



**UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR**  
INTERUNIVERSITÄRES FORSCHUNGSINSTITUT FÜR  
AGRARBIOTECHNOLOGIE TULLN  
INSTITUT FÜR ANGEWANDTE MIKROBIOLOGIE –  
ABTEILUNG UMWELTBIOTECHNOLOGIE



## **Potentialabschätzung von biogenen Abfällen in Peru und Beurteilung geeigneter biologischer Behandlungs- bzw. Verwertungsverfahren**

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades an der  
Universität für Bodenkultur

eingereicht von

**Dipl. Ing. Gladys Carrion-Carrera**



Betreuer:

Ao.Univ.Prof.Dipl.Ing.Dr.Rudolf Braun

Beratungsteam:

Dipl.Ing. Erwin Binner

Inst. für Abfallwirtschaft

o.Univ.Prof.DI.Dr.Raimund Haberl

Inst. für Siedlungswasserbau

Ao. Univ.Prof. DI Dr. Peter Holubar

Institut für angewandte Mikrobiologie

Wien, Dezember 2009

Fernando  
gewidmet,

como la natura radiante  
que baña la memoria  
como la cosecha generosa  
sembrado de alegría y dorado

Corre el labriego como  
danzando los Andes,  
será el homenaje de los  
hatos ovejunos,  
o los profundos surcos de las  
tierras amaranthus?

Labriego que tallas la tierra  
con tu alma  
cuántos poemas  
cuántas cosechas  
cuántos granos de oro!  
donde arde tu belleza?

Aljaba de esperanza,  
sendero de dichas,  
palpitante alegría  
primavera terciopelo  
¡Eres el color en el cuadro  
del nuevo día que entra!

de Canto al Labriego

## Vorwort

Von dieser Botschaft "*Soñad y os quedareis cortos*", ("*Nicht einmal im Traum könnt ihr euch vorstellen, was sein wird*") an, die ich zum ersten Mal in Wien gehört habe, während meiner TUSCH-Studien, begleiten mich seit damals viele Träume.

Für eine Südamerikanerin, die in der europäischen Welt leben soll, ist es schwierig, mit der Geschwindigkeit des Fortschritts und der Wissenschaft der europäischen Welt Schritt zu halten, weil hier alles anders ist, die Wörter, die Farben, selbst die Aromen sind unterschiedlich. Jedoch, wenn man mitten in diesen Gefühlen einen Traum, einen sehr großen Traum hat, dann wird dieses Wettrennen einen Sinn haben und es wird viel leichter.

Nachdem ich das erste Studium an der BOKU "Technischer Umweltschutz" abschloss, hatte ich mehrere Träume. Der erste erschien als etwas Unmögliches: "Die akademische Beziehung zwischen der Universität BOKU-Wien und UNALM-Peru". Dies wurde dann eine Realität mit dem Besuch der österreichischen Professoren R. Haberl, R. Braun, E. Binner, P. Lechner in Peru und vor allem mit dem Besuch von BOKU-Rektor Herr o.Univ.Prof. DI Dr. Leopold März während des 100. Jahrestages der UNALM. So wurde die Kooperation verstärkt.

Schon seit ich eine Studentin an der UNALM, meiner Heimatuniversität, war, damals hatten die Umweltprobleme keine Bedeutung in der Welt, hatte ich einen anderen Traum, der damals als eine Verrücktheit erschien: Die Erstellung des ersten peruanischen Masterstudiums im Bereich Umwelttechnologie. Die erfolgreiche Einführung dieses Studiums wurde Realität mit der Hilfe und dem Besuch von Dr. Helmut Bednar (BOKU) in Lima.

Der mühsame Traum, dem ich mich gegenüberstellte, war alle meine an der BOKU erworbenen Kenntnisse und Erfahrungen im "Technischen Umweltschutz" in die Praxis umzusetzen, in dem Projekt "Zentrum der Abfallbehandlung an der UNALM" auf einer Fläche von 3 ha auf dem UNALM Campus. Damals haben die UNALM-Beschäftigten - Molineros genannt - von Umwelt-engineering nichts verstanden. Nach Jahren der Diskussion erreichte ich die Zustimmung der peruanischen Ministerien für Wirtschaft und für Ausbildung, den Bau durchzuführen. Dieses Jahr wurden 2 von 6 Anlagen (Kompostanlage und getrennte Abfallsammlung) am UNALM-Campus gebaut. So wird die Theorie zur praktischen Umsetzung, von meiner BOKU-Erfahrung geformt.

Mein besonderer Dank gilt meinen Betreuern und Beratungsteam

a.o.Univ.Prof.Dipl.Ing.Dr.Rudolf Braun

Dipl.Ing. Erwin Binner

a.o.Univ.Prof. DI Dr. Peter Holubar

o.Univ.Prof.DI.Dr.Raimund Haberl

für die ausgezeichnete fachliche Betreuung und die große Geduld.

Ganz besonderer Dank geht an Herrn a.o.Univ.Prof.Dipl.Ing.Dr.Rudolf Braun für das Ermöglichen meines anderen Traumes, die Erarbeitung meiner Dissertation in Wien an der BOKU und an seinem Institut: Danke für die fachliche Betreuung bei einem Thema von speziellem Wert für die Landwirtschaft in Peru. Danke für Ihre enorme Geduld beim Verstehen meiner eigenen Besonderheiten.

Sehr herzlich bedanken möchte ich mich bei Herrn a.o.Univ.Prof. DI Dr. Peter Holubar für seine aufmerksame Betreuung. Ich danke ihm für die Zeit und Geduld, die er mir gewidmet hat.

Danke an die Kolleginnen und Kollegen des Institutes für Angewandte Mikrobiologie - Abteilung Biotechnologie - und des Biogas-Teams von IFA-Tulln für die fachlichen

Hilfestellungen, die nette Freundschaft und das gute Arbeitsklima, insbesondere Roland Kirchmayr, Bernhard Drosch, Günther, Elken Marian, Oliver, Gregor, Sonja, Alexandra, Jörg Ettenauer, Maria Fürhacker und den netten Mitarbeitern Barbara, Daniela, Siegfried und Elvira.

Sehr herzlich bedanken möchte ich mich bei Herrn Dr. Kurt Krottendorfer für die grammatikalische Korrektur, es waren ständig meine komplizierten spanisch-deutschen Konstruktionen zu lösen und er war immer da.

Ein ganz besonderer Dank gilt P. Mag. Petru Farcas, der mir während meiner Arbeit Freude und eine ganz besondere Atmosphäre ermöglicht hat, denn ohne seine Hilfe wäre mein Aufenthalt in Wien nicht möglich gewesen.

Un agradecimiento muy especial a toda mi familia en Peru, siempre me alentaron a permanecer en Viena y culminar con esta tesis.

Un especialísimo agradecimiento a mis colegas y amigos de la UNALM Ing. Luis Maezono Y, Dr. Victor Guevara, Dr. Juan Kalinowski, Dr. Jorge Aliaga; Dr. Carlos Gomez, Ing. Luis Carrillo, Rosario Reyes, Miguel Mucha, Magno Molina, Carmencita y a todos los colegas del del Dpto. de Nutricion-UNALM por su constante y valioso apoyo.

Dr. Helmut Bednar lo que un día empezó como un sueño en TUSCH ahora no puede parar, gracias por ser como un padre austriaco para mí.

Wer die österreichische Kultur erlebt hat, bis sie in sein Herz gedrungen ist, wird in seiner Seele Österreich tragen, wie seine zweite Heimat und zwar für immer, wie es bei mir der Fall ist.

Diese Arbeit wurde im Rahmen der Akademischen Kooperation zwischen den Universitäten BOKU Wien und UNALM Lima-Peru am Interuniversitären Forschungsinstitut für Agrarbiotechnologie Tulln und am Institut für Angewandte Mikrobiologie Abteilung Umweltbiotechnologie der BOKU Wien durchgeführt.

## Abstract

Peru is a country which thousand years of agricultural tradition of high importance fort the national economy. Thirty two percent of the 25,6 million inhabitants live on agriculture and 31 % of the earners are employed in the agricultural sector.

In the agricultural and agro-industrial sector in Peru the solid waste management is especially precarious, without strict and specific legal regulations and measures. Experiences with environmental technologies and biotechnological processes of waste treatment at industrial level hardly exist. Therefore the definition of a technology for the biological treatment of solid waste presents one of the principal aspects of the future environmental program for the Peruvian agriculture.

The standard of biotechnological waste treatment at different levels is high in Austria. Here aerobic, anaerobic and combined integrated processes to treat solid/liquid and pasty agricultural waste are highly developed due to the research activities at the University of Natural Resources and Applied Life Sciences in Vienna (BOKU Wien).

The aim of this study was the definition of the status quo of the Peruvian agriculture in regard to biogenic waste, especially livestock raising, poultry farming, slaughterhouses, breweries, fruit and fish processing industries. Based on that, suitable strategies of biological waste treatment with special emphasis on anaerobic processes were developed, as well as a program for their implementation and an estimate of the potential for producing biogas from biogenic wastes.

In 2005 about 172,2 million animals (poultry, cattle, pigs, sheep, alpacas, llamas and guinea pigs) were reised under intensive (100 % of poultry, 40 % of pigs and 20 % of cattle) and extensive conditions (12.931 thousand livestock units).

Solid manure, waste and waste water and the potential for the production of biogas could be estimated applying international indicators and data. In Peru the relevant agricultural activities produce approximately 138 million m<sup>3</sup> of manure, 420.000 t of waste (from slaughtering, fruit industry and breweries), and approximately 36.5 million m<sup>3</sup> of waste water, who's organic substrate presents a high potential for biogas production.

Theoretical calculations show a potential of 6.001.427 MWh from these substrates. This energy could provide the annual demand of 6 million Peruvians (in Peru approximately 948 kWh/inhabitant is consumed).

Regarding the animals, cattle produce the main part of manure (100 million m<sup>3</sup>), followed by sheep (24 million m<sup>3</sup>). Regarding slaughtering wastes, the main part (more than 60 %) was due to poultry slaughtering. The main producers of waste waters turned out to be fish industries (60 %), slaughtering (29 %) and breweries (8 %). Regarding waste water only from slaughtering (in total 10.613 thousand m<sup>3</sup>) poultry slaughtering produced around 90% of the waste water.

The highest potential for biogas production (relating to 2005) was identified in the animal sector, in the first place cow dung (4.751.649 thousand Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>) followed by pig slurry (55.613 thousand Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>) and poultry manure (42.82 thousand Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>).

An environmental program for the agricultural sector was developed comprising three aspects: definitions of water and soil protection regulations, definition of in-company environmental measures and definition of biotechnological processes for the treatment of solid and liquid wastes from agriculture and agrobusiness. The responsibility of these measures should be taken by the Ministry of Environment (political measures) and the Ministry of Agriculture (in-company and technological measures). An internal discussion and a stepwise implementation within 15 years is proposed.

## Zusammenfassung

Peru ist ein Land mit einer tausendjährigen landwirtschaftlichen Tradition mit großer Bedeutung für die Gesamtwirtschaft. Denn von 25,6 Mio. Einwohnern leben noch 32 % von der Landwirtschaft und im Landwirtschaftssektor sind 31 % der Erwerbstätigen beschäftigt.

Im peruanischen Agrar- und agrarindustriellen Sektor ist die Abfallwirtschaftssituation besonders prekär, ohne strenge und spezifische Regelungen und Maßnahmen. Auf dem Gebiet der Umwelttechnologien und Prozessen zur biotechnologischen Abfallbehandlung gibt es kaum Erfahrungen auf industriellem Niveau in Umwelttechnologien und Prozessen zur biotechnologischen Abfallbehandlung. Die Definition einer Technologielinie für die biogene Abfallbehandlung stellt daher einen Kernaspekt des zukünftigen Umweltprogramms für die peruanische Landwirtschaft dar.

Österreich weist auf verschiedenen Ebenen ein hohes Niveau der biotechnologischen Abfallbehandlung in verschiedenen Ebenen auf. Hier sind Aerob-, Anaerobprozesse und integrierte Kombinationsprozesse, um den festen/flüssigen und pastösen Abfall der Landwirtschaft zu behandeln, dank der Forschungsaktivitäten der Universität für Bodenkultur Wien weit entwickelt.

Ziel dieser Studie war die Festlegung der Ist-Situation der peruanischen Landwirtschaft hinsichtlich biogenen Abfalls, im Speziellen aus Tierhaltung, Geflügelproduktion, Schlachthäusern, Brauereien, obstverarbeitender und fischverarbeitender Industrie. Darauf basierend wurden geeignete Strategien biologischer Abfallbehandlung unter besonderer Berücksichtigung anaerober Verfahren sowie ein Programm zur Umsetzung unter realen Bedingungen in Peru wie auch eine Abschätzung des Biogaspotentials aus biogenen Abfällen erstellt.

2005 wurden in Peru 127,2 Mio. Stück Tiere (Geflügel, Rinder, Schafe, Alpakas, Lamas und Meerschweinchen) unter Intensiv- und Extensivproduktion gezüchtet (12.931 Tsd. GVE), davon 100% Geflügel, 40% Schweine und 20% Rinder unter Intensivproduktion.

Unter Verwendung internationaler Kennzahlen konnte der Festmist-, Abfall- und Abwasseranfall sowie das Biogaspotential abgeschätzt werden.

In Peru erzeugten 2005 die relevanten landwirtschaftlichen Tätigkeiten ca. 138 Mio. m<sup>3</sup> Festmist, 420.000 t Abfälle (aus Schlachtung, Obstindustrie und Brauereien), und ca. 36,5 Mio. m<sup>3</sup> Abwasser, deren organisches Substrat ein großes Potential für die Biogaserzeugung aufweist.

Theoretische Berechnungen zeigen aus diesen Substraten ein Potential von ca. 6.001.427 MWh. Diese Energie könnte den jährlichen Bedarf an Energie von ca. 6 Mio. Peruanern decken (in Peru wird ca. 948 kWh/Ewa konsumiert).

Von 12.931 Tsd. GVE Tieren produzierten die Rinder den größten Teil an Festmist (100 Mio. m<sup>3</sup>), gefolgt von Schafen (24 Mio. m<sup>3</sup>).

In Bezug auf Schlachtabfälle fiel der größte Teil (mehr als 60 %) bei der Geflügelschlachtung an.

In Bezug auf die Abwassererzeugung produzierte die Fischindustrie die größte Menge (60 %), gefolgt von der Schlachtung (29 %) und den Brauereien (8 %).

Wenn man nur das Abwasser aus der Schlachtung betrachtet (Gesamtmenge 10.613 Tsd. m<sup>3</sup>), erzeugte die Geflügelschlachtung ca. 90 % des Abwassers.

Das größte Biogaspotential (bezogen auf das Jahr 2005) liegt im tierischen Bereich, an erster Stelle Rindermist (4.751.649 Tsd. Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>), gefolgt von Schweinemist (55.283 Tsd. Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>) und Geflügelmist (42.282 Tsd. Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>).

Ein landwirtschaftliches Umweltprogramm wurde erarbeitet, das drei Aspekte umfasst: Festlegung von Maßnahmen zum Wasser- und Bodenschutz, innerbetriebliche Maßnahmen und biotechnologische Verwertung der flüssigen und festen Abfälle aus der Landwirtschaft und Agrarindustrie. Diese sollen in das Ressort des Umweltministeriums (politische Maßnahmen) und des Ministeriums für Landwirtschaft (innerbetriebliche und technologische Maßnahmen) fallen. Dazu werden eine interne Diskussion und die schrittweise Einführung innerhalb von 15 Jahren vorgeschlagen.

## Resumen

Peru es un país con una milenaria tradición agrícola y de gran importancia para la economía nacional, actualmente de los 25.6 Millones de peruanos viven aun de la actividad agropecuaria el 32 %. El sector agricultura emplea al 31 % del total de la Población Económicamente Activa nacional.

Especialmente en el sector peruano agrario y agroindustrial la situación del manejo de residuos es incipiente, no cuenta con regulaciones específicas para la gestión y el tratamiento de los mismos. Apenas existe poca o ninguna experiencia a nivel industrial del tratamiento de residuos (sólidos y líquidos) basados en procesos de la biotecnología ambiental. La definición de una línea de tecnología para el tratamiento de residuos orgánicos representa un aspecto medular en el establecimiento de un futuro programa ambiental en la agricultura peruana.

Austria es un país que destaca por su elevado desarrollo tecnológico ambiental especialmente en el tratamiento de residuos en diferentes niveles. Aquí existen procesos aerobios, anaerobios y de combinación integradas para el tratamiento de residuos sólidos, líquidos y pastosos. Este desarrollo se debe a los avanzados trabajos de investigación de expertos de la Universität für Bodenkultur Wien.

El objetivo de este estudio fue evaluar la situación actual de la agricultura peruana respecto de los residuos orgánicos generados a partir de la ganadería, producción avícola, camales, cervecerías, industrias de frutos e industria pesquera. En base a esta información fue propuesto estrategias apropiadas para el tratamiento de residuos orgánicos con énfasis en tratamiento anaeróbico, un programa ambiental bajo condiciones reales peruanas, así mismo se estimó el potencial de biogas a partir de los residuos orgánicos de las industrias mencionadas.

En el año 2005 fueron criados 172,2 millones de animales (aves, vacunos, porcinos, ovinos, alpacas, llamas y cuyes) en condiciones intensivas y extensivas (12.931 Unidades Animales). En condiciones intensivas fueron criados 100 % aves, 40 % porcinos y 20 % vacunos.

Usando valores y parámetros internacionales fue estimado la generación de estiércol, residuos, aguas residuales, así como el potencial de biogas. De esta manera se calculó que las actividades relevantes de la agricultura peruana generaron: 138 millones m<sup>3</sup> de estiércol, 420.000 toneladas de residuos (mataderos, industrias de transformación de frutos y cervecerías) y 36,5 millones m<sup>3</sup> de aguas residuales. El sustrato orgánico de estos residuos representa un alto potencial para la producción de biogas.

A partir de estos sustratos teóricamente se puede estimar un potencial de 6.001.427 MWh., esta energía podría cubrir la demanda de energía de 6 millones de peruanos (en Perú se consume aproximadamente 948 kWh/habitante).

En el sector de crianza animal, los vacunos produjeron la mayor cantidad de estiércol (100 millones m<sup>3</sup>), seguido de ovinos (24 millones m<sup>3</sup> estiércol). En los camales la mayor cantidad de residuos sólidos fue generada en el beneficio de aves (> 60 %).

Respecto a la generación de aguas residuales, la industria pesquera produjo la mayor cantidad (60 %), seguido de los camales (29 %), y la industria cervecera (8 %).

Considerando solamente las aguas residuales generadas en los camales (cantidad total generada: 10.613 x 10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>). la industria avícola generó aproximadamente el 90 %.

El mayor potencial de producción de Biogas (referido al año 2005) se identificó en el sector animal, situándose en primer lugar el estiércol vacuno (4.751.649 x 10<sup>3</sup> Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>), seguido del estiércol porcino (55.613 x 10<sup>3</sup> Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>) y estiércol avícola (42.82 x 10<sup>3</sup> Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>).

Se desarrollo un programa ambiental para la agricultura peruana conteniendo 3 aspectos: definición de medidas de proteccion para el agua y suelo, definición de regulaciones ambientales al interior de cada empresa y definición de procesos de la biotecnología para la recuperacion y tratamiento de los residuos solidos y liquidos generados en el sector agricultura y agroindustrial. La responsabilidad de estas medidas debe recaer en el Ministerio Ambiental (regulaciones politicas) y el Ministerio de Agricultura (regulaciones internas en cada empresa y regulaciones tecnologicas). Asimismo se propone discusiones internas entre especialistas y la implementacion paulatina de las medidas mencionadas en un periodo de 15 años.

# Inhaltsverzeichnis

---

1	EINLEITUNG	1
1.1	Beschreibung des Landesgebietes von Peru	1
1.2	Die Ernährung in Bezug auf die Umweltproblematik	3
1.3	Die Landwirtschaft in Peru	10
1.3.1	Umweltproblematik von Betrieben der Lebensmittel – und Agrarindustrie in Peru	11
1.3.2	Die Landwirtschaft in Peru als ganzheitliches System	12
1.4	Abfallaufkommen, Abfallgesetz und regionale Probleme in Peru	12
1.4.1	Diagnose der kommunalen Abfälle	12
1.4.2	Kritische Feststellungen der kommunalen Abfälle	13
1.4.3	Kommunalabfallaufkommen und –entsorgung in Peru	14
1.4.4	Aktuelle Abfallentsorgungsmöglichkeiten in Peru	15
1.4.5	Bisherige Entwicklung zum Abfallgesetz	20
1.5	Österreich allgemeines	23
1.6	Industriewasserwirtschaft	25
1.6.1	Innerbetriebliche Maßnahmen	25
1.6.2	Verfahrenstechnik der industriellen Abwasserreinigung	26
2	PROBLEMSTELLUNG	31
3	MATERIALIEN UND METHODEN	32
3.1	Kennzahlen verschiedener Betriebe	32
3.2	Stand der Technik bei Betrieben der Lebensmittel– und Agrarindustrie in Europa am Beispiel Österreich	37
3.2.1.	Begriffsdefinitionen	37
3.2.2	Gesetzliche Grundlage	38
3.2.3	Biogene abfallrelevante Entsorgungsmöglichkeiten der Lebensmittel- und Agrarindustrie in Österreich	51
3.2.4	Verfahren zur Abfallverwertung	52
3.2.5	Verfahrenstechnik der anaeroben Behandlung organischer Abfälle	59
3.2.5.1	Verfahrensvarianten	61
3.2.5.2	Verfahrensschritte	64
3.2.5.3	Typische Substrate	70
3.2.5.4	Fallbeispiele anaerober Behandlung industrieller biogener Abfälle	77
4.	UNTERSUCHUNG UND ERGEBNISSE	82
4.1.	Produktionsmenge der Landwirtschaft und Lebensmittelindustrie in Peru	82
4.1.1	Tierhaltung	82
4.1.1.1	Rinder	85
4.1.1.2	Geflügel	85
4.1.1.3	Schweine	87
4.1.1.4	Kameliden (Lama, Vikuña, Alpaka, Guanaco)	87
4.1.1.5	Meerschweinchen	89
4.1.2	Schlachthäuser	90
4.1.3	Betriebe der Lebensmittelproduktion in Peru	94
4.1.3.1	Molkereien	94
4.1.3.2	Obstverarbeitung	95
4.1.3.3	Getränkeindustrie	95
4.1.3.4	Fischindustrie	96
4.2	Spezifisches Abfallaufkommen in der peruanischen Landwirtschaft	98
4.2.1	Spezifischer Abwasser- und Abfall- bzw. Nebenprodukteanfall in den Branchen	98
4.2.2	Zusammenfassung des Abfall- bzw. Abwasseraufkommens in Peru	98
4.3	Vergleich der Abwasseremissionsverordnung einiger Branchen in Peru und Österreich	109
4.4	Programm zur Umsetzung biologischer Abfallbehandlung in Peru	111

4.5	Potentialabschätzung zur Energie- und Wertstofferzeugung	124
4.5.1	Allgemeines	125
4.5.2	Potenzial der Biogaserzeugung in Peru	134
4.5.3	Wertstoffabschätzung in Peru	135
5	DISKUSSION	139
6	SCHLUSSFOLGERUNG	152
7	ZUSAMMENFASSUNG	155
	LITERATUR	158

# 1 EINLEITUNG

## 1.1 BESCHREIBUNG DES LANDESGBIETES VON PERU

Seit den neunziger Jahren steht die westliche Welt in einem tiefen Veränderungsprozess, der das wirtschaftliche-, soziale-, kulturelle- und politische System beeinflusst, eine Situation, die es erlaubt, von einer neuen Etappe im Leben und Strukturierung des internationalen Systems zu sprechen, aber ebenfalls von einem Wechsel, der in kurzer Zeit alle Gemeinschaften und Individuen betreffen wird. Dieser Prozess wird Globalisierung genannt (Ministerium für Verteidigung, Peru 2005).

Infolgedessen ist auch Peru in den Globalisierungsprozess involviert, was eine neue Definition seines ökonomischen, politischen und sozialen Focus fordert.

In der Vergangenheit wurde Peru geostrategisch aus einer eurozentrischen Perspektive betrachtet. Dennoch gibt es seit kurzer Zeit ein neues Konzept der Bedeutung von Peru und seiner realen geostrategischen Position in der Welt.

In diesem neuen Blickwinkel besitzt Peru großes Potential. Basierend auf dieser neuen geostrategischen Dimension wird Peru definiert als Amazonas, maritimes, Anden, biozeanisches Land und mit Präsenz in der Antarktis durch seine wissenschaftliche Station Machupicchu Land.

Es ist ein bi-ozeanisches Land, weil es durch das Vorhandensein des Amazonas-Flusses mit dem Atlantik verbunden ist (Abb.1.1).

Diese Position erlaubt Peru, sich mit den internationalen Einzugsgebieten zu verbinden: Einzugsgebiet des Pazifiks, Orinoco, Amazonas und del Plata.

Peru ist ein Staat im westlichen Südamerika und die geopolitische Gestaltung seines Gebietes wurde stark von Meeresströmungen des Pazifiks beeinflusst. Hohe Erdbeben-, Vulkan-, und Eisaktivitäten verursachten physiographische und agroöklimatische Mannigfaltigkeiten.

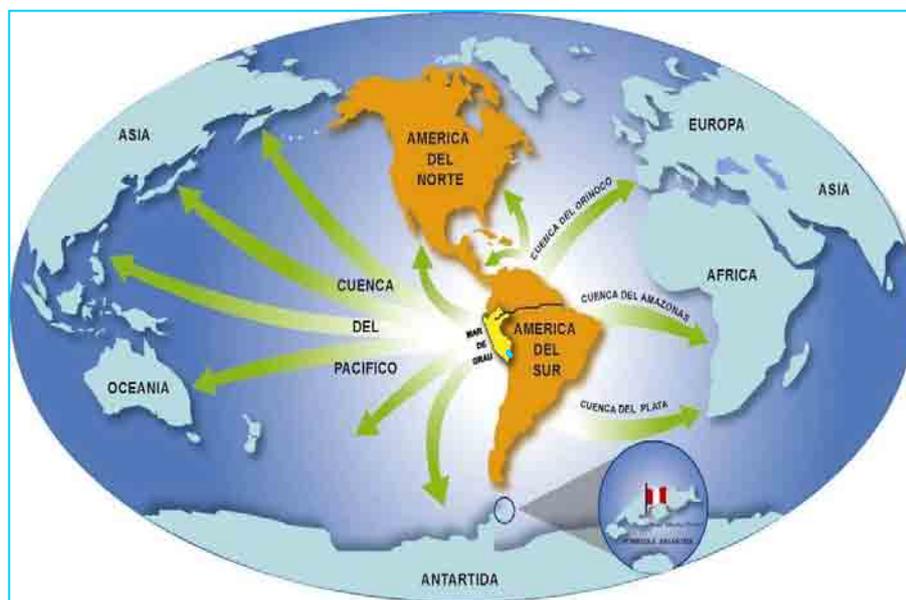


Abb.1.1. Der neue geopolitische Blick von Peru (Quelle: Ministerium für Verteidigung, Peru 2005)

Peru ist daher ein Land mit vielen Mikroklimaformen. 28 von 32 Klimazonen existieren in Peru.

Drei Makroklimaregionen kennzeichnen Peru. Der pazifische Küstenstreifen mit 12 % des Staatsgebiets; das Hochland, das 30% der Fläche umschließt und durch die Anden begrenzt ist; und das Amazonastiefland (Regenwald und Nebelregenwald), das 60 % der Staatsfläche umfasst. Im östlichen Tiefland befindet sich tropischer Regenwald, der sich als Bergwald in der östlichen Gebirgskette Perus fortsetzt (Tab. 1.1).

Tab.1.1. Flächenanteil unterschiedlicher Landschaftsarten  
(Quelle: Ministerium für Landwirtschaft, Peru, 2007)

Landschaftsart	Fläche	
	Mio. ha	%
Insgesamt	<b>128,5</b>	<b>100</b>
Küstenlandschaft	15	11,7
Hochland	36	28,4
Regenwald	77	59,9
ökologisch geschützt	34	26,4
nicht ökologisch geschützt	43	33,5

Im Küstengebiet werden 2 Regionen unterschieden. Die subtropische trockene Region mit einem Temperaturmittel von 18,2 °C und die halbtropische Region mit 24 °C.

Die Region Hochland -Sierra genannt- reicht von mild-heiß bis eiskalt; im Bereich von 500 bis 3.500 m Höhe liegt die mittlere Temperatur zwischen 11 und 16 °C.

Der Regenwald hat drei definierte Regionen, von denen die erste ein tropisches Klima mit 22 °C bis 26 °C Durchschnittstemperatur aufweist, die zweite ein tropisches Klima, mit 31°C Temperaturmittel, welches wenig thermische Schwankungen aufweist. Die dritte Region hat feuchtes und heißes Klima.

Im Jahr 2006 gab es in Peru 25,6 Mio. Einwohner, von denen 32 % (8,1 Mio.) von der Landwirtschaft lebten. Der Landwirtschaftssektor beschäftigte 31 % (2,8 Mio.) (Tab. 1.2).

Tab.1.2. Bevölkerung, Landbevölkerung, arbeitende Bevölkerung im Jahre 2006  
(Quelle: Ministerium für Landwirtschaft, Peru 2007; Statistik Austria)

	Bevölkerung (Mio.)		Arbeitende Bevölkerung (Mio.)	
	Insgesamt	Land- bevölkerung	Insgesamt	in Landwirtschaft
Welt	6.454	2.573	2.947	1.318
PERU	25,6	8,1	14,4	2,8
%	100	32		31
Österreich	8,0	-	5,9	0,246
%			73,5	3,1

In Bezug auf das Bruttoinlandsprodukt (BIP) des Agrarsektors erreichte Peru im Jahr 2005 rd. 38 Mrd. €. Nach den wirtschaftlichen Sektoren lag der Ackerbau-Sektor bei rd. 2 Mrd. €, der Nutztierbereich bei 1,2 Mrd. € (Tab. 1.3).

Tab.1.3. Anteil der Landwirtschaft am Bruttoinlandsprodukt 2005  
(Quelle: Ministerium für Landwirtschaft , Peru 2007)

Peru	Peru BIP 2006		Österreich BIP 2006	
	Mrd. €	%	Mrd. €	%
BIP (Gesamt)*	38	100	283	100
<b>Agrarsektor</b>	3,2	8	-	-
Ackerbau	2	5	-	-
Viehzucht	1,2	3	-	-

## 1.2 DIE ERNÄHRUNG IN BEZUG AUF DIE UMWELTPROBLEMATIK

Die Ernährung des Menschen umfasst mehrere Prozesse und Güter (Abb. 1.2). Sie ist eine der grundlegenden Aktivitäten jeder Gesellschaft. Vom Gesichtspunkt des Materialflusses ist diese Tätigkeit wichtig in mehreren Aspekten, denn sie stellt einen der größten Materialflüsse dar (Baccini, 1996).

### 1.2.1 Entwicklung der Ernährung in menschlichen Gesellschaften (Baccini, 1996)

Die Ernährung in menschlichen Gesellschaften hat sich in mehreren Etappen entwickelt, von der paläolithischen Jäger- und Sammlergesellschaft, der agrarischen Gesellschaft bis zur Industriegesellschaft.

Abbildung 1.3 stellt die Systembeschreibung dieser Gesellschaft dar.

#### Paläolithische Jäger- und Sammlergesellschaften

Zu dieser Zeit (vor 10.000 - 100.000 Jahren) lebten weltweit etwa fünf Millionen Menschen, die energetisch von der Nutzung der Solarenergie abhingen. Sie veränderten dabei nicht gezielt das pflanzliche oder tierische Gut. Übernutzungen durch Flächenbrände für die Jagd oder das Überjagen führten auch zu lokalen oder regionalen Umweltbelastungen durch diese Gesellschaften.

#### Ernährung in agrarischen Gesellschaften

Der Übergang zum Ackerbau begann vor etwa 10.000 Jahren. Es entwickelten sich (bis zum 18. Jahrhundert) agrarische Hochkulturen mit größeren Siedlungen und schließlich auch Städten. Die Weltbevölkerung wuchs auf rund 500 Millionen. In diesen Kulturen lebten und arbeiteten noch rund 80 % der Menschen in der Landwirtschaft.

Es entstanden neue Landschaften mit anthropogenen Monokulturen, die auch heute noch das Landschaftsbild kennzeichnen. Wichtige Einführung im Wasserhaushalt dieser Etappe waren der Wasserbau (Bau- und Verfahrenstechnik), die Bewässerung, die Entwässerung (Landgewinnung) und der Schutz vor Überflutungen.

Die Erweiterung der Ackerfläche im 19. Jahrhundert auf drei Viertel des genutzten Landes geschah auf Kosten des Waldes und der marginal genutzten Böden.

Die Milchwirtschaft nahm stark zu, Produktion und Verteilung von Nahrungsmitteln erfolgten nach marktwirtschaftlichen Regeln..

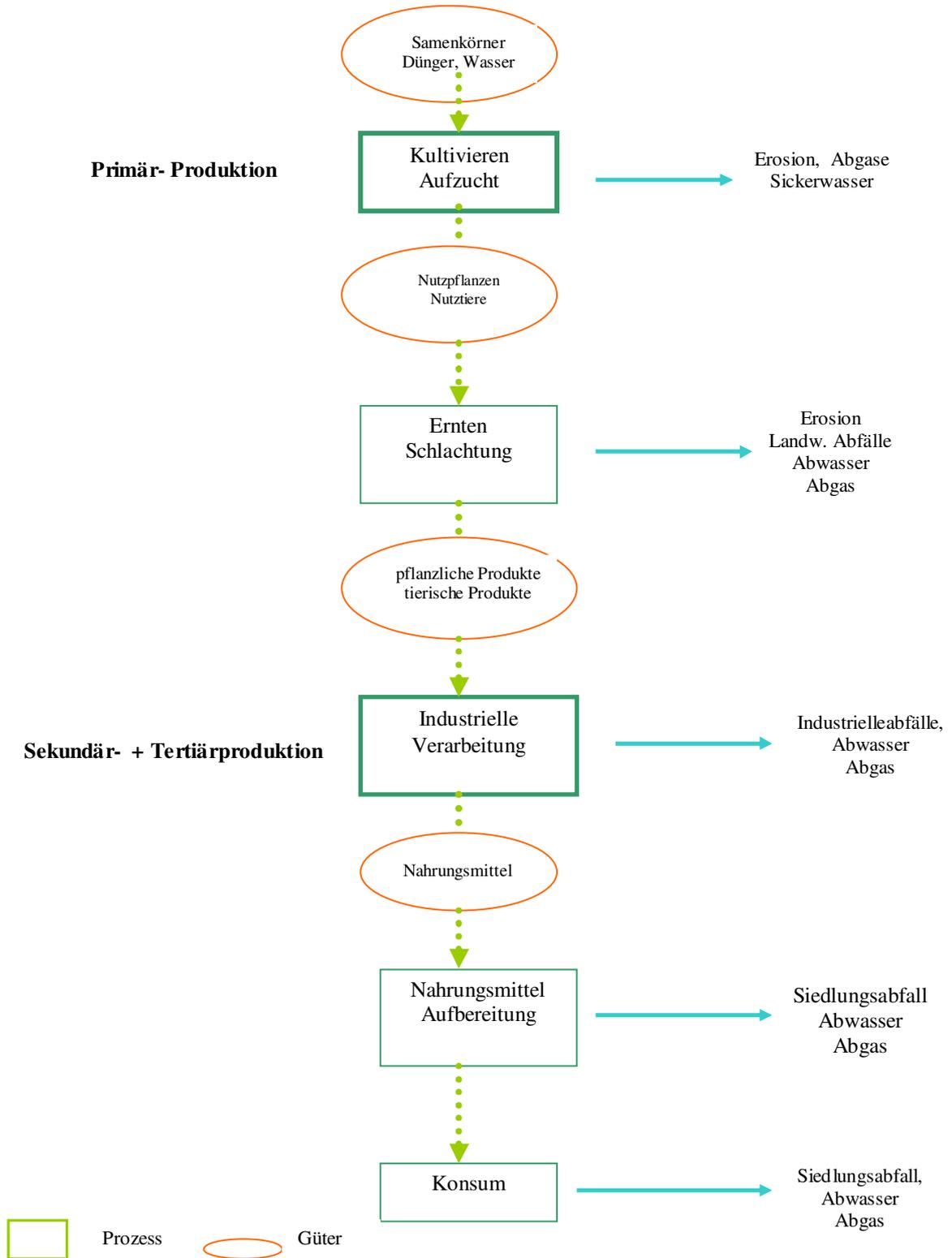


Abb.1.2. Güter und Prozesse der Aktivität Ernähren in heutiger Zeit (modifiziert nach Baccini, 1996)

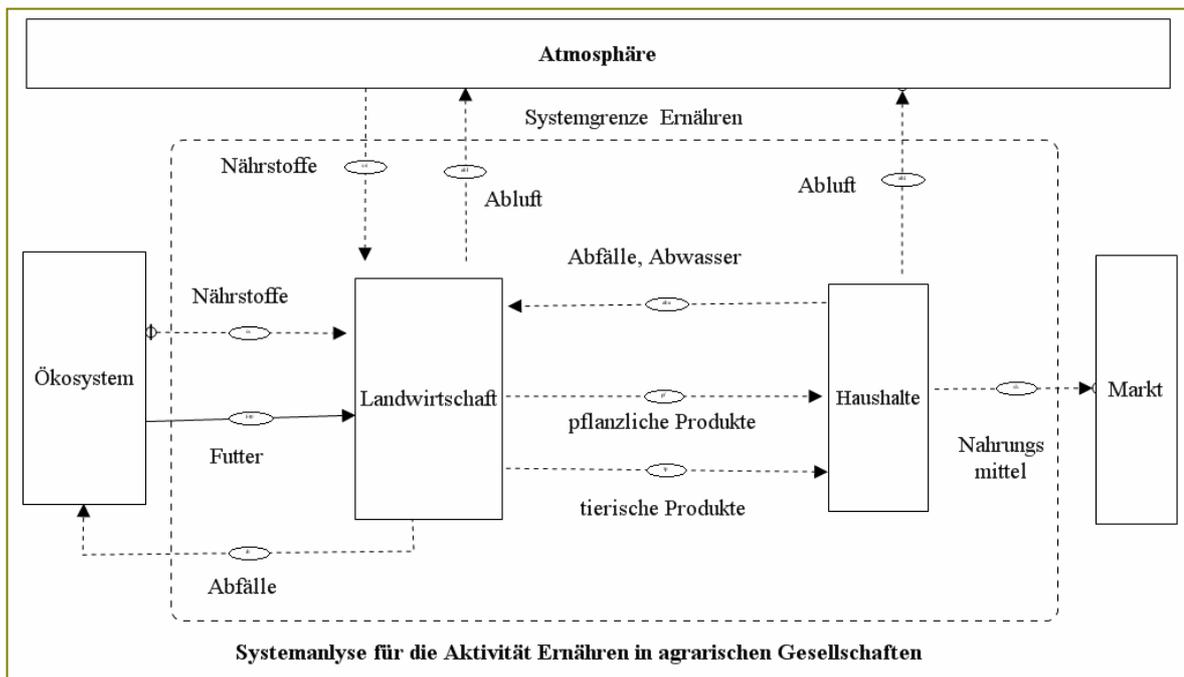
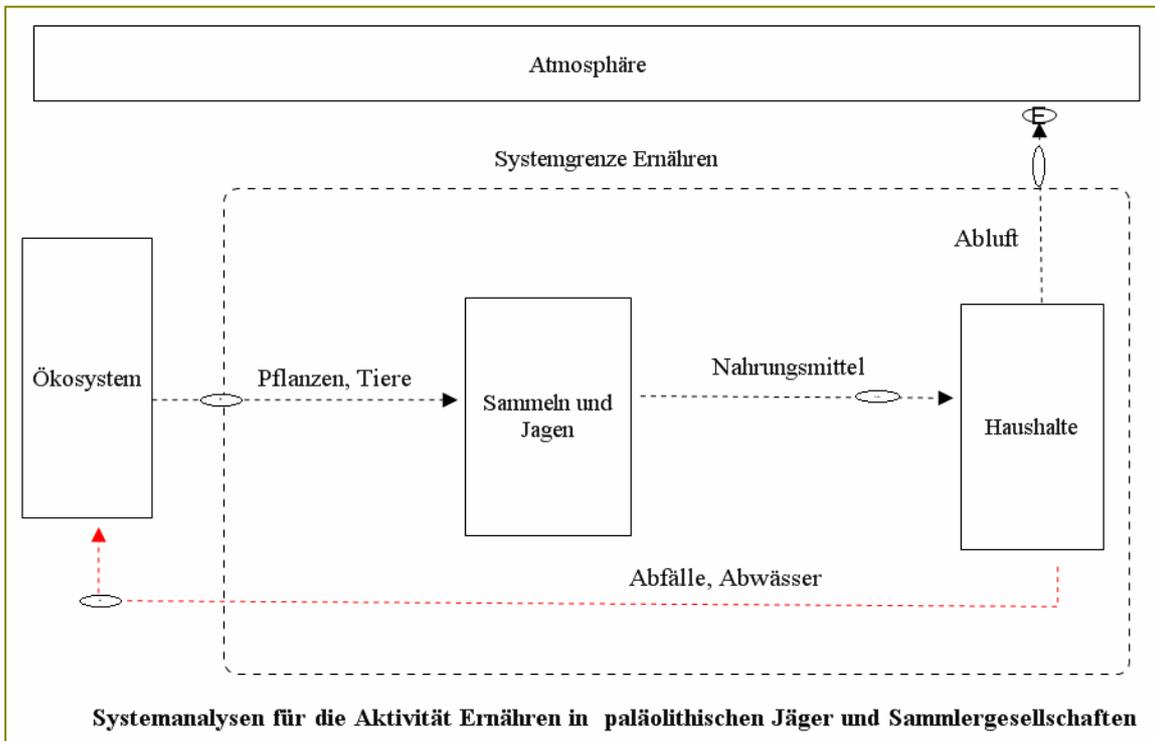


Abb. 1.3. Systemanalysen für die Aktivität Ernähren in verschiedenen Phasen der kulturellen Entwicklung: Paläolithische Jäger- und Sammlergesellschaften, agrarische Gesellschaften, Industriegesellschaften. Quelle: Baccini, 1996

Fortsetzung Abb.- 1.3

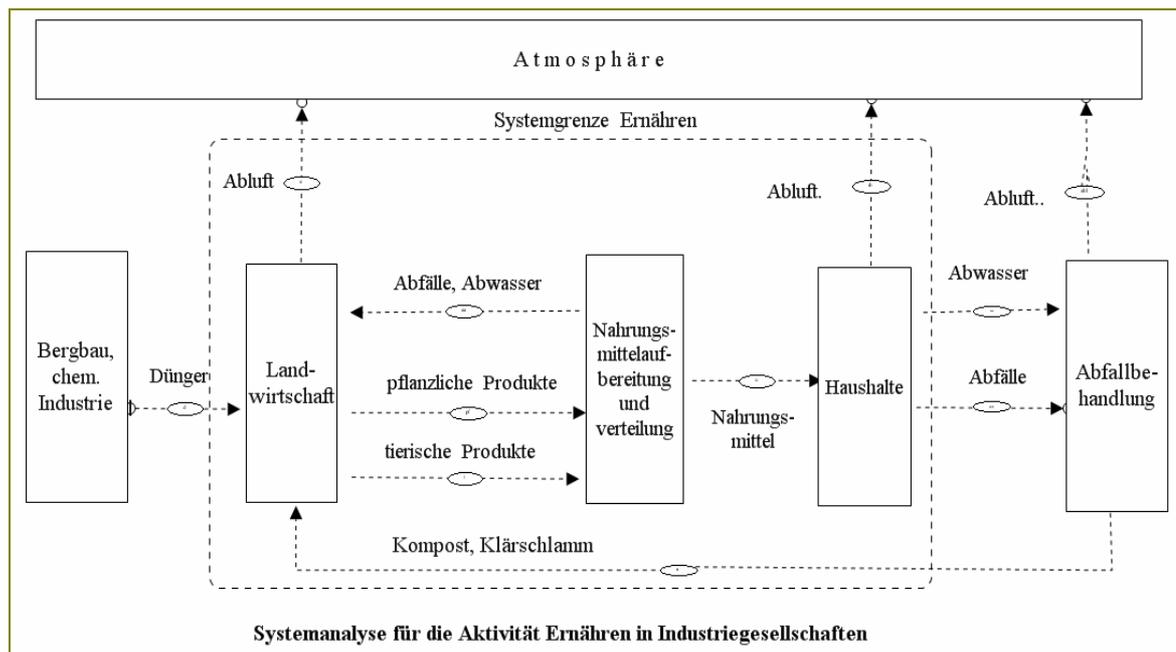


Abb. 1.3. Systemanalysen für die Aktivität Ernähren in verschiedenen Phasen

### Ernährung in Industriegesellschaften

Im 20. Jahrhundert erfuhr die Landwirtschaft eine Industrialisierung. Sie wurde durch Import technisch hergestellter Stickstoff-, Phosphor- und Kalium-Dünger, Bearbeitungsmaschinen (betrieben mit fossiler Energie), Einsatz von synthetischen Pflanzenschutzmitteln geprägt. Kunstdünger und Tierfutter wurden großräumig (über hunderte bis tausende Kilometer) transportiert, ebenso Nahrungsmittel.

Neue Prozesse wie Versorgungsprozesse (Bergbau und chemische Industrie), auch industrielle Prozesse der Nahrungsmittelverarbeitung und Verteilung (z.B. Getreide-, Gemüse-, und Obstverarbeitung, technische Großanlagen zur Verarbeitung von Milch und Fleisch, Großverteilernetzen zur Portionierung und Verpackung) treten auf. Entsorgung wurden technische Anlagen eingeführt (z.B. Abwassereinigungsanlagen, Müllbehandlungsanlagen und Entsorgungsanlagen). Teile der Abfälle werden aber wieder in die Landwirtschaft zurückgeführt, z.B. Klärschlamm, Kompost.

Die Steigerung der Erträge prägte diesen Zeitraum (in Kilogramm Trockensubstanz pro Hektar oder GJ/ha). Um dieses Ziel zu erreichen war es essentiell, mit erhöhten Düngergaben, auch mit ertragreicheren Pflanzensorten, die im Vergleich zu zuvor eingesetzten Sorten den doppelten Ertrag bringen zu arbeiten. Es findet auch eine Strukturveränderung der Betriebe statt. Ähnlich wie in anderen gewerblichen Branchen nimmt bei steigender Produktion die Zahl der Betriebe ab.

Trotz steigender Produktion konnte die Ausbreitung der eigentlichen Siedlungsfläche auf Kosten der Agrarlandes erfolgen.

In Industriegesellschaften unterscheidet man drei große Bereiche: die Landwirtschaft, die industrielle Verarbeitung und den Konsum (Abb.1.4).

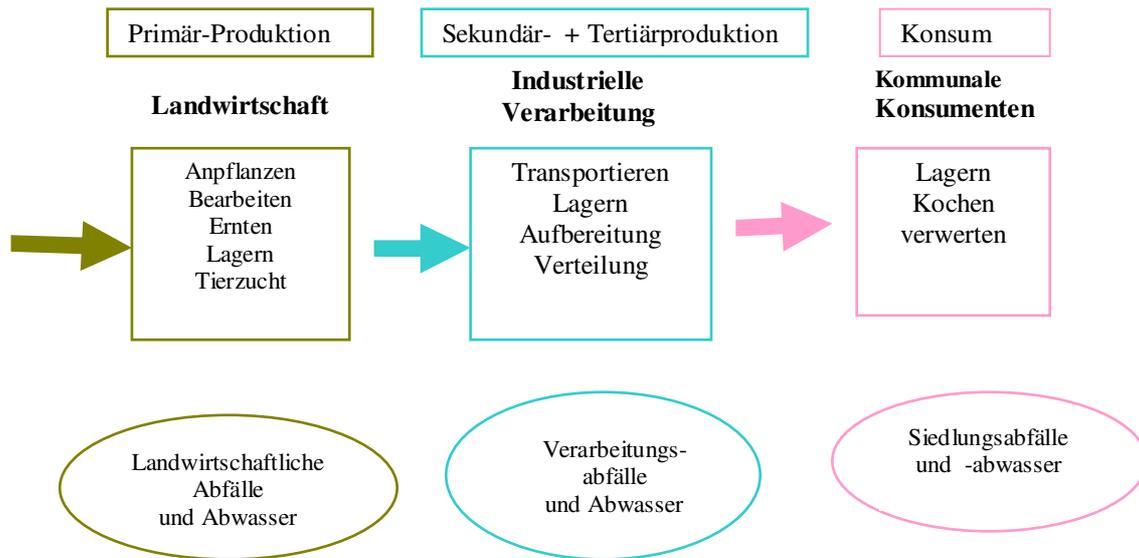


Abb.1.4. Beispiele von Prozessabläufen im Ernährungsbereich von Industriegesellschaften (Quelle: Baccini, 1996)

## 1.2.2 Von der Lebensmittelindustrie erzeugte Abfälle und Nebenprodukte

Heutzutage sind abfallfreie Produktionsverfahren der Lebensmittelindustrie kaum mehr anzutreffen. Auch kreislauffähige biotechnologische Produktionsverfahren sind keineswegs per se abfallfrei. Zudem fallen bei Nutzung und Gebrauch der meisten Produkte unvermeidbare Abfälle an (Braun, 1995 zitiert in Bundesministerium für Umwelt Jugend und Familie 1996).

Somit erzeugt ein Verarbeitungsbetrieb der Lebensmittel- und Agrarindustrie feste und halb feste Abfälle und dies ist sehr stark vom Rohstoff (Landwirtschaft-primäre Produktion) sowie von der Technologie abhängig.

Um einen Produktionsprozess dieser Betriebe zu illustrieren, dienen die Abbildungen 1.5, 1.6 und 1.7, in denen beispielsweise die Inputgüter, die Verarbeitungsprozesse und die Outputgüter der Geflügelverarbeitung, Biererzeugung und Fruchtsaftherstellung dargestellt sind.

Trotz der effizienteren Nutzung bzw. Wiederverwendung der in Agrar- und Lebensmittelindustrie erzeugten Abfälle und Nebenprodukte kann die Verfügbarkeitsdauer von Ressourcen wesentlich erhöht werden. Eine nachhaltige Bewirtschaftung ist jedoch nur mit regenerierbaren Ressourcen möglich. D.h. der Verbrauch eines Rohstoffes darf nicht höher sein, als dessen Regenerierung in einem artspezifischen Zeitraum zulässt.

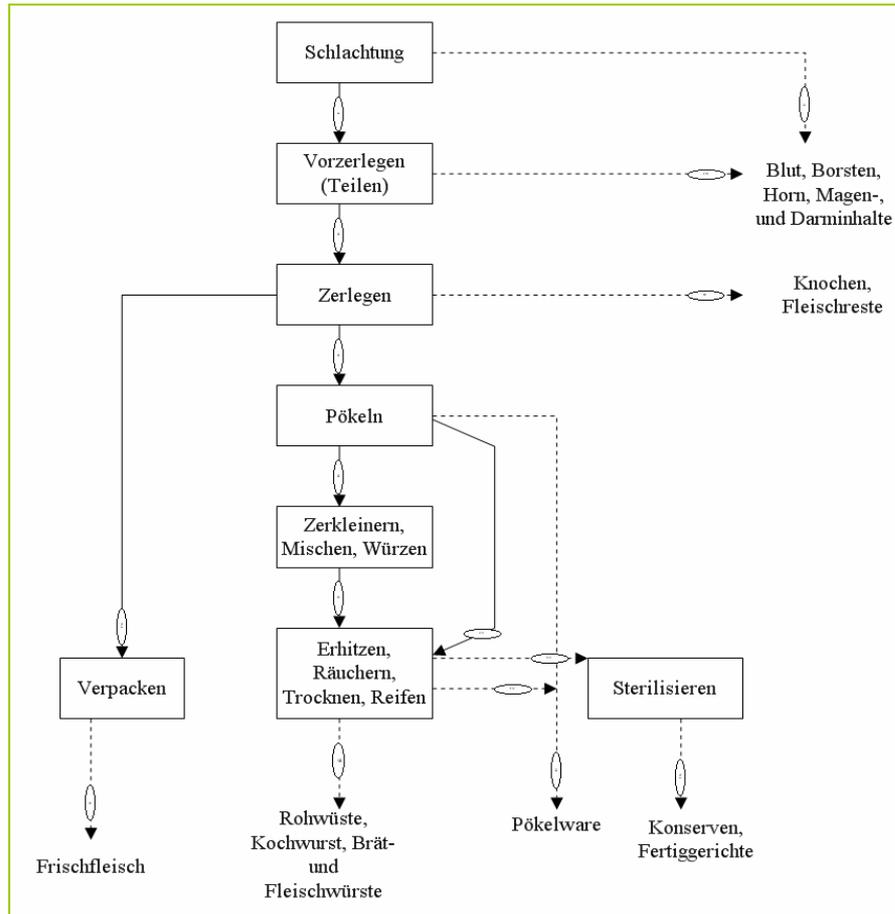


Abb.1.5. Fließschema Geflügelverarbeitung (Quelle: Bundesministerium für Umwelt, 1995)

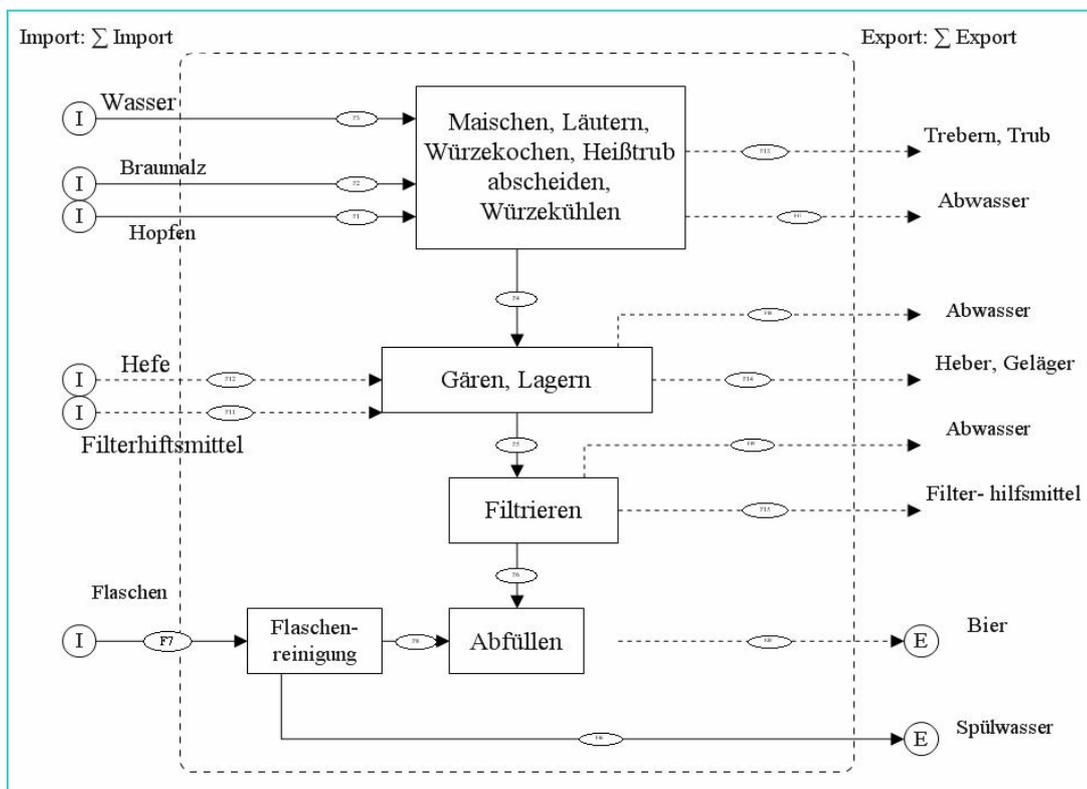


Abb.1.6. Fließschema Bierherstellung (Quelle: ATV, 1985)

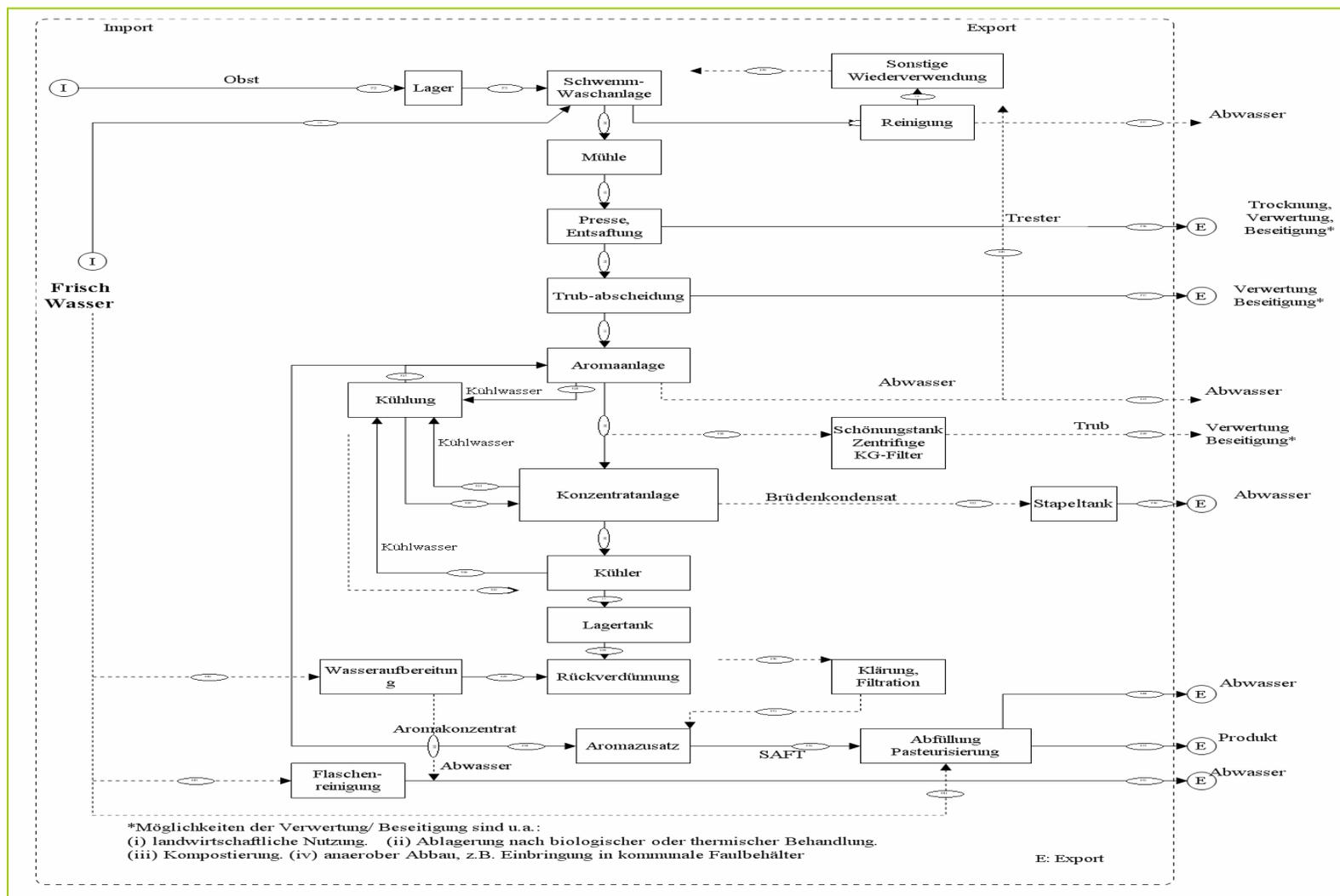


Abb.1.7. Fließschema der Fruchtsaftgewinnung (Quelle: ATV, 2000)

### 1.3 DIE LANDWIRTSCHAFT IN PERU

Die peruanische Landwirtschaft wird stark von der Basis ihrer Naturressourcen; das heißt, von ihrer Vielfalt (Mega-Diversität) unterstützt (Tab.1.4).

So verfügt Peru über insgesamt 84 von 117 bekannten Biotopen und über 28 von 32 bekannten Klimatypen. Beide sind wichtige Voraussetzungen, die Peru seinen vielfältigen Charakter verleihen (Ministerium für Landwirtschaft, Peru, 2008a).

Tab.1.4. Peru - eines der zwölf Länder der Welt mit Mega-Diversität –  
(Quelle: Ministerium für Landwirtschaft, Peru 2008a)

117 Lebenszonen verfügt Peru über 84
32 Arten von Klima verfügt Peru über 28
25 000 Pflanzenarten sind 30 % endemisch (nur in Peru)
Peru verfügt über 4.400 Pflanzenarten mit bekannten Eigenschaften, die von der Bevölkerung genutzt waren. Gilt als das Land mit ersten domestizierten einheimischen Pflanzen (182 Arten)
Neben der größten Zahl an Orchideenarten (ca. 4 000) besitzt Peru die größte Orchidee der Welt. Sie erreicht 13 Meter Höhe und befindet sich in Huachucoipa.
Peru verfügt über 2.000 Fisch- Arten (10 % der ganzen Welt)
1.820 Arten von Vögeln
3.300 Schmetterlingsarten
430 Arten von Amphibien
460 Arten von Säugetieren
sehr große Vielfalt an genetischen Ressourcen: Erster Platz auf der Welt, mit 2.321 Kartoffelsorten, davon 91 Wildsorten (5.000 Kartoffel-Sorten existieren in der Welt). Mais (3 Ökotypen) hohe Vielfalt an Früchten (623 Arten) Heilpflanzen (1.408 Arten) Zierpflanzen (1.600 Arten)
Peru verfügt über 182 Arten von einheimischen Pflanzen in mehrere Sorten

Gemäß dem Ministerium für Landwirtschaft (2008a) beträgt die landwirtschaftliche Fläche ca. 5,5 Mio. ha. (Tab.1.5).

Tab.1.5. Landwirtschaftliche Fläche, Peru 2005 (Quelle: Ministerium für Landwirtschaft, Peru, 2008a)

Regionen	Bevölkerung 2005 Mio.	Landwirtschaftliche Betriebe	Landwirtschaft (Ackerbau + Viehzucht) Mio. ha	Ackerbau	
				Mio. ha	%
<b>Gesamt</b>	<b>27,2</b>	<b>1.745.773</b>	<b>35,4</b>	<b>5,5</b>	<b>100</b>
Küste	17,0	265.249	3,2	0,9	16
Hochland	7,7	1.164.907	21,8	2,7	49
Regenwald	2,5	315.617	10,4	1,9	35

In den letzten Jahren hat die Landwirtschaft ein kontinuierliches Wachstum erlebt. Gleichzeitig stieg der Import von Rohstoffen für die Agrarindustrie und die Lebensmittelindustrie (vor allem Mais, Soja und Milch) kontinuierlich. Ebenfalls stieg die Zahl der Importe von Nahrungsmitteln, besonders die der verarbeiteten Produkte und die mit hohem Nährwert.

Andererseits ist die kultivierte Fläche vergrößert worden, die Produktionswerte pro Hektar sind zusätzlich gestiegen, z.B. bei Spargel, Obst, und Gemüse wegen der Verbesserung der Landwirtschaftstechnik, Bewässerung und sonstiger Maßnahmen.

Die Qualität des Anbaus und der Viehzucht hat sich produktivitätsmäßig - verglichen mit dem Produktionsstand von vor zwanzig Jahren - erholt. Zurückzuführen ist dieser Erfolg auf zwei Faktoren: den Gebrauch von verbessertem Saatgut und die Intensivierung der Düngung.

Es gab wichtige technologische Innovationen im Anbau und in der Viehzucht, z.B. die genetische Qualität von Erdäpfeln, Reis, Mais, Chirimoya und Avocados; Mango- und Spargelproduktion mit internationalen Qualitätsstandards; sowie die Technologie der künstlichen Bewässerung (Tropfbewässerung), weiters die Behandlung und die genetische Entwicklung von Meerschweinchen und Alpakas, die Industrialisierung des Obst- und Gemüseanbaus; das hohe Niveau der Molkereitechnologie und die Nutzung der Gülle als hochwertigen Dünger in der Landwirtschaft.

Diese hervorragenden technologischen Innovationen setzen jedoch wenige Landwirte ein. Die Mehrheit der Landwirte verwendet nach wie vor nur die alten Technologien und bebaut die traditionellen Anbaukulturen mit niedriger Rentabilität pro Hektar.

Die technologischen Innovationen sind auf drei Ursprünge zurückzuführen

- Private Initiativen, die sich aufgrund von erworbenem Wissen und Services am Markt entwickelten
- Innovationen, die aus der gemeinsamen Arbeit mit Firmen, während der Industrialisierung und Kommerzialisierungsphase resultierten. Die Firmen haben mit einem Teil zur Finanzierung, Fachausbildung und der Verpflichtung des Produkteinkaufes beigetragen und
- Die Zusammenarbeit zwischen dem Staat und internationalen Institutionen, die einerseits das genetische Material, andererseits Technik und die Qualifikation beigesteuert haben, wie am Musterbeispiel der Entwicklung der Kartoffelforschung.

### **1.3.1 Umweltproblematik von Betrieben der Lebensmittel- und Agrarindustrie in Peru**

Die Landwirtschaft in Peru ist lange Zeit als geringwertig betrachtet worden, weil sie nur 11,4 % des BIP darstellt (Tab.1.3). Allerdings wurden dabei nur der Wert der Ernte und der Tiere (Ab-Hof-Preis) berücksichtigt. Dieser Betrag ist das, was 1,7 Millionen Familien erhalten, die direkt in der Landwirtschaft arbeiten.

Zurzeit wird die Landwirtschaft weiter industrialisiert. Die großen Zuckerfabriken, die großen Schweine-, Geflügelproduktionen, die Reismühlenwerke, die Baumwollindustrie, Sägewerke, Molkereien, Ölsaatenindustrie (unter anderem) sind auch Teil der Landwirtschaft, obgleich die Statistiken deren Teil der Produktion der Ernährungsindustrie und Forstindustrie zurechnen. Folglich umfasst die Landwirtschaft einen größeren Teil des BIP als offiziell anzusehen.

