

Biogasnutzung in Brasilien: Knowhow- und Technologietransfer

Schlussbericht vom 15. Sept. 2007



Ernst **Basler + Partner** AG

Genesis Ltd.
BIOGAS TECHNOLOGY

Nova Corona Ambiental Ltda.

GEO CSD CSD-GEOKLOCK
Geologia e
Engenharia Ambiental

In Zusammenarbeit mit:

swisscam
BRASIL

TRIGÁS
Solução em energia.

Ernst Basler + Partner AG
Zollikerstrasse 65 8702 Zollikon
Telefon 044 395 11 11 Fax 044 395 12 34
E-Mail info@ebp.ch

Internet www.ebp.ch
14. September 2007/hca
Q:\205062\Arbeiten\Berichte\Schlussbericht\Biogas_Brasil_Schlussbericht_ds
_kurz_def.doc

Zusammenfassung

Im Jahre 2004 wurden durch die Firma Ernst Basler + Partner AG in Brasilien erste grobe Marktanalysen und Gespräche vor Ort zum Thema energetische Nutzung von Biomasse durchgeführt. Sie zeigten eindeutig, dass insbesondere im Süden des Landes sehr grosse Potenziale an landwirtschaftlicher Biomasse und eine klare Nachfrage nach Technologien zur energetischen Nutzung bestehen.

Ausgangslage

Die Firmen Genesys AG und Ernst Basler + Partner AG haben daher einen Projektantrag bei REPIC eingereicht, um eine vertieftere Marktanalyse vornehmen und das optimale Vorgehen zum Eintritt in den brasilianischen Markt evaluieren zu können. Die entsprechenden Arbeiten vor Ort und in der Schweiz dauerten vom 1. März 2005 bis Ende 2006. Das Vorgehen und die Ergebnisse sind im vorliegenden Bericht festgehalten.

Projektantrag REPIC zur vertieften Analyse

Das Vorgehen basierte auf Desk-Studies und drei Missionen in Brasilien, die mit Auftritten an landwirtschaftlichen Messen kombiniert wurden. Dabei wurde umfangreiches Informationsmaterial aufbereitet, welches teilweise in den Anhängen dargestellt ist. Für einzelne potenzielle Kunden wurden Offerten bzw. Projektanträge erarbeitet.

Vorgehen

Als zentrale Ergebnisse können folgende Punkte festgehalten werden:

Ergebnisse

Das Biomassepotenzial in den drei Südstaaten Brasiliens ist enorm. Nur schon aus den Abwässern der grossen Schweinbetriebe liessen sich rund 360 GWh Strom gewinnen, womit rund 5% der Haushalte versorgt werden könnten. Weitere Potenziale bilden die Ernte – und Verarbeitungsrückständen sowie insbesondere die Nebenprodukte aus der Biodiesel und Bioethanolproduktion. Organische Siedlungsabfälle sind dagegen - vor allem im ländlichen Gebiet - schwer zu mobilisieren.

Enorme Potenziale

Die Rahmenbedingungen für einen wirtschaftlichen Betrieb von Biogasanlagen können generell als gut bezeichnet werden. In Zukunft sind weitere Verbesserungen absehbar, weil einerseits die Erfahrung mit der Umsetzung der Energiegesetzgebung steigt und die Sensibilisierung wichtiger Akteure bezüglich des Themas Erneuerbare Energien zunimmt. Andererseits steigt die Nachfrage generell. Das Nachfragewachstum in den kommenden Jahren wird auf fast 6% geschätzt. Die grösste Herausforderung bildet die schwer durchschaubare Gesetzgebung bezüglich der Einspeisung von erneuerbarem Strom von unabhängigen Produzenten. Hier sind verschiedene Fragen noch ungeklärt und können wohl erst im Rahmen von ersten Projektrealisierungen beantwortet werden.

Gute Rahmenbedingungen mit Fragezeichen

Lokale Biogasnutzung aktuell
wenig effizient

Die aktuell in Brasilien genutzte Technologie zur Biogasproduktion ist wenig effizient und bringt eine eher schlechte Gasqualität. Die wesentlich effizientere Genesys-Technologie kann hier auf fruchtbaren Boden stossen. Schweizer Technologie hat generell ein gutes Image und die wirtschaftlichen Akteure sind sehr interessiert an einem möglichen Einsatz.

ECOGEO: idealer Partner für
Genesys Brasil Ltda.

Mit der Firma ECOGEO bzw. Geoklock konnte ein idealer Partner gefunden werden, der bereits über Erfahrung in der Zusammenarbeit mit Schweizer Firmen verfügt. Ein Joint venture war die ideale Geschäftsform zur Bildung der neuen Firma Genesys Brasil Ltda. Das Geschäftsmodell umfasst Planung, Bau und Betrieb von Biogasanlagen sowie entsprechende Beratungsdienstleistungen. Der Businessplan liegt vor und formuliert als Zielsetzung 50 Anlagen bis zum Jahr 2010.

Standorte für Pilotanlagen sind
evaluiert

Standorte bzw. Partner für Pilotprojekte konnten gefunden werden. Im Vordergrund stehen die landwirtschaftliche Beratungsinstitution *Epagri* von Santa Catarina sowie die Fleischproduzenten und -vermarkter *Sadia* und *Aurora*. Alle Standorte liegen im Raum Chapecó (Santa Catarina), der eine ausserordentlich hohe Schweindichte aufweist.

Weiteres Vorgehen: erarbeitete
Kontakte nutzen und neue
Kunden evaluieren

Im Rahmen der weiteren Aktivitäten zur Umsetzung des Businessplanes empfiehlt es sich, die erarbeiteten Kontakte weiter zu pflegen. Gleichzeitig sollten Grossbetriebe in der Tierproduktion, in der Fleisch- und Lebensmittelverarbeitung sowie in der Biotreibstoffproduktion evaluiert werden. In der Schnittstelle zwischen Landwirtschaft und dem nachgelagerten Bereich liegen künftig die grössten Chancen der Genesys-Technologie in Brasilien.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Aufgabenstellung.....	1
1.2	Vorgehen.....	2
2	Technologie.....	3
3	Biomassepotenziale in Südbrasilien	5
3.1	Landwirtschaftliche Biomasse	5
3.1.1	Schweineproduktion: Tierbestände und Energiepotenziale.....	5
3.1.2	Behandlung der Abwässer aus der Schweinehaltung.....	8
3.1.3	Biogasproduktion	9
3.1.4	Hühnerhaltung.....	11
3.1.5	Ernte- und Verarbeitungsrückstände	12
3.1.6	Umweltbelastung	13
3.2	Organische Abfälle.....	15
3.3	Flexibles System zur Nutzung der Potenziale.....	17
4	Strommarkt und -politik in Brasilien	19
4.1	Stromerzeugung und -verbrauch	19
4.2	Marktakteure.....	21
4.3	Gesetzliche Grundlagen	23
4.3.1	Unabhängige Stromproduzenten und Eigenerzeugung	24
4.3.2	Programm Proinfa	25
4.3.3	ANEEL-Resolutionen	27
4.3.4	Aussagen von Energieversorgungsunternehmen.....	27
4.4	Aktuelle Biogasnutzung.....	29
5	Wirtschaftliche Rahmenbedingungen für Biogasanlagen.....	31
6	Potenzielle Partner	33
6.1	Geoklock/ECOGEO.....	33
6.2	Trigas	33
6.3	EPAGRI.....	34
6.4	Embrapa Suinos e Aves	34
6.5	Alto Uruguai.....	34
6.6	AXIALPar	35
7	Geschäftsmodell und Businessplan.....	37

8	Potenzielle Kunden.....	39
8.1	Sadia	39
8.2	Aurora	40
8.3	Weitere Interessenten.....	40
9	Weiteres Vorgehen.....	41

Anhang

A1	Literatur-/Quellenverzeichnis	
----	-------------------------------	--

1 Einleitung

1.1 Aufgabenstellung

Im Jahre 2004 wurden durch die Firma Ernst Basler + Partner AG in Brasilien erste grobe Marktanalysen und Gespräche vor Ort zum Thema energetische Nutzung von Biomasse durchgeführt. Sie zeigten eindeutig, dass einerseits sehr grosse Potenziale an Biomasse, andererseits auch eine klare Nachfrage nach Technologien zur energetischen Nutzung von Biomasse bestehen. Der brasilianische Staat unterstützt die Nutzung von erneuerbaren Energien. Insbesondere im Süden des Landes, wo grosse Schweinemästereien und Hühnerfarmen bestehen, hat daher die in der Schweiz und anderen europäischen Ländern entwickelte Technologie der Co-Vergärung von landwirtschaftlichen Hofdüngern mit weiteren Biomassefraktionen zur Biogasgewinnung realistische Marktchancen.

Erste Marktanalysen zeigen grosse Chancen im Bereich Biomasse

Die Firmen Genesys AG und Ernst Basler + Partner AG haben daher – in Zusammenarbeit mit weiteren Institutionen - am 1. März 2005 einen Projektantrag bei REPIC eingereicht, um eine vertieftere Marktanalyse vornehmen und das optimale Vorgehen zum Technologie- und Knowhow-Transfer Schweiz – Brasilien festlegen zu können [1]. Der Projektantrag wurde am 1. März 2005 von der REPIC bewilligt.

Vertiefung im Rahmen eines REPIC-Mandates

Im Projektantrag wurden folgende Ziele festgelegt:

Ziele

1. Analyse des nichtlandwirtschaftlichen Biomassemarktes
2. Verifizierung der Potenziale an landwirtschaftlicher Biomasse
3. Rahmenbedingungen für einen wirtschaftlichen Betrieb von Biogasanlagen in Brasilien
4. Kontakte zu möglichen Partnern
5. Schnittstellen zu laufenden Projekten klären (z.B. Alto Uruguay)
6. Festlegung der kurz- und mittelfristig zu erreichenden Ziele
7. Festlegung der optimalen Organisation und Finanzierung
8. Businessplan
9. Vorschläge für mögliche Standorte und Partner für ein Pilotprojekt
10. Zeitplanung

1.2 Vorgehen

- Desk Study Mittels Desk-Study wurden bereits vorhandenen Grundlagen vertieft. Für zwei potenzielle Kunden wurden erste Projektkonzepte und Offerten erarbeitet.
- Missionen vor Ort Anlässlich dreier Missionen vor Ort wurden die Erkenntnisse mit Experten überprüft und Gespräche mit möglichen Partnern bzw. Kunden geführt.
- Mission 1 fand vom 13. bis 20. März 2005 statt. Dabei wurden insbesondere staatliche Stellen in Santa Catarina sowie landwirtschaftliche Betriebe im selben Staat besucht.
 - Mission 2 führte wiederum nach Santa Catarina. Sie fand vom 7. Okt. bis 16. Okt. 2005 statt und wurde mit einer Teilnahme an der Landwirtschaftsmesse EFAPI in Chapecó kombiniert.
 - Im Zentrum der Mission 3 stand die Teilnahme an der Messe AVESUI in Florianópolis. Die Messe dauerte vom 25. bis 27. April 2006. Anschließend folgten Gespräche in São Paulo und Betriebsbesuche im Staat São Paulo und in Minas Gerais bis zum 5. Mai 2006. Wichtige Kunden konnten anlässlich der Messe noch einmal betreut werden.

Diese Arbeiten wurden unter Federführung durch die *Ernst Basler + Partner AG* gemeinsam mit der *Genesys AG* durchgeführt. Die Missionen vor Ort wurden durch die *Nova Corona Ambiental Ltda.* vorbereitet und begleitet. Derselbe brasilianische Partner unterstützte auch bei der Auswertung. Die Firma *Geoklock* erarbeitete eine Situationsanalyse aus Sicht eines brasilianischen Akteurs. Die *SWISSCAM* (schweizerisch-brasilianische Handelskammer in São Paulo) unterstützte bei der Vermittlung von Kontakten und Marktinformationen und stellte ihre Infrastruktur für Sitzungen zur Verfügung. Die Firma *Trigas* ermöglichte den Besuch von eigenen Biogasanlagen und stellte ihre Erfahrungen bezüglich der Realisierung von Biogasanlagen in Südbrasilien zur Verfügung.

2 Technologie

Die auf dem System der Flüssigvergärung basierenden Anlagen der Firma Genesys AG verwenden die seit langem bekannte Technologie der anaeroben Vergärung und können in der Minimalversion relativ kostengünstig erstellt werden. Sie bestehen aus den Elementen Vorgrube, Fermenter, Gasfolienhaube, Lagerbehälter und WKK-Anlage (Abbildung 1). Das Gärgut kann über einen Separator geführt und anschliessend z.B. in einer Rot-trommel nachkompostiert werden. Falls landwirtschaftliche Betriebe mit zu hohen Nährstoffbelastungen kämpfen, können zusätzliche technische Systeme wie z.B. die Membrantechnologie eingesetzt werden. Diese führen aber zu erheblichen Mehrkosten. Bei Grossanlagen und vorhandenem Gasnetz kann auch eine Gasaufbereitung und -einspeisung ins Gasnetz in Frage kommen.

