.000	31.700
Chamacoco	1.100	25.828	30.000	172
Total	37.000	471.608	889.000	417.392

Quelle: nach Gerber, 27, 1995

Im Chaco leben noch 73 Indianergesellschaften verschiedener Ethnien, unterschiedlicher Akulturierung und unterschiedlicher Größe, von 50-1500 Menschen (vgl. Tab. 4). Diese wurden seit Anfang des 20. Jahrhunderts immer weiter abgedrängt, wanderten z.T. zu verwandten Stämmen nach Brasilien, Bolivien oder Argentinien ab. In den letzten Jahren scheint sich der Prozeß umzukehren. Der Zuzug in die Nähe der Mennoniten hat schon Tradition. Um die Mennonitensiedlungen herum haben sich seit 1950 ca. 20.000 Indianer angesiedelt (1950 waren es ca. 3000). Ca. die Hälfte aller von etwa 18.000 Indianern wird von ASCIM (Asociación de Servicios de Coop. Indígena-Mennonita), dem mennonitischen Indianerdienst, betreut (Bildung, Ausbildung, Landw. Beratung, Gesundheitsdienst). ASCIM setzt dafür jährlich etwa 2,0 Mio. US\$ Spendengelder ein.

Der starke Zulauf zeigt, daß viele Indianer sich in die Gesamtgesellschaft integrieren möchten, Einkommen erzielen und die Kinder auf die Schule schicken wollen. Das bedeutet, daß sie mit diesem Schritt verlernen, als Jäger und Sammler überleben zu können. Sie müssen seßhaft werden, sich selbst aus landwirtschaftlicher Produktion versorgen und sogar Überschüsse erzielen, um Geldeinkommen zu erwirtschaften. Viele von ihnen arbeiten zunächst bei den Mennoniten, pflanzen Baumwolle, Süßkartoffeln, seit neuestem halten sie auch Rinder (Fleisch- und Milchproduktion), oder sie produzieren kunsthandwerkliche Produkte für den Tourismus.

Viele leben unter prekären Bedingungen, wenn es auch deutliche Entwicklungserfolge gibt. Ein Hauptproblem ist der Landmangel, wie auch immer man diesen berechnen mag, der in Tab. 4 berechnete Landbedarf geht vom gegenwärtigen Produktionssystem aus. Je nach unterstellter Entwicklung des Produktionssystems, bzw. der verwendeten Technologien, kann man allerdings zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen kommen (vgl. dazu [9]). Nicht zuletzt im Hinblick auf ein beantragtes EU-Projekt (ca. 15 Mio. US\$) haben das IBR (Instituto de Bienestar Rural) und die Indianer-Organisation INDI bereits erhebliche Mittel für Landerwerb zugunsten der Indianer bereitgestellt.

Sicherlich werden die noch freilebenden Jäger und Sammler (es ist nur ein kleiner Teil) immer weiter eingeengt und sukzessive seßhaft werden müssen, weil es immer wenig Ausweichräume gibt. Dieses Schicksal teilen sie mit vielen Völkern auf einer Erde, die heute schon über 5 Mrd. Menschen ernähren muß und in wenigen Jahrzehnten sich noch verdoppeln wird. Die Beispiele der an die Mennonitenkolonien assoziierten Indianervölker zeigen, wie diese überleben und trotzdem Traditionen bewahren können. Ein Gespräch mit Führern verschiedener Stämme im März dieses Jahres unterstützt diese Meinung und machte gleichzeitig deutlich, daß die Indianer unterschiedlicher Akulturierung Vorstellungen von ihrer Zukunft haben.