Die Bedeutung der Landwirtschaft als werterzeugende Industrie beschränkt sich nicht nur auf die Agrarindustrie, sondern umfasst die Gesamtheit der Firmen, die Güter, Ausrüstung und Service für die Landwirtschaft anbieten. Diese Industrien und Lieferanten bestehen nur deswegen, weil die Landwirtschaft und die Agrarindustrie ihre Kunden sind.

Wenn man den gesamten Mehrwert der landwirtschaftlichen Tätigkeiten, d.h. Dienstleistungs- Ackerbau-, Viehzucht- und Industriebereich addiert, dann steigt ihr Beitrag zum BIP auf über 30 Prozent. Dieser Anteil ist größer als der anderen Branchen wie u.a. Bergbau, Tourismus, Metallindustrie.

Abgesehen von den ökonomischen Betrachtungen hat die Landwirtschaft auch eine enorme soziale Bedeutung. Denn 8,1 Mio. Menschen leben davon (von 31,6 Mio.).

### **1.3.2 Die Landwirtschaft in Peru als ganzheitliches System**

Bei der Analyse des Stellenwerts der Landwirtschaft in Peru ist es wichtig zu beachten, dass die traditionelle Betrachtung der Landwirtschaft lediglich die Landwirtschaft (Ackerbau + Nutztierhaltung) und die Forstwirtschaft inkludiert.

Tatsächlich umfasst der Landwirtschaftssektor zusätzliche andere wichtige Tätigkeiten wie die Geflügelindustrie, Schweineproduktion, Molkereien, Schlachthäuser, Fischproduktion, Sägewerke, Nahrungsmittelindustrie, große Agrarindustrie usw. Diese Gesamtbetrachtung ist wichtig, um den ganzen Landwirtschaftssektor zu verstehen, damit die Agrar-Umweltmaßnahmen über die traditionelle Betrachtung der Landwirtschaft hinausgehen.

Auf Basis dieser Analyse ist zu erkennen, dass es ein nahes Verhältnis zwischen der primären Landwirtschaft (Ackerbau + Viehzucht), Sekundärindustrie (produzierendes Gewerbe: Agrarindustrie, Nahrungsmittelindustrie) und der Tertiärindustrie (Dienstleistungen) gibt. Diese umfasst ein Konglomerat der Industrie in den unterschiedlichen Regionen, und es ist notwendig, in allen diesen Ebenen das Konzept eines umfassenden Umweltmanagements zu betrachten.

## **1.4 ABFALLAUFKOMMEN, ABFALLGESETZ UND REGIONALE PROBLEME**

### **1.4.1 Diagnose der kommunalen Abfälle**

Bis zum Jahr 2020 wird die Bevölkerung Lateinamerikas auf rund 676 Millionen steigen, das bedeutet, eine erhöhte Nachfrage nach Dienstleistungen, die Notwendigkeit der Verdoppelung der derzeitigen Kapazität der operativen Management-Systeme und die zunehmende Verfügbarkeit von wirtschaftlichen, institutionellen und personellen Ressourcen.

Bisher haben die Diagnosen einiger Länder in Lateinamerika gezeigt, dass die Abfallbranche durch einen Mangel an politischen Maßnahmen und nationalen Plänen gekennzeichnet ist und dass die Unterstützung für die Betreiber von städtischer Reinigung auf lokaler Ebene begrenzt ist (BID, 1998) und das Problem nicht nur in der Abfallquantität, sondern in der Qualität oder Zusammensetzung liegt.

Derzeit wird eine Menge zwischen ca. 183 bis 365 kg Abfall pro Einwohner und Jahr in den lateinamerikanischen Ländern geschätzt. In den Industrieländern ist diese Zahl zwei bis viermal höher.

Daher müssen nicht nur Ineffizienzen und Schwächen auf institutioneller Ebene berücksichtigt werden und es genügt auch nicht, die technischen Aspekte der Sammlung, der Straßenreinigung und der Entsorgung zu kennen.

Es werden auch neue Konzepte der Finanzierung der Services, die Dezentralisierung und eine größere Teilnahme des privaten Sektors benötigt und eine Berücksichtigung der Faktoren wie Gesundheit, Umwelt, Armut in städtischen Randgebieten, Bildung und Beteiligung der Gemeinschaft.

### 1.4.2 Kritische Feststellungen der kommunalen Abfälle

Laut dem Bericht Diagnose der Verwaltungssituation für kommunale Abfälle in Lateinamerika (BID, 1998), hat man folgende Probleme identifiziert, die in die sechs Kategorien institutioneller und rechtlicher Bereich, technischer und operativer Bereich, wirtschaftlicher und finanzieller Bereich, Gesundheit, Umwelt und sozialer Bereich unterteilt wurden.

a. In den institutionellen und rechtlichen Bereichen findet man folgende Probleme

- Institutionelle Schwäche
- Zentralismus und schlechte Verwaltung
- Mangel in der Planung
- Mangel an Information und Überwachung
- Unzureichendes Abfallrecht
- Verstöße gegen die gesetzlichen Instrumente
- Mangel an Strategien zur Vermeidung von Abfällen, wie kurz-, mittel- und langfristige Programme. Nur wenige Länder haben einige Pläne formuliert, davon wurden fast keine umgesetzt
- Qualifizierung der Humanressourcen
- Fehlende ausgebildete und qualifizierte Arbeitskräfte auf allen Ebenen

b. Der technische und betriebliche Bereich ist durch folgende Probleme gekennzeichnet

- Entsorgung von gefährlichen Abfällen. Gefährliche Abfälle sind in der Regel mit kommunalem Abfall vermischt.
- Die vorübergehende Lagerung von Abfall in Zwischenlagern: Fehlende Standardisierung und Pflege der Müllcontainer.
- Abfall Zwischenlager: Es gibt Probleme der schlechten Lage und negativen Auswirkungen auf die Umwelt und die Lebensqualität der benachbarten Ortschaften.
- Abfallbehandlung: Die Abfälle werden entweder kompostiert, oder unkontrolliert offen verbrannt. Die unkontrollierte offene Verbrennung beschränkt sich auf die Krankenhäuser und die Industrie.
- Deponierung: Deponierung wird in den lateinamerikanischen Ländern als häufigste Methode eingesetzt. Obwohl die meisten Deponien als geordnet bezeichnet werden, erfüllen sie nicht die erforderlichen technischen Spezifikationen.  
Der Deponieaufbau hat sich in den letzten Jahren verbessert, aber es wird weder das Sickerwasser behandelt, noch synthetische Membranen für die Abdichtung benutzt.
- Informelles Recycling und Wiederverwendung.

c. Wirtschafts-, Finanz- Bereich und Reinigungsgebühren

Generell kassieren die Gemeinden (für die städtische Reinigung), oft aus politischen Gründen, aber auch aus schwieriger Erfassbarkeit und Ausbildungsmangel, nur minimale Gebühren.

### 1.4.3 Kommunalabfallaufkommen und -entsorgung in Peru

Laut dem peruanischen Abfall-Gesetz 27314 und der zugehörigen Verordnung, die im Juli 2000 bzw. Juli 2004 erlassen wurden, sind alle Gemeinden in Peru verpflichtet, ihren Bericht über den "Integralen Plan des Abfallmanagements" zu veröffentlichen.

Im Jahr 2008 haben nur 54 von den 197 bestehenden provinziellen Gemeinden, das heißt 27 %, ihren Bericht präsentiert. Alle in der Statistik angegebenen Werte sind grobe Schätzwerte.

Der Pro-Kopf-Abfallanfall in Peru ist bei Hausabfall ca. 291 kg pro Einwohner und Jahr und bei kommunalem Abfall ca. 394 kg pro Einwohner und Jahr. Man schätzt die nationale städtische Abfallerzeugung in Peru auf ca. 8 Mio. Tonnen pro Jahr (Tab.1.6).

Tab.1.6. Abfallaufkommen, Peru (Quelle: Aranibar, 2008; Lebensministerium Österreich)  
\* (INEI, Nationales Institut für Statistik, Peru)

	Bevölkerung Mio.	Abfallaufkommen (Haushalt) kg pro Einwohner und Jahr	Abfallaufkommen (kommunal) kg pro Einwohner und Jahr
Peru, 2008	28*	291	394
Lima 1996	7.5	204	206
Österreich	8,3	510	597

Tabelle 1.7 stellt die Abfallzusammensetzung in Peru dar. Die biogenen Abfälle liegen höher als in Österreich. Papier, Pappe, Metall und Glas liegen darunter, allerdings erhöht sich der Plastik-Prozentsatz.

Tab. 1.7. Abfallzusammensetzung in Peru 1996 (% w/w) (Quelle: BID 1998; Lebensministerium, Österreich, 2009 )

Land	Biogene Abfälle %	Papier Karton %	Metall %	Glas %	Textilien %	Plastik %	Rest %
Peru	50	10	2	1,3	1,4	3	32
Österreich (2008)	31	22	5	8	3	11	20

Eine Eigenschaft, die die festen Abfälle der lateinamerikanischen Länder von denen der Industrieländer unterscheidet, ist der größere Feuchtigkeitsgehalt. In Lateinamerika schwankt er zwischen 35 und 55 %. Die Dichte für unverdichteten Abfall erreicht 125 bis 250 kg /m<sup>3</sup> und 375 bis 550 kg/m<sup>3</sup>, wenn der Abfallstoff auf LKW verladen ist. Von 700 bis 1.000 kg /m<sup>3</sup>, wenn er in Deponien lagert.

Ein andere Studie im Jahr 2008 zeigt den Prozentsatz der Hausmüllzusammensetzung in Peru. Biogene Abfälle betragen 55 %, verwerteter Abfall 25 % und andere Abfälle 20 % (Abb. 1.8)

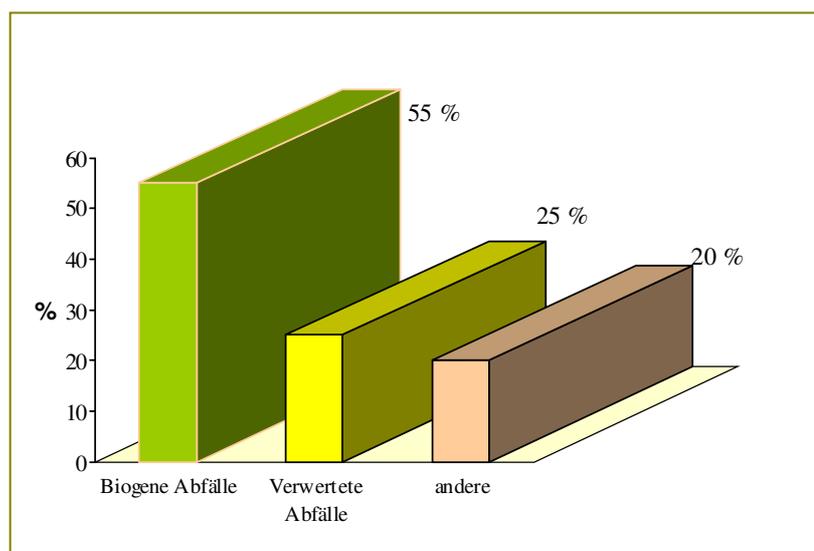


Abb. 1.8. Verteilung verschiedener Abfallsorten, Peru 2008 (Quelle: Aranibar, 2008)

Tabelle 1.8 zeigt Informationen über Abfallsammlung, Abfallsammlungsdeckungsgrad, Recycling und Abfallbeseitigung in Peru.

Tab.1.8. Abfallsammlung, Deckungsgrad, -Recycling und Abfallbeseitigung in Peru (Quelle: BID, 1998, \* Aranibar, 2008)

	Einwohner (in Millionen)		Erzeugung (t/d)	Deckungsgrad Sammlung %	Hausmüllbeseitigung		
	Gesamt	Städtische Bevölkerung			Deponie %	Recycling	Nicht deponiert
Peru (1996)	23,5	17,2			-	-	-
Lima (1996)	7,5		4.200	60	-	-	-
Peru (2002)			12.986	74,2*	65,7 (8.531,95 t)	14,7	19,6
Peru 2008	28,2		20.065	70.62	20* (in geordneten Deponien)		

#### 1.4.4 Aktuelle Abfallentsorgungsmöglichkeiten in Peru

In Peru werden täglich 20.065 Tonnen Abfälle erzeugt, 70% werden gesammelt, davon werden nur 20 % in geordneten Deponien beseitigt, 15 %, informelles Recycling und die größte Menge 65 %, wird frei in die Umgebung, in die Flüsse, ins Meer entsorgt oder frei verbrannt (Abb.1.9).

Tabelle 1.9 zeigt die gegenwärtige Deponie-Situation in Lima. Es werden folgende Deponien unterschieden: geordnete Deponie, aktive wilde Deponie, inaktive wilde Deponie und Abfall- Zwischenlager.

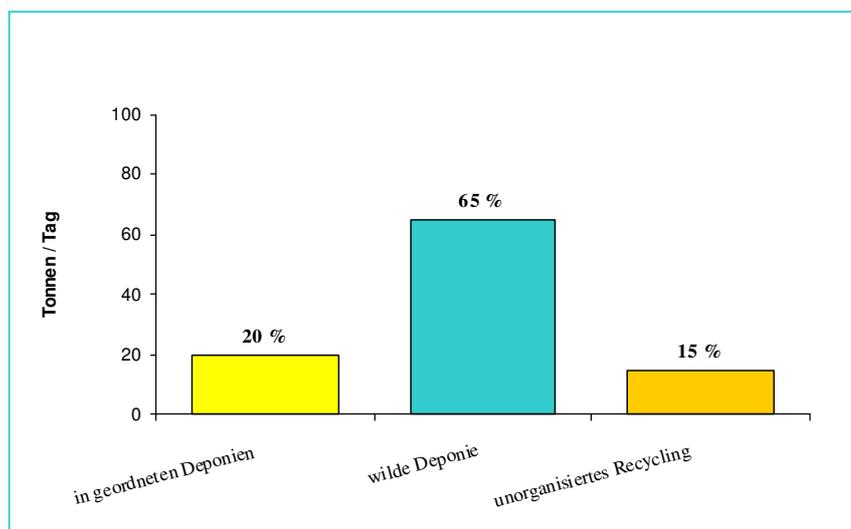


Abb. 1.9. Abfallbeseitigung in Peru (Quelle: Aranibar, 2008)

Tab.1.9. Deponien und Zwischenlager in Lima

Geordnete Deponien	Aktive wilde Deponien (große)	Aktive wilde Deponien (kleine)	inaktive wilde Deponien	Abfall - Zwischenlager
El Zapallal	Campoy	Caccica	El Montón	Acho
Portillo Grande	Wiracocha	Pantanos De Villa	San Juan	Huayna Cápac
La Conejera	Sinchi Roca	La Cucaracha	Alipio Ponce	Municipalidad De San Isidro
Ancón	Sarita Colonia	San Agustín	Cruz De Hueso	Municipalidad De Miraflores
	Las Flores	Oquendo	Lobatón	La Chira
	Laderas De Chillón	Tolentino	Cieneguilla	Las Conchitas
	Huascar	Chacra Cerro	Chuquitanta	Municipalidad De Villa El Salvador
	El Sauce	Carapongo	Jicamarca	Municipalidad De Carabaillo
	La Vizcachera	San Benito "A"	Poquerizo	Petrasol
		San Benito "B"	Cultural Lima	Verastegui
		Nueva Jerusalén		Argüelles
		Costa Verde		
		Marbella.		
		Saracoto Alto		
		Poquerizo 1		

Seit dem Jahr 2004 werden in Peru die im Abfallmanagement tätigen Unternehmen differenziert, in Abfallmanagement-Unternehmen (EPS-RS) –Empresa Prestadora de Servicios- und in abfallvermarktende Unternehmen (EC-RS) –Empresa Comercializadora de Servicio-.

Im Jahr 2008 waren 250 Unternehmen als EPS-RC registriert, davon waren weniger als 9 % in Abfallbehandlung involviert und sie haben weder Verbrennungsprozesse noch biologische Verfahren durchgeführt (Abb. 1.10, 1.11). Sie sammeln und deponieren lediglich.

In Abbildung 10 wurden die Service-Typen der im peruanischen Abfallmanagement tätigen Unternehmen 1: Reinigung, 2: Sammlung, 3: Transport, 4: Übergabe, 5: Behandlung, 6: Entsorgung genannt.

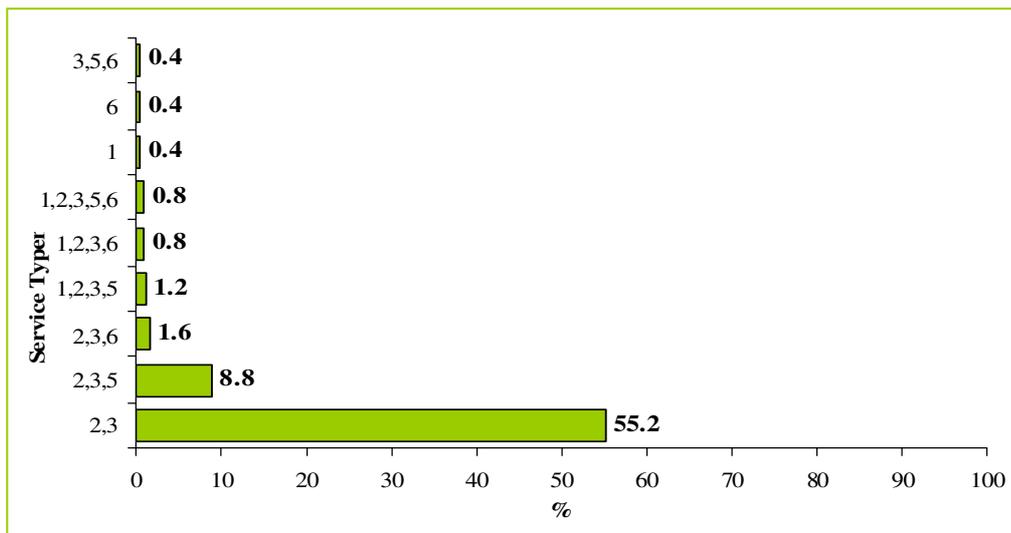


Abb.1.10. Prozentuelle Verteilung der im Abfallmanagement tätigen Unternehmen in Peru 2008 (Quelle: Aranibar, 2008)  
 (1: Reinigung, 2: Sammlung, 3: Transport, 4: Übergabe, 5: Behandlung, 6: Entsorgung)

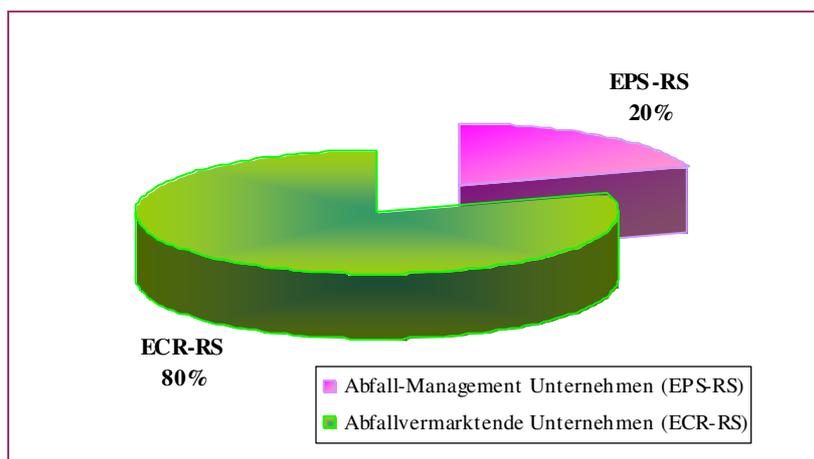


Abb.1.11. Abfallunternehmen in Peru, 2008 (Quelle: Aranibar, 2008)

Laut dem peruanischen Abfall-Gesetz 27314 und der zugehörigen Verordnung werden die industriellen Abfälle agroindustriellen Ursprungs, Bauabfälle, bei Bausanierungsaktivitäten anfallender Abfall und gefährliche Abfälle nicht durch das Ministerium für Umwelt, sondern durch die für seinen Bereich zuständigen Ministerien bewertet, geprüft und sanktioniert. Dies wird Sektor-Kompetenz genannt.

In dem Sektor Abfallmanagement sind vier Ministerien involviert. Das Ministerium für Gesundheit, das Ministerium für Bergbau, das Ministerium für Produktion (Fischerei- und Produktion Sektor) sowie das Ministerium für Wohnung und Bau.

Abbildung 1.12 zeigt eine Gesamtsicht der kommunalen Abfälle (nicht gefährliche und gefährliche Abfälle) von unterschiedlichen Sektoren.

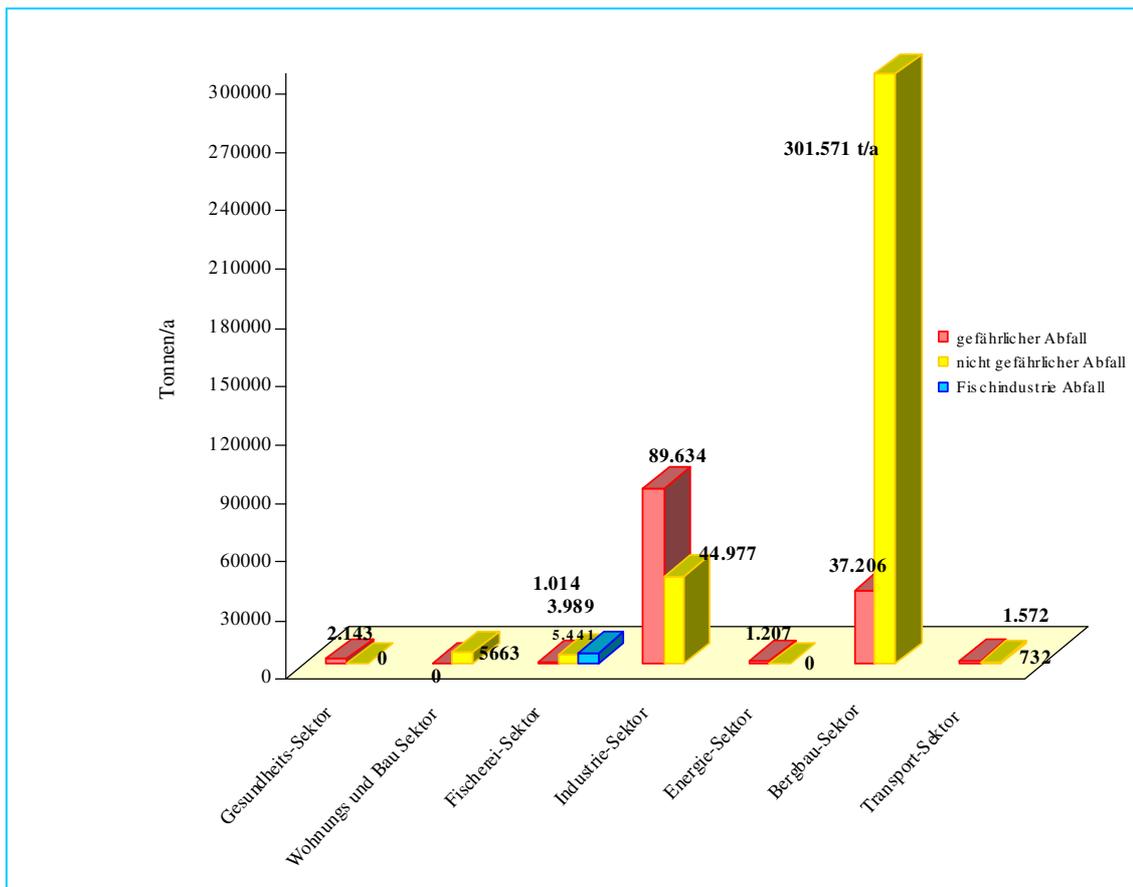


Abb.1.12. Nicht kommunale Abfälle in Peru, 2007 (Quelle: Aranibar, 2008)

Das Ministerium für Fischerei und das Ministerium für Produktion haben Daten betreffend Abfallmenge der unterschiedlichen Industrien im Jahr 2007 veröffentlicht. Auch das Ministerium für Produktion präsentierte Informationen der nicht gefährlichen als auch gefährlichen Abfälle (Abb. 1.13, 1.14, 1.15, 1.16).

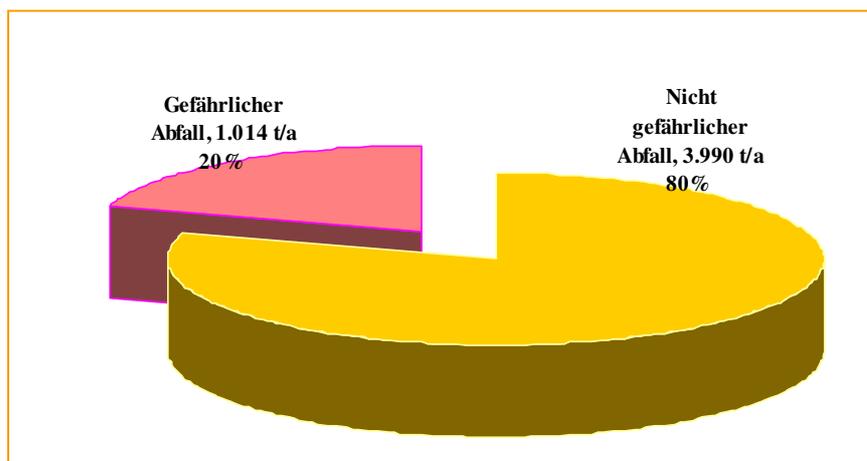


Abb.1.13. Abfallerzeugung im Fischereiindustrie Bereich, Peru, 2007 (Quelle: Aranibar, 2008)

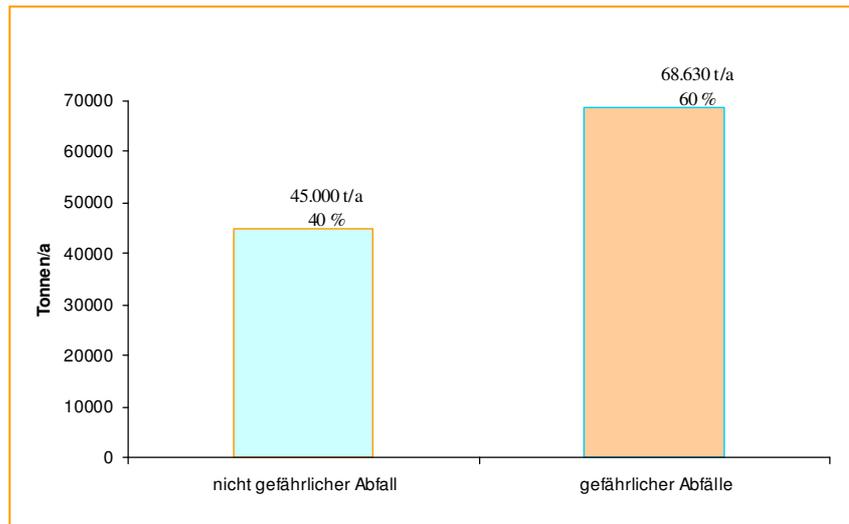


Abb.1.14. Abfallerzeugung im Industrie Bereich (Quelle: Aranibar, 2008)

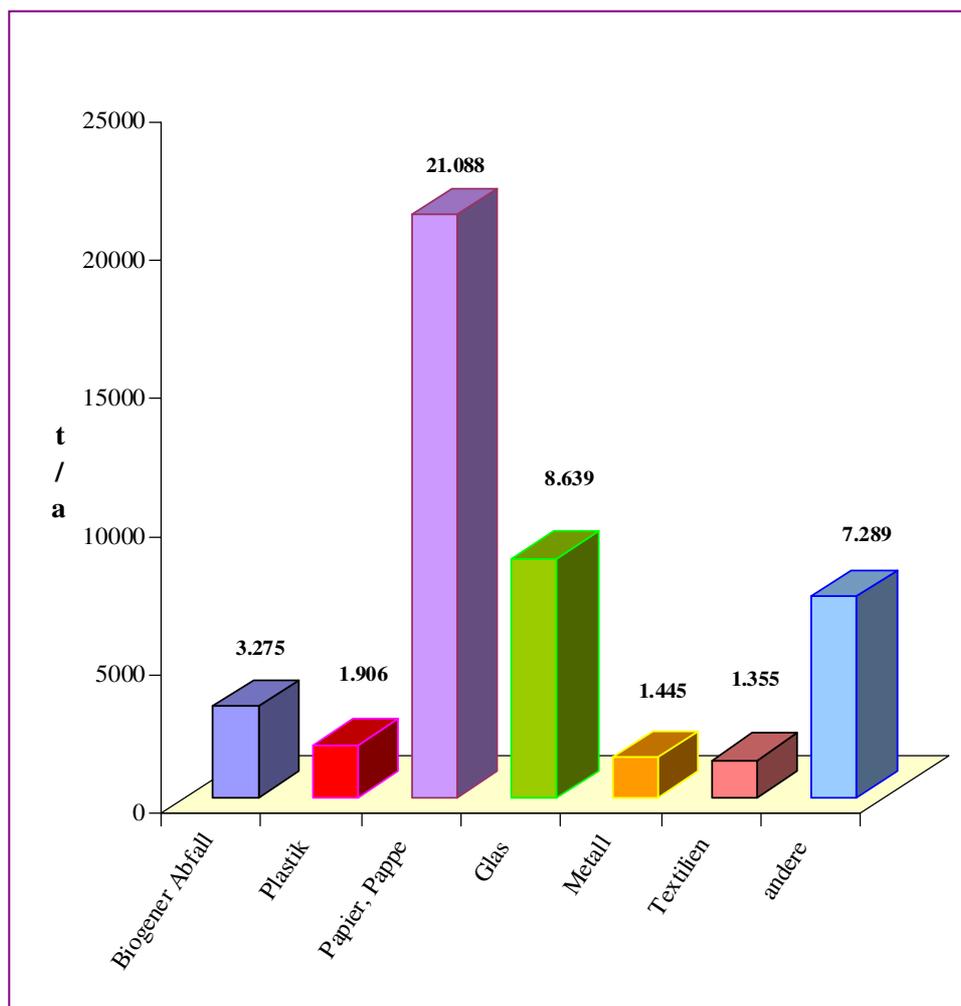


Abb.1.15. Abfallmenge im Industrie Bereich hinsichtlich nicht gefährlicher Abfall, Peru, 2007 (Quelle: Aranibar, 2008)

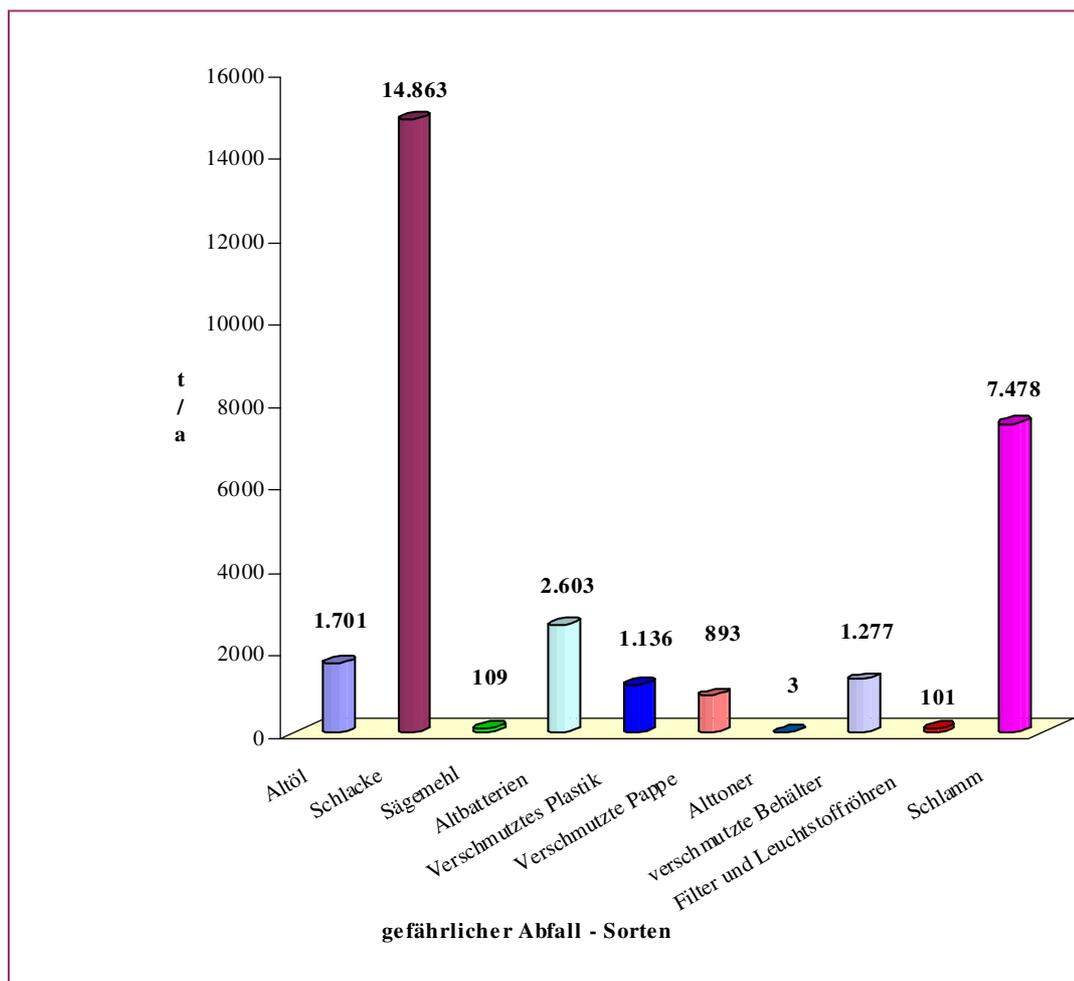


Abb.1.16. Abfallmenge im Industrie Bereich hinsichtlich gefährlicher Abfall in Peru, 2007 (Quelle: Aranibar, 2008)

## 1.4.5 Bisherige Entwicklung zum Abfallgesetz

In den letzten Jahren hat Peru gute Fortschritte im Bereich der Umwelt gemacht, die sich in zwei wichtigen Tatsachen manifestieren. Im Juli 2000 erfolgte die Bekanntgabe des allgemeinen Abfall-Gesetzes 27314 und die zugehörige Verordnung und im Mai 2008 die Etablierung des Umweltministeriums.

### 1.4.5.1 Entstehung des peruanischen Umweltministeriums

Im Juni 2008 wurde die Schaffung des Umweltministeriums mit dem Gesetzesdekret 1013 verabschiedet, mit dem Hauptziel der Erhaltung der Umwelt unter Berücksichtigung einer effizienten Nutzung der Ressourcen sowie der Entwicklung der Bevölkerung und der Versuch, gleiche ausgewogene Rahmenbedingungen für die künftigen Generationen zu schaffen.

Das neue Ministerium ist wie folgt organisiert

- Es sind zwei Vize-Ministerien eingeplant, Strategische Weiterentwicklung der natürlichen Ressourcen sowie Umweltmanagement.

- Sowohl das Geophysikalische Institut als auch das Institut zur Erforschung des peruanischen Amazonas (IIAP) und der Nationale Service für Meteorologie und Hydrologie (SENAMHI) sind als öffentliches ausführendes Verwaltungsorgan zugeordnet.
- Zwei öffentliche Körperschaften werden dem Umweltministerium angegliedert, die Agentur für Umwelt-Beurteilung und Audit und der Nationale Service für Schutzgebiete (National Nature Protection Service).
- CONAN und INRENA (Naturschutzgebiete-Verwaltung) werden ebenso dem Umweltministerium eingegliedert.
- Die regionalen Regierungen erstellen die regionalen Umwelt-Kommissionen und ähnlich den lokalen Regierungen die städtischen Umwelt-Kommissionen.
- Das Ministerium wird die Erfüllung dieser Ziele im Rahmen der Umweltpolitik unterstützen.

Obwohl das Ministerium für Umwelt ein weiterer Schritt in Richtung Modernisierung des peruanischen Staates ist, fehlen zu einer effektiven Umsetzung noch viele spezifische Verordnungen.

Ein Aspekt, der den Fortschritt in der Verbesserung der Abfallsituation erschwert, ist, dass die Überwachung nicht vollständig dem Umweltministerium untersteht, sondern andere Ministerien viele Abfallkompetenzen haben.

In Peru gibt es Kompetenzen und Verantwortlichkeiten im Abfallmanagement, die in Tabelle 1.10 illustriert sind.

Tab.1.10. Öffentliche Institutionen des Abfallwirtschaftssektors in Peru

Institutionen	
Bundesinstitutionen	Umweltministerium (CONAM, INRENA: Instituto Nacional de Recursos Naturales) Ministerium für Gesundheit (DIGESA: Direccion General de Salud) Ministerium für Landwirtschaft Ministerium für Produktion Ministerium für Bergbau Ministerium für Wohnung und Bauen
Regionale Institutionen	Regionale Regierungen
Gemeinde (lokal)	Lokale Regierungen Abteilung der kommunalen Reinigung Überwachung der kommunale Reinigung, Gemeinde Lima (SUMSELL)
Private Sektoren	ONGs: (private Organisationen) IPES Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente
Andere	Universitäten

### 1.4.5.2 Allgemeines Abfallrecht Peru

Mit der Schaffung des Ministeriums für Umwelt in Peru wurde das peruanische allgemeine Abfallrecht 2000 im Juni 2008 modifiziert.

Das Ziel dieser Änderungen ist die Förderung der Entwicklung der Abfall-Infrastruktur, um der steigenden öffentliche und privaten Nachfrage nachzukommen.

Ebenso werden mit dem neu gegründeten Ministerium für Umwelt einige Abfallmanagement-Kompetenzen vom Ministerium für Gesundheit (DIGESA) in das neue Ministerium für Umwelt übertragen (Umweltministerium Peru 2009).

Die bedeutendsten Änderungen sind folgende:

#### Zuständigkeit des Ministeriums für Umwelt

Artikel 5 des erwähnten Gesetzes regelt die Aufgaben der *Nationalen Kommission für Umwelt (CONAM)*.

Mit der Schaffung des Umweltministeriums wurde CONAM zwar ersetzt, die Kompetenzen des Gesetzes bleiben aber und es wird eine neue Kompetenz hinzugefügt, die Nationale Politik für feste Abfälle umzusetzen.

#### Kompetenzen der Sektorbehörden

Der geänderte Artikel 6 des Gesetzes besagt: Falls sich die notwendige Infrastruktur für die Behandlung und Endlagerung von Abfällen sich außerhalb der industriellen oder produktiven Bereiche oder Konzessionsbereiche oder Eigentümer des Projekts befindet, wird die Genehmigung der Umweltverträglichkeitsprüfung einer vorhergehenden und positiven Stellungnahme des Ministeriums für Gesundheit (DIGESA) unterworfen.

#### Kompetenzen der Behörde für Gesundheit

Vor der Gesetzesänderung waren fünf Funktionen für das Ministerium für Gesundheit festgelegt. Diese fünf Funktionen blieben und zwei Funktionen werden ergänzt: Eine positive Stellungnahme zu technischen Umwelt-Studien abzugeben und die Infrastrukturprojekte für feste Abfälle zu genehmigen.

Darüber hinaus war das Ministerium für Gesundheit ermächtigt die Erfassung der Abfallmanagement-Unternehmen und abfallvermarktenden Unternehmen zu verwalten und zu aktualisieren.

#### Die Rolle der regionalen und kommunalen Regierungen

Mit der jüngsten Änderung des Gesetzes wurden Kompetenzen aus der regionalen Regierungen übertragen, die für die kommunale Abfallwirtschaft in ihrem Zuständigkeitsbereich verantwortlich sind.

Ebenso priorisieren sie die öffentlichen oder öffentlich/privat gemischten Investitionen in Programmen zur Errichtung der Infrastruktur für feste Abfälle in Abstimmung mit entsprechenden Gemeinden der Provinz.

Die Gemeinden sind verantwortlich für das Abfallmanagement der entstehenden kommerziellen, kommunalen Abfälle und allen Tätigkeiten in ihrer Zuständigkeit.

Sie führen die Regulierung und Kontrolle der Abfalldienstleistungen, die Genehmigung der Infrastrukturprojekte und Genehmigung für den Betrieb der Abfallinfrastruktur durch.

Ebenso können die Gemeinden Abfall-Serviceverträge mit Unternehmen, die im Ministerium für Gesundheit registriert sind, abschließen.

#### Abfall vermarktende Unternehmen

Artikel 27 des Gesetzes erwähnt keine Abfall vermarktenden Unternehmen.

Im Gegensatz dazu werden in der jüngsten Änderung, die Abfall-Marketing-Aktivitäten durch die Abfall vermarktenden Unternehmen, die im Ministerium für Gesundheit registriert sind, angeführt.

#### Überwachung

Der Begriff Audit (Überprüfung), der in Artikel 34 des Gesetzes geregelt war, wurde insofern geändert, als er nun den Prozess bezeichnet, der von regionalen und kommunalen Regierungen in Übereinstimmung mit den Normen von diesen Sektoren durchgeführt wird.

#### Abfall-Deklaration, Abfallhandhabung -Plan und Abfall-Manifest

Abfallerzeuger des nicht kommunalen Abfallmanagement-Bereiches überweisen der Überwachungsbehörde die von Gesetz erforderlichen Unterlagen, wie die jährliche Abfallmanagement-Deklaration, den Abfallhandhabungs-Plan und das Abfall-Manifest.

#### Kompetenzen für Überwachung und Kontrolle

Mit dem Gesetzesdekret 1065 wurden drei Absätze zu Artikel 49 hinzugefügt, in denen für die Überwachung, Ausübung staatsanwaltlicher Befugnisse und Bestrafung zuständige Behörden das Umweltministerium, der Wohnungssektor, Stadtanierungssektor sowie regionale und kommunale Regierungen genannt werden.

## 1.5 ÖSTERREICH - ALLGEMEINES

Österreich, die bundesstaatlich organisierte parlamentarische Republik in Mitteleuropa besteht aus neun Bundesländern. Das Land ist seit 1955 Mitglied der Vereinten Nationen und seit 1995 Mitglied der Europäischen Union.

Tabelle 1.11 zeigt allgemeine Informationen und vergleicht Österreich und Peru; die soziale und wirtschaftlichen Parameter beider Länder sind in der Tabelle 1.13 und 1.14 dargestellt.

Tab.1.11. Allgemeine Information von Österreich und Peru im Vergleich (Quelle: wikipedia, 2009)

	<b>Österreich</b>	<b>Peru</b>
Hauptstadt	Wien	Lima
Staatsform	Parlamentarische Republik	Republik
Fläche	83.871 km <sup>2</sup>	1.285.220 km <sup>2</sup>
Einwohnerzahl	8,3 Mio.	28 Mio. (2006)
BIP Total (Nominal) (2007)	€ 283 Mrd.	€ 82 Mrd

Das Bruttosozialprodukt Österreichs betrug im Jahr 2004 ca. 231,8 Mrd. Euro. Bemerkenswert dabei ist, dass nur 2 % des BIP aus der Landwirtschaft stammen und darin 1% der Bevölkerung beschäftigt ist. In Gegensatz dazu sind es in Peru 8 % (Tab. 1.12).

Tab.1.12. Anteile am Bruttosozialprodukt und der Erwerbstätigkeit, Österreich-Peru (Quelle: wikipedia, 2009)

Tätigkeiten	Österreich		Peru
	Bruttosozial- Produkt %	Beschäftigte %	Beschäftigte %
Industrie	33	27	27
Landwirtschaft	2	1	8
Dienstleistungen	65	68	65

In Bezug auf die Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts von Österreich und Peru sieht man einen bedeutenden Unterschied (Tab 1.13).

Tab.1.13. Entwicklung des nominellen Bruttoinlandsprodukts Österreich – Peru  
(Quelle: wikipedia, 2009)

	BIP absolut (in Mrd. €)				BIP je Einw.(in Tsd. €)			
	2004	2005	2006	2007	2004	2005	2006	2007
<b>Österreich</b>	237	245	257	283	29	29,8	30,4	45
<b>Peru</b>	-	60	70,5	82,3		2,2	2,4	2,5

In Bezug auf die Landwirtschaft hat Österreich eine kleinstrukturierte Landwirtschaft und versucht sich verstärkt auf Qualitätsprodukte zu spezialisieren.

Die österreichischen Bauern setzen verstärkt auf ökologische Landwirtschaft. Im Jahr 2008 bearbeiteten 20.000 Biobauern ca. 15 % der landwirtschaftlichen Fläche Österreichs. Mit einem Gesamtanteil von 10 % hat Österreich die höchste Dichte von biologischen landwirtschaftlichen Betrieben in der Europäischen Union (Lebensmittelministerium, 2009).

Die Zielsetzungen der österreichischen Agrarpolitik finden sich im Landwirtschaftsgesetz 1992. Als Mitglied der Europäischen Union wird unter anderem angestrebt, die natürlichen Lebensgrundlagen Boden, Wasser und Luft zu sichern, der Bevölkerung die bestmögliche Versorgung mit qualitativ hochwertigen Lebensmitteln und Rohstoffen zu bieten sowie den Schutz vor Naturgefahren zu unterstützen.

Die Hauptakteure der österreichischen Agrarpolitik werden in Tabelle 1.14 gezeigt.

Tab. 1.14. Hauptakteure der österreichischen Agrarpolitik  
(Quelle: Lebensministerium Österreich, 2009)

Österreich	Hauptakteure der Agrarpolitik
Öffentliche Institutionen	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft Ämter der Landesregierungen Landwirtschaftskammern Agrar Markt Austria (AMA) Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit
Freiwillige Organisationen	Bundesverband der Weinbautreibenden Bundesverband der Maschinenringe Zentrale Arbeitsgemeinschaft der österreichischen Rinderzüchter Land- und Forstwirtschaftsbetriebe Österreichs Bundesverband der Erwerbsgärtner Arbeitsgemeinschaft der landwirtschaftlichen Geflügelwirtschaft Schafzuchtverband und andere...
Andere	Universität für Bodenkultur in Wien

Das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Lebensministerium) ist für die bundesweite Ausrichtung bzw. die Abstimmung der Agrarpolitik im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik der Europäischen Union zuständig. Seine Kompetenzen sind im Bundesministeriengesetz geregelt und umfassen u.a. Aktivitäten in den Bereichen Landwirtschaftsförderung, landwirtschaftliches Beratungs-, Bildungs- und Forschungswesen, Marktordnung, Handelspolitik.

## Der Grüne Bericht

Der Grüne Bericht ist ein jährlicher Bericht und enthält die wirtschaftliche Situation der Landwirtschaft im abgelaufenen Kalenderjahr, gegliedert nach Betriebsgrößen, Betriebsformen und Produktionsgebieten (BMLFUW, 2008). Ebenso enthält es Maßnahmen im Sektor Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasser.

Unter Tiergesundheit und Lebensmittelsicherheit sind folgende Maßnahmen angeführt

- Schlachttier- und Fleischuntersuchung
- Hygieneüberwachung der Fleischlieferbetriebe
- Entsorgung und Verwertung von tierischen Abfällen
- Rückstandskontrolle bei Schlachttieren und bei Fleisch
- Tierseuchenüberwachung
- Tollwut und
- Tierschutz

Die Lebensmittelsicherheit erfordert Maßnahmen zur Futtermittelkontrolle und Pflanzenschutzmittelkontrolle.

Die österreichische landwirtschaftliche Industrie ist durch die Produktion und Weiterverarbeitung von materiellen Gütern oder Waren in Fabriken und Anlagen, verbunden mit einem hohen Grad an Mechanisierung und Automatisierung gekennzeichnet.

Die Herstellung von Lebensmitteln in Österreich unterliegt unter anderem einem komplexen Lebensmittelrecht und einer intensiven Lebensmittelkontrolle.

## 1.6 INDUSTRIEABWASSER

Der Wasserbedarf wird besonders in der Industrie immer höher. In der Produktion wird Wasser als Rohstoff, Reaktionspartner, Reinigungsmittel, Lösemittel, Hilfsmittel und als Energieträger (Kühlwasser) eingesetzt.

Weiters wird Wasser für die Sozialbereiche der Unternehmen wie Kantinen, Küchen, Wasch-, und Duschräume benutzt (ATV, 1999).

Anhand eines Beispiels von Deutschland erkennt man, dass vom industriellen Wasserverbrauch etwa 90 % als Abwasser anfallen, wegen des Verlustes. Das ist möglich, denn bei der Wassernutzung muss mit einem Verlust gerechnet werden. Betrachtet man den Abwasseranfall verschiedener Industriezweige, dann erkennt man, dass die Chemische Industrie den höchsten Abwasseranteil von 32% hat ( $3.539 \cdot 10^9 \text{ m}^3$  pro Jahr von gesamt  $10.943 \text{ m}^3$ ), gefolgt vom Bergbau 19 % ( $2080 \cdot 10^9 \text{ m}^3$  pro Jahr). Nahrungs- und Genussmittel erzeugten 4 % Abwasseranfall mit  $450 \cdot 10^9 \text{ m}^3$  pro Jahr (ATV, 1999).

Die Verwendung von Wasser zur Temperaturführung erfolgt in vielen Fällen indirekt. Abwasser aus dem Sozialbereich entspricht kommunalem Abwasser.

### 1.6.1 Innerbetriebliche Maßnahmen

Innerbetriebliche Maßnahmen zur Reduzierung von Wasser- und Abwassermengen und Schmutzfrachten sind Maßnahmen, die innerhalb der Betriebe mit dem oben genannten Ziel angewendet werden.

Die innerbetrieblichen Maßnahmen lassen sich in 4 Gruppen einteilen (ATV, 1985).

- Anwendung betrieblicher Produktionstechniken mit geringem oder ohne Wasserverbrauch und Abwasser- bzw. Schmutzfrachtenfall.  
Beispiele sind der Ersatz von Wasser, Trockenschälung, Trockenreinigung, organisatorische Maßnahmen, verbesserte Reinigungsverfahren.
- Mehrmalige Nutzung des Wasseraufkommens, wie Mehrfachnutzung, Kreislaufnutzung.
- Maßnahmen zur Wertstoffgewinnung und Stoffrückgewinnung, beispielsweise Gewinnung von Futtermitteln oder Eiweißstoffen aus Produktresten oder Produktionsabfällen und Rückgewinnung von Wertstoffen aus Abwässern oder Abfällen.
- Abwasservorbehandlungs- oder -behandlungsmaßnahmen zur Verringerung der Abwasserkonzentrationen für Indirekt- oder Direkteinleiter.

Weiters werden folgende allgemeine Maßnahmen betrachtet

- Schulung des Personals im sparsamen Umgang mit Wasser
- Änderung der Leitungsführung  
Beispielsweise die Erstellung von Rohrleitungsplänen für Wasser und Abwasser, Koordination von Kapazitäten und Produktionsprozessen mit kurzen übersichtlichen Produktwegen und Gestaltung von Tanks und Rohrleitungen zur Vermeidung von Produktresten.
- Armaturen  
z.B. der Einbau von Wasserzählern für alle Betriebsteile, Einsatz von Schnellschluß-, Spar- und Magnetventilen, Reduzierung der Schlauchanschlüsse auf 3/4", Verwendung von Zeitschaltuhren.
- Organisation  
Zur Organisation gehören z.B. die Kontrolle der Frisch- und Abwassermengen, die regelmäßige Wartung und sorgfältige Einstellung der Maschinen, Kontrolle von Leckagen, sowie die Abstimmung der Anlieferung mit der Kapazität des Betriebes zur Vermeidung von Wartezeiten.

### 1.6.2 Verfahrenstechnik der industriellen Abwasserreinigung

Die Auswahl des geeigneten Verfahrens zur Reinigung bzw. Vorbehandlung wird durch die Abwasserinhaltsstoffe beeinflusst.

Abwasser aus der industriellen Produktion kann mit anorganischen und organischen Stoffen in ungelöster, dispers gelöster und gelöster Form belastet sein (Tab.1.15 ) (ATV, 1999).

Tab.1.15. Abwasserbelastung

Stoffeigenschaft	Anorganisch	Organisch
ungelöst	Fest (flüssig)	Fest, flüssig
dispers gelöst	Dispersion	Dispersion, Emulsion
gelöst	ionogen, molekular	molekular, ionogen

Die ungelösten Stoffe lassen sich durch mechanische und physikalische Methoden (z.B. Sedimentation, Filtration) und die gelösten Stoffe durch biologische oder chemische Methoden (z.B. Fällung) eliminieren. Die gelösten Stoffe haben eine Teilchengröße von  $< 10^{-9}m$ , bei den ungelösten Stoffen unterscheidet man zwischen Dispersionskolloiden (Teilchengröße  $10^{-9} m - 10^{-7} m$ ) und Suspensa- und Schwebstoffen (Teilchengröße  $>10^{-7} m$ ).

In den meisten Fällen ist Abwasser nicht nur mit einem, sondern mit mehreren Stoffen belastet. Für die Reinigung dieser Abwässer ist eine Verfahrenskombination erforderlich, um das Reinigungsziel zu erreichen.

Tabelle 1.16 zeigt Verfahren und Verfahrenskombination, die zur Entfernung von ungelösten, dispers gelösten und gelösten Abwasserinhaltsstoffen zur Anwendung kommen (ATV, 1999).

Tab.1.16. Abwasserbelastung, Behandlungsverfahren und Verfahrensprinzip (ATV, 1999)

Stoffeigenschaft	Verfahren, Verfahrenskombination	Verfahrensprinzip
ungelöst	Trennung fest/flüssig	Physikalisch
	Trennung flüssig/flüssig	
dispers gelöst	Entstabilisierung, Flockung, Koaleszens	physikalisch
gelöst	Fällung, Umwandlung, Aufkonzentrierung	chemisch, chemisch/ biologisch physikalisch

Um energieaufwendige biologische Systeme zu entlasten bzw. um Betriebsschwierigkeiten zu verhindern werden partikuläre Abwasserinhaltsstoffe häufig mit mechanischen Verfahren vom Abwasser getrennt. Dies kann je nach Partikelgröße bzw. physikalischer Beschaffenheit der Stoffe durch Sieben, Filtern, Aufschwimmen und Absetzen erfolgen (ATV,1999).

Bei der Trennung fest/flüssig durch statische Verfahren nutzt man den Dichteunterschied der ungelösten Stoffe zum umgebenden Abwasser.

Die Elimination ungelöster, fester Abwasserinhaltsstoffe kann durch folgende Verfahren erfolgen: Sedimentation, Aufschwimmen, Flotation und Eindickung.

Weiters gibt es maschinelle Verfahren zur Trennung fest/flüssig. Sie beruhen auf zwei verschiedenen Prinzipien. Die Zentrifugation nutzt den Dichteunterschied der ungelösten Teilchen und des umgebenden Abwassers sowie die Beschleunigung.

Die zweite Möglichkeit ist die Filtration. Dabei erfolgt die Trennung durch den Einsatz von Membranen mit unterschiedlichen Porendurchmessern.

Bei der Elimination kolloid gelöster Stoffe geht es um feinst verteilte ungelöste Stoffe in fester oder flüssiger Form, die durch einen quasi-gelösten Zustand beschrieben werden können. Bei festen Stoffen spricht man von einer Dispersion, bei flüssigen Produkten von einer Emulsion.

Durch Entstabilisierung, Flockung und weitere Aufarbeitung bzw. Koaleszens können die festen bzw. flüssigen Stoffe nach dem bekannten Trennverfahren fest/flüssig bzw. flüssig/flüssig vom Abwasser abgetrennt werden.

Die Elimination gelöster Stoffe ist im Rahmen des Gewässerschutzes eine der wesentlichen Aufgaben für die Abwasserreinigung.

Für die anorganischen und organischen Stoffe kommen drei Grundprinzipien zur Anwendung. Diese sind der Abbau, die Umwandlung und Aufkonzentrierung, die auf biologischen, chemischen und physikalischen Reaktionen und Verfahren basieren (ATV, 1999).

Tabelle 1.17 zeigt die Systematik der Elimination gelöster Stoffe.

Tab. 1.17 Elimination gelöster Abwasserinhaltsstoffe-Verfahrensprinzipien, Verfahren (ATV, 1999).

Verfahrensprinzip	Verfahren
Biologisch Abbauen	aerob (oxidativ) anaerob (reduktiv)
Chemisch Umwandeln	Neutralisation Oxidation Reduktion Fällung Ionenaustausch
Physikalisch Aufkonzentrieren	Eindampfung Destillation Strippung Extraktion Adsorption Membranprozesse

Die Auswahl eines möglichen, geeigneten Verfahrensprinzips und einer möglichen Verfahrenskombination zur Lösung eines Abwasserproblems kann entweder durch Analogieschluss im Vergleich mit ähnlichen gelagerten Fällen, oder durch theoretische Überlegungen zum Lösungsverhalten der zu eliminierenden Stoffe im Wasser erfolgen (ATV, 1999).

### Eliminationsverfahren

Ziel des industriellen Gewässerschutzes ist es, anfallende belastete Abwässer durch additive Maßnahmen aufzubereiten, dass sie als ökologisch unbedenklich in den Vorfluter abgeleitet werden können. Dies geschieht durch Verfahren, die Abwasserinhaltsstoffe umwandeln oder gezielt eliminieren.

Diese Verfahren basieren auf chemischen, physikalischen und biologischen Prozessen, die eine Umwandlung, Aufkonzentrierung oder einen Abbau bewirken (Tab. 1.18, 1.19).

Tab. 1.18. Beispiele für Eliminationsverfahren (Quelle: ATV, 1999)

Abwasserinhaltsstoff	Vorbehandlung	Elimination	Aufkonzentrierung
anorganisch	<u>chemisch</u> Reaktion von $\text{Cr}^{+6} \rightarrow \text{Cr}^{+3}$	<u>chemisch</u> Fällung von $\text{Cr}(\text{OH})_3$	<u>physikalisch</u> Trennung <u>fest/flüssig</u>
	<u>chemisch</u> Gleichgewichtsveränderung durch Alkalisierung $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NH}_3$	<u>physikalisch</u> Strippung des $\text{NH}_3$	<u>physikalisch</u> Absorption des $\text{NH}_3$
organisch	<u>chemisch</u> Gleichgewichtsveränderung durch Ansäuern $\text{Phenolat} \rightarrow \text{Phenol}$	<u>physikalisch</u> Adsorption des Phenols an Aktivkohle	<u>chemisch</u> alkalische Desorption des Phenol als Phenolat
	<u>chemisch</u> Teiloxidation biologisch langsam abbaubarer Verbindung	<u>biologisch</u> Abbau	<u>physikalisch</u> Trennen fest/flüssig

Tab. 1.19 Systematik der Eliminationsverfahren (Quelle: ATV, 1999)

Verfahren	Chemisch	Physikalisch	Biologisch
pH-Wert-Einstellung (Neutralisation)	ja	nein	im Einzelfall <sup>2</sup>
Fällung	ja	nein	im Einzelfall <sup>3</sup>
Oxidation	ja	nein	ja
Reduktion	ja	nein	ja
Aufkonzentrierung	im Einzelfall <sup>1</sup>	ja	im Einzelfall <sup>4</sup>

(1: Ionenaustausch wird allgemein bei physikalischen Verfahren der Sorption eingeordnet, 2: durch gebildetes CO<sub>2</sub> beim biologischen Abbau organischer Stoffe, 3: Biomassenproduktion, Überschussschlamm, 4: Sorption an Biomasse)

### Chemische Verfahren

Die chemischen Verfahren der Abwassertechnik haben zum Ziel, anorganisch und organische Abwasserinhaltsstoffe so umzuwandeln.

Zu diesen Verfahren gehören die Änderung und Einstellung des pH-Wertes, Fällung, Oxidation, Reduktion und Aufkonzentrierung (Ionenaustausch).

### Physikalische Verfahren

Die physikalischen Verfahren der Abwassertechnik haben zum Ziel, anorganische und organische Abwasserinhaltsstoffe abzutrennen und aufzukonzentrieren, um sie in einem weiteren Verfahrensschritt für eine Verwendung oder Beseitigung gezielt aufbereiten zu können.

Diese Verfahren umfassen die mechanische Verfahren zur Abtrennung ungelöster Stoffe und andererseits die Verfahren zur Elimination gelöster Stoffe durch Phasengrenzflächeneffekte bzw. durch Membranen. Die Systematik der physikalischen Verfahren wird in Tabelle 1.20 gezeigt.

### Biologische Verfahren (Mudrack et al., 1994, Hartmann, 1992)

Die biologischen Verfahren der Abwassertechnik haben zum Ziel, organisch, aber auch anorganische Stoffe durch die Stoffwechsellätigkeit von Mikroorganismen abzubauen und aus dem Abwasser zu eliminieren.

Dabei kommen anaerobe, anoxische und aerobe Prozesse zur Anwendung. Für die biotechnologische Dimensionierung sind von Bedeutung die Stoffwechsel- und die Wachstumskinetik der Bakterien sowie ihre gezielte Rückhaltung im System.

Die Grundlage der biologischen Abwasserreinigung bildet die Nutzung des biologischen Prozesses der Selbstreinigung. Dabei sind drei Prozessschritte (a) die Adsorption, (b) die Resorption und (c) die Assimilation.

Die technische Lösung der biologischen Aerobverfahren ist eine Intensivierung des Selbstreinigungsprozesses durch Erhöhung der Masse der am Reinigungsprozess beteiligten Mikroorganismen im Reaktor. Notwendig dafür ist die Schaffung möglichst idealer Randbedingungen für die jeweiligen Mikroorganismengruppe.

Tab. 1.20. Systematik der physikalischen Verfahren (Quelle: ATV, 1999)

Stoff	Trennung	Verfahren
ungelöst	Mechanisch	
- fest	fest/flüssig	Sedimentation Flotation Zentrifugation Filtration
- flüssig	flüssig/flüssig	Sedimentation Aufschwimmen Flotation Koaleszenz
gelöst	Phasengrenzen	
- ionogen	Lösung/Dampf Lösung/Feststoff Lösung/Membran	Eindampfen Ionenaustausch Umkehrosiose
- molekular	Lösung/Dampf  Lösung/Flüssig Lösung/Fest Lösung/Membran	Destillation Strippung Extraktion Adsorption Ultrafiltration Umkehrosiose

Auf Grund unterschiedlicher Randbedingungen wird bei der biologischen Abwasserreinigung zwischen den Verfahren mit suspendierter Biomasse (Belebungsverfahren) und den Verfahren mit ortsfesten (immobilisierten), in einem Biofilm wachsenden, Mikroorganismen (Biofilm-, bzw. Festbettverfahren) unterschieden (Hartmann, 1992).

Der biologische Abbau von Schmutzstoffen erfolgt über die Stoffwechselprozesse der beteiligten Organismen. Grundsätzlich kann die biologische Abwasserreinigung sich nur auf solche Schmutzstoffe beziehen, welche die Organismen als Nährstoffquelle nutzen können.

Für den Zellstoffwechsel sind grundsätzlich erforderlich:

- eine Energiequelle für die Synthese der Zellbestandteile  
Sonnelicht (Fototrophie)  
Energiegewinn durch Oxidation anorganischer oder organischer Masse.
- ein Elektronen(Wasserstoff-)donator  
anorganisch (Lithotrophie)  
organisch (Organotrophie)
- eine Kohlenstoffquelle  
Kohlendioxid CO<sub>2</sub> (Autotrophie)  
Organische Substanzen

Die anaeroben Verfahren der Abwasserbehandlung werden vor allem zur Vorbehandlung organisch höher belasteter Abwässer eingesetzt. Unter den verfahrenstechnisch optimierten Bedingungen der anaeroben Abwasserbehandlung werden im Normalfall maximal 75 % der organischen Inhaltstoffe umgesetzt. Daher wird eine aerobe Abwasserbehandlung als zweite Stufe erforderlich.

Die anaerobe Abwasserbehandlung wird sowohl einstufig als auch zweistufig durchgeführt. Bei der zweistufigen Betriebsweise werden Versäuerung und Methanogenese getrennt.

## 2 PROBLEMSTELLUNG

Perus Abfallwirtschaftssystem befindet sich in einer Anfangsphase, ohne klare und spezifische Regelungen und Maßnahmen.

Es gibt keine nationalen Statistiken und nur wenig Daten in Bezug auf Abfallsorten, Behandlungskosten, wo und in welcher Quantität gesammelt wird. Im Agrarsektor und im agrarindustriellen Sektor ist die Situation besonders prekär. Die Agrarindustrie wächst und es gibt kaum Erfahrungen über Umwelttechnologien und biotechnologische Prozesse.

Im Rahmen dieser Dissertationsarbeit sollen Grundlageninformationen zur Evaluierung geeigneter biologischer Behandlungs- und Verwertungsverfahren für biogene Abfälle im Speziellen aus der Intensiv-Tierhaltung, der Geflügelproduktion, Schlachthäusern, Brauereien, den obstverarbeitenden und fischverarbeitenden Industriebetrieben erarbeitet werden.

Hierzu war vorerst eine Erhebung der peruanischen Ist-Situation hinsichtlich biogenem Abfall, gegliedert nach Branchen, Abfallarten, Abfallmengen und Anfallsorten vorgesehen.

Darauf basierend sollten am Beispiel Österreich geeignete Strategien biologischer Abfallbehandlung unter besonderer Berücksichtigung anaerober Verfahren erstellt werden sowie ein Programm zur Umsetzung unter realen Bedingungen in Peru erarbeitet werden.

Im Agrarsektor stellen insbesondere Kompostierung und anaerobe Vergärung (Methangärung) eine Alternative dar, um die organischen Abfälle zu stabilisieren, die organische Substanz in den natürlichen Stoffkreislauf zurückzuführen, den Kompost zu nutzen und im Fall der anaeroben Vergärung zusätzlich Energie (Biogas) zu produzieren.

Schließlich waren das mit den gewählten Verfahren erzielbare Verwertungspotenzial sowie das allenfalls erzielbare Energiepotenzial (Biogaspotenzial) für Peru abzuschätzen.

### 3 MATERIALIEN UND METHODEN

Die angewandte Methodik umfasst 3 Stufen

#### **Suche und Informationssammlung** durch

- Relevante Statistik der peruanischen Landwirtschaft
- Interviews mit peruanischen Spezialisten aus den folgenden Institutionen wurden geführt, um Informationen über die peruanische Landwirtschaft zu sammeln  
Ministerium für Landwirtschaft  
Umweltministerium  
Ministerium für Produktion  
Geflügel Betrieb San Fernando S.A  
Betrieb Frutos Peru (Obst)  
Schlachthaus La Colonial  
Universidad Nacional Agraria: Fakultät für Ökonomie, Fakultät für Landwirtschaft, Fakultät für Fischerei.
- Informationssammlung über die österreichische Umwelt und Landwirtschaft durch Interviews mit Experten des Lebensministeriums und der Universität für Bodenkultur Wien.