Modular aufgebaute Systeme auf Basis Flüssigvergärung

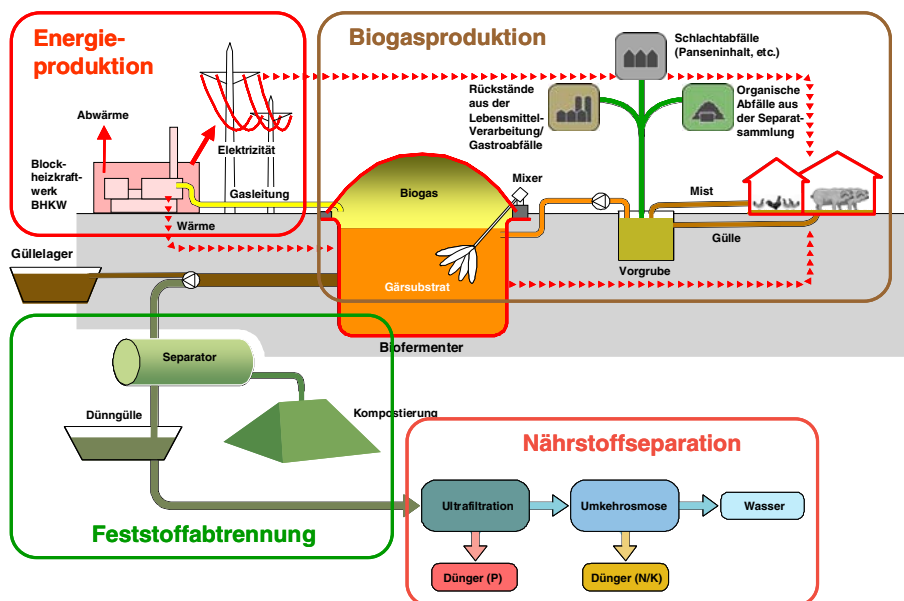


Abbildung 1: Funktionsschema der Biogasanlage vom Typ Genesys

In der Vorgrube werden tierische Exkremente und organische Abfälle gemischt und anschliessend in den Fermenter gepumpt (Abbildung 1). Darin läuft unter meso- oder thermophilen Bedingungen ein anaerober Vergärungsprozess ab, wobei methanhaltiges Biogas gebildet wird. Dieses Gas wird unter einer Gasfolienhaube gespeichert und nach Bedarf in der WKK-Anlage verstromt. Der Strom wird zu einem kleineren Teil im produzierenden Betrieb verwertet, der Überschussstrom wird ins Netz eingespeist. Die gleichzeitig entstehende Wärme wird für den Prozess und die allenfalls vorhandene Kompostierung sowie für weitere Anwendungen in der Nähe der Anlage genutzt. Auf landwirtschaftlichen oder gewerblichen Betrieben

Funktionsweise

bestehen vielfältige Möglichkeiten in den Bereichen Trocknung, Heizung, Kühlung.

Genesis-Technologie: effizienter
als lokale Systeme

Erste Recherchen haben gezeigt, dass mittelfristig alle Komponenten in Brasilien gefertigt werden können. In einer ersten Phase müssten allenfalls noch einzelne Bestandteile importiert werden. Da Importe aber durch bürokratische Verfahren verteuert werden, ist diese Lösung möglichst zu vermeiden. Verglichen mit den aktuell in Brasilien bereits eingesetzten Systemen (siehe Kapitel 3.1.1) ist die hier erwähnte Technologie wesentlich leistungsfähiger und kann in Modulbauweise realisiert werden.

3 Biomassepotenziale in Südbrasilien

Für die anaerobe Vergärung geeignet sind feuchte, wenig verholzte Biomassefraktionen. Diese sind vor allem in der Landwirtschaft (Hofdünger, Ernterückstände) sowie bei den organischen Abfällen aus anderen Quellen zu finden (Grünabfall aus Kommunen, Abfälle aus der Lebensmittelverarbeitung, Abfälle aus der Bioethanolherstellung, etc.). Im Folgenden sollen diese Potenziale kurz dargestellt werden.

Hauptfokus: feuchte, wenig verholzte Biomasse

3.1 Landwirtschaftliche Biomasse

Bei der landwirtschaftlichen Biomasse handelt es sich primär um Hofdünger (tierische Exkrememente) und Rückstände aus Verarbeitungsprozessen.

Hofdünger und Verarbeitungsrückstände

Da die Hofdünger für eine wirtschaftliche energetische Nutzung möglichst konzentriert anfallen müssen, werden ausschliesslich Tierhaltungssysteme mit ganzjähriger Stallhaltung betrachtet. Daher wird die Rindviehhaltung, die primär auf der Weide erfolgt, nicht weiter behandelt.

3.1.1 Schweineproduktion: Tierbestände und Energiepotenziale

In Tabelle 1 ist die Entwicklung der Schweineproduktion in den betrachteten Bundesstaaten dargestellt. Im Jahre 2005 konzentrierten sich knapp 45 % der Schweinebestände Brasiliens auf die drei untersuchten Südstaaten. Bemerkenswert ist die Zunahme der gesamten Schweinebestandes von knapp 13 Mio. Tieren im Jahr 1998 auf über 15 Mio. Tiere im Jahr 2005.

	1998	2000	2002	2003	2004	2005
Paraná	4'187	4'225	4'528	4'364	4'558	4'548
Santa Catarina	4'705	5'094	5'354	5'432	5'776	6'309
Rio Grande do Sul	4'055	4'133	4'037	4'145	4'094	4'224
Südbrasilien total	12'947	13'452	13'649	13'941	14'458	15'090

Tabelle 1:
Anzahl (in Tausend) Schweine in den untersuchten Bundesstaaten [2]

Diese 15 Mio. Schweine bilden die Grundlage für das theoretische Potenzial an Hofdüngern aus der Schweinehaltung. Aber längst nicht alle Betriebe haben die wirtschaftliche Kraft, um eine Biogasanlage zu realisieren. Setzt man die Tierbestände in Bezug zu den Betriebsflächen, so ergibt sich das in Abbildung 2 dargestellte Bild. Im Jahre 1996 wurden in den drei Staaten

Kleinstbetriebe werden in der Potenzialbetrachtung ausgeschlossen

zwischen 17.2 und 24 % der Tiere von Kleinstbetrieben (< 10 ha) gehalten. Diese verfügen sicher nicht über das wirtschaftliche Potenzial zur Erstellung einer Biogasanlage und werden in der Potenzialabschätzung nicht weiter berücksichtigt.

Abbildung 2:
Schweinbestände in Südbrasilien
im Bezug zu den Betriebsflächen
[3]

Estratos de Área (ha)	PARANA			SANTA CATARINA			RIO GRANDE DO SUL		
	Rebanho (cabeças x1.000)	% sobre total	% acumul.	Rebanho (cabeças x1.000)	% sobre total	% acumul.	Rebanho (cabeças x1.000)	% sobre total	% acumul.
0-10	967,2	24,0%	24,0%	778,3	17,2%	17,2%	884,2	22,4%	22,4%
10-20	825,8	20,5%	44,5%	1.170,9	25,8%	43,0%	1.044,7	26,5%	48,9%
20-50	1035,7	25,7%	70,2%	1.651,7	36,4%	79,4%	1.236,0	31,3%	80,2%
50-100	468,6	11,6%	81,8%	577,0	12,7%	92,1%	366,5	9,3%	89,5%
100-200	305,9	7,6%	89,4%	164,3	3,6%	95,7%	135,6	3,4%	92,9%
mais de 200	422,9	10,6%	100,0%	193,3	4,3%	100,0%	276,8	7,1%	100,0%
Total	4.026,1	100,0%		4.535,5	100,0%		3.943,8	100,0%	

Fonte: IBGE-Censo Agropecuário de 1996.

Werden die Anteile von 1996 auf die Bestände von 2005 übertragen, so ergibt sich ein technisches Potenzial von rund 12 Mio. Schweinen (Tabelle 2).

Tabelle 2:
Schweinebestände (in Tausend)
als Basis für technisches
Potenzial

Staaten	Anteil Betriebe > 10 ha [%]	Schweine total	Schweine in Betrieben > 10 ha
Paraná	76.0	4'548	3'456
Santa Catarina	82.8	6'309	5'224
Rio Grande do Sul	77.6	4'224	3'278
Südbrasilien total	-	15'090	11'958

Tierzahl pro Betrieb
als zentrale Grösse

Eine zentrale Grösse zur Präzisierung der Potenziale für die Biogasproduktion sind die Betriebsgrößen (Tierzahl pro Betrieb). Diese Daten sind allerdings nur für den Staat Santa Catarina und das Jahr 1996 vorhanden (Abbildung 3).

Abbildung 3:
Verteilung der
Schweinebestände auf
unterschiedliche
Betriebsgrößenklassen im Staat
Santa Catarina [3]

ESTRATIFICAÇÃO	ESTABELECIMENTOS COM SUÍNOS E REBANHO SEGUNDO ESTRATO DE ANIMAIS					
	ESTABELECIMENTOS			REBANHO		
	Nº	(%)	% ACUMULADO	Nº (animais)	(%)	% ACUMULADO
Até 2 animais	14.441	26,55	26,55	22.080	0,46	0,46
De 3 a 5 animais	10.476	19,26	45,81	40.136	0,84	1,30
De 6 a 10 animais	9.638	17,72	63,53	75.577	1,58	2,87
De 11 a 20 animais	7.038	12,94	76,47	99.799	2,08	4,96
De 21 a 50 animais	2.963	5,45	81,92	92.142	1,92	6,88
De 51 a 100 animais	1.484	2,73	84,64	107.841	2,25	9,13
De 101 a 500 animais	5.766	10,60	95,24	1.555.825	32,45	41,58
De 501 a 1000 animais	1.665	3,06	98,31	1.156.694	24,13	65,71
Mais de 1000 animais	922	1,70	100,00	1.643.747	34,29	100,00
Total	54.393	100,00		4.793.841	100,00	

Fonte: Levantamento Agropecuário Catarinense-LAC-2003

60 % der Schweine in Betrieben
mit mehr als 500 Tieren

Als Standort für Biogasanlagen geeignet sind nur Betriebe mit mehr als 500 Tieren. Kleinere Betriebe können als Zulieferer in Frage kommen. 1996 waren in Santa Catarina knapp 5 % der Tierhalter in dieser Grössenordnung. Rund 58 % der Schweine wurden in solchen Betrieben mit mehr als 500 Tieren gehalten. Es kann also grob angenommen werden, dass 60 %

der Schweine in Südbrazilien in Betrieben stehen, die für eine Biogasnutzung geeignet sind¹⁾.

Für die Potenzialabschätzung wird davon ausgegangen, dass mittelfristig die Hälfte dieser Betriebe mit einer Biogasanlage ausgerüstet werden könnten, d.h. die Exkremente von 30% der Schweine könnten energetisch und wirtschaftlich sinnvoll genutzt werden (Tabelle 3).

50% dieser Betriebe für Biogasnutzung geeignet

	Anzahl Schweine (in Tausend)	Gülleanfall (30%) [m3]	Biogasproduktion [m3]	Stromproduktion [GWh]
Parana	4'548	3'486'042	52'290'630	110
Santa Catarina	6'309	4'835'849	72'537'728	152
Rio Grande do Sul	4'224	3'237'696	48'565'440	102
Südbrazilien total	15'081	11'559'587	173'393'798	364

Tabelle 3:
Potenzialabschätzung für die Stromproduktion aus Schweinegülle in Südbrazilien

Den Berechnungen in Tabelle 3 beruhen auf folgenden Annahmen:

- Gülleanfall pro Schwein (Durchschnittswert 0.007 m³/Tag [4])
- Energiegehalt Biogas: 6 KWh/m³
- Umwandlungsfaktor Strom: 0.35

Mit den 360 GWh könnten rund 5 % der Haushalte in den Südstaaten Brasiliens mit Strom versorgt werden.

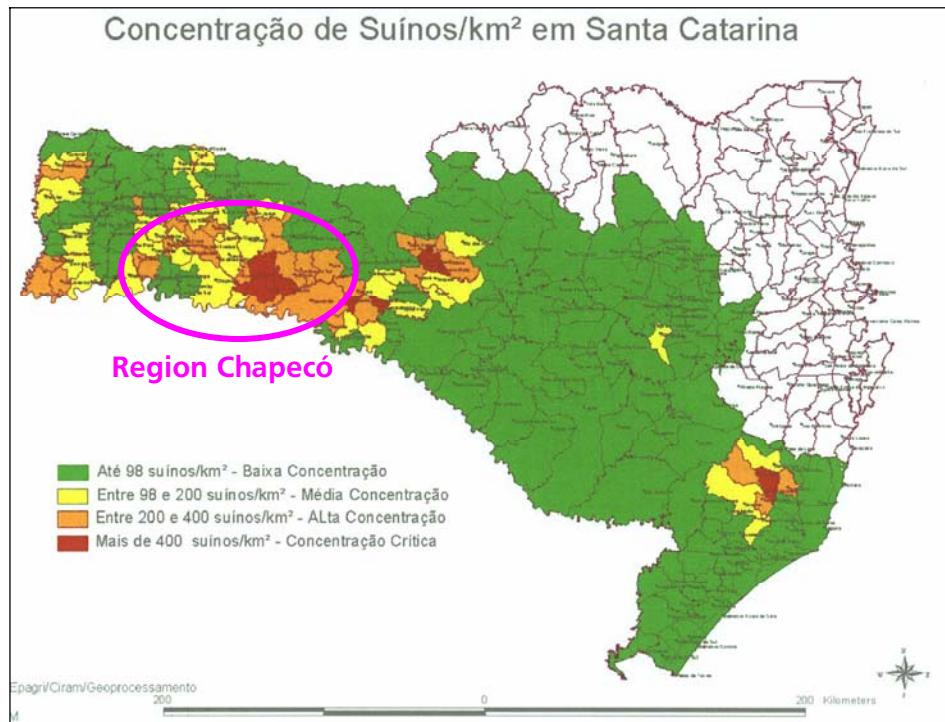
Strom für 5 % der Haushalte

Die Konzentration der Schweinbestände in Südbrazilien ist sehr heterogen verteilt, wie wiederum am Beispiel Santa Catarina gezeigt werden kann (Abbildung 4). Diese Regionen haben für die Realisierung von Biogasanlagen ein speziell hohes Potenzial. Für die Staaten Paraná und Rio Grande do Sul liegen keine solchen Auswertungen vor. Als Schwerpunktsgebiet für die Aktivitäten im Rahmen dieser Arbeit wurde daher die Region von Chapecó ausgewählt, wo die Schweinedichte über 400 Tieren/km² liegt.

Hotspots der Schweinehaltung

1) Diese Annahme kann ohne Bedenken auch auf die anderen Südstaaten übertragen werden, weil dort der Anteil grösserer Betriebe eher höher liegt (siehe Abbildung)

Abbildung 4:
Konzentration der
Schweinebestände in Santa
Catarina



3.1.2 Behandlung der Abwässer aus der Schweinehaltung

Unterschiedliche
Behandlungssysteme im Einsatz

Zur Lagerung und Behandlung von Schweingülle existieren in Südbrasilien verschiedene Systeme. Eine detaillierte Übersicht ist in zwei Publikation [5]/[6] der landwirtschaftlichen Forschungsanstalt EMBRAPA Suínos e Aves [7] zu finden, die im Staat Santa Catarina, in Concórdia ihren Standort hat.