7 Zusammenfassung

- Das empfindliche Ökosystem des Chaco boreal erlaubt eine Besiedlung und Nutzung nur unter ganz bestimmten Bedingungen, die enge Grenzen setzen.
- Bei großflächiger Rodung und unbedecktem Boden wird die Degradierung im zeitlichen Ablauf und im Ausmaß potenziert.
- Eine brandlose Rodung in langfristiger Wechselwirtschaft ist eine ökologisch verträgliche und ressourcenschonende Maßnahme, die sich gut in die dortigen Nutzungssysteme einpaßt.
- Das ökologisch am besten geeignete Betriebssystem ist eine Weidewirtschaft mit gutem Weidemanagement; moderne Technologien und genetische Anpassung der Tiere erlauben noch weitere Verbesserungen, auch silvo-agro-pastorile Systeme gehören hierher.
- Eine ackerbauliche Nutzung muß mit standortgerechten Methoden betrieben werden, die den Boden möglichst bedeckt halten und Winderosion und Versalzung vermeiden: Dazu gehören Direktsaat, geeignete Fruchtfolgen mit Leguminosen, Ley-farming-Systeme und direkte Erosionsschutzmaßnahmen wie Windschutzhecken.

- An günstigen Standorten (Wasser, Marktnähe) können flächensparende hochintensive Produktionen (zur Versorgung der Städte z.B. mit Gemüse) mit Foliengewächshäusern in Frage kommen.
- Die forstwirtschaftliche Nutzung muß ebenfalls das Prinzip der Nachhaltigkeit beachten, d.h. z.B. es dürfen nicht ganze Bestände vernichtet werden um eine Art (etwa algarrobo) zu nutzen, wie dies vielfach geschieht.
- Eine Landnutzungsplanung ist noch in weiter Ferne, dafür sind erst gesetzliche Grundlagen zu schaffen und die agroökologischen Informationen müssen komplettiert werden.
- Die Dezentralisierung der politischen Entscheidungsgewalt und der Verwaltung sind günstige Entwicklungen für die Einrichtung einer Landnutzungsplanung wie auch für die Hinwendung zu den sozialen Gruppen, die besondere Aufmerksamkeit benötigen, d.h. den Indianern und campesinos.
- Die Estación Experimental Chaco Central hat für den Entwicklungsbedarf des Chaco bereits eine Reihe richtungsweisender und anwendungsreifer Technologien erarbeitet.

8 Literatur

- [1] Amberger, A.; F. Meir; H. Jesswein; D. Pasternak. 9/1988. *Agricultural Production under Semiarid Conditions in the Central Chaco of Paraguay with special reference to the planned research Station Central Chaco Paraguay*, Gutachten im Auftrag der GTZ.
- [2] Asociación de Servicios de Cooperación Indígena-Mennonita. *En Busca de una Subsistencia Agraria, Situación Socio-Económica de los Indígenas del Chaco Central Paraguayo*.
- [3] Auswärtiges Amt. 1995. Länderaufzeichnung Paraguay 01.09.95
- [4] Auswärtiges Amt. 4/1995. *Verteiler für Entwicklungspolitische Zweijahresberichte*, Paraguay.
- [5] BFAI. 3/1995. *Länderreport Paraguay*.
- [6] BFAI.11/1995. *Wirtschaftsdaten aktuell*, Paraguay.
- [7] Brack, W.; J. Weik. 1992. *Experiencias Agroforestales en el Paraguay*, MAG Asunción.
- [8] Brack, W.; B. Dominguez et al.. 1993. *Cultura del Agro-ITA y su entorno*, MAG Asunción.