#### **Informationsverarbeitung**

Die Abfallmengen der Nahrungs- und Genussmittelindustrie wurden nach folgenden Kriterien abgeschätzt

- Die Information der Produktionsmengen der einzelnen Branchen stammt von zwei peruanischen Ministerien (Produktion und Landwirtschaft). Die Werte wurden anschließend aufsummiert und mit den Abfall- und Abwasserparametern einerseits von Peru und andererseits von Österreich und Europa nachgerechnet.
- Die ausgewählten Parameter waren BSB-Fracht, CSB-Fracht, Gülleanfall, Festmist sowie Abwasser- und Abfallanfall aus den landwirtschaftlichen Produktionszweigen.
- In manchen Fällen wurde der Durchschnitt von mehreren Kenndaten (Festmistanfall bei Geflügel und Schweinen; Abwasseranfall der Tierschlachtung, Wurstproduktion, Bierproduktion und Molkereiabwasser) eingesetzt, in anderen Fällen müssen Vergleichswerte verwendet werden z.B. bei Lamas und Alpakas, die mit Kennwerten von Schafen verglichen werden.

#### **Das resultierende Umweltprogramm für Peru**

Ein Umweltprogramm für Peru wurde vorgeschlagen, auf Grund geschätzter qualitativer und quantitativer Daten und anhand von Beispielen und Empfehlungen von befragten Experten.

### 3.1 KENNZAHLEN VERSCHIEDENER BETRIEBE

#### 3.1.1 Obstverarbeitung

Bei der Produktion von Fruchtsäften fallen im Wesentlichen Wasch- und Schwemmwasser aus der Obstwäsche, Wasch- und Spülwasser aus Mahlung der Früchte und Entsaftung der Maische, Kühlwasser und Brüdenkondensate, Abwasser aus der Reinigung von Leitungen, Tanks und Maschinen sowie Abwasser aus der Ein- und Mehrweg-Abfüllerei an (Tab. 3.1) (ATV, 2000).

0,53 m<sup>3</sup> Abwasseranfall pro Tonne Obst resultiert aus der Summierung der wichtigsten Prozesse der Obstverarbeitung

Tab. 3.1. Abwasseranfall von Obstverarbeitungsbetrieben (Quelle: ATV, 2000)

Obstverarbeitungsprozesse	Abwasseranfall m <sup>3</sup> /t Obst
Obstwäsche	0,143
Mühlenreinigung	0,009
Presse	0,02
Vakuum-Drehfilter (Schließwasser)	0,066
Konzentratanlage (Brüdenwasser)	0,286
Tankreinigung (Lager)	0,004
Schönungstrub (Reinigung)	0,002
<b>Summe</b>	<b>0,53</b>

Aktuelle Betriebswerte der Abwassermenge bei der Obstverarbeitung sind in Tabelle 3.2 zusammengestellt. Dieses Zahlenmaterial basiert weitgehend auf Messungen in größeren Betrieben. Spezifische Abweichungen (z.B. bei kleineren Betrieben, häufigen Produktwechseln, nur Lohnmostgeschäft usw.) können erheblich sein (ATV, 2000).

Die spezifische Schmutzfracht bei ausschließlicher Abfüllung von Obst- und Gemüsesäften ist neben dem abgefüllten Produkt sehr stark abhängig von der Gebindeart und -größe. Beispielweise verursacht Mehrweg-Abfüllung höhere Schmutzfrachten infolge der erforderlichen Flaschen- und Kastenreinigung und den dabei anfallenden Produktresten aus den Flaschen sowie der verbrauchten Reinigungslauge (Tab. 3.2).

Tab.3.2. Spezifische Menge und Fracht der Abwassermenge bei der Früchteverarbeitung (berechnet auf Basis der Mittelwerte) (Quelle: ATV, 2000).

Abwasseranfallstelle	Abwassermenge	BSB <sub>5</sub>	CSB
Obstwäsche Schwemm-/Wasch-Anlage	0,1 bis 0,3 m <sup>3</sup> /t Obst	2,01 kg/t Obst	3,39 kg/t Obst
Presse (Bandwaschwasser)	0,25 m <sup>3</sup> /t Obst	0,44 kg/t Obst	1,81 kg/t Obst
Aroma- und Konzentratanlage a. Brüdenkondensat mit Luftwasser b. Reinigung	0,8 bis 0,9 m <sup>3</sup> /1.000 l Produkt 0,009 m <sup>3</sup> /1.000 l Produkt	0,32 kg/1.000 l Produkt	0,85 kg/1.000 l Produkt 0,011 kg/1.000 l Produkt
Flaschenreinigung	0,3 m <sup>3</sup> /1.000 Einliter Flasche	0,29 kg/1000 Einliter Flasche	0,43 kg/1.000 Einliter Flasche
Abfüllung a. Mehrweg (Flaschen- Kastenreinigung, Füller, Pasteur b. Einweg-Glas c. Einweg-Packungen	1,1 bis 1,5 m <sup>3</sup> /1.000 l Getränk 0,52 m <sup>3</sup> /1.000 l Getränk 0,1 bis 0,2 m <sup>3</sup> /1.000 l Getränk	0,36 kg/1.000 l Getränk 0,04 kg/1000 l Getränk	0,57 kg/1.000 l Getränk 0,064 kg/1.000 l Getränk 0,024 kg/1.000 l Getränk
Tankreinigung (Vorspülwasser) CIP	0,5 m <sup>3</sup> /3.000 l Tank	0,48 kg/3t000 l Tank	1,1 kg/3.000 l Tank
Kasten-Waschanlage	0,67 m <sup>3</sup> /1.000 Kasten	0,008 kg/1.000 Kasten	0,019 kg/1.000 Kasten
Rückkühler	0,2 m <sup>3</sup> /1.000 Einliter Flasche	0,014 kg/1.000 Einliter Flasche	0,048 kg/1000 Einliter Flasche
Schönungstrub nach Aufbereitung	0,005 m <sup>3</sup> /t Obst	0,6 bis 0,7 kg/t Obst	1,18 bis 1,25 kg/t Obst

### 3.1.2 Molkerei

Molkereiabwasser stammt fast ausschließlich aus der Reinigung von Transport- und Produktionsanlagen und enthält bei den organischen Inhaltsstoffen zu mehr als 90 % Verschmutzungen aus Milch- und Produktresten. Die Abwasserbelastung ist für die Milchindustrie daher fast immer verbunden mit dem Verlust verwertbarer bzw. verkäuflicher Produkte. Hieraus resultiert stets ein hoher Anreiz für eine Abwasservermeidung durch innerbetriebliche Maßnahmen.

Das Betriebsabwasser milchverarbeitender Betriebe setzt sich im Wesentlichen entsprechend den Arbeitsschritten aus folgenden Anteilen zusammen (ATV 2000)

- Vorbehandlung (Separatorschlamm).
- Produktion (Tropfverluste, Reste, Mischphasen, verschmutzte Brüden, belastetes Kühlwasser, Wasser aus Vakuumerzeugung).
- Waschen (Kasein-Waschwasser bei Lab- und Säurekasein, Käsewaschwasser bei wenigen Käsearten).
- Reinigung (saure, alkalische und desinfizierende Reinigungslösungen; Vor- und Nachspülwasser für die Reinigung; geschlossene Leitungen; Apparate und Tanks).
- Qualitätsuntersuchungen (Laborabwasser).

Wichtige Kenndaten für unbehandeltes Molkereiabwasser enthält Tabelle 3.3. Je nach Produktionsprogramm, Betriebsweise und abwassertechnischer Sorgfalt der Betriebe können sehr unterschiedliche spezifische Abwassermengen wie BSB<sub>5</sub>-Frachten anfallen (ATV, 2000).

Tab.3.3. Kenndaten für Molkereiabwasser (Quelle: ATV, 2000)  
(TKN: total Kjeldahl nitrogen = organisch N + NH<sub>4</sub>-N.  
Ges. N = gesamt N

Parameter	Einheiten	Schwankungsbereiche (Tagesmischproben)
Schmutzwassermenge	m <sup>3</sup> /1.000 kg Milch	0,8 bis 2
BSB-Fracht	kg BSB <sub>5</sub> /1.000 kg	0,8 bis 2
BSB <sub>5</sub> Konzentration	mg BSB <sub>5</sub> /l	500 bis 2.000
CSB/BSB <sub>5</sub>	l	1,3 bis 2,2
TKN	mg N /l	30 bis 50
NO <sub>3</sub> -N	mg /l N	20 bis 130
BSB <sub>5</sub> /TKN	-	12 bis 20
BSB <sub>5</sub> /ges. N	-	3 bis 14
Gesamt-Phosphor	mg/l	10 bis 100
pH Wert	-	9 bis 10,5

### 3.1.3 Fischindustrie

Das Abwasser der fischverarbeitenden Industrie ist wie folgt zu charakterisieren: stark schwankende Belastung im Tages-, Wochen- und Jahresverlauf, sehr hohe Gehalte an echt und kolloidal gelösten organischen Stoffen, sehr hohe Gehalte an ungelösten Stoffen (insbesondere Eiweiße, Fette) und Anteile von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln.

Die Inhaltsstoffe, die z.B. aus Räucher- oder Reinigungsprozessen herrühren und als Einzelstoff in höheren Konzentrationen möglicherweise die biologische Aktivität im

Abwasser hemmen, haben in den untersuchten Teilströmen keine signifikante Auswirkung gezeigt.

Tabellen 3.4 und 3.5 stellen Parameter des Abwassers der Fischindustrie dar.

Tab.3.4. Zusammensetzung des Gesamtabwassers von Fischmehl Fabriken  
(Quelle: Pöppinghaus, 1984)

Beschaffenheit	Einheit	Werk 1	Werk 2
Gesamtschwefelstoffe	mg/l	1.718	617
Glühverlust	mg/l	1.982	470
Gesamtstickstoff	mg/l	689	126
Organischer Stickstoff	mg/l	121	48
Fett	mg/l	2.540	1.353
pH		6,3	6,1

Tab. 3.5. Mischabwasser der Fischindustrie (Quelle: ATV, 2000)  
(i.M: im Mittel)

Parameter		Frisch- und Frostfrisch	Konservenherstellung, Filetieren, Braten, Tunken (Hering, Makrelen)
Abwasseranfall	m <sup>3</sup> /t	8	2
CSB homog.	mg O <sub>2</sub> /l g CSB/l	i.M. 4.140 (1.140 bis 8.890)	i.M. 3.640 2.300 bis 6.200 i.M. 4,5 - 5,3
BSB <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /l g BSB <sub>5</sub> /l	i.M. 2.885 501 bis 5.970	i.M. 2.020 1.350 bis 2.950 iM. 2,5 - 2,7
NH <sub>4</sub> -N	mg NH <sub>4</sub> -N/l	i.M 90 14 bis 225	i.M 20 14 bis 21
P	mg P/l	i.M 70 18 bis 118	i.M 30 16 bis 39
Öle und Fette	mg Fett/l	i.M. 235 39 bis 678	i.M. 310 294 bis 322

### 3.1.4 Brauereien

Neuere spezifische Werte für abwassermengenspezifische CSB-Fracht und TM-Fracht aus fünf Brauereien sind Literaturwerten gegenübergestellt (Tab. 3.6).

Die in der Literatur angegebenen spezifischen Abwassermengen im Gesamtablauf der Brauereien liegen im Bereich von 0,25 bis 0,6 m<sup>3</sup>/hl VB (Verkaufsbier). Bei den spezifischen CSB-Frachten liegen nur zwei der untersuchten Brauereien in dem angegebenen Literaturwert bei Anwendung von Maßnahmen zum produktionsintegrierten Umweltschutz von 500 bis 1000 g CSB/hl VB.

Das Verhältnis von CSB-Fracht zu TM-Fracht (Trockenmasse) ergibt sich zu 0,75 bis 0,92.

Tab.3.6. Spezifische Abwassermenge, CSB, und TM-Fracht bei Brauereien  
 (Quelle: Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft, 1992 zitiert im ATV, 2000)  
 (\*zitiert im ATV, 2000)  
**VB:** Verkaufsbier, **k.A:** keine Angabe, **TM:** Trockenmasse. **Hl :** Hektoliter

Parameter	Einheiten	Brauerei Untersuchung von Heidermann, Rosenwinkel, Seyfried (1990 bis 1992)					Literatur Werte*
		1	2	3	4	5	
Spez. Abwassermenge	m <sup>3</sup> /hl VB	0,51	0,36	0,37	0,32	0,34	0,25 bis 0,6
Spez. CSB-Fracht	g/hl VB	1.175	855,7	2.002	794	1.239	500 bis 1.000
Spez. TM-Fracht	g/hl VB	1.272	66	1.481	1.066	1.319	k.a
		Heidermann, Rosenwinkel, Seyfried (1990 bis 1992)					
Spez. Schmutzfracht	kg BSB <sub>5</sub> /hl	0,79 – 1,24					

Für die Herstellung von 1 hl Bier mit einem Stammwürzegehalt von 11 % benötigt man etwa 17 kg Malz (Kunze, 1998) (Tab 3.7).

Entstehende Malztreber soll grundsätzlich nicht in das Abwasser gelangen. Treber können als hochwertiges Futtermittel in der Landwirtschaft verwendet werden. Aus 100 kg verarbeitetem Malz entstehen 125 kg nasse bzw. 30 kg trockene Treber, davon ca. 28 % Eiweiß und ca. 8 % Fett (Tab. 3.8).

Tab.3.7. Bedarf von Malz und Bierherstellung (Kunze, 1998)

Bierherstellung	Bedarf kg Malz/hl Bier
Malz	17

Tab.3.8. Zusammensetzung von Malztreber ( ATV, 1985)

Roh-Malz kg	Entstehende Malztreber (Nebenprodukt)				
	in kg		in % (TS)		
	nasse Treber	trockene Treber	Trockensubstanz	Eiweiß	Fett
100	125	30	20-25	28	8

## 3.2 STAND DER TECHNIK BEI BETRIEBEN DER LEBENSMITTEL- UND AGRARINDUSTRIE IN EUROPA AM BEISPIEL ÖSTERREICH

Die in den folgenden Kapiteln verwendete Literatur und das daraus entnommene Zahlenmaterial bildete die Grundlage für die Entwicklung des Umweltprogramms für Peru.

### 3.2.1 Begriffsdefinitionen

Die folgenden Definitionen sind im österreichischen Abfallwirtschaftsgesetz 2002 (AWG 2002) mit ausreichenden Details erklärt und man kann sie in der Internet-Adresse des Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft ([www.lebensministerium.at](http://www.lebensministerium.at)) abrufen.

#### **Abfall**

Abfälle (Abfallwirtschaftsgesetz, 2002) sind bewegliche Sachen, deren sich der Besitzer entledigen will oder entledigt hat oder deren Sammlung, Lagerung, Beförderung und Behandlung als Abfall erforderlich ist, um die öffentlichen Interessen nicht zu beeinträchtigen.

Der Begriff Abfälle im Sinne der Richtlinie über Abfälle erfasst Stoffe und Gegenstände, die zur wirtschaftlichen Wiederverwendung geeignet sind.

**Nebenprodukte** aus einem Gewinnungsprozess stellen keinen Abfall dar, wenn diese direkt ohne vorherige Bearbeitung wieder verwendet werden (Lebensministerium, 2009).

#### **Tierische Nebenprodukte (TNP)**

Tierische Nebenprodukte sind ganze Tierkörper, Tierkörperteile oder Erzeugnisse tierischen Ursprungs, die nicht für den menschlichen Verzehr bestimmt sind.

TNP stammen z.B. aus Schlachtung; Fleischverarbeitung; Milchverarbeitung; Lebensmittel-Einzelhandel (ehemalige Lebensmittel tierischen Ursprungs); Restaurants, Catering-Einrichtungen sowie Groß- und Haushaltsküchen (Küchen- und Speiseabfälle tierischen Ursprungs) und Landwirtschaft.

Gemäß EU-Verordnung werden drei Risiko-Kategorien an tierischen Nebenprodukten definiert. Jede dieser Kategorien umfasst weitere Fraktionen, die verpflichtenden Transport-, Verwertungs- und Beseitigungsmethoden zugeordnet werden (Tab. 3.9).

#### **Sonstige Abfälle**

Tabelle 3.10 stellt Beispiele der in Zusammenhang mit der Nahrungs- und Genussmittelindustrie sonstigen Abfälle dar.

Tab.3.9. Risiko-Kategorien an tierischen Nebenprodukten (Quelle: Lebensministerium Österreich, 2009)

<b>Kategorie</b>	<b>Beschreibung</b>
<p><b>Kategorie 1</b></p> <p>Diese Materialien stammen sämtlich aus Risikobereichen: Alle Körperteile von TSE (Transmissible Spongiforme Enzephalopathie)-verdächtigen Tieren</p>	<p>Heimtiere, Zootiere, Zirkustiere            Versuchstiere und Tiere für wissenschaftliche Zwecke            Wildtiere mit Verdacht auf übertragbare Krankheiten            Spezifizierte Risikomaterialien            Tiermaterialien aus der Abwasserbehandlung aus Kategorie-1-verarbeitenden-Betrieben            Küchen- und Speisereste von Beförderungsmitteln im grenzüberschreitenden Verkehr</p>
<p><b>Kategorie 2</b></p> <p>Diese Materialien stammen nicht aus Risikobereichen, betreffen jedoch sonstige eventuell tierseuchenrelevante Herkünfte oder mögliche Kontaminationen oder es handelt sich um tierische Nebenprodukte, die nicht unmittelbar aus der Lebensmittelgewinnung stammen oder Mängel aufweisen.</p>	<p>Magen- und Darminhalte            Tiermaterialien aus der Abwasserbehandlung (z.B. von Schlachthöfen).            Arzneimittel enthaltende tierische Produkte            Tiere bzw. Tierteile, die weder als Kategorie 1 gelten, noch für den menschlichen Verzehr geschlachtet werden (kranke Tiere, Tierseuche, etc.)            Kolostrum und genussuntaugliche (z.B. hemmstoffhaltige) Milch            Flotat-Schlämme bzw. Pressfilterrückstände von Mast- und Schlachtbetrieben            Gülle und Mist</p>
<p><b>Kategorie 3</b></p> <p>Diese Materialien waren grundsätzlich für den menschlichen Verzehr geeignet bzw. stammen aus Verarbeitungsprozessen, die keine Anzeichen einer übertragbaren Krankheit vermuten lassen</p>	<p>Schlachtkörperteile            Blut, Häute, Hufe, Federn, Wolle, Hörner, Haare und Pelze von Tieren, ohne klinische Anzeichen einer übertragbaren Krankheit            Knochen und Grieben            Blut von anderen Tieren als Wiederkäuern, die in einem Schlachthof geschlachtet wurden            Küchen- und Speisereste (einschließlich Altspeisefette), die für die Biogasanlage oder die Kompostierung bestimmt sind            Ehemalige Lebensmittel tierischen Ursprungs            Milch- und Milchprodukte sowie Abfälle und Nebenprodukte aus Molkerei- und Käseerei-betrieben            Eierschalen</p>

## 3.2.2 Gesetzliche Grundlage

### 3.2.2.1 Österreich

Die Beurteilung geeigneter Verwertungswege für biogene Abfälle in Österreich wird hinsichtlich sowohl der verfahrenstechnischen als auch der rechtlichen Rahmenbedingungen berücksichtigt (BMUJF, 1999).

Im Jahr 2002 wurde in Österreich das Ministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft um eine neue Aufgabe ((BMLFUW, Lebensministerium)

Tab.3.10. Sonstige Abfälle der Nahrungsmittelindustrie  
(Quelle: BMLFUW, 2009)

Nahrungs- und Genussmittelabfälle	Abfälle pflanzlicher und tierischer Fetterzeugnisse
überlagerte Lebensmittel, Spelze, Spelzen- und Getreidestaub, Würzmittelrückstände, Melasse, Teig, Rübenschntzel, Rübenschwänze, Tabakstaub, Tabakgrus, Tabakrippe Malztreber Malzkeime Malzstaub Hopfentreber Obst-, Getreide- und Kartoffelschlempe, Trüb und Schlamm aus Brauereien, Futtermittel, Trester u. A.	Ölsaatenrückstände, verdorbene Pflanzenöle, Wachse, Fette (z.B. Frittieröle), Emulsionen und Gemische mit pflanzlichen und tierischen Fettprodukten, Inhalt von Fettabscheidern, Molke, Produkte aus Pflanzenölen, Schlämme aus der Produktion pflanzlicher und tierischer Fette, Schlamm aus der Speisefettproduktion, Zentrifugenschlamm, Bleicherde, ölhaltig  Andere Abfälle aus der Verarbeitung und Veredelung tierischer und pflanzlicher Produkte Beispiele: Stärkeschlamm, Gelatineabfälle, Sudkesselrückstände (Seifenherstellung), Schlamm aus Seifensiedereien, Darmabfälle aus der Verarbeitung, Rückstände aus der Kartoffelstärkeproduktion, Rückstände aus der Maisstärkeproduktion, Rückstände aus der Reisstärkeproduktion

erweitert um die Verantwortung für Boden, Wasser, Luft und intakte Natur zusammenzufassen.

Dieses Ministerium spielt seit damals die wichtigste Rolle in der Erhaltung der Natur und der österreichischen Ressourcen.

Eine Reihe von Richtlinien (die in direktem oder indirektem Zusammenhang mit Abfall, Abwasserableitung und -behandlung stehen) wurde mit dem Beitritt Österreichs 1995 zur Europäischen Union wirksam bzw. wurden diese in der Zeit nach dem Beitritt beschlossen. Diese Richtlinien müssen durch entsprechende Gesetze und Verordnungen in Österreich umgesetzt werden.

Das Abfallwirtschaftsgesetz, die Abwasseremissionsverordnungen und Regelungen, die im Zusammenhang mit der Nahrungs- und Genussmittelproduktion stehen, befinden sich auf der Homepage des Ministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft ([www.lebensministerium.at](http://www.lebensministerium.at)) und die relevanten Teile für Nahrungs- und Genussmittelproduktion sind in Tabelle 3.11 gezeigt.

Tab. 3.11. Österreichische Regelungen für Abwasser und Abfall  
(Quelle: BMLFUW, 2009, \* Bischofsberger et al, 2005 )

<p>Österreichisches Recht</p> <p>Bestimmungen im Zusammenhang mit Nahrungs- und Genussmittelproduktion</p>	<p><b>1. Abfallwirtschaftsgesetz 2002 (AWG, 2002)</b></p> <p><b>Allgemeine Verordnungen</b></p> <p>Abfallwirtschaftskonzepte</p> <p>Personal Ausbildung</p> <p>Schutz der Böden bei Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft (Richtlinie 86/278/EWG)</p> <p>Chemikaliengesetz (BGBl. Nr. 53/1997)</p> <p><b>Verordnungen über Produkt- und abfallbezogene Maßnahmen</b></p> <p>getrennte Sammlung biogener Abfälle (BGBl N. 68/1992)</p> <p>Qualitätsanforderungen an Kompost aus Abfällen (BGBl. II Nr. 292/2001)</p> <p>Richtlinie für den Stand der Technik der Kompostierung</p> <p>Hygienebedingungen (EG) Nr. 1774/2002</p> <p>Tierische Nebenprodukte (EG) Nr. 1774/2002</p> <p>Anforderungen an die Vergärung und Kompostierung von tierischen Nebenprodukten .</p> <p>Küchen und Speiseabfälle</p> <p>Anforderung an Hygienisierung der tierischen Nebenprodukte</p> <p><b>Anlagebezogene Maßnahme (Stand der Technik )</b></p> <p>Deponieverordnung, BGBl. Nr. 164/1996)</p> <p>“Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen und über biologische Abfallbehandlungsanlagen“. BRD-(BGBl. I S. 305, 27.02.2001)</p> <p><b>Anaerobbehandlung:</b></p> <p>Anforderungen an die Hygienisierung und Auswirkungen der EG-Verordnung über tierische Nebenprodukte auf Biogasanlagen (TNP-VO.EG Nr. 1774/2002)</p> <p>Hygienebedingungen (EG) Nr. 1774/2002 Küchen- und Speiseabfälle (einschl. Altspisefette) aus der Sammlung von gewerblichen Gastbetrieben, Großküchen und Catering-Einrichtungen, sowie ehemalige Lebensmittel, die nicht mit unbehandelten, rohen tierischen Nebenprodukten in Kontakt waren, auch wenn diese ggf. über das System „Biotonne“ gesammelt werden.</p> <p>Weitere Abfälle zur Vergärung, die den Bestimmungen der Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 unterliegen oder mit sonstigen tierischen Anteilen (Abfallgruppe 925).</p> <p><b>2. Wasserrechtsgesetz</b></p> <p>Abwasseremissionsverordnung der:</p> <p>Fleischwirtschaft</p> <p>Milchwirtschaft</p> <p>Brauereien und Mälzereien</p> <p>Fischproduktionsanlagen</p> <p>Obst- und Gemüseveredelung</p> <p>Tiefkühlkost und Speiseeiserzeugung</p> <p>Bewilligungspflichtige Maßnahmen für das Ausbringen von Handelsdünger Klärschlamm, Kompost oder anderen Düngern</p> <p>Futtermittel</p> <p>Massentierhaltung</p>
<p>*Gesetze, Verordnungen Richtlinien für die Genehmigung und Betrieb der Anlage, Verwertung und Entsorgung zur Verwertung von Bioabfällen In Deutschland</p>	<p>Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG)</p> <p>Bioabfallverordnung (BioAbfV)</p> <p>Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) und Bundes-Bodenschutzverordnung</p> <p>Wasserhaushaltgesetz (WHG)</p> <p>Abwasserabgabegesetz (AbwAG)</p> <p>Bundes-Immisionsschutzgesetz (BImSchG)</p> <p>Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung</p> <p>Düngermittelgesetz</p> <p>Erneubare-Energien-Gesetz (EEG)</p> <p>EU-Veordnung 1774/2002. Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukt</p>

### **3.2.2.1.1 Österreichische Regelungen für Abfall (BMLFUW, 2006)**

#### **Zielsetzungen des österreichischen Abfallwirtschaftsgesetzes (BGBl N. 325/1990)**

Die Ziele der österreichischen Abfallwirtschaft liegen in der Vermeidung schädlicher, nachteiliger oder beeinträchtigender Wirkungen auf Menschen, Tiere, Pflanzen und deren Umwelt, in der Schonung von Rohstoffen und Energiereserven, in dem minimierten Verbrauch von Deponievolumen und in der Ablagerung möglichst reaktionsarmer Restabfälle, von denen kein Gefährdungspotential für nachfolgende Generationen ausgeht. Sie sind unter Berücksichtigungen ökonomischer und ökologischer Gesichtspunkte stofflich oder thermisch zu verwerten.

#### **Verordnung der getrennten Sammlung biogener Abfälle (BGBl N. 442/1992)**

Diejenige biogene Abfälle sind zu sammeln, die aufgrund ihres hohen organischen, biologisch abbaubaren Anteils im Wege der aeroben und anaeroben Behandlung verwertet werden. Solche Abfälle werden von der getrennten Sammlung ausgenommen, welche aufgrund ihres Schadstoffgehaltes eine Verwertung der übrigen biogenen Abfälle erschweren.

#### **Deponieverordnung (BGBl N. 164/1996)**

Die Deponieverordnung regelt die Anforderungen an die obertägige Ablagerung von Restabfällen, wobei Abfälle mit einem organischen Anteil, TOC mit  $> 5\%$  TM, nicht mehr abgelagert werden dürfen. Eine Ausnahme besteht bezüglich der Ablagerung von Abfällen aus der mechanisch – biologischen Abfallvorbehandlung, sofern deren Brennwert  $H_o < 6000$  kJ/kg TM beträgt.

#### **Kompostverordnung über Qualitätsanforderungen an Komposte aus Abfällen ((BGBl. II Nr. 292/2001)**

Die Verordnung regelt die Qualitätsanforderungen an Komposte aus Abfällen, die Art und die Herkunft der Ausgangsmaterialien, die Kennzeichnung und das In-Verkehr-Bringen sowie das Ende der Abfalleigenschaft von Komposten aus Abfällen

#### **Gütekriterien für Komposte aus biogenen Abfällen (ÖN 220)**

Die Beurteilung erfolgt nach der ÖN 220 Gütekriterien für Komposte aus biogenen Abfällen.

In Abhängigkeit der Qualität (Herkunft, Sortenreinheit) der Ausgangsmaterialien werden im Zuge der aeroben und/oder anaerob/aeroben Verwertung biogener Abfälle Komposte unterschiedlicher Qualitätsklassen hergestellt.

Dabei werden je nach Reifegrad werden die Qualitäten A, A<sup>+</sup>, B und je nach Schwermetallbelastung die Qualitäten I und II unterschieden.

#### **Grossen Anteil an biogenen Abfällen**

Für einen großen Anteil an biogenen Abfällen im gewerblichen Bereich, der unter natürlichen Bedingungen einem aeroben oder anaeroben mikrobiellen Zersetzungsprozess unter Bildung von gasförmigen, flüssigen, staubförmigen Emissionen unterliegt, gelten die Ziele des Abfallwirtschaftsgesetzes und Vorgaben der Deponie Verordnung. Grundsätzlich lassen sich biogene Abfälle hinsichtlich ihres Mengenfalles nicht vermeiden, nachdem sie

bei der Zubereitung von Nahrungsmitteln, in Form von Speiseresten, aufgrund land- und forstwirtschaftlicher Tätigkeiten oder im Rahmen der Grünraum- und Landschaftspflege entstehen.

Im Zuge von Produktions- und Verarbeitungsprozessen besteht die Möglichkeit, Rückstände, direkt zu recyceln oder in Form von Futter- oder Düngemitteln zu verwerten. Demnach fallen Sachen, die nach dem Ende ihrer bestimmungsgemäßen Verwendung im unmittelbaren Bereich des Haushaltes oder der Betriebsstätte auf eine zulässige Weise verwendet oder verwertet werden, beispielsweise Mist, Jauche, Gülle und organisch kompostierbares Material, sofern diese im Rahmen eines land- und forstwirtschaftlichen Betriebes anfallen und im unmittelbaren Bereich einer zulässigen Verwendung zugeführt werden, nicht unter der Begriff Abfall zu behandeln.

### **Anforderungen an die Hygienisierung und Auswirkungen der EG-Verordnung über tierische Nebenprodukte auf Biogasanlagen**

Die tierische Nebenprodukte-VO [TNP-VO] (EG) Nr. 1774/2002 ist in 3 Kategorien eingeteilt.

Die Verordnung definiert für ihre Verwertung spezielle Anforderungen an Ausstattung und Betrieb sowie Endprodukte (Gärrest) von Biogasanlagen.

Die Behandlung von tierischen Nebenprodukten der Kategorie 1 in Biogasanlagen ist nicht zulässig.

Mit Ausnahme von Gülle, Magen- und Darminhalten (von Magen und Darm getrennt), Milch und Kolostrum (ohne Vorbehandlung zugelassen, sofern keine Gefahr der Verbreitung von schweren Krankheiten besteht) müssen alle tierischen Nebenprodukte der Kategorie 2 vor Verarbeitung in einer Biogasanlage einer Dampfdrucksterilisation bei  $\geq 133$  °C,  $\geq 3$  bar, Partikelgröße  $< 50$  während mindestens 20 Minuten (ab Erreichen der Kerntemperatur von 133 °C) in einem dafür zugelassenen Betrieb unterzogen werden (Homepage von BMLFUW, 2009)

Für Küchen- und Speiseabfälle und ehemalige Lebensmittel, die nicht mit unbehandelten, rohen tierischen Nebenprodukten in Kontakt waren, gelten nationale Anforderungen.

Für die Behandlung von anderen tierischen Nebenprodukten der Kategorie 3 gilt Folgendes:

- Eine thermische Pasteurisierung hat bei 70 °C, während 60 Minuten bei einer Partikelgröße  $< 12$  mm in einer geeigneten Einrichtung zu erfolgen. Alternativ dazu besteht gemäß Verordnung (EG) Nr. 208/2006 die Möglichkeit einer Systemvalidierung zur Anerkennung auch anderer Prozesse.
- Neben der verpflichtenden thermischen Behandlung definiert die TNP-VO in Artikel 15 bzw. Anhang VI zahlreiche weitere, verpflichtende, teilweise weit reichende Verfahrensbedingungen für den Betrieb von Biogasanlagen und Hygieneanforderungen an das Endprodukt.
- Die Verordnung fordert zur Vermeidung von Infektionen eine strikte örtliche Trennung von Tierhaltung und Biogasanlage. Der Transport, die Zwischenlagerung, notwendige Vorbehandlungen (Zerkleinerung, Pasteurisierung) sowie Verarbeitung in der Biogasanlage werden von der Verordnung strikt geregelt. Ebenso die erforderlichen Reinigungsbereiche, Reinigungsgeräte, Desinfektionsbereiche, Ungezieferbekämpfung, Aufzeichnungspflichten, Hygienekontrollen sowie einwandfreie Wartung aller Installationen und laufende Eichung aller Messgeräte. Alle Biogasanlagen müssen weiters über ein behördlich zugelassenes Labor verfügen oder die Dienste eines externen, zugelassenen Labors in Anspruch nehmen.

Die Hygienisierungsanforderungen für Küchen- und Speiseabfälle gemäß Artikel 6 (1)(l) sowie von ehemaligen Lebensmitteln, die nicht mit unbehandelten, rohen tierischen Nebenprodukten in Kontakt waren gemäß Artikel 6(1)(f) der Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 werden differenziert nach thermophil und mesophil arbeitenden Biogasanlagen beschrieben. Die Behandlungsvorschriften für biogene Abfälle, die weitere tierische Nebenprodukte der Kategorie 2 bzw. der Kategorie 3 (Artikel 6 (1) (a-k) Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 enthalten, sind in der Richtlinie für den Stand der Technik der Kompostierung beschrieben und unterliegen darüber hinaus den Anforderungen gemäß Tiermaterialien Gesetz (TMG) BGBl. I Nr.141/2003.

Grundsätzlich gilt bei der gemeinsamen Behandlung von Materialien verschiedener Gruppen immer die jeweils höchste zutreffende Behandlungsvorschrift.

Tabelle 3.12 zeigt die Kategorisierung und Beispiele tierischer Nebenprodukte bzw. allgemeine Anforderungen an Biogasanlagen.

Tab. 3.12. Kategorisierung und Beispiele tierischer Nebenprodukte bzw. allgemeine Anforderungen an Biogasanlagen (Quelle: Homepage von BMLFUW, 2009)

Kategorie	Tierische Nebenprodukte	Anforderungen an Biogasanlage
<b>1</b>	TSE verdächtige Tiere und Materialien, SRM, tierische Materialien mit Umweltkontaminanten, Küchen- und Speiseabfälle aus grenzüberschreitendem Verkehr, bestimmte Abwasserfraktionen aus Wiederkäuer- Schlachtbetrieben oder Kategorie 1 – Verarbeitungsbetrieben	Nicht zulässig in Biogasanlage
<b>2</b>	Gülle, von Magen und Darm getrenntem Magen- und Darminhalt; Milch und Kolostrum, sofern nach Ansicht der zuständigen Behörde keine Gefahr der Verbreitung einer schweren, übertragbaren Krankheit von ihnen ausgeht	Zulassung nach Art. 15 TNP-VO. Ohne Vorbehandlung in Biogasanlage erlaubt.
	Verendete oder nicht für den Verzehr (Seuche) geschlachtete Tiere, Tierkörperpartikel > 6 mm aus dem Abwasserstrom von Schlachthöfen oder Kategorie 2 - Verarbeitungsbetrieben, Ausschließlich Abwasser aus Kategorie 2 Schlachthöfen (Nicht-Wiederkäuer)	Zulassung und Hygieneanforderungen nach Art. 15 TNP-VO. Nach einer Dampfdrucksterilisation und Kennzeichnung (mit Geruch) erlaubt
<b>3</b>	Genusstaugliche, TNP- haltige Abfälle der Lebensmittelindustrie; Schlachtabfälle schlachtauglicher, jedoch als genussuntauglich abgelehnter Tiere; Genusstaugliche, nicht verkaufsfähige Lebensmittel aus tierischen Rohstoffen; Diverse Nebenprodukte gesunder Tiere (Häute, Hufe, Federn, Schalen, Pelze, Milch, Fischabfälle) ohne Anzeichen übertragbarer Krankheiten	Zulassung und Hygieneanforderungen nach Art. 15 TNP-VO
	A. Material aus der getrennten Sammlung biogener Abfälle („Biotonne“) gemäß der Verordnung BGBl. Nr. 68/1992, inklusive der hierin enthaltenen Küchen und Speiseabfälle	Behandlung nach nationalen Vorschriften (vorbehaltlich Beschränkungen auf Grund tierseuchenrechtlicher Maßnahmen)
	B. Küchen- und Speiseabfälle (einschl. Altspisefette) aus der Sammlung von gewerblichen Gastbetrieben, Großküchen und Catering- Einrichtungen, sowie ehemalige Lebensmittel, die nicht mit unbehandelten, rohen tierischen Nebenprodukten in Kontakt waren, auch wenn diese ggf. über das System „Biotonne“ gesammelt werden	Zulassung gemäß § 3 TMG . Bevorzugt in Biogasanlagen zu verwerten. Zusätzliche Behandlungsanforderungen nach nationalen Vorschriften

### 3.2.2.1.2 Österreichische Regelungen für Abwasser (Kodex, 2007)

#### Abwasseremissionsverordnungen

In Bezug auf den Schutz des Wassers gibt es in Österreich Abwasseremissionsverordnungen (AEV) für die Abwassereinleitung in Kanalisationsanlagen und in Fließgewässer u.a. folgender Branchen: Fleischwirtschaft, Milchwirtschaft, Brauereien und Mälzereien, Obst-, Gemüseveredelung Tiefkühlkost-, Speiseeiserzeugung, Fischproduktionsanlage, Intensivtierhaltung (Tab. 3.13, 3.14).

In den branchenspezifischen Verordnungen wird auch immer auf den Stand der Technik hingewiesen, wobei dazu jeweils konkrete innerbetriebliche Maßnahmen zur Vermeidung, Verwertung und Rückhaltung von Abwasserinhaltsstoffen angeführt werden. Diese wurde in Kapitel 1.6.1 dargestellt

#### Andere Regelungen

##### Stickstoff-Begrenzung Laut WRG § 32

Laut des österreichischen AWG bedürfen eine Bewilligung insbesondere „das Ausbringen von Handelsdünger, Kompost oder andere Düngung, soweit die Düngergabe auf landwirtschaftlichen Nutzflächen mit Gründdeckung einschließlich Dauergrünland oder mit Stickstoffzehrenden Fruchtfolgen 210 kg Stickstoff je Hektar und Jahr übersteigt.

Weiters gibt es eine Verordnung des Ministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über ein Aktionsprogramm zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrate aus zugelassenen landwirtschaftlichen Quellen (Wirtschaftsdünger) (Kodex, 2007).

##### Nitratrichtlinie in Österreich (91/676/EWG des Rates vom 12. Dezember 1991)

Es handelt um eine Verordnung über das Aktionsprogramm zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrate aus landwirtschaftlichen Quellen (Bundesgesetz BGBL Nr. 87/2005)

Ziel des Programms ist es, die durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen verursachte oder ausgelöste Gewässerverunreinigung zu verringern.

In der Richtlinie wird die maximal erlaubte Menge an Stickstoff, welche auf landwirtschaftlichen Flächen ausgebracht werden darf, auf 170 kg pro Hektar und Jahr beschränkt. Jedoch

- können die Mitgliedstaaten für das erste Vierjahresprogramm eine Düngern zulassen, die bis zu 210 kg Stickstoff enthält;
- können die Mitgliedstaaten während und nach dem ersten Vierjahresprogramm andere als die oben genannten Mengen zulassen. Diese Mengen müssen so festgelegt werden, dass sie die Erreichung der in Artikel 1 genannten Ziele nicht beeinträchtigen; sie sind anhand objektiver Kriterien zu begründen z.B.
  - lange Wachstumsphasen
  - Pflanzen mit hohem Stickstoffbedarf
  - hoher Nettoniederschlag in dem gefährdeten Gebiet;
  - Böden mit einem außergewöhnlich hohen Denitrifikationsvermögen.

Tab. 3.13. Abwasseremissionsbegrenzungen in den spezifischen Branchen der Landwirtschafts- und Nahrungsmittelindustrie, Österreich

(Quelle: Kodex Wasserrecht, 2007)

I: Anforderungen an Einleitungen in ein Fließgewässer. II: Anforderungen an Einleitungen in eine öffentliche Kanalisation

f : im Einzelfall bei Gefahr von Geruchsbelästigung oder bei Korrosionsgefahr für zementgebundene Werkstoffe im Kanalisation- und Kläranlagebereich

g: liegt der wasserrechtlichen Bewilligung der Abwasserbehandlungsanlage eine Tagesrohzauftracht von mehr als 150 kg BSB<sub>5</sub> zugrunde, so ist die der Abwasserbehandlungsanlage zufließende Fracht an Ges. geb. Stickstoff um mehr als 75 % zu vermindern. (\*): für Kreislaufanlage (\*\*): für Durchflussanlage

Parameter	Fleischwirtschaft		Milchwirtschaft		Brauereien und Mälzereien		Obst-, Gemüseveredelung Tiefkühlkost-, Speiseeis- erzeugung		Fischproduktionsanlage	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I(*)	I(**)
<b>A.1 Allgemeine Parameter</b>										
Temperatur (°C)	30	35	30	35	30	35	30	35		
Absetzbare Stoffe (ml/l)			0,3	10	0,3	20	0,3	10	0,3	10
Abfiltrierbare Stoffe (mg/l)	30	150								
pH-Wert	6,5-8,5	6,0-9,5	6,5-8,5	6,0-10,5	6,5-8,5	6,5-9,5	6,5-8,5	6,0-10	6,5-8,5	6,5-8,5
<b>A.2 Anorganische Parameter</b>										
Freies Chlor als Cl <sub>2</sub> (mg/l)						0,2		0,2		
Gesamtchlor (mg/l)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4		
Ammonium (mg/l)	5,0	f	5,0	f	5	f	5	f		
ges.geb.Stickstoff (mg/l)		-		-		-		-	150 g/(t.d)	2500 g/(t.d)
Gesamt-Phosphor (mg/l)	1,0	-	2,0	-	2	-	2	-	2 g/(t.d)	150 g/(t.d)
Sulfat (mg/l)							-	200		
Kupfer (mg/l)					0,5	0,5				
Zink (mg/l)					0,2	0,2				
<b>A.3 Organische Parameter</b>										
gesam. org.geb. C TOC mg/l	30	-	25	-	30	-	30	-	60 g/ (t.d)	5.000 g/(t.d)
Chem. Sauerstoffbedarf, CSB (mg/l)	90	-	75	-	90	-	90	-		
Biochem. Sauerstoffbedarf, BSB <sub>5</sub> (mg/l)	20	-	20	-	20	-	20	-	20 g/(t.d)	4000 g/ (t.d)
Absorb. Org. Ge. Halogene, (mg/l) (AOX) ber. als Cl	0,1	1,0	0,1	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5		
Schwerflüchtige lipophile Stoffe (mg/l)	20	150	10	100	0,5	0,5	20	100		

Tab.3.14. Abwasseremissionsbegrenzungen in der Intensivtierhaltung  
(Quelle: Kodex Wasserrecht, 2007)

- a: Abwasser gemäß § 1 Abs. 2 darf keine Beeinträchtigung der biologischen Abbauvorgänge in einer öffentlichen Abwasserreinigungsanlage hervorrufen
- b: Der Parameter ist im Rahmen der Fremdüberwachung gemäß § 4 Abs. 3 bei begründetem Verdacht oder konkretem Hinweis der fließgewässerschädigenden Wirkung einer Abwassereinleitung, nicht jedoch im Rahmen der Eigenüberwachung gemäß § 4 Abs. 2 einzusetzen
- d: Vorschreibung nur erforderlich bei Abwasser aus der ausschließlichen oder überwiegenden Massenhaltung von Schweinen
- e: Im Abwasser darf kein freies Chlor bestimmbar sein
- h: Der Emissionswert ist im Einzelfall bei Gefahr von Geruchsbelästigungen oder bei Korrosionsgefahr für zementgebundene Werkstoffe im Kanalisations- und Kläranlagenbereich (ÖNORM B 2503, September 1992) festzulegen
- j: Liegt der wasserrechtlichen Bewilligung der biologischen Stufe der Abwasserreinigungsanlage eine Tagesrohzauftracht von mehr als 150 kg BSB<sub>5</sub> zugrunde, so ist die der biologischen Stufe der Abwasserreinigungsanlage zufließende Fracht an TN<sub>b</sub> um mehr als 75% zu vermindern (Mindestwirkungsgrad). Der Mindestwirkungsgrad bezieht sich auf das Verhältnis der Tagesfrachten an TN<sub>b</sub> im Zulauf bzw. Ablauf der biologischen Stufe der Abwasserreinigungsanlage

Parameter	Abwasseremissionen aus Intensivtierhaltung Österreich	
	I	II
<b>A.1 Allgemeine Parameter</b>		
Temperatur (°C)	30	35
Toxizität		
Algentoxizität GA	2	a
Bakterientoxizität GL	2	a
Daphnientoxizität GD	2	a
Fischttoxizität GF	2 b	a
Absetzbare Stoffe (ml/l)		
Abfiltrierbare Stoffe (mg/l)	30	150
pH-Wert	6,5-8,5	6,5-9,5
<b>A.2 Anorganische Parameter</b>		
Kupfer (ber. als Cu) mg/l	0,5	0,5
Zink ber. als Zn mg/l	1,0	1,0
Freies Chlor als Cl <sub>2</sub> (mg/l)	e	0,2
Ammonium als N (mg/l)	10,0	h
Ges.geb.Stickstoff als N (mg/l)	j	-
Nitrit als N (mg/l)	1,0	10,0
Gesamt-Phosphor (mg/l)	2,0	-
Sulfid (mg/l)	0,1	1,0
<b>A.3 Organische Parameter</b>		
Ges.Org.geb Kohlenstoff, TOC (mg/l)	30	-
Chem. Sauerstoffbedarf, CSB (mg/l)	90	-
Biochem. Sauerstoffbedarf, BSB <sub>5</sub> (mg/l)	25	-
Absorb. Org. Ge. Halogene, (AOX) ber. als Cl (mg/l)	0,1	1,0

Lässt ein Mitgliedstaat nach Maßgabe des vorliegenden Buchstabens (b) eine andere Menge zu, so unterrichtet er davon die Kommission, die die Begründung nach dem in Artikel 9 festgelegten Verfahren prüft

In diesem Aktionsprogramm (Bundesgesetz BGBl N° 87/2005) wurde noch die gute fachliche Praxis in der Landwirtschaft vorgestellt. Mit diesen soll die Verringerung der Nitratverunreinigung erreicht und die Verhältnisse in den verschiedenen Regionen der Gemeinschaft berücksichtigt werden. Es sind Bestimmungen unter anderen zu folgende Punkte enthalten

- Zeiträume, in denen Düngemittel nicht auf landwirtschaftlichen Flächen ausgebracht werden sollten;
- Ausbringen von Düngemitteln auf stark geneigten landwirtschaftlichen Flächen;
- Ausbringen von Düngemitteln auf wassergesättigten, überschwemmten, gefrorenen oder schneebedeckten Böden;

Bedingungen für das Ausbringen von Düngemitteln auf landwirtschaftlichen Flächen in der Nähe von Wasserläufen;

Fassungsvermögen und Bauweise von Behältern zur Lagerung von Dünger, einschließlich Maßnahmen zur Verhinderung von Gewässerverunreinigungen durch Einleiten und Versickern von dunghaltigen Flüssigkeiten und von gelagertem Pflanzenmaterial wie z.B. Silagesickersäften in das Grundwasser und in Oberflächengewässer

- Verfahren für das Ausbringen auf landwirtschaftlichen Flächen – einschließlich der Häufigkeit und Gleichmäßigkeit des Ausbringens –

### 3.3.2.2 Europäische Union (Verordnung (EG) Nr. 166/2006)

Das Europäische Parlament hat 2006 eine Verordnung betreffend der Schaffung eines Europäischen Schadstofffreisetzung- und -verbringungsregisters verabschiedet (E-PRTR-Verordnung) (Dok/Leitfaden für die Durchführung des Europäischen PRTR, abgerufen Juli 2009 von <http://home.prtr.de>).

Die E-PRTR-Verordnung zielt darauf ab, den öffentlichen Zugang zu Umweltinformationen durch die Schaffung eines kohärenten und integrierten E-PRTR zu verbessern und Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung beizutragen, Entscheidungsträgern die für ihre Entscheidungen erforderlichen Daten zu liefern und die Beteiligung der Öffentlichkeit an Umweltentscheidungen zu erleichtern.

Die E-PRTR-Verordnung enthält spezifische Informationen über die Freisetzung von Schadstoffen in Luft, Wasser und Boden und die Verbringung von Abfällen und von in Abwasser enthaltenen Schadstoffen außerhalb des Standorts. Diese Daten müssen seitens der Betreiber von Betriebseinrichtungen, die spezielle Tätigkeiten durchführen, erhoben und weitergegeben werden.

Tabelle 3.15 zeigt die Verordnung des Europäischen PRTR (European Pollutants Release and Transfer Register) hinsichtlich der Lebensmittelindustrie. Die Schadstoffe und deren Schwellenwerte für die Freisetzung werden in Tabelle 3.16 und 3.17 dargestellt.

Tab.3.15. Verordnung betreffend die Schaffung eines Europäischen PRTR (European Pollutants Release and Transfer Register) hinsichtlich Lebensmittelindustrie (Dok. Leitfaden für die Durchführung des Europäischen PRTR abgerufen Juli 2009 von <http://home.prtr.de>)

Tätigkeit Nr.	Tätigkeit	Kapazitätsschwellenwerte
7	<b>Intensive Viehhaltung und Aquakultur</b>	
a	Anlagen zur Intensivhaltung oder -aufzucht von Geflügel oder Schweinen	mit 40.000 Plätzen für Geflügel mit 2 000 Plätzen für Schwein (über 30 kg) mit 750 Plätzen für Sauen
b	Intensive Aquakultur	mit einer Produktionskapazität von 1.000 t Fisch oder Muscheln pro Jahr
8	<b>Tierische und pflanzliche Produkte aus dem Lebensmittel- und Getränkesektor</b>	
a	Anlagen zum Schlachten	mit einer Schlachtkapazität (Tierkörper) von 50 t pro Tag
b	Behandlung und Verarbeitung für die Herstellung von Nahrungsmittel- und Getränkeprodukten aus: tierischen Rohstoffen (außer Milch) pflanzlichen Rohstoffen	mit einer Produktionskapazität von 75 t Fertigerzeugnissen pro Tag mit einer Produktionskapazität von 300 t Fertigerzeugnissen pro Tag (Vierteljahresdurchschnittswert)
c	Behandlung und Verarbeitung von Milch	mit einer Aufnahmekapazität von 200 t Milch pro Tag (Jahresdurchschnittswert)

Tab.3.16. Schadstoffe und deren Schwellenwerte für die Freisetzung (Dok. Leitfaden für die Durchführung des Europäischen PRTR abgerufen am Juli 2009 von <http://home.prtr.de>)

Schadstoff Nr.	CAS-Nummer*	Schadstoffe	Schwellenwerte für die Freisetzung		
			in die Luft kg/Jahr	in Gewässer kg/Jahr	in den Boden kg/Jahr
1	74-82-8	Methan (CH <sub>4</sub> )	100.000	-	-
5	10024-97-2	Distickoxid (N <sub>2</sub> O)	10.000	-	-
6	7664-41-7	Ammoniak (NH <sub>3</sub> )	10.000	-	-
12	-	Gesamtstickstoff	-	50.000	50.000
13	-	Gesamtphosphor	-	5.000	5.000
17	-	Arsen u. Verbindungen (As)	20	5	5
18	-	Cadmium u. Verbindungen (Cd)	10	5	5
19	-	Chrom und Verbindungen (Cr)	100	50	50
20	-	Kupfer und Verbindungen (Cu)	100	50	50
21	-	Quecksilber und Verbindungen (Hg)	10	1	1
22	-	Nickel und Verbindungen (Ni)	50	20	20
23	-	Blei und Verbindungen (Pb)	200	20	20
24	-	Zink und Verbindungen (als Zn)	200	100	100

Die Registriernummern des Chemical Abstracts Service (CAS) sind universelle und präzise Bezeichnungen von Chemikalien.

Die im Kapitel „Gesetzliche Grundlage“ dieses Abschnitts erarbeitete Literatur bildete die Grundlage für die Entwicklung im Umweltprogramm für Peru der enthaltenen politischen Maßnahmen. Es wird notwendig, Abwasseremissionsgrenzen für die Landwirtschaftstätigkeiten vorzuschlagen unter Berücksichtigung von Erfahrungen aus anderen Ländern wie Österreich. Das vorgeschlagene peruanische Umweltprogramm für die

Landwirtschaft betrachtet drei wichtige Säulen/ Kernelemente. Eine davon sind die politische Maßnahmen.

Tab.3.17. Sektorspezifisches Unterverzeichnis der Wasserschadstoffe  
Dok./ Leitfaden für die Durchführung des Europäischen PRTR, abgerufen Juli 2009 von  
<http://home.prtr.de>.

		Schadstoffname									
		Gesamtstickstoff	Gesamtposphor	Arsen und Verbindungen	Cadmium und Verbindungen	Chrom und Verbindungen	Kupfer und Verbindungen	Quecksilber und Verbindungen	Nickel und Verbindungen	Blei und Verbindungen	Zink und Verbindungen
		N	P	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Nr.	Tätigkeit										
7	<b>Intensive Viehhaltung und Aquakultur</b>										
a	Anlagen zur Intensivhaltung oder -aufzucht von Geflügel oder Schweinen	▪	▪				▪				
b	Intensive Aquakultur	▪	▪				▪				
8	<b>Tierische und pflanzliche Produkte aus dem Lebensmittel- und Getränkesektor</b>										
a	Anlagen zum Schlachten	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
b	Behandlung und Verarbeitung für die Herstellung von Nahrungsmittel- und Getränkeprodukten aus tierischen Rohstoffen (außer Milch) und pflanzlichen Rohstoffen	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪
c	Behandlung und Verarbeitung von Milch	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪	▪

### 3.2.2.3 EPA - USA

Die Umweltbehörde der USA "United States Environmental Protection Agency" (EPA) hat Abwasseremissionsgrenzwerte für einige Parameter wie BSB<sub>5</sub>, absetzbare Stoffe, pH-Wert und Fette hinsichtlich diverse Lebensmittelindustrieweige geregelt, einige Beispiele finden sich in Tab.3.18.

Tab. 3.18. Abwasser-Leitlinien (EPA) einiger Lebensmittelindustriezweige  
 (United States Environmental Protection Agency. abgerufen von <http://home.prtr.de> Mai 2009)  
 pd: Gewichtseinheit (pound)

Lebensmittelindustrie	Maximal zulässig für einen Tag				Tagesdurchschnittswert von 30 aufeinander folgenden Tagen, der nicht überschritten werden soll			
	kg/ 1.000 kg BSB Input							
	BSB <sub>5</sub>	Absetzbare Stoffe	Fett	pH	BSB <sub>5</sub>	Absetzbare Stoffe	Fett	pH
<b>Milchindustrie (Flüssig)</b>								
Anlage mit Annahme mehr als 150.000 lb/Tag Milch Äquivalent (15,600 lb BSB <sub>5</sub> /Tag input).	0,475	0,713		6 - 9	0,190	0,285		6 - 9
Anlage mit Annahme weniger als 150.000 lb/Tag Milch (unter 15.600 lb BSB <sub>5</sub> /Tag Input)	0,625	0,938		6 - 9	0,313	0,469		6 - 9
Käse Verarbeitung für Anlage mit mehr al 25.000 lb Milch/ Tag Verarbeitung mehr als 2.600 lb/Tag BSB <sub>5</sub>	6,70	10,50		6 - 9	2,680	4,020		6 - 9
	kg/ 1.000 kg Rohmaterial							
<b>Fischmehl</b> (which utilizes a solubles plant to process stick water or bail water)	7	3,7	1,4	6 - 9	3,9	1,5	1,76	6 - 9
Fischmehl (no coverer above)	3,5	2,6	3,2	6 - 9	2,8	1,7	1,4	6 - 9
<b>Obstverarbeitung</b>								
Apfelsaft	0,6	0,8		6 - 9	0,3	0,4		6 - 9
Apfel-Produkte	1,10	1,4		6 - 9	0,55	0,70		6 - 9
Zitrusfrüchte	0,8	1,7		6 - 9	0,4	0,85		6 - 9

### 3.2.3 Biogene Abfallrelevante Entsorgungsmöglichkeiten der Lebensmittel- und Agrarindustrie in Österreich

Österreich ist eines der wenigen Länder, die durch hohen Umweltstandard gekennzeichnet sind. Die Abfall-Entsorgungsmöglichkeiten spiegeln sich in seinem Abfallgesetz wider. Die Abfallbehandlungsgrundsätze werden je nach Stand der Technik im Bundes-Abfallwirtschaftsplan beschrieben.

Die österreichische Abfallwirtschaft basiert auf einer Abfallvermeidungs- und -verwertungsstrategie. Dies sollte zumindest drei Kernelemente beinhalten (BMLFUW, 2009)

- Ziele
- effiziente Maßnahmen zur Unterstützung und Umsetzung der Abfallvermeidung und
- Evaluierungsprozess zur Bestimmung der Effektivität dieser Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirkung auf Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft.

Die oben genannte Strategie kann an jedem Punkt der Wertschöpfungskette ansetzen, vom Abbau der Rohstoffe über die Produktion und Verteilung bis zum Endverbrauch (Abb. 3.1).

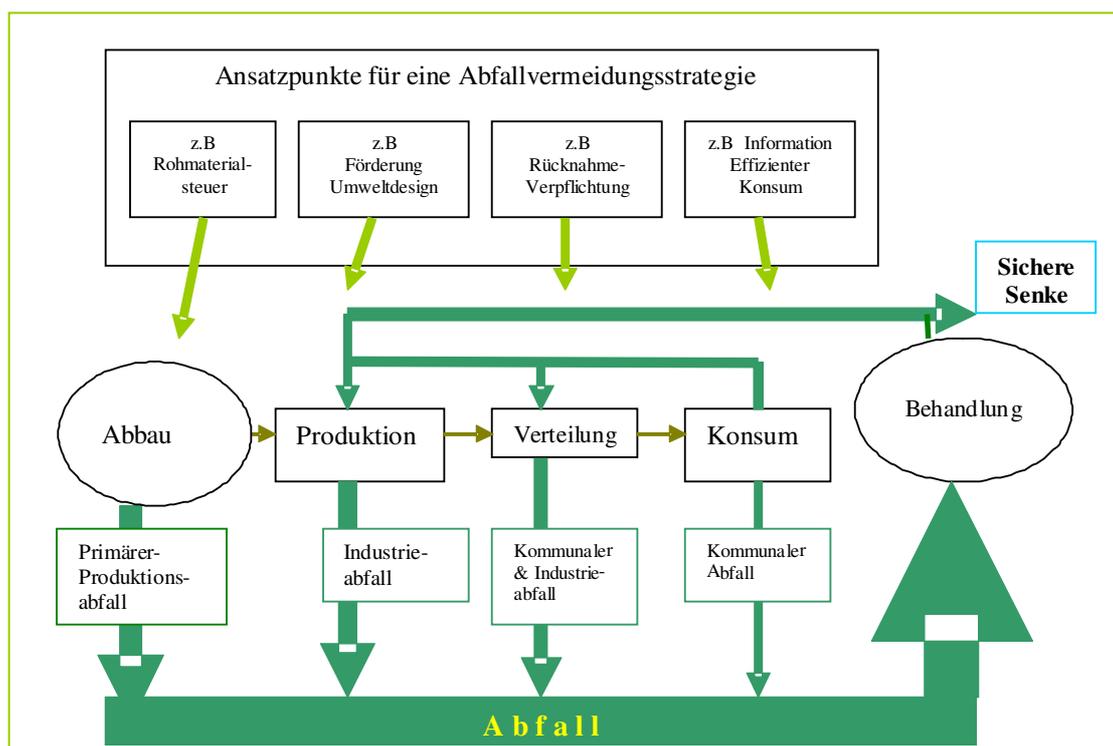


Abb.3.1. Abfallentstehung entlang der Wertschöpfungskette und Ansatzpunkte der Abfallvermeidungsstrategie. (Lebensministerium Österreich, 2009)

Das österreichische Abfallgesetz gibt sowohl der nachhaltigen Entwicklung der Abfallvermeidung auch der Abfallverwertung Priorität vor der Abfallbehandlung (Abb.3.2).

Die Abfallvermeidung kann die Nachhaltigkeit unterstützen durch

- Änderungen in Produktionsmustern und im Konsumverhalten
- Unterstützung des Einsatzes von Technologien, die weniger natürliche Ressourcen verbrauchen

- Stimulation des Marktbedarfs für effiziente Dienstleistungen z. B. durch entsprechendes Beschaffungswesen im öffentlichen Bereich und
- Minimierung der Risiken für Mensch und Natur.

Abbildung 3.2 zeigt die relevanten Arten von Abfallverwertungs- und -beseitigungsanlagen in Österreich

- Thermische Behandlungsanlagen (ohne Verbrennungsanlagen für Siedlungsabfälle)
- Verbrennungsanlagen für Siedlungsabfälle
- Chemisch-physikalische Behandlungsanlagen (CP) (Kunststoffe, Fette und Frittieröle, Chemikalien, Batterien u. a.)
- Anlagen zur aeroben biotechnischen Behandlung getrennt gesammelter biogener Abfälle, Grünabfälle u.a. (Kompostierungsanlagen)
- Anlagen zur anaeroben biotechnischen Behandlung (Biogasanlagen)
- Mechanisch – Biologische Abfallbehandlung: MB

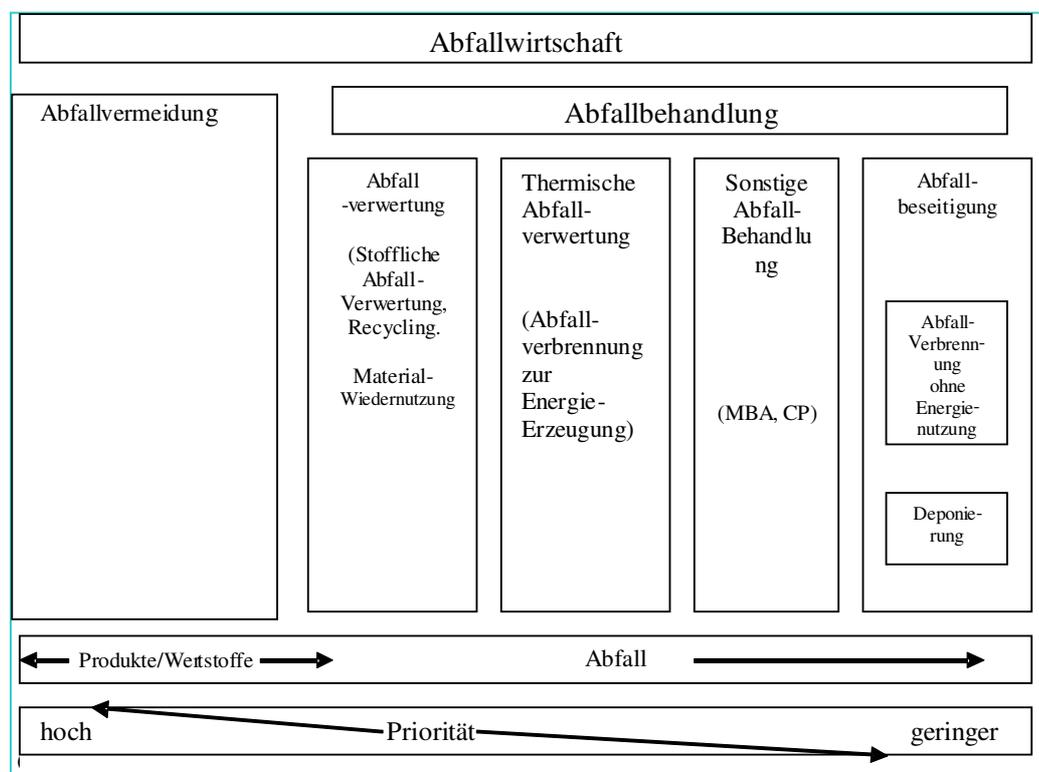


Abb.3.2. Prioritäten der Abfallwirtschaft in Österreich. (BMLFUW, 2009)

### 3.2.4 Verfahren zur Abfallverwertung

Braun hat in mehreren Studien (1982, 1998, 1996, 2005) die Bedeutung der Umweltbiotechnologie, der Kontrolle und Umweltverschmutzung zur Lösung von Umweltproblemen erklärt. Arbeitsfelder der Umweltbiotechnologie sind breit gestreut und reichen in viele Disziplinen, besonders in der Landwirtschaft.

In der industriellen Produktion ist das Ziel abfallfreier Verfahren nur schwer zu erreichen, weshalb der Wiederverwendung (Recycling) von Nebenprodukten und Abfällen bzw. der Prozessintegration in Zukunft besondere Bedeutung zukommen muss.

Es wird zwischen Vorsorgetechnologie und Entsorgungstechnologie unterschieden (Braun, 1996).

## Vorsorgetechnologie

Diese Verfahren werden als "Clean Technologies" (saubere Technologien) bezeichnet. Beispiele hierfür sind Generierung von Bioenergie (Biomasse, Biogas, Biosprit), die Biosynthese von Chemikalien, die Herstellung von Biopolymeren, Biopestiziden oder biologische Stickstofffixierung.

Alle diese Verfahren tragen durch Nichtverwendung fossiler Rohstoffe (Erdöl) zur Vermeidung zusätzlicher CO<sub>2</sub>-Emissionen bei. Sie sind durch Verwendung von Biomasse als Rohstoff grundsätzlich kreislauffähig. Kreislauffähig bedeutet dabei, dass Produkte nach Gebrauch wieder vollständig in den Mineralisationskreislauf eingeschleust werden, wobei das hierbei resultierende CO<sub>2</sub> den Pflanzen wieder zur Assimilation unter Bildung neuer Biomasse zur Verfügung steht. Etwa 60.10<sup>9</sup> t werden auf diese Weise jährlich im Kreislauf geführt.