Zielsetzung: Abbau der
organischen Substanz

Ziel aller Systeme ist es, die Gülle zu sammeln, um den organischen Anteil durch anaerobe Fermentation abzubauen und die pathogenen Keime vermindern zu können. In diesen einfachen Systemen können die Grenzwerte zur Einleitung in ein Gewässer allerdings nie erreicht werden. Die am weitesten verbreiteten Systeme werden im Folgenden kurz vorgestellt.

Esterqueira

Esterqueiras sind Auffangbecken, meist in Art einer Lagune konzipiert und ausgelegt mit einer undurchlässigen Geomembran. Das Volumen sollte so gewählt werden, dass die Betriebe ihre Gülle zwischen vier bis sechs Monaten lagern können. In Santa Catarina muss eine Lagerung von minimal 120 Tagen nachgewiesen werden können, um die Umweltlizenz zu erhalten [4]. Die Umweltlizenz verlangt, dass der Landwirt nachweisen kann, dass er über eine genügend grosse Fläche oder über entsprechende Kontrakte mit anderen Landwirten verfügt, um die Nährstoffe ausbringen zu können. Aufgrund der Eindrücke vor Ort ist aber offensichtlich, dass erhebliche

Vollzugsprobleme bestehen. Diese Lösung zur Lagerung der Abwässer ist sehr kostengünstig²⁾, aber mit erheblichen Umweltrisiken verbunden.

Im System der *Bioesterqueira* wird die Esterqueira aufwändiger gebaut und unterteilt in eine Fermentations- und eine Depositionskammer. Damit kann die Reinigungsleistung erhöht werden. In der Fermentationskammer verbleiben die Abwässer mindestens 45 Tage. Auch hier wird eine minimale Aufenthaltsdauer von 120 Tagen verlangt. Das System reduziert die organische Fracht besser als die Esterqueira und liefert einen hochwertigeren Dünger. Es ist allerdings wesentlich teurer³⁾.

Bioesterqueira

Beide Systeme werden teilweise mit weiteren Systemen kombiniert (zusätzliche Lagunen zur Reduktion des Wassergehaltes und für den weiteren Abbau der organischen Substanz).

Ausbaumöglichkeiten für Esterqueiras

3.1.3 Biogasproduktion

Die Biogasnutzung ist auf einigen Betrieben bereits installiert. Es handelt sich dabei um sehr einfache Lösungen. Das System der Esterqueira wird in solchen Anlagen leicht modifiziert. Eine darüberliegende Gasfolienhaube fängt das Biogas auf. Meist wird das Gas abgepackelt (Abbildung 5).

Biogasnutzung



Abbildung 5: schematische Darstellung der in Brasilien eingesetzten Biogasanlagen [25]

Der Methanisierungsprozess verläuft in diesen Systemen unvollständig, weil das Gärsubstrat zu wenig oder kaum durchmischt werden kann. Dabei entsteht eine schlechte Gasqualität, welche zu einem raschen Verschleiss bei den eingesetzten Motoren führt. Die Firma TRIGAS [8] muss ihre VW-Motoren nach rund 5'000 Betriebsstunden ersetzen (Abbildung Abbildung

Bestehende Systeme bringen schlechte Gasqualität

2) Baukosten: 15 R\$/m³

3) Baukosten: 60 R\$/m³

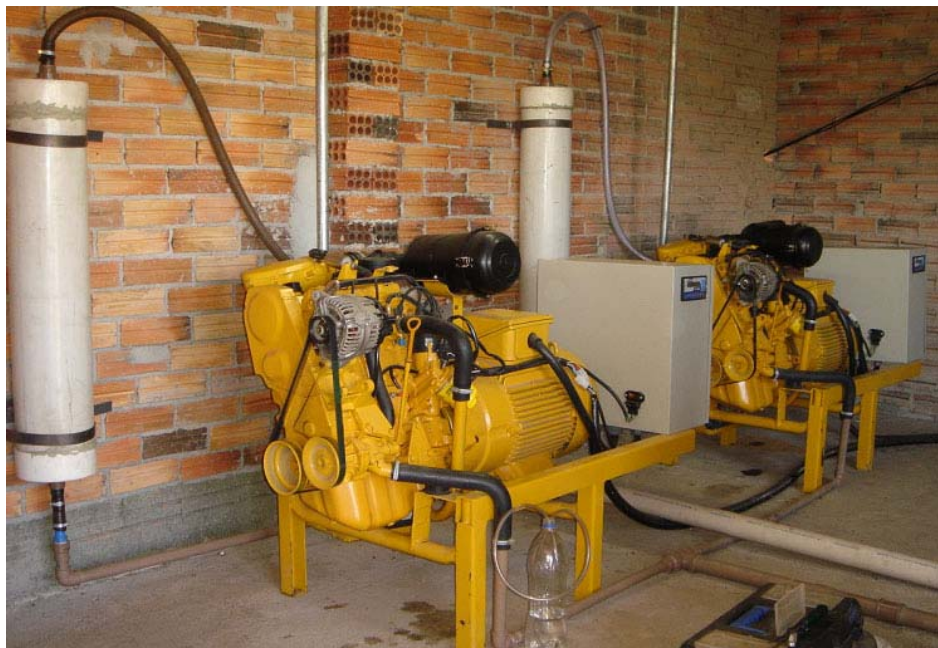
6 und Abbildung 7). Das wird in den Kostenkalkulationen auch so berücksichtigt.

Abbildung 6:
Biogasanlage der Firma Trigas
(Gasfolienhaube im Vordergrund
mit nachfolgender Güllelagerung
und Technikgebäude am linken
Bildrand)



Die in Abbildung 6 dargestellte Biogasanlage der Firma Trigas arbeitet bereits auf einem höheren Effizienzniveau, da das Gärsubstrat mit einer Pumpe umgewälzt werden kann. Die Stromerzeugung (Abbildung 7) erfolgt über zwei VW-Motoren mit nach geschalteten Generatoren. Der Strom wird primär im hofeigenen Schlachthof eingesetzt. Die Schlachtabfälle gelangen wieder als Co-Substrate in den Fermentationsprozess. Der Überschussstrom wird eingespeist, wobei der Stromzähler rückwärts läuft.

Abbildung 7:
Stromerzeugung auf einer
Trigas-Anlage (VW-Motoren)



Grössere Betriebe haben im Rahmen des Geschäftsmodells [11] der Firmen AgCert [9] und Sansuy [10] neue Biogasanlagen dieses Typs (Abbildung 8) erstellt und profitieren von den dabei generierten CO₂-Reduktions-Zertifikaten.

In den Staaten Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo und Paraná sind auf Grossbetrieben schon mehrere hundert dieser Systeme installiert worden. Diese Farmer stehen bis Ablauf der ersten Kyoto-Periode (bis 2012) nicht mehr für neue Systeme zur Verfügung, weil sie vertraglich gebunden sind. Nach Ablauf dieser Frist könnten sie für die Installation einer optimierten Biogastechnologie, wie die Genesys AG sie anbietet, interessant sein. Sie verfügen bereits über eine Grundinfrastruktur und die Betriebsleiter haben Erfahrung mit dem biologischen Prozess der Biogasproduktion.

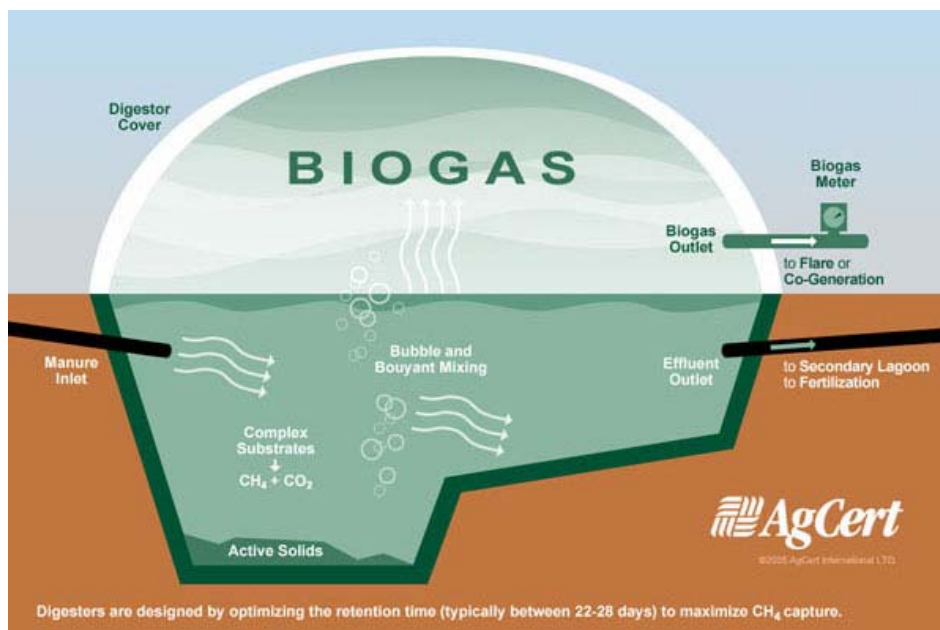


Abbildung 8:
Funktionsschema der
AgCert/Sansuy Biofermenter

3.1.4 Hühnerhaltung

Wie im Projektantrag [1] dargestellt, ist auch die Hühnerhaltung bzw. der daraus resultierende Hühnermist für die Biogastechnologie der Genesys AG interessant. Allerdings nutzen die Aufstallungssysteme oft Sand oder Holzspäne als Grundmaterial. Sand kann zu einem hohen Verschleiss bei der Güllebehandlungstechnik führen und Holz ist im Vergärungsprozess nicht nutzbar. Die Verwendung von Hühnermist bedingt daher oft eine Umstellung im Aufstallungssystem. Daher wurde die Hühnerhaltung nicht weiter untersucht. Bei konkreten Projekten auf Schweinebetriebe ist es natürlich

Hühnermist: teilweise
ungeeignete
Aufstallungssysteme

zwingend, dass im näheren Perimeter auch das Potenzial an Hühnermist untersucht wird.

3.1.5 Ernte- und Verarbeitungsrückstände

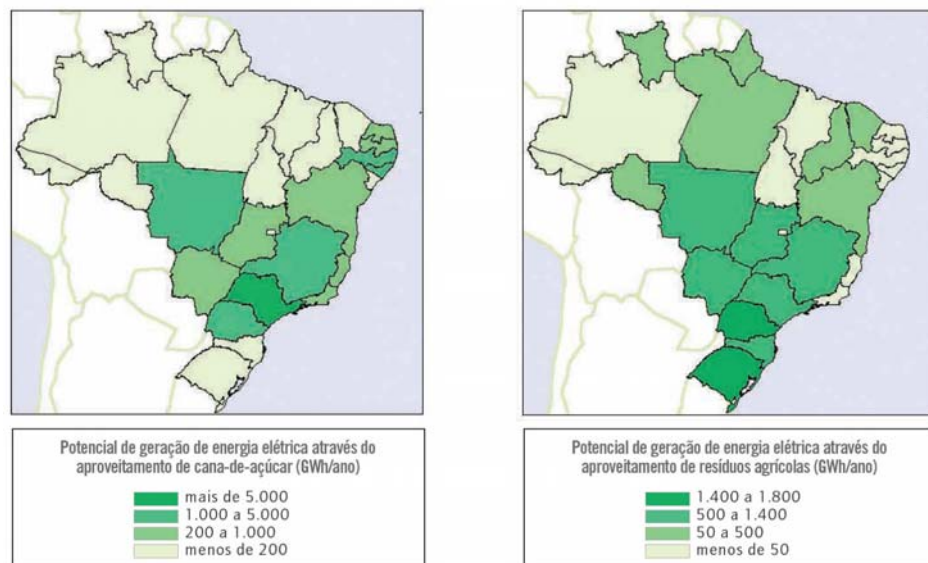
Pflanzenbau als wichtiger Pfeiler der Landwirtschaft in Südbrasilien

Obwohl die drei Südstaaten Brasiliens eine starke Konzentration im Bereich Tierproduktion aufweisen, spielt auch der Pflanzenbau eine grosse Rolle. Der Staat Santa Catarina ist beispielsweise nicht nur der grösste Produzent an Schweinefleisch, sondern steht auch bei Äpfeln und Zwiebeln auf Platz 1. Im Weiteren ist er der zweitgrösste Produzent bei Hühnerfleisch, Knoblauch und Bienenhonig (!) und der drittgrösste Produzent bei Reis und Bananen [12]. Es kann also davon ausgegangen werden, dass erhebliche Mengen an Ernte- und Verarbeitungsrückständen anfallen. Genaue Zahlen dazu waren im Rahmen der Abklärungen keine verfügbar. Das Potenzial wird aber in anderen Studien als hoch eingeschätzt (Abbildung 9, rechtes Bild).

Nebenprodukte der Bioethanol- und Biodieselproduktion

Zusätzlich können Abfallstoffe aus der Bioethanolproduktion und neu auch aus der in Brasilien sich entwickelnden Biodieselproduktion sinnvoll in Biogasanlagen verwertet werden. Bei der Bioethanolproduktion handelt es sich um die Schlempe (vinhoto) und bei der Biodieselproduktion um das Glycerin und ev. den Presskuchen (torta) der gepressten ölhaltigen Pflanzen. Letztere geht aber aufgrund ihres ökonomischen Wertes meist in die Futtermittelproduktion. Die Bioethanolproduktion ist in der Region Süd weniger verbreitet (Abbildung 9, linkes Bild).

Abbildung 9: Grobe Potenzialabschätzung zur Stromproduktion aus der Zuckerrohrverarbeitung und aus landwirtschaftlichen Abfällen [17]



Optimale Kombination von Biodiesel- und Biogasproduktion

Anders könnte es bei der Biodieselproduktion aussehen. Diese kann einerseits mit fetthaltigen Abfällen aus Schlachthöfen betrieben werden. Solche sind in den drei untersuchten Staaten in hoher Dichte vorhanden. Natürlich

können einzelne Abfallfraktionen aus Schlachtbetrieben auch direkt in Biogasanlagen verarbeitet werden. Andererseits werden in Brasilien vermehrt ölhaltige Pflanzen zur Biodieselproduktion angebaut. Im Süden werden dies aufgrund der klimatischen Bedingungen primär die Kulturen Sonnenblume, Erdnüssen und Soja sein (Abbildung 10).