- [9] Bremen, Volker v.. 6/1994. *Consideraciones Básicas para la Cooperación de la Estación Experimental Chaco Central con los Indígenas*, Dictamen para GTZ, München.
- [10] Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ). 12/1992. *Konzept für die Entwicklungszusammenarbeit mit Lateinamerika*.
- [11] Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ). 1/1996. *Länderkurzbericht Paraguay*.
- [12] Cáceres, L.; A. Glatzle. 1995. *Aportes del Poyecto „Estación Experimental del Chaco Central“ (MAG/GTZ) al Desarrollo Sostenible del Chaco Central Paraguay*, EECC.
- [13] Dávalos, Ramón. 1995. *Caracterización de Fincas y Aspectos Socio-Económicos en las Colonias Paraguayas del Chaco Central (Encuesta Básica)*, Informe MAG/EECC.
- [14] Deutsche Stiftung für Internationale Entwicklung. 1989. *Agricultural Production under Semi-Arid Conditions With Special Reference To The Paraguayan Chaco: Strategies and Appraopriate Technologies*, Feldafing.
- [15] Deutsche Stiftung für Internationale Entwicklung: *Ländermappe Paraguay*.
- [16] Deutsch-Südamerikanische Bank. 1996. *Kurzbericht über Lateinamerika 2*.
- [17] Deutsch-Südamerikanische Bank. 1996. *Kurzbericht über Lateinamerika 6*.
- [18] Dietze, R.; A. Kohler et al. 1993. *Voces y Pistas para un desarrollo sostenible*, MAG Asunción.
- [19] Estación Experimental del Chaco Central. *10 años de Registros Meteorológicos, Loma Plata, Chaco 1982-1991*.
- [20] Estación Experimental del Chaco Central. *En Busca de un Equilibrio entre un Sistema Ecológico Inestable y las Crecientes Necesidades de la Humanidad*.
- [21] Estación Experimental del Chaco Central. *Neues aus der Versuchsstation, Kurzberichte über Aktivitäten und Forschungsergebnisse* (im Text zitiert).
- [22] Evangelische Akademie Bad Boll. 1996. Nachhaltige Entwicklung des Gran Chaco - Chancen für eine neue Art der Zusammenarbeit, *Protokolldienst 11*.
- [23] *Finanzierung und Entwicklung*. 4/1994. (Vierteljahresheft des IWF, Weltbank und HWWA-Institut), 31. Jahrg., Nr. 1, März 1994.
- [24] Food and Agriculture International, Overseas Development Administration: Paraguay Diagnóstico del Sector pecuario, Agosto 1993.
- [25] Gaese, Hartmut; Jesswein, Horst. 1996. *Hauptbericht über die Evaluierung des Vorhabens „Landwirtschaftliche Versuchsstation Zentral-Chaco - Paraguay“*. Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit, Bonn.

- [26] Gerber, Werner. 1995. *Gestion et Utilisation a Buts Multiples des Formations Forestières Sèches du Chaco*, rapport fait pour la FAO, Asunción.
- [27] Glatzle, A. 10/1990. *Kleine Datensammlung zu den Bereichen Tierproduktion, Futter, Weide, Klima (Mennonitenkolonien, Zentralchaco)*, EECC.
- [28] Glatzle, A. 1995. *Desmonte sin quema: Una alternativa conservacionista para el Chaco?*, Estación Experimental del Chaco Central.
- [29] Glatzle, A. 6/1996. *Schlußbericht zur EM Paraguay, Käseproduktion bei Toba-Maskoy-Indianern*, Estación Experimental del Chaco Central.
- [30] Gobernación de los Departamentos del Chaco Paraguayo, 1995. *Proyecto No. 2/95 de Consolidación de la Subsistencia Agraria de las Comunidades Indígenas del Chaco Paraguayo*, Filadelfia.
- [31] Gorham, Richard. *The Paraguayan Chaco and its Rainfall*.
- [32] Hueck, Kurt. 1978. *Los Bosques de Sudamérica*, Schriftenreihe der GTZ Nr. 58, Eschborn.
- [33] Huß, Henrik. 1993. *Kosten verschiedener Bodenbearbeitungs- und Gründungsvarianten im Winter 1992 im mehrjährigen Streifenversuch auf einem Bauernbetrieb in Ebenfeld*, Kolonie Menno, EECC.
- [34] Huß, Henrik. 1993. *Zwischenbericht zur Forschungsarbeit „Landwirtschaftliche Betriebssysteme im Chaco Central, Paraguay*, Universität Göttingen.
- [35] Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Centro Regional Chaco-Formosa (Pcia. R.S. Peña). 1990. *Panorama Agropecuario de la Region Chaco-Formosa*, Boletín No. 102.
- [36] Inter-American Development Bank. *Report 1994*.
- [37] Königstein, Katja. 1995. *Chancen und Risiken des Ackerbaus im Bereich der agroökologischen Trockengrenze. Agrarklimatologische Untersuchungen im zentralen Chaco von Paraguay*. Diplomarbeit, Institut Geographie/Geowissenschaften, Universität Trier.
- [38] Kretschmer, R. 1995. *Hospitantenbericht zu einem Aufenthalt auf der EECC im Chaco Central, unveröffentlichtes Manuskript*.
- [39] MAG-BID. 11/1995: *Programa de Modernización para el Desarrollo Agropecuario y Forestal (Proyecto de Generación y Transferencia de Tecnología) Resumen Ejecutivo*, Asunción.
- [40] MAG-DGP y Gobernación de Boquerón. 1995. *Desarrollo Agropecuario en el Departamento de Boquerón, Diagnóstico Participativo*, Filadelfia.