## Entsorgungsverfahren

Bei diesen Verfahren unterscheidet man

- Verfahren, welche eine (zumindest teilweise) Verwertung wertvoller Inhaltsstoffe erzielen (z.B. Kompostierung, Faulung, Dünger- od. Futtermittelgewinnung).
- Verfahren, welche Inhaltsstoffe (Schadstoffe) unter Oxidation mineralisieren (Abwasser-Boden-, und Abluftreinigung)

Abbildung 3.3 illustriert die integrierte Kombination aller verfügbaren Prozesse der Biotechnologie mit nicht biologischen Technologien.

Klassische Produktionsverfahren zielen darauf ab, aus einem Rohstoff möglichst konstant hoher Qualität ein Produkt in hoher Ausbeute und Qualität herzustellen. Nebenprodukten und Abfällen wurde dabei weniger Aufmerksamkeit gewidmet Abb.3.3 (A).

Zunehmende Entsorgungsprobleme und Kostendruck haben verstärkte Bemühungen zur Prozessintegration ergeben, d.h. Nebenprodukte (Abfälle) werden möglichst im gleichen Prozess wieder verwendet oder, falls dies unmöglich ist, in einem neuen Prozess zu einem neuen Produkt verarbeitet (Abb. 3.3 B).

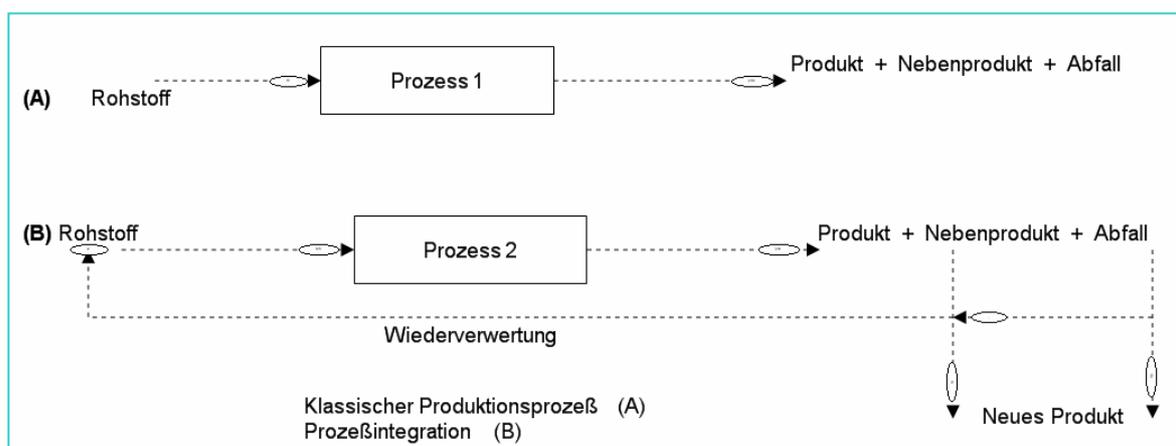


Abb. 3.3. Integration der Biotechnologie (Braun, 2008)

Die Verwertungswege für biogene Abfälle gliedern sich in nicht-biotechnologische Verfahren und biotechnologische Verwertungs- und Entsorgungsverfahren (BMUJF, 1999).

**Bei nicht-biotechnologischen Verfahren** handelt es sich im wesentlichen um folgende Verwertungswege

- Verfütterung oder Dünger,
- Rohstoffrückgewinnung (z.B. Pektin, Zucker, Protein)
- Energetische Nutzung (Verbrennung) und
- Deponierung

**Die biotechnologischen Verwertungs- und Entsorgungsverfahren** haben in den meisten Fällen das Ziel der Herstellung eines Endproduktes, dessen biologisch abbaubarer Anteil weitgehend stabilisiert und abgebaut wurde. Sie haben den Vorteil, dass sie umweltkonform, d.h. kreislauffähig sind, meist zu keiner Problemverlagerung führen, häufig rückstandsfrei ablaufen, meist Energie und kostensparend ablaufen und eine positive Akzeptanz haben.

Prinzipiell stehen für die biotechnologische Behandlung biogener Abfälle folgende drei Verfahrenswege zur Verfügung:

- die aerobe Bioabfallbehandlung.  
welche als Kompostierung, Verrottung oder Rotte bezeichnet wird. Sie erfolgt bei dem biologischen Abbau biopolymerer organischer Verbindungen bei entsprechender Sauerstoffversorgung mit anschließendem Aufbau von Huminstoffen. Trockene Abfälle über 30 % TM sind vorzugsweise der aeroben Kompostierung, feuchtere Abfälle und pastöse Materialien der Methangärung zugänglich.
- die anaerobe Bioabfallbehandlung oder Vergärung  
Die Vergärung ist ein mehrstufiger mikrobiologischer Prozess, bei dem organische hochmolekulare Verbindungen unter Sauerstoffabschluss in niedermolekulare Verbindungen in wässrigem Milieu hydrolysiert, versäuert und durch methanogene Bakterienstämme Essigsäure und Wasserstoff bei Anwesenheit von CO<sub>2</sub> in energetisch verwertbares Methangas reduziert werden. Die Rückstände lassen sich mit oder ohne aerobe Stabilisierung in den natürlichen Bodenkreislauf zurückführen.
- die kombinierte anaerob/aerobe Bioabfallbehandlung (Vergärung/Rotte)  
Dabei erfolgt der biologische Abbau hydrolisierbarer und vergärungsfähiger Substanzen unter Luftabschluss und es wird energetisch verwertbares Biogas produziert. An die Vergärung schließt sich bei der Verarbeitung von Materialien mit hohem Trockenmasse-Gehalt eine Nachrotte des Gärrückstandes an, um ein verwertbares Endprodukt (Kompost) zu erzielen. Flüssige Endprodukte oder Gärrückstände mit geringer TM können direkt landwirtschaftlich ausgebracht werden.

### 3.2.4.1 Grundsätze der anaeroben Verfahren - Vergärung

In Bezug auf den anaeroben Abbau organischer Verbindungen kommt es in der Natur wie auch unter verfahrenstechnisch kontrollierten Bedingungen zur Bildung von Biogas. Biogas ist in Gemisch aus Methan (CH<sub>4</sub>) und Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>). Dies kann zwischen 50 und 85 % Methan enthalten und entsteht in Bereichen der Abfallwirtschaft (Deponiegas, Vergärung biogener Abfälle), der Wasserwirtschaft (Klärschlammfäulung) und im landwirtschaftlichen Bereich (Gülle-, Stallmist- und Biomassevergärung).

Ein großer Vorteil der Faulung (Methangärung) ist es, dass etwa 90 – 95 % der Substratenergie im Produkt (Biogas) erhalten bleibt, während unter Anwesenheit von Luftsauerstoff nur etwa die Hälfte der Substratenergie als transformierte chemische Energie gespeichert werden kann (Braun, 1982).

Biologisch leicht abbaubare organische Substanzen, Biopolymere (Kohlenhydrate, Eiweisse, Fette) werden als Substrate unter anaeroben Bedingungen mikrobiell zu Monomeren (Einfachzucker, Aminosäuren, Alkoholen, Fettsäuren) hydrolysiert (**Hydrolyse Phase**). In der Versäuerungsphase (**Acidogene Phase**) werden die Hydrolyseprodukte zu niederen Karbonsäuren (Essig-, Propion-, Butter und Valeriansäure). In der **acetogenen Phase** weiter zu Essigsäure reduziert.

### 3.2.4.1.1 Mikrobiologie der Methangärung

Methangärung wird als Faulung bezeichnet, läuft in der Natur überall ab, wo organisches Material unter Luftabschluss biologisch umgesetzt wird. Sie ist die letzte Stufe einer Kette von Abbaureaktionen. Deren wichtigste Schritte sind (Abb. 3.4) (Braun, 1982):

- Hydrolyse polymerer organischer Verbindungen wie Zellulose, Stärke, Proteine oder Fette (Stufe I) zu den Monomeren Glucose, Aminosäuren und Fettsäuren
- Vergärung der Monomere über Zwischenprodukte wie organ. Säuren, Alkohole, Aldehyde zu den Endprodukten Essigsäure,  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2$  (Stufe II)
- Methangärung (Stufe III) der  $\text{C}_2$  und  $\text{C}_1$ -Verbindungen (Essigsäure, Ameisensäure, Methanol) zu  $\text{CH}_4 + \text{CO}_2$  (Biogas).

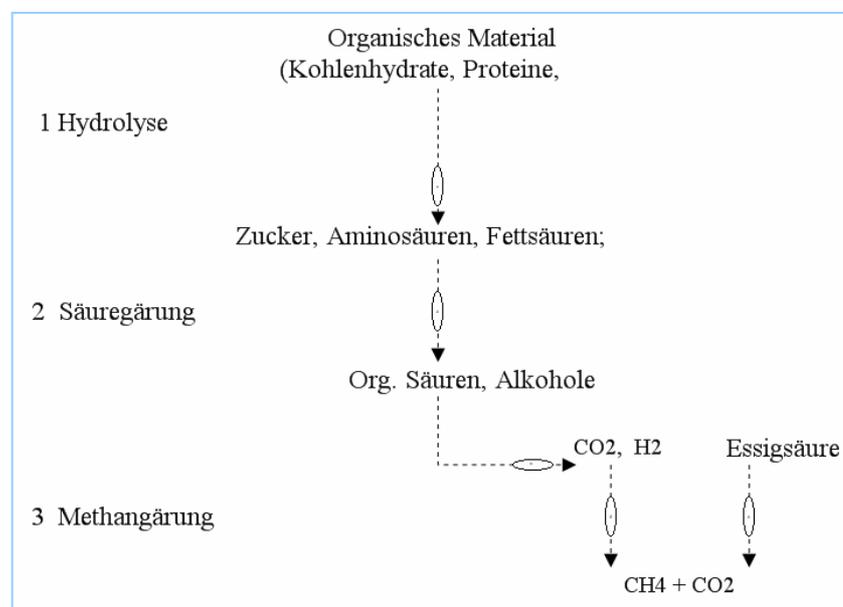


Abb. 3.4. Methangärung als Sequenz von Hydrolysestufe (1), Säuregärung (2) und Methangärung (3).

Alle an der Methangärung beteiligten Bakterien sind einerseits Eigenschaften der Bakterien und andererseits Anforderungen an die Milieubedingungen:

- Streng anaerob, d.h. sie werden durch Luftsauerstoff gehemmt
- Bezogener pH-Wert ist in Neutralbereich um pH 7

- Die Temperatur sollte zumindest 30 °C (mesophiler Bereich) und 55 °C (thermophiler Bereich) liegen
- Der Mindestwassergehalt im Substrat muss zwischen etwa 50-60 % betragen
- Methanbakterien sind nicht nur gegenüber O<sub>2</sub> sehr empfindlich, sondern werden auch von höheren Konzentrationen an Zwischenprodukten wie organischen Säuren (Propionsäure, Essigsäure) stark gehemmt. Parallel zu einer Säureanhäufung verläuft eine Senkung des pH-Werts
- Die Konzentrationen an niederen Fettsäuren (Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure, Valeriansäure) sollte daher < 5 g.l<sup>-1</sup> sein

Die Biogasausbeute definiert sich nach Zusammensetzung (CH<sub>4</sub>- Gehalt) und Menge, orientiert sich an der stofflichen Zusammensetzung des Substrates und an der eingesetzten Verfahrenstechnik (Temperaturmilieu, Aufenthaltszeit, mechanischer Aufschluss, etc.).

Der spezifische Methanertrag pro kg OTM (organische trockene Masse) schwankt je nach Zusammensetzung der Biomasse (Anteil an leicht hydrolysierbaren Kohlenhydrat-, Eiweiss- und Fettanteilen, bzw. schwer hydrolysierbarem Lignin, Zellulose usw.).

Beispielsweise liegt der Methanertrag zw. 150 bis 180 Nm<sup>3</sup>/kg OTM bei Stroh, 300 bis 450 l/kg OTM bei Grünpflanzen oder Hühnermist und zw. 800 bis 1.200 Nm<sup>3</sup>/kg OTM bei gewerblich- meisten Fällen industriellen Abfällen (Schlempen, Schlachthausabfällen usw.) (BMUJF, 1999).

Weiters liegt der spezifische Gasertrag bei den abbaubaren Kohlenhydraten (nicht Lignin) ca. 0,79 bis 0,89 Nm<sup>3</sup>/kg OTM (mit 50 % Methangehalt); ca. 0,59 bis 0,70 Nm<sup>3</sup>/kg OTM bei Protein (71 bis 84 % Methangehalt) und bei ca. 1,25 bis 1,54 Nm<sup>3</sup>/kg OTM Nm<sup>3</sup> bei Fetten (68 bis 72 % Methangehalt) (BMUJF, 1999).

Wie oben genannt ergibt sich die Gasausbeute aus der unterschiedlichen Biomassezusammensetzung und aus den unterschiedlichen TM-Gehalten. Bei kommunalem Klärschlamm mit 3 % TM liegt ein OTM Anteil (organischen Trockenmasse) von ca. 1,5 % OTM vor. Dem gegenüber steht z.B. kommunaler Bioabfall mit 30 % TM und abbaubar 10 kg OTS bzw. kommunalem Restabfall mit 66 % TM und 25 kg OTM/t Input. Bei kommunalem Klärschlamm beträgt die spezifische Gasausbeute je nach Schlammqualität und Dimensionierung der Faulungsanlage zwischen 400 und 600 l Gas pro kg OTM (BMUJF, 1999).

Die spezifische Gasproduktivität liegt bei anaeroben Suspensionsreaktoren bezogen auf 1 m<sup>3</sup> Reaktorvolumen bei 1,2 bis 1,4 Nm<sup>3</sup> /Tag bei biologischem Klärschlamm, bei 2,4 bis 2,6 Nm<sup>3</sup>/Tag bei Bioabfall aus Haushalten, zw. 0,8 bis 1,6 Nm<sup>3</sup>/Tag bei Gülle und in Bereichen zw. 3,8 bis 6,0 Nm<sup>3</sup>/Tag bei der Co-Fermentation von Fetten, Bleicherden und anderen nährstoffreichen gewerblichen Abfällen (BMUJF, 1999).

#### **3.2.4.1.2 Verfahrenstechnik der Methangärung**

Weil dieses Thema zentral und relevant für die Zielsetzungen der vorliegenden Studie ist, wird es in Kapitel 3.2.5 im Detail behandelt.

#### **3.2.4.1.3 Abbauwege organischer Substrate**

Die von Neumann, zitiert nach Kämpfer et al. (2001), erstellte Kohlenstoffbilanz macht deutlich, dass durch die Vergärungsverfahren ein hoher Kohlenstoffabbau erzielt werden kann. Wenn eine Nachbehandlung der Gärrückstände noch mit einer Kompostierung ergänzt

wird, ist bei diesen strukturarmen Bioabfällen (Gärrest) im Vergleich zur reinen Kompostierung ein bis zu doppelt so hoher Kohlenstoffabbau möglich.

In dem Fall Bioabfallabbau wird erklärt, dass aus 100 % Bioabfall bei 60 % Abbaugrad 60 % an Biogas, 35 % Gärrest und 15 % Abwasser resultiert.

Als Ergänzung dieser Aussage wird der Abbaugrad des organischen Substrats in drei unterschiedlichen möglichen Szenarios verglichen (Abb.3.5). Für das Szenario reine Kompostierung wird ein Abbaugrad von 40-60% erreicht (Gewinnung an Wertstoffen von 50 bis 60 %).

Im Szenario Vergärung wird ein Abbaugrad des organischen Substrats zw. 40 bis 60 % erreicht (Gewinnung an Wertstoffen 60-40 %).

Ein hoher Bioabfall-Abbaugrad wird erreicht, wenn eine Kombination von Kompostierung und Vergärung eingesetzt wird. In diesem Szenario wird ein Abbaugrad des organischen Substrats von 76 % (Gewinnung an Wertstoffen 24 %) erreicht (Abb. 3.5).

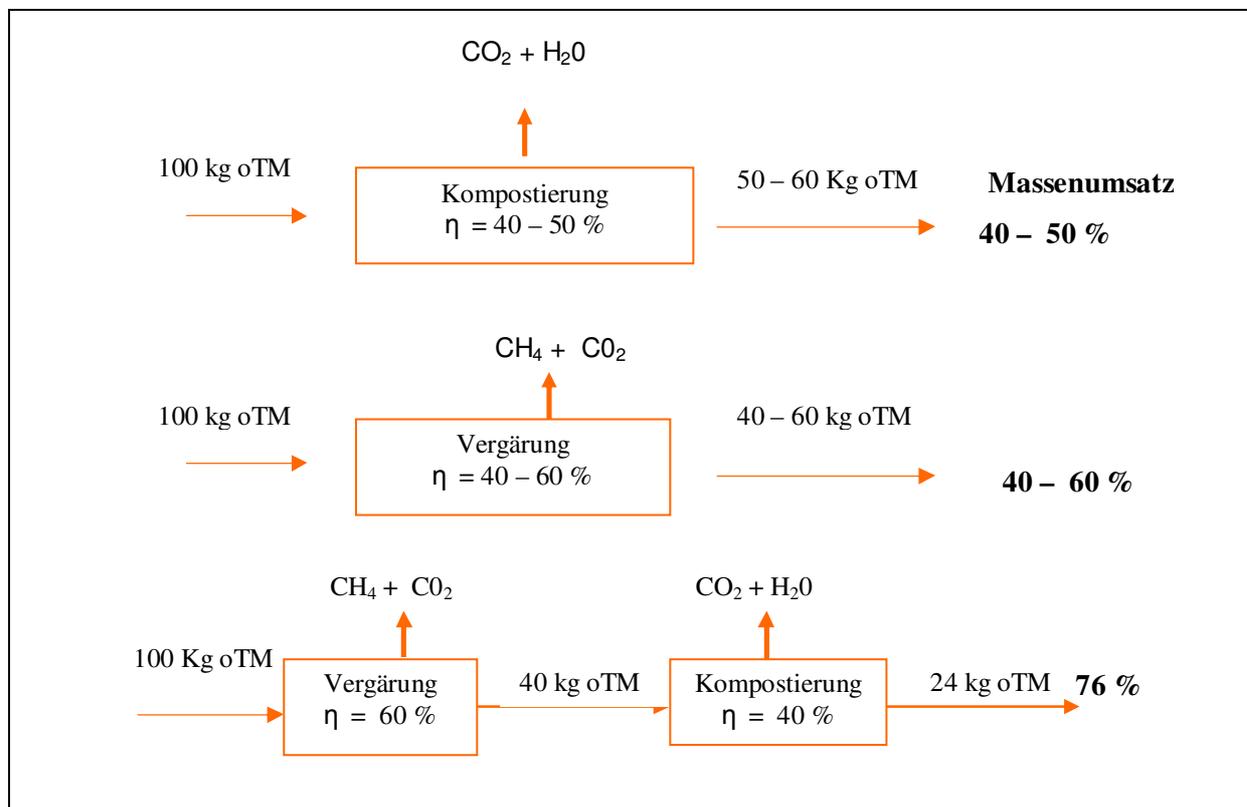


Abb.3.5. Vergleich aerober und anaerober Umsetzung organischer Substrate (Quelle: Kämpfer, 2001) (oTM: organische Trockenmasse)

### 3.2.4.2 Grundsätze der aeroben Verfahren - Kompostierung

"Darunter versteht man die biologische Behandlung von Abfällen (mit Hilfe von Mikroorganismen) mit dem Ziel, neue wertvolle organische Substanz (Kompost) zu erhalten, d.h. ein verwertbares Produkt herzustellen. Diese Art der Verwertung hat dann ihre Berechtigung, wenn der Kompost aufgrund seines geringen Schadstoffgehaltes, seiner spezifischen Qualitäten und seiner gesellschaftlichen Akzeptanz einem Kreislauf zugeführt werden kann und damit organische Abfälle einem linearen Stofffluss entzogen werden" (Binner, 1999).

Die aerobe Verwertung bzw. Kompostierung erfolgt auf unterschiedlichen Organisations- und Technologieniveaus, von dezentralen Kleinanlagen bis hin zu zentralen Kompostwerken, von offenen unbelüfteten Zeilenmieten bis zu geschlossenen, prozessgesteuerten Intensivrotteanlagen. Zur Verarbeitung gelangen entweder vorzugsweise Monoabfälle (Grün-, Friedhofsabfälle usw.) oder die verschiedenen Abfallarten in Co-Verarbeitung (Bioabfall aus Haushalten gemeinsam mit Grünabfällen, gewerblichen Abfällen, Küchenabfällen und Stallmist).

Bioabfallkompostierung gliedert sich in eine **Haupt- und Nachrotte**. Diese können als Intensiv- oder Extensivrotte betrieben werden.

In der Hauptrotte erfolgen die intensivsten Abbauvorgänge eines breiten Mikroorganismenspektrums überwiegend im thermophilen Temperaturbereich (48 bis 58 °C), was nebenbei auch eine Hygienisierung des Rottegutes zur Folge hat. In dieser Phase sind Temperaturen über 65 °C nicht anzustreben und treten nur im Zuge von Hitzestuaeffekten bei zu geringer Mietenlüftung auf.

Mikrobiell umgesetzt werden überwiegend leicht abbaubare Substanzen (Kohlenhydrate, Proteine, Fette usw.) unter hohem Sauerstoffverbrauch, für die Oxidation von 1 g OTS werden ca. 0,8 bis 1,2 g O<sub>2</sub> verbraucht, wobei ein Großteil des Bedarfes während der Hauptrotte innerhalb der ersten zwei Wochen abzudecken ist (BMUJF, 1999).

Die mikrobiologische Verstoffwechslung ist von Wärme- und Prozesswasserbildung begleitet.

Weiters führen die intensiven Ab- und Umbauprozesse in dieser Phase zu geruchsintensiven Abluftemissionen, je nach Flüchtigkeit und Dampfdruck der organischen Verbindungen und je nach Sauerstoffversorgung des Rotteprozesses und Art z.B. Schwefelgehalt des Ausgangsmaterials zu Sickerwasser.

An die Hauptrotte schließt sich die **Nachrotten**. Diese erfolgt aufgrund verlangsamer Abbauvorgänge die Mineralisierung und Veratmung der schwerer abbaubaren Substanz (Zellulose, Lignin, etc.), wobei je nach Rottegut und Anforderungen an das Endprodukt unterschiedliche verfahrenstechnische Anforderungen gegeben sind. Ziel der Nachrotte ist die Mineralisierung und das Herabsetzen des Sauerstoffbedarfes der organischen Substanz.

In der abschließenden **Nachlagerung/Fertigrotte** erfolgt die Humifizierung und die mikrobielle Oxidation der reduktiven Stickstoffverbindungen (Nitrifizierung) bis zur Pflanzenverträglichkeit.

Die Rotteverfahren können mit unterschiedlichem technologischem und regelungstechnischem Aufwand betrieben werden. Optimale Prozess- und Betriebsbedingungen an der Anlage sind die Grundlage für die Einhaltung und Optimierung der Rottezeiten.

Binner (1999) gibt folgende Übersicht der Rottesysteme

Offene Mietenrottesysteme: natürlich belüftet oder zwangsbelüftet

Geschlossene Behältersysteme: zwangsbelüftet

Nach Art der Belüftung

- Natürlich belüftet: ohne Umsetzen, mit häufigem Umsetzen
- Zwangsbelüftet: ohne Umsetzen, mit häufigem Umsetzen

Nach Art der Materialbewegung

- Kein Umsetzen
- Häufiges Umsetzen

Die Rotteysteme unterteilen sich nach den in österreichischen Erfahrungen wie folgt (BMUJF, 1999).

**Offene Mietenkompostierung** mit und ohne obligatorische Materialumsetzung mittels Wende- oder Mietenumsetzgeräten, vorzugsweise gekoppelt mit Nachbewässerungseinrichtung, ohne integrierte Intensivbelüftung, meist durch atmungsaktive Abdeckfolien gegen Niederschlagseinflüsse (je nach klimatischer Lage) geschützt, gegenfalls dienen diese auch der Filterung von Abluftemissionen (zB. Gore-Tex Mietenabdecksystem).

**Geschlossene Mietenkompostierung** mit und ohne integrierte Intensivbelüftung, mit und ohne obligatorische Materialumsetzung. Bei der Wendetechnik erfolgt die Kompostierung in einer geschlossenen Rottehalle im Druck- oder Saugbetrieb, das Rottegut wird regelmäßig z.B. wöchentlich umgesetzt und systematisch nachbefeuchtet. Andernfalls handelt es sich um statisch belüftete Tafelmieten ohne obligatorische Materialumsetzung, wo das Rottegut Saugbetrieb wird.

**Trommel- oder Siebtrommelkompostierung** sind dynamische Verfahren mit intensiver Belüftung, jedoch wegen hoher Kosten nicht verbreitet, zum Teil in Klärschlammkompostierungsanlagen.

**Rottefilterverfahren** stellen eine Übergangsform zu chargenbetriebenen geschlossenen Intensivrottesystemen dar. Dabei besteht die Absicht die Abluft aus der Hauptrotte in einer nachgeschalteten Nachrottebox zu reinigen (Biofilterfunktion).

**Boxen- / Containerkompostierung**- geschlossene meist standardisierte Intensivrottemodule in Chargenbetrieb, gegebenenfalls mit Umluftbetrieb und Rückverregnung von Prozeß- oder Kondenswasser und mit Prozessregelung.

**Tunnelkompostierung:** – geschlossene Intensivrotte im Chargenbetrieb, mit künstlichem Zu- und –Umluftbetrieb, Rückverregnung, von Prozesswasser, nach Größe und Leistungsfähigkeit den Standortgegebenheiten anpassbar, automatische Prozesssteuerung nach Temperatur- und Sauerstoffmilieu.

**Zeilenkompostierung**, in seitlich ummauerten Zeilenmieten mit obligatorischem Umsetzen und Saugbelüftung, mit Temperatursteuerung.

Tabelle 3.19 zeigt die wichtigsten gängigen aeroben und anaeroben Rotteverfahren hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile.

Das obenstehende Kapitel „Verfahren zur Abfallverwertung“ stellt die Grundliteratur für die Entwicklung der zwei Säulen innerbetriebliche Maßnahmen und technologische Maßnahmen des peruanischen Umweltprogramms dar (siehe Abschnitt 4.4).

### 3.2.5 Verfahrenstechnik der anaeroben Behandlung organischer Abfälle

In den letzten Jahren wurden intensive Forschungsarbeiten auf den Gebieten der Mikrobiologie, Biochemie und Verfahrenstechnik der anaeroben Abwasserreinigung durchgeführt. Dadurch war es möglich, dieses Verfahren in vielen Branchen der Lebensmittel- und Agrarindustrie wirtschaftlich als Vorbehandlungsschritt einzusetzen.

Tabelle 3.19. Verfahrensvergleich Rottesysteme zur Behandlung biogener Abfälle  
(Quelle: BMUJF; 1999)

Rotteverfahren	Vorteile	Nachteile
Aerobe Behandlung im Vergleich zur Vergärung	Einfache Technologie. Geringerer verfahrenstechnischer und technologischer Aufwand. Keine Exschutz- und Gefahrenzonen. In kleinen Einheiten zu betreiben.	Energieoutput (Niedertemperaturwärme praktisch nicht nutzbar) d.h. höhere indirekte Emissionen. Höhere indirekte Emissionen Höhere Geruchsbildung und aufwendigere Abluftfiltertechnik erforderlich. Exschutzzonen. Höhere Investitionskosten, Wirtschaftlichkeit abhängig von Energiegutschrift.
Wendtechnik, automatisiert z.B. Zemka, Linz, Diepholz, Medemblick	Kontinuierliches Verfahren. Regelmäßiges, variables Umsetzen des Rottegutes. Klarer Verfahrensablauf Geringster Platzbedarf. Umluftbetrieb möglich.	Höhere Investitionskosten als Rotteplate. Höhere Betriebskosten (Energie, etc.). Korrosions- und Arbeitsplatzproblematik in druckbelüfteter Rotteplate. Inflexibler Betrieb bei Ausfall der Wendetechnik. Keine rottegutabhängige Prozesssteuerung. Unzureichende Kontrolle des Wasserhaushaltes. Bei Saugbetrieb Energie- u. Wasserverluste.
Rottetunnel –Boxen z.B. Allerheiligen Liezen, Siggerwiesen, Halbenrain, Beilstein, Quarzbichl, Venlo	Rotteführung (Chargenbetrieb). Prozesssteuerung in Abhängigkeit des Rottegutes. Maschinentechnik außerhalb korrosiver Atmosphäre. Modulare Bauweise. Simultane Verarbeitung von unterschiedlichem Rottegut und Rohkompost. Intensive Belüftungsraten mit O <sub>2</sub> Steuerung. Notbetrieb mit Radlader. Kürzere Rottezeiten. Abwasserfreierbetrieb, da Kreislaufführung und Wasser und Wasserabfuhr über Abluftstrom. Keine Arbeitsplatzprobleme Rottehalle	Höhe Anforderungen an das Betriebspersonal (Ausbildung). Mechanische Zwischenbehandlung nur bei Tunnelaustrag. Aufwendige Transporttechnik (Beschickung, Entleerung)
Rotteplate, belüftet z.B. Siggerwiesen, Allerheiligen	Geringere Investitionskosten. Geringe Personalqualifikation erforderlich.	Hohe Abluftbelastung. Fehlende Prozesssteuerung. Keine schlechte Beeinflussung des Wasserhaushaltes. Kein abwasserfreier Betrieb.
Rottefilterverfahren z.B. Lammach, Aich-Assach.	Geringere Investitionskosten als Intensivrotte. Kombination von Nachrotte und Biofilterfunktion. Rotteführung in Chargenbetrieb, modulare Bauweise	Höhere Investitionskosten als bei Mietenkompostierung. Kein emissionsfreier Betrieb, da in der Praxis Intensivrotte zu kurz und Biofilterfunktion des Materials in 2. Phase noch nicht gegeben. Fehlende Prozesssteuerung. Radladerbetrieb.
Mitenkompostierung z.B. KfjU – Standardvarianten, Lobau	Dezentrale Strukturen. Produktion direkt beim Anwendungsbereich.	Hoher Platzbedarf. Hoher Anteil an Zuschlagstoffen (Stroh, Stallmist) bei naß-biogenen Abfälle.

Fortsetzung Tab.3.19

Mietenkompostierung z.B. KfjU – Standardvarianten, Lobau	Geringe Personalqualifikation erforderlich, im Nebenerwerb möglich. Landwirtschaftliche Verwertung, bzw. Rückverregnung von Prozeß-, Oberflächen- und Sickerwasser. Höhere Identifikation des Betreibers (eigenes Material). In Abhängigkeit von Anwendungsbereich zur landwirtschaftlichen Bodenverbesserung geringere Anforderungen an den Rottegrad und die Produkthygienisierung.	Fehlende Abluftfassung (hohe Geruchsemissionen beim Umsetzen). Fehlende Automatisierung der Prozesssteuerung. Schlechte Beeinflussung des Wasserhaushaltes (Abdeckfolien). Abwasseranfall je nach Niederschlagszone. Höhere emissionsbedingte Abstände zu Wohngebieten. Schlechte Auslastung der Geräte (Maschinenring). Bei Vollkostenkalkulation hohe spezifische Behandlungs- u. Verarbeitungskosten.
Flächen-Kompostierung z.B. Baden Württemberg	Geringste Investitions- und Verarbeitungskosten (nur mechanische Vorbehandlung). Geringste Personalqualifikation- und –aufwand bezüglich Kompostierungsverfahren erforderlich. Keine Rotteflächen erforderlich.	Keine Hygienisierung in bezug auf human- und phytopathogene Keime. Direktausbringung auf landwirtschaftlichen Flächen in Abhängigkeit saisonaler Gegebenheiten und Art der Bewirtschaftung. Praktisch keine Langzeitwirkung durch humusgebundene Nährstoffe.

Vergärungsverfahren ermöglichen neben der stofflichen Verwertung der organischen Abfälle gleichzeitig auch deren energetische Nutzung, wobei das erzeugte Biogas üblicherweise zur Strom- und Wärmeerzeugung genutzt wird; nach Aufbereitung aber auch als Kraftstoff eingesetzt werden kann.

Für die Vergärung fester und halbfester organischer Abfallstoffe bestehen vielfältige Verfahrenslösungen, die sich vor allem in der Prozessführung, in den Reaktionsbedingungen sowie in der anlagentechnischen Gestaltung unterscheiden (Kämpfer, 2001).

### 3.2.5.1 Verfahrensvarianten der anaeroben Behandlung

Die Anlagentechnik zur Biogasbereitstellung weist ein sehr breites Spektrum auf und die Möglichkeiten der Komponenten- und Aggregatkombinationen sind nahezu unbegrenzt, wie Tabelle 3.20 die Einteilung der Verfahren zur Biogaserzeugung nach verschiedenen Kriterien zeigt (Institut f. Energetik u. Umwelt, 1982).

Tab.3.20. Einteilung der Verfahren zur Biogaserzeugung nach verschiedenen Kriterien  
(Quelle: Institut f. Energetik u. Umwelt, 1982)

Kriterium	Unterscheidungsmerkmale
Anzahl der Prozessstufen	einstufig zweistufig mehrstufig
Prozesstemperatur	psychrophil mesophil thermophil
Art der Beschickung	diskontinuierlich quasikontinuierlich kontinuierlich
Trockensubstanzgehalt der Substrate	Nassvergärung Trockenvergärung

Tab. 3.21. Zusammenfassung Verfahrensmerkmale von Anaerobanlagen zur Behandlung biogener Abfälle (BMUJF, 1999)

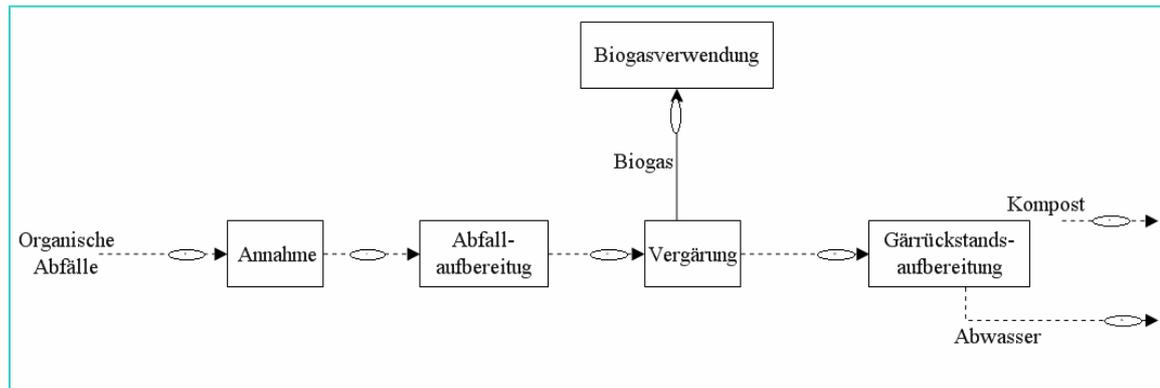
Verfahren	Vorteile	Nachteile
Anaerobe Vorbehandlung gegenüber Kompostierung	Gewinnung von Biogas (ca. < 160 m <sup>3</sup> Biogas/t und verwertbarer Strom u. Abwärme. Geringere Geruchsemissionen. Vorstabiliertes Endprodukt. Positive Klimawirksamkeit durch Vermeidung von Deponiegasbildung bei Ablagerung biogener Abfälle, bzw. wegen Anfall von Kreislauf CO <sub>2</sub> bei Biogasverwertung	Hoher technischer Aufwand. Intensive Materialaufbereitung Hohe Investitions- und Betriebskosten (Energiegutschrift für wirtschaftlichkeit) Höhere Abwassermenge
Trockenverfahren > 15 bis 45 % TM z.B. DRANCO; COMPOGAS; Salzburg, Gent, Brecht, Lustenau	Geringeres Reaktorvolumen. Hohe Pufferkapazität des Verfahrens gegenüber Schwankungen beim Inputmaterial. Reduziertes Risiko gegenüber Kurzschlußströmungen	Hoher technischer Aufwand im Bereich Materialtransport, Durchmischung und Reaktorentleerung. Volldurchmischung des Reaktors nur mit hohem Energieaufwand möglich. Intensive mechanische Materialaufbereitung. Bei Bioabfall nur für Teilmengenströme (Fraktion < 40 mm) geeignet. In Zuge der Vorbehandlung fehlende mechanisierte. Probleme bei Verflüssigung des Reaktorinhaltes z.B. durch intensivierte Hydrolyse, in Abhängigkeit der Inputmaterial. Hohe Investitions- und Betriebskosten
Nassverfahren < 15 % TM z.B. LINDE, BABKOK; Wels, Bottrop	Gesicherte Reaktordurchmischung. Mechanische Reinigung des Materialstromes vor biologischer Behandlung (Schwimm-Sinktrennung). Schwermetallreduktion im Substrat bei 2-stufigen Verfahren. Vergärung nur der suspendierten organischen Anteile. Volldurchmischung des Reaktors mit geringem Energieaufwand möglich. Breiteres Inputspektrum, Möglichkeiten der Co-Vergärung mit flüssigen Abfällen; Gülle, Klärschlamm. Kontinuierlicher Betrieb bei Maischepufferung (Wochenendbetrieb).	Hoher technischer und energiemäßiger Aufwand im Bereich Materialaufbereitung (Pulper, Fraktion < 12 mm). Um ca. 40 % höheres Reaktorvolumen. Hohe Reststoffanteile (Rechengut). Bei Bioabfall nur für Teilmengenströme geeignet (Fraktion < 12 mm nach Aufbereitung). Gefahr der Schwimmdeckenbildung Kurzschußströmungen möglich. Geringeres Puffervermögen gegenüber Ammonium / Ammoniak
Psychrophile Verfahren (20 °C)	Praktisch kein Energiebedarf zur Reaktorbeheizung. Weniger Wasserdampf und CO <sub>2</sub> im Biogas. Geringere Investitionskosten	Große Reaktorvolumina bei längerer Verweilzeit (> 20 Tage). Hygienisierung extern erforderlich. Träger OTM Abbau, geringere Gasausbeute. Keine Verarbeitung schwer hydrolysierbarer Verbindungen.

Fortsetzung Tab. 3.21

Mesophile Verfahren (30 – 40 °C)	Geringerer Energiebedarf aufgrund geringen Energieniveaus. Stabilere methanogene Biozönose . Weniger Wasserdampf und CO <sub>2</sub> im Biogas. Höhere Flexibilität der Biozönose gegenüber untersch.Inputmaterialien. Geringere Investitionskosten.	Größeres Reaktorvolumen bei längerer Verweilzeit (> 8 Tage). Hygienisierung extern erforderlich. Trägerer OTS Abbau. Separation von Fetten möglich..
Thermophile Verfahren (45 – 57 °C)	Höhere Gasausbeute bei kürzerer Reaktorverweilzeit (> 1 – 2 Tage). Hygienisierung bei 24 Stunden Batchbetrieb möglich. Abwärmenutzung aus BHKW. Sinnvoll bei Substraten mit höheren OTS Gehalten und bei Co-Verarbeitung fettreicher Materialien. Geringere Viscosität d. Gärmediums. Plug flow Betrieb möglich.	Mehraufwand an Heizungsenergie. Längere Aufenthaltszeit zur Erreichung der Prozessstabilität (Einfahrtb). Höhere Sensibilität der Biozönose gegenüber Temperaturschwankungen. Höhere Investitionskosten. Höhere Ammoniakbildung (besonders bei steigenden pH-Wert) Höhere Abwasserbelastung.
1-Stufige Verfahren	Reduzierter technischer Aufwand, geringere Investitionskosten. Vereinfachte Betriebsführung. Plug flow Betrieb bei Trockenverfahren möglich (Trennung zw. Hydrolyse-Acidogenese.-Methanogenes.)	Keine Trennung der Hydrolysephase, Aufschuß nicht steuerbar. Geringere Gasausbeute. Schwierige Prozessbeherrschung. Gefahr der Übersäuerung der Methanisierung.
2 –Stufige Verfahren	Höhere Gasausbeute aufgrund optimierter Prozessführung in den einzelnen Phasen (bei größere Anlag.) Kürzere Reaktorverweilzeiten. Biomasserückführung in Methanstufe.	Anreicherung von Schadstoffen (Ammonium) durch Kreislaufführung des Fugates. Höhere Investitionskosten. Schwermetallreduktion im Substrat möglich.
KONTINUIERLICHER BETRIEB	Laufende Betriebsweise bis zur maximalen Auslegungsmenge je nach Materialanfall möglich. Kontinuierlicher Verfahrensablauf. Kürzere Aufenthaltszeiten. Plug flow Betrieb möglich	Höherer maschineller und verfahrenstechnischer Aufwand bei Kleinanlagen

### 3.2.5.2 Verfahrensschritte

Abbildung 3.6 zeigt die wesentlichen Verfahrensstufen einer Abfallvergärungsanlage sowie die zugehörigen Grundoperationen



Grundoperationen			
Annahme	Abfallaufbereitung	Vergärung	Gärrückstandsaufbereitung
Wiegung Bunkerung	Zerkleinerung Siebung Magnetabscheidung Sortierung Hygienisierung Mischung	Naß-/Trocken- fermentation Einstufige-/Zweistufige Vergärung Mesophile-/Thermophile Vergärung Kontin./-Diskontin. Betriebsweise	Entwässerung Nachrotte Abwasserbehandlung Produktkonfektionierung

Abb.3.6. Allgemeines Verfahrensschema der Abfallvergärung mit den typischen Grundoperationen (Quelle: Kämpfer, 2001)

Bei fast sämtlichen Verfahren müssen die zu behandelnden Abfälle zunächst mittels angepasster Aufbereitungstechniken so konditioniert werden, dass sowohl der biologische Prozess als auch die Aufbereitungsprodukte nicht mit Störstoffen belastet sind. Die Abfallaufbereitung ist fernerhin notwendig, um im Vergärungsprozess einen möglichst vollständigen als auch schnellen biologischen Abbau und einen ungestörten Stofffluss innerhalb der Verfahrenskette zu erreichen.

Die Aufbereitung besteht aus verschiedenen mechanischen Grundoperationen wie Zerkleinern, Trennen, Sortieren und Mischen, deren Kombination jeweils an die spezifischen Vergärungsverfahren und Abfalleigenschaften angepasst werden muss. Bei seuchenhygienisch bedenklichen Stoffen ist darüber hinaus eine thermische Behandlung zur Hygienisierung der Abfallstoffe notwendig.

Bei der anschließenden anaerob-biologischen Behandlung finden verschiedene Vergärungsverfahren Anwendung, die sich vor allem in der Substratfeuchte, der Prozessführung, der Gärtemperatur und im Stofffluss unterscheiden. Die Wahl des Verfahrens wird von der Art der verarbeiteten Abfälle und der angestrebten Verwertung der Gärungsprodukte bestimmt und muss für jede einzelnen Anwendungsfall sorgfältig geprüft werden.

Nach dem Gärprozess ist in der Regel eine weitere Aufbereitung des verbleibenden Gärückstandes erforderlich, sofern dieser nicht unmittelbar landwirtschaftlich verwertet werden kann. Zur Weiterverarbeitung des Gärückstandes als Fertigkompost ist eine Entwässerung, Kompostierung und Feinaufbereitung notwendig.

Welche verfahrenstechnische Ausrüstung für die Anlage gewählt wird, ist in erste Linie von den zur Verfügung stehenden Substraten abhängig. Die Menge der Substrate bestimmt die Dimensionierung aller Aggregate und der Behältervolumina.

Die Qualität der Substrate (TM-Gehalt, Struktur, Herkunft usw.) bestimmt die Auslegung der Verfahrenstechnik. Je nach Zusammensetzung der Substrate kann es notwendig sein, Störstoffe abzutrennen oder die Substrate durch Zugabe von Wasser anzumaischen, um sie in einen pumpfähigen Zustand zu überführen.

Werden Stoffe verwendet, die einer Hygienisierung bedürfen, ist es notwendig, eine Hygienisierungsstufe einzuplanen. Das Substrat gelangt nach der Vorbehandlung in den Fermenter, wo es vergoren wird.

Bei der Nassvergärung kommen meistens einstufige Anlagen, die nach dem Durchflussverfahren arbeiten, zum Einsatz. Bei zweistufigen Verfahren ist dem eigentlichen Fermenter ein Vorfermenter vorgeschaltet. Im Vorfermenter werden die Bedingungen für die ersten zwei Stufen des Abbauprozesses (Hydrolyse und Säurebildung) optimal eingestellt.

Das Substrat gelangt nach dem Vorfermenter in den Hauptfermenter, in dem die nachfolgenden Abbaustufen stattfinden. Der Gärrest wird in geschlossenen Nachfermentern mit Biogasnutzung oder offenen Gärrestbehältern gelagert und in der Regel als Flüssigdünger auf landwirtschaftlichen Nutzflächen ausgebracht.

Das bei der Vergärung entstehende Biogas wird gespeichert und aufbereitet. Seine Verwertung erfolgt meistens in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) zur gleichzeitigen Erzeugung von Strom und Wärme.

### 3.2.5.3 Reaktortypen der anaeroben Behandlung (Braun, 1982)

Hinsichtlich der Reaktortypen zur Methangärung hat Braun (1982) die Verfahrensvarianten im Detail erläutert. Danach lassen sie sich folgendermaßen einteilen (Tab. 3.22)

- Einstufige homogene kontinuierliche Reaktoren (Rührkessel)
- Einstufige homogene kontinuierliche Reaktoren mit Biomasserückführung (Kontaktprozess)
- Nicht homogene einstufige kontinuierliche Reaktoren
  - Schlammbedreaktoren
  - Anaerobfilter
  - Fließbedreaktoren
- Rohrreaktoren:
  - Echte Röhrenreaktoren
  - Plug-Flow- Reaktoren und
- Mehrstufige Reaktoren (Rührkesselkaskade)

### Kontaktverfahren (einstufige homogene kontinuierliche Reaktoren mit Biomasserückführung)

Die Produktivität einer einstufigen homogenen kontinuierlichen Kultur wird primär vom Substrat bestimmt. Die maximale Wachstumsgeschwindigkeit und der Gehalt an Zellen leiten sich von der Substratkonzentration ab.

Die Biomassebildungsrate ergibt nach der Formel

$$\frac{d x}{d t} = \mu_{\max} \cdot \frac{S \cdot x}{K_s + S} \quad (\text{g} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}) \quad K_s: \text{Substratkonzentration}$$

Kontaktverfahren (einstufige homogene kontinuierliche Reaktoren mit Biomasserückführung) ermöglichen die Erhöhung der Biomassekonzentration  $x$ . Dabei wird die den homogenen Reaktor verlassende Suspension in einer Separationseinrichtung in Restsubstrat und Biomasse getrennt (Abb. 3.7).

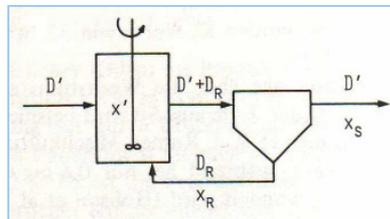


Abb. 3.7. Einstufige homogene kontinuierliche Reaktoren mit Biomasserückführung

Die Separation kann durch einfache Sedimentation oder Zentrifugen bzw. Filtration erfolgen.

Je nach Höhe der Rückfuhrate  $D_R$  steigt der Gehalt an Biomasse im Reaktor nach der Formel

$$x' = \frac{D' \cdot x_S + D_R \cdot x_R}{D' + D_R} \quad (\text{g/l}^{-1})$$

wobei  $D$  die Verdünnungsrate ( $\text{h}^{-1}$ ),  $D_R$  die Biomasserückfuhrate  $\text{g} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ,  $x_S$  die substratbezogene Biomasseausbeute in  $\text{g/l}^{-1}$ ,  $x_R$  den Biomassegehalt in der Rückführung in  $\text{g/l}^{-1}$  bezeichnet.

Die Funktion des Kontaktprozesses wird von der Effektivität der Separationseinrichtung bzw. der erreichbaren Biomassekonzentration  $x_R$  bestimmt.

Neben Mikroorganismen unterliegen alle anderen ungelösten absetzbaren Feststoffe im Kontaktprozess der Rezirkulation. Die mittlere Verweilzeit von Feststoffen im Kontaktprozess kann bis zu 100 Tagen betragen. Im Gegensatz zu einstufigen homogenen kontinuierlichen Systemen unterliegen Feststoffe infolge der langen Kontaktzeit in erhöhtem Maße dem biologischen Abbau.

### Festbettssysteme bzw. Schlammbedtreaktor (nicht homogener einstufiger kontinuierlicher Reaktor)

Beispiele nicht homogener einstufiger kontinuierlicher Reaktorsysteme sind der Schlammbedtreaktor (weitere sind Anaerobfilter und Fließbedtreaktor). In diesem System wird auf künstliche Weise eine hohe Zellkonzentration geschaffen, wo die Feststoffverweilzeit wesentlich größer als die hydraulische Verweilzeit ist. Die Produktivität wird analog proportional zur Erhöhung der Biomassekonzentration gesteigert.

Zur Erzielung einer höheren Biomassekonzentration werden verschiedene Prinzipien angewandt.

Beim Schlammbedtrektor (Abb. 3.8) nützt man die Ausbildung granularer Bakterienagglomerate, die unter bestimmten Bedingungen bei manchen Substraten auftritt. Dieser Bakterenschlamm erlaubt bei einem Schlammvolumenindex von 10 bis 20 ml.g<sup>-1</sup> die Erreichung einer Biomassekonzentration von 100 bis 150 g TS.l<sup>-1</sup> im Reaktor.

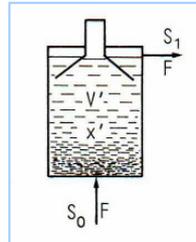


Abb. 3.8. Einstufiges kontinuierliches nicht homogenes Reaktorsystem, - Schlammbedtrektor

Diese Verfahren eignen sich nur für Substrate, die weitgehend frei von ungelösten Substratanteilen sind.

Relevante Charakteristika sind beim Schlammbedtrektor D Verdünnungsrate und P Produktivität

$$D' = \frac{F}{V} \text{ (h}^{-1}\text{)} \quad P = D' \cdot x' \text{ (g.l}^{-1}\text{.h}^{-1}\text{)} \quad x = \text{g.l}^{-1}$$

wobei F die Substratfließrate und V das Reaktorvolumen bezeichnet.

### USAB-System -Upflow Anaerobic Sludge Blanket- (Rohrreaktoren)

Ein Rohrreaktor ist durch eine dünne, lange Röhre charakterisiert, welche vom Substrat durchflossen wird. Das Substrat durchwandert die Röhre als Pfropfen „Plug flow“, welcher im Idealfall nicht durchmischt wird. Substrate, die kein Inoculum enthalten, müssen am Eintritt in das Rohr beimpft werden.

Beim Durchgang durch das Rohr ändern sich die Milieubedingungen. Die Reaktion ist mit einer Kaskade von Rührkesselreaktoren vergleichbar, in der nur der erste Reaktor mit Substrat beschickt wird.

Bei diesem Verfahren gilt folgende Formel

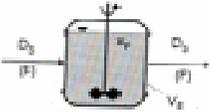
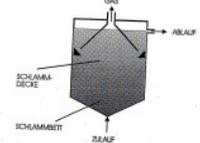
$$\tau = \frac{L}{V} \quad P = \frac{x_1 - x_0}{\tau r}$$

$\tau$  (Durchströmzeit), L (Rohrlänge), V (Reaktorvolumen), P (Produktivität)

$x_1$  (Produktionskonzentration in Zeit 1),  $x_0$  (Produktionskonzentration in Zeit null)

Rohrreaktoren eignen sich für gelöste Substrate hoher Konzentration, bei denen eine Mischung oder regulierende Eingriffe während des Reaktionsverlaufs nicht erforderlich sind. Für Produkte, die in bestimmten Wachstumsphasen gebildet werden, ist die Verwendung des Rohrreaktors vorteilhaft.

Tab. 3.22. Technische Systeme zur Methangärung (Quelle: Braun, 1982)

Reaktortypen	Charakteristika	Hinweise	Anwendung
<p><b>1. Einstufige homogene kontinuierliche Reaktoren (Rührkessel)</b></p> <p>F (l/h) Substratzulauftrate            Ds (1/h) Verdünnungsrate            Xf (g/l) Bakterienkonzentration            Vf (l) Reaktorvolumen  <math>\mu</math> (h<sup>-1</sup>) Spez. Wachstumsrate            P<sub>G</sub>: Produktivität  <math>\Theta</math>: Hydraulische Verweilzeit</p> 	<p><math>D_s &lt; \mu</math>  <math>\theta = V_f/F</math> (h)  <math>X_f = X_o \cdot e^{\mu \theta}</math>  <math>\mu = dx/X \cdot dt</math>  <math>D = F/V</math>  <math>P_G = D \cdot X</math>            hohe <math>\Theta \sim 30</math> d</p>	<p>permanenter Zu- und Ablauf des Substrates (Fließrate F).            Voraussetzung ist statistisch gleichmäßige Verteilung aller Partikel über das gesamte Reaktorvolumen.  <u>Nachteil</u>: Aggregation (Flockulation) nötig</p>	<p>Abwasser mit hohen Feststoffkonzentrationen            _ landwirtschaftliche Abwässer (Gülle ohne Vorbehandlung)</p>
<p><b>2. Einstufige homogene kontinuierliche Reaktoren mit Biomasserückführung Kontaktprozess</b></p> 	<p><math>X_s &lt; X_F</math>  <math>X_R &gt; X_F</math>            hohe Produktivität            geringe <math>\Theta</math> (Stunden-Tage)</p>	<p>_ Aufkonzentrierung des Bakteriengehaltes im Reaktor ist durch Absetzbarkeit des Schlammes limitiert.            _ TS-Konzentration im Kontaktprozess liegt nur etwa 3-5 mal höher als in Rührkesseln ohne Schlammrückführung</p>	<p>Industrielle Abwässer mit geringen Feststoffkonzentrationen            (eventuell nach vorheriger Feststoff-Abtrennung)</p>
<p><b>3. Einstufige nicht homogene kontinuierliche Reaktoren</b></p> <p><b>a. Schlammbedtreaktor (UASB: Upflow Anaerobic Sludge Blanket)</b></p> 	<p><math>X_s &lt; X_F</math>            hohe Produktivität P<sub>G</sub> (bis 14)            geringe <math>\Theta</math> (5 - 24h)</p>	<p>P<sub>G</sub> (bis 14)            Nachteil:            _ Suspendierte Feststoffestören            _ maximale Substratkonzentration. ~20g/l CSB            Schlammbedt oft instabil</p>	

...

Fortsetzung Tab. 3.22

Reaktortypen	Charakteristika	Hinweise	Anwendung
<b>b. Anaerobfilter</b>	$X_S < X_F$ hohe Biogasproduktivität bis $20\text{m}^3\cdot\text{m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ geringe $\Theta$ (Stunden bis Tage)	Nachteil: ungelöste Feststoffe stören Zuwachsen des Reaktors	

### 3.2.5.3 Typische Substrate

Relevante Substrate sind sowohl auf die landwirtschaftlichen Substrate als auch auf die Herkunft der Substrate, auf deren wichtigste Eigenschaften Bestandteile wie Trockenmaterial (TM), organische Trockenmasse (oTM), Nährstoffe (N, P, K) oder vorhandene organische Schadstoffe eingegangen.

Aussagen über ihre zu erwartenden Gaserträge, Gasqualität, Eigenschaften von brennbaren Gasen sowie Handhabung der Substrate sind wichtige Informationen.

Die Substrate unterliegen Qualitätsschwankungen im Jahreslauf, weshalb die Stoffdaten keine absoluten Werte darstellen (Institut f. Energetik u. Umwelt gGmbH, 1982).

### Biogas und Energie

Um das Biogas und die Energiegewinnung aus organischen Substraten zu berechnen, werden wichtige Werteparameter in Tabelle 3.23 gezeigt.

Tab.3.23. Parameter und Kennzahlen von organischen Substraten aus der Landwirtschaft

(Quelle: Institut f. Energetik u. Umwelt gGmbH, 1982)

(1: Diez J.A. 2004. Impact of pig slurry on soil and water pollution in Spain. Soil Use and Management (2004) 20, 444–450). Abgerufen Jul. 2009 von <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/118773285/PDFSTARTn>

(2: INIA, abgerufen Juli 2009 von <http://www.inia.gob.pe/boletin/boletin0015/> g)

(3: Braun, 2008). k.W.: kein Wert

Substrat	TS %	oTS % TS	Dichte t/m <sup>3</sup>	Biogasertrag		CH <sub>4</sub> -Gehalt (Vol. %)
				m <sup>3</sup> /t FM	m <sup>3</sup> /t oTS	
<b>1. Tierhaltung</b>						
Hühnermist	32	63-80	0,8	20-30	200-500	60
Rindermist	25	68-76	0,83	40-50	210-300	60
Schweinegülle	7	75-86	1	20-35	300-700	60-70
Meerschweinchen <sup>2</sup>	0,3	90	0,8	84	kW	
<b>2. Betriebe der Agrarindustrie</b>						
<b>2.1 Schlachthäuser</b>						
Geflügelfedern <sup>2</sup>	93	96			kW	k.W.
Magen- und Panseninhalt	11-19	80-90		20-60	250-450	58-62
<b>2.2 Fleischverarbeitung</b>						
Abwasser				k.W.	k.W.	
<b>2.3 Obstverarbeitung</b>						
Obsttrester	25-45	90-95		250-280	590-660	65-70
Abwasser	3,7	70-75	1	50-56	1.500-2.000	50-60
<b>2.4 Molkereien</b>						
Molke <sup>3</sup>	1-5	80-95	1	0.435	800-850	75-85
<b>2.5 Brauereien</b>						
Biertreber	20-25	70-80	1,1	105-130	580-750	59-60
Abwasser					kW	
<b>2.6 Fischindustrie</b>						
gesamt Abwasser	kW	kW	kW	kW	kW	kW

Parameter und Kennzahlen von organischen Substraten aus der Landwirtschaft sind in Tabelle 3.24 dargestellt.

Tab. 3.24. Eigenschaften von brennbaren Gasen (Quelle: Sasse, 1984)  
(1: Braun, 2008, 2: Institut f. Energetik u. Umwelt gGmbH, 1982)

Gasart	Zusammensetzung		Heizwert kWh/Nm <sup>3</sup> (2)	nutzbarer Heizwert	
	Bestandteile	%		Elektr. $\eta$	Wärme $\eta$
CH <sub>4</sub>	CH <sub>4</sub>	100	9.94	1/3 <sup>1</sup>	2/3 <sup>1</sup>
Biogas	CH <sub>4</sub> :CO <sub>2</sub>	60:40	5.96		

Die in den Tabellen 3.23 und 3.24 verwendete Literatur und das daraus entnommene Zahlenmaterial bildete die Grundlage für die Entwicklung des Kapitels 4.5 Potenzialabschätzung zur Energie- und Wertstoffherzeugung.

## a Substrate aus der Tierhaltung

### a.1 Allgemeine Kennzahlen der Tierhaltung

Auf internationaler Ebene haben sich bestimmte Parameter und Werte etabliert, die eine Vergleichbarkeit verschiedener Nutztierarten ermöglichen.

Die Umrechnung von unterschiedlichen Tierarten in Großvieheinheiten ermöglicht es, die verschiedenen Nutztiere miteinander zu vergleichen. 1 GVE entspricht dem Futtermittelverzehr und dem Anfall von Mist und Gülle einer 500 kg Lebengewicht Kuh. Auf dieser Grundlage werden Umrechnungsfaktoren in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht des Tieres verwendet (Tab.3.25).

Tabellen 3.26 und 3.27 stellen Informationen zu Gülleanfall, Festmist und Jaucheanfall nach Tierarten dar.

**Jauche** ist der mit geringen Einstreu- und eventuell Kot Anteil (mitunter auch mit Spülwasser) versetzte Harn der Tiere. Sie entsteht bei Flüssigfütterung der Tiere.

**Gülle** ist ein Gemisch aus Kot, Harn, Wasser und Futterresten.

### Schlachtung

Die aus Schlachthäusern resultierende Abwasserquantität und -qualität hängt stark vom Schlachthausdesign, der Funktionsfähigkeit und den eingesetzten Reinigungsmethoden ab. Die Abwassererzeugungsrate wird normalerweise als Volumen pro Maßeinheit des Produktes oder des geschlachteten Tieres angegeben. Die Literatur zeigt Werte aus zuverlässigen Quellen und für unterschiedliche Tierarten (Tab. 3.4) (Wang, 2006).

Für die Berechnung des Abwasseranfalls in der peruanischen Tierschlachtung (Abschnitt 4.2.1.2) wurden folgende Werte von Tabelle 3.28 benutzt: Werte vom Schlachthof Chupaca-Peru für Abwasseranfall bei Rinderschlachtung (414 Liter Abwasser pro Rind), Werte von 160 bis 230 Liter Abwasseranfall pro Schwein, Werte von 100 bis 150 Liter Abwasser pro Schaf (Lettinga, 1980).

Tab.3.25. Großvieheinheit nach Tierart (Quelle: BMLFUW 2009/Dok. Öpul)

Tierart	GVE pro Stück
<b>Pferde, Ponys, Esel und Kreuzungen, ab 1/2 Jahr</b>	
Rassen mit Widerristhöhe über 1,48m oder über 500kg	1,0
Rassen mit Widerristhöhe unter 1,48 m	0,5
<b>Rinder</b>	
Rinder unter 1/2 Jahr	0,4
Rinder 1/2 bis 2 Jahre	0,6
Rinder ab 2 Jahren	1,0
<b>Schafe</b>	
Schafe ab 1 Jahr	0,15
Schafe bis 1 Jahr	0,07
<b>Andere Wiederkäuer GVE</b>	
Lama ab 1/2 Jahr	0,15
<b>Schweine</b>	
Jungschweine, 8 kg bis 32 kg Lebendgewicht (LG)	0,07
Jungschweine, 32 kg bis 50 kg LG	0,15
Mastschweine mit Lebendgewicht ab 50 kg	0,15
Zuchtschweine mit Lebendgewicht ab 50 kg, Jungsauen nicht gedeckt	0,15
Zuchtschweine mit Lebendgewicht ab 50 kg, Jungsauen gedeckt	0,30
<b>Hühner</b>	
Küken und Junghennen für Legehennen unter ½ Jahr	0,0015
Legehennen und Hähne ab ½ Jahr	0,004
Mastküken und Jungmasthühner	0,0015
Zwerghühner, Wachteln; ausgewachsen	0,0015
Enten	0,004
Truthühner (Puten)	0,007
<b>Kaninchen</b>	
Mastkaninchen	0,0025
Zuchtkaninchen	0,025

Tab.3.26. Gülleanfall nach Tierarten (Quelle: ATV-DVWK, Arbeitsbericht, 2001 zitiert im Haberl, 2008)

Tierart	Gülleanfall m <sup>3</sup> pro GVE und Monat	TS-Gehalt %
Rind	1,4	10
Schwein	1,4	5
Geflügel	1,9	15
Schaf	1,4	

Tab.3.27. Festmist- und Jaucheanfall bei der Tierhaltung (Quelle: ATV-DVWK, Arbeitsbericht, 2001 zitiert im Haberl, 2008)

Tierart	Festmist m <sup>3</sup> pro GVE und Monat		Jauche m <sup>3</sup> pro GVE und Monat	
		Mittelwert		Mittelwert
Rind	1,2 - 2,0	1,6	9,0 - 15,0	12
Schwein	0,6 - 1,2	0,9	5,0 - 10,0	7,5
Geflügel	0,4 - 0,8	0,6	4,6 - 5,9	5,2
Pferd	1		7,5	
Schaf	0,9		6,5	
Kaninchen	0,4		3,3	

Tab.3.28. Abwasseranfall bei der Tierschlachtung (Quelle: Wang, 2006)  
(GVE: Großvieheinheit) (\* zitiert in Wang, 2006)

Fleischart	Schlachtung	Konservenfabrik	Diverse Autoren *
<b>Rinder</b>	2.604 -5.015 l/t) 1.495 l/Tier 2.879-3.255 l/t GVE 2.879-3.255 l/t GVE 700 - 1.000 l/Tier GVE 2.136 l/t GVE 700 – 1.003 l/Tier 2.500 -40.000 l/t GVE 414 l/Tier	8.286 l/Tier) 6.968 l/t GVE      2.000 – 60.000 l/t	Nippon Suido (1982) Umweltministerium Japan (2003) Ukita M (2002)      Schlachthof Chupaca,-Peru
<b>Schweine</b>	2.028-5.115 l/t GVE 1.294 l/t GVE 541 l/Tier) 227 – 379 l/Tier 160 - 230 l/Tier 2.245 l/t GVE 1.500 – 10.000 l/t	9.539 l/t GVE 630-3.797 l/t GVE 1.976 l/Tier	Umweltministerium Japan (2003)
<b>Schafe</b>	100-150 l/Tier		Lettinga (1980)
<b>Gemisch</b>	13.359 l/Tier  1.336 – 14.808 l/t GVE	3.770 l/Tier 144 - 189 l/Tier 12.518 l/Tier GVE	Umweltministerium Japan (2003) Bureau of Environment Tokio (2002) Japan Livestock Industry Association (1996)

## Fleischverarbeitung

Abwassermenge und -zusammensetzung bei der Fleischverarbeitung ist abhängig von der Art der Fertigprodukte. Es weist i.d.R. geringere Schmutzkonzentrationen auf als das Schlachtabwasser. Das Kohlenstoff-Stickstoffverhältnis ist meist günstiger. Feststoffe sind nur gering vorhanden (Tab.3.29) (ATV, 2000).

Tab.3.29. Anfallende flüssige und feste Reststoffe der Fleischverarbeitungsbetriebe  
(Quelle: ATV, 2000)

Substratbezeichnung	Menge	Beschaffenheit
Abwasser aus der Fleischverarbeitung	ca. 5 – 8 m <sup>3</sup> /t Fleisch	1.000 – 3.000 mg/l CSB
		500 – 2.000 mg/l BSB <sub>5</sub>
	ca. 0,5 - 1,1 kg	50 - 120 mg/l N gesamt
		10 - 35 mg/l P gesamt
		200 - 800 mg/l Fett
		ca. 0,5 - 1,1 kg Reinigungsmittel je m <sup>3</sup> Abwasser

## a.2 Wirtschaftsdünger

Bei der Rinder- und Schweinehaltung ergibt sich ein enormes Substratpotenzial, welches für eine Verwendung in Biogasanlagen geeignet ist. Tabelle 3.30 zeigt den Biogasenertrag von Mist und Gülle.