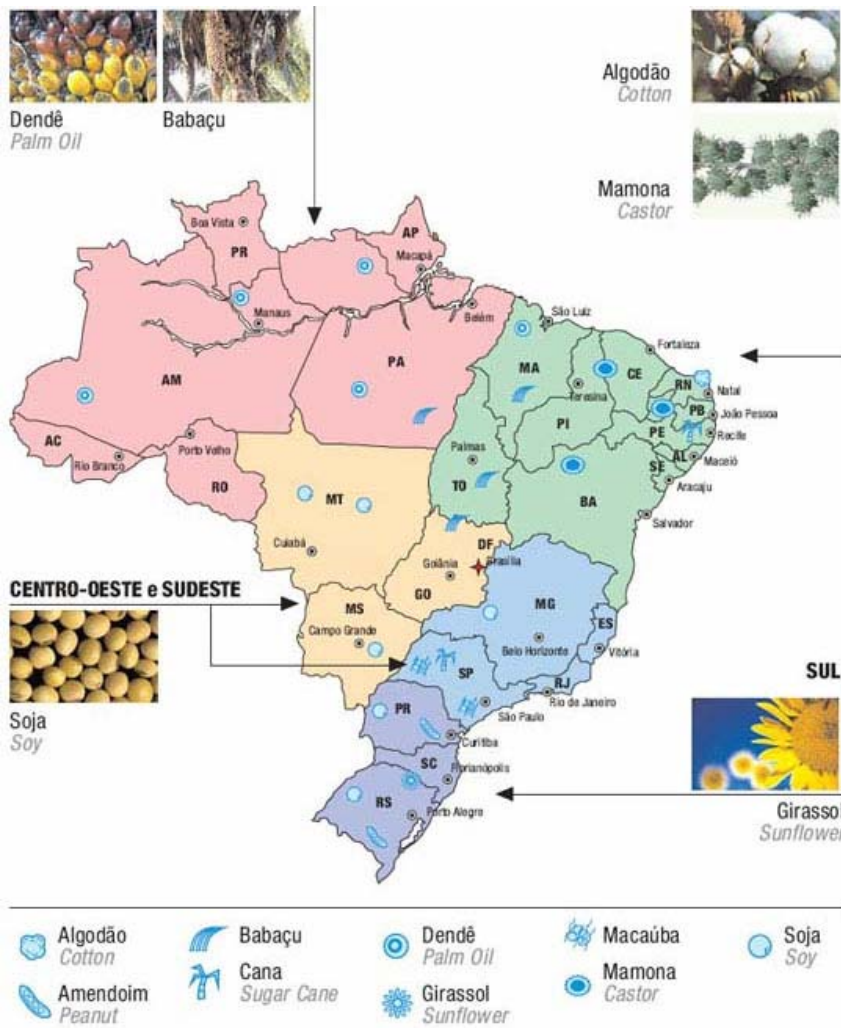


Abbildung 10:
Zur Biodieselproduktion
geeignete Kulturen in Brasilien

3.1.6 Umweltbelastung

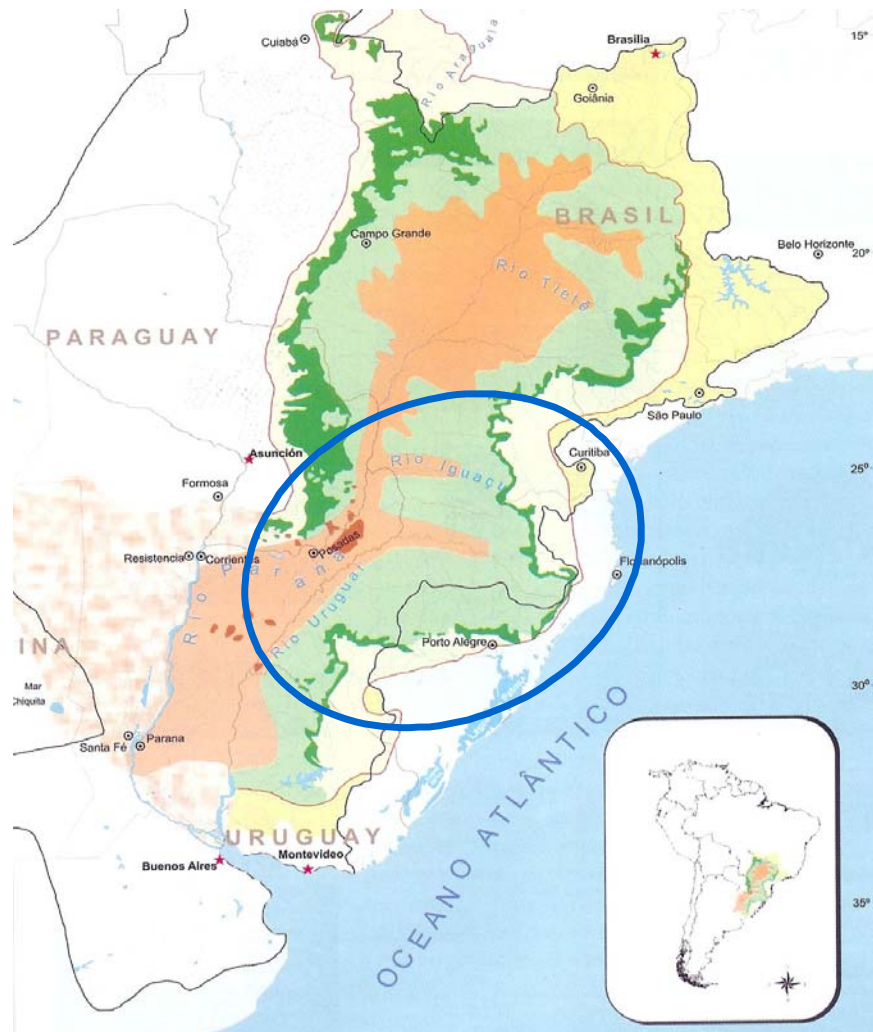
Die intensive Tierhaltung in den drei Staaten führt zu den auch in der Schweiz bzw. in anderen Ländern bekannten Umweltproblemen durch Emissionen in die Luft, den Boden und in das Wasser. Die Situation im Bereich Wasser ist dadurch verschärft, dass sich in dieser Region mit dem *Aqüífero Guarani* das grösste unterirdische Reservoir des Planeten an Trinkwasser befindet (Abbildung 11). Das Volumen des gespeicherten Wassers wird auf 45'000 Kubikkilometer⁴⁾ geschätzt [18]. Auf der betroffenen Land-

Grösstes Trinkwasserreservoir
der Welt liegt im
Untersuchungsgebiet

4) Wassermenge Bodensee: 49 km³ Wasser (Bundesamt für Statistik)

fläche von rund 1.2 Millionen m² leben etwa 70 Millionen Menschen. Zwei Drittel dieses Reservoirs werden von Landflächen Brasiliens bedeckt. Rund 500 Ortschaften und Städte in Brasilien nutzen dieses Reservoir, vornehmlich zu landwirtschaftlichen Zwecken.

Abbildung 11:
Aqüífero Guaraní (unterirdisches
Trinkwasserreservoir) und
Projektregion



Belastungen der menschlichen
und natürlichen Umwelt

Die Abwässer aus Schweinezuchtbetrieben und -mästereien gelangen oft direkt oder indirekt in noch hoch konzentrierter Form in die Oberflächengewässer. Immer wieder berichten Gemeinden, dass die Trinkwasseraufbereitung aufgrund von Gewässerverschmutzungen gestoppt werden musste. Die Energieproduktion mit Wasserkraft muss zeitweise - aufgrund des starken Algenwachstums - unterbrochen werden [13]. Der Eintrag von Nährstoffen in Naturschutzgebiete hat negative Einflüsse auf die Biodiversität. Die anaerobe Vergärung in den offenen Güllelagunen führt zu starken Methanemissionen. Beim biologischen Abbau der Abwässer und Exkremente können toxische Gase entstehen, welche negative Auswirkungen auf Tierhalter und Tiere haben können. Die hohen Nährstoffgehalte in den Gewässern fördern die Entwicklung von Mücken und Borrachudos und die durch sie verbreiteten Krankheiten.

Mit Biogastechnologie können diese Auswirkungen teilweise direkt vermieden werden (Methanemissionen und toxische Gase). Eine indirekte Auswirkung ist bei den Nährstoffemissionen zu erwarten, weil mit der Installation einer Biogasanlage generell die Sensibilität steigt, die Nährstoffe effizienter einzusetzen. Die Biogasanlage kann zudem mithelfen, nachgelagerte Technologien zur Nährstoffaufbereitung wirtschaftlicher zu machen.

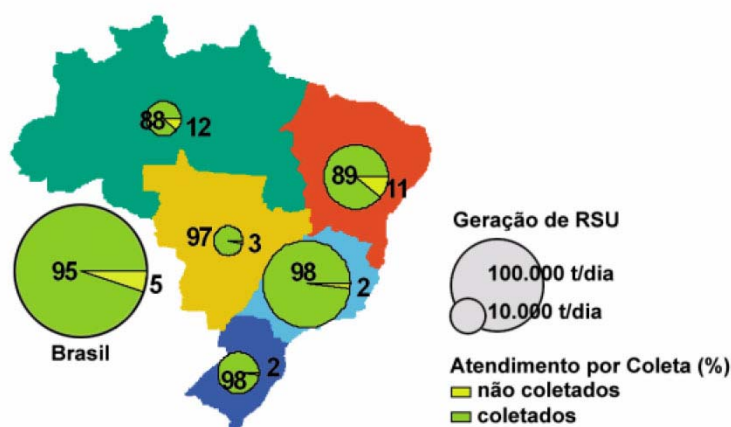
Biogastechnologie kann einen Beitrag zur Lösung leisten

3.2 Organische Abfälle

In Rahmen der vorliegenden Arbeit konnten keine genauen Angaben zu den organischen Abfällen aus Kommunen und Städten ermittelt werden. Der Jahresbericht der *abrelpe*⁵⁾ [14] vermittelt den Eindruck, dass die festen kommunalen Abfälle zu einem grossen Teil in ganz Brasilien gesammelt werden (Abbildung 12) [15].

Macrorregião	RSU Gerados (t/dia)	Índice de Coleta (%)	RSU Coletados (t/dia)	RSU não Coletados (t/dia)
Norte	14.365	87,5	12.569	1.796
Nordeste	46.623	89,4	41.681	4.942
Centro-Oeste	10.096	96,5	9.743	353
Sudeste	82.458	98,4	81.139	1.319
Sul	19.982	98,3	19.643	340
Brasil	173.524	95,0	164.774	8.750

Abbildung 12:
Mengen und Sammelquote von Siedlungsabfällen (RSU) nach Makroregionen



5) Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

Unkorrekte Abfallverwertung überwiegt

Abbildung 13 zeigt, dass über ganz Brasilien mehr als die Hälfte der Siedlungsabfälle noch nicht korrekt verwertet wird (unter freiem Himmel, in wilden Deponien, in Gewässern, etc.). In den untersuchten drei Staaten des Südens sind es rund 30%.

Abbildung 13: Aufteilung der Siedlungsabfälle nach adäquater und nicht adäquater Verwertung

Macrorregião	Com Destinação Adequada	Sem Destinação Adequada	Total
Norte	1.049	6.790	7.839
Nordeste	10.782	18.660	29.442
Centro-Oeste	4.493	5.635	10.127
Sudeste	42.644	57.696	100.340
Sul	6.557	7.521	14.079
Brasil	65.525	96.302	161.827

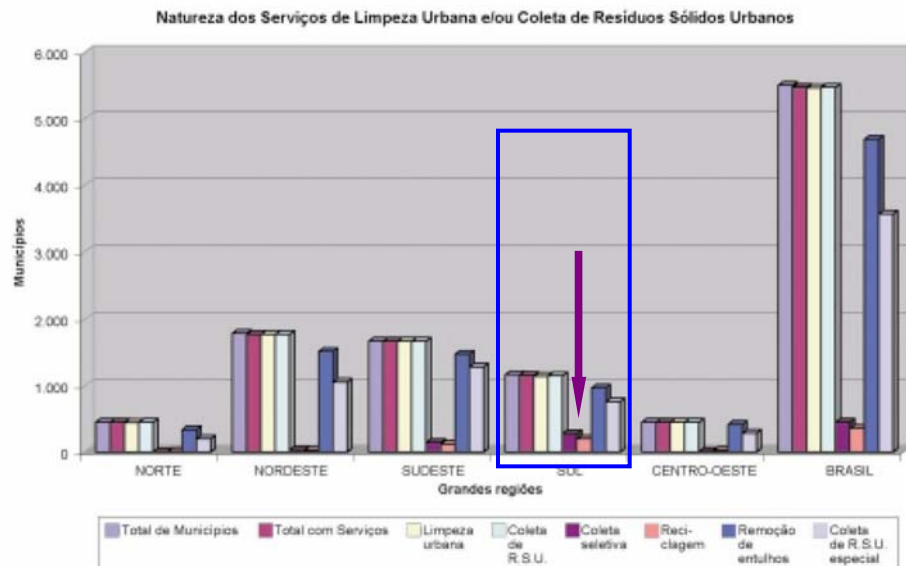
Fonte: PNSB - 2000 - CEF/FUNASA/SEDU/IBGE



Organische Anteile des Siedlungsabfalles schwer mobilisierbar

Daraus lässt sich schliessen, dass hier noch ein grosses Optimierungspotenzial besteht. Dabei könnten auf Co-Vergärung basierende Biogasanlagen eine gewisse Rolle spielen, falls die organischen Abfälle getrennt erfasst werden können. Wie Abbildung 14 zeigt, ist die Separatsammlung (coleta seletiva) in der Region Süd anteilmässig am weitesten verbreitet [16], bewegt sich aber immer noch auf einem sehr tiefen Niveau. Zudem bedeutet das Vorhandensein einer Separatsammlung noch nicht, dass auch die organischen Abfälle separat gesammelt werden.

Abbildung 14: Sammelsysteme in den Makroregionen Brasiliens



Aus diesen Überlegungen kann abgeleitet werden, dass in der Region Süden sicher ein Potenzial an organischen Siedlungsabfällen für die Vergärung zur Verfügung steht. Die Strukturen zu dessen Mobilisierung scheinen im Quervergleich mit anderen Regionen Brasiliens als eher günstig.