- [41] Ministerio de Agricultura y Ganadería, Cooperación Técnica Alemana (GTZ): *Estación Experimental Chaco Central (EEChC), Informe Anual*, verschiedene Jahrgänge.
- [42] Ministerio de Agricultura y Ganadería: *Boletín Informativo* (verschiedene Exemplare, im Text zitiert).
- [43] Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1993. *Estimación de la Producción Agropecuaria 1991-1992*, Asunción.
- [44] Ministerio de Agricultura y Ganadería - Dirección de Investigación Agrícola (MAG/DIA); Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional La Haya, Países Bajos (ISNAR). 3/1994. *Propuesta para la Evaluación del Sistema de Investigación Agropecuaria del Paraguay*.
- [45] Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1994. *Censo Agropecuario Nacional*, Asunción Paraguay.
- [46] Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1995. *Producción Agropecuaria 1994/95*, Síntesis Estadística, Asunción Paraguay.
- [47] Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2/1996. *Situación de los Mercados Mayoristas de Productos Fruti-Hortícolas en el Paraguay*.
- [48] Munzinger Länderhefte: *Paraguay, Politik, Wirtschaft, Kultur*.
- [49] Presidencia de la República, Secretaría Técnica de Planificación. 1995. *Necesidades Básicas Insatisfechas*, Asunción.
- [50] Schneider, W. et al. 4/1987: *Estación Experimental Agrícola Chaco Central*, Gutachten im Auftrag der GTZ.
- [51] Statistisches Bundesamt: *Länderbericht Paraguay, 1989*.
- [52] The world of information; The Economic and Business Report, Paraguay, Americas Review 1995.
- [53] Verma, G.P. et al. 1982. *Research needs for the development of dryland agriculture in Paraguayan Chaco, Report of the Technical and Economic Cooperation between India and Paraguay*, Asunción.
- [54] Wilhelmy, H.; W. Rohmeder. 1963. *Die La Plata-Länder*, Braunschweig-Berlin.

9 Anhang: Karten

Quelle: Gerber, Werner [26]

Karte 1: Durchschnittlicher jährlicher Niederschlag und Temperaturen im Chaco

Quelle: Gerber, Werner [26]

Karte 2: Durchschnittliche jährliche potentielle Evaportaion und klimatische Zonen des Chacos.

Quelle: Gerber, Werner [26]

Karte 3: Wassereinzugsgebiete im Chaco

Zone 1: (deutsche Übersetzung)
Zone 2: (deutsche Übersetzung)
Zone 1/2: (deutsche Übersetzung)
Zone 3: (deutsche Übersetzung)
Zone 4: (deutsche Übersetzung)
Zone 5: (deutsche Übersetzung)

Quelle: Gerber, Werner [26]

Karte 4: Grundwasservorkommen im Chaco

- Zone 1: Grundwasser
- Zone 2: Oberflächenwasser
- Zone 3: Grund- und Oberflächenwasser
- Zone 4: Oberflächen- und Regenwasser
- Zone 5: Regen-, Grund- und Oberflächenwasser
- Zone 6: Oberflächen-, Grund- und Regenwasser

Quelle: Gerber, Werner [26]

Karte 5: Qualität des Brunnenwassers

Quelle: Gerber, Werner [26]

Karte 6: Bewässerungsfähiges Wasser und schlechte Entwässerung

Quelle: Gerber, Werner [26]

Karte 7: Landschaften und Böden

Quelle: Gerber, Werner [26]

Karte 8: Kolonie „Neuland“