Tab. 3.30. Gasertrag und Methangehalt von Wirtschaftsdüngern (Quelle: Institut f. Energetik u. Umwelt gGmbH, 1982)  
(oTS: organische Trockenmasse)

Substrat	Biogasertrag		CH <sub>4</sub> -Gehalt Vol.-%
	m <sup>3</sup> /t Substrat	m <sup>3</sup> /t oTM	
Rindergülle	20-30	200-500	60
Schweinegülle	20-35	300-700	60-70
Rindermist	40-50	210-300	60
Schweinemist	55-65	270-450	60
Hühnermist	70-90	250-450	60

Tierexkreme enthalten nicht nur Nährstoffe, sondern auch Schadstoffe (Tab. 3.31, 3.32).

Tab.3.31. Nährstoffgehalte von Wirtschaftsdüngern (Quelle: Institut f. Energetik u. Umwelt gGmbH, 1982)  
(oTM: organische Trockenmasse)

Substrat	TM %	oTM % TM	N	NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg
Rindergülle	8-11	75-82	2,6-6,7	1-4	0,5-3,3	5,5-10	0,3-0,7
Schweinegülle	ca.7	75-86	6-18	3-17	2-10	3-7,5	0.6-1,5
Rindermist	ca. 25	68-76	1,1-3,4	0,22-2	1-1,5	2_5	1,3
Schweinemist	20-25	75-80	2,6-5,2	0,9-1,8	2,3-2,8	2,5-3	n.a.
Hühnermist	ca. 32	63-80	5,4	0,39	n.a.	n.a.	n.a.

Tab.3.32. Schwermetallgehalte von Wirtschaftsdüngern Quelle: Institut f. Energetik u. Umwelt gGmbH, 1982

Substrat	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Rindergülle	0,3	7,3	44,5	0,06	5,9	7,7	270
Schweinegülle	0,4	9,4	309	0,02	10,3	6,2	858
Rindermist	0,29	12,9	39,0	0,03	5,2	30,0	190
Schweinemist	0,33	10,3	450	0,04	9,5	5,1	1068
Hühnermist	0,25	4,4	52,6	0,02	8,1	7,2	336

Rinder- und Schweinegülle lassen sich auf Grund ihres relativ niedrigen Trockensubstanzgehaltes gut mit anderen Substraten (Co-Substrate) kombinieren.

Anders sieht dies beim Festmist aus, da er wegen des hohen Trockensubstanzanteils in der Regel verdünnt werden muss, um pumpfähig zu sein; zudem muss der Festmist homogenisiert werden. Als eventuelle Co-Substrate kommen hier in erster Linie solche mit einem hohen Wasser- oder Energiegehalt in Betracht (Schlempen, Fette etc.).

Das Handling und die Lagerung von Rinder- bzw. Schweinegülle ist relativ unproblematisch. Im Normalfall kann die Gülle direkt oder über eine Vorgrube der Biogasanlage zugeführt werden.

## b Substrate aus der weiterverarbeitenden Agrarindustrie

### b.1 Bierherstellung

Bei der Bierproduktion fallen verschiedene Nebenprodukte an, von denen Treber mit 75 % den Hauptanteil ausmacht. Je Hektoliter Bier fallen ca. 19,2 kg Treber, 2,4 kg Hefe und Geläger, 1,8 kg Heißtrub, 0,6 kg Kühltrub, 0,5 kg Kieselgurschlamm und 0,1 kg Malzstaub an (Institut f. Energetik u. Umwelt gGmbH, 1982).

Treber ist wegen seiner großen Menge das bedeutendste Substrat.

Die übrigen Fraktionen (Kieselgurschlamm) sind gut für eine Verwendung in Biogasanlagen als Biogas geeignet. Allerdings ist derzeit nur ein Teil der anfallenden Mengen auch tatsächlich als Lieferant nutzbar, da die anfallenden Produkte auch anderweitig, z. B. in der Lebensmittelindustrie (Bierhefe) oder als Tierfutter (Treber, Malzstaub) eingesetzt werden.

Tabellen 3.33 und 3.34 zeigen Kenndaten und Schadstoffgehalte des Trebers. Die Lagerung und das Handling sind relativ unproblematisch. (Institut f. Energetik u. Umwelt gGmbH, 1982).

Tab. 3.33. Stoffeigenschaften von Biertreber (Quelle: Institut f. Energetik u. Umwelt gGmbH, 1982)  
(oTM: organische Trockenmasse, FM: feuchteres Material)

Substrat	TM %	OTM % TM	N	NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Biogasertrag		CH <sub>4</sub> -Gehalt Vol.-%
			% TM			m <sup>3</sup> /t FM	m <sup>3</sup> /t oTM	
Biertreber	20-25	70-80	4-5	n.a.	1,5	105-130	580-750	59-60

Tab.3.34. Schwermetallgehalte von Biertreber  
(Quelle: Institut f. Energetik u. Umwelt gGmbH, 1982)

Substrat	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
	mg / kg TM					
Biertreber	0,1-0,2	0,5	15	0,5	0,3	76

### b.2 Kartoffelverarbeitung (Stärkeherstellung)

Bei der Stärkeherstellung aus Kartoffeln fällt neben organisch belasteten Abwässern auch so genannte Kartoffelpülpe als Nebenprodukt an. Diese besteht hauptsächlich aus Schalen, Zellwänden und nicht aufgeschlossenen Stärkezellen, welche nach der Stärkegewinnung übrigbleiben. Je Tonne verarbeiteter Kartoffeln fallen ungefähr 240 kg Pülpe sowie 760 Liter Kartoffelfruchtwasser und 400-600 Liter sogenanntes Prozesswasser (Institut f. Energetik u. Umwelt gGmbH, 1982).

Derzeit wird ein Teil der Pülpe als Viehfutter wieder an die Landwirte abgegeben und der größte Teil des Fruchtwassers als Dünger auf die Felder ausgebracht. Da aber die Verfütterung nur einen kleinen Teil der anfallenden Menge ausmacht und das Ausbringen des Fruchtwassers zu einer Überdüngung der Flächen und zur Versalzung des Grundwassers führen kann, müssen mittelfristig alternative Verwertungsmöglichkeiten gefunden werden.

Eine Möglichkeit ist die Verwertung in Biogasanlagen, da es sich bei den Nebenprodukten um gut vergärbare Substrate handelt. Die stofflichen Eigenschaften sind in Tabelle 3.35 dargestellt.

Tab.3.35. Stoffeigenschaften der Nebenprodukte der Stärkeerzeugung (Kartoffelverarbeitung)  
(Quelle: Institut f. Energetik u. Umwelt gGmbH, 1982)

Substrat	TS	oTS	N	NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Biogasertrag		CH <sub>4</sub> - Gehalt Vol.-%
	%	% TS	% TS			m <sup>3</sup> /t FM	m <sup>3</sup> /t oTS	
Pülpe (frisch)	ca.13	ca.90	0,5-1	0,04	0,1-0,2	80-90	650-750	52-65
Fruchtwasser	3,7	70-75	4-0,5	0,8-1	2,5-3	50-56	1.500-2.000	50-60
Prozesswasser	1,6	65-90	7-8	0,6-0,8	2-2,5	55-65	3.000-4.500	50-60

In Tabelle 3.36 sind die Konzentrationen an Spurenelementen im Substrat angegeben. Zu beachten sind die relativ hohen Kalium- und Chloridgehalte, welche unter Umständen zu einer Hemmung des Gärprozesses führen können (Institut f. Energetik u. Umwelt gGmbH, 1982).

Tab.3.36. Mineralstoffe und Spurenelement (Kartoffelverarbeitung)  
(Quelle: Institut f. Energetik u. Umwelt gGmbH, 1982)

Substrat	K <sub>2</sub> O	Ca	Cl	Na	Mg	NO <sub>3</sub> -N
	mg/kg TM					
Kartoffelpülpe (frisch)	1814	19,3	4,8	262,5	154,1	0,56
Fruchtwasser	5557,8	34,2	1320	39,9	222,1	85,93
Prozesswasser	2196	18	235,5	60,1	66,1	14,48

### b.3 Zuckergewinnung

Bei der Verarbeitung von Zuckerrüben zur Herstellung von Kristallzucker fallen verschiedene Nebenprodukte an, die hauptsächlich als Viehfutter verwendet werden. Dies sind zum einen sogenannte Nass-Schnitzel, die nach dem Zerkleinern der Rüben und der anschließenden Extraktion des Zuckers anfallen und zum anderen die Melasse, die durch Abtrennen der Zuckerkristalle von dem eingedickten Zuckersirup gewonnen wird. Ein Teil der Schnitzel wird durch Einmischen von Melasse und durch Abpressen des enthaltenen Wassers zu Melasseschnitzel weiterverarbeitet und ebenfalls als Tierfutter eingesetzt.

Die Melasse wird neben der Verwendung als Tierfutter auch als Rohstoff in Hefefabriken oder Brennereien eingesetzt. Zwar ist dadurch die verfügbare Menge stark eingeschränkt, jedoch stellen Rübenschnitzel und Melasse auf Grund des Restzuckergehaltes ein gutes Co-Substrat für die Biogasproduktion dar (Tab. 3.37).

Tab.3.37. Stoffeigenschaften von Pressschnitzel und Melasse  
(Quelle: Institut f. Energetik u. Umwelt gGmbH, 1982)

Substrat	TM	oTM	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Biogasertrag		CH <sub>4</sub> -Gehalt Vol.-%
	%	% TM	% TM		m <sup>3</sup> /t FM	m <sup>3</sup> /t oTM	
Pressschnitzel	22 - 26	ca. 95	-	-	60 - 75	250 - 350	70 - 7
Melasse	80 - 90	85-90	1,5	0,3	290-340	360-490	70-75

In Verbindung mit z.B. Gülle stellen Zuckernebenprodukte ein gutes Co-Substrat dar.

## b.4 Nebenprodukte der Obstverarbeitung

Bei der Verarbeitung von Trauben und Obst zu Wein und Fruchtsaft fallen sogenannte Trester als Nebenprodukte an. Diese werden wegen ihrer noch hohen Gehalte an Zucker bevorzugt als Rohstoff für die Alkoholherstellung genutzt. Aber auch als Viehfutter oder als Grundstoff für die Pektinherstellung finden die Trester Verwendung.

Je Hektoliter Wein bzw. Fruchtsaft fallen ca. 25 kg Trester und je Hektoliter Fruchtnektar rund 10 kg Trester an. Die wichtigsten Stoffdaten sind in den Tabellen 3.38 und 3.39 aufgeführt (Institut f. Energetik u. Umwelt gGmbH, 1982).

Tab.3.38. Stoffeigenschaften von Trester (Quelle: Institut f. Energetik u. Umwelt gGmbH, 1982)

Substrat	TM %	oTM % TS	N	P	Biogasertrag		CH <sub>4</sub> -Gehalt Vol.-%
			% TM		m <sup>3</sup> /t FM	m <sup>3</sup> /t oTM	
Apfeltrester	25-45	85-90	1,1	0,3	145-150	660-680	65-70
Obsttrester	25-45	90-95	1-1,2	0,5-0,6	250-280	590-660	65-70
Rebentrester	40-50	80-90	1,5-3	0,8-1,7	250-270	640-690	65-70

Quelle: Institut f. Energetik u. Umwelt gGmbH, 1982

Tab.3.39. Schwermetallgehalte von Trester (Quelle: Institut f. Energetik u. Umwelt gGmbH, 1982)

Substrat	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
	mg / kg TM					
Apfeltrester	0,3	1,6	7,8	-	3,4	6,7
Obsttrester	n.a.	0,06	7,8	3	0,7	25
Rebentrester	0,5	5	150	2,5	n.a.	75

### 3.2.5.4 Fallbeispiele anaerober Behandlung industrieller biogener Abfälle (Schlachtabfälle, Abfälle aus der Fruchtverarbeitung)

In diesem Kapitel wird ein Überblick über die vorhandene Literatur erstellt, um eine Diskussionsgrundlage zu liefern.

#### 3.2.5.4.1 Relevante biogene Abfall produzierende Firmen in Österreich

Kirchmayer und Braun leiteten eine Studie für das Umweltbundesamt (2004), in der die für die Jahre 2004 bis 2006 in Österreich angefallenden Mengen an Abfällen aus den tierischen Nebenprodukten untersucht wurden. Diese Abfälle fallen in den Bereichen Schlachtung, Fleisch- und Milchverarbeitung, Lebensmittelhandel (ehemalige Lebensmittel tierischen Ursprungs), in Restaurants, Großküchen sowie im grenzüberschreitenden Reiseverkehr (Küchen- und Speiseabfälle) an. In der Landwirtschaft finden sich vor allem die Reststoffe Wirtschaftsdünger (Gülle, Mist, Jauche).

Das Ziel der Studie war die Menge an tierischen Nebenprodukten in den Jahren 2004 bis 2006 zu ermitteln. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 3.40 und 3.41 zusammengefasst.

Im Jahr 2006 war die größte Abfallmenge aus dem Bereich Schlachtung (266.290 t Schlachtabfall), gefolgt von Fleischverarbeitung.

In Bezug auf Behandlungsanlagen in Österreich war 2006 die Tierkörperverwertungsanlage von Bedeutung. Hier sind die größten Abfallmengen (369.640 t) zur Behandlung gekommen, gefolgt von Kompostanlagen (Abfallaufnahme 139.530 t).

Tab.3.40. Abgeschätzte Mengen an tierischem Nebenprodukt-Rohmaterial, 2005–2006, aufgliedert nach Anfall und Verbleib, ohne Wirtschaftsdünger (Quelle: Umweltbundesamt 2006) (In Klammer exklusive Export; WD: Wirtschaftsdünger)

Anfall in Österreich (t)			Verbleib in Behandlungsanlagen in Österreich (t)		
	2005	2006		2005	2006
Schlachtung	259.590	266.290	Tierkörperverwertungsanlage	329.150 (291.810)	369.640 (328.120)
Fleischverarbeitung	105.810	106.190	Biogasanlage (ohne WD)	140.600	139.530
Milchverarbeitung	108.860	112.370	Kompostanlage (ohne WD)	8.610	11.900
Ehem. Lebensmittel	39.530	40.150	Abkochanlage	10.670	11.730
Küchen- und Speiseabfälle	64.640	84.760	Verbrennung der Speiseabfälle aus int. Verkehr	1.440	1.310
Speise Abfälle aus int. Verkehr	1.440	1.310	sonstiger Verbleib in t		
Falltiere aus der Landwirtschaft	26.530	28.150	sonstiger Verbleib von TNP aus Milchverarbeitung	75.290	94.980
			Lederverarbeitung	28.660	30.390
			sonstiger Verbleib (Gelatine, Heimtierfutter)	43.920	34.710

Tabelle 3.40 zeigt den Anfall und Verbleib von tierischen Nebenprodukten in verarbeiteter Form. Im Jahr 2006 wurden 125.990 t Abfall, davon 43 % verbrannt, 31 % als Dünger in Ackerland eingesetzt und 24 % exportiert. Technische Industrien in Österreich verarbeiteten Tierfett, so wurde 2006 ca. 2.100 t Tierfett aus tierischen Nebenprodukte produziert.

Tab. 3.41. Anfall und Verbleib tierischer Nebenprodukte in verarbeiteter Form aus den Jahren 2004–2006. (Quelle: Umweltbundesamt 2006)  
\* siehe Tab. 3.9

	Anfall	
	2005	2006
Kategorie: 1+ 2 +3 *	115.229	125.992
Import	-	-
<b>Gesamt</b>	<b>115.229</b>	<b>125.992</b>

	Verbleib	
	2005	2006
Verbrennung	60.074	54.657
Ackerland (Dünger)	35.633	39.253
Technische Industrie	2.103	1.192
Sonstige	21	125
Export	17.274	30.660
<b>Gesamt</b>	<b>115.106</b>	<b>125.886</b>

Fürhacker (1999) leitete eine andere Studie „Emissionen der Betriebe und Aggregierung zu branchenspezifischen Abwasseremissionen“ mit dem Ziel, die Emissionen von Betrieben gegliedert nach Branchen, zu ermitteln.

Die Auswertung der Emissionsdaten zeigte, dass die Fischerei und Fischzucht im Jahr 1999 die größte Abwassermenge (365 Mio m<sup>3</sup>) erzeugte, gefolgt von Metallherzeugung und Verarbeitung (228 Tsd m<sup>3</sup>) (Tab. 3.42).

Der höchste CSB und BSB<sub>5</sub>-Fracht Anfall war im Jahr 1999 die Branche Herstellung von Nahrungs- u. Genussmitteln Getränken mit jeweils 5.890 t und 2.027.

Die Landwirtschaft verursachte die höchste N und P Emission mit 38.300 t N und 1.345 t P.

Tab. 3.42. Abwassererzeugung nach Branchen, Österreich 1999. (Quelle: Fürhacker, 1999)

Bezeichnung	Abwasser belastet Tsd. m <sup>3</sup> /a	CSB t/a	BSB <sub>5</sub> t/a	N t/a	P t/a
Landwirtschaft und Jagd	2.392	215	60	38.800	1.345
Fischerei und Fischzucht	365.000		500	100	10
Herstellung von Nahrungs- u. Genussmitteln Getränken	28.429	5.890	2.027	387	367
Herstellung und Verarbeitung von Papier und Pappe	134.372			41	19
Metallerzeugung und –verarbeitung	228.443			818	222

### 3.2.5.4.2 Methan-Produktion aus Abfällen aus der Geflügelschlachtung und Effekte der Vorbehandlung von Geflügelfedern auf die Methanproduktion

Salminen et al. (2002) untersuchten das Potenzial der Methanerzeugung bei unterschiedlichen Geflügelschlachtabfällen.

Versuche im Labor - Batch-Verfahren - zeigten, dass Geflügelabfall, -blut und -knochenmehl reich an Proteinen und Lipiden waren. Die Geflügelschlachtabfälle-Vergärung zeigte einen hohen Methanertrag von 0,7 bis 0,9 m<sup>3</sup> Methan.

Geflügelblut, -fleisch und -knochen erzeugten 0,5 bis 0,7 m<sup>3</sup> Methan pro kg flüchtige Feststoffe.

Federn zeigten einen geringen Methanertrag von 0,21 m<sup>3</sup>/kg flüchtigen Feststoff (50 m<sup>3</sup>/t Feuchtgewicht). Versuche im Labor zeigten eine erhöhte Methanproduktion durch Vorbehandlung von Federn. Kombinierte thermische (120 °C, 5 Minuten) und enzymatische (kommerzielle alkalische Endopeptidase, 2 - 10 g/l) Vorbehandlungen erhöhten den Methanertrag um 37 bis 51 %.

Thermische (70 - 120 °C, 5 - 60 Minuten), chemische (NaOH 2-10 g/l, 2-24 h) und enzymatische Vorbehandlungen waren weniger wirkungsvoll. Die Zunahme des Methanertrags betrug 5 bis 32 %.

Basierend auf diesem Resultat zeigte der anaerobe Abbau der Geflügelabfälle aus der Schlachtung eine aussichtsreiche Möglichkeit wegen des hohen Methanertrags und Stickstoffinhalts dieser Abfälle (8 bis 14% gesamt N). Eine Vorbehandlung der Federn (thermisch, chemisch, enzymatisch) ermöglicht eine Verbesserung der Vergärung und Methanproduktion.

### 3.2.5.4.3 Bioreaktor Leistung beim anaeroben Abbau von Obst- und Gemüseabfall

Bouallagui et al. (2004) untersuchten das anaerobe Abbau Potential und Methanproduktion von Obst- und Gemüse-Abfällen.

Diese Abfälle enthielten 8 bis 18 % Gesamt Trockenmasse (TM), mit einem Gehalt flüchtiger Feststoffe von 86 bis 92 %. Die organische Fraktion enthielt ca. 75 % leicht abbaubare Substanzen (Zucker und Hemizellulose), 9 % Zellulose und 5 % Lignin.

Die Vergärung von Obst und Gemüse wurde unter unterschiedlichen Betriebsbedingungen mit unterschiedlichen Bioreaktoren untersucht.

Es ermöglicht die Umwandlung von 70 bis 95 % der organischen Stoffe zu Methan, mit einer volumetrischen organischen Ladungsmenge von 1 bis 6,8 g Festmasse (FM) /l Tag.

Eine Hauptbeschränkung des anaeroben Abbaues von Obst- und Gemüse-Abfällen war eine rasche Versäuerung dieser Abfälle, die den pH-Wert im Reaktor verringert und eine größere Produktion flüchtiger Fettsäuren, welche die Tätigkeit der methanogenen Bakterien hemmt.

Kontinuierliche Zwei-Phasensysteme erscheinen als effiziente Technologien für den anaeroben Abbau von Obst- und Gemüse- Abfällen. Ihr größter Vorteil liegt in ihrer Pufferkapazität der organischen Belastungsrate, die im ersten Stadium stattfindet und eine konstante Beladung des zweiten methanogenen Stadiums erlaubt.

Das Verwenden eines zweistufigen Systems umfasst einen thermophilen Verflüssigungsreaktor und einen Filter im mesophilen anaeroben Stadium. Über 95% flüchtige Feststoffe wurden mit einer volumetrischen Belastungsrate von 5,65 g flüchtige Feststoffe/l.d zu Methan umgewandelt.

Der durchschnittliche Methanertrag betrug ca. 420 l/kg flüchtige Feststoffe.

#### **3.2.5.4.4 Mesophile Methanproduktion aus Obst und Gemüse in einem röhrenförmigen anaeroben Digester**

Bouallagui et al. (2003) haben mit einem semi-kontinuierlichen mesophilen röhrenförmigen anaeroben Digester die Umwandlung von Obst- und Gemüseabfällen zu Biogas untersucht. Der Effekt der hydraulischen Verweilzeit und der Zufuhrkonzentration auf die Abbau-Rate der Abfälle wurde überprüft.

Das Verändern der hydraulischen Verweilzeit zwischen 12 und 20 Tagen hatte keinen Effekt auf die Gärungsstabilität und der pH-Wert blieb zwischen 6,8 und 7,6, aber bei einer niedrigen hydraulischen Verweilzeit unterhalb von 12 Tagen wurde eine Hemmung der methanogenen Bakterien beobachtet.

Bei einer Zufuhrkonzentrationsänderung von 8 % auf die 10 % TM wurde die gesamte Reaktorleistung vermindert. Bei einer Zufuhrkonzentration von 6 % und einer hydraulischen Verweilzeit von 20 Tagen im röhrenförmigen Digester wurde eine 75 % Umwandlungseffizienz von flüchtigen Feststoffen zu Biogas mit 64 % Methangehalt erreicht.

#### **3.2.5.4.5 Die Abbaubarkeit von Geflügelfedern und Anwendung für die Biogas-Produktion**

Mezes et al. (2007) haben ein Studie durchgeführt, um das Federprotein mit Hilfe von *Bacillus licheniformis* KK1 (Keratin abbauende Bakterien) im Labor abzubauen. Während der Untersuchung wurden kritische Beschränkungsfaktoren ökologischer und technologischer Natur beim Abbau der Federn festgestellt.

Der optimale pH-Wert, Temperatur, Federgröße, das Bazillus/Feder-Verhältnis wurden untersucht. Um die Biodegradations-Dynamik aufzuspüren, wurde das Auslöschungsniveau der Flüssigphasen der biologisch abgebauten Stoffe in den unterschiedlichen experimentellen Phasen untersucht.

Das Resultat zeigte deutlich eine höhere Hydrolyse-Rate in den Behandlungen mit den Bakterien als in den Behandlungen ohne zugesetzte Bakterien. Der umfangreichste Abbau wurde im Fall des Verhältnisses 1:3 (Federn/Wasser) beobachtet. Die höchste Federabbau-Intensität zeigte sich bei der Behandlung mit Inokulum von 1% Mikroorganismen.

Das Resultat der Laborversuche wurden unter industriellen Bedingungen geprüft. Die industriellen Versuche wurden in einem 6 m<sup>3</sup> großen beheizten Doppelwandbehälter mit

Rührschaufeln und Lüftungssystem durchgeführt. Der Abbauprozess wurde mit Extinktionsmessungen analysiert. Der wirkungsvollste Abbau und die minimale hydraulische Verweilzeit zeigte sich bei 70 °C Wärme-Behandlung, Inokulum mit 1 % Bakterienkonzentration und den Verhältnis 1:3 Federn/Wasser.

Das Kapitel 3.5 „Verfahrenstechnik der anaeroben Behandlung organischer Abfälle“ stellt die Grundliteratur für die Erarbeitung der biotechnologischen Verwertung (Anaerob-, Aerobverwertung) des peruanischen Umweltprogramms dar (siehe Abschnitt 4.4).

## 4 UNTERSUCHUNGEN UND ERGEBNISSE

In diesem Kapitel wird eine umfassende Analyse des Ist-Standes der peruanischen Landwirtschaft und Agrarindustrie erstellt.

Es werden Stoffströme aus der Landwirtschaft, Viehwirtschaft und den wichtigsten Bereichen der Nahrungs- und Genussmittelindustrie wie Tierhaltung (Rinder, Geflügel, Schweine, Kameliden, Meerschweinchen), Schlachthäuser, Molkereien, Obstverarbeitung, Brauereien und Fischindustrie untersucht.

An Hand der ausgewerteten Daten sowie in Anlehnung an internationale Regelungen werden Vorschläge sowohl für Abwasseremissionsgrenzen für die Branchen Obstverarbeitung, Schlachtung und Fischindustrie als auch ein Umweltprogramm zur Umsetzung biologischer Abfallbehandlung in Peru erarbeitet.

### 4.1 PRODUKTIONSMENGE DER LANDWIRTSCHAFT UND LEBENSMITTELINDUSTRIE IN PERU

Die Nahrungsmittelproduktion in Peru wird durch die Ministerien für Landwirtschaft und für Produktion kontrolliert.

Das Ministerium für Landwirtschaft kontrolliert die Tätigkeiten des industriellen Landwirtschaftssektors, die in Verbindung mit folgenden Produktionen stehen (Ministerium für Landwirtschaft, Peru, 2007)

- Nahrungsmittel: Öle und Fette, Olivenöl, Mühlennebenprodukte, Hafer- und Derivate, Zucker, Derivate aus Kakao, Wurstwaren, verarbeitetes Fleisch, Spargelprodukte, Weizenmehl, Milchderivate, Kondensmilch
- Futtermittel
- Zwischenprodukte für die weiterarbeitende Industrie wie Baumwollindustrie, Malzindustrie, Mühlen, Früchte-, Fleisch-, Fischverarbeitung etc.

Laut der Statistik 2005 zeigt der Wert der landwirtschaftlichen Produktion eine Steigerung von 5 % bezogen auf die Werte von 1994. Der landwirtschaftliche Subsektor stieg um 4 %, der Viehssektor um fast 7 % (Tab. 4.1) (Ministerium für Landwirtschaft, Peru 2006).

Das Ministerium für Produktion kontrolliert die Sektoren Industrie und Fischerei.

Das Ministerium für Produktion formuliert die Politik, genehmigt und überwacht alle produktiven und Verarbeitungstätigkeiten. Es fördert noch Wettbewerbsfähigkeit, eine Zunahme der Produktion, rationalen Gebrauch der Ressourcen und Schutz der Umwelt. Es erlässt Umweltnormen auf nationaler Ebene und überwacht ihre Einhaltung.

#### 4.1.1 Tierhaltung

In Peru wird zwischen extensiver, semiintensiver und intensiver Tierproduktion unterschieden.

Extensive und semiintensive Tierzucht bedeutet, dass die Ernährung auf natürlichen Weiden unter Verwendung von Ernte-Rückständen und landwirtschaftlichen Nebenprodukten beruht.

Die Entwicklung der extensiven und semiintensiven Tierzucht stößt infolge von Problemen beim Zugang zur Technik und von gesundheitlichen Problemen auf Schwierigkeiten.

Tab. 4.1. Produktionswerte nach Nebensektoren 2004 - 2005 in Peru (Quelle: Ministerium für Landwirtschaft, Peru 2006)

Branchen	Produktion Tonnen in Tsd		Werte € in Tsd		Veränderung %
	2004	2005	2004	2005	
<b>1. Landwirtschaftssektor</b>			4.015	4.020	5
<b>1.1. Pflanzlicher Sektor</b>			2.287	2.377	4,0
<b>1.2. Tierischer Sektor</b>			1.728	1.843	6,6
Geflügel	1.063	1.166	830	910	9,6
Rinder	287	300	317	3.322	4,6
Schweine	131	137	113	119	5,0
Schafe	84	84	103	103	0,0
Alpakas	21	20	19	18	-5,2
Lamas	9	8	6	6	-1,8
Eier	176	182	92	96	3,9
Vollmilch	1.270	1.329	161	169	4,7
Alpaka Wolle	3	4	9	9	10,7
Lama Wolle	0,8	0,6	9	1	-2,9
<b>1.3. Wurst und Fleisch- verarbeitung</b>	30.079	30.998	45	46	3,6
<b>1.4. Milchprodukte</b>	369.868	390.908	237	250	5,4

Die Rinderzucht umfasst verschiedene Haltungssysteme

- Mehrzweck-Rinder (Fleisch und Milch) (Anden und Regenwald)
- spezialisierte Milchkühe
- Zebu-Rinder für Fleischerzeugung (Nordküste und Regenwald)
- Criollo-Rinder aus den Anden. Deren Zucht erfüllt einen dreifachen Zweck, nämlich Fleisch- und Milchproduktion, Einsatz als Zugtier.

Im peruanischen Amazonasgebiet beruht die Tierernährung hauptsächlich auf der Verwendung von Weide-Futter (Gras oder natürliche Weiden). Dieses extensiv genannte System hat zur Folge, dass Wälder abgeholzt und verbrannt werden.

### Das gemischte System

Das gemischte System besteht meist aus kleinen landwirtschaftlichen Betrieben. Die Eigentümer kommen aus den Anden und füttern mit Gras, mit oder ohne Zugaben. Sie haben Probleme mit der großen Entfernung zu den Märkten. Weitere Probleme betreffen das Fehlen angemessener Mittel der Kommunikation, eine ineffiziente Nutzung der natürlichen Ressourcen und den Mangel an geeigneter Technologie.

### Intensivtierhaltung

Bei intensiver Tierhaltung werden die Tiere mit Grundfutter (industrielle Nebenprodukte) gefüttert.

Die Grundfutterproduktion hatte in Peru in den 1960er Jahren als Folge des Wachstums der Fischwirtschaft (Fischmehlproduktion) eine ausgewogene Entwicklung.

Damals hatte die nationale Geflügelindustrie ihr Wachstum durch den Einsatz von Fischmehl als Proteinquelle.

Derzeit gibt es eine Erweiterung der Futtermittelproduktion, vor allem für die Geflügelindustrie (ca. 91%), für Schweine und Rindermast.

Die großen Unternehmen haben in ihre Produktionssysteme Lager, Mühlen, Misch- und Verpackungsanlagen inkorporiert.

Die größten Betriebe (ca. 90 % der Geflügelindustrie und 15 % der Schweinezucht) konzentrieren sich in Lima als intensive Produktion.

### Extensivtierhaltung

Laut Ministerium für Landwirtschaft Peru (2008a) war die landwirtschaftliche Fläche der Anden im Jahr 1994 etwa 22.7 Mio. ha., von denen 16 Mio. ha (70,2 %) den natürlichen Weiden entsprechen; 2,9 Mio. ha (12,5 %) beziehen sich auf landwirtschaftliche Flächen, und 4 Mio. ha (17,2 %) auf den nicht-landwirtschaftlichen Bereich.

Auf den natürlichen Weiden der Anden befindet sich der größte Teil der Viehzucht. Ca. 78,8% der Rinder, 96,2 % Schafe, 100 % der Kameliden (Lama, Alpaka, Guanako und Vikuña) und andere Tierarten wie Pferde, Ziegen und Schweine werden hier gezüchtet.

Tabelle 4.2 zeigt den Viehbestand in Peru sowie die Produktion von Fleisch und anderen tierischen Produkten.

In Tabelle 4.3 sind jene peruanischen Städte aufgelistet, wo sich größere Fleischproduktionen befinden. Lima besitzt die größte Geflügel- und Schweinefleischproduktion, Puno die größte Alpaka- und Lamafleischproduktion. Schaffleisch wird in der größten Menge in Puno und in Cuzco produziert.

Tab. 4.2. Viehbestand nach Spezies in Peru, 2005 (Quelle: Ministerium für Landwirtschaft, Peru 2006), \* (inklusive Import), k.W.: kein Wert

Spezies	Gesamtzahl Stück (in Tsd)	Fleischproduktion		andere tierische Produkte (Ei, Wolle, Milch)	
		Schlachttiere Stück (in Tsd)	(t in Tsd)	Stück (in Tsd)	(t)
<b>Geflügel</b>	99.255	367.025*	733.243	11.583	182.291
<b>Rinder</b>	5.241	1.076	153.109	690	1.329.335
<b>Schweine</b>	3.005	1.958	102.903	k.W.	k.W
<b>Schafe</b>	14.822	2.686	33.686	6.305	10.882
<b>Alpakas</b>	3.598	333	8.867	1.996	3.597
<b>Lamas</b>	1.269	109	3.773	389	604

Tab. 4.3. Städte mit der höchsten Fleischproduktion in Peru, 2005 (Quelle: Ministerium für Landwirtschaft, Peru 2006)

	Geflügel- fleisch (t)	Schaf- fleisch (t)	Schweine- fleisch (t)	Alpaka- fleisch (t)	Lama- fleisch (t)
<b>Peru insgesamt</b>	<b>733.243</b>	<b>33.686</b>	<b>102.903</b>	<b>8.867</b>	<b>3.773</b>
Lima	<b>440.894</b>		<b>45.295</b>		
Arequipa	49.264			1.041	523
Cuzco		3.756			
Huanuco			11.654		
Junin		2.597			
La Libertad	115.035				
Puno		10.242		<b>4.619</b>	1.385

#### 4.1.1.1 Rinder

In Peru werden sowohl Milchkühe als auch Mastvieh gezüchtet.

##### Mastvieh

Jede der drei natürlichen Regionen zeigt Unterschiede in der Viehzucht, wie z.B. Tierarten, diverse Klimate und verschiedene technologische Niveaus der Betriebe (Tierernährung, Anlagen, Handhabung).

Der Rinderbestand beträgt ca. 5 Mio. Stück. im Jahr 2005 wurden 153.000 Tonnen Fleisch produziert (Tab. 4.4). Der Rindfleisch Pro-Kopf-Verbrauch beträgt 6 kg/Ew.a. Die Rindfleischproduktion hat eine jährliche Zuwachsrate von im Durchschnitt 4 %.

Tab. 4.4. Rinderbestand in Peru 2005 (Quelle: Ministerium für Landwirtschaft, Peru 2006)

Jahr	Gesamtzahl Rinder Stück in Tsd	Rind- Fleischproduktion		Rinderdärme (t)
		Schlachttiere Stück in Tsd	(t)	
2005	5.241	1.076	153.109	75.053

Vom gesamten nationalen Viehbestand befinden sich ca. 80 % im Hochland und im Regenwald, in intensiver und halbintensiver Zucht. Der Rest befindet sich an der Küste hauptsächlich in intensiver Zucht.

Während der 60er und 70er Jahre wurde mit Unterstützung der Universität Agraria La Molina eine intensive Mastviehtechnologie entwickelt (Stall). Futtermittel aus Nebenprodukten der industriellen Landwirtschaft wurden genutzt. So wurden rentable Mastviehbetriebe rund um Lima entwickelt.

Im Jahr 2000 gab es in Lima 521 Mastviehbetriebe mit 521 Stallungen, die mehr als 164.000 Rinder beherbergten.

##### Milchviehproduktion

Die Provinzen mit der größten Gesamtmenge an Milchproduktion sind Lima, Arequipa, Cajamarca, Chiclayo und La Libertad. Diese produzierten im Jahr 2006 insgesamt 63,3 % der gesamten Produktion.

#### 4.1.1.2 Geflügel

Eine der ökonomischen Tätigkeiten, die in den letzten Jahrzehnten in Peru ein explosionsartiges Wachstum erlebten, ist die Geflügelproduktion. Sie umfasst Hühner, Enten, Puten und Eier-Produktion (Hühner und Wachteln).

Im Zeitraum 2005 bis 2006 kam es zu einer Steigerung des Produktionswertes der Geflügelzucht um 7,7 %.

Die wachsende Geflügelproduktion beruht auf hohem technologischen Niveau, Verbesserungen der Produktionsindikatoren wie Genetik, Ausrüstung und Futtermittel.

Das Tierhaltungssystem ist derzeit intensiv, Firmen verbinden sich oft zu größeren Unternehmen. Die Integration umfasst Firmen für Geflügelnahrung, Brütereiprozesse,

Reproduktionsprozesse, Handelsunternehmen und Güterlieferanten. Dazu gehören u.a. die Firmen Avinka, El Rocío S.A. und Avícola Redondos.

Etwa 80 % der nationalen Geflügelpopulation befinden sich an der Küste, während sich die restlichen 20% auf das Hochland und den Regenwald verteilen. Lima stellt mehr als 50 % der gesamten Geflügelproduktion, gefolgt von den Provinzen La Libertad, Ica, Lambayeque und Arequipa (Abb. 4.1).

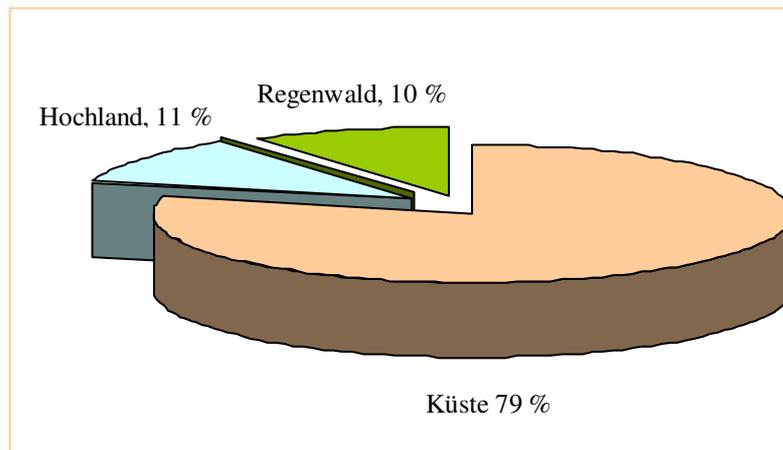


Abb.4.1. Geflügelbestand nach Gebieten

Ein Indikator für das Wachstum der Geflügelfleischproduktion ist der Zukauf von Küken zu landwirtschaftlichen Betrieben. Im Jahr 2006 wurden mehr als 367 Millionen Küken angeliefert, davon 57 % in Lima (Tab.4.5).

Tab. 4.5. Zukauf von Küken von landwirtschaftlichen Betrieben, Peru 2006  
(Quelle: Ministerium für Landwirtschaft, Peru 2008b)

Regionen	Küken Stück in Tsd	Anteil %
<b>Lima</b>	211.529	<b>57,5</b>
La Libertad	75.745	20,6
Arequipa	32.140	8,7
Ancash	9.678	2,6
Piura	5.224	1,4
Andere	35.087	9,5
<b>Gesamt</b>	<b>368.140</b>	<b>100,0</b>

Im Jahr 2005 betrug der Geflügelbestand mehr als 99,2 Mio. Stück, produziert wurden 733.000 t Fleisch, 182.000 t Eier, 75.000 t Geflügeldärme (Tab.4.6).

Tab. 4.6. Geflügel-Bestand und Schlachttiere in Peru, 2005  
(Quelle: Ministerium für Landwirtschaft, Peru 2006)  
\* inklusive Import

Jahr	Gesamtzahl Geflügel Stück in Tsd	Geflügel Fleischproduktion		Eier (t)	Geflügeldärme (t)
		Schlachttiere Stück in Tsd	(t)		
<b>2005</b>	99.255	367.025*	733.243	182.291	75.000

#### 4.1.1.3 Schweine

Die Anzahl der Schweine betrug 2005 ca. 2 Mio. Stück. Die jährliche Zunahme betrug in den letzten 8 Jahren durchschnittlich 2.4 % (Tab. 4.7).

Tab. 4.7. Schweinebestand in Peru 2005 (Quelle: Ministerium für Landwirtschaft, Peru 2006)

Jahr	Gesamtzahl Schweine Stück	Schweinefleisch (t)	Schweinedärme (t)
2005	1.957.696	102.903	20.581

In der Provinz Lima konzentriert sich die Schweinefleischproduktion. Lima ist Hauptlieferant von Schweinefleisch (15 % der nationalen Gesamtmenge der Schweine) und ist gleichzeitig auch der Hauptkonsument.

Städte wie Chiclayo, Trujillo, Lima, Ica und Arequipa werden als Sitz der besten Schweinebetriebe des Landes hinsichtlich Produktivität und Qualität betrachtet.

Die Schweinefleischproduktion betrug 97.963 Tonnen im Jahr 2004, 102.903 Tonnen im Jahr 2005 und 109.000 Tonnen im Jahr 2006, was eine stetig steigende Entwicklung dieses Sektors auf nationaler Ebene zeigt (Tab. 4.8).

Tab. 4.8 Anzahl Schweine und Schweinefleischproduktion (Quelle: Ministerium für Landwirtschaft, Peru 2008c)

Schweine	2004	2005	2006
geschlachtete Schweine Stück	944.574	1.957.696	-
Schweinefleisch (t)	97.963	102.903	109.000

#### 4.1.1.4 Kameliden - Lama, Alpaka, Vikuña, Guanaco

Der Ursprung der südamerikanischen Kameliden liegt tausende Jahre zurück. Sie sind die wichtigsten einheimischen Säugetiere.

Die südamerikanischen Kameliden bestehen aus vier Arten:

- Lama (*Lama glama Linnaeus*),
- Alpaka (*Lama pacos Linnaeus*),
- Guanako (*Lama guanicoe*) und
- Vikuña (*Vicugna vicugna*).

Von diesen vier Arten sind Lama und Alpaka domestiziert, während Guanako und Vikuña wild leben.

Peru ist der Hauptproduzent der südamerikanischen Kameliden in der Welt mit etwas mehr als 5 Millionen Tieren der vier Arten. Die ca. 3,6 Mio. Alpakas stellen 85 % des Weltbestands dar.

Das Kamelidenfleisch hat den niedrigsten Cholesteringehalt aller Fleischsorten. Diese Tatsache eröffnet neue Märkte in entwickelten Ländern, wo es einen hohen Bedarf nach natürlichen Produkten mit hohem Nährwert gibt.

Die Alpaka-Aufzucht in Peru verteilt sich im Wesentlichen auf die Provinzen Puno (55 %), Cuzco (12 %), Arequipa (10 %) und Huancavelica (6 %).

Schätzungen der Alpaka-Population im Jahr 2005 sowie Schlachtzahl, die Quantität des Alpakafleisches zeigt Tabelle 4.9.

Tab. 4.9. Alpakabestand und Schlachtung, Peru 2005 (Quelle: Ministerium für Landwirtschaft, Peru 2006)

<b>Jahr</b>	<b>Gesamtzahl Alpakas in Tsd</b>	<b>Schlachttiere Stück</b>	<b>Alpakafleisch (t)</b>
<b>2005</b>	3.598	333.002	8.867

## Lamas

Im Jahr 2006 stellte die nationale Lamaproduktion 1,3 Mio. Stück dar, verteilt von Ancash im Norden bis Puno im Süden. Die wichtigsten Provinzen hinsichtlich Lamazucht sind Puno (35 %), Cusco (18 %), Huancavelica (11 %), Ayacucho (9,5 %) und auch Arequipa (9,3 %).

## Vikuñas

Vikuñas sind von der zentralen Zone Südamerikas bis in den Süden verbreitet. Man schätzt die Vikuña-Population in Südamerika auf 188.300 Tiere. Davon leben ca 149.560 Vikuñas in Peru, 33.800 in Bolivien, 19.850 in Chile und 15.900 in Argentinien.

Auf nationaler Ebene verteilten sich laut Zählung im Jahr 2000 die Vikuña auf Ayacucho (34 %), Puno (15,3 %), Lima (15 %), Junin (9,6 %), Apurimac (8,5 %) und Huancavelica (7.4 %).

## Guanakos

In Südamerika umfasst die Guanako-Population ca.534.000 Stück. Argentinien besitzt 93,63 % der Population, gefolgt von Chile (5,62 %). In Peru befinden sich 3.810 Tiere, die sich auf folgende Provinzen verteilen: Ayacucho (30,6 %), Arequipa (29,5%), La Libertad (14 %) und Lima (5,5 %), der Rest entfällt auf andere Provinzen (Ministerium für Landwirtschaft, 2008).

## Alpaka

Die Alpakafleischproduktion im Jahr 2006 betrug 9.080 t Fleisch. In den letzten 6 Jahren war die Tendenz der Alpakafleischproduktion zunehmend (Tab. 4.10) (Ministerium für Landwirtschaft, 2008d).

Der Eiweißwert des Kamelidenfleisches ist höher als der von Fleischsorten wie Rind oder Schaf, während der Fettgehalt niedriger ist, daher keine Cholesterinbelastung darstellt und wie ein „Light Produkt“ wirkt.

Tab.4.10. Kamelidenfleischproduktion in Peru (Quelle: Ministerium für Landwirtschaft, Peru 2008d)

<b>Jahr</b>	<b>Alpaka Fleisch t</b>	<b>Lama Fleisch t</b>	<b>Kameliden Fleisch t</b>
<b>2005</b>	8.867	3.773	12.640
<b>2006</b>	9.082	3.790	12.872

Tabelle 4.11. zeigt die chemische Zusammensetzung des Fleisches von verschiedene nen Spezies.

Tab. 4.11. Chemische Zusammensetzung des Fleisches verschiedener Spezies Quelle: Ministerium für Landwirtschaft, Peru 2008d.

<b>Fleisch-Zusammensetzung</b>	<b>Lama %</b>	<b>Alpaka %</b>	<b>Vikuña %</b>	<b>Rind %</b>	<b>Schweine %</b>
Wassergehalt	69,2	74,6	72,2	76	75
Eiweiß	24,9	20,3	19,6	16 - 22	14 - 22
Fett	3,7	4	3,2	21,8	21,9
Asche	1,4	1,4	1,2	1,2	1,2

#### 4.1.1.5 Meerschweinchen

Das Meerschweinchen (*Cavia porcellus*) ist eine Spezies ursprünglich aus den Anden von Peru, Ecuador, Kolumbien und Bolivien. Sein Fleisch ist ein einheimisches Lebensmittel mit hohem Nährwert und niedrigen Produktionskosten.

Peru ist das Land mit der größten Meerschweinchenpopulation. Die wichtigsten Herstellerprovinzen sind Ancash, Apurimac, Cajamarca, Cusco, Huanuco, Junin, La Libertad und Lima.

In den 60er Jahren wurden an der UNALM die Rassen Peru, Andina und Inti entwickelt.

Laut Ministerium für Landwirtschaft, Peru (2008e) gab es 2003 in Peru eine Meerschweinchenpopulation von 23 Mio. Stück. Im Hochland 21, 5 Mio. Stück, 1,4 Mio. an der Küste und nur 338.150 Stück im Regenwald (Tab. 4.12).

Tab. 4.12. Meerschweinchen Produktion in Peru 2003 (Quelle: Ministerium für Landwirtschaft, Peru 2008e)

Lokalisation	<b>Gesamtzahl Meerschweinchen Stück in Tsd Jahr 2003</b>	Durchschnitts Schlachtgewicht kg	Pro – Kopf – Verbrauch kg pro Einwohner und Jahr
<b>Insgesamt</b>	<b>23.240,8</b>	0,4	0,94
Hochland	21.462,9		
Küste	1.439,7		
Regenwald	338,2		

Das Meerschweinchenfleisch hat ausgezeichnete Qualität und guten Geschmack, und zeichnet sich durch einen hohen Proteingehalt sowie niedrigem Fett- und Mineraliengehalt (Tab. 4.13) aus.

Tab. 4.13. Meerschweinchenfleisch Beschaffenheit (Quelle: Ministerium für Landwirtschaft, Peru 2008e)

<b>Sorte</b>	<b>Wassergehalt %</b>	<b>TS %</b>	<b>Asche %</b>	<b>Protein %</b>	<b>Fett %</b>
Grill-Meerschweinchen	74,2	25,8	1,25	20	3,3
Schlachtexemplar	71,6	28,4	1,25	21	3,6

#### 4.1.2 Schlachthäuser

Peru hat 358 Schlachthäuser (private und kommunale). 26 % haben eine Betriebserlaubnis und nur 1% arbeitet mit geeignetem technischen und technologischen Niveau (4 Schlachthäuser bundesweit) (Ministerium für Landwirtschaft, Peru, 2008f).

Die Liste der bedeutendsten Schlachthäuser mit Betriebsgenehmigung umfasst nur 31 Betriebe (Tab. 4.14). Die meisten davon befinden sich in Lima.

Zusätzliche Informationen wie Menge oder Kapazitäten konnten nicht erhoben werden.

Tab. 4.14. Liste der bedeutendsten Schlachthäuser Perus (Quelle: Ministerium für Landwirtschaft, Peru 2008f)

Standort		Betriebe
Land	Provinz	
<b>Junin</b>	Jauja	Frigorifico Pachacayo
	Concepcion	Camal Frigorifico Santa Rosa
	Jauja	C.F. Jauja
	Chupaca	C.F. Chupaca
	Huancayo	Centro Beneficio Aves (Geflügel)
<b>La Libertad</b>		Molino la Perla SAC
		Frigorifico del Norte SAC
		San Francisco
		Camal Frigorifico San Luis
		Yugo Frio SAC
		Chimu Agropecuaria S.A.
<b>Lambayeque</b>	Lambayeque	C.M. Lambayeque
	Lambayeque	C.M. Motupe
	Lambayeque	C.M. Eten
	Lambayeque	C.M. Jose Leonardo Ortiz
<b>Lima - Callao</b>	Lima	Frigorifico JO-SAC Jose Olaya
	Lima	Inversiones Pecuaria Lurin - Inpelsa
	Lima	Frigorifico San Pedro de Lurin
	Lima	Camal Casa Blanca
	Lima	Frigorifico La Colonial S.A.
	Lima	Camal Conchucos S.A.
	Lima	Camal Garagay Bajo
	Lima	SACIP Yerbateros
	Lima	SUPENSA
	Lima	AVINKA S.A.
	Lima	REDONDOS S.A.
	Lima	San Fernando S.A..
<b>Piura</b>	Piura	C.M. Piura
	Piura (Catacaos)	C.M. Catacaos
	Piura (Ayabaca)	C.M. Ayabaca
	Piura (Sullana)	C.M. Bellavista

Im Jahr 2005 wurden in Peru 74 Mio. Stück Mastvieh in Schlachthäusern geschlachtet, darunter 915.000 Rinder, 921.000 Schweine und 745.000 Schafe.

Insgesamt wurden 211.127 Tonnen Fleisch produziert (Tab. 4.15, Abb. 4.2) (Ministerium für Landwirtschaft, Peru, 2008f).

Produziert wurden in Peru selbst 99,2 Mio. Stück Geflügel. Inklusive importiertes Geflügel wurden 367 Mio. Stück Geflügel geschlachtet, davon 71,9 Mio. in Schlachthäusern, die 135.966 Tonnen Geflügelfleisch produzierten (Tab. 4.16, Abb. 4.2).

Tab. 4.15. Nutztierschlachtung in Schlachthäusern in Peru nach Spezies 2005 (Quelle: Ministerium für Landwirtschaft, Peru 2006)

geschlachtete Tiere	Schlachtung Gesamt		Schlachtung in Schlachthäusern (nationale Ebene)		Lima		San Fernando Betrieb	
	Stück in Tsd	(t)	Stück in Tsd	(t)	Stück	(t)	Stück	(t)
Rinder	1.076	153.109	915	151.262	256.862	56.978		
Schweine	1.958	103.000	921	50.621	413.298	25.209	63.816	
Schafe	2.686	33.700	745	9.244	96.602	1.133		
Geflügel	367.025	733.243	71.907	135.966	40.806	77.529		173.913
Summe	372.745	1.023.052	74.488	347.093	807.568	160.849	63.816	173.913

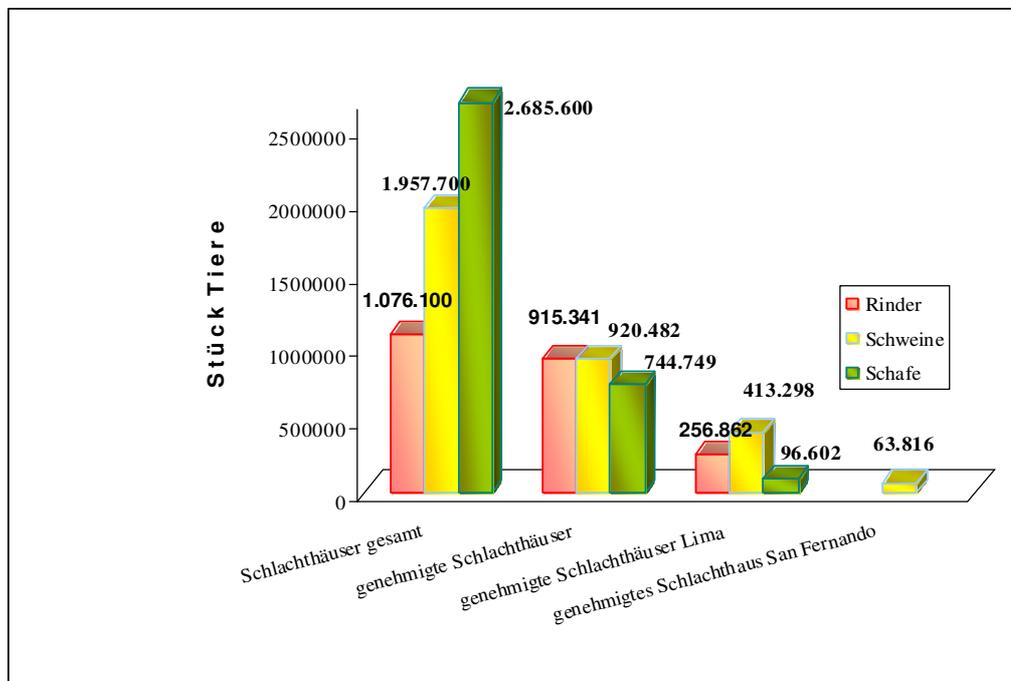


Abb. 4.2. Nutztierschlachtung in Peru nach Spezies in Peru, 2005

Tab.4.16 und Abb. 4.3 zeigen die Anzahl an Schlachttieren in den Schlachthäusern Limas.

Tab. 4.16. Tiere in Schlachthäusern geschlachtet 2005, Lima (Quelle: Ministerium für Landwirtschaft, Peru 2006)

Betriebe in Lima	Zahl der erhobenen Schlachtungen in Betrieben 2005					
	Rinder		Schweine		Schafe	
	Stück	Schlachtgewicht t	Stück	Schlachtgewicht t	Stück	Schlachtgewicht t
<b>Insgesamt in Lima</b>	<b>256.842</b>	<b>56.978</b>	<b>413.298</b>	<b>25.209</b>	<b>96.602</b>	<b>1.133</b>
Comas	8.953	1.563	11	0.2	156	156
Frigorifico La Colonial S.A.	21.388	5.357	138.045	9.200	4.091	4.091
SACIP Yerbateros	73.842	15.257	103.298	5.183	91.059	91.059
Frigorifico JO-SAC Jose Olaya	18.922	4.496	86.846	5.852	0	0
Camal Conchucos S.A.	8.290	887	24.393	1.447	0	0
Inversiones Pecuaria Lurin-Inpelsa	40.668	8.316	47.317	2.759	631	631
Frigorifico San Pedro de Lurin	59.595	14.393	10.691	650	379	379
Chosica	3.269	540	2.697	145	286	296
Jose Olaya	18.922	4.496	86.846	5.825	0	0

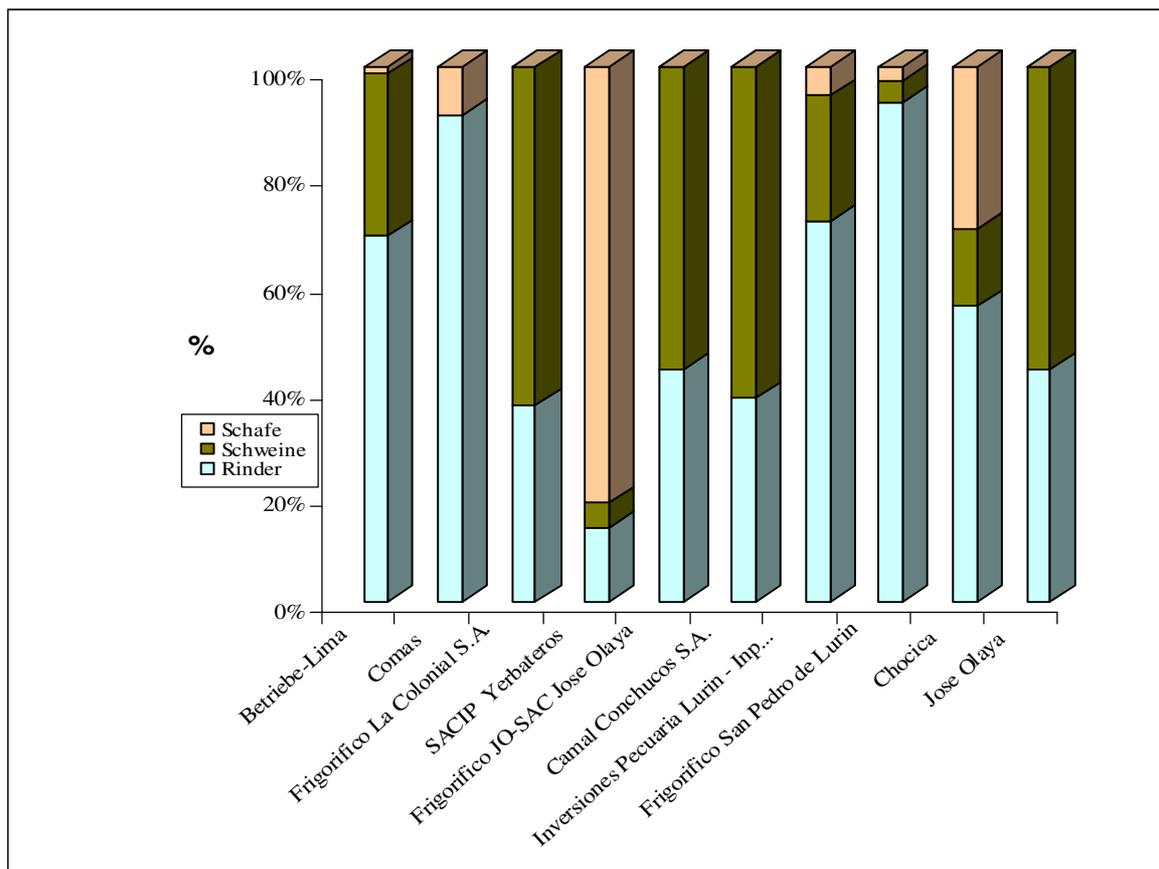


Abb. 4.3. Prozentuelle Verteilung der Schlachtungen nach Tierarten in bedeutenden Schlachthäusern, Peru 2005

Aus der Statistik geht hervor, dass die Geflügelproduktion des Betriebs San Fernando nicht in den nationalen Daten enthalten ist. San Fernando verarbeitet fast das 1,5 fache der gesamten in den offiziellen Statistischen aufscheinenden Geflügelfleischproduktion (Abb. 4.4).

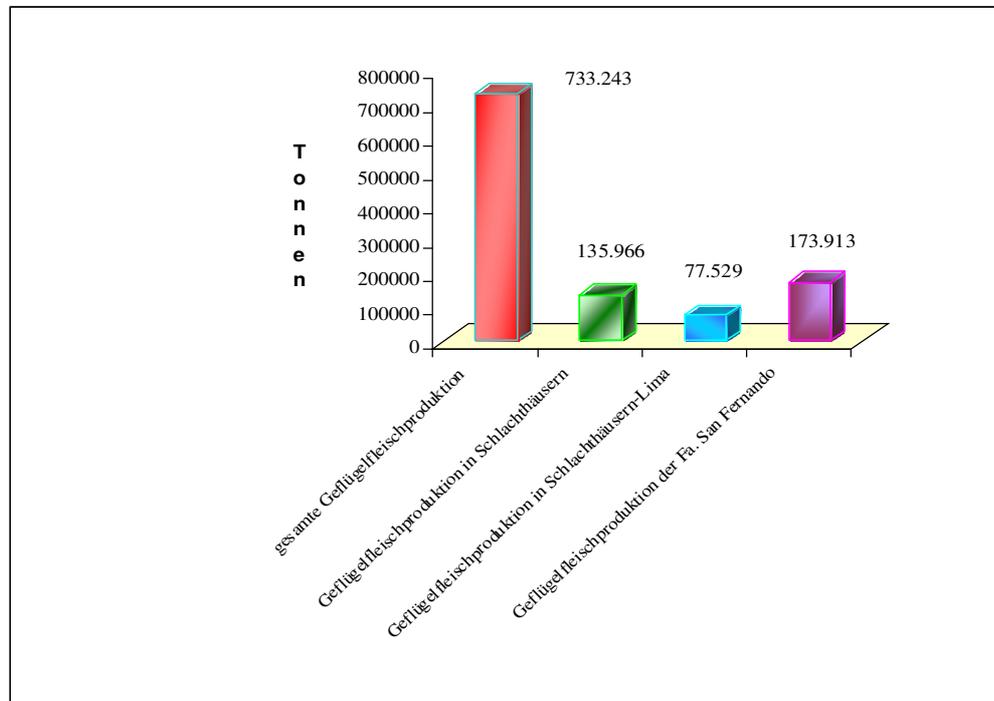


Abb.4.4. Geflügelfleischproduktion in Peru, 2005 (Quelle: Kalinowski, 2008; Ministerium für Produktion, Peru 2008a)

Tabelle 4.17 stellt die Fleischproduktion der größten Firma Perus "San Fernando" dar. San Fernando betreibt sowohl Geflügelzucht als auch Geflügelschlachthäuser.

Tab. 4.17. Betrieb San Fernando, Fleischhähnchen- und Fleischputenproduktion (Quelle: Kalinowski, 2008, sowie Ministerium für Produktion, Peru 2008a)

Betrieb San Fernando	2005	2006	2007
Lebende Hähnchen (Stück)	75.508.733	77.540.611	87.246.561
Geschlachtete Hähnchen (t)	166.874	171.365	192.815
Lebende Puten (t)	601		
Geschlachtete Puten (t)	7.039	7.492	7.936
Lebende Puten (Stück)	11.376.000	13.392.000	16.600.500
Legehennen (Stück)	782.108	732.984	726.313
Geschlachtete Schweine (Stück)	63.816	62.316	65.436
Hackfleisch (t)		144	
Wurstwaren (t)		4.433	
<b>Gesamt Geflügelfleisch (t)</b>	<b>173.913</b>		

### 4.1.3 Betriebe der Lebensmittelproduktion in Peru

Die Nahrungsmittel in Peru werden sowohl durch das Ministerium für Landwirtschaft als auch das Ministerium für Produktion registriert und kontrolliert. Eine Zusammenfassung der Nahrungsmittelproduktion in den Jahre 2005 und 2006 zeigt Tabelle 4.18.

Tab. 4.18. Lebensmittelproduktion in Peru 2004 –2005 (Quelle: Ministerium für Landwirtschaft, Peru 2006; Ministerium für Produktion, Peru 2008a)

	Beschreibung		2004	2005
1	Wurst	t	12,7	13
2	Schinken	t	3,4	3,7
3	roher Schinken	t	8,5	8,6
4	Geflügelfleisch	t	668.772	732.861
5	Rindfleisch	t	146.361	153.112
6	Fisch und Meeresfrüchtekonserven	t	45.360	55.500
7	Fischmehl, andere Spezies und Nebenprodukte	t	1.971.449	1.930.700
8	Säfte und Getränke		40.619	63.327
9	Marmelade (verschiedene Früchte)	t	149.941	154
10	Tomatenketchup	t	1.011.653	1.070
11	Tomatensauce	t	885.839	895
12	Tiefkühlsparger	t		6.600
16	Kondensmilch	t	311.929	327.423
17	gezuckerte Kondensmilch	t	0	
18	Käse	t	5.800	6.200
19	Joghurt	t	44.400	51.152

#### 4.1.3.1 Molkereien

Im Jahr 2006 produzierte Peru 1,4 Mio. Tonnen Frischmilch. Davon wurden 54 % von der Industrie gekauft, den Rest wurde für den direkten Konsum verwendet. Es gibt 500 Milchsammelbetriebe im Land.

70 % der Frischmilch, die durch die Industrie erworben werden, werden zur Kondensmilch verarbeitet, die an ersten Stelle der Milchprodukte steht. Es folgen Joghurt, das pasteurisierte Milch verdrängt hat. Die Tendenz zeigt eine abnehmende Produktion pasteurisierter Milch und eine zunehmende Joghurtproduktion.

Laut Ministerium für Landwirtschaft, Peru (2005) (Tab. 4.19) waren die wichtigsten Milchprodukte in den Jahren 2005-2006: Kondensmilch, Joghurt, pasteurisierte Milch, Schweizer Käse, und Frischmilch. Die Tendenz der Milchprodukte zeigt ein anhaltendens Wachstum.

Tab. 4.19. Milchproduktion und Milchprodukte in Peru 2005 - 2006 (t)  
(Quelle: Ministerium für Landwirtschaft, Peru 2006)

PRODUKTE	P R O D U K T I O N (t)		
	2005	2006	Veränderung %
<b>Milchprodukte</b>			
Schweizer Käse	5.461	6.841	25,3
Frischkäse	3.581	4.145	15,8
Butterartiger Käse	379	340	-10,5
Butter	1.257	1.359	8,1
Creme	1.389	1.650	18,8
Joghurt	58.825	67.565	14,9
Gezuckerte Kondensmilch	4.256	4.332	1,8
<b>Milch</b>			
Kondensmilch	327.807	358.844	9,5
Pasteurisiert	63.102	55.964	-11,3
Vollmilch	92	-	-

#### 4.1.3.2 Obstverarbeitung

2005 wurden aus den gesamten Früchten in Peru 63.3 t Fruchtgetränke und 154 t Marmelade hergestellt (Tab.4.20).