Trotzdem sollten diese Abfälle in Potenzialabschätzungen nicht stark bewertet werden. Bei konkreten Projekten ist immer zu prüfen, ob auch aus diesen Potenzialen Substrate zur Verfügung stehen und einfach mobilisiert werden können. Generell ist aber der Aufwand zur Bereitstellung sehr gross, weil unerwünschte und schädliche Inhaltsstoffe vorgängig eliminiert werden müssen. Diese Triage muss von gut geschulten und verlässlichen Arbeitskräften vorgenommen werden. Alle diese Aufwendungen beeinflussen die Wirtschaftlichkeit meist negativ und können durch den zusätzlichen Energieertrag nicht aufgefangen werden.

Aufwändige Triage

3.3 Flexibles System zur Nutzung der Potenziale

Die Nutzung dieser unterschiedlichen Biomassepotenziale bedingt eine flexible und anpassungsfähige Technik. Das auf der Co-Vergärung von verschiedenen organischen Abfällen basierende System der Genesys AG erfüllt diese Anforderung. Basierend auf den Abwässern aus der Schweinehaltung kann es weitere landwirtschaftliche Abfallstoffe, organischen Siedlungsabfälle sowie insbesondere Nebenprodukte aus der Bioethanol- und Biodieselproduktion verwerten (Abbildung 15).

Genesys-System: Flexibilität zur Nutzung der verschiedenen Biomassefraktionen

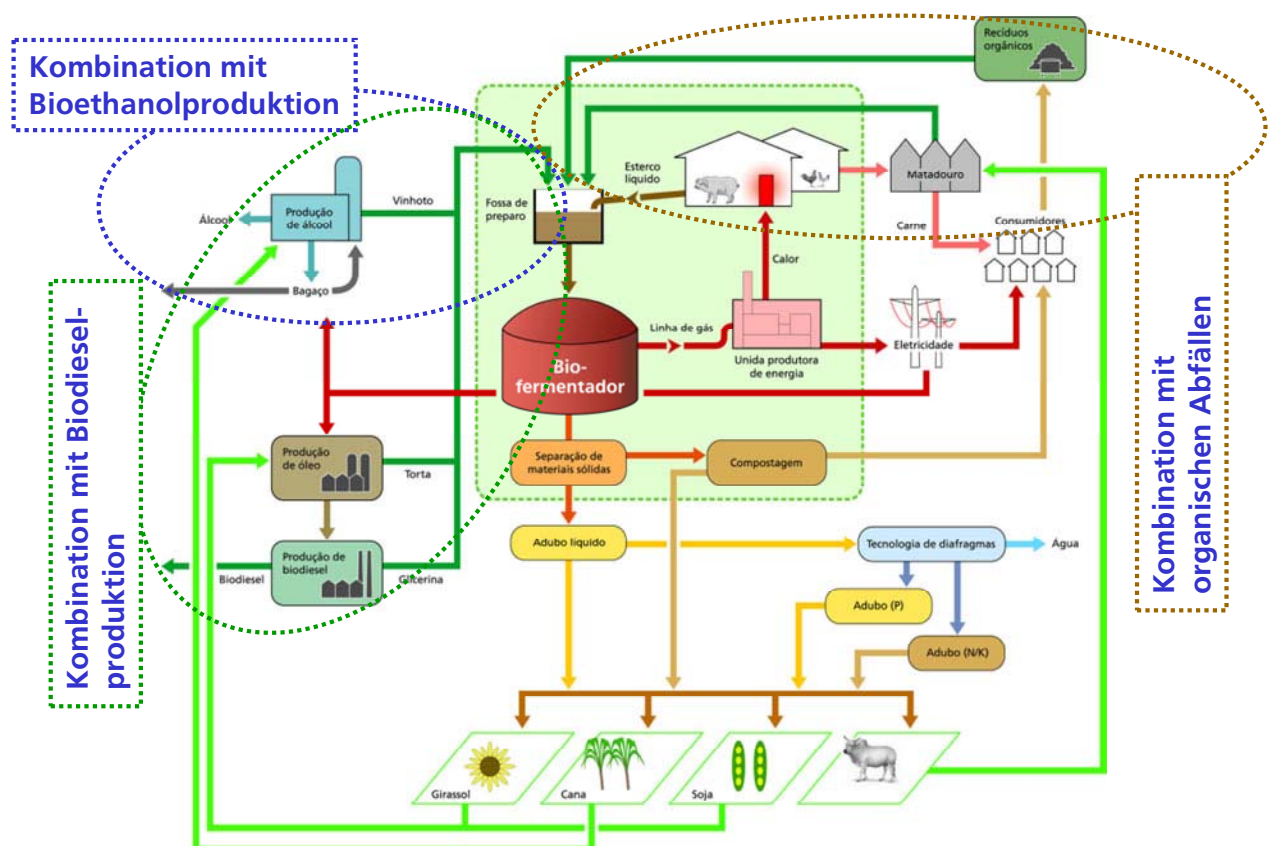


Abbildung 15: Biogastechnologie kombiniert mit Bioethanol- und Biodieselproduktion sowie der Verwertung organischer Abfälle

4 Strommarkt und -politik in Brasilien

4.1 Stromerzeugung und -verbrauch

Die gesamte brasilianische Erzeugungskapazität lag Ende 2003 bei 85,3 GW. Etwa 6 GW davon dienen der reinen Eigenversorgung. Mehr als 50% der Erzeugungskapazität befanden sich in den drei Bundesstaaten Minas Gerais, São Paulo und Paraná. Die insgesamt von der Regulierungsbehörde genehmigte Leistung des öffentlichen Versorgungssektors, unabhängiger Stromproduzenten sowie von Eigenversorgern, d.h. inklusive geplanter und im Bau befindlicher Vorhaben, betrug Ende 2003 rund 130 GW [20].

Erzeugungskapazität

Das Stromaufkommen lag im Jahr 2002 bei insgesamt 381 TWh. Dazu trug die Stromerzeugung der öffentlichen Versorgung 315 TWh bei (4,6% über dem Vorjahresniveau), die Eigenerzeugung 29 TWh und der Stromimport 37 TWh. Die technischen und nicht technischen Verluste der öffentlichen Versorgung lagen bei 60 TWh (18%). Die inländische Stromerzeugung basiert zu knapp 80% auf Wasserkraft, der Rest stammt fast ausschliesslich aus thermischen Kraftwerken auf Kohle- und Gasbasis sowie aus zwei nuklearen Reaktoren (Tabelle 4). Aufgrund neu erschlossener Erdgasvorkommen in Brasilien und einer Gaspipeline aus dem benachbarten Bolivien wird der Anteil thermischer Kraftwerke voraussichtlich in den kommenden Jahren deutlich zunehmen [20].

Stromaufkommen

Energieträger	Stromproduktion [TWh]	Anteil [%]
Erdgas	9,8	3.1
Kohle	5,0	1.6
Diesel	4,3	1.4
Schweröl	3,7	1.2
Nuklear	13,8	4.4
Wasserkraft	278,7	88,3
Summe	315,3	100

Tabelle 4:
Stromproduktion in Brasilien im
Jahr 2002

Die Energieträgerbasis für die Eigenversorgung ist aufgrund der Verbindung zum landwirtschaftlichen und industriellen Sektor sehr viel breiter gestreut und schliesst vor allem auch die Nutzung organischer Reststoffe ein (Tabelle 5). Die Eigenversorgung hat sich in absoluten Zahlen während der letzten Dekade etwa verdoppelt und wies in diesem Zeitraum teilweise sprunghafte Zuwächse auf [20]. Dieses Wachstum korreliert stark mit dem Ausbau der Bioethanolproduktion.

Eigenversorgung

Tabelle 5:
Stromproduktion zur
Eigenversorgung in Brasilien im
Jahr 2002

Energiequelle	Stromerzeugung [TWh]	Anteil [%]
Erdgas	3,4	11.6
Kohle	0,2	0.7
Holz	0,7	2.4
Zuckerrohrbagasse	5,4	18.4
Black Liquor	3,5	11.9
Andere Abfallprodukte	4,2	14.3
Diesel	1,5	5.1
Schweröl	1,7	5.8
Koks	0,7	2.4
Wasserkraft	6,3	21.5
Andere	1,7	5.8
Total	29.3	100

Übertragungsnetz

Das Übertragungsnetz hatte Ende 2002 eine Ausdehnung von 72'000 km und bestand aus Übertragungsleitungen auf den Ebenen 230–750 kV. Alle wesentlichen Erzeugungs- und Verbrauchszentren sind über dieses nationale Verbundnetz miteinander verknüpft. In den letzten Jahren kam es aufgrund der geringen Übertragungskapazitäten zwischen dem Norden und Nordosten einerseits und dem Süden des Landes andererseits zu Engpässen in der Versorgung [20].

Stromverbrauch

Nach Jahren des Wachstums fiel der gesamte Stromverbrauch in 2001 aufgrund knapper Wasserressourcen drastisch gegenüber dem Vorjahr. Erst in 2003 wurde mit rund 330 TWh wieder der Verbrauch des Jahres 2000 erreicht. Insbesondere die öffentliche Stromerzeugung und der Import gingen zwischenzeitlich deutlich zurück, während die Eigenproduzenten ihre Erzeugung steigerten. Die konzessionierten Verteilungsunternehmen und Stromhändler (öffentliche Versorgung) lieferten in 2003 rund 300 TWh, ein Wachstum von 3.7% gegenüber dem Vorjahr (Tabelle 6) [20].

Tabelle 6:
Stromverbrauch nach Sektoren –
öffentliche Versorgung 2003

Sektor	Stromverbrauch [TWh]	Anteil [%]
Haushalte	76,2	25.3
Gewerbe	47,5	15.8
Industrie	129,9	43.2
Übrige Kunden	47,1	15.7
Gesamt	300,6	100

Stromverbrauch in Haushalten

Insbesondere im Haushaltsbereich nahm der Stromverbrauch zwischen 2000 und 2002 aufgrund drastischer Sparmassnahmen deutlich von 84 auf 73 TWh ab und konnte auch in 2003 mit 76 TWh noch nicht an sein altes Niveau anknüpfen. Der durchschnittliche Monatsverbrauch in den Haushal-

ten fiel von 173 kWh in 2000 auf 140 kWh Ende 2003. Geografisch betrachtet, konzentriert sich der Stromverbrauch vor allem auf die südöstliche Region mit den industriellen Ballungszentren sowie den mittleren Westen des Landes (Verbundnetz Südosten/Mittelwesten), wo insgesamt etwa 60% des nationalen Elektrizitätsbedarfs verwendet wurden. Vom gesamten Haushaltsstromverbrauch wurden im Jahr 2002 fast 40 TWh alleine in den drei südöstlichen Bundesstaaten Minas Gerais, São Paulo und Rio de Janeiro konsumiert [20].

Seit Anfang der siebziger Jahre lag der Zuwachs im Stromverbrauch regelmäßig deutlich über den Wachstumsraten des Bruttosozialprodukts. Auch wirtschaftliche Krisen haben diese Entwicklung in der Vergangenheit nicht wesentlich dämpfen können. Erst die Stromkrise von 2001 und die wirtschaftliche Schwäche Argentiniens haben diesen Trend durchbrochen [20].

Zunahme des Stromverbrauchs
ist grösser als
Wirtschaftswachstum

Die aktuellen Prognosen für den 10-Jahres-Zeitraum 2003–2012 gehen von einem durchschnittlichen jährlichen Verbrauchswachstum von 5.7% aus. Im Jahr 2012 wird ein Gesamtverbrauch von rund 577 TWh postuliert, zu dem die konzessionierten Verteilungsunternehmen 510 TWh beitragen würden [26].

Prognosen

Die durchschnittlichen Strompreise lagen im Mittel des Jahres 2003 bei 167 R\$/MWh (90 CHF/MWh) mit Schwankungen zwischen 130 R\$/MWh (70 CHF/MWh) im Norden und 181 R\$/MWh (100 CHF/MWh) in der Region „Mitte-Westen“. Für den Haushaltssektor lagen die Preise im Mittel bei 239 R\$/MWh (130 CHF/MWh), im Industriebereich bei 112 R\$/MWh (56 CHF/MWh) [20].

Strompreise

Die Preise werden zusätzlich durch hohe Steuern und Abgaben belastet, die fast 30% der gesamten Stromrechnung ausmachen. In den 2005 und 2006 geführten Gesprächen mit KMU-Vertretern und Landwirten vor Ort wurden Strompreise zwischen 200 und 400 R\$/MWh (120 bis 240 CHF/MWh) rapportiert. Kaufkraftbereinigt sind die Strompreise rund fünfmal höher als in der Schweiz.

Aktuelle Marktinformationen
zeigen hohe Strompreise

4.2 Marktakteure

Der brasilianische Elektrizitätsmarkt befindet sich seit einigen Jahren in einem starken Wandlungsprozess. Aus einem ursprünglich staatsmonopolistischen Versorgungssektor sollte nach Abschluss der Neustrukturierung ein weitgehend privatisierter, liberalisierter und auf Wettbewerb orientierter Dienstleistungsbereich hervorgehen. Die Privatisierung ist allerdings in den letzten Jahren nach dem Verkauf etlicher Verteilungsunternehmen weitge-

Elektrizitätsmarkt im Wandel

hend zum Erliegen gekommen und nimmt inzwischen den noch zentral-staatlich beherrschten Erzeugungsbereich ausdrücklich aus [20].

Gliederung des öffentlichen
Stromsektors

Der (öffentliche) brasilianische Stromsektor gliedert sich im Wesentlichen in die staatliche Holding Eletrobrás mit dem binationalen Wasserkraftwerk Itaipú (Gemeinschaftsbetrieb mit Paraguay), einer Betreibergesellschaft für die Kernkraftwerke und drei großen Stromerzeugern als Tochtergesellschaften, in zahlreiche unabhängige sowie bundesstaatliche Stromlieferanten, in eine größere Anzahl von Verteilungsunternehmen auf regionaler, d.h. zumeist bundesstaatlicher Ebene und in eine Reihe von kommunal orientierten Versorgungsunternehmen in den größeren Städten. Die regionalen und städtischen Versorger verfügen nur teilweise über eigene Erzeugungskapazitäten und kaufen zumeist ihren Strom bei den zentralen Stromproduzenten (Tabelle 7) [20].