Tab. 4.20. Fruchtgetränk- und Marmeladeproduktion, Peru 2000 - 2005 (Quelle: Ministerium für Produktion, Peru 2008a)

Beschreibung	2004	2005
Fruchtgetränke t	40	63
Marmelade (verschiedene Früchte) t	150	154

#### 4.1.3.3 Getränke Industrie

Die Getränkeindustrie ist mit vielen anderen Betrieben eng verbunden. Zulieferer sind beispielsweise der landwirtschaftliche Sektor (Lieferant von Gerste, Mais und Reis, Malz; Zuckerindustrie), der Subsektor Glasindustrie (Lieferant von Verpackungen) und der Vertriebssektor der verarbeiteten Produkte.

Die gesamte Bierproduktion ist in Tabelle 4.21 dargestellt. Die Hauptprodukte dem Volumen nach sind Weißbier und Malzbier.

Tab. 4.21. Bierproduktion in Peru 2005 (Quelle: Ministerium für Produktion, Peru 2008a)

Beschreibung	Produktion in Hektoliter
Weißbier	7.811.107
Malzbier	159.054
<b>Summe</b>	<b>7.970.161</b>

Andere wesentlich in Peru hergestellte Getränke sind Weine, Pisco (Nationalgetränk) und kohlenensäurehaltige Getränke (gesüßt und nicht gesüßt) (Tab. 4.22).

Laut der Herstellungsstatistik 1996 erreicht der Produktionswert dieses Getränkesektors 4.7 % des BIP (\$ 989 Mio.).

Tab. 4.22. Getränke Produktion in Peru 2004 und 2005 (Quelle: Ministerium für Produktion, Peru 2008a)

Beschreibung	Einheiten	2004	2005
Wein und Champagner	Liter	4.800.502	5.864.560
Pisco	Liter	600.166	813.960
Weißbier	in Tsd Liter	663.617	781.111
Malzbier	in Tsd Liter	9. 712	15.905
süße kohlenstoffhaltige Getränke	Liter	1 283 .010.92	1258.311.769
nicht süße kohlenstoffhaltige Getränke	Liter	43.575.050	36.683.665

#### 4.1.3.4 Fischindustrie

Das durch die peruanische oder Humboldt-Meereströmung durchströmte peruanische Meer, ist weltweit bekannt als eines der fischreichsten Meere der Welt.

Die Fischerei hatte bereits im alten Peru sehr große Bedeutung und wird seit Tausenden von Jahren praktiziert.

1930 gab es große Veränderungen in der Fischerei Perus. Es wurde die "Compañía Nacional de Pesca" im Callao zur lokalen Fischvermarktung, Gefrierkonservierung, zum Transport und Verarbeitung gebildet.

In den 50er Jahren konzentrierte sich die Fischindustrie auf die Fischöl- und Fischmehlproduktion. Die Fischproduktion wuchs und Peru wurde 1956 führend in der Fischproduktion Südamerikas.

1957 lag Peru an erster Stelle in den lateinamerikanischen Länder; 1958 an erster in den hispanoamerikanischen Länder; 1959 an fünfter Stelle in der Welt; 1960 an dritter Stelle. 1963 wurde Peru das erste Land der Welt in der Fischproduktion.

Die Fisch-Hochkonjunktur und die Einrichtung der zahlreichen Fischverarbeitungsbetriebe in den verschiedenen Häfen begünstigten die Bevölkerung der Küste und die Volkswirtschaft. Der Aufschwung der Fischerei beeinflusste noch andere Tätigkeiten und Industrien wie Schiffswerften, Verpackungsindustrie, Stiefel, Wasserbekleidung u.a.

Ab den 70er Jahren verfiel die peruanische Fischindustrie wegen des Fischmangels und unkontrollierten Fischfangs.

Seit Anfang der 90er Jahre erholten sich die Fischindustrie Produzenten jedoch wieder. In den letzten Jahren gehörte Peru wieder zu den wichtigsten Fischländern der Welt.

Der Export von Fischöl und Fischmehl, Tiefkühlfisch und Fisch-Konserven beträgt bis zu 20 % des peruanischen Exportwertes.

Tabelle 4.26 zeigt das Volumen der Produktion aus den maritimen und kontinentalen hydrobiologischen Ressourcen, die nach Art des Gebrauches eingestuft sind in direkter menschlicher Verbrauch (Konserven, Tiefkühlfisch und gepökelter Fisch) und indirekter menschlicher Verbrauch (Fischmehl und Fischöl) in der Periode 2003 bis 2007.

Die Fischproduktion umfasst 3 Phasen: Fischfang, Verarbeitung und Vertrieb der aquatischen Ressourcen

## Fischfang

2005 erreichte die Ernte der aquatischen Ressourcen ein Gesamtvolumen von 9,4 Mio. Tonnen. Der sind 97,7 % des Volumens, das im vorhergehenden Jahr registriert wurde (Tab. 4.23).

Tab. 4.23. Meeresressourcen nach Verwendung in Peru 2005 (Quelle: Ministerium für Produktion, Peru 2008b)

Spezies	Insgesamt t in Tsd	indirekter menschlicher Konsum (Fischmehl) t in Tsd	direkter menschlicher Konsum t in Tsd				
			insgesamt	frisch	Fisch- konserve	Tiefkühlfish	verarbeitete Produkte
Insgesamt	9.353	8.629	725	285,9	89,4	321,2	28,1
Fisch	8.992	8.629	363	211,4	82,4	46	23,3
Meeresfrüchte	354	0	354	73,8	7	272,6	0,2
andere Arten	3,05	0	8	0,8	0	2,7	
Algen	5						4,5

## Die Verarbeitung

Die Verarbeitung der Industrieprodukte aus aquatischen Ressourcen während des Jahres 2005 zeigte ein Gesamtvolumen von 2,4 Mio. Tonnen. Hier ist eine Abnahme von 3,5 % in Vergleich zum Jahr davor (Tabelle 4.24) bemerkbar.

Tab.4.24. Maritime Produktion nach Industriezweigen in Peru 2005 (Quelle: Ministerium für Produktion, Peru 2008b)

Industriezweig	Rohfisch für Verarbeitung t in Tsd	Verarbeitete Fischprodukte t in Tsd
Insgesamt	9.400	2.444
<b>direkter menschlicher Konsum</b>		
Fischkonserven	89	56
Tiefkühlfish	322	146
Konservierter Fisch	48	22
Frisch-Fisch	312	
Anchoveta für Fischmehl	8.628	1.931
Fischöl		290

## Der Export

Im Januar 2005 erreichte der Fischproduktexport ein Volumen von 4,9 Mio. Tonnen, zum überwiegenden Teil Fischmehl und Tiefkühlfish.

## 4.2 SPEZIFISCHES ABFALLAUFKOMMEN IN DER LANDWIRTSCHAFT UND IN WICHTIGEN BETRIEBEN DER AGRARINDUSTRIE

### 4.2.1 Spezifischer Abwasser- und Abfall- bzw. Nebenprodukthanfall in den Branchen

#### 4.2.1.1 Abfälle aus der Tierhaltung

2005 wurden 127 Mio. Stück Tiere in Peru gezüchtet. 80 % der Rinder, 100 % der Schafe, 100 % der Kameliden (Alpaka, Lama) und 60 % der Schweine werden in den Anden und im Regenwald unter extensiven bzw. semiintensiven Bedingungen gehalten.

100 % des Geflügels (149 Tsd. GVE), 20 % der Rinder (1.048 Tsd. GVE) und 40 % der Schweine (180 Tsd. GVE) werden an der Küste unter Intensivproduktion gezüchtet.

In Tabelle 4.25 werden Detailinformationen zum Festmistanfall zu einzelnen Tierkategorien gegeben. Bei Anwendung von Kennwerten zum Festmistanfall aus der Literatur (Tab. 3.27) kann bei der gesamten Viehproduktion eine gesamte Festmistmenge von 138,8 Mio. m<sup>3</sup> angenommen werden.

Für die Berechnung der Festmistmenge wurden Mittelwerte (m<sup>3</sup> Festmist/(GVE.Monat) benutzt. Die Zahl der GVE wird mit dem jeweiligen Mittelwert und mit 12 (Monate) multipliziert. Beispielsweise 149.000 GVE Geflügel x 0,6 m<sup>3</sup>/GVE (Mittelwert) x 12 Monate = 1.072 Tsd. m<sup>3</sup> Festmist.

Lama und Alpaka werden mit Schafen gleichgesetzt sowie Meerschweinchen mit Kaninchen.

Tab. 4.25. Jährlicher Festmistanfall in Peru, 2005

a: Lebensministerium Österreich 2009/Dok: Öpul 2007

b: siehe Tab. 3.27, c: Nationale Produktion ohne importiertes Geflügel

d: 40 % der Gesamtmenge. e: Kaninchen

Spezies	Gesamtzahl Tiere in Tsd	GVE <sup>a</sup>	gesamt GVE in Tsd	Festmist <sup>b</sup> m <sup>3</sup> pro GVE und Monat	Festmist Jahr 2005 m <sup>3</sup> in Tsd
Geflügel <sup>c</sup>	99.255	0,0015	149	0,4-0,8	<b>1.072</b>
Rinder	5.241	1,0	5.241	1,2-2	<b>100.633</b>
Schweine <sup>d</sup>	1.800	0,15	270	0,6-1,2	<b>2.917</b>
Schafe	14.822	0,15	2.223	0,9	<b>24.012</b>
Alpakas	3.598	0,15	540	0,9	<b>5.829</b>
Lamas	1.269	0,15	190	0,9	<b>2.056</b>
Meerschweinchen	28	0,0025 <sup>e</sup>	70	0,4	<b>334</b>
Summe	<b>127.191</b>		<b>8.864</b>		<b>136.851</b>

40% der Schweine (180 Tsd. GVE), die unter Intensivproduktion gezüchtet sind, erzeugen 3.024 Tsd. m<sup>3</sup> Gülle (Tab. 4.26).

Für die Berechnung des Gülleanfalles wurde ein Mittelwert m<sup>3</sup> Gülle/(GVE.Monat) benutzt. Mit diesem wird die Zahl der GVE und mit 12 (Monate) multipliziert. Beispielsweise 180 Tsd GVE Schweine x 1,4 m<sup>3</sup>/(GVE.Monat) x 12 Monat = 3.024 Tsd m<sup>3</sup> Schweinegülleanfall.

Tab.4.26. Jährlicher Schweinegülleanfall in Peru 2005  
 (a: BMLFUW, 2009/Dok: Öpul. b: siehe Tab. 3.26)  
 (c: 40 % des Gesamtbestands)

Spezie	Gesamtzahl Stück in Tsd	GVE <sup>a</sup> pro Stück	gesamt GVE in Tsd	Gülleanfall <sup>b</sup> m <sup>3</sup> /GVE *Monat	<b>Gülleanfall</b> (Jahr 2005) m <sup>3</sup> in Tsd
<b>Schweine</b>	1.200 <sup>c</sup>	0,15	180	1,4	<b>3.024</b>

#### 4.2.1.2. Abfälle in der Tierschlachtung

##### Feste/halbfeste Abfälle bei der Schlachtung

Die Tierschlachtung trägt zu den entstehenden Abfällen aus der Fleischwaren-, Schweine-, Rinder- und Geflügelindustrie einen großen Teil bei. Bei der Schlachtung entstehen Schlachtabfälle (Borsten und Horn, Knochen, Innereien, Geflügelteile, Blut, Federn, Fleisch- und Hautreste, Därme und sonstige Tierkörperenteile).

Bei der Übertragung peruanischer Kennzahlen (feste Abfälle aus Tierschlachtung) ergeben sich für das Jahr 2005 ca. 139.100 Tonnen Abfälle aus der Tierschlachtung, die weder behandelt noch verwertet wurden. Sie wurden in Gewässer oder in Böden geleitet oder unkontrolliert verbrannt (Tab. 4.27).

Der Schlachtabfall wurde Anhand der peruanischen Kennzahlen abgeschätzt. Die Fleischproduktion und der Schlachtabfall haben eine gewisse Prozentuellenwert, die in Tab. 4.27 darstellt ist.

Beispielsweise wurde für Geflügel berechnet, das 733 Tsd. t Geflügelfleisch 75,3 % der Gesamtmenge darstellt. Der Geflügelschlachtabfall beträgt laut dem peruanischen Ministerium 7,1 % des Gesamtgewichts, d.h.  $(733,2 \times 7,1)/75,3 = 69,1$  t Geflügelschlachtabfälle.

Die Differenz auf jeweils 100 % wird direkt verwertet, wie z.B. Leber, Herz oder Wolle, Leder.

Tab. 4.27. Jährlicher Abfallanfall bei der Tierschlachtung in Peru 2005  
 (a: Ministerium für Landwirtschaft, Peru 2006)  
 (b: inklusive importiertes Geflügel) (inklusive Blut, Klauen, Horn, Mist)

Spezies	Fleischproduktion		Schlachtabfall	
	% <sup>a</sup>	t in Tsd	% <sup>a</sup>	t in Tsd
Geflügel	75,3	733,2 <sup>b</sup>	7,1	69
Rinder	51	153,1	16	48
Schweine	75,3	103	10	14
Schafe	45	33,7	8	6
Alpakas	45	8,9	8	1,6
Lamas	45	3,8	8	0,7
Summe		<b>1.036</b>		<b>139</b>

##### Abwasseranfall bei Schlachtung

Bei Verwendung internationaler Kennzahlen (Liter Abwasser/Schlacht tier, siehe Tab. 3.28) kann eine Abwassermenge von 10,6 Mio. m<sup>3</sup> Abwasser aus der Tierschlachtung abgeschätzt werden (Tab. 4.28).

Tab. 4.28. Jährlicher Abwasseranfall bei der Tierschlachtung, Peru 2005

(a: Schlachthof Chupaca, Peru siehe Tab. 3.28) (b: Wang et. al. 2006; 100-150 l/Schaf, 160 - 230 l/Schwein)  
 (c: ATV, 2000 (25 l Abwasser/Henne)  
 (d: für Alpaka und Lama wird der Abwasserwert für Schafe eingesetzt)  
 (Für die Berechnung wurden Mittelwerte benutzt)

Spezies	Schlachttiere Stück in Tsd	Abwasser Liter / Schlachttier	Gesamt Abwasseranfall m <sup>3</sup> in Tsd
Geflügel	367.025	25 <sup>c</sup>	9176
Rinder	1.076,1	414 <sup>a</sup>	446
Schweine	1.957,7	195 <sup>b</sup>	382
Schafe	2.685,6	125 <sup>b</sup>	524
Alpaka	333	125 <sup>d</sup>	65
Lama	109	125 <sup>d</sup>	21
Summe	<b>367.025</b>		<b>10.613</b>

### Geflügelschlachtung

Insgesamt wurden 2005 in Peru ca. 367 Mio. Stück Geflügel (inklusive Importe) geschlachtet. Anhand der internationalen Kennzahlen von 100 g Federn/Stück kann ein Anfall von 36.703 t Federn abgeschätzt werden (Tab.4.29).

Tab. 4.29. Jährlich anfallende Federn aus der Geflügelschlachtung in Peru, 2005 (a: ATV, 2000)  
 (b: inklusive Importe)

Spezies	Stück für Schlachtung in Tsd.	Anfallende Federn <sup>a</sup> g/Stück	gesamt anfallende Federn t
Geflügel	367.025 <sup>b</sup>	100	<b>36.703</b>

#### 4.2.1.3 Fleischverarbeitung

In Perus Wurstindustrie wurden 2005 ca. 30.998 Tonnen Wurst hergestellt. Anhand von internationalen Kennzahlen (m<sup>3</sup>/t Fleischverarbeitungswasser, siehe Tabelle 3.29) lässt sich abschätzen, dass aus der Wurstverarbeitung in Peru jährlich insgesamt 202 Tsd m<sup>3</sup> Abwasser, 403 t CSB und 252 t BSB<sub>5</sub> entstehen (Tab. 4.30).

Tab. 4.30. Jährliche Menge flüssiger und fester Abfälle bei der Wurstproduktion in Peru 2005  
 (a: ATV, 2000; 5 bis 8 m<sup>3</sup> Abwasser/t Fleischverarbeitungswasser; 1000 bis 3000 mg/l CSB, 500 bis 2000 mg/l BSB<sub>5</sub>) (Für die Berechnung werden Mittelwerte benutzt)

Beschreibung	Wurstproduktion 2005 t	Fleischverarbeitungs- wasser <sup>a</sup> m <sup>3</sup>	CSB <sup>a</sup> t	BSB <sub>5</sub> <sup>a</sup> t
Wurstsorten	30.998	201.487	403	252

#### 4.2.1.4 Obstverarbeitung

In der peruanischen Obstindustrie wurden 2005 ca. 63.327 Tonnen Fruchtsäfte hergestellt. Zur Zeit gibt es von dieser Branche keine genauen Daten. Die meisten Betriebe verarbeiten direkt landwirtschaftliche Produkte, wobei einige Betriebe Vorprodukte für andere Branchen

(Obstmark, Fruchtsirup), andere Betriebe Endprodukte für die Gastronomie und den Letztverbraucher herstellen.

In der Literatur werden Abfallmengen für Festabfall genannt, die je nach Obst- oder Gemüsesorte zwischen 0 und 40 % bezogen auf die Ausgangsmasse schwanken. Für die Berechnung in Tabelle 4.31 wird 40 % angenommen.

Im Jahr 2005 fielen in dieser Branche 74.340 Tonnen feste Abfälle an. Bei der Übertragung internationaler Kennzahlen (Abwasseranfall m<sup>3</sup>/t Obst) kann man für das Jahr 2005 von 161,697 m<sup>3</sup> Abwasser, 337 t BSB<sub>5</sub>, und 785 t CSB ausgehen (Tab. 4.31).

Tab. 4.31. Jährliche Menge an Abfällen bei der Fruchtsaftproduktion in Peru 2005  
(a: Meza, 2006 (Ausbeute 46 %, <sup>b</sup> Abfall 54 %)  
(b ATV, 2000, c: ATV, 1985)

Beschreibung	Früchte t	Produkte <sup>a</sup> t	Fester Abfall <sup>a</sup> t	Abwasser anfall <sup>b</sup> m <sup>3</sup> /t Obst	gesamt Abwasser- Anfall m <sup>3</sup>	BSB <sub>5</sub> <sup>b</sup> kg/t Obst	gesamt BSB <sub>5</sub> t	CSB <sup>b</sup> kg/t Obst	gesamt CSB t
Obstwäsche						2,01		3,39	
Presse						0,44		1,81	
Fruchtsaft <sup>a</sup>	137.667	63.327	74.340	0,53	158.617		337		785
Marmelade <sup>c</sup>		154		20	3.080				
gesamt					161.697				

Aus Erfahrungen an der Universidad Nacional Agraria la Molina in Lima sind einige Zahlen bezüglich der Früchteverarbeitung wie Ausbeute, Schalenanteil, und Saftanteil bekannt (Tab. 4.32).

Tab. 4.32. Ausbeute diverser Früchte in Peru (Quelle: Meza, 2006)

Früchte	Ausbeute %	Schale %
Orangen	46	54
Mandarinen	33	67
Orange Tangüelos	48	52
Ananas	52	48
Papayas	52	48
Mittelwert	<b>46</b>	<b>58</b>

#### 4.2.1.5 Brauereien

In Brauereien wurden 2005 in Peru 7.811 Tsd. Hektoliter Weißbier und 159 Tsd. Hektoliter Malzbier produziert.

Die wesentlichsten Abfälle bzw. Reststoffe bei der Bierherstellung sind Trebern, Trub, Hefe und Geläger, Filtermassen und Verpackungsmaterialien sowie hausmüllähnliche Gewerbeabfälle. Darüber hinaus fallen bei der Flaschenreinigung feuchte Etiketten an. In geringen Mengen fallen Abfälle aus dem Betrieb von Maschinen und der entsprechenden Werkstätten an.

Bei Anwendung internationaler Kennzahlen (Tab. 3.6) kann eine gesamte jährliche Abwassermenge von 3 Mio. m<sup>3</sup> Abwasser und ca. 9.564 t CSB aus der Bierproduktion abgeschätzt werden (siehe Tab. 4.33).

Für die Berechnung wurde der Mittelwert 0,38 m<sup>3</sup> Abwasser/hl (0,51; 0,36-0,37; 0,32 und 0,34 m<sup>3</sup>/hl Abwasser), 1.200 g CSB-Fracht /hl (1.175; 856; 2.002; 794 und 1.239 g/hl CSB-Fracht) benutzt (Tab. 3.6).

Tab. 4.33. Jährlicher Abwasseranfall bei der Bierproduktion in Peru 2005 (a: ATV, 2000)  
(VB: verkauftes Bier)

Beschreibung	Produktion Hektoliter in Tsd	Spezifische Abwassermenge (m <sup>3</sup> /hl) <sup>a</sup>	Gesamt Abwassermenge m <sup>3</sup> in Tsd	Spez. CSB-Fracht g/hl VB <sup>a</sup>	Gesamt CSB t	Spez. BSB <sub>5</sub> -Fracht kg/hl VB <sup>a</sup>	Gesamt BSB <sub>5</sub> t in Tsd
Weißbier	7.811	0,38		1.200		1,01	8
Malzbier	159	0,38		1.200		1,01	0,16
Summe	<b>7.970</b>		<b>3.029</b>		<b>9.564</b>		<b>8,16</b>

Die größte Bierproduktion in Peru hatte der Betrieb BACKUS S.A. mit 63 % Anteil Bierproduktion. Es folgen CERVESUR und Cerveceria Pucallpa. Gemäß internationaler Kennzahlen stammen ca. 64 % des gesamten Abwassers von BACKUS S.A. Es wurde als Mittelwert 0,38 m<sup>3</sup> Abwasser /hl und 1.200 g CSB-Fracht /hl benutzt (Abb. 4.5, Tab.4.34).

Tab. 4.34. Jährlicher Abwasseranfall bei der Bierproduktion von bedeutenden Brauereien in Peru, 2005 (1 hl = 100 Liter. 1 m<sup>3</sup> = 10 hl)

Betrieb	Bierproduktion		Abwassermenge m <sup>3</sup> in Tsd	CSB-Fracht t
	hl in Tsd	m <sup>3</sup>		
<b>BACKUS S.A.</b>	5.000	500.000	1.900	6.000
<b>CERVESUR</b>	2.200	220.000	836	2.640
<b>Cerveceria Pucallpa</b>	600	60.000	228	720
<b>Peru</b>	<b>7.970</b>	<b>797.000</b>	<b>3.029</b>	<b>8.400</b>

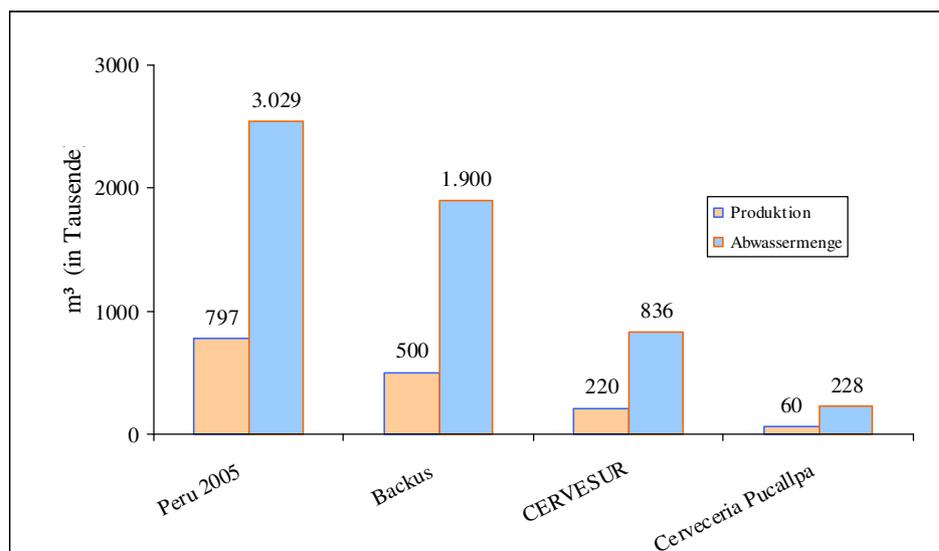


Abb. 4.5. Jährliche Bierproduktion und Abwassermenge in Peru, 2005

Die jährlichen Nebenprodukte bei der Bierproduktion und der Malzbedarf werden in Tabelle 4.35 gezeigt. Der Bedarf an Malz beträgt 17 kg Malz/hl Bier. Aus 100 kg Malz entstehen 125 kg nasse Treber, 25 % TS, 28 % Eiweiß und 8 % Fett (Kunze, 1998).

Tab.4.35. Jährliche Menge an Nebenprodukten bei der Bierproduktion in Peru, 2005

Bierproduktion hl	Malzbedarf t	Nebenprodukt			
		nasse Treber t	trockene Treber t	Eiweiß t	Fett t
7.970.161	135.493	169.370	42.340	11.860	3.390

#### 4.2.1.6 Molkereien

2005 stellen Milch und Milchprodukte in Peru eine Produktionsmenge von ca. 466.061 Tonnen dar. Anhand internationaler Kennzahlen ( $\text{m}^3$  Abwasser/1000 kg Milchproduktion, kg BDB<sub>5</sub>/1000 kg Milchprodukte) kommt man für Peru auf insgesamt 652.485  $\text{m}^3$  Abwasser und 653 t BSB<sub>5</sub> pro Jahr (Tab. 4.36).

Für die Berechnung werden die Mittelwerte 1,4  $\text{m}^3$  Abwasser/t Milchprodukte (0,8 bis 2  $\text{m}^3$  Abwasser/1000 kg Milchprodukte) und 1,4 kg BSB<sub>5</sub>/ t Milchprodukte (0.8 bis 2 kg BSB<sub>5</sub>/ 1000 kg Milchprodukte) verwendet (siehe Tab. 3.3).

 Tab. 4.36. Jährliche Menge Molkereiabwasser in Peru, 2005  
(a: ATV, 2000)

Produkt	Milchprodukte t	Abwassermenge <sup>a</sup> $\text{m}^3$	BSB <sub>5</sub> <sup>a</sup> t	CSB t
Kondensmilch	327.807	1,4 $\text{m}^3$ Abwasser pro Tonne Milchprodukte	1,4 kg BSB <sub>5</sub> pro Tonne Milchprodukte	CSB/BSB <sub>5</sub> = 1,75
Pasteurisierte Milch	63.102			
Butter	1.257			
süße Kondensmilch	4.260			
Käse	9.421			
Creme	1.389			
Joghurt	58.825			
<b>Gesamt Peru</b>	<b>466.061</b>	<b>652.485</b>	<b>653</b>	<b>1.150</b>

In Peru ist die private Molkerei GLORIA S.A. die größte. Hier werden mehr als 90 % der nationalen Milchproduktion verarbeitet (405.309 t von gesamt 466.061 t Milchprodukte). Daher erzeugt sie auch die größte Menge Abwasser. Der gesamte Abwasseranfall der Molkerei beträgt 567.433  $\text{m}^3$  (Tab. 4.37, Abb.4.6).

Tab. 4.37. Anfallendes Molkereiabwasser im Betrieb GLORIA S.A. 2005

Produkte	Produktion t	Abwasser- menge $\text{m}^3$	BSB-Fracht t BSB <sub>5</sub>
Kondensvollmilch	268.069	1,4 $\text{m}^3$ Abwasser pro Tonne Milchprodukte	1,4 kg BSB <sub>5</sub> pro Tonne Milchprodukte
Kondensvollmilch TPP	5.735		
Vollmilch	30.868		
Kondensmagermilch	19.881		
Kondensmagermilch TPP	449		
Magermilch	7.610		
aromatisierte Milch	9.008		
Joghurt	60.453		
Frischkäse	1.435		
verarbeiteter Käse	1.275		
Creme-Milch	526		
<b>Gloria S.A</b>	<b>405.309</b>		

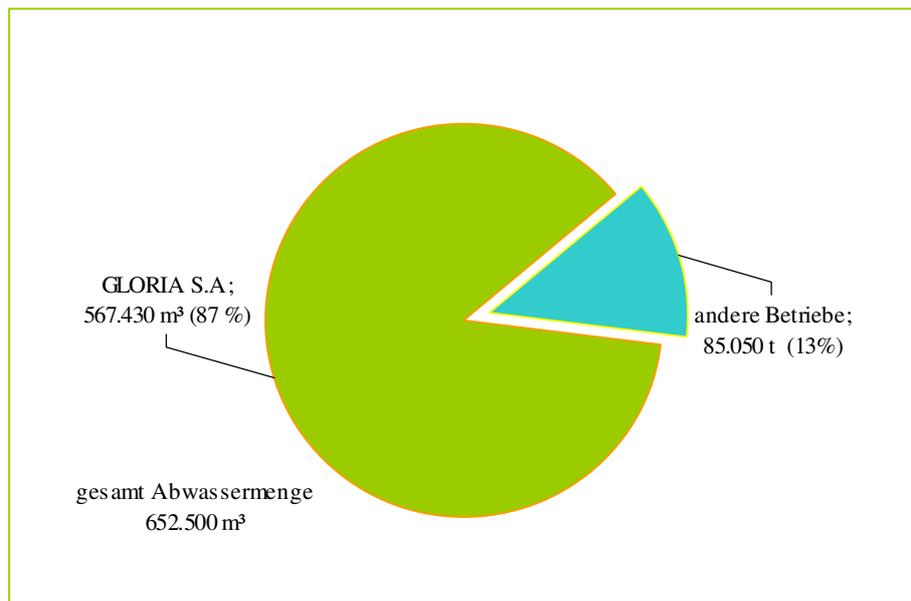


Abb. 4.6. Anteil der Molkerei Gloria S.A. am gesamten Abwasseranfall der Molkereien in Peru, 2005

#### 4.2.1.7 Fischindustrie

Im Jahr 2005 wurden in Peru 2,7 Mio. Tonnen Fisch und Fischwaren produziert. Anhand einerseits peruanischer als auch internationaler Kennzahlen (Tab. 3.4, 3.5, 4.40) erzeugte Perus Fischindustrie insgesamt 21,8 Mio. m³ Abwasser (Tab. 4.38, 4.39). Für die Berechnung wurden die Mittelwerte g CSB/l Abwasser (4,5 bis 5,3), g BSB<sub>5</sub>/l Abwasser (2,5 bis 2,7) und mg Fett/l Abwasser verwendet (Tab. 3.5).

Tab. 4.38. Jährlicher Abwasseranfall der Fischindustrie in Peru, 2005 (a: ATV, 2000; b: Roldan, 2008)

Fisch-Produkte	Produktion t in Tsd	Abwasseranfall		CSB		BSB <sub>5</sub>		Öle und Fette	
		m³/t <sup>a</sup>	m³ in Tsd	g/l <sup>a</sup>	t in Tsd	g/l <sup>a</sup>	t in Tsd	mg/l <sup>a</sup>	t in Tsd
Frisch- Fisch	286	8	2.288	4,9	11,2	2,6	5,9	235	0,64
Tiefkühlfisch verarbeiteter	321	8	2.570	4,9	12,6	2,6	6,7	235	0,60
Fisch	28	2	56	4,9	0,3	2,6	0,1	310	0,02
Fischkonserven	89	2	179	4,9	0,9	2,6	0,5	310	0,06
Fischmehl	1.971	8,5 <sup>b</sup>	16.754						
<b>Summe</b>	<b>2.696</b>		<b>21.846</b>		<b>25</b>		<b>13,2</b>		<b>1,2</b>

Tab. 4.39. Spezifischer Mischabwasseranfall der Fischmehlindustrie in Peru (Roldan, 2008)

Abwasseranfall	Abwasseranfall bei Fischmehl Prozess m³/t Fischmehl
Verarbeitungswasser	4,3
Verdunstung des Verarbeitungswasser	2,1
Verdunstung der getrockneten Rückstände	1,1
Reinigung	1
<b>Summe</b>	<b>8,5</b>

#### 4.2.2 Zusammenfassung des Abfall- bzw. Abwasseraufkommens

Eine Zusammenfassung der entstehenden Nebenprodukte, festen Abfälle und Abwässer der Landwirtschaft und wichtigsten Betriebe der Agrarindustrie in Peru zeigt Tabelle 4.40.

Die peruanische Landwirtschaft wird als Gesamtsystem mit ihren unterschiedlichen Prozessen, Inputgütern, Outputgütern und deren engen Beziehungen zueinander in Abbildung 4.7 und Tabelle 4.41 dargestellt. Die bedeutendsten Bereiche der Landwirtschaft sind die Intensivtierhaltung, Geflügelproduktion, Schweineproduktion, Schlachthäuser, Obstverarbeitung, Molkereien, Brauereien und Fischindustrie. Jeder Bereich benötigt Inputgüter und erzeugt Outputgüter (sowohl Produkte als auch Abwasser und Abfall).

Im peruanischen System fehlen derzeit noch Technologien für die Behandlung der spezifischen negativen Outputgüter (Abwässer, Abfälle), es existieren noch keine Umwelterziehungs- und Umweltmanagementprogramme.

2005 wurden in Peru 127,2 Mio. Stück Tiere gezüchtet (99.225 Tsd. Geflügel, 5.241 Tsd. Rinder, 14.822 Tsd. Schafe, 1.800 Tsd. Schweine in Extensivproduktion, 3.598 Tsd. Alpakas, 1.269 Tsd. Lamas, 28 Tsd. Meerschweinchen).

Mit Hilfe internationaler Kennzahlen kann abgeschätzt werden, dass von 127,2 Mio. Stück Tiere jährlich insgesamt 136 Mio. m<sup>3</sup> Festmist erzeugt werden. Die Rinder produzierten dabei den größten Teil (100 Mio. m<sup>3</sup> Festmist) (Tab. 4.26, Abb. 4.8).

Die anderen Branchen erzeugten 74 Tsd. t Obstabfall (Obstverarbeitung) und 169 Tsd. t Treber bei den Brauereien.

Die jährliche Abfallmenge der Branche Schlachthäuser wurde auf 176.000 Tonnen feste/halbfeste Abfälle geschätzt. Der größte Teil, 106.000 t (inklusive Feder) (mehr als 60 %) fällt bei der Geflügelschlachtung an (Tab. 4.40).

Der gesamte Abwasseranfall der Lebensmittelindustrie beträgt 36,5 Mio. m<sup>3</sup> Abwasser. Die Fischindustrie produzierte die größte Abwassermenge (46 % Fischmehl + 14 % Fischkonserven), gefolgt von der Schlachtung (29 %) und den Brauereien (8 %) (Abb. 4.9).

Im Bereich Schlachtung wurde abgeschätzt, dass die Geflügelschlachtung ca. 90 % des Abwassers (9,2 Mio. m<sup>3</sup>) erzeugt (Tab. 4.41).

Tab. 4.40. Abschätzung der jährlichen Abfall-, Nebenprodukte- und Abwassermenge aus Landwirtschaft und Agrarindustrie in Peru, 2005

**a:** 100 % Geflügel, 20 % Rinder und 40 % Schweine wachsen unter Intensivproduktion (40 % der Schweine erzeugen 3 Mio. m<sup>3</sup> Gülle unter Intensivproduktion). 80% Rinder, 100 % Schafe, 100% Alpaka, und 100 % Lama wachsen unter Extensivproduktion auf und erzeugen Festmist ohne Sammlung. Meerschweinchen wachsen unter Extensivproduktion auf, aber man sammelt den Festmist. **b.:** Laut Lebensmittelministerium gehören Gülle und Festmist zu den tierischen Nebenprodukte der Kategorie 2. k.W.: keine Werte

Branche	Produkt		Tierische Nebenprodukte <sup>b</sup>		feste/halbfeste Abfälle		Abwasser			Öle - Fett t in Tsd
	GVE in Tsd	t in Tsd	Gülle m <sup>3</sup> /a in Tsd	Festmist m <sup>3</sup> /a in Tsd	Abfallart	t in Tsd	Anfall m <sup>3</sup> in Tsd	CSB t in Tsd	BSB t in Tsd.	
<b>1. LANDWIRTSCHAFT</b>										
<b>Bereich: Nutztierhaltung<sup>a</sup></b>										
Geflügel	149	Eier: 182		1.072	k.W.					
Rinder	5.241			100.630						
Schweine	4518		3.024	2.917						
Schafe	2.223			24.012						
Alpakas	540			5.830						
Lamas	190			2.056						
Meerschweinchen	70			334						
<b>2. BETRIEBE- AGRARINDUSTRIE</b>										
<b>2.1. Schlachthäuser</b>										
Geflügel 367.025 (Stück in Tsd)	150	Fleisch: 732			Fett, Blut,Darminhalt	69,1	9.176			
					Federn	37				
Rinder 1.076 (Stück in Tsd)	1076	Fleisch: 153			Fett, Blut,Darminhalt	48	446			
Schweine 1.958 (Stück in Tsd)	293	Fleisch: 103			Fett, Blut,Darminhalt	14	382			
Schafe 2.686 (Stück in Tsd)	402	Fleisch: 34			Fett, Blut,Darminhalt	6	524			
Alpakas 333 (Stück in Tsd)	49	Fleisch: 8,9			Fett, Blut,Darminhalt	1,6	65			
Lamas 109 (Stück in Tsd)	16	Fleisch: 3,8			Fett, Blut,Darminhalt	0,7	21			
<b>Gesamt-Schlachtung</b>						<b>176</b>	<b>10.613</b>			
<b>2.2. Fleischverarbeitung</b>		Wurst: 31					201	0,403	0,252	
<b>2.3. Obstverarbeitung</b>		Saft: 63			Schälreste	74,3	159	0,785	0,337	
		Marmelade: 0,15			verdorbene Früchte		3			
<b>2.4. Molkereien</b>		Milchprodukte: 466			Molke		653	1.150	0,653	
<b>2.5. Brauereien (Hektoliter)</b>		Bier: 7.970			Treber, Gelegerhefe	169,4	3.029	9,6	8,16	
<b>2.6. Fischindustrie</b>		Fischkonserven: 89			kW		5.092	23	12,7	1,2
		Fischmehl: 1971					16.754	k.W.	k.W.	k.W

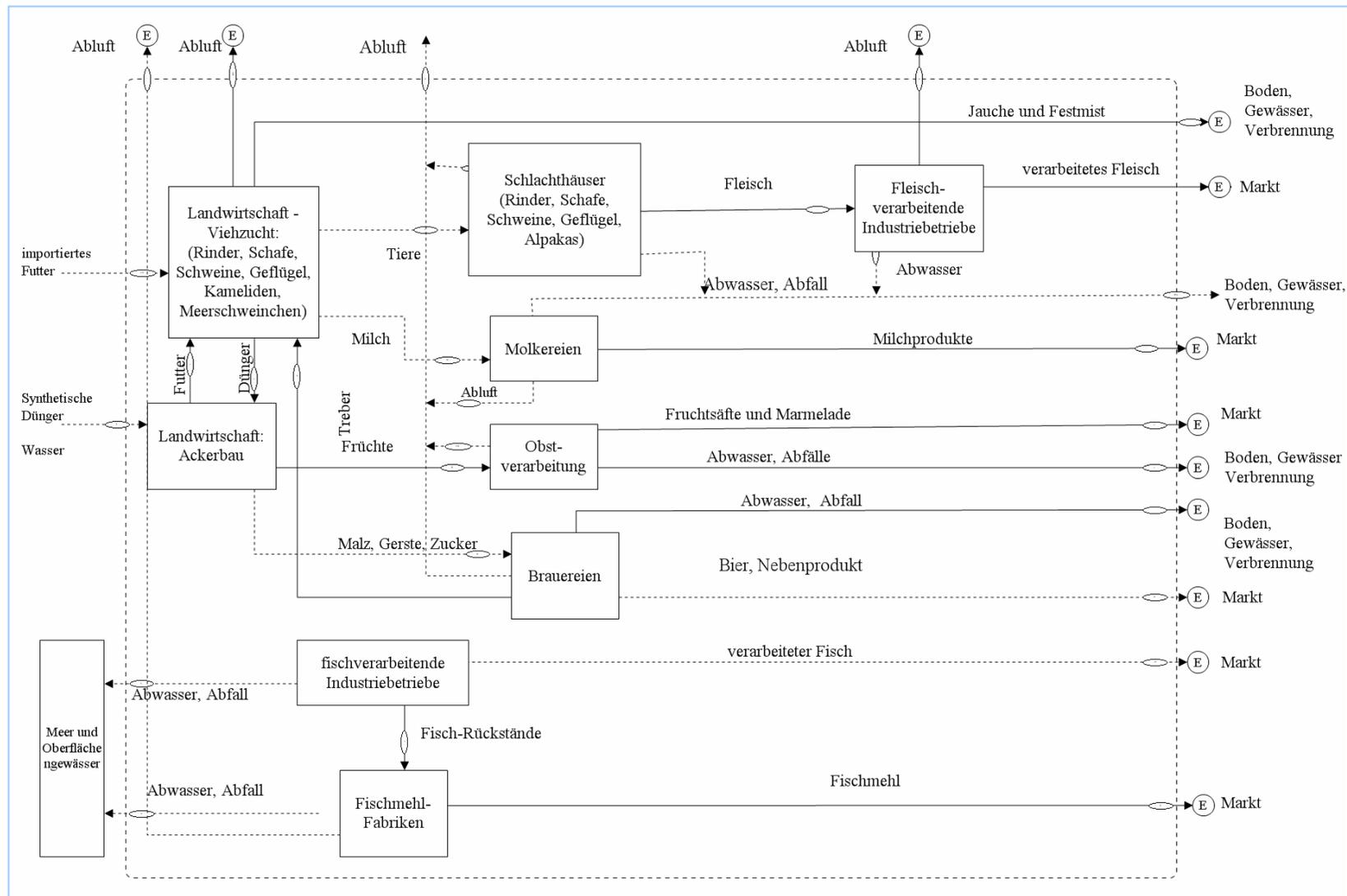


Abb. 4.7. System, Ist-Stand der Landwirtschaft und Lebensmittelindustrie in Peru, 2005

Tab. 4.41. Prozesse und Güter der Systeme Landwirtschaft und Agrarindustrie

Prozess	Subprozess	Inputgüter	Outputgüter			Abwasser- Abfall- behandlung
			Produkte	feste/halb- feste Abfälle	Abwasser	
Primäre Land- wirtschaft	Ackerbau	Mineraldünger Grundwasser	pflanzliche Produkte		Abwasser	zum Teil genutzt
	Tierzucht	Wirtschaftsdünger Grundfuttermittel Grünfütter	Grünfütter tierische Produkte	Jauche, Festmist (Wirtschaftsdünger)		
Industrie	Schlachthäuser	Wasser Tiere; Geflügel	Karkasse	Fett, Blut, Darminhalt Feder	Abwasser	keine
	Molkereien	Rohmilch Wasser	Milchprodukte Industrieabfall		Abwasser	keine
	Fleisch- verarbeitung	Rohfleisch Wasser	verarbeitetes Fleisch		Abwasser Abfall	keine
	Obstverarbeitung	Rohobst Wasser	Fruchtsäfte	Schälreste, verdorbene Obst	Abwasser	keine
	Brauereien	Malz, Treber Wasser	Bier	Treber, Gelegerhefe Spelzen, Gerstenreste	Abwasser	Verkauf von Treber
	Fischverarbeitung	Rohfisch Wasser	Fischkonserven	Abfall	Abwasser	Keine
Fischmehl - Industrie	Rohfisch Wasser	Fischmehl	Abfall	Abwasser		

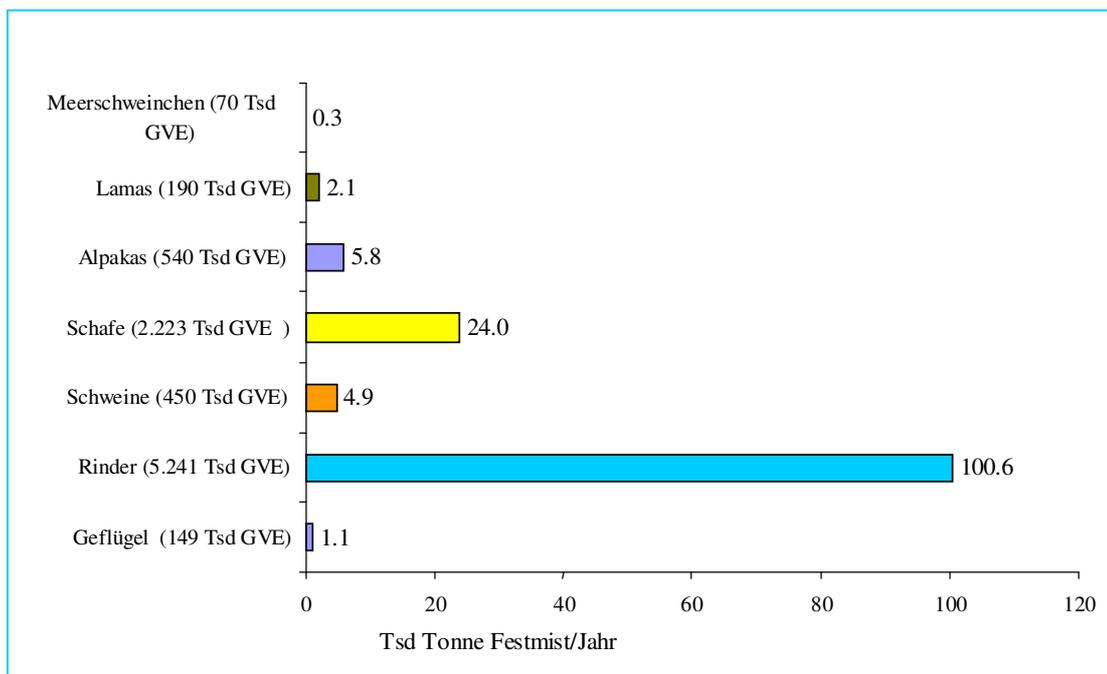


Abb.4.8 Festmistanfall nach Spezies, Peru 2005

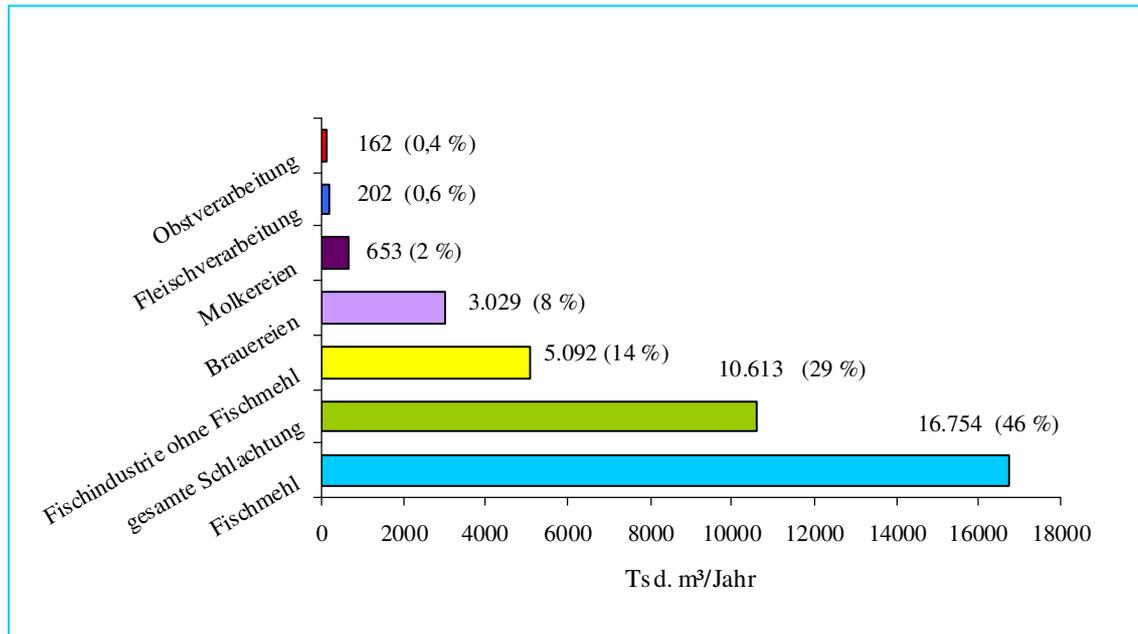


Abb. 4.9. Verteilung des Abwasseranfalls in Agrarindustrie Betrieben in Peru, 2005

### 4.3 VERGLEICH DER ABWASSEREMISSIONSGRENZEN EINIGER LEBENSMITTELINDUSTRIE BRANCHEN IN PERU UND ÖSTERREICH

Im Jahr 2008 hat das Umweltministerium von Peru den nationalen Wasserumweltstandard verabschiedet (Bundesgesetzblatt von 31.07.2008 für Peru, 2009; VO N°. 002-2008-MINAM). Der Nationale Wasserumweltstandard war das Resultat der Kommission „Gesta Agua“, die von 1999 bis 2007 gearbeitet hat.

2002 beschloss das peruanische Ministerium für Produktion zulässige Abwassergrenzwerte für Brauereien, Zementindustrie, Papierindustrie, und Lederindustrie (Bundesgesetzblatt von 4.10.2002 für Peru, 2009; VO N°. 003-2002-PRODUCE). Im Jahr 2008 wurden zulässige Abwassergrenzwerte für Fisch- und Fischmehlindustrie von Umweltministerium festgelegt (Bundesgesetzblatt von 30.04.2008 für Peru, 2009) (VO N°. 010-2008-PRODUCE).

Zurzeit sind die zulässigen Abwassergrenzwerte der Schlachtung in Arbeit (ein Entwurf wird in Tab. 4.42 gezeigt) (Umweltministerium Peru, 2009) .

Tabelle 4.43 zeigt die Abwasseremissionsgrenzwerte in den spezifischen Branchen von Peru im Vergleich mit Österreich.

In den österreichischen branchenspezifischen Verordnungen wird auf den Stand der Technik hingewiesen, wobei dazu jeweils konkrete innerbetriebliche Maßnahmen zur Vermeidung, Verwertung und Rückhaltung von Abwasserinhaltsstoffen angeführt werden.

Tab. 4.42. Emissionsgrenzwerte in spezifischen Branchen der Landwirtschafts- und Nahrungsmittelindustrie in Peru (Bundesgesetzblatt für Peru, 2009)  
**a:** Entwurf (Umweltministerium Peru, 2009); **b:** VO 003-2002-PRODUCE , **c:** VO 010-2008-PRODUCE  
**I:** Anforderungen an Einleitungen in ein Fließgewässer, **II:** Anforderungen an Einleitungen in eine öffentliche Kanalisation  
**1:** Emissionsgrenzwerte innerhalb des Schutzgebiets  
**2, 3:** Emissionsgrenzwerte des Industrieabwassers außerhalb eines Schutzgebiets  
 (\*) Schutzgebiet in Rahmen des Gesetzes für Fischerei. (\*\*) Pflicht zur Einhaltung 2 Jahre ab dem Zeitpunkt der Verpflichtung

Parameter	Schlachtung	Brauerei		Fisch-, Fischmehl- Industrie (c)		
	(a)	I	II	1 *	2*	3**
<b>Allgemeine Parameter</b>						
Temperatur (°C)	keine	35	35	-	-	-
abfiltrierbare Stoffe (mg/l)	300	30	350	100	2,5 x 10 <sup>3</sup>	0,70x10 <sup>3</sup>
pH-Wert	6,0-9,0	6,0-9,0	6,0-9,0	6,0-9,0	5,0-9,0	5,0-6,9
Fett (mg/l)		3	15	20	1,5x10 <sup>3</sup>	0,35x10 <sup>3</sup>
<b>Anorganische Parameter</b>						
ges.geb.Stickstoff (mg/l)	50	-	-	-	-	-
Gesamt-Phosphor (mg/l)	40	-	-	-	-	-
<b>Organische Parameter</b>						
Chem. Sauerstoffbedarf, CSB (mg/l)	500	50	1.000	-	-	-
Biochem. Sauerstoffbedarf, BSB <sub>5</sub> (mg/l)	250	30	500	< 60	(c)	(c)

Tab. 4.43. Abwasser Emissionsgrenzwerte in ausgewählten Branchen. Vergleich Peru mit Österreich (Umweltministerium Peru 2009; Kodex Wasserrecht, 2007)  
**I:** Anforderungen an Einleitungen in ein Fließgewässer. **II:** Anforderungen an Einleitungen in eine öffentliche Kanalisation

Parameter	Schlachtung			Brauerei			
	Peru*	Österreich		Peru*		Österreich	
	I	I	II	I	II	I	II
<b>Allgemeine Parameter</b>							
Temperatur (°C)		30	35	35	35	30	35
Absetzbare Stoffe (ml/l)						0,3	20
abfiltrierbare Stoffe (mg/l)	300	30	150	30	350		
pH-Wert	6,0-9,0	6,5-8,5	6,0-9,5	6,0-9,0	6,0-9,0	6,5-8,5	6,5-9,5
<b>Anorganische Parameter</b>							
Freies Chlor als Cl <sub>2</sub> (mg/l)							0,2
Gesamtchlor (mg/l)		0,4	0,4			0,4	0,4
Ammonium (mg/l)		5,0				5	
ges.geb.Stickstoff (mg/l)	50		-				-
Gesamt-Phosphor (mg/l)	40	1,0	-			2	-
Kupfer (mg/l)						0,5	0,5
Zink (mg/l) ber. als Zn						2,0	2,0
<b>Organische Parameter</b>							
ges.org.geb Kohlenstoff, TOC (mg/l)		30	-			30	-
chem. Sauerstoffbedarf, CSB (mg/l)	500	90	-	50	1.000	90	-
biochem. Sauerstoffbedarf, BSB <sub>5</sub> (mg/l)	250	20	-	30	500	20	-
absorb. org. ge. Halogene, (AOX) ber. als Cl (mg/l)		0,1	1,0			0,5	0,5
Schwerflüchtige lipophile Stoffe (mg/l)		20	150				

#### 4.4 PROGRAMM ZUR UMSETZUNG BIOLOGISCHER ABFALL-BEHANDLUNG IN PERU

Basierend auf vorhergehender Literaturrecherche; Besuchen österreichischer Lebensmittelindustrie wie Hubers Landhendl GmbH, Zentrale Arbeitsgemeinschaft der Österreichischen Geflügelwirtschaft, Wirtschaftskammer Österreich, Geflügelmist Biogasanlage von Herrn Robert Wieser, SARIA Tierkörperverwertung und den eigenen Erfahrungen in der peruanischen Lebensmittelindustrie wird ein Umweltprogramm (Konzept) für die peruanische Landwirtschaft entwickelt. Tabelle 4.44. zeigt eine Zusammenfassung des Konzeptes.

Tab. 4.44. Überblick eines Konzeptes des Umweltprogramms für die Landwirtschaft in Peru

Lebensmittelindustrie Branchen	Politische Maßnahmen	Innebetriebliche Maßnahmen	Technologische Maßnahmen
<b>1. Landwirtschaft</b> Extensive Nutztierhaltung Rinder Schafe Kameliden Intensive Nutztierhaltung Geflügel Schweine Rinder	1. Maßnahmen: Emissionsgrenzwerte mit dem Ziel Boden, Luft und Wasserschutz  2. Globale, nationale und regionale Umweltdaten Sammlung und Bewertung	1. Ausbildung des Personals als oberste Priorität  2. Abfallvermeidung und -verwertung	1. Biotechnologische Verwertung von flüssigen /festen Abfällen 1.1. Aerobverfahren 1.2. Anaerobverfahren  2. Nicht-biotechnologische-verwertung 2.1. Verwendung als Futtermittel oder Dünger 2.2. Rohstoffrückgewinnung (z.B. Pektin, Zucker, Protein) 2.3. Energetische Nutzung (Verbrennung) 2.4. Behandlung zur Verminderung möglicher Emissionen bei der Deponien 2.5. Deponierung
<b>2. Lebensmittelindustrie</b> Schlachthäuser Fleischverarbeitung Obstverarbeitung Molkereien Brauereien Fischindustrie	3. Stärkung von Institutionen: Ministerien, Gemeinden		

Dieses soll im allgemeinen folgende drei Aspekte umfassen

##### Politische Maßnahmen

Maßnahmen für Land, Umwelt und Wasser

Institutionen

Stärkung von Institutionen bei schonendem Umgang mit der Umwelt

Weitergabe von Wissen und Technologien für nachhaltige Entwicklung

Zivilgesellschaft und private Unternehmen zur Zusammenarbeit ermutigen

Regionale und nationale Umweltdaten sammeln und bewerten

##### Innerbetriebliche Maßnahmen

Wissen und Umwelterziehung

Abfallvermeidung

Abfalltrennung

##### Technologische Maßnahmen

Biotechnologische Verwertung

    Anaerobverfahren

    Aerobverfahren

Und viele andere Technologieschritte sind auch noch nötig.

Die vorgeschlagenen Maßnahmen sollen dem Umweltministerium obliegen. Obige Maßnahmen benötigen einen längerfristigen Zeitraum, wobei einige Maßnahmen unterschiedlich rasch umgesetzt werden können.

Die vorgeschlagenen Abwasseremissionsgrenzwerte der Branchen werden in einem Zeitraum von 15 Jahre schrittweise zu erfüllen sein.

In Österreich erfolgt die biogene Abfallbehandlung in über 403 Biogasanlagen, davon 240 landwirtschaftliche Biogasanlagen mit einer Kapazität von zumindest 70.000 Tonnen pro Jahr in Betrieb und 539 Kompostierungsanlagen mit einer Kapazität von ca. 1,3 Mio. Tonnen zur Verfügung. Weiters gibt es Tierkörperverwertungsanlagen um tierische Abfälle zu behandeln (BMLFUW, 2009)

Die Verwertung und Beseitigung der tierischen Nebenprodukte (Abfall) in Österreich ist folgendermaßen geregelt. Ihre Sammlung und Verwertung darf nur in zugelassenen Betrieben erfolgen.

Zu diesen Betrieben gehören u. a. Anlage, die Fette Anlagen (auch Altspesiefette) und Medizinproduktverarbeiteten, sowie Biogasanlagen und Kompostierungsanlagen.

Tierische Nebenprodukte der Kategorie 1 werden nur beseitigt, d.h. vorbehandelt und/oder aufbereitet und/oder verbrannt. Tierische Nebenprodukte der Kategorie 2 können neben der Verbrennung nach entsprechender Vorbehandlung auch in zugelassenen Verwertungsanlagen oder in Biogas- oder Kompostierungsanlagen verarbeitet und als organische Dünge- oder Bodenverbesserungsmittel verwendet werden.

Tierische Nebenprodukte der Kategorie 3 werden von speziellen Verarbeitungsbetrieben oder Tierkörperbeseitigungsanlagen zu verschiedenen Produkten (z.B. zu Hunde- und Katzenfutter, zu Tierfett, zu Knochenfett, zu Blutmehl, zu Federmehl oder zu Leder) weiterverarbeitet.

Tierfette werden je nach Ausgangsmaterial in unterschiedlichen Qualitätsstufen erzeugt und als Rohstoffe in der Futtermittel-, Kosmetik-, Pharma- und chemischen Industrie verwendet. Häute von Rindern, Kälbern, Schafen und Ziegen werden fast vollständig zu Leder und Fellen verarbeitet.

Schweineschwarten wiederum werden überwiegend in der Heimtierfutterindustrie weiterverwertet.

Federn und Daunen von Gänsen und Enten finden Verwendung bei der Erzeugung von Bettwaren (Kissen bzw. Polster).

Die Exkremete von Nutztieren in Form von Gülle oder Festmist sind als organische Dünger von Bedeutung für die Landwirtschaft.

Sämtliche Abfälle dieser Kategorie können in zugelassenen Biogas- und Kompostierungsanlagen verwertet werden.

Die verschiedenen tierischen Nebenprodukte sollten vom Anfall bis zur Verwertung nach Kategorien getrennt bleiben. Werden Kategorien vermischt, so müssen alle tierischen Nebenprodukte der Mischkategorie entsprechend der niedrigeren Kategorie verarbeitet und verwertet werden.

Zu den Betrieben zur Verwertung und Beseitigung tierischer Nebenprodukte gehören u. a.

- Zwischenbehandlungsbetriebe für Abfälle wie Behandler von Häuten und Fellen bzw. Gerbereien oder Hygienisierungsanlagen für Schlachtabfälle
- Verarbeitungsbetriebe (TKV) für Abfälle sämtlicher Kategorien
- Mitverbrennungsanlagen

- Verbrennungsanlagen
- Biogasanlagen und Kompostierungsanlagen

Für die Sammlung und Verarbeitung der tierischen Nebenprodukte und des spezifizierten Risikomaterials wurde von allen Bundesländern auf landesgesetzlicher Basis jeweils ein Betrieb zugelassen.

In vier Bundesländern wurde 2004 die Verarbeitung in jeweils einer Anlage durchgeführt. In jenen Bundesländern, in denen keine eigenen Verarbeitungsanlagen bestanden, wurden überregionale Sammelbetriebe eingerichtet, die für die Abholung dieser Abfälle aus dem Bundesland und die Verbringung zu den vier erwähnten Verarbeitungsbetrieben zuständig sind.

#### **4.4.1 Umweltprogramm für die Intensiv- und Extensivtierhaltung in Peru**

Das Umweltprogramm für die Intensiv- und Extensivtierhaltung in Peru umfasst drei Aspekte: Politische, innerbetriebliche und technologische Maßnahmen.

Die Viehzucht in Peru hat einen Anteil von 40 % am Bruttoinlandsprodukt der peruanischen Landwirtschaft, die wiederum 9 % des Gesamtinlandsproduktes ausmacht. Die Branchen Geflügel, Fleisch und Molkereien sind derzeit die jeweils wichtigsten Aktivitäten der Landwirtschaft mit 20 %, 14 % bzw. 5 % von der gesamten landwirtschaftlichen Produktion. 2007 betrug der Wert der Geflügelprodukte ca. US\$ 1.030 Millionen (San Fernando, 2007).

Wie im vorigen Kapitel diskutiert wurde, wurden bisher in Peru keine Umweltmaßnahmen für die tierische und pflanzliche Produktion gesetzt. Es wäre aber besonders wichtig, solche Maßnahmen im tierischen Sektor festzulegen.

Ein Vorschlag eines Umweltprogramms für die intensive und extensive Tierhaltung in Peru wird in Tabelle 4.45 gezeigt.

##### **4.4.1.1 Politische Maßnahmen**

Das Umweltprogramm für die Tierhaltung muss mit der Festlegung von Maßnahmen zum Boden- und Wasserschutz beginnen. Ohne eine Begrenzung der Abwasseremissionen wird es nicht möglich sein, ein Umweltprogramm zu etablieren.

Tabelle 4.46 zeigt ein Konzept der Abwasseremissionsgrenzwerte für die Intensivtierhaltung in Peru.

Auf der Grundlage der österreichischen Richtlinien für Abwasser bzw. Abwasseremissionsbegrenzung (siehe Kap. 3.2.2.1.2) wurden hinsichtlich der Abwasseremissionsgrenzwerte für Intensivtierhaltung für Peru empfohlen. Diese werden noch intern in Peru diskutiert und eine Schrittweise Erfüllung innerhalb 15 Jahren.

##### **4.4.1.2 Innerbetriebliche Maßnahmen**

Der zweite Teil des Programms definiert die innerbetrieblichen Maßnahmen. Umweltschulung hat oberste Priorität. Weitere wichtige Aspekte sind die Abfallvermeidung, -trennung, -verwertung; die Tierernährungsstrategie mit dem Ziel der N- und P-Emissionsminderung, sowie der Festlegung der „best agricultural practice“ für Tierhaltung.

Tab. 4.45. Vorschlag eines Umweltprogramms für die intensive und extensive Tierhaltung in Peru

Vorschlag eines Umweltprogramms für intensive und extensive Tierhaltung in Peru							
Gesetz		Innerbetriebliche Maßnahmen	Feste Abfälle	Biotechnologischen Verwertung			
Maßnahmen	Ziel			flüssige / feste Abfälle			
				Substrat		Behandlungstechnik	
				Beschaffenheit	Vorbehandlung		
1. Begrenzung von Abwasseremissionen aus der Massentierhaltung  2. Ergänzung des Abfallgesetzes um Vorschriften zur Entsorgung von Tierexkrement  3. Nitratrichtlinie 3.1. Bedingungen für das Ausbringen von Düngemitteln auf landwirtschaftlichen Nutzflächen 3.2. Definition und Festlegung der Mist - Entsorgungsgebiete z.B. Sperrzone, landwirtschaftliche Zone 3.3. Fassungsvermögen und Bauweise von Behältern zur Lagerung von Tierexkrementen	Wasserschutz  Bodenschutz Wasserschutz  Bodenschutz Wasserschutz	1. Ausbildung des Personals als oberste Priorität 2. Abfallvermeidung 3. Abfalltrennung 4. Fütterungsstrategie Ziel: Emissionsminderung, die mit Tierexkrementen (Jauche, Gülle, Mist) verbunden ist und Begrenzung des N- und P-Anteils im Futter (siehe Kap. 4.4.4.1.2.1) 5. Erstellung einer regelmäßigen N- und P-Bilanz 6. Best agricultural practice für intensive Tierhaltung (siehe Kap. 4.4.1.2.2)	Kompostierung von organischen Abfällen	1. Faktoren für die Verwendbarkeit von tierischen Exkrementen für die Methangärung: Art und Menge der Abfälle Tierart Alter der Tiere Fütterungsweise Haltungsweise  2. Anwesenheit anderer Mittel, wie Futterreste Tränkwasser Reinigungswasser Desinfektionsmittel Anorganische Begleitstoffe  Ein besondere Fall ist Hühnermist. Es zeigt hohen N, P-, und NH <sup>4+</sup> -Konz. NH <sub>3</sub> ist schädlich für Bakterienwachstum	1. Zerkleinerung der verwendeten Einstreu in der Tierhaltung  2. Homogenisierung und Verdünnung. Hühnermist erfordert: Verdünnung mit Wasser und ein Zumischverhältnis unter Kontrolle der NH <sup>4+</sup> -Konz.  3. Verwendbare Mist-Konzentration: 6-10% TM (Rinder) 6-8 % TM (Hühner)	Einstufige homogene kontinuierliche Reaktoren (Rührkessel)	

Tab. 4.46. Vorschlag der Abwasseremissionsgrenzwerte für die Intensivtierhaltung in Peru

I: Anforderungen an Einleitungen in ein Fließgewässer, II: Anforderungen an Einleitungen in eine öffentliche Kanalisation.

**a:** Das Abwasser darf keine Beeinträchtigung der biologischen Abbauprozesse in einer öffentlichen Abwasserreinigungsanlage hervorrufen. **b:** Der Parameter ist im Rahmen der Fremdüberwachung bei begründetem Verdacht oder konkretem Hinweis der fließgewässerschädigenden Wirkung einer Abwasseranlage, nicht jedoch im Rahmen der Eigenüberwachung einzusetzen. **e:** Im Abwasser darf kein freies Chlor bestimmbar sein. **h)** Der Emissionswert ist im Einzelfall bei Gefahr von Geruchsbelästigungen oder bei Korrosionsgefahr für zementgebundene Werkstoffe im Kanalisations- und Kläranlagenbereich festzulegen. **V.:** Verbindungen

Parameter	Vorschlag der Abwasseremissionsgrenzwerte für die Intensivtierhaltung	
	I	II
<b>1. Allgemeine Parameter</b>		
Temperatur (°C)	30	35
Toxizität		
Algentoxizität GA	2	2
Bakterientoxizität GL	2	a
Daphnientoxizität GD	2	a
Fischtoxizität GF	2 b	a
Abfiltrierbare Stoffe (mg/l)	30	150
pH-Wert	6,5-8,5	6,5-9,5
<b>2. Anorganische Parameter</b>		
Kupfer (als Cu) (mg/l)	0,5	0,5
Zink (als Mn) (mg/l)	1,0	1,0
Freies Chlor (als Cl <sub>2</sub> ) (mg/l)	e	0,2
Ammonium (als N) (mg/l)	10,0	h
ges. geb. Stickstoff (als N) (mg/l)	j	-
Nitrit (als N) (mg/l)	1,0	10,0
Gesamt-Phosphor (mg/l)	2,0	-
Sulfid (als S) (mg/l)	0,1	1,0
<b>3. Organische Parameter</b>		
ges. org. geb. Kohlenstoff, TOC (mg/l)	30	-
Chem. Sauerstoffbedarf, CSB (mg/l)	90	-
Biochem. Sauerstoffbedarf, BSB <sub>5</sub> (mg/l)	25	-
Absorb. org. ge. Halogene, (mg/l) (AOX) (als Cl) mg/l	0,1	1,0

#### 4.4.1.2.1 Voraussetzung für die Tierernährungsstrategie

Folgende Voraussetzungen für die Tierernährungsstrategie werden vorgeschlagen

##### Ernährungsmanagement

Verminderung der Nährstoffe (N, P) in Ausscheidungen verringert Emissionen. Ernährungsmanagement umfasst alle Verfahren, um diese Reduktion zu erreichen. Das Ziel ist es, die Bedürfnisse der Tiere exakt zu treffen durch die Verbesserung der Nährstoffverdaulichkeit und durch das Ausgleichen der Konzentration von verschiedenen essentiellen Nährstoffen mit den undifferenzierten N-Bauteilen, um den Wirkungsgrad der Eiweißsynthese des Körpers zu verbessern.

Zwei Techniktypen werden betrachtet

1. Die Verbesserung der Futterzusammensetzung kann z.B. erfolgen, durch

Anwendung von niedrigem Eiweißniveau, Gebrauch von Aminosäuren,  
 Anwendung von niedrigem Phosphorgehalt, Gebrauch von Phytase bzw. verdaulichem  
 anorganischen Phosphat  
 Anwendung von Zusatzstoffen und  
 Gebrauch von leicht verdaulichen Rohstoffen.

2. Einsatz eines ausgewogenen Futters mit einer optimalen Futtermittel-Konversions-Rate  
 basierend auf verdaulichem Phosphor und Aminosäuren (dem idealen Eiweißkonzept  
 folgend).

Weitere Empfehlungen sind

Effizienzsteigerung der Tierernährung, welche bei gleicher Produktion zu einer Reduktion  
 des Nährstoffanfalles in der Gülle um 10 % bei Stickstoff und 7 % bei Phosphor führt.  
 Entsprechend sinkt auch der Futtermiteinsatz.

Effizienzsteigerung bei der Güllelagerung und Ausbringung, so dass die  $\text{NH}_4$ -Verluste um  
 15 % gesenkt werden können. Diese Effizienzsteigerung führt auch zu einer Reduktion des  
 Mineraldüngereinsatzes und

Effizienzsteigerung bei der Pflanzenproduktion um 10 % für Stickstoff und 5 % für  
 Phosphor.

### **Verfahren für effizienten Wasserverbrauch**

Eine Reduktion des Wasserverbrauches kann erreicht werden, indem man Verluste  
 verhindert, wenn Tiere getränkt werden und durch alle Handlungen, die nicht auf  
 Ernährungsbedürfnisse bezogen werden. Vernünftiger Gebrauch des Wassers soll folgenden  
 Tätigkeiten enthalten

- Reinigung von Stall und Ausrüstungen mit Hochdruckreinigungsgeräten
- Kalibrierung der Trinkwasserinstallation
- Erfassung des Wasserverbrauch
- die getrennte Sammlung des Regenwassers für Reinigungszwecke.

### **Verfahren für „On-Farm“ Verarbeitung von Tierexkrementen**

Güllebehandlung ist kein einzelnes Verfahren der Tierexkrementen Verarbeitung. Sie bildet  
 eine Reihenfolge verschiedener Behandlungen, wo die technischen umweltbezogenen  
 Leistungen beeinflusst werden können, durch die Eigenschaften der Gülle und wie das  
 Verfahren abläuft, dieses umfasst

- Mechanische Trennung der Gülle
- Belüftung der Jauche
- Mechanische Trennung und biologische Behandlung
- Anaerobe Behandlung des Mistes in Biogasanlagen
- System von Anaerobteichen

### **Emissionsvermeidung bei Ackeraufbringung von Mist und Gülle**

Hauptsächlich sind die Quantität der emittierten Elemente wie N, P und K abhängig von der  
 Mistmenge und seiner Nährstoffkonzentration.

Die Verfahren zur Emissionsvermeidung während der Gülle-Aufbringung sind

- Verfahren um die Emissionen zu verringern, nachdem oder infolge der Aufbringung im  
 Boden, Oberfläche und Grundwasser

- Verfahren um die Emissionen zu verringern, während der Mistaufbringung (Luftemissionen: Ammoniak und Geruch)

### **Behandlung- und Beseitigungsverfahren der Abfälle, Exkreme und Tierrückstände**

Das Abfallmanagement bezieht sich auf die Trennung der Abfälle nach Kategorien, die Wiederverwendung, „On-Farm“ Behandlung, „Off-Farm“ Behandlung.

### **Lagerung des Mistes**

Wenn Mist gelagert werden muss, ist es beste landwirtschaftliche Praxis den Mist in einer Scheune mit einem undurchlässigen Boden (unter Dach) zu lagern und für genügende Belüftung zu sorgen. Der Mist sollte aus Wohngebieten entfernt werden.

#### **4.4.1.2.2 Best agricultural practice der Tierzucht**

### **Erziehung und Ausbildung**

Ausbildung des Personals muss oberste Priorität sein. Die Beschäftigten müssen mit Produktionssystemen vertraut und ordentlich ausgebildet sein, um die Aufgaben auszuführen, für die sie Verantwortung haben.

Sie sollten diese Aufgaben und Verantwortung mit ihrer Arbeit und den Verantwortungen des übrigen Personals in Beziehung setzen können. Dies kann zu einem größeren Verständnis der Auswirkungen auf die Umwelt und den Folgen von Geräteversagen oder Defekten führen.

Das Personal muss zusätzliche Ausbildung erhalten. Regelmäßige Ausbildung und Aktualisierung sind besonders wichtig wenn neue Arbeitsabläufe oder Ausrüstungen eingeführt werden. Die Entwicklung einer Ausbildungsaufzeichnung könnte Basis für eine regelmäßige Nachprüfung und Abschätzung der Fähigkeiten und Befugnisse jeder Person bilden.

### **Standortwahl und räumliche Aspekte**

Bei Beurteilung und Standortwahl für eine neue landwirtschaftliche Einrichtung zur Viehzucht oder die Planung einer neuen Installation an einer existierenden sind als Teil von guter landwirtschaftlicher Praxis zu beachten

- Unnötiger Transport und zusätzliche Tätigkeiten sind zu minimieren.
- Angemessene Entfernungen zu sensiblen Orten, um Konflikte mit Nachbarn (Geruch, Lärm) zu vermeiden
- Das potenzielle zukünftige Entwicklungsvermögen des Betriebes ist zu berücksichtigen.

### **Planungstätigkeiten**

Viele Tätigkeiten können von genauer Planung profitieren um sicherzustellen, dass sie reibungslos laufen und mögliche Risiken verringert werden. Ein Beispiel wäre der Einsatz von Tierexkrementen im Ackerbau. Das umfasst folgende Aufgaben

- Evaluierung der Bodenfläche zum Ausbringen des Mistes
- Vermeiden von Witterungsverhältnissen, bei denen der Boden oder ein Gewässer geschädigt werden könnte.
- Nachprüfen der Maschinen und ordnungsgemäße Anwendung

**Überwachung**

Es ist wesentlich, die Höhe des Inputs und der Abfallerzeugung zu beobachten, um eventuelle Änderungen zur Umweltverbesserung durchführen zu können.

Regelmäßige Überwachung des Wassers, Energieverbrauchs (Gas, Elektrizität, Kraftstoff), Beträge von Futter, Abfall.

**Notfall-Pläne**

Ein Alternativplan kann dem Betriebsinhaber helfen, mit ungeplanten Emissionen und Vorfällen umzugehen, wie z.B. eventuelle Verunreinigung des Wassers. Der Alternativplan sollte die Entwässerungssysteme und Telefonnummern von Notfalldiensten und Anrainern umfassen.

**Reparatur und Erhaltungsprogramm**

Es ist notwendig, Strukturen und Ausrüstungen zu prüfen und zu sichern, dass sie in gutem betriebsfähigem Zustand sind. Identifizierung und strukturierte Programme für diese Arbeit wird die Wahrscheinlichkeit von Problemen verringern. Schulungsbücher und Handbücher sollten zur Verfügung gestellt werden und das Personal muss eine passende Ausbildung erhalten.

**4.4.1.3 Technologische Maßnahmen**

Der dritte Teil des Umweltprogramms betrachtet die biotechnologische Verwertung von flüssigen und festen Abfällen aus der Tierhaltung. Flüssige und feste Abfälle eignen sich gut für die anaerobe Behandlung (Vergärung).

In europäischen Ländern, besonders in Österreich, werden Biogasanlagen zur Verwertung tierischer Exkrememente (Gülle und Mist) angewendet. In der Praxis wird das Reaktorsystem als einstufiger homogener kontinuierlicher Reaktor betrieben. Diese werden häufig semikontinuierlich betrieben, in manchen Fällen werden chargenweise Substrate zugesetzt (Braun, 1982) (siehe Kapitel 3.2.5.3).

**4.4.2 Umweltprogramm für die Branchen Schlachtung, Milchverarbeitung, Brauereien, Obstverarbeitung und Fischverarbeitung**

Ein Konzept eines Umweltprogramms für die Branchen Schlachtung und Fleischverarbeitung, Milchverarbeitung, Brauereien, Obstverarbeitung, und Fischverarbeitung Perus wird in Tabellen 4.47 und 4.48 dargestellt.

**4.4.2.1 Politische Maßnahmen**

Schlachtung und Fleischverarbeitung, Milchverarbeitung, Brauereien, Obstverarbeitung, und Fischverarbeitung sind wichtige agroindustrielle Aktivitäten in Peru. Deren Menge und Belastung der festen/flüssigen Abfälle können durch gezielte innerbetriebliche Vermeidungsmaßnahmen erheblich verringert werden.

Es werden Abwasseremissionsgrenzwerte für die oben genannten Branchen vorgeschlagen (Tab. 4.49, 4.50, 4.51, 4.52, 4.53). Diese stammen von österreichischen Abwasseremissionsgrenzwerten (siehe Kap. 3.2.2.1.2, Tab. 3.13). Sie sollen noch intern diskutiert und in einem Zeitraum von zumindest 15 Jahren schrittweise eingeführt werden.

#### **4.4.2.2 Innerbetriebliche Maßnahmen**

Die oberste Priorität in den spezifischen oben genannten Branchen ist Abfallvermeidung, Abfalltrennung, gefolgt von Umweltschulung. Einen Überblick dazu stellt Tabelle 4.47 und 4.48 dar.

#### **4.4.2.3 Technologische Maßnahmen**

Ein Vorschlag zu Behandlungstechnik bzw. Reaktortypen von Bioabfällen der in der Studie behandelten Branchen ist in den Tabellen 4.47 und 4.48 dargestellt. Dazu werden Details des Substrates angeführt.

Details der empfohlenen Reaktorsysteme sind im Kapitel 3.2.5.3. beschrieben.

Tab. 4.47. Vorschlag eines Umweltprogramms für die Schlachtung und Fleischverarbeitungsbranche in Peru

<b>Vorschlag eines Umweltprogramms für die Schlachtung und Fleischverarbeitungsbranche in Peru</b>			
<b>Maßnahmen</b>	<b>Innerbetriebliche Maßnahmen</b>	<b>Technische Systeme zur Methangärung</b>	
		<b>Substrat</b>	<b>Behandlungstechnik</b>
Abwasseremissionsgrenzwerte mit dem Ziel Wasserschutz (siehe Tab. 4.49, 4.50, 4.51, 4.52, 4.53)	<p><b>Abfalltrennung</b> als oberste Priorität:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Blut: muss aufgefangen und vom Abwasser ferngehalten werden.</li> <li>- Darmschleim ist zu sammeln und einer Wertstoffgewinnung zuzuführen</li> <li>- Fette: Zurückhaltung in Fettabscheidern</li> <li>- Panseninhalt</li> <li>- Magen und Darminhalt</li> <li>- Abfälle aus den Stallungen</li> <li>- Schlachtabfälle, Schlachtnebenprodukte untaugliches Fleisch und Metallteile</li> <li>- Konservierungs-, Desinfektions-, Reinigungsmittel</li> <li>- Seuchenerreger</li> </ul> <p><b>Ausbildung</b> des Personals</p> <p>Vermeidungsmaßnahmen aus abwassertechnischer Sicht:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Installieren wassersparender Armaturen</li> <li>Kühlwasser im Kreislauf führen</li> <li>Ausreichende Bodenabläufe mit Abdeckrosten oder fest Sieben In Arbeitsräumen installieren</li> <li>Vor der Nassreinigung Feststoff trockene Grobreinigung durchführen</li> </ul>	Schlachtnebenprodukte und Schlachtabfälle machen zw. 20 % und 40 % eines Schlachtierkörpers aus.	Die Anwendbarkeit und Effizienz anaerober Verfahren zur biologischen Vorbehandlung von flüssigen/festen Abfällen aus Schlachthöfen und fleischverarbeitenden Betrieben ist in der Fachliteratur vielfach dokumentiert.
		Primäre Feststoffe fallen während Transport, Aufstallung, Zerlegung an (Einstreu, Mist, Kot, Harn, Pansen- und Darminhalt). Sekundäre Feststoffe fallen während der Abwasser- und Abluftbehandlung (z.B. Sieb-, Rechengut, Fett) an	
		Relevante Stoffströme für die Methanisierung: - Flüssige und feste Exkremate, Abschwemm- und Waschwasser beim Entladen und Reinigen der Schlachttiere - Tropfblut bei Entnahme der Innereien sowie bei Spaltung der Tierkörper - Nahrungsreste, flüssige und feste Exkremate beim Entleeren der Mägen, Därme und Pansen - Schmutzwasser beim Schleimen der Dünn- und Kranzdärme - Schmutzwasser bei Reinigung der Schlachtgeräte, Schlachträume und Transportfahrzeuge sowie beim Abspülen von Tierkörpern und Tierkörperteilen	<b>Festbettsysteme</b> (Schlammbedreaktor) (nicht homogene einstufige kontinuierliche Reaktoren)  <b>USAB-System</b> (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) (Schlammbedreaktor)

Tab.4.48. Vorschlag eines Umweltprogramms für spezifische Branchen der Lebensmittelindustrie in Peru

Industrie Branchen	Vorschläge für innerbetriebliche Maßnahmen	Biotechnologische Verwertung Technische Systeme
Allgemein	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Personalsensibilisierung, Verantwortungsbewusstsein schaffen, Einsparmaßnahmen erläutern</li> <li>- Vermeidung von Produktionsverlusten</li> <li>- Einbau und Kontrolle von Wasserzählern an allen Betriebsanlagen</li> <li>- Reparatur und Beseitigung von Leckagen</li> <li>- Planung von Produktion und Reinigungsreihen Reihenfolgen</li> <li>- Erfassung und Auswertung relevanter Verarbeitungs- und Produktionsdaten</li> </ul>	
Obstverarbeitung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einsatz von Reduzierstücken, Installation bedienungsfreundlicher Armaturen</li> <li>- Verwendung von geeigneten Kreislaufwässern</li> <li>- Brüdenkondensat überwachen Produktverluste über Brüden vermeiden</li> <li>- Bei Fruchtsaftaufbereitung: Zwischenreinigung während des Arbeitstages vermeiden, möglichst wenig Umstellungen</li> <li>- Bei Reinigung : Einsatz von Hochdruckreiniger Durchführung von Trockenreinigung</li> </ul>	<p>Eine anaerobe Abwasserbehandlung eignet sich aufgrund organischer Belastung besonders für die Fruchtsaftindustrie. Im Einsatz sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>USAB-Reaktoren</b> und</li> <li>- <b>Festbettreaktoren</b></li> </ul> <p>Bei der Fruchtsaftindustrie wird eine zweistufige anaerobe Anlage vorgeschlagen (die räumliche Trennung von Versäuerung und Methanisierung hat sich als vorteilhaft erwiesen).</p>
Verarbeitung von Milch und Milchprodukten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kontrolle und Vermeidung von Produktverlusten durch kontinuierliche Abwasserprobenahme und Untersuchung</li> <li>- Vorspülen mit Heißwasser in den Futtermitteltank</li> <li>- Einsparung von Chemikalien und Reduzierung der Salzfrachten</li> </ul>	<p>Molkereiabwasser ist generell biologisch gut abbaubar</p> <p>Anaerobe Abwasserbehandlung ist sinnvoll für hochbelastete Abwässer</p>
Brauereien	<p>Verminderung des Frischwasserverbrauches durch:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kreislaufführung von Wasch-, Weich-, und Transportwasser bei Malzherstellung</li> <li>- bevorzugte Anwendung der Trockenreinigung von Getreide</li> <li>- Wiederverwertung des Vor- und Nachlaufes aus der Würze- oder Bierfiltration</li> <li>- Einsatz von wassersparenden Reinigungsverfahren</li> </ul> <p>- Maßnahmen zur Verminderung von Produktverluste (Überschäum- oder Abspritzverluste)</p>	<p>Anaerobverfahren bei Brauereien erlangen biologische Wirkungsgrade von ca. 80 % und es liegen weltweit folgende Reaktortypen vor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Schlammbedreaktoren</b></li> <li>- <b>USAB-Reaktoren</b></li> </ul> <p>Voraussetzung: Einhaltung eines optimalen pH Wert Bereiches und Begrenzung der Feststoffe im Zulauf</p>
Fisch-Produktionsanlage	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bei Verarbeitung von Tiefkühlrohware Einsatz wassersparender Auftauautomaten.</li> <li>- Einsatz wassersparender Verarbeitungsmaschinen</li> <li>- sparsamer Einsatz von Wasch- und Reinigungsmittel.</li> <li>- Erstellen eines Waschmittelgesetzes</li> <li>- Verzicht auf Einsatz halogenabspaltender Reinigungs- und Desinfektionsmittel bzw. Ersatz durch Peroxid, Peressigsäure</li> <li>- Einsatz von Pufferbecken für den Abwasserbehandlungsverfahren</li> </ul>	<p>Abwasser aus der Fischindustrie ist organisch hochbelastet.</p> <p>Charakteristisch sind hohe Konzentrationen von Ölen und Fetten sowie Chloriden.</p> <p>Es liegen Untersuchungen für die Behandlung des Abwassers aus Fischindustrie mit folgenden anaeroben Verfahren vor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- anaerobe Belebungsverfahren</li> <li>- Festbettverfahren</li> <li>- Fließbettverfahren</li> </ul>

Tab. 4.49. Vorschlag der Abwasseremissionsbegrenzungen aus der Schlachtung und Fleischverarbeitung für Peru

I: Anforderungen an Einleitungen in ein Fließgewässer,  
 II: Anforderungen an Einleitungen in eine öffentliche Kanalisation  
 (a: Umweltministerium Peru)

Parameter	Vorschlag für Peru Abwasseremissionsgrenzwerte der Schlachtung und Fleischverarbeitung		
	Peru aktuell (a)	Vorschlag für Peru	
	I	I	II
<b>A.1 Allgemeine Parameter</b>			
Temperatur (°C)		30	35
Abfiltrierbare Stoffe (mg/l)	300	30	150
pH-Wert	6,0-9,0	6,5-8,5	6,0-9,5
<b>A.2 Anorganische Parameter</b>			
Freies Chlor als Cl <sub>2</sub> (mg/l)			
Gesamtchlor (mg/l)		0,4	0,4
Ammonium (mg/l)		5,0	
Ges.geb.Stickstoff (mg/l)	50		-
Gesamt-Phosphor (mg/l)	40	1,0	-
<b>A.3 Organische Parameter</b>			
Ges.org.geb Kohlenstoff, TOC (mg/l)		30	-
Chem. Sauerstoffbedarf, CSB (mg/l)	500	90	-
Biochem. Sauerstoffbedarf, BSB <sub>5</sub> (mg/l)	250	20	-
Absorb. org. geb. Halogene (AOX) ber. als Cl (mg/l)		0,1	1,0
Schwerflüchtige lipophile Stoffe (mg/l)		20	150

Tab. 4.50. Abwasseremissionen Vorschlag für die Milchbearbeitung und Milchverarbeitung für Peru

I: Anforderungen an Einleitungen in ein Fließgewässer,  
 II: Anforderungen an Einleitungen in eine öffentliche Kanalisation. Verb: Verbindungen

Parameter	Vorschlag für Peru Abwasseremissionsgrenzwerte der Milchbearbeitung und Milchverarbeitung	
	I	II
<b>A.1 Allgemeine Parameter</b>		
Temperatur (°C)	30	35
Absetzbare Stoffe (ml/l)	0,3	10
pH-Wert	6,5-8,5	6,0-10,5
<b>A.2 Anorganische Parameter</b>		
Gesamtchlor (mg/l)	0,4	0,4
Ammonium (mg/l)	5,0	
Ges.geb.Stickstoff (mg/l)		-
Gesamt-Phosphor (mg/l)	2,0	-
<b>A.3 Organische Parameter</b>		
Ges.Org.geb Kohlenstoff, TOC (mg/l)	25	-
Chem. Sauerstoffbedarf, CSB (mg/l)	75	-
Biochem. Sauerstoffbedarf, BSB <sub>5</sub> (mg/l)	20	-
Absorb. org. geb. Halogene, (AOX) als Cl (mg/l)	0,1	1,0
Direkt abscheidbare lipophile Leichtstoffe (mg/l)	10	100

Tab. 4.51. Vorschlag der Abwasseremissionsgrenzwerte aus den Brauereien für Peru  
I: Anforderungen an Einleitungen in ein Fließgewässer, II: Anforderungen an Einleitungen in eine öffentliche Kanalisation.

		Vorschlag für Peru Abwasseremissionsbegrenzung der Brauereien			
		Peru (aktuell)		I	II
		I	II		
<b>A.1 Allgemeine Parameter</b>					
Temperatur	(°C)	35	35	30	35
Absetzbare Stoffe	(ml/l)			0,3	20
Abfiltrierbare Stoffe	(mg/l)	30	350		
pH-Wert		6,0-9,0	6,0-9,0	6,5-8,5	6,5-9,5
Fischtoxizität	G <sub>F</sub>			< 2	-
<b>A.2 Anorganische Parameter</b>					
Freies Chlor ber. als Cl <sub>2</sub>	(mg/l)				0,2
Gesamtchlor	(mg/l)			0,4	0,4
Ammonium	(mg/l)			5	
Ges.geb.Stickstoff	(mg/l)				-
Gesamt-Phosphor	(mg/l)			2	-
Kupfer	(mg/l)			0,5	0,5
Zink	(mg/l)			2,0	2,0
<b>A.3 Organische Parameter</b>					
Ges.org.geb Kohlenstoff, TOC	(mg/l)			30	-
Chem. Sauerstoffbedarf, CSB	(mg/l)	50	1000	90	-
Biochem. Sauerstoffbedarf, BSB <sub>5</sub>	(mg/l)	30	500	20	-
Absorb. org. geb. Halogene, (AOX) ber. als Cl.	(mg/l)			0,5	0,5

Tab. 4.52. Vorschlag der Abwasseremissionsgrenzwerte aus der Obst- und Gemüseveredelung für Peru. I: Anforderungen an Einleitungen in ein Fließgewässer, II: Anforderungen an Einleitungen in eine öffentliche Kanalisation.

		Vorschlag für Peru Abwasseremissionsbegrenzung der Obstverarbeitung	
		I	II
		<b>A.1 Allgemeine Parameter</b>	
Temperatur	(°C)	30	35
Absetzbare Stoffe	(ml/l)	0,3	10
pH-Wert		6,5-8,5	6 - 10
<b>A.2 Anorganische Parameter</b>			
Freies Chlor als Cl <sub>2</sub>	(mg/l)		0,2
Gesamtchlor	(mg/l)	0,4	0,4
Ammonium	(mg/l)	5	
Ges.geb.Stickstoff	(mg/l)		-
Gesamt-Phosphor	(mg/l)	2	-
Sulfat	(mg/l)	-	200
<b>A.3 Organische Parameter</b>			
Ges.org.geb Kohlenstoff, TOC	(mg/l)	30	-
Chem. Sauerstoffbedarf, CSB	(mg/l)	90	-
Biochem. Sauerstoffbedarf, BSB <sub>5</sub>	(mg/l)	20	-
Absorb. org.geb. Halogene, (AOX) ber.als Cl	(mg/l)	0,5	0,5
Schwerflüchtige lipophile Stoffe	(mg/l)	20	100

Tab. 4.53. Vorschlag der Abwasseremissionsgrenzwerte von wässrigen Emissionen aus Aquakulturanlagen  
(t\*d: Tonne und Tag)  
I: Anforderungen an Einleitungen in ein Fließgewässer

	Vorschlag für Peru Abwasseremissionsgrenzwerte der Fischproduktionsanlage	
	für Kreislaufanlage I	für Durchflussanlage I
<b>A.1 Allgemeine Parameter</b>		
pH-Wert	6,5-8,5	6,5-8,5
Toxizität $G_F$	2	2
<b>A.2 Anorganische Parameter</b>		
Ges.geb. Stickstoff als N	150 g/(t*d)	2.500 g/(t*d)
Gesamt-Phosphor	2 g/(t*d)	150 g/(t*d)
<b>A.3 Organische Parameter</b>		
Biochem. Sauerstoffbedarf, BSB <sub>5</sub> als O <sub>2</sub>	20 g/(t*d)	4000 g/(t*d)
ges. org. geb. Kohlenstoff TOC, ber. als C	60 g/(t*d)	5.000 g/(t*d)

## 4.5 POTENZIALABSCHÄTZUNG ZUR ENERGIE- UND WERTSTOFF-ERZEUGUNG AUS ORGANISCHEN ABFÄLLEN DER LANDWIRTSCHAFT

### 4.5.1 Allgemeines

Verfahren zur energetischen Nutzung von Biomassen stellen angesichts der weltweiten Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen eine große Bedeutung dar. Denn keine andere regenerative Energiequelle weist im Vergleich dazu ein so großes Energiepotential auf (Kaltschmitt, 2001).

Der Biogasprozess bewirkt bei der Verarbeitung des biogenen Abfalls aus der Landwirtschaft und Agrarindustrie nicht nur eine Nutzung des Energiepotentials, sondern führt gleichzeitig zu einer Minderung von Umweltbelastungen, d.h. er stellt einen wichtigen Beitrag zur Lösung von Umwelt- und Entsorgungsproblemen dar.

Zu den energetisch verwertbaren Biomassen gehören vor allem die in großer Menge verfügbaren biogenen Abfälle. Diese fallen hauptsächlich als Nebenprodukte der Lebensmittel-, Agrar-, Pharma- und chemischen Industrie, sowie aus Landwirtschaft und Gemeinden an. Es sind vorwiegend Pflanzenreste, Preß- und Extraktionsrückstände, Schlämme, Floate, Fette, Öle, Schlempe, Melassen, Exkremate (Braun, 1996).

Nach mehreren Jahren Erfahrung, sowie Versuchen und mit vielen Investitionen haben Länder wie Österreich mehrere „Integrierte Kombinationsvarianten“ der biotechnologischen Behandlung entwickelt.

Im Jahr 2005 waren in Österreich 539 Kompostierungsanlagen in Betrieb mit einer Kapazität von zumindest 1,3 Millionen Tonnen zur Verwertung getrennt gesammelter biogener Abfälle (Küchen- und Kantinenabfälle sowie von Grünabfällen aus dem kommunalen Bereich Parkabfälle, Friedhofsabfälle, Straßenbegleitgrün und Klärschlamm) (BMLFUW, 2006). Bereits im Jahre 1999 waren in Österreich ca. 420 Kompostierungsanlagen, davon 80 Anlagen als regionale oder zentrale Anlagen betrieben worden.

An anaeroben biotechnischen Behandlungsanlagen findet man in Österreich Vorreinigungsanlagen, Faulanlagen und Vergärungsanlagen (BMLFUW, 2006).

25 österreichische anaerobe Vorreinigungsanlagen für industrielle Abwässer sind in der Agrarindustrie, der Nahrungs- und Genussmittelindustrie, in der biochemischen Industrie und in der Pharmaindustrie in Betrieb. Es werden in diesen Anlagen zusätzlich halb feste und pastöse Nebenprodukte und Abfälle aus der Verwertung pflanzlicher Rohstoffe ausgefault.

Klärschlamm wird in 134 Schlammfauktürmen zu Biogas verwertet. Teilweise werden in den kommunalen Faultürmen verschiedene biogene Abfälle wie Fettabscheiderinhalte, Speisereste und Industrieabfälle in Co-Fermentation mit behandelt.

Biogene Abfälle in einer Größenordnung von 50.000 bis 60.000 Tonnen werden in 4 großen Verbandsanlagen Salzburg – Siggerwiesen, Wels, Lustenau und Roppen vergoren. Zusätzlich werden biogene Abfälle in Co-Fermentation in einem Teil der bestehenden landwirtschaftlichen, sowie in mehreren, größeren gewerblichen, überwiegend mit Landwirtschaftsbetrieben zwecks Gärrestverwertung in Verbindung stehenden Biogasanlagen ausgefault.

Das entstehende Biogas, das zum Großteil aus Methan besteht, wird in Österreich thermisch genutzt, um elektrische Energie und Wärme zu produzieren.

Die verbleibenden Gärrückstände aus der Biogasproduktion beliefen sich auf rund 175.000 m<sup>3</sup>, welche auf insgesamt rund 1.800 ha landwirtschaftliche Nutzflächen als Dünger aufgebracht wurden (BMLFUW, 2006).

Anfang 2004 waren 138 Biogasanlagen mit einer Stromleistung aus Biogas von rund 25,9 MW/Jahr in Betrieb. Das entsprach rd. 10 % der inländischen Stromerzeugung oder dem optimierten Wärmeenergiebedarf von rund 450.000 Einfamilienhäusern.

Im April 2006 befanden sich bereits 240 landwirtschaftliche Biogasanlagen mit einer Kapazität von zumindest 70.000 Tonnen in Betrieb (BMLFUW, 2006).

#### 4.5.1.1 Biomasse als Energieträger

Biomasse ist besonders in Europa der regenerative Energieträger, der bisher am weitgehendsten genutzt wird.

Man kennt drei unterschiedliche primäre Energiequellen: die Gezeitenenergie, die Erdwärme und die Solarstrahlung (Kaltschmitt, 2001).

Aus diesen Quellen werden durch verschiedene natürliche Umwandlungen eine Reihe sehr unterschiedlicher weiterer Energieströme hervorgerufen. So stellen beispielsweise die Windenergie, die Wasserkraft, die Meeresströmungsenergie und die Biomasse umgewandelte Formen der Sonnenenergie dar (Kaltschmitt, 2001).

Zur Biomasse gehören sämtliche Stoffe organischer Herkunft (d.h. kohlenstoffhaltige Materie). Sie umfasst u.a. alle Stoffe, die durch eine technische Umwandlung und/oder einer stofflichen Nutzung entstanden sind bzw. Abfälle (z.B. Schlachthofabfälle, Papier, organische Abfallfraktion) darstellen.

Biomasse unterteilt sich in Primär- und Sekundärprodukte:

**Primärprodukte** entstehen durch direkte photosynthetische Ausnutzung der Sonnenenergie beispielsweise die gesamte Pflanzenmasse oder pflanzliche Rückstände und Nebenprodukte aus der Land- und Forstwirtschaft.

**Sekundärprodukte** beziehen ihre Energie indirekt von der Sonne. Sie werden durch den Ab- oder Umbau organischer Substanz in höheren Organismen z.B. Tieren gebildet. Zu ihnen gehören z.B. die Zoomasse, deren Exkreme (Gülle, Festmist) und Klärschlamm.

#### 4.5.1.2 Integrierte Kombination / Kaskadennutzung

Nach vielen Grundlagenuntersuchungen in den europäischen Ländern vor allem in Österreich sind mehrere Verwertungswege der biogenen Abfälle bekannt. So wurde in Österreich das Konzept der integrierte Kombination für die Behandlung der biogenen Abfälle entwickelt (BMUJF; 1999).

Die integrierte Kombination umfasst alle verfügbaren Verwertungswege durch Kombination aerober und anaerober Prozessstufen.

Beispiele sind die Co-Vergärung biogener Abfälle und anschließender aerober Konditionierung der Reststoffe durch Kompostierung; oder eine kombinierte mehrstufige Behandlung einzelner monolithischer Abfallarten durch Kombinationen aerober und anaerober Prozeßstufen, z.B. die Vergärung der Futtermittelproduktion – Abfall von Speiseresten mit anschließender Umwandlung der Reststoffe in ein Bodenverbesserungsmittel.

Tabelle 4.54 zeigt die wesentlichen österreichischen Abfallbehandlungsverfahren bezüglich einiger Inputmaterial-Eigenschaften wie Anforderungen hinsichtlich Trockenmasse, Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis, Ligningehalt und Heizwert (BMUJF; 1999).

Eine Zusammenfassung der 11 österreichischen Verwertungswege für die biogenen Abfälle nach allgemeinen Anlageninput und Anlagenoutput (feste und flüssige Stoffe) sind in Tabelle 4.55 und 4.56 gezeigt. Dazu eine kurze Beschreibung.

#### **Variante I Hausgartenkompostierung < 50 Tonnen pro Jahr**

Es handelt sich um die Verwertung organischer Abfälle der Hausgärten und kleiner Gemeinschaften in Form dezentraler Eigenkompostierung (< 50 t/a). Die Hausgarten- und Gemeinschaftskompostierung findet sich vorzugsweise in gartenreichen Siedlungsstrukturen ohne besondere finanzielle oder technische Unterstützung (Beratung durch Abfallberater, Merkblätter etc.).

#### **Variante IIa Offene Mietenkompostierung**

Bei dieser Variante zur Verwertung biogener Abfälle durch offene Mietenkompostierung handelt es sich um eine aerobe Behandlung in Form der regionalen landwirtschaftlichen Kompostierung. Sie werden in allen Größenordnungen in der Regel < 500 bis in Einzelfällen < 5.000 t/a betrieben (z.B. Kompostierungsanlage Horn, Wieselburg).

Der Bewilligungsumfang umfasst Naturschutz, Bau- und Wasserrechtsverfahren. Im einzelnen werden die für eine Verarbeitung zugelassenen und nicht zugelassenen Abfallarten definiert, die technischen Rahmenbedingungen wie Größe und Aufbau der Rotte- und Nachrottefläche, Sickerwasserspeicher und der Umfang notwendiger Untersuchungen (Input-Output, Sickerwasser, Kompost) festgelegt.

Tab. 4.54. Verfahren zur stofflichen oder thermischen Verwertung biogener Abfälle, Anforderungen an das Inputmaterial (Quelle: BMUJF; 1999)

Verwertungsverfahren	TM (% FM)	C/N Verhältnis	Lignin-gehalt	Hu kJ/kg	Inputmaterialien (Beispiele)
Nassfermentation	< 15 (6 - 8)	10 -15	sehr gering	-	Bio- und Küchenabfälle, Gülle, Schlempe, Klärschlamm, mit hohen hydrolysierbaren Anteilen
Trockenfermentation	20 - 45	10 -15	gering < 6 % FM	-	Biotonne, Festmist, Obst- und Gemüseabfälle, mit hohen hydrolysierbaren Anteilen
Kompostierung	40 - 60	20 - 40	mittelhoch	-	Park, u. Gartenabfälle, Rinde, Biotonne, Festmist, Trebern, Abfälle mit hohem Strukturanteil
Biomasse-Verbrennung	> 60	> 100	hoch > 20 % FM	> 11.000	Altholz, Tabakabfälle, trockene Pflanzenbauabfälle, Stroh mit hohem Heizwert.
Futtermittelherstellung	> 5	-	sehr gering	-	Speisereste, Küchenabfälle, Abfälle mit hohem Eiweiß-, Fett- u. Kohlenhydratanteil
AME Produktion	< 5	-	-	-	Altspeisefette und -öle mit hohen tierischen u. pflanzlichen Fettanteilen
Stoffliche Sondernverwertungsverfahren	< 5	-	sehr gering	-	Abfälle zur Synthese von Eiweißstoffen, Biopolymeren Alkoholen, Lipiden, Zucker, Lösungsmitteln

### Variante III Technische Kompostanlage, > 1.500 Tonnen pro Jahr

Es handelt sich um gewerblich betriebene Kompostierungsanlagen (aerobe Behandlung) mit einer Verarbeitungskapazität > 3.000 t/a. In Abhängigkeit von den Standortverhältnissen (Siedlungsdichte etc.) werden die Anlagen zumindest teilweise als umhauste oder geschlossene Anlagen betrieben. In Einzelfällen erfolgt die Verarbeitung kommunaler biogener Abfälle (Biotonne) in Form offener Mietenkompostierung mit systematischem Umsetzen des Materials. An bestimmten Anlagen erfolgt die Behandlung biogener Abfälle in der gleichen Anlage zusammen mit Hausmüll (Restabfall), Klärschlamm.

Einige Beispiele dieser Anlagen finden sich in Allerheiligen, Mürzverband (20.000 t/a, davon 5.500 t/a biogene Abfälle) in Form von Mieten unter Dach; Graz/Lannach, Fa. Saubermacher (5.000 t/a biogene Abfälle) in Form von Mieten unter Dach.

Tab. 4.55. Charakterisierung einzelner biotechnologischer Verfahrensvarianten in Österreich nach allgemeinen Angaben und Anlageninput  
(Quelle: BMUJF, 1999)

Kriterien	I	II a	II b	III	IV	V a	V b	VI	VII	VIII a	VIII b
<b>Verarbeitungs- kapazität (t FM/a)</b>	< 50	50 - < 100.000	< 15.000	< 15.000 < 80.000	> 5.000 - 15000 < 150.000	> 5.000 - 15.000 < 80.000	> 5.000 - 15.000 < 150.000	> 15.000 < 50.000	> 5,000 > 150.000	> 5.000 < 35.000	> 5.000 < 35.000
<b>Bezeichnung</b>	Haus- gartenkom- postierung	offene Mieten Kompostierung	Flächenkom- postierung Direktausbrg.	Kompos- Tierungs- anlagen	Co-Vergärung ohne Bioabfall	Gülle- Bioabfall Covergärung	Gülle- Vergärung	Zentr. Bioab- abfallvergärung+ Kompostierung	Zentr. Gülle- Co-Vergärung Kompostierung	KS-Bioabfall- Co-Vergärung Kompostierg.	KS/Bioabf- Covergärung Fugatausbrg.
<b>Fallbeispiele</b>	Gemein- Schafskomp.	Tulln Laa a.d.Th	Mannheim Feldrotte	Halbenrain Liesen	Böheimkir. Durchlacher	Plawen	Berlstedt Himmelgrt	Wels Lustenau	Campo Sampiero	Dresden Ischgl	
<b>Flächenbedarf für Betriebsanlage m³/t.a</b>	hoch 1 - 3	1 - 2	sehr gering	0,3 - 1	0,2 - 0,3	0,25 - 0,35	0,2 - ,3	0,25 - 0,4	0,15 - 0,25	0,2 - 0,35	0,2 - 0,3
<b>Aufwand Verfahrenstechnik</b>	keiner	sehr gering	sehr gering	hoch	mittel/hoch	hoch	hoch	sehr hoch	hoch	sehr hoch	hoch
<b>Organisationsform des Verwertungsweges</b>	dezentral	regional	regional	Dezentral- zentral	Dezentral- zentral	Dezentral- zentral	Dezentral- zentral	Regional- zentral	Regional- zentral	Regional- zentral	Regional- zentral
<b>Haupteinsatzstoffe</b>	Bioabfall Gartenabf.	Bioabfall Stallmist	Bioabfall Gartenabfall Stallmist	Bioabfall Gartenabfall	Gülle Küchenabf Gewerbeabf.	Gülle, Mist Bioabfall Gewerbeabf.	Gülle	Bioabfall Küchenabf. Gewerbeabf.	Gülle Küchenabf. Gewerbeabf.	Klärschlamm Bioabfall Gewerbeabf.	Klärschl. Bioabfall Gewerbeabf.
<b>Brauchwasserbedarf Betriebsmittel- verbrauch l/t Input</b>	keiner bis gering	je nach Niederschlag	keiner	< 100, gering Kreis lauffrg	gering, Reinigung	gering, Reinigung	keiner	< 350, gering Kreis lauff.	keine	gering	gering

Tab. 4.56. Charakterisierung der biotechnologischen Verfahrensvarianten in Österreich nach Anlagenoutput, feste und flüssige Stoffe  
(Quelle: BMUJF, 1999)

Kriterien	I	II a	II b	III	IV	V a	V b	VI	VII	VIII a	VIII b
Verarbeitungs- kapazität (t FM/a)	< 50	50 -< 100.000	< 15.000	< 15.000 < 80.000	> 5.000 - 15000 < 150.000	> 5.000 - 15.000 < 80.000	> 5.000 - 15.000 < 150.000	> 15.000 < 50.000	> 5,000 > 150.000	> 5.000 < 35.000	> 5.000 < 35.000
Bezeichnung	Haus- gartenkom- postierung	offene Mieten Kompostierung	Flachenkom- postierung Direktausbrg.	Kompos- tierungs- anlagen	Co-Vergärung ohne Bioabfall	Gülle- Bioabfall Covergärung	Gülle- Vergärung	Zentr. Bioab- fallvergärung+ Kompostierung	Zentr. Gülle- Co-Vergärung Kompostierung	KS-Bioabfall- Co-Vergärung Kompostierg.	KS/Bioabf.- Covergärung Fugatausbrg.
Fallbeispiele	Gemein- schaftskomp	Tulln Laa a.d.Th	Mannheim Feldrotte	Halbenrain Liezen	Böheimkir. Durchlacher	Plauen	Berlstedt Himmelgrt	Wels Lustenau	Campo Sampiero	Dresden Ischgl	
Abwasseranfall 1/t Input durch Betriebsanlage	<300 je nach Niederschlag	< 300 je nach Niederschlag	keiner	< 100	< 1.000	< 950	< 1.000	< 300	<. 1000	< 700	< 950
Abwasserverbleib 1/t Input Behandlg. Verwertung	Versickerung	Kreislauffrg lw. Verbring.	Versickerung	Kreislauffrg	Gülle, lw. Verbring.	Gülle, lw. Verbring.	Gülle < 980 lt/t	AWA, Kreis- lauffrg	Gülle, lw. Verbring.	z.T.Kreislaufg. AWA, Gülle	AWA Gülle
Rückstände zur % FM Beseitigung/ Deponierung	praktisch keine	< 5 % gering, Stör-/Siebreste	< 1 % gering, Störstoffe	< 10 % gering Stör- /Siebreste	sehr gering Hartst.	< 3% gering, Störstoffe	keine	< 15 % Hartst., Stör-/Siebreste	gering, Hartst.,	< 5 % gering, Stör-/Siebreste	< 2 % gering, Stör-/Siebreste
Endprodukte zur Verwertung	Kompost	Kompost	Mulch	Kompost	Biogas Gülle	Biogas Gülle	Biogas Gülle	Biogas Kompost	Biogas Gülle	Biogas Co- substrat	Biogas Gülle
Nährstoffversorgung Rückführung i.d. Boden	direkt gegeben	direkt gegeben	ohne Stabilisierung	gegeben	gegeben	gegeben	gegeben	gegeben	gegeben	eingeschränkt gegeben	nicht gegeben
Dauerhumus Rückführung i.d. Boden	direkt gegeben	direkt gegeben	gering	gegeben	gering	gering	keine	gegeben	gering,	eingeschränkt gegeben	gering

#### **Variante IV Covergärung mit Verwertung der Gärrückstände (ohne Biotonne), < 5000 Tonnen pro Jahr – landwirtschaftliche Biogasanlage**

Unter dieser Variante wird die landwirtschaftliche Co-Vergärung mit gewerblichen biogenen Abfällen, ohne Mitverarbeitung von Biotonnenmaterial als regionale oder zentrale Anlagen verstanden. Weiters wird dies mit Berücksichtigung der Energieverwertung bei landwirtschaftlicher Verwertung aller Reststoffe ohne aerobe Nachbehandlung des Gärrückstandes durchgeführt.

Regionale Anlagen verfügen über eine Verarbeitungskapazität von < 3.000 bis 5.000 t/a.

Im Jahr 1999 gab es in Österreich 60 bäuerliche Biogaskleinanlagen, davon die meisten in Oberösterreich .

In der Regel dominiert das Substrat Gülle und Mist. In Einzelfällen gibt es auch den Einsatz von Speiseabfällen aus der Gastronomie, wie z.B. bei der Anlage in Böheimkirchen.

#### **Variante Va Covergärung mit Verwertung der Gärrückstände (mit Biotonne)**

Diese Variante betrachtet die anaerobe Co-Behandlung von landwirtschaftlicher Gülle, Stallmist und biogenen Abfällen unter Berücksichtigung der Energieverwertung ohne aerobe Nachbehandlung des Gärrückstandes. Anlagen unter 14.000 t/a sind als landwirtschaftliche Anlagen zu betrachten und die größeren Anlagen über 14.000 t/a als zentrale gewerbliche Großanlagen.

Internationale Anlagen als Beispiele sind Nordhausen (BRD) 12.000 t/a, ursprünglich für 90.000 Schweine; Frankenförde mit 2x500 m<sup>3</sup> Reaktoren und Verarbeitung von täglich 40 m<sup>3</sup> Gülle und 3,5 m<sup>3</sup> Fettabscheider.

#### **Variante Vb Güllevergärung mit Verwertung der Gärrückstände**

Es handelt sich um die rein anaerobe Behandlung von landwirtschaftlicher Gülle unter Berücksichtigung der Energieverwertung ohne aerobe Nachbehandlung des Gärrückstandes als zentrale Anlage. Die Verarbeitung von Material unter 14.000 t/a sind als landwirtschaftliche Anlagen zu betrachten, die größeren als zentrale Großanlagen.

Grundsätzliche wird Gülle je nach Standort und Grundwasserverhältnissen behandelt.

Als internationale Fallbeispiele sind folgende Anlagen zu nennen: Almazan in Spanien, wo Gülle mit 2 x 1.200 m<sup>3</sup> Biogasreaktoren behandelt wird. Berlstedt in der BRD, wo 140.000 t/a Schwein-Rindermischgülle mit 3 Biogasreaktoren behandelt werden.

#### **Variante VI Zentrale Bioabfallvergärung >10.000 Tonnen pro Jahr mit anschließender Kompostierung des Gärrückstandes**

Unter dieser Variante wird die zentrale anaerobe Behandlung vorwiegend kommunaler biogener Abfälle (Biotonne und Grünabfall) unter Berücksichtigung der Energieverwertung mit aerober Nachbehandlung des Gärrückstandes als zentrale gewerbliche Anlage mit einer Verarbeitungskapazität von > 10.000 t/a verstanden.

Als österreichische Beispiele sind die Anlagen **Salzburg** als DRANCO Trockenvergärungsanlage (< 35 % TM im Reaktor mit kommunalen Bioabfall 15.000 bis 20.000 t/a) und **Wels** (WAV Recyclingpark als LINDE-KCA Nassvergärung, 1997 mit kommunalem Bioabfall) zu nennen.

## Variante VII Zentrale Co-Vergärung mit landwirtschaftlichen biogenen Reststoffen und Kompostierung der Gärrückstände

Bei dieser Variante handelt es sich um die Verwertung von kommunalen, landwirtschaftlichen und gewerblichen biogenen Abfällen unter Berücksichtigung der Energieverwertung über Strom und Wärme, mit aerober Nachbehandlung des Gärrestes, als zentrale Co-Fermentationsanlage > 50.000 t/a.

Folgende Anlagen als internationale Beispiele:

**RIBE** (Dänemark), 140.000 t/a, thermophil bei 53°C, 84% Gülle, 16 % gewerbliche biogene Abfälle und geringer Anteil Bioabfall, 31.800 Nm<sup>3</sup> Biogas pro Tag, bzw. 29 Nm<sup>3</sup> Gas/t Input.

**STUDSGARD** (Dänemark), 110.000 t/a, thermophil, Gülle, gewerbliche biogene Abfälle und geringer Anteil Bioabfall, 34 Nm<sup>3</sup> Gas/t Input, Inbetriebnahme 1992.

**FÜRSTENWALDE** Berlin, Spree (BRD), mit 85.000 t/a, davon 57.000 t/a Mist und Gülle, 15.000 t/a kommunale und 13.000 t/a gewerbliche biogene Abfälle, wenig Klärschlamm, Reaktoren 2 x 3.300 m<sup>3</sup>, thermophil, Inbetriebnahme 1998.

**CAMPO SAMPIERO** Venetien (Italien), 100.000 t/a Rindergülle, 16.000 t/a kommunale biogene Abfälle, 25.000 t/a Klärschlamm .Tabelle 4.57 zeigt die Inputmengen, die verwertet werden.

Tab. 4.57. Verarbeitungskapazitäten der Vergärungsanlage Campo Sampiero. Italien  
(Quelle: BMUJF, 1999)

Biogene Abfälle	t/a	% TM
Gülle	100.000	6
Bioabfall, Grünschnitt	16.000	25
Klärschlamm	25.000	5

Die Verfahrensvariante der zentralen Co-Vergärung mit landwirtschaftlichen biogenen Reststoffen und Kompostierung der Gärrückstände umfasst die gleichzeitige Vergärung von Bioabfällen und landwirtschaftlichen biogenen Reststoffen mit anschließender aerober Kompostierung der Gärrückstände. Die flüssige Phase aus der Vergärung kann dabei entweder einer ARA zugeführt werden oder findet als Düngemittel Verwendung in der Landwirtschaft.

## Variante VIII Zentrale Co-Vergärung biogener Abfälle mit kommunalen Klärschlamm

Bei der Co-Vergärung mit kommunalem Klärschlamm handelt es um die gemeinsame Vergärung von Klärschlamm aus einer kommunalen oder industriellen Kläranlage mit kommunalen oder gewerblichen biogenen Abfällen. Die kommunale, landwirtschaftliche und gewerbliche biogene Abfälle werden unter Berücksichtigung der Energieverwertung über Strom und Fernwärme verwertet.

Beispiele für Bioabfall – Klärschlamm Co-Vergärungsanlage sind

**KAUFBEUREN (BRD)**; mit 2.500 t/a Bioabfall, 100 Tage Aufenthaltszeit.

**BELLARIA (I)**, mit einer ARA (Abwasserreinigungsanlage) für rd. 75.000 EW und Bioabfall 20.000 t/a.

**BADEN BADEN (BRD)**, als Sonderform einer Co-Vergärung von 5.000 t/a Bioabfall (nur flüssige Phase aus der Vergärung) an einer 160.000 EGW Kläranlage.

**SÖLDEN (A)**, als Co-Vergärung mit Klärschlamm

**ISCHGL – GALTÜR (A)**, bis zu 1.000 t/a biogene Abfälle (500 t/a Bioabfall – Gastronomieabfälle, 300 t/a Fettabscheiderinhalte, etc) gemeinsam mit dem eigenen Klärschlamm. Die 30 -tägige mesophile Co-Vergärung erfolgt unter Berücksichtigung eines hohen saisonalen Mengenaufkommens.

**RADEBERG (BRD)**, 56.000 t/a, davon 5.000 t/a Bioabfall, 15.000 t/a Gewerbeabfälle (Brauerei und Molkerei) und 40.000 t/a Klärschlamm (eigene Linie), 2 x 2.300 m<sup>3</sup> Reaktoren.

#### **Variante VIIIa Zentrale Co-Vergärung biogener Abfälle mit Klärschlamm und Kompostierung des Gärrückstandes**

Diese Verfahrensvariante der Co-Vergärung mit Kompostierung umfasst die gemeinsame Vergärung der Abfallarten Bioabfall, Garten- und Parkabfälle mit nicht eingedicktem Klärschlamm und anschließende Kompostverwertung. Ein Beispiel ist die Bioabfallverwertung am Klärwerk Baden-Baden.

#### **Variante VIIIb. Zentrale Co-Vergärung biogener Abfälle mit Klärschlamm und Fugatausbringung**

Diese Verfahrensvariante umfasst die gemeinsame Vergärung von Bioabfall und nicht eingedicktem Klärschlamm, mit anschließender Weiterbehandlung (evtl. Kompostierung) des Überkornanteiles (Material das beim Anmischvorgang nicht zu einer Korngröße < 8 mm aufgelöst bzw. zerkleinert wird und somit nicht der Vergärung zugeführt werden kann). Die flüssige Phase aus der Vergärung wird dabei ohne Entwässerung einer landwirtschaftlichen Verwertung zugeführt.

#### **4.5.1.3 Verwertungswege biogener Abfälle, Reststoffe und Nebenprodukte in Österreich**

Forschungserfahrungen in Österreich zeigen relevante Aspekte für die praktische Umsetzung und die Machbarkeit der Verwertung biogener Abfälle.

Diese Aussagen sind gut dokumentiert und umfassen infrastrukturelle Gesichtspunkte, wie vorhandene Verwertungsstrukturen und Verwertungskapazitäten, landwirtschaftliche Gegebenheiten, Akzeptanzkriterien von Seiten der Bevölkerung und gesellschaftliche Durchsetzbarkeit, abfallwirtschaftliche und rohstofftechnische Fragestellungen. Weiters sind noch die Kostenfragen von Bedeutung (Investitions- und Betriebskosten, Energie- und Rohstoffgutschriften im Zusammenhang mit energie- und rohstoffpolitischen Entwicklungen). Zahlreiche der genannten Einflussfaktoren können in Form umweltpolitischer Lenkungsmaßnahmen beeinflusst werden (BMUJF; 1999).

Einige relevante biogene Abfälle im Sinne dieser Studie und anhand der österreichische Literatur werden im Folgenden betrachtet (BMUJF; 1999).

#### **Nahrungs-, Genuss- und Futtermittelindustrieabfälle**

Die Abfälle aus der Nahrungs- und Lebensmittelindustrie sind meist hoch organische und eher strukturarme Abfälle und eignen sich je nach Konsistenz verstärkt für die Vergärung

oder Kompostierung. Trockene und heizwertreiche Abfälle können auch der Biomasseverbrennung zugeführt werden. In speziellen Fällen gibt es Sonderverwertungswege, wie die Futtermittelherstellung oder die Gewinnung von speziellen Rohstoffen.

Bei der offenen Mietenkompostierung ist in der Regel eine rasche Verarbeitung erforderlich und durch Vermischen mit anderen Kompostrohstoffen ein entsprechend rottefähiges Gemisch herzustellen.

### **Gülle, Festmist und Tierexkremente**

Gülle und Festmist, sofern sie nicht entsprechend der guten landwirtschaftlichen Praxis direkt als Wirtschaftsdünger eingesetzt werden können, sollen im Sinne einer besseren Pflanzenverträglichkeit, der Fixierung leicht verfügbarer Nährstoffe, der Minimierung von Gerüchen und der erfolgten Teilhygienisierung entsprechenden landwirtschaftlichen dezentralen oder zentralen Biogasanlagen zugeführt werden

Wenn eine landwirtschaftliche Verwertung auf Grund der stark ammoniakhaltigen „Biogas-Gülle“ ökologisch nicht zuträglich ist, besteht die Möglichkeit, diese über eine Abwasserreinigungsanlage zu behandeln und den Feststoff durch Kompostierung zu stabilisieren. Landwirtschaftliche Biogasanlagen sind ab ca. 30 GVE wirtschaftlich. Die Mitverarbeitung von Biotonnen Material wird bis zu einem Mengenanteil von bis 30 % unterstützt (BMUJF; 1999).

### **Molke**

Molke ist soweit als möglich als Futtermittel einzusetzen. Überschussmenge können einer Co-Vergärung zugeführt werden. Sonderverwertungswege sind die Gewinnung von Milchzucker oder Milcheiweiß.

### **Feuchte Abfälle aus dem Pflanzenbau**

Bei Ernterückständen mit hohem Wassergehalt und geringen Ligninanteilen ist die Vergärung oder Co-Vergärung zu empfehlen. Bei hohen Ligninanteilen ist die Kompostierung unter Berücksichtigung der Abfallarten und Standortanforderungen zu empfehlen.

### **Küchen- und Kantinenabfälle**

Küchenabfälle und Speisereste stellen aufgrund ihres Nährstoffgehaltes und des ausgewogenen Aminosäureverhältnisses ein wertvolles Futtermittel in der Schweinemast dar. Sie sind nach entsprechender Hygienisierung auch in Sinne eines kurzen ökologischen Kreislaufes zu nutzen.

Sollte eine Verfütterung nach Hygienisierung nicht möglich sein, sind Küchenabfälle wegen ihres hohen Methangasbildungspotentials vorzugsweise der Vergärung zuzuführen.

Nur in kleinen Mengen und bei Vorhandensein von ausreichend Strukturmaterial können Kantinen- und Küchenabfälle ausschließlich mittels Kompostierung, insbesondere offener Verfahren verwertet werden. Dies gilt insbesondere für die Hausgartenkompostierung.

### **Viktualien-Marktabfälle**

Marktabfälle enthalten sowohl leicht fäulnisfähige (Obst- und Gemüsereste), als auch zellulose- und ligninhaltige Anteile vermengt mit sonstigem Verpackungsmaterial. Die Verarbeitung an Vergärungsanlagen kann nur bei einem hohen naß-biogenen Anteil erfolgen. Bei Kompostierung wird die Abtrennung der Störstoffe empfohlen. Sofern es sich um

heizwertreiche biogene Materialien mit geringen Störstoffanteilen handelt, kann auch die Verwertung in Biobrennstoffanlagen betrachtet werden.

### **Abfälle aus dem Vertrieb land und forstwirtschaftlicher Produkte**

Je nach Konsistenz (Wassergehalt, Luftporenanteil u.a.) eignen sich diese Materialien vorzugsweise entweder direkt als Futtermittel, zur landwirtschaftlichen oder gewerblichen Mitverarbeitung durch Kompostierung, in der Regel ohne anaerobe Vorbehandlung. Trockene Materialien können auch in Biobrennstoffanlagen verbrannt werden.

### **Altspeisefette**

Altspeisefette aus Großküchen werden in Österreich aufgrund der Kostensituation der Verwertung an einer Raps-Methylester-Anlage großteils als Schweinefutter ins Ausland verbracht. Die Altspeisefett-Methylester Verarbeitung zu Biodiesel ist im wesentlichen bei regionalen Anlagengrößen, in einem regionalen Sammelgebiet, ökologisch und wirtschaftlich sinnvoll. Kleinere Mengen können in vorzugsweise geschlossenen Anlagen kompostiert werden. Grundsätzlich ist bei geeigneter Anlagentechnik aufgrund des hohen Biogasbildungspotentials die Mitverarbeitung in thermophilen Vergärungsanlagen sinnvoll. Bei der offenen Kompostierung können nur sehr kleine Mengen mitverarbeitet werden. In diesem Fall soll man auf eine ausreichende Zugabe an bindenden Materialien achten und ein Austreten der Fette über das Sickerwasser verhindern.

### **Fettabscheiderinhalte**

Fettabscheider aus Großküchen und aus der Lebensmittelindustrie beinhalten einen hohen Anteil an leicht fäulnisfähigen Fetten und sonstigen organischen Verbindungen, welche aufgrund eines hohen Gasbildungspotentials zur Verwertung in Vergärungsanlagen eingesetzt werden sollen. In vielen Fällen dienen Abfälle dieser Art der Optimierung und besseren Nutzung bestehender Biogasanlagen und unter deutlicher Verbesserung der Gaserträge.

### **Abfälle aus Wasseraufbereitung, Abwasserbehandlung und Gewässernutzung**

Es handelt sich um kommunalen Klärschlamm aus der biologischen Abwasserreinigung. Er eignet sich je nach organischem Anteil und Schadstoffbelastung für eine Vergärung (meist in der Kläranlage als Klärschlammfäulung oder als Co-Vergärung) und/oder aeroben Stabilisierung als Bodenverbesserungsmittel in der Landwirtschaft.

Bei der landwirtschaftlichen Verwertung sind die Klärschlammverordnungen, Wasserrechts- und Bodenschutzgesetze zu beachten. Mit höheren Nährstoff- sowie organischen und anorganischen Schadstofffrachten muss gerechnet und diese überprüft werden.

Aufgrund der österreichischen Kompostverordnung soll unter Mitkompostierung von Klärschlamm hergestellter Kompost die Erfüllung der Qualitätskriterien beachten.

Nicht ausgefautete Klärschlämme eignen sich für die Co-Vergärung. Entwässerte Schlämme sind in geschlossenen Kompostierungsanlagen zu verarbeiten.

## **4.5.2 Potential der Biogaserzeugung in Peru**

In Peru sind die relevanten organischen Substrate des Landwirtschaftssektors und der Agrarindustrie mit Potential zur Energie- und Wertstoffgewinnung in Tabelle 4.58 dargestellt. Sie treten als Nebenprodukte (Festmist, Gülle), feste/halbfeste Abfälle und Abwasser auf. Es sind dies vorwiegend Festmist, Schlachtabfälle, Obstabfälle, Molke, Treber u.a.

Anhand der aus der Literatur bekannten Kennzahlen (Biogasertrag in  $\text{m}^3/\text{t oTM}$ ) und ihrer Anwendung auf den Anfall organischer Substrate in Peru (siehe Kap.3.2.5.3 ) wurde das theoretische Biogasertragspotenzial für Peru bzw. Energiemengen berechnet (siehe Tab. 3.23, 3.24), die in Tabelle 4.59 gezeigt werden.

Für die Berechnung von oTM-Fracht, Biogas,  $\text{CH}_4$  wird auf Grund nach folgender Überlegung der Mittelwert benutzt

$\text{CH}_4$  (Jahr 2005) = Biogas (Jahr 2005) x  $\text{CH}_4$ -Gehalt.

Bruttoenergie =  $\text{CH}_4$  x  $\text{CH}_4$  Heizwert (10 kWh/ $\text{Nm}^3$ ).

1 Liter Dieselöl entspricht 1  $\text{m}^3$  Methan. 1 Barrel : 159 l.

In Peru werden pro Jahr ca. 948 kWh Energie pro Einwohner konsumiert. Die gesamte grob abgeschätzte Energieproduktion aus den peruanischen organischen Abfälle aus der Landwirtschaft und Agrarindustrie von 6.001.427 MWh könnte unter technischen Aspekten den Energiebedarf von ca. 6 Mio. Peruanern decken.

In der Praxis sind zahlreiche Lösungen für die Behandlung organischer Substrate der Landwirtschaft und Agrarindustrie bekannt (anaerobe Vergärung, aerobe Kompostierung, anaerobe Vergärung + aerobe Kompostierung). Für jede dieser Möglichkeiten gibt es mehrere technische Ausführungsvarianten.

#### 4.5.3 Wertstoffabschätzung in Peru

Anhand folgender Beispiele (Szenarios 1,2,3 von Kap. 3.2.4.1.3) kann der biologische Abbau der organischen Substrate durchgeführt und die Wertstoffe abgeschätzt werden.

Szenario 1: Kompostierung (Abbaugrad 50 %)

Szenario 2: Vergärung (Abbaugrad 60 %)

Szenario 3: Vergärung + Aerobe Kompostierung (Abbaugrad 40 %)

= Gesamt Abbaugrad 76 %

Die meisten organischen Substrate in dieser Studie eignen sich zum anaeroben Abbau und in anderen Fällen zum aeroben Abbau mit Kompostgewinnung. Tabelle 4.60 zeigt die Wertstoffgewinnung der verschiedenen Substrate in den möglichen Szenarien.

Im Szenario 1 erfolgt eine reine Kompostierung mit einem Abbaugrad von ca. 50 %, als Resultat ergibt sich eine Gewinnung an Wertstoffen (Kompost) von 50 % und der Rest 50 % geht (50%) als Wärme, Wasser und  $\text{CO}_2$  verloren.

Im Szenario 2 erfolgt die Vergärung mit einem Abbaugrad von 60 %. Es ergibt sich eine bedeutende Produktion von Biogas und eine Gewinnung an Reststoffen (Gärrest) von ca. 40 %. Außerdem wird noch eine sehr kleine Menge  $\text{CO}_2$  und ein kleines unbehandeltes Restsubstrat erzeugt.

Das Szenario 3 weist einen hohe Abbaugrad organischer Substrate auf, wobei sowohl anaerober Abbau als auch aerober Abbau eingesetzt wird: In diesem wird insgesamt ein Abbaugrad des organischen Substrats von ca. 76 % erreicht. Es wird dennoch eine wichtige Menge Biogas erzeugt und der zweite Prozess (Kompostierung) führt zu einer Gewinnung an Wertstoffen (Kompost) von 60 % des Gärrestes aus dem ersten Prozess.