Tabelle 7:
Erzeugungskapazitäten der
größten Stromversorger

Unternehmen	Installierte Kapazität (MW)
Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF)	10.484
Furnas Centrais Elétricas S/A.	9.407
Companhia Energética de São Paulo (CESP)	7.455
Tractebel Energia S/A	6.503
Itaipu Binacional	6.300
Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG)	6.043
Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A (ELETRONORTE)	5.874
Copel Geração S/A	4.541
AES Tietê S/A	2.651
Duke Energy Internacional, Geração Paranapanema S/A	2.299

Staatliche Akteure dominieren
im Erzeugungssektor

Der Erzeugungssektor wird vor allem von staatlichen Unternehmen dominiert. Ende 2003 waren insgesamt 931 Stromerzeuger registriert (Gesellschaften mit Genehmigungen zur Stromerzeugung), darunter 70 öffentliche Versorger, 416 Eigenerzeuger und 392 unabhängige Stromproduzenten. Darunter befinden sich allerdings etliche Gesellschaften, deren Einstieg in die Stromerzeugung noch aussteht.

Zentrale Funktion der Eletrobrás

Die Funktion von Eletrobrás ist trotz der beschnittenen Aufgabenfelder durch Ausgliederung eines Teils des Erzeugungs- und Verteilungssektors weiterhin bedeutsam. Für die wichtigen verbliebenen Unternehmen bildet sie das Dach einer Holdinggesellschaft. Aufgrund ihrer fachlichen und organisatorischen Kompetenz nimmt sie ausserdem in Verbindung mit dem Ministerium für Bergbau und Energie (MME) eine zentrale Rolle bei der übergeordneten Energieplanung ein und erfüllt mittlerweile wichtige Aufgaben als Finanzierungsinstitution für den Stromsektor [20].

1997 etablierte sich die neue unabhängige Regulierungsbehörde ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). Ihre Aufgabe ist vorwiegend die Erteilung von Konzessionen für Stromerzeugung und -verteilung, die Festlegung von Tarifen und Berechtigungen für den Netzzugang sowie für den regulierten Bereich des Stromendverbrauchs [20].

Regulierungsbehörde ANEEL

Zum Im- und Export von Strom sowie zum zugehörigen Bau von Übertragungsleitungen und anderen Anlagen muss die ANEEL ihre Zustimmung geben. Seit Juli 1999 wurde die Genehmigung für den Import von 5.420 MW erteilt, darunter 5.050 MW aus Argentinien, 300 MW aus Bolivien, 70 MW aus Uruguay und 50 MW aus Paraguay. Die Umsetzung dieser Genehmigungen bleibt allerdings hinter den Erwartungen zurück, da die Stromnachfrage nicht im prognostizierten Mass gewachsen ist [20].

Stromimport

4.3 Gesetzliche Grundlagen

Folgende Akteure im brasilianischen Energiemarkt sind im Hinblick auf die gesetzlichen Rahmenbedingungen zentral [3]:

Zentrale Akteure in der Gesetzgebung

- Ministerium für Bergbau und Energie: Dieses gehört zum Nationalen Departement für Wasser und Elektrische Energie DNAEE.
- ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica): siehe Kapitel 4.2.
- CONAMA (O conselho Nacional do Meio Ambiente): Dieses Organ ist per Gesetz (vom Sistema Nacional do Meio Ambiente SISNAMA) eingesetzt, um die nationale Umweltgesetzgebung mit zu lenken. Es besteht aus Vertretern von Bund, Bundesstaaten, Munizipien, Privatwirtschaft und NGOs.

Die Grundlagen der brasilianischen Elektrizitätsgesetzgebung wurden vor ca. 70 Jahren gelegt. Sie umfassen Verfassungsartikel, ergänzende Gesetze und Verordnungen. Verordnungen können interministeriell, vom Ministerium für Bergbau und Energie oder von der ANEEL erlassen werden. Daneben existieren Dekrete und Vereinbarungen bzw. Beschlüsse des CONAMA. Für die grundlegende Gesetzgebung bezüglich der Erzeugung, Verteilung und Vermarktung von elektrischer Energie ist der Bund zuständig. Für Erneuerbare Energien sind dementsprechend in allen brasilianischen Bundesstaaten die gleichen grundlegenden Gesetze bindend. Die grundlegende Gesetzgebung für die Erzeugung Erneuerbarer Energie aus Biomasse besteht aus unterschiedlichen Regelwerken, die im Folgenden kurz umschrieben werden.

Komplexe Gesetzgebung im Bereich Elektrizität

4.3.1 Unabhängige Stromproduzenten und Eigenerzeugung

Unabhängige Produzenten per Gesetz anerkannt	Mit der Verordnung 2003 vom 10. September 1996 wurde unabhängigen Stromproduzenten und Eigenerzeugern das Recht zur Betätigung eingeräumt. Unabhängige Stromerzeuger sowie Eigenversorger haben freien Zugang zum Verbundnetz und zu den Stromnetzen der Verteiler unter Zahlung der Transportentgelte ⁶ . Zu deren Kalkulation hat ANEEL 1999 ein umfassendes Regelwerk erstellt, mit dem für jeden Einzelfall entsprechend den jeweiligen Parametern (Transportlänge, Spannungshöhe, Strommenge etc.) der Übertragungspreis gebildet wird.
Definierte Abnehmer	Der unabhängige Stromproduzent kann seinen erzeugten Strom verkaufen an: <ul style="list-style-type: none"> • ein lizenziertes Stromversorgungsunternehmen (bzw. Netzbetreiber); • Konsumenten mit mehr als 3 MW Abnahmeleistung; • Konsumenten, die gleichzeitig auch Wärme beziehen (also bei Wärme-Kraft-Kopplung); • Verbrauchergemeinschaften in Einverständnis mit dem lokalen EVU; • jeglichen Verbraucher, der beweist, dass er 180 Tage nach Abschluss eines Stromlieferungsvertrages nicht von dem örtlichen EVU versorgt wird.
Keine Übernahmepflicht der Netzbetreiber	Eigenversorger können mit Sondergenehmigungen Strom untereinander austauschen oder überschüssigen Strom an das lokale EVU verkaufen. Weder bei unabhängigen Erzeugern noch bei Eigenversorgern besteht allerdings eine gesetzliche Verpflichtung für den Netzbetreiber, den angebotenen Strom abzunehmen ⁷ . Aufgrund sehr hoher Spitzenlasttarife werden viele Eigenversorgungsanlagen primär zur Kappung dieser Spitzen und nicht in der Grundlastversorgung betrieben, sodass eine gleichzeitige Abdeckung des Wärmebedarfs oftmals unökonomisch ist.
Weitere wichtige Regelungen	Das Dekret 5.163 vom 30 Juli 2004 enthält einige zusätzliche Regelungen [3]: <ul style="list-style-type: none"> • Art. 1° §2° teilt die Vermarktung von elektrischer Energie im nationalen Stromnetz (Sistema Interligado Nacional) in ein reguliertes und ein liberalisiertes Marktsegment ein. Die Erzeugung von Elektrizität mittels Wärme-Kraftkopplungen fällt in das regulierte Marktsegment. Ebenso fallen die Elektrizitätsverteiler in das regulierte Marktsegment. • Art. 13 definiert die dezentrale Stromerzeugung (geração distribuída). Diese erfolgt nahe am Konsumenten und ist direkt verbunden mit dem Verteilnetz des Energieabnehmers.

6) Als problematisch erweist sich allerdings für kleinere Stromeinspeiser, dass der Zugang auf Verteilungsebene bislang nicht geregelt ist

7) Eine Ausnahme bildet der Strom aus erneuerbaren Energien, der im Rahmen von Proinfa produziert wird.

- Art. 14 definiert dezentrale Stromerzeugung als Erzeugung in bewilligten Anlagen, die direkt mit dem Verteilernetz des Energieabnehmers verbunden sind. Wärme-Kraftkopplungen, die einen Wirkungsgrad von weniger als 75% aufweisen sind hiervon ausgeschlossen. Eine Ausnahme bilden Wärme-Kraftkopplungen, die Strom aus Biomasse (und Abfällen) produzieren. Für diese gilt kein Grenzwert bezüglich des Wirkungsgrades.
- Art. 15 postuliert, dass für dezentrale Stromerzeugung (definiert nach Art. 14) ein öffentlicher, transparenter und gleicher Netzzugang garantiert werden muss. Für Abnahmeverträge von Strom aus dezentralen Anlagen werden vom Energieverteiler öffentliche Ausschreibungen durchgeführt. Die Menge Strom aus dezentralen Anlagen darf gemessen an der Gesamtmenge Strom im Netz des Energievertailers 10% nicht überschreiten.

Brasilien hat die Klimarahmenkonvention im Februar 1994 und das Kyoto-Protokoll im August 2002 ratifiziert. Für den Klimaschutz und damit auch für CDM-Vorhaben ist seit Juli 1999 eine interministerielle Kommission unter Federführung des Ministeriums für Wissenschaft und Technologie zuständig (Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima). Eine Beteiligung des Privatsektors wie auch von Nichtregierungsorganisationen erfolgt über das Brasilianische Forum zum Klimawandel (Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas). Eine wesentliche Rolle bei der Auswahl von CDM-Projekten kommt auch dem Umweltministerium zu. In den letzten Jahren wurden bereits verschiedene Vorhaben zertifiziert [20].

CDM-Prozesse etabliert

4.3.2 Programm Proinfa

Mit dem Gesetz 10.438 vom 26.4.2002⁸⁾ wurde das Programm Proinfa (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica) eingeführt, das in zwei Phasen den Stromankauf von Anlagenbetreibern vorsieht, die erneuerbare Energien einsetzen und die erzeugte Elektrizität an das Verbundnetz liefern. Dabei richtet sich der Fokus ausdrücklich auf eine stärkere Marktbeteiligung unabhängiger Produzenten, die nicht von Konzessionären der öffentlichen Versorgung beherrscht werden. Eine besondere Stellung wird dabei solchen Betreibern eingeräumt, an denen Anlagenhersteller beteiligt sind, die zu wenigstens 60% (in der zweiten Phase 90%) Komponenten aus nationaler Fertigung liefern.

Ziel: stärkere Marktbeteiligung unabhängiger Produzenten

Jeweils 1.100 MW Windkraftanlagen, Kleinwasserkraftsysteme und Biomassekraftwerke sollten in der ersten Phase bis Ende 2006 den Betrieb aufnehmen und zu definierten Vergütungssätzen, die über 20 Jahre mit Eletrobrás vereinbart werden, Strom an das Verbundnetz liefern. Die vom Energieministerium bestimmten Vergütungen müssen bestimmte Mindest-

Proinfa – Phase 1 bis Ende 2006

8) Teilweise geändert durch Gesetz 10.762 vom 11.11.2003. Zur Umsetzung siehe Dekret 5.025 vom 30.3.2004

sätze erfüllen, die sich an den durchschnittlichen Stromtarifen für Endverbraucher (Tarifa Média Nacional de Fornecimento ao Consumidor Final – TMNF) orientieren: mindestens 90% für Windenergie, mindestens 70% für Kleinwasserkraft und mindestens 50% für Biomasse. Nach oben wurden die Vergütungen durch Maximalwerte begrenzt, die sich aus der gleichmäßigen Umlage der Mehrkosten auf alle Stromverbraucher ergeben. Dabei werden Verbraucher mit sehr niedrigem Stromverbrauch (bis zu 80 kWh/Monat) von jeder Mehrbelastung ausgenommen.

Vergütungssätze und Auswahl
der Projekte

Ende März 2004 wurden die Vergütungstarife für Anlagen bekannt gegeben, die im Laufe des Jahres 2006 in Betrieb genommen werden (Abbildung 16). Dabei war vorgesehen, die Tarife bis zum Vertragsabschluss entsprechend der allgemeinen Preisentwicklung anzupassen.

Abbildung 16:
Vergütungsansätze im Rahmen
von Proinfa (März 2004)

VALORES NORMATIVOS SEGUNDO A RESOLUÇÃO ANEEL Nº22/2001			
Fontes de geração	R\$/MWh	US\$/MWh (*)	Valor índice
Competitiva	72,35	36,85	1,00
Carvão Nacional	74,86	38,13	1,03
Pequena Central Hidrelétrica	79,29	40,39	1,10
Biomassa e Resíduos	89,86	45,77	1,24
Energia Eólica	112,21	57,15	1,55
Energia Solar	264,12	134,53	3,65

Eine erste Vertragsrunde für Vorhaben, die über die erforderlichen strom- und umweltrechtlichen Genehmigungen verfügen, wurde Ende Mai 2004 abgeschlossen. Ein zweiter öffentlicher Aufruf fand Ende Oktober 2004 statt. Begrenzungen wurden hinsichtlich der unter Proinfa realisierbaren Projekte in jedem Bundesstaat (für Windenergie und Biomasse jeweils 220 MW⁹⁾, für Wasserkraft 165 MW) eingeführt.

Proinfa – Phase 2: 15% des
jährlichen Zuwachses aus
Erneuerbaren Energien

In der nach Erreichung des Ziels von 3.300 MW beginnenden zweiten Phase sollen weitere Vorhaben realisiert werden, um in einem Zeitraum von zwanzig Jahren einen Anteil von 10% am jährlichen Strombedarf durch erneuerbare Energien (ohne große Wasserkraft) sicherzustellen. Mindestens 15% des jährlichen Zuwachses bei der Stromerzeugung sollen den beschriebenen Quellen entstammen. Dabei sollen sich die über ebenfalls 20 Jahre von Eletrobrás garantierten Ankaufpreise an den Erzeugungskosten neuer Wasserkraftanlagen mit mehr als 30 MW sowie neuer Erdgaskraftwerke orientieren. Betreibern wird ausserdem ein Anrecht zugesprochen, Mehrkosten bis zu einem staatlich fixierten Vergütungssatz („valor econômico“) außerhalb der Stromankaufverträge kompensiert zu bekommen.

9) Hierbei ist allerdings eine Verlagerung und ein Überschreiten möglich, sofern diese Quote in einzelnen Bundesstaaten nicht ausgeschöpft wird.

4.3.3 ANEEL-Resolutionen

Mit der ANEEL-Resolution 112 vom 18. Mai 1999 wurden vereinfachte Regelungen zur stromrechtlichen Genehmigung von Kleinwasserkraftanlagen und anderen Anlagen auf der Basis erneuerbarer Energien erlassen. Die Errichtung und der Betrieb derartiger Anlagen kann demnach ohne vorhergehende öffentliche Ausschreibung von ANEEL autorisiert werden.

Vereinfachte stromrechtliche Genehmigung

Durch die ANEEL-Resolution 245 vom 11. Aug. 1999 ist ein ursprünglich zur Abfederung der hohen Kostenbelastungen in netzfernen Regionen eingerichteter Fonds zur Nutzung von fossilen Energien in Inselnetzen („Conta Consumo de Combustíveis Fósseis“ – CCC) auf die Finanzierung erneuerbarer Energien ausgeweitet worden, sofern durch diese Erdölprodukte in Inselnetzen des Nordens ersetzt werden.

Einsatz Erneuerbarer Energien in Inselnetzen

Mit den ANEEL-Resolutionen 22 und 256 von 2001 wurden neue Berechnungsgrundlagen und Höchstwerte für die Festlegung von Stromtarifen durch Verteilungsunternehmen definiert. Dazu gehören spezielle „normative Werte“ („valor normativo“), die als Grenzwerte für zugekaufte erneuerbare Energien an Verbraucher durchgereicht werden können¹⁰.

Höchstwerte für Verbraucherpreise

Mit dem Gesetz 10.438 vom 26. April 2002 (Art. 17) und der ANEEL-Resolution 219 vom 23. April 2003 wurde festgelegt, dass bei Nutzung von Wasserkraft, Biomasse und Windenergie in Leistungseinheiten zwischen 1 und 30 MW die Transport- und Verteilungstarife nur maximal 50% der normalerweise anzusetzenden Preise betragen dürfen. Diese Regelung wurde mit dem Gesetz 10.762 vom 11. Nov. 2003 auf Wasserkraftanlagen bis 1 MW sowie generell auf Windenergie- und Biomasseanlagen bis 30 MW erweitert.

Begrenzung der Transport- und Verteilungstarife

4.3.4 Aussagen von Energieversorgungsunternehmen

Das gesetzliche Umfeld für die Produktion von erneuerbarem Strom hat sich in den letzten Jahren sehr positiv entwickelt. Allerdings sind die gesetzlichen Grundlagen für den Ankauf von Erneuerbarem Strom aus kleinen Anlagen alles andere als eindeutig und es bestehen noch praktisch keine Erfahrungen bezüglich Umsetzung.

Positive Entwicklungen aber noch kein klares Gesamtbild

Derzeit laufen Studien von Energieverteilern und dem Sekretariat für Bergbau und Energie des Bundesstaates Rio Grande do Sul, um offene Fragen zu klären, die in der komplexen Energiegesetzgebung nicht eindeutig beantwortet werden: Es soll geklärt werden, welche technischen Lösungen für die Anbindung kleiner Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlagen an das Stromnetz, basierend auf privaten Verträgen, in Frage kommen [3].

Offene Fragen werden teilweise in Studien bearbeitet

Überlastete Energieversorger:
wenig Interesse an Erneuerbaren
Energien

Bisherige Studien haben ergeben, dass die Marktteilungen der Energieverteiler stark überlastet sind mit der Vergabe von Lizenzen und Vertragsverhandlungen zur Deckung der Grundlage, um die Energieversorgung in den nächsten Jahren zu decken. Gleichzeitig müssten sie unter Zeitdruck den Kauf von Strom aus kleinen Anlagen regeln und sie müssten die rigorosen geltenden Gesetze berücksichtigen [3]. Sie zeigen daher eher eine ablehnende Haltung, wenn es darum geht, sich mit unabhängigen Produzenten von erneuerbarem Strom zu beschäftigen.

Stolpersteine aus Sicht
Energieversorger

Folgende Anforderungen an einen Erzeuger von Erneuerbarer Energien aus kleinen Anlagen sind häufig Stolpersteine aus Sicht der Energieversorger:

- Verfügbarkeit von Energie, die zu einer definierten Tageszeit produziert wird
- Stabilität und Verlässlichkeit der vertraglich vereinbarten Spannung während der täglichen Vertragsdauer
- Kosten (Eigenfinanzierung) des Netzanschlusses von der Anlage bis zur Zwischenstation des Energieverteilers.
- Verringerte Einnahmen des Energieproduzenten durch Energieverluste beim Transport bis zur Zwischenstation, wo die Übernahme ins Netz des Energieverteilers erfolgt.

Auswirkungen auf das nationale
Stromnetz unklar

Obwohl die Erzeugung von Erneuerbarer Energie in dezentralen Anlagen durch offizielle Programme gefördert wird, bestehen noch zu wenige Erfahrungen im Bereich des nationalen Stromnetzes (Sistema Interligado Nacional SIN) mit diesen Anlagen.

Anforderungen an eine
dezentrale WKK-Anlage

Eine dezentrale Wärme-Kraft-Kopplungsanlage muss nach Aussagen der Energieversorger folgende Anforderungen erfüllen:

- Es muss dreiphasiger Strom produziert werden.
- Eine Zwischenstation muss bereitgestellt werden, die die Spannung auf die verlangte Voltzahl anhebt für den Transport bis zur Zwischenstation des Energieverteilers. Die verlangte Voltzahl und geografische Lage/Distanz variieren von Fall zu Fall.
- Es müssen ein Spannungsregler, ein Phasensynchronisator und ein Stromzähler bereitgestellt werden.

4.4 Aktuelle Biogasnutzung

Daten zur aktuellen Stromproduktion aus Biomasse konnten im Rahmen dieses Auftrages keine erfasst werden. Einige grössere Projekte nutzen Deponiegas zur Stromproduktion. Hier besteht auch noch ein erhebliches Potenzial. Erste Schätzungen beziffern das Erzeugungspotenzial aus Deponiegas für Brasilien unter den aktuellen Bedingungen der Abfalllagerung auf 300 bis 500 MW [20]. In Gesprächen vor Ort hat sich gezeigt, dass auch die Aufbereitung auf Erdgasqualität ein Thema ist.

Keine Daten zur aktuellen Stromproduktion aus Biomasse vorhanden

Die vorhandenen landwirtschaftlichen Biogasanlagen nutzen das Potenzial zur Stromproduktion kaum. Viele Anlagen sind nicht dafür konzipiert, d.h. die Gasqualität ist für den Einsatz in einem Blockheizkraftwerk nicht geeignet. Davon zeugen etliche stillgelegte Motoren. Dort wo eine Stromproduktion erfolgt, dient sie primär der Eigenversorgung (siehe auch Kap. 3.1.3¹¹⁾).

Bestehende Biogasanlagen sind nicht effizient

11) Behandlung der Gülle und Abwässer aus der Schweinehaltung

5 Wirtschaftliche Rahmenbedingungen für Biogasanlagen

Landwirtschaftliche Biogasanlagen produzieren Strom und Wärme sowie flüssige und feste Dünger (Kompost). Die Rentabilität der Anlagen hängt daher stark von den jeweiligen Marktpreisen dieser Produkte ab. In Europa und insbesondere in der Schweiz ist zusätzlich die Vergütung der Entsorgungsdienstleistung ein entscheidender Faktor. In Entwicklungs- und Schwellenländern ist diese allerdings kaum verrechenbar. Ein weiteres wichtiges Element sind die Kapitalkosten, die im Vergleich mit Europa eher höher liegen. Dafür sind die Investitionskosten generell tiefer anzusetzen, weil die menschliche Arbeitskraft und verschiedene Komponenten weniger kosten. Ein zusätzliches Ertragsselement stellt der Verkauf von CO₂-Emissionsreduktionen (CER) gemäss Clean Development Mechanisms (CDM) dar.

Zentrale Treiber

Die Situation in Südbrasilien bezüglich dieser Preise bzw. Kosten soll im Folgenden kurz dargestellt werden.

Wie in Kapitel 4.1 dargestellt sind die Strompreise für Konsumenten in Brasilien verglichen mit europäischen Verhältnissen sehr hoch. Es besteht daher ein grosses Interesse die Stromkosten durch Eigenproduktion zu senken. Allerdings liefern die landwirtschaftlichen Biogasanlagen vom Typ Genesys wesentlich mehr Strom als die Betriebe normalerweise verarbeiten können. Dieser Überschussstrom sollte bei einer Einspeisung ins Netz mit mindestens dem Proinfa-Ansatz von 89 R\$/MWh verkauft werden können (Abbildung 16). In den Gesprächen vor Ort wurden teilweise auch höhere Preise erwähnt. Die zentrale Herausforderung besteht aber primär darin, dass der Netzbetreiber sich bereit erklärt, den Strom zu übernehmen.

Strompreise

In Europa erweist es sich oft als schwierig die Überschusswärme des Blockheizkraftwerkes sinnvoll zu verwenden. Rund 30% werden als Prozesswärme genutzt. Diese Schwierigkeit ist in Brasilien noch wesentlich grösser, weil die Betriebe isolierter liegen und aufgrund der klimatischen Bedingungen eher weniger Wärme benötigen. Auf die Rentabilität der Anlagen hat die Wärmeproduktion daher einen sehr bescheidenen Einfluss.

Wärmepreise

In Europa und in der Schweiz finden die flüssigen und festen Dünger aus den Biogasanlagen ihren Weg zurück in die Landwirtschaft und den Gartenbau. Allerdings können dabei kaum Erträge realisiert werden, weil oft ein Nährstoffüberschuss besteht und die Landwirte die leicht dosierbaren chemisch-synthetischen Dünger vorziehen. In Brasilien ist die Situation et-

Düngerpreise

was anders. Die Recherchen vor Ort haben ergeben dass abhängig von der lokalen Situation mit einem Preis von rund 50R\$/t gerechnet werden kann.

CDM Durch den Einsatz von Biogasanlagen können Methanemissionen vermieden werden. Methan ist ein stark wirksames Klimagas und kann daher in CDM-Projekten eingesetzt werden. Auf diesem Ansatz basiert das System der Firma AgCert (siehe Kapitel 3.1.3). Gemäss [11] kann mit folgenden Emissionsreduktionen gerechnet werden (Abbildung 17):

Abbildung 17:
Emissionsreduktion durch
Biogasnutzung in der
Schweinehaltung [11]

	Units	Value
Baseline emissions (open lagoons)	tCO ₂ e/pig/year	0.96
Project emissions (biogas combustion)	tCO ₂ e/pig/year	0.13
Difference	tCO ₂ e/pig/year	0.83

Für die Rentabilitätsberechnungen wurde basierend auf einem Preis von 5\$ pro t CO₂ ein Ertrag durch den Verkauf von CERs von R\$ 10 pro Schwein angenommen.

Investitionskosten Bei den Investitionskosten kann davon ausgegangen werden, dass sie bei den baulichen Elementen um einiges tiefer liegen als in der Schweiz. Abschätzungen zu Preisen von Güllelagunen und Fermentern sind in [6] zu finden. Bei den Blockheizkraftwerken muss von ähnlichen Kosten wie in Europa ausgegangen werden. Erste Geräte müssen vermutlich importiert werden, was zusätzliche Steuerbelastungen zur Folge hat.

Kapitalkosten Die Zinsen in Brasilien liegen verglichen mit Europa und insbesondere verglichen mit der Schweiz sehr hoch. 2006 lagen sie bei rund 12 %. Für landwirtschaftliche Kreditnehmer existiert ein reduzierter Satz von 8.5 %.

Beispiele für Rentabilitätsrechnungen unter den erwähnten Rahmenbedingungen sind in den Anhängen A5 und A6 zu finden. Dabei zeigt sich, dass diese landwirtschaftlichen Biogasanlagen rentabel betrieben werden können, sofern die Investitionskosten in den angenommen Grössenordnungen liegen.

Fazit Unter den geschilderten Rahmenbedingungen können Biogasanlagen vom Typ Genesys rentabel betrieben werden. Die grössten Unsicherheiten liegen bei den Energieversorgern bzw. Netzbetreibern: unter welche Bedingungen sind diese bereit, den Überschussstrom zu übernehmen? Auf diese Frage geben weder die gesetzlichen Grundlagen noch Recherchen vor Ort eine abschliessende Antwort (siehe Kap. 4.3.4).

6 Potenzielle Partner

Ein Transfer der Schweizer Biogastechnologie nach Brasilien ist nur möglich, wenn im Zielland ein kompetenter Partner rekrutiert werden kann. Im Rahmen der Besuche in Brasilien wurden Gespräche mit verschiedenen Firmen bzw. Institutionen geführt. Die wichtigsten Partner werden im Folgenden kurz beschrieben und die Ergebnisse der Diskussionen kurz bewertet.

6.1 Geoklock/ECOGEO

Die Firma Geoklock [21] ist ein unabhängiges Ingenieur- und Beratungsunternehmen mit Sitz in São Paulo und Niederlassungen in Salvador, Belo Horizonte, Porto Alegre und Rio de Janeiro. Die Firma besteht seit über 25 Jahren. Die rund 200 Mitarbeitenden bearbeiten Projekte in ganz Südamerika. Die Haupttätigkeiten betreffen folgende Fachgebiete:

Ingenieur- und
Beratungsunternehmen

- Umweltaudits
- Ökoeffizienz und Energie
- Umwelt-Diagnose
- Wiederherstellung belasteter Standorte
- geologische Erkundungen

Geoklock bzw. die übergeordnete Holdinggesellschaft ECOGEO ist bereits in ein Joint-venture mit dem Schweizer Unternehmen *Mecan* involviert, welches Kleinanlagen zur Biodieselproduktion herstellt. Der Inhaber und Geschäftsführer Ernesto Moeri hat grosses Interesse an einer Zusammenarbeit mit Genesys signalisiert.

6.2 Trigas

Die Firma Trigas hat ihren Sitz in Caixas do Sul (Rio Grande do Sul) und installiert kleine Biogasanlagen. Eine Anlage konnte besichtigt werden (siehe Kapitel 3.1.3). Der Besitzer war anfänglich sehr interessiert, hatte aber am Schluss an einer Zusammenarbeit mit Genesys doch kein Interesse, will sein eigenes System weiter entwickeln wollte.

Produzent von Biogasanlagen

6.3 EPAGRI

Landwirtschaftliche Beratung	Die Epagri (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão rural de Santa Catarina) ist die landwirtschaftliche Forschungs- und Beratungsinstitution des Staates Santa Catarina. Der Hauptsitz ist in Florianópolis. Im ganzen Staat verteilt befinden sich verschiedene Aussenstellen und Funktionäre. Über die landwirtschaftlichen Fragen hinaus beschäftigen sich die Mitarbeitenden mit den Themen Umwelt, Energie, öffentliche Sicherheit, Freizeit und Tourismus, Handel und Industrie sowie Lehre und Ausbildung.
Gemeinsames Pilotprojekt	Die Zusammenarbeit mit Epagri wurde anlässlich eines Workshops im März 2005 gestartet. Das entsprechende Referat ist in Anhang A3 dargestellt. Dabei und in den nachfolgenden Kontakten hat Epagri grosses Interesse an einer Zusammenarbeit gezeigt und die Arbeiten im Rahmen dieser Studie stark unterstützt. Ein gemeinsam erstellter Projektantrag für ein Pilotprojekt in Chapecó ist leider bei den verantwortlichen staatlichen Stellen bisher noch nicht bewilligt worden.

6.4 Embrapa Suínos e Aves

Landwirtschaftliche Forschung	Die Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Suínos e Aves) ist die nationale landwirtschaftliche Forschungsinstitution mit Schwerpunkt Schweine- und Hühnerproduktion [7]. Sie befindet sich in Concórdia (SC). Die Forscher und Berater erarbeiten Hilfsmittel für die landwirtschaftliche Praxis und klären aktuelle Forschungsfragen. Die Embrapa gehört zum nationalen Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
Wissenschaftliche Begleitung eines Projektes	Die Fachleute der Embrapa haben grosses Interesse an den Aktivitäten von Genesys gezeigt und wären bereit, eine Pilotphase mit noch zu definierenden Forschungsaktivitäten zu begleiten.

6.5 Alto Uruguai

Projekt verschiedener Energieversorger	Alto Uruguai ist ein Projekt im Einzugsgebiet des Rio Uruguai, welches von Energieversorgern (Eletrobrás, Eletrosul), Umweltorganisationen und staatlichen Stellen getragen wird [22]. Es bezweckt die Verbesserung der Umweltsituation, die Erhöhung der Energieeffizienz und die Förderung alternativer Energien. Dies soll mit einem breiten basisdemokratischen Ansatz geschehen.
--	---

Die Verantwortlichen vor Ort waren an der Technologie von Genesys sehr interessiert. Es hat sich aber gezeigt, dass die Laufzeit des Projektes zu kurz ist, um rechtzeitig ein Pilotprojekt mit Schweizer Technologie integrieren zu können.

Zu kurze Laufzeit

6.6 AXIALPar

Die Firma AXIALPar (Axial Participações e Projetos Ltda.) [28] ist eine Beteiligungsgesellschaft mit Sitz in São Paulo. Sie investiert in Unternehmungen, um Produkte und Dienstleistungen entwickeln zu können, welche die Umwelt schonen, sozial verträglich und gleichzeitig wirtschaftlich sind. Ihre Hauptaufgabe ist es, Firmen zu finden und zu bewerten, die den Kriterien einer nachhaltigen Entwicklung entsprechen. Mit dem Investment sollen Mehrwerte geschaffen werden, wovon dann später wieder andere Unternehmungen profitieren können.

Beteiligungsgesellschaft mit Ausrichtung auf nachhaltige Entwicklung

Aktuelle Projekte von AXIALPar bestehen in den Bereichen Gemüseproduktion und Fischzucht. Aktivitäten im Sektor Biodiesel sind geplant. In allen diesen Bereichen könnte die Biogasproduktion eine Rolle spielen. Im Moment sieht das Management aber keine Möglichkeit für eine Beteiligung bzw. ein Investment, weil die Ressourcen verplant sind. Für einen späteren Zeitpunkt und konkrete Projekte wurde aber grosses Interesse signalisiert.

Beteiligung zu einem späteren Zeitpunkt möglich

7 Geschäftsmodell und Businessplan

Aufgrund der Kontakte vor Ort hat sich klar das Ingenieur- und Beratungsunternehmen Geoklock bzw. die übergeordnete Holdinggesellschaft ECOGEO als idealer Partner herausgeschält. Da bereits ein Joint venture mit der in der Produktion von Biodieselanlagen tätigen Firma MECAN besteht, welche wie Genesys in der Ostschweiz beheimatet ist, können entsprechende Synergien genutzt werden. Die dazu aufgebaute Infrastruktur und die personellen Ressourcen in Brasilien können auch für die Zusammenarbeit mit Genesys genutzt werden.

Geoklock: idealer Partner

Als Geschäftsmodell zur Bearbeitung des brasilianischen Marktes wurde ein klassisches Joint venture gewählt. Das Joint venture wurde abgeschlossen zwischen der Firma ECOGEO, der Holdinggesellschaft zu der Geoklock und andere Firmen gehören und Genesys. Der Name der neuen Firm lautet Genesys Brasil Ltda. mit Sitz in São Paulo. Die Verträge sind unterzeichnet und der als Geschäftsführer eingesetzte Mitarbeiter wurde in der Schweiz bereits intensiv mit der Technologie vertraut gemacht. Ein Joint venture eignet sich für den Aufbau von gemeinsamen Geschäftsaktivitäten in Brasilien sehr gut, weil nur geringe Auflagen bestehen und Formalitäten erfüllt werden müssen [27].

Genesys Brasil Ltda.
Joint venture

Das Geschäftsmodell sieht vor, dass ein Mehrwert durch folgende Aktivitäten geschaffen wird:

Geschäftsmodell

- Planung, Projektierung, Bau und Lieferung von modularen Biogasanlagen sowie der zugehörigen Verwertungstechnologie zur Energieproduktion und Gärgutaufbereitung
- Betrieb von eigenen Anlagen für Dritte gegen Entschädigung
- Verkauf von Beratungsdienstleistungen betreffend der oben erwähnten Geschäftsfelder

Geografisch kann Genesys Brasil Ltda. in allen Spanisch und Portugiesisch sprechenden Ländern ausserhalb Europas tätig werden. Priorität bezüglich Geschäftsaktivitäten hat in den ersten Jahren Brasilien.

Der Businessplan sieht vor, dass bis in Jahr 2010 mindestens 50 Biogasanlagen erstellt werden können. Der Break-even sollte im Jahr 2009 erreicht werden können.

Businessplan

8 Potenzielle Kunden

8.1 Sadia

Das Unternehmen Sadia gehört zu den grössten Fleischproduktionsunternehmen weltweit. Die Produktionsprozesse sind von der Genetik, über Zucht und Mast bis zum Fleischverkauf horizontal und vertikal vollständig integriert. Die rund integrierten 5'900 Hühner- und 3'600 Schweineproduzenten werden mit Tiermaterial aus den Hochzuchtbetrieben und Futtermitteln aus über 3'700 Futtermühlen beliefert. Über 34'000 Angestellte unterstützen die Prozesse und liefern die Produkte an die über 300'000 Points of Sales in Brasilien [23].

Fleischproduktion und -vermarktung

Sadia besitzt mehrere eigene Fazendas, wo Hochzucht betrieben wird und Zuchttiere für die Vermehrungsbetriebe produziert werden. Eine dieser Fazendas liegt in Faxinal dos Guedes. Rund 4'500 Zuchtschweine und 40'000 Mastschweine sowie mehrere 10'000 Hühner werden dort gehalten.

Fazendas zur Produktion von Zuchttieren

Bereits seit einigen Jahren wird das bei der Lagerung entstehende Biogas unter Folien zurückgehalten und später abgepackelt (Abbildung 18). Die Nutzung in einem BHKW musste aufgrund der schlechten Gasqualität wieder aufgegeben werden. Aufgrund von 2 Besuchen vor Ort konnte eine Offerte für die Optimierung der Anlage erarbeitet werden.

Offerte zur Optimierung einer bestehenden Biogasanlage



Abbildung 18:
Biogasnutzung auf der Fazenda von Sadia in Faxinal dos Guedes

8.2 Aurora

Genossenschaftsverband	Bei Aurora handelt es sich um einen Genossenschaftsverband, welcher verschiedene Genossenschaften aus dem Süden Brasiliens umfasst. Aurora betreibt eigene Schlachthöfe und Kühllager, aber auch Besamungsstationen, Tiermehlfabriken und Produktionsanlagen für Orangensaft. Wie im Fall von Sadia besitzt Aurora eigene Zucht- und Mastbetriebe für Schweine und Hühner [24].
Fleischproduktion und – vermarktung	2006 wurden über 2.2 Mio Schweine und 85 Mio. Hühner geschlachtet. Über 8'300 Angestellte sind direkt bei der Firma angestellt. Der Jahresumsatz betrug mehr als 1.5 Mia. R\$.
Offerte für Pilotanlage	Aurora ist interessiert daran, auf einem ihrer eigenen Schweinebetriebe in Chapecó eine Biogasanlage mit Co-Vergärung als Pilot zu erstellen. Eine entsprechende Grobofferte konnte erstellt werden.

8.3 Weitere Interessenten

Interesse in vielen Wirtschaftsbereichen vorhanden	<p>Neben diesen zentralen Marktakteuren konnte im Rahmen der Präsenz vor Ort und insbesondere an den Messen mit einer grossen Zahl von potenziellen Kunden Gespräche geführt werden. Folgende Wirtschaftsbereiche sind an der Biogastechnologie sehr interessiert:</p> <ul style="list-style-type: none">• Schlachthöfe• Milchverarbeiter• Lebensmittelverarbeiter• Abfallverwerter• Bioethanolproduzenten
Künftiger Fokus: Grossbetriebe in angrenzenden Staaten	<p>An der Messe in Florianópolis waren Vertreter von sehr grossen Mastbetrieben aus den Staaten Mato Grosse do Sul und Minas Gerais anwesend. Einige hatten bereits mit AgCert [9] einen Vertrag abgeschlossen, andere waren aber sehr interessiert an einer Biogastechnologie, wie die Genesys AG sie anbietet. In diesen Staaten, wie auch in São Paulo, ist die Schweißedichte zwar kleiner, aber die Betriebe sind im Durchschnitt wesentlich grösser und damit interessanter für die Installation einer Vergärungsanlage.</p> <p>Die künftige Akquisition sollte sich auf diese Erkenntnisse abstützen.</p>

9 Weiteres Vorgehen

Nach Abschluss des Joint ventures zwischen Genesys und ECOGEO müssen die im Rahmen dieser Arbeit geknüpften Kontakte unbedingt weitergeführt werden. Zentral ist es, möglichst schnell eine erste Anlage realisieren zu können. Im Vordergrund stehen die hier beschriebenen Projekte in Zusammenarbeit mit Epagri oder für die beiden Fleischvermarkter Sadia und Aurora. Falls ihre Bedingungen realistisch sind, sollte die Emprapa Aves e Suinos eines der ersten Projekte im Rahmen einer Forschungsarbeit begleiten. Das erhöht die Glaubwürdigkeit. Im Rahmen der Realisation der ersten Anlagen in Brasilien müssen auch lokale Lieferanten getestet werden, damit aufbauend auf diesen Erfahrungen ein Netzwerk von Zulieferern gebildet werden kann.

Realisierte Kontakte nutzen und vertiefen

In Zukunft muss stark darauf fokussiert werden, direkt mit interessierten Produzenten zusammen arbeiten zu können. Es hat gezeigt, dass der Weg über (halb)staatliche Unternehmen wie die Epagri bzw. über grosse Marktakteure wie Sadia und Aurora sehr zeitraubend ist. Damit genügend grosse Mengen an Biomasse zur Verfügung stehen sind Gross- und Grösstproduzenten von Schweinen und Hühnern bzw. die grossen Schlachtbetriebe im zentralen Blickfeld der künftigen Akquisition. Solche Betriebe sind auch ausserhalb der drei Staaten im Süden Brasiliens zu finden.

Grossproduzenten mit hohem Biomasseumsatz evaluieren und direkt angehen

Die Marktbearbeitung muss primär durch das neue brasilianische Unternehmen erfolgen. Aus der Schweiz wird technischer Support geleistet, insbesondere bei der Planung komplexer Anlagen mit spezifischen Herausforderungen.

Technischer Support aus der Schweiz

A1 Literatur-/Quellenverzeichnis

- [1] Ernst Basler + Partner AG et al.: Biogasnutzung in Brasilien: Knowhow- und Technologietransfer. Projektantrag vom 1. März 2005.
- [2] <http://www.sidra.ibge.gov.br>
– Pesquisa Pecuária Municipal
- [3] Geoklock (2005): Bewertung der Potenziale und Rahmenbedingungen im Auftrag der Ernst Basler + Partner AG
- [4] FATMA: Instrução Normativa IN-11: Suinocultura
- [5] EMBRAPA (2004): Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos. Manual de boas práticas. Projeto Suinocultura Santa Catarina.
- [6] EMBRAPA (2003): Sistemas de tratamento de dejetos suínos. Inventário Tecnológico. Documentos 85.
- [7] <http://www.cnpsa.embrapa.br>
- [8] <http://www.trigas.com.br>
- [9] <http://www.agcert.com>
- [10] <http://www.sansuy.com.br>
- [11] AgCert (2005): AWMS GHG Mitigation Project BR05-B-05, Minas Gerais and São Paulo, Brazil. UNFCCC Clean Development Mechanism Project Design Document.
- [12] Epagri, Boletim técnico No 127 (2005): Avaliação de cultivares para o Estado de Santa Catarina 2005/2006. 159 P.
- [13] <http://suinoculturaindustrial.com.br>
- [14] <http://www.abrelpe.com.br>
- [15] abrelpe (2006): Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2005
- [16] abrelpe (2004): Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2003
- [17] AANEL (2002): Atlas de Energia
- [18] NZZ vom 31. März/1. April 2007: Wasser als strategische Ressource in Südamerika
- [19] <http://www.biodieselbr.com>
- [20] gtz, Abteilung Umwelt und Infrastruktur (2004): Energiepolitische Rahmenbedingungen für Strommärkte und erneuerbare Energien. 21 Länderanalysen, Teilstudie Brasilien.

- [21] <http://www.geoklock.com.br>
- [22] Projeto alto uruguai: Cidadania, energia e meio ambiente (Faltblatt, undatiert, vermutlich 2004)
- [23] Sadia: Relatório anual 2003/2004
- [24] <http://www.auroraalimentos.com.br>
- [25] uniqímica (undatiert). Sistema Biodigestor: Sustentabilidade na preservação do meio ambiente (Foliensatz)
- [26] Eletrobrás (2003): Plano Decenal de Expansão 2003/2012, Sumário Ejecutivo
- [27] PriceWaterhouseCoopers (2001): Doing Business and Investing in Brazil
- [28] <http://www.axialpar.com.br>