Tab. 4.58. Jährlicher Anfall organischer Substrate in Peru und daraus mögliche Energie- und Wertstoffgewinnung (weitere Werte siehe Tab. 4.61)

Branchen	landwirtschaftliche Reststoffe		feste/halb feste Abfälle		Abwässer Anfall m <sup>3</sup> in Tsd.	Potentielle Energie- und Wertstoffgewinnung			Nutzungsvorschläge
	Festmist m <sup>3</sup> /a in Mio.	Gülle m <sup>3</sup> /a in Mio.				Biogas	Gärrest	Kompost	
				t in Tsd.					
<b>1. Landwirtschaft: Nutztierhaltung</b>									
<b>1.1. Intensivproduktion</b>									
Geflügel 149 Tsd GVE	1,1	-	-	-	-	ja	ja	ja	Biogasanlage mit einstufig homogenen kontinuierlichen Reaktoren
Rinder 1.048 Tsd GVE (20 % Ges. Rinder)	20	-	-	-	-	ja	ja	ja	
Schweine 1.810 Tsd GVE (40 % Ges. Schweine)		3	-	-	-	ja	ja	ja	
<b>1.2 Extensivproduktion</b>									
<b>1.2.1. Ohne Mist-Sammlung</b>									
Rinder 4193 Tsd GVE (80 % Rinder)	80		-	-	-				- Kleine kommunale Biogasanlage (2,3 Familien) - Dezentralisierte Biogasanlage
Schweine 2708 Tsd GVE (60 % Schweine)	4,9		-	-	-				
Schafe 2.223 Tsd GVE	24		-	-	-				
Alpakas 540 Tsd GVE	6		-	-	-				
Lamas 190 Tsd GVE	2		-	-	-				
Meerschweinchen 70 Tsd GVE	0,3					ja	ja	ja	
<b>2. Betriebe der Agrarindustrie</b>									
<b>2.1 Schlachthäuser</b>									
Geflügelfedern			Federn	37					erfordern Versuche im Labor
Gesamt Schlachtung				140	10.613	ja	ja	ja	Biogasanlage mit einstufig homogenen kontinuierlichen Reaktoren
<b>2.2 Fleischverarbeitung</b>					201	ja	ja	ja	
<b>2.3 Obstverarbeitung:</b>									
Fruchtsaft - Produktion			Fruchtabfälle	74,3	162	ja	ja	ja	Pektin Gewinnung,
Marmelade – Produktion					3	ja	ja	ja	erfordern Laborversuche zur Biogasgewinnung (fehlende Parameter für exotische Früchte)
<b>2.4 Molkereien in tausend (t)</b>			Molke		653	ja	ja	ja	Verwendung als Futter
<b>2.5 Brauereien in tausend (Hektoliter)</b>			Treber	169.000	3.029	ja	ja	ja	Verwendung als Futter
<b>2.6 Fischindustrie</b>									
Fischkonserven			kW		5.092				erfordern Laborversuche wegen der großen
Fischmehl				kW	16.754				Menge an Abfall

Tab. 4.59. Theoretische jährlich mögliche Biogas- und Energiegewinnung aus relevanten organischen Abfällen der Landwirtschaft und Agrarindustrie in Peru (gemäß Zusammenstellung in Kapitel 4.2.1, 3.2.5.3) Peru 2005

\* Braun, 2008

Substrate	Anfall m <sup>3</sup> in Tsd	TM* %	oTM* % TM	Anfall (2005) t in Tsd	oTM* (2005) t in Tsd	Biogas- Ertrag* Nm <sup>3</sup> /t oTM	Biogas Nm <sup>3</sup> in Tsd	CH <sub>4</sub> - Gehalt* %	CH <sub>4</sub> - Nm <sup>3</sup> in Tsd	Brutto- Energie* kWh in Tsd	Nutzbare Energie		Aus Vergleich zur Brutto- energie in Diesel Barrels
											Wärme 2/3	Elekt. 1/3	
											kWh in Tsd		
<b>1. Nutztierhaltung</b>													
Hühnermist	1.100	32	63-80	800	202	200-500	70.470	60	42.282	<b>422.822</b>	281.882	140.941	265.926
Rindermist	20.000	25	68-76	16.600	2.988	210-300	761.940	60	457.164	<b>4.571.640</b>	3.047.760	1.523.880	2.875.245
Schweinegülle	3.000	7	75-86	3.000	170	300-700	85.050	60-70	55.283	<b>552.825</b>	368.550	184.275	347.689
Meerschweinchen	0,3	90	84	0,28	0,28	k.W							
<b>2. Agrarindustrie</b>													
<b>2.1 Schlachthäuser</b>													
Schlachtabfälle		15-18	80-84	140	19	680	12.881	58-62	7.728	<b>77.283</b>	51.522	25.761	48.606
Abwasser	10.613			10.613		k.W							
Geflügelfedern		93	96	37	33	k.W							
<b>2.2 Fleischverarbeitung</b>													
Abwässer	201			201		k.W							
<b>2.3 Obstverarbeitung</b>													
Obstfall		25-45	90-95	74	24	590-660	14.973	65-70	9.733	<b>97.327</b>	64.885	32.442	61.212
Abwässer	165	3.7	70-75	165	4	1500- 2000	7.746	50-60	4260	<b>42601</b>	28.401	14.299	26.793
<b>2.4 Molkereien</b>													
Molke	653	1-5	80-95	653	17	800-850	14.222	75-85	11.378	<b>113.779</b>	75.852	37.926	75.559
<b>2.5 Brauereien</b>													
Treber	169	20-25	70-80	186	31	580-750	20.873	59-60	12.315	<b>123.149</b>	82.099	41.050	77.452
Abwässer	3.029			3.029		k.W							
<b>2.6 Fischindustrie</b>													
gesamt Abwässer	21.846	k.W	k.W	21.846		k.W							
<b>Summe</b>										<b>6.001.427</b>			3.774.482

Tab. 4.60. Abbaugrad, mögliche Wertstoff- bzw. Komposterzeugung aus organischen Abfällen Perus in drei Szenarios für Jahr 2005 (gemäß Zusammenstellung Abb. 3.6) oTM: organische Trockensubstanz / k.W : keiner Wert. \* Siehe Tab. 3.14, 3.15

Substrate	oTM Fracht t in Tsd	Szenario 1			Szenario 2			Szenario 3					
		Kompostierung			Vergärung			Vergärung			Kompostierung		
		Abbaugrad* η 40 – 50	Massen- reduktion. oTM t in Tsd	Wärme CO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O	Abbaugrad η 40 – 60	Massen- reduktion oTS t in Tsd	Methan CH <sub>4</sub> Tsd Nm <sup>3</sup>	Abbaugrad η 60	Massen- reduktion t in Tsd	Methan CH <sub>4</sub> Tsd Nm <sup>3</sup>	Abbaugrad η 40	Massen- reduktion oTS t in Tsd	Wärme CO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O
<b>1. Tierhaltung</b>													
1.1 Intensivproduktion													
Hühnermist	202	50	101	W <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> ,H <sub>2</sub> O	60	81	42,282	60	81	42,282	40	48	W <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> ,H <sub>2</sub> O
Rindermist	2.988	50	1.494	W <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> ,H <sub>2</sub> O	60	1.195	457,164	60	1.195	457,164	40	717	W <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> ,H <sub>2</sub> O
Schweinegülle	170	50	85	W <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> ,H <sub>2</sub> O	60	68	55,283	60	68	55,283	40	41	W <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> ,H <sub>2</sub> O
1.2. Extensivproduktion mit Sammlung													
Meerschweinchen	0.28	50	0,14		60	0,11	kW	60	0,11	kW	40	0.07	W <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> ,H <sub>2</sub> O
<b>Betriebe der Agrarindustrie</b>													
<b>2.1 Schlachthäuser</b>													
Geflügelfedern	33		17		x			x					
Gesamt Schlachtabfälle	19	50	9	W <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> ,H <sub>2</sub> O	60		7,728	60		7,728			
Abwässer													
<b>2.2 Fleischverarbeitung</b>													
<b>Abwasser-Fleischverarbeitung</b>													
<b>2.3 Obstverarbeitung</b>													
Obstabfälle	24	50	12	W <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> ,H <sub>2</sub> O	60	10	9,733	60	10	9,733	40	6	W <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> ,H <sub>2</sub> O
Abwässer	4	50	2	W <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> ,H <sub>2</sub> O	60	2	4260	60	2	4260	40	1	W <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> ,H <sub>2</sub> O
<b>2.4 Molkereien</b>													
Molke	17		9		60	7	11378	60	7	11378	40	4	
<b>2.5 Brauereien</b>													
Biertreber	31	50	16	W <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> ,H <sub>2</sub> O	60	12	12,315	60	12	12,315	40	7	W <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> ,H <sub>2</sub> O
Abwässer													
<b>2.6. Fischindustrie</b>	k.W.												

## 5 DISKUSSION

In diesem Kapitel wird die Zweckmäßigkeit des Abfallmanagements im Umweltprogramm hinsichtlich Organisationsform der Verwertungswege zur Umsetzung biologischer Abfallbehandlung in Peru diskutiert.

Die in der vorliegenden Arbeit erhobenen Informationen, stellen realistische Schätzwerte dar und die daraus entwickelten Entscheidungsbäume dienen dazu diese Diskussion zu erleichtern.

### 5.1 ALLGEMEINE ASPEKTE ZUR PERUANISCHEN LANDWIRTSCHAFT

Basis der peruanischen Wirtschaft ist seit der Inkazeit die Landwirtschaft. Sie hat sich im Laufe der Zeit unter den Bedingungen globaler Märkte und der Wirtschaftspolitik entwickelt.

Die gegenwärtige peruanische Landwirtschaftspolitik ist auf wachsende Kapazitäten marktfähiger landwirtschaftlicher Produktion orientiert. Diese Bedingungen haben dazu beigetragen, die Produktionsmethoden im Hinblick auf Produktivität und Rentabilität zu modifizieren, aber sie haben große Veränderungen im Gebrauch der Naturressourcen verursacht, weder Umweltaspekte noch Umweltgesetze für die Erhaltung der Naturressourcen wurden beachtet.

Die peruanische Landwirtschaft wird unterschätzt, weil sie nur 9 % zum BIP beiträgt (siehe Tab.3.3). Allerdings sind diese 9 Prozent nur der Wert der Ernte und der Tiere (Ab-Hof-Preis). Wenn man den gesamten Mehrwert der landwirtschaftliche Tätigkeiten, d.h. die Primär- und Sekundärproduktion addiert, dann steigt ihr Beitrag zum BIP auf über 30 Prozent. Dieser Anteil ist größer als der anderer Branchen wie Bergbau, Fischindustrie, Tourismus, Metallindustrie etc.

Die Landwirtschaft, folglich die Nahrungsmittelproduktion, ist eine der grundlegenden Aktivitäten jeder Gesellschaft. Die moderne Vision des landwirtschaftlichen Umweltmanagements im Hinblick auf die langfristige Nachhaltigkeit und vom Gesichtspunkt des Materialflusses ihrer Tätigkeiten verpflichtet sie als ein Gesamtsystem zu betrachten.

Die Landwirtschaft als Gesamtheit, d.h. als System, umfasst mehrere Prozesse, beispielsweise Prozesse der primären und sekundären Landwirtschaft und Prozesse der Abfall- bzw. Abwasserbehandlung.

So gesehen basiert die Reichtumserzeugung der Landwirtschaft nicht nur auf der Primärlandwirtschaft, sondern auch auf anderen Prozessen des Systems.

Abbildung 4.8 illustriert die peruanische Landwirtschaft mit ihren Prozessen, Flussströmen, Inputgütern, Outputgütern und ihren Beziehungen zueinander. Man sieht im derzeitigen System keine Behandlungsprozesse für feste und flüssige Abfälle. Der Umgang mit Abfall und Abwasser ist besorgniserregend. Geeignete Behandlungsprozesse müssen raschest in die Pläne des Umweltprogramms eingeführt werden.

## 5.2 ENTSCHEIDUNGSBÄUME EINES UMWELTPROGRAMMS FÜR PERU

Nach Abschluss der Einschätzung der erhobenen Daten über die verschiedenen Aktivitäten der peruanischen Landwirtschaft wie Tierhaltung und Agrarindustrie, hat man Kennzahlen im Bezug auf relevante Branchen mit ihrer Produktion und Abfallmenge (fest/flüssig) erhalten. So gesehen stellen die daraus gewonnenen Informationen eine gute Basis für die vorgeschlagenen Umweltmaßnahmen dar.

Diese Informationen sollen als Basis für einen Entscheidungsbaum dienen, mit dessen Hilfe umsetzbare Richtlinien für ein Umweltprogramm besonders hinsichtlich der Wahl der Technologien für die Behandlung der organischen Abfälle vorgeschlagen werden können. Eine Technologielinie für die Behandlung des organischen Materials zu definieren stellt einen Kernaspekt des Umweltprogramms für die peruanische Landwirtschaft dar. Denn ohne Abfallbehandlungstechnologie kann kein Umweltprogramm initiiert werden.

In den vorhergehenden Kapiteln wurde die Beurteilung geeigneter Verwertungswege für biogene Abfälle unter Berücksichtigung verfahrenstechnischer und auch rechtlicher Rahmenbedingungen diskutiert. Biotechnologische Behandlungen sind die beste Möglichkeit für biogene Abfälle und drei Verfahrenswege stehen zur Verfügung: Die aerobe Bioabfallbehandlung, die anaerobe Bioabfallfermentation (Vergärung) und die kombinierte anaerobe/aerobe Bioabfallbehandlung.

Anhand der vorgeschlagenen Entscheidungsbäume der Abbildungen 5.1, 5.2 und 5.3 könnte man den Anfang eines realen Umweltprogramms initiieren, weil dieses eine Technologie für organischen Abfall inkludiert.

Weitere wichtige Ergänzungen für das oben genannte Ziel ist die Berücksichtigung der Volumenproduktion und Lage der peruanischen Agrarbetriebe (Städte und Regionen). Dieses Thema wurde in Kapitel 4.1 diskutiert. Diese Analyse ist zu beachten, da sie jene Städte nennt, in denen das Umweltprogramm einzuführen ist.

Abbildung 5.1 zeigt die unterschiedliche Extensiv- und Intensivtierproduktion, die mögliche Organisationsform und Behandlungsart der organischen Abfälle, die für die Produktion relevanten Städte in Peru und die Umweltprämissen.

Die Extensivproduktion geschieht auf einer sehr großen Fläche von ca. 16 Mio. ha. Wie erwähnt, wurden 2005 ca. 25 Mio. Stück Wiederkäuer (Rinder, Schafe, Kameliden), (bei den Wiederkäuern sind das 80 % der Gesamtproduktion) in den Anden und im Regenwald, unter Extensiv- und Semiintensivproduktion gezüchtet. Bei diesem Produktionssystem ist eine Verwertung des Mistes nur sehr schwer möglich. Nur im Falle einer Mistsammlung (eine solche ist bei Meerschweinchen oder Rindern vorstellbar) könnte man diesen entweder kompostieren oder den Mist in einer Biogasanlage verwerten, dies sollte durch einen Regionalplan organisiert werden.

Im Fall der Intensivproduktion, sie umfasst ca. 20 % der Rinder, 60 % der Schweine und 100 % des Geflügels - ist zu erkennen, dass die Zucht dieser wichtigsten Spezies in bzw. in der Umgebung der größeren Städten Perus wie Lima, La Libertad, Arequipa, Junin, Cajamarca konzentriert ist.

In dieser Studie wird das Umweltprogramm für alle peruanische Produktionsgrößen (familiäre oder industrielle Produktion) gefördert. Die politischen Maßnahmen in beiden Fällen sollen unterschiedlich sein.

Die familiäre landwirtschaftliche Produktion muss vom Ministerium für Landwirtschaft unterstützt werden.

Alle anderen Betriebe (Intensivtierhaltung und Agrarindustrie) müssen die Umweltmaßnahmen unter der Leitung ihrer eigenen Angestellten (Umwelt-Spezialisten) durchführen.

Unter dieser Berücksichtigung müssen die entstehenden biogenen Abfälle (Mist, Gülle) der intensiven Produktionen zentral oder dezentral behandelt werden.

Zur Verfügung stehen die Kompostierung, Biogasanlagen und die kombinierten anaerob/aeroben Prozesse. Ebenso kann man den Mist mit einem geeigneten Nährstoffmanagementplan als Düngemittel einsetzen. Diese Überlegungen sollen noch intern in Peru im Rahmen eines landesweiten Plans diskutiert werden.

Abbildung 5.2 zeigt den Entscheidungsbaum für die relevanten Tätigkeiten der Verarbeitung und Behandlung für die Herstellung von Nahrungsmittel- und Getränkeprodukten in Peru. Es wird zwischen pflanzlichen Rohstoffen, tierischen Rohstoffen außer Milch und die Behandlung und Verarbeitung von Milch unterschieden.

Im Fall der Herstellung von Nahrungsmittel- und Getränkeprodukten in Peru müssen alle Betriebe (unabhängig von der Menge an Fertigerzeugnissen) das Umweltprogramm einhalten. Auf diese Weise wird in Zukunft die Entwicklung einer nachhaltigen Landwirtschaft und Agrarindustrie sicher gestellt.

Kompostierung und Biogasanlagen werden unter Berücksichtigung einer zentralen oder dezentralen Organisationsform für die biogene Abfallbehandlung vorgeschlagen. Für die Details hat das Ministerium für Landwirtschaft im Rahmen eines landesweiten Plans die Verantwortung.

Besonders in Peru ist die Schlachtung die schmutzigste agrarindustrielle Tätigkeit. Sie wird in 358 privaten und kommunalen Schlachthäusern (26 % mit Erlaubnis und nur 1 % mit geeignetem technischen Niveau) praktiziert. Abbildung 5.3 stellt einen Vorschlag für das Abfallmanagement beim Schlachten und Verarbeiten von Fleisch dar.

Es wird zwischen Schlachtung von Nutztieren und fleischverarbeitenden Betrieben ohne eigene Schlachtung unterschieden.

In dieser Branche und bei allen Produktionsgrößen ist besonders die Einhaltung eines Umweltprogramms geboten. Die Betriebe ohne Erlaubnis, fast 75%, müssen vom Ministerium für Landwirtschaft unterstützt werden. Ebenso müssen alle fleischverarbeitenden Betriebe jeglicher Produktionsgröße die Umweltmaßnahmen einhalten.

Die Festlegung auf zentrale oder dezentrale Organisationsformen für die biogene Abfallbehandlung soll intern im Rahmen eines landesweiten Plans berücksichtigt werden.

Die relevanten Städte, wo das Umweltprogramm etabliert werden soll, sind die größten Städte, hauptsächlich an der Küste wie Lima, La Libertad, Arequipa, Tacna, Ica, Arequipa, Junin, Cajamarca.

Für alle diese Vorschläge sind Voraussetzungen zu beachten, beispielsweise in Fall Tierhaltung dürfen Gülle und Jauche nicht in Fließgewässer oder eine öffentliche Kanalisation eingeleitet werden. Bei der Schlachtung von Nutztieren dürfen nicht Gülle, Stechblut und freies Chlor in Fließgewässer oder in die öffentliche Kanalisation eingeleitet werden.

Um die Umsetzung der biogenen Abfallbehandlung in Peru zu initiieren ist von Bedeutung einen Vorschlag der Organisationsform zu entwerfen.

### **Vorschlag der Organisationsform für die biogene Abfallbehandlung in Peru gemäß Tabelle 4.59**

Die Aufstellung einer Organisationsform der Verwertungswege für die biogenen Abfälle der Landwirtschaft in Peru stellt einen bedeutenden Aspekt im Zuge des Umweltprogramms dar. Ein Vorschlag davon wird in Tabelle 5.1 gezeigt.

In der peruanischen Landwirtschaft wird zwischen industrieller Produktion und bäuerlichen Familienbetrieben unterschieden.

Man geht davon aus, dass alle Betriebe - kleine oder große - in der Landwirtschaft die zukünftigen Umweltmaßnahmen einhalten müssen.

In den wichtigsten Provinzen, die in Tabelle 5.1 aufgelistet sind, liegen die bedeutenden industriellen Produktionsbetriebe beispielsweise Schlachthöfe, obstverarbeitende Industrie, Geflügelindustrie etc. Alle diese Industrien müssten das zukünftige Umweltprogramm einhalten.

In kleinen Dörfern, wo familiäre Produktion überwiegt (z.B. 4 Stück Rinder pro Familie) soll ein Umweltprogramm im Rahmen eines landesweiten Plans bzw. eines Regionalplans durchgeführt werden. Den kleinen Produzenten sollen durch das Ministerium für Landwirtschaft geholfen werden.

Politische Maßnahmen sollen für beide Produzenten unterschiedlich ausfallen.

Die Etablierung der im Umweltprogramm vorgeschlagenen Abwasseremissionsgrenzen soll intern in den zuständigen Ministerien noch diskutiert werden.

Tab. 5.1. Organisationsform der biogenen Abfall-Verwertungswege für Peru gemäß Kapitel 4.4.1.2  
a: Hier liegen Betriebe mit industrieller Produktion. Sie müssen alle Umweltmaßnahmen einhalten  
b: Es handelt sich um Familienbetriebe mit kleinen Produktionen. Sie benötigen einen Regionalplan

		Verfahrensvariante	Organisationsform des Verwertungsweges	Haupteinsatzstoffe
<b>Küste</b>	<b>Provinzen<sup>a</sup></b>	Lima	Vergärung, Kompostierung Güllevergärung, KS-Bioabfall Co-Vergärung	Dezentral  Schlachtabf, Gülle, Mist Obstabfall, KS Fischindustrieabfall
		Piura	Vergärung, Kompostierung Co-Vergärung	Dezentral Schlachtabfall, Mist
		Lambayeque	Vergärung, Co-Verg. Kompost.	Dezentral Schlachtabfall, Mist
		Trujillo	Vergärung, Co-Verg. Kompost.	Dezentral Gülle, Mist
		Ica	Vergärung, Co-Verg. Kompost.	Dezentral Gülle, Mist
		Arequipa	Vergärung, Kompostierung Co-Vergärung	Dezentral Gülle, Mist, biogene-Abfä
		Tacna	Vergärung, Co-Vergärung	Dezentral
		Moquegua	Vergärung, Co-Verg. Kompost.	Dezentral
		<b>Dörfer<sup>b</sup></b>	Vergärung, Co-Verg. Kompost.	Regionalplan für Vergärung, Kompostrg
	<b>Hochland</b>	Cajamarca Huaraz Huancayo Ayacucho Cuzco Juliaca Huancavelica	Vergärung, Bioabfall_Komp	Dezentral
Vergärung, Bioabfall_Komp			Dezentral	Schlachtabf, Mist, biog. Abf.
Vergärung, Bioabfall_Komp			Dezentral	Schlachtabf, Mist, biog. Abf.
Vergärung, Bioabfall_Komp			Dezentral	Schlachtabf, Mist, biog. Abf.
Vergärung, Bioabfall_Komp			Dezentral	Schlachtabf, Mist, biog. Abf.
Vergärung, Bioabfall_Komp			Dezentral	Schlachtabf, Mist, biog. Abf.
Vergärung, Bioabfall_Komp			Dezentral	Schlachtabf, Mist, biog. Abf.
<b>Dörfer<sup>b</sup></b>		Co-Vergärung, Kompostierung	Regionalplan für Vergärung, Kompostrg	Mist, biog. Abf.
<b>Regenwald</b>	<b>Provinzen</b> Puerto Maldonado Pucallpa Iquitos Tarapoto Moyobamba	Co-Vergärung, Bioabfall_Komp	Dezentral	Mist, biog. Abf.
		Co-Vergärung, Bioabfall_Komp	Dezentral	Mist, biog. Abf.
		Co-Vergärung, Bioabfall_Komp	Dezentral	Mist, biog. Abf.
		Co-Vergärung, Bioabfall_Komp	Dezentral	Mist, biog. Abf.
		Co-Vergärung, Bioabfall_Komp	Dezentral	Mist, biog. Abf.
		Co-Vergärung, Bioabfall_Komp	Dezentral	Mist, biog. Abf.
	<b>Dörfer<sup>b</sup></b>	Vergärung, Bioabfall_Komp	Regionalplan für Vergärung, Kompostrg	Mist, biogene Abfälle

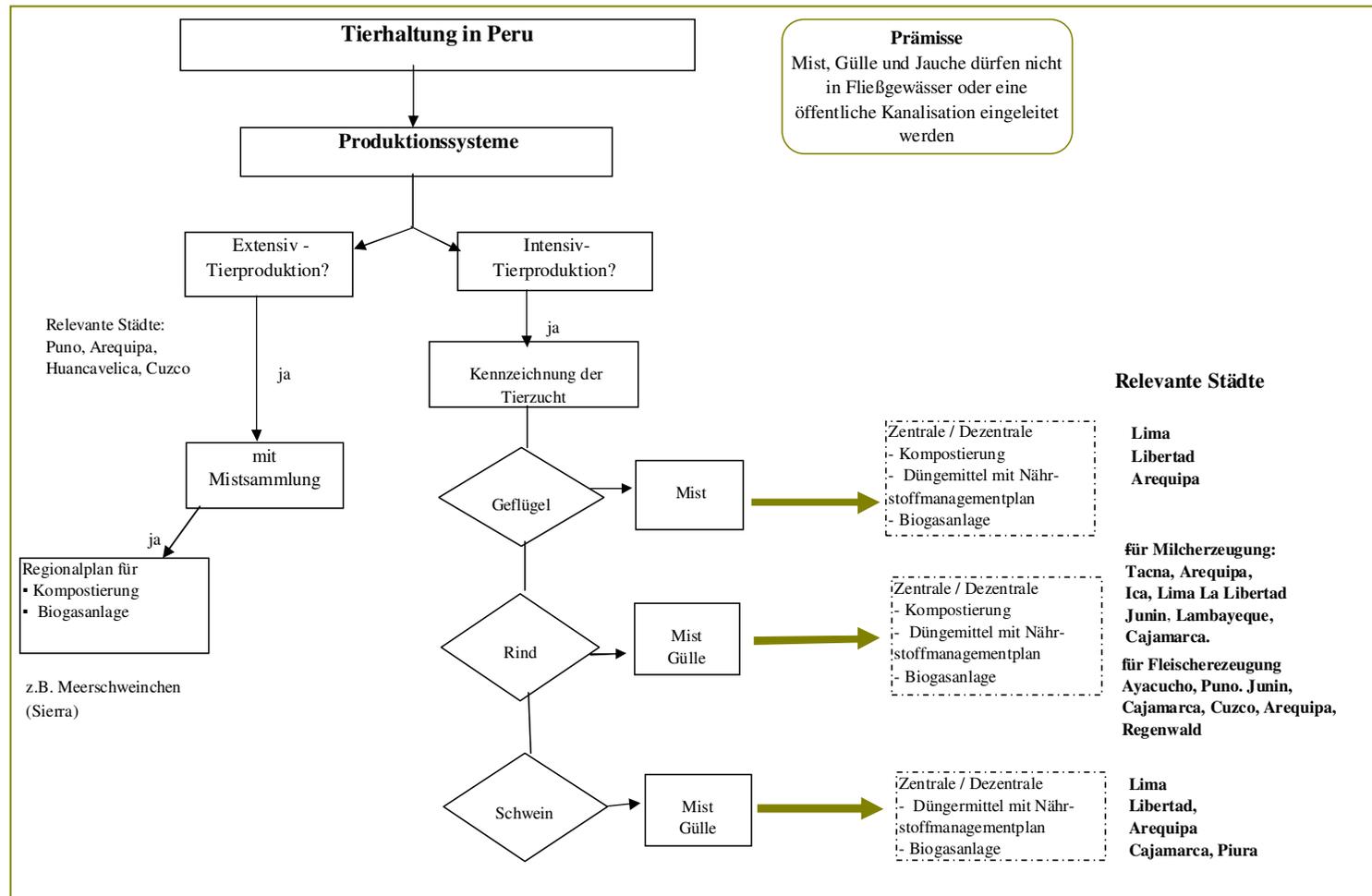


Abb. 5.1. Entscheidungsbaum des Abfallmanagements für die Tierhaltung in Peru

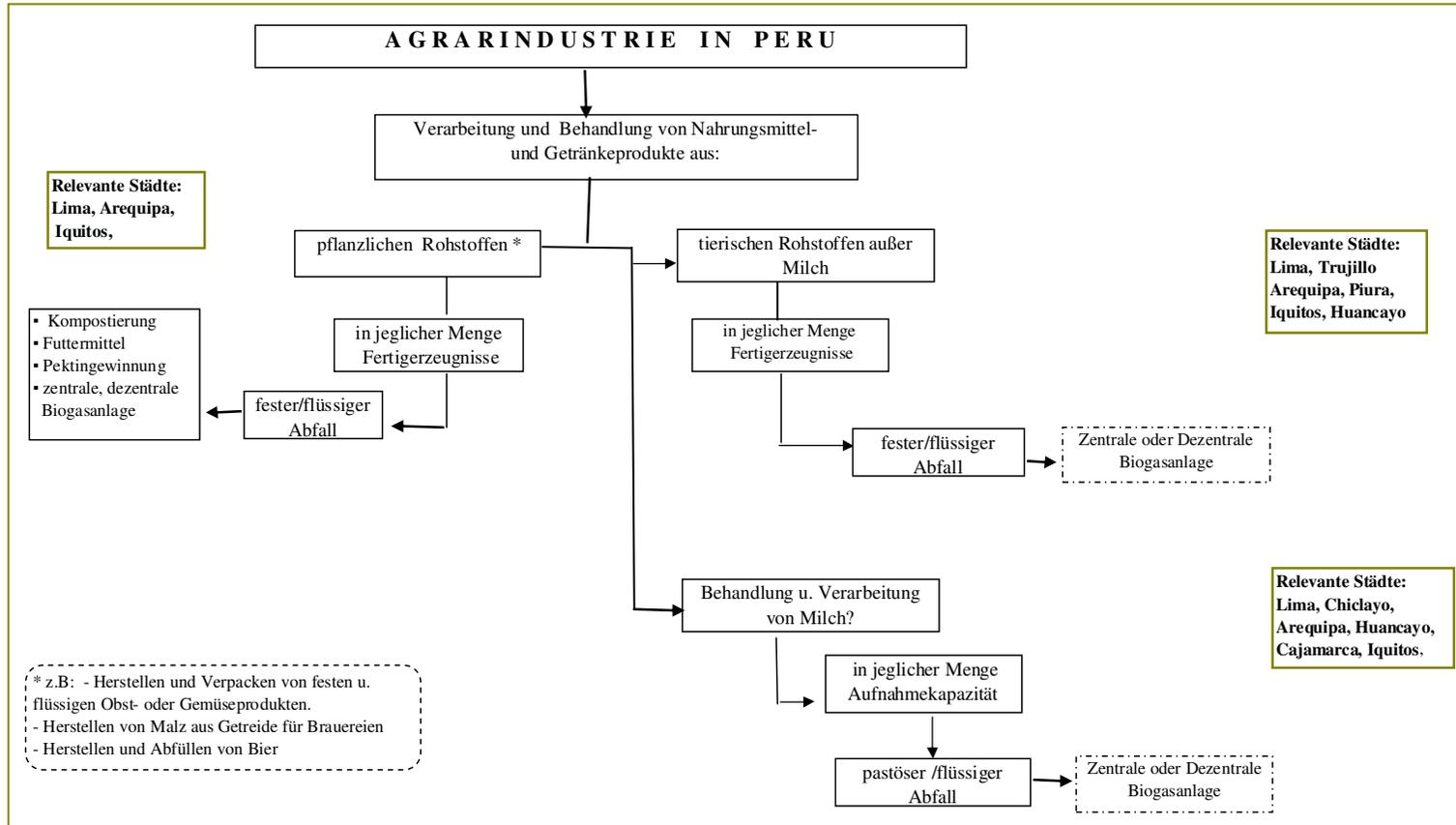


Abb.5.2. Entscheidungsbaum des Abfallmanagements für die Agrarindustrie in Peru

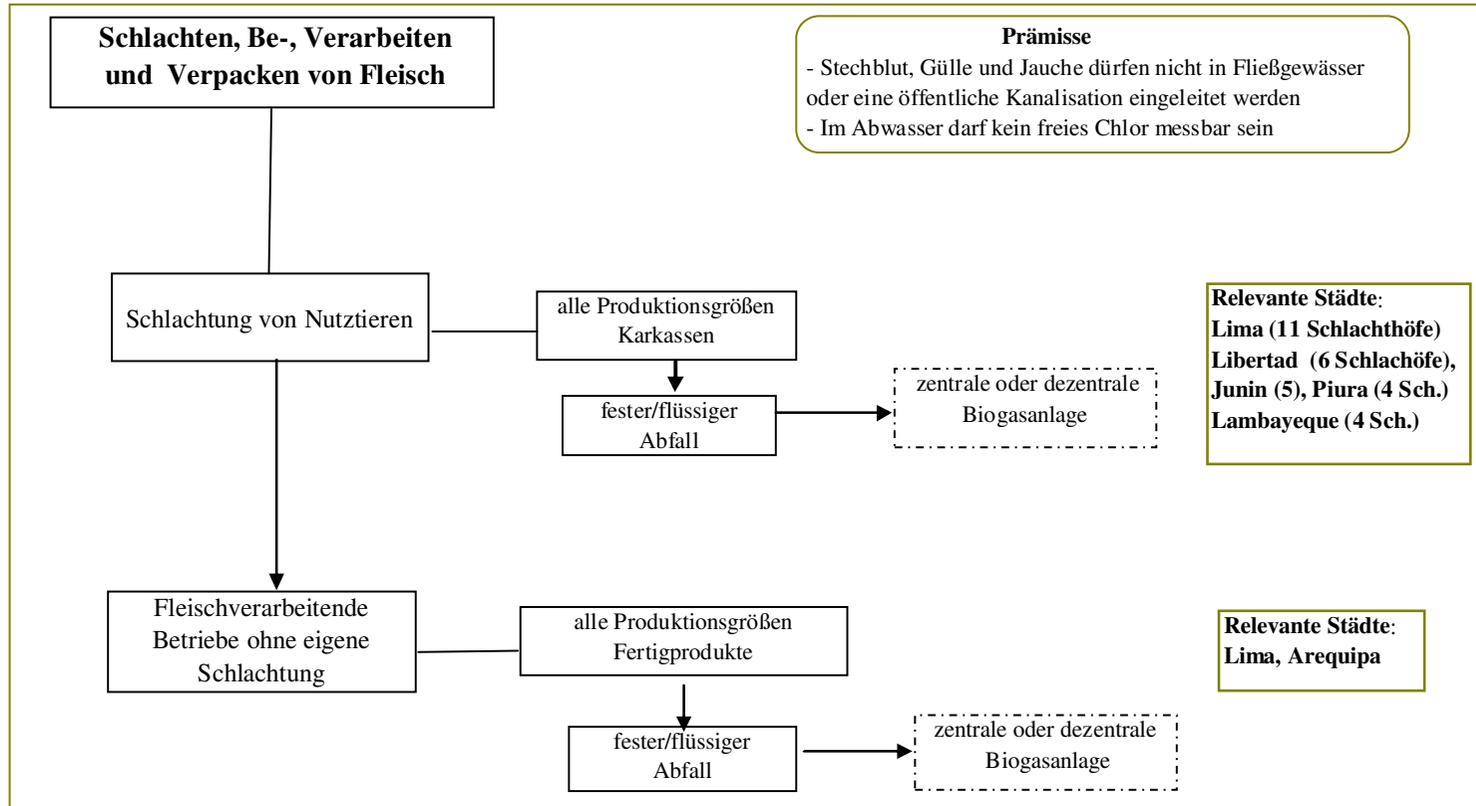


Abb. 5.3. Entscheidungsbaum des Abfallmanagements beim Schlachten und Verarbeiten von Fleisch

### 5.3 TIERHALTUNG

Die Viehzucht in Peru ist trotz des wichtigen Beitrags, den sie für die peruanische Wirtschaft spielt der am meisten vernachlässigte Sektor ohne Umweltmaßnahmen (Behandlung tierischer Abfälle) und ohne klare Regelungen.

Die Viehzucht hat einen Anteil von 40 % am Bruttoinlandsprodukt der peruanischen Landwirtschaft, die wiederum 9 % des Gesamtinlandsproduktes ausmacht. Der pflanzliche und der tierische Sektor wuchsen im allgemeinen um 2,3 % im Jahr 2007, der Viehsektor expandiert hingegen um 3,4 % .

Derzeit stellt die Geflügelindustrie in Peru 24 % des landwirtschaftlichen BIP und 56 % des Viehzucht-BIP dar. Im Zeitraum 2000-2007 wuchs die peruanische Geflügelproduktion im Durchschnitt um 5,1 % und die Eierproduktion um 3,8 %. Für die entsprechend wachsenden Abfälle waren keine Umweltmaßnahmen vorgesehen.

100% des Geflügels, 20% der Rinder und 40% der Schweine werden unter Intensivproduktion gezüchtet.

Bei der gesamten Viehproduktion kann eine Festmistmenge von 138 Mio. m<sup>3</sup> angenommen werden und wie die Abbildung 4.9 darstellt, produzieren die Rinder den größten Teil (101 Mio. m<sup>3</sup> Festmist), 20 % davon (unter Intensivproduktion) ohne ein geordnetes Abfallmanagement.

Ebenso kann bei der Schweinezucht von 3 Mio. Stück (60 % unter Extensivproduktion und 40 % unter Intensivproduktion) von 4,8 Mio. m<sup>3</sup> Gülleanfall ausgegangen werden.

Die Abfallerzeugung in der Tierzucht und bei tierischen Rohstoff verarbeitenden Betrieben ohne Regelung wird noch deutlich dadurch verschlechtert, dass sich die Intensivproduktion innerhalb der großen Städte wie Lima, Arequipa, Cuzco, Huanuco, Junin, La Libertad befindet. Deswegen wird es notwendig, die Gesetze wie Abwasseremissionsgrenzen und eine Nitratrichtlinie besonders für die Massentierhaltung zu entwickeln.

Außerdem ist eine Ergänzung des Abfallgesetzes durch Definition der Tier-Exkreme und Mistentsorgung, die Bedingungen für das Ausbringen von Düngemitteln auf landwirtschaftlichen Nutzflächen in der Nähe von Wasserläufen, die Definition und Festlegung, Fassungsvermögen und Bauweise von Behältern zur Lagerung von Tierexkrementen von großer Bedeutung.

In Ländern wie Österreich gibt es klare Maßnahmen hinsichtlich Verwertung und Beseitigung tierischer Nebenprodukte. Diese Abfälle dürfen nur in Betrieben verwertet und beseitigt werden, die gemäß einer Verordnung zugelassen sind. Beispiele dafür sind Fette (auch Altspisefette) verarbeitende Betriebe, Betriebe zur Herstellung von Heimtierfutter, Betriebe zur Herstellung von Pharmazeutika und Medizinprodukten, Biogasanlagen und Kompostierungsanlagen.

In Peru gibt es kaum Erfahrungen mit diesen Technologien sowohl auf Grund mangelnder Kenntnis darüber als auch wegen des geringen Interesses der Politiker besonders im Landwirtschaftsministerium.

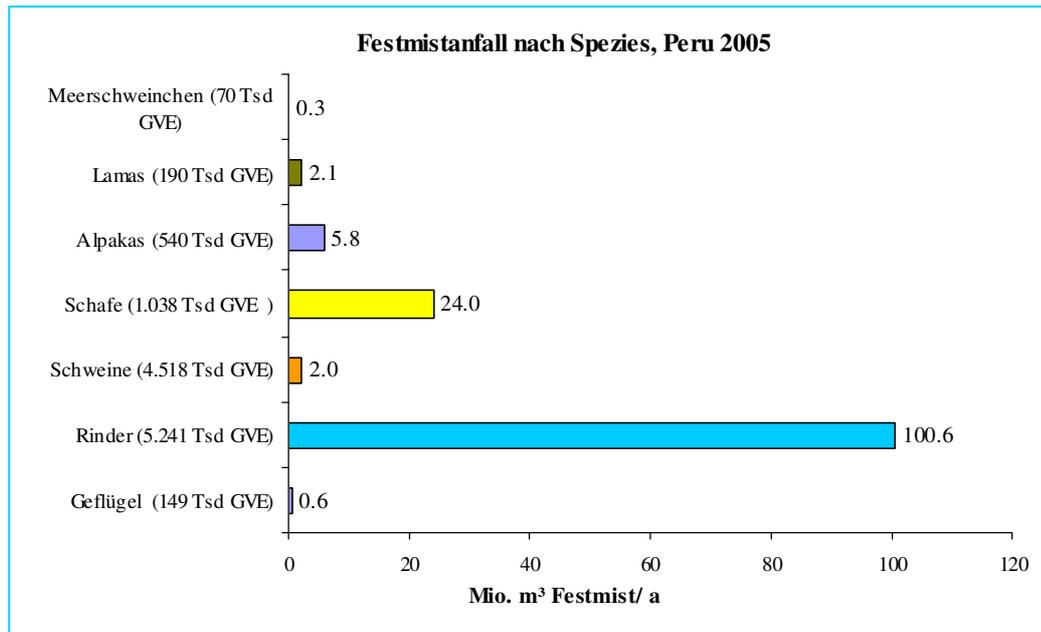


Abb.4.9. Festmistanfall, nach Spezies, Peru 2005

## 5.4 LEBENSMITTELINDUSTRIE BRANCHEN

Die Nahrungsmittelproduktion und Nahrungsmittelverarbeitung wird in Peru durch mehrere Ministerien und Abteilungen wie das Ministerium für Landwirtschaft, Ministerium für Produktion und Gesundheitsministerium registriert und kontrolliert.

Die Ministerien kontrollieren bis jetzt nur die Tätigkeiten der industriellen Produktion und nicht Umweltaspekte und sie fördern nicht Behandlungsprozesse für flüssigen/festen Abfall. Die bedeutendsten Unternehmen in dieser Branche sind die Schlachthäuser, die Fleischverarbeitung, Brauereien, Milchverarbeitung, Obstverarbeitung und Fischindustrie.

### 5.4.1 Abwasseranfall

Wegen des Mangels an peruanischen Umweltparametern mit ihren entsprechenden Kennzahlen, die die derzeitige Erzeugung fester und flüssiger Abfälle zu erheben ermöglichen, war das Anwenden von internationalen Kennzahlen (Abwassererzeugung) notwendig. Und sie wurden auf die Abwassererzeugung aus der peruanischen Landwirtschaftproduktion übertragen. Dadurch konnte eine Abschätzung des derzeitigen peruanischen Abwasseranfalls in den Branchen durchgeführt werden.

So gesehen und wie Tabelle 4.41 illustriert, ist von allen betrachteten Lebensmittelaktivitäten die Fischindustrie jene, die die größte Abwassermengen produziert (60 %), gefolgt von der Schlachtung (29 %) und den Brauereien (14 %).

In Peru ist die Festlegung von Abwasseremissionsgrenzen für die Fisch- und Brauereiindustrie noch sehr neu, da das Wissen über Abwasserbehandlungsmethoden noch gering ist.

Wegen des niedrigen Umweltbewusstseins und des Mangels an Verordnungen über die Begrenzung von wässrigen Emissionen aus landwirtschaftlichen und agrarindustriellen Produktionen gab es bisher kaum Interesse, in Abwasserbehandlungsanlagen zu investieren.

Eine andere stark wachsende Industrie ist die Obstindustrie. Obwohl die Abwassermengen dieser Branche beständig steigen, waren bis jetzt keine Umweltmaßnahmen geplant.

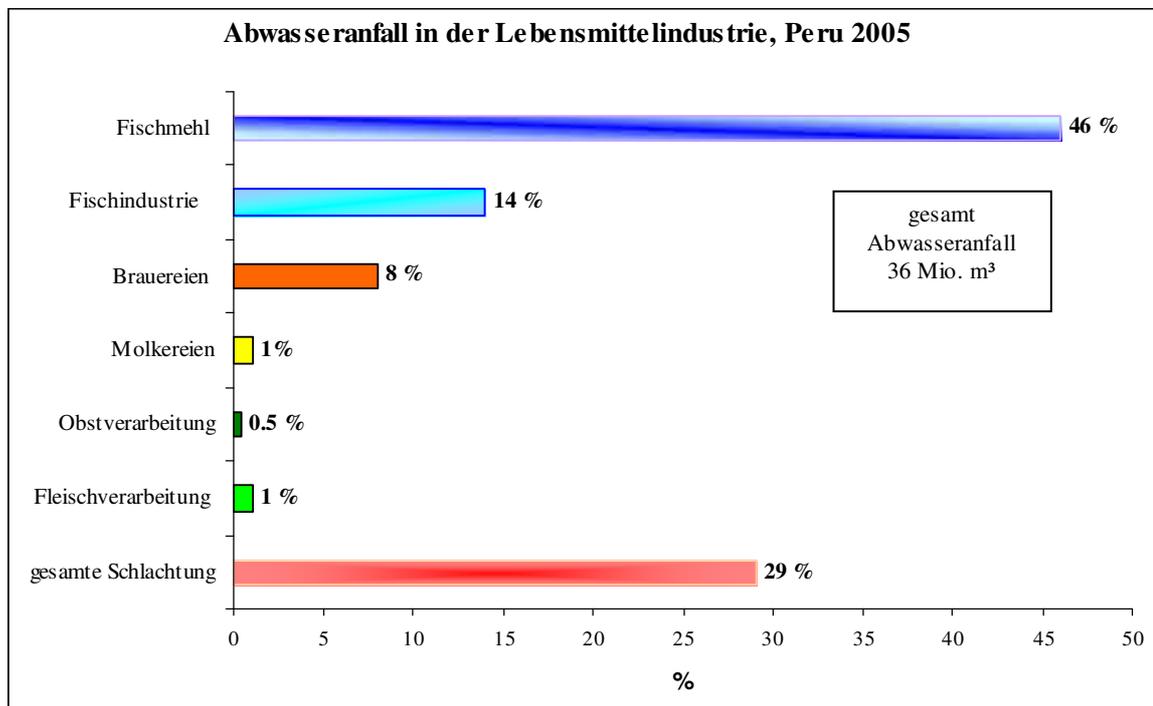


Abb. 4.10 Verteilung des Abwasseranfalls in Agrarindustriebetrieben, Peru 2005

### 5.4.2 Abfallanfall

Hinsichtlich Abfallmengen aus der Lebensmittelindustrie, sind die Schlachthäuser mit 176.000 t festen (inklusive Federn) und halbfesten Abfällen die größte Erzeuger (Tab. 4.41), gefolgt von Brauereien mit 169.000 t festen Abfällen und der Fleischverarbeitung mit 74.000 t festen Abfällen.

Bei der Schlachtung ist die Geflügelindustrie der größte Abfallerzeuger. Bis jetzt gab es in diesem Bereich keine Umweltauflagen.

## 5.5 UMWELTPROGRAMM

Die Einrichtung eines Umweltprogramms in den Betrieben der Lebensmittelindustrie hat höchste Priorität im Ministerium für Landwirtschaft. In Peru sind unterschiedliche Ministerien für Umweltmaßnahmen zuständig, wie das Ministerium für Produktion, Ministerium für Gesundheit und wahrscheinlich noch andere, aber keines ist wirklich verantwortlich für die Abfallbehandlungstechnologien der primären, sekundären und tertiären Landwirtschaft.

In Peru stellt heute die Abfallsituation eines der wichtigsten Umweltprobleme dar. Aus sozialen und technischen Gründen, gibt es auf industrieller Ebene derzeit kaum Erfahrung mit geeigneten Abfallbehandlungstechnologien. Ein „normaler“ peruanischer Bürger hat nie den Betrieb dieser Technologien gesehen, versteht sie daher nicht und folglich sträubt er sich, diese Technologien in der Nähe seines Hauses zu akzeptieren.

### 5.5.1 Politische Maßnahmen

Es ist dringend notwendig, Abwasseremissionsgrenzen für die Tätigkeiten der primären und sekundären Landwirtschaft zu erarbeiten. Helfen für deren Festlegung können Erfahrungen aus anderen Ländern wie z.B. Österreich sein. Die Abwasseremissionsgrenzen sollen innerhalb eines Programms für einige Jahre geplant werden, zum Beispiel für 15 Jahre und man soll Zwischenziele bis zum Erreichen des Gesamtziels setzen. Interne Diskussionen und Überlegungen werden noch sinnvoll.

Das Umweltministerium soll die Verantwortung für die Etablierung der Verordnungen über die Begrenzung von Emissionen aus landwirtschaftliche und agrarindustrielle. Diese Grenzen sollen in Rahmen einer Arbeitsgruppe von nationalen und internationalen Fachleuten erarbeiteten werden.

Diese Arbeitsgruppe soll Experten besonders von Universitäten, Ministerien für die Produktion, für die Landwirtschaft und Gesundheitsministerien, sowie internationale Experten umfassen.

### 5.5.2 Innerbetriebliche Maßnahme

Ein Umweltprogramm wird erfolgreich sein, wenn es ordentliche innerbetriebliche Maßnahmen gibt. Umweltbildung wird höchste Priorität besonders in Peru sein. Diese Maßnahmen sollen auf der Ebene des Managements, der Arbeiter und der Bevölkerung in der Nähe der Lebensmittelproduktion implementiert werden.

Der Schlüssel zur Erreichung der vorgeschlagenen Umweltziele ist das Verstehen und die Praxis der innerbetrieblichen Maßnahmen für alle Prozesse der Nahrungsmittelproduktion.

### 5.5.3 Biotechnologische Verfahren zur Behandlung flüssiger/fester Abfälle

Der Mangel an Technologien für die Abfallbehandlung auf industriellem Niveau (flüssig, fest, pastös) stellt die große Schwierigkeit in der Abfallproblematik der Lebensmittelindustrie dar. Die steigende Lebensmittelproduktion besonders in Peru verschlechtert noch diese Situation.

Hinsichtlich biogener Anfallbehandlungstechnologien waren bisher in Peru kleine lokale Pilotprojekte mit geringen Investitionen.

Bei diesen für kleine biogene Abfallmengen gedachten Pilotprojekten wurden in Fall anaerobe Behandlung meist billige, ungeprüfte und unsichere Technologien aus anderen südamerikanischen Ländern wie Brasilien angewendet.

Um eine umweltkonforme ordentliche biogene Abfallverwertung brauchen die peruanischen landwirtschaftlichen und agrarindustriellen Betriebe geprüfte und sichere Anlagen zur biologischen Abfallbehandlung. Dies gilt für die biotechnologischen Technologien - Kompostierung, Vergärung- und besonders für anaerobe Anlagen zur Behandlung der großen festen/flüssigen biogenen Abfallmengen der in dieser Studie betrachteten Branchen.

Die Einführung biotechnologischer Technologien um die biogenen Abfälle besonders auf industriellem Niveau zu behandeln erfordert im ersten Stadium Hilfe erfahrener, ausländischer Firmen und Fachleute für den Betrieb. Diese müssen jedoch möglichst rasch peruanischen Techniker einschulen, damit diese die Bedienung und Wartung der Anlagen selbständig durchführen können.

Nachhaltig kann diese Technologie aber nur sein, wenn die eingesetzten Technologien an die peruanischen Bedingungen angepasst werden.

Die Einführung der biotechnologischen Technologien für die Abfallbehandlung soll durch das Ministerium für Landwirtschaft verwaltet werden, in deren Verantwortlichkeit die technischen Aspekte und die Bewilligung fallen soll. Dem Ministerium für Landwirtschaft sollte während der ersten 5 bis 8 Jahre von nationalen und internationalen Experten geholfen werden.

Die entstehenden biogenen Abfälle aus familiäre Produktion, die unter einem Regionalplan bzw. landesweiten Plan behandelt werden soll, müssen ökonomisch und technisch vom Ministerium für Landwirtschaft unterstützt werden.

Jedoch die gesetzlichen Auflagen müssen in die Kompetenz der Umweltministeriums fallen.

Auf Grund der reichen Biodiversität in Peru existieren auch biogene Abfälle mit unbekanntem Eigenschaften beispielsweise Abfälle exotischer Früchte und Pflanzen, deren Behandlung benötigt spezifische Laborversuche für ihre biotechnologische Behandlung (Kompostierung, Vergärung, integrierte Kombination).

## 6 SCHLUSSFOLGERUNG

- In dieser Studie stellt Österreich das Vorbild eines Landes mit hoch entwickelten Umwelttechnologien (Abfall-, Abluft-, Abwasserbehandlung) besonders im Bereich der Landwirtschaft dar, wo die Anaerobprozesse (Vergärung), um den festen/flüssigen Abfall der Landwirtschaft zu behandeln, weit entwickelt sind, vor allen dank der Forschungsaktivitäten der BOKU Wien. Die Erkenntnisse und Erfahrungen österreichischer Forscher und Betriebe lieferten wichtige Basismaterialien für diese Arbeit.

Einen wesentlichen Beitrag für diese Studie stellte der praktische Erfahrungsaustausch mit österreichischen Betrieben dar, wie z.B. Studium von Intensivgeflügelhaltung, Geflügelschlachthöfen, Tierkörperverwertung, sowie des Betriebs eines einschlägigen Labors und Besprechungen der Schwerpunkte von Umweltgesichtspunkten, wie z.B. der Abfallverwertung.
- In Peru hingegen befindet sich das Abfallwirtschaftssystem in einer Anfangsphase, ohne strenge und spezifische Regelungen und Maßnahmen. Ebenso mangelt es der landwirtschaftlichen Bevölkerung an Wissen im Umweltbereich.

Es gibt keine nationalen Statistiken und nur wenige Daten in Bezug auf Abfallsorten, Behandlungskosten, wo und in welcher Quantität gesammelt wird. Im Agrarsektor und im agrarindustriellen Sektor ist die Situation besonders prekär.

Diese Informationen sind allerdings eine wichtige Voraussetzung, um einen nachhaltigen Prozess zur Abfallvermeidung, zur Abfallbehandlung und zur Abfallwiederverwertung zu erreichen.
- Die Landwirtschaft, folglich auch die Lebensmittelproduktion, stellt in jeder Gesellschaft einen zentralen Faktor dar. Vom Gesichtspunkt des Materialflusses - Flüsse von Rohmaterialien, Produkten und Abfällen- her gesehen hat sie große Auswirkung auf die Umwelt.

So gesehen sollte die peruanische Landwirtschaft wie ein ganzheitliches System mit ihren unterschiedlichen Prozessen, Inputgütern, Outputgütern und ihren engen Beziehungen zueinander gesehen werden, wie in Abb. 4.8 illustriert.

In dem derzeitigen Landwirtschaftssystem in Peru fehlen noch Technologien für die Behandlung der spezifischen Outputgüter (Abwässer, Abfälle).

Es gibt kaum Erfahrungen über biotechnologische Technologien, die für die peruanische Landwirtschaft einen Kernaspekt des Umweltprogramms darstellen, um eine Technologielinie für die Behandlung der organischen Substrate zu definieren.
- Wegen des Mangels an peruanischen Umweltparametern mit ihren entsprechenden Kennzahlen, die uns erlauben könnten, die derzeitige Erzeugung fester und flüssiger Abfälle zu erheben, war das Anwenden von internationalen Kennzahlen und Umweltparametern (Festmist-, Abfall-, Abwassererzeugung, .Biogasertrag in m<sup>3</sup>/t oTS) notwendig, die auf die aus der peruanischen Landwirtschaftproduktion stammenden biogenen Abfälle übertragen wurden, um referenzielle Werte der jetzigen peruanischen landwirtschaftlichen Umweltsituation zu erhalten.

- Die bedeutendsten Aktivitäten in der peruanischen Landwirtschaft sind die Tierhaltung, Geflügelproduktion, Schweineproduktion, Schlachthäuser, Obstverarbeitung, Molkereien, Brauereien und Fischindustrie.

2005 wurden in Peru 127,2 Mio. Stück Tiere gezüchtet (insgesamt 8.864 Tsd. GVE: 149 Tsd. GVE Geflügel, 5.241 Tsd. GVE Rinder, 451 Tsd. GVE Schweine, 2.223 Tsd. GVE Schafe, 540 Tsd. GVE Alpakas, 190 Tsd. GVE Lamas und 70 Tsd. GVE Meerschweinchen), davon 100% Geflügel, 40% Schweine und 20% Rinder unter Intensivproduktion.

Bei Anwendung internationaler Werteparameter kommt man zur Schlussfolgerung, dass von 8.864 Tsd. GVE Tiere insgesamt 138 Mio. m<sup>3</sup> Festmist erzeugt wurden. Davon wird angenommen, dass die Rinder den größten Teil (100 Mio. m<sup>3</sup> Festmist), gefolgt von Schafen (24 Mio. m<sup>3</sup> Festmist) (Tab. 4.28, Abb. 4.9) produzierten.

- In der Branche Schlachthäuser wurden 176.000 t feste/halbfeste Abfälle geschätzt, wovon der größte Teil, 106.000 t (mehr als 60 %), bei der Geflügelschlachtung anfiel (Tab. 4.43).  
Die Geflügelschlachtung (367 Mio. Stück) erzeugte ca. 90 % des Abwassers (9,2 Mio. m<sup>3</sup>).
- Die Fischindustrie produzierte die größte Abwassermenge (60 %) (21.846 Tsd. m<sup>3</sup>), gefolgt von der Schlachtung (29 %) (16.613 Tsd. m<sup>3</sup>) und den Brauereien (8 %) (3.029 Tsd. m<sup>3</sup>) (siehe Abb. 4.10).
- Unter den analysierten Rahmenbedingungen sollte für die zukünftige Entwicklung der peruanischen Landwirtschaft ein Umweltprogramm etabliert werden. Das Programm sollte drei Aspekte umfassen: politische, innerbetriebliche und technologische Maßnahmen. Innerbetriebliche und technologische Maßnahmen sollten in das Ressort des Ministeriums für Landwirtschaft fallen, die politischen Maßnahmen in das des Umweltministeriums.

Der erste Teil des Programms soll mit der Festlegung von Maßnahmen zum Wasser- und Bodenschutz beginnen. Ohne diese Begrenzungen wird es nicht möglich sein, ein Umweltprogramm besonders in diesem Sektor zu etablieren.

Für diese Studie wurden die österreichischen Abwasseremissionsgrenzen angenommen, weil die Daten und Werte besonders auf Grund der Forschungen und Erfahrungen vollständig sind.

Die vorgeschlagenen Abwasseremissionsgrenzen werden in Peru in einem Zeitraum von 15 Jahren schrittweise zu erfüllen sein.

Der zweite Teil des Programms sollte die innerbetrieblichen Maßnahmen deutlich definieren, wobei die Umweltschulung oberste Priorität hat, gefolgt von Abfallvermeidung.

Der dritte Teil des zukünftigen Umweltprogramms müsste die biotechnologische Verwertung der flüssigen und festen Abfälle aus der Landwirtschaft und Agrarindustrie, enthalten, denn ohne Abfallbehandlungstechnologie könnte man kein Umweltprogramm initiieren.

Flüssige und pastöse Abfälle eignen sich gut für die anaerobe Behandlung (Vergärung).

- Die Substrate für die anaerobe Vergärung sollten analysiert werden und in einigen Fällen wie z.B. unbekannte biogene Abfälle im Labor untersucht werden.  
Die Verwendung von Geflügelfedern, die einen wichtigen Abfall in der Geflügelindustrie besonders in Peru darstellen (37.000 t/a), erfordert noch Laborversuche, bevor ihre biologische Behandlung einsetzbar ist.  
Andere noch unbekannte Substrate, wie Abfall exotischer Früchte erfordern Laborversuche, um ihre Eigenschaften kennenzulernen. Diese Substrate könnten etwa Rohmaterial für die Gewinnung von Pektin sein.
- Die relevanten in dieser Studie analysierten Tätigkeiten von Landwirtschaftssektor und Agrarindustrie erzeugen wichtige Mengen von organischen Substraten mit Potential zur Energie- und Wertstoffgewinnung und treten als Nebenprodukte (Festmist, Gülle), feste/halbfeste Abfälle und Abwasser auf.  
Anhand der europäischen Kennzahlen (Biogasertrag in  $\text{m}^3/\text{t oTS}$ ) und ihrer Anwendung auf die Produktion organischer Substrate wurde der theoretische Biogasertrag geschätzt, wobei sich die größte Biogaserzeugung im tierischen Bereich befindet, an erster Stelle von Rindermist (4.751.649 Tsd  $\text{Nm}^3 \text{CH}_4$ , Jahr 2005), gefolgt von Schweinemist (55.283 Tsd  $\text{Nm}^3 \text{CH}_4$ , Jahr 2005) und Geflügelmist (42.282 Tsd.  $\text{Nm}^3 \text{CH}_4$ , Jahr 2005).
- Die Fischindustrie ist der Produktionsmenge nach die wichtigste Industrie in Peru. Ihre festen/flüssigen Abfälle sind daher von großer Bedeutung auf Grund der großen Abfallmenge und der Beeinflussung des Meeres. Diese Substrate benötigen spezifische Versuche vor Ort, um die Werte der verschiedenen Parameter festzustellen und eine bessere Abfallbehandlung zu etablieren.

## 7 ZUSAMMENFASSUNG

Peru ist ein Land mit einer reichen und tausendjährigen landwirtschaftlichen Tradition, die aus der Inkazeit stammt und für die Gesamtwirtschaft von großer Bedeutung ist. Denn von 25,6 Mio. Einwohnern leben noch 32 % (8,1 Mio.) von der Landwirtschaft und im Landwirtschaftssektor sind 31 % (2,8 Mio.) beschäftigt.

Das peruanische Abfallwirtschaftssystem befindet sich in einer Anfangsphase, ohne strenge und spezifische Regelungen und Maßnahmen. Es gibt kaum nationale Statistiken und geringe vorhandene Daten in Bezug auf Abfallarten, Behandlungskosten, wo und in welcher Quantität gesammelt wird. Im Agrar- und agrarindustriellen Sektor ist die Situation besonders prekär. Ebenso mangelt es der Bevölkerung dieser Sektoren an Wissen im Umweltbereich.

Die bewirtschaftende Agrarindustrie wächst und es gibt kaum Erfahrungen auf industriellem Niveau in Umwelttechnologien und in Prozessen zur biotechnologischen Abfallbehandlung. Daher stellt es für die Entwicklung der Landwirtschaft einen Kernaspekt des zukünftigen Umweltprogramms dar, eine Technologielinie für die Behandlung der biogenen Abfallbehandlung zu definieren.

Österreich stellt ein Land mit hohem Niveau biotechnologischer Abfallbehandlungen auf industrieller Ebene wie auch bei bäuerlichen Familienbetrieben (Abfall-, Abluft-Abwasserbehandlung) besonders im Bereich der Landwirtschaft dar. Hier sind Aerob-Anaerobprozesse und integrierte Kombinationsprozesse, um den festen/flüssigen und pastösen Abfall der Landwirtschaft zu behandeln, weit entwickelt, vor allem dank der Forschungsaktivitäten der Universität für Bodenkultur Wien. Die Erkenntnisse und Erfahrungen österreichischer Forscher und Betriebe lieferten wichtige Basismaterialien für diese Arbeit.

Ziel dieser Studie war die Festlegung der Ist-Situation der peruanischen Landwirtschaft hinsichtlich des biogenen Abfalls, im speziellen aus Tierhaltung, Geflügelproduktion, Schlachthäusern, Brauereien, obstverarbeitenden und fischverarbeitenden Industriebetrieben. Darauf basierend wurden geeignete Strategien biologischer Abfallbehandlung unter besonderer Berücksichtigung anaerober Verfahren sowie ein Programm zur Umsetzung unter realen Bedingungen in Peru erstellt, wie auch eine Abschätzung des mit den gewählten Verfahren erzielbaren Energiepotentials aus biogenen Abfällen (Biogaspotential) für Peru.

Es wurden Grundlageninformationen zur Evaluierung geeigneter biologischer Behandlungs- und Verwertungsverfahren für biogene Abfälle aus den genannten Branchen erarbeitet. Wegen des Mangels an peruanischen Umweltparametern mit ihren entsprechenden Werten, die uns erlauben könnten, die derzeitige Erzeugung fester und flüssiger Abfälle zu erheben, war das Anwenden von internationalen Kennzahlen (Festmist-, Abfall-, Abwassererzeugung, Biogasertrag in m<sup>3</sup>/t oTM (organische Trockenmasse) notwendig, die auf die aus der peruanischen Landwirtschaftproduktion stammenden biogenen Abfälle übertragen wurden, um referenzielle Werte der jetzigen peruanischen landwirtschaftlichen Umweltsituation zu erhalten.

2005 wurden in Peru 127,2 Mio. Stück Tiere gezüchtet [insgesamt 12.931 Tsd. GVE, davon 149 Tsd. GVE Geflügel, 5.241 Tsd. GVE Rinder, 4.518 Tsd. GVE, 2.223 Tsd. GVE Schafe, 540 Tsd. GVE Alpakas, 190 Tsd. GVE Lamas und 70 Tsd. GVE Meerschweinchen], davon 100% Geflügel, 40% Schweine und 20% Rinder unter Intensivproduktion.

Mit Hilfe der internationalen Kennzahlen kommt man zur Schlussfolgerung, dass von 12.931 Tsd. GVE Tieren insgesamt 138 Mio. m<sup>3</sup> Festmist erzeugt wurden [Davon wird angenommen, dass die Rinder den größten Teil (100 Mio. m<sup>3</sup> Festmist), gefolgt von Schafen ( 24 Mio. m<sup>3</sup> Festmist) (Tab. 4.28, Abb. 4.9) produzierten].

In der Schlachthaus Branche wurden 176.000 t feste/halbfeste Abfälle abgeschätzt, wovon der größte Teil, 106.000 t (mehr als 60 %), bei der Geflügelschlachtung anfiel (Tab. 4.43).

Von all diesen betrachteten Aktivitäten in Bezug auf die Abwassererzeugung produzierte die Fischindustrie die größte Abwassermenge (60 %) (21.846 Tsd. m<sup>3</sup>), gefolgt von der Schlachtung (29 %) (16.613 Tsd. m<sup>3</sup>) und den Brauereien (8 %) (3.029 Tsd. m<sup>3</sup>).

Wenn man nur das Abwasser aus der Schlachtung betrachtet, erzeugte die Geflügelschlachtung ca. 90 % des Abwassers (10.613 Tsd. m<sup>3</sup> Abwasser ist das gesamte Schlachtungsabwasser).

Im Jahr 2005 erzeugten die in dieser Studie analysierten relevanten landwirtschaftlichen Tätigkeiten in Peru ca. 138 Mio. m<sup>3</sup> Festmist, 420.000 t Abfälle (Schlachtung, Obstindustrie und Brauereien), ca. 36,5 Mio. m<sup>3</sup> Abwasser, deren organisches Substrat ein großes Potential für die Biogaserzeugung zeigte.

Theoretische Berechnungen zeigen aus diesen Substraten ein Potential von ca. 6.001.427 MWh (Megawatt Stunden). Diese Energie könnte den jährlichen Bedarf an Energie von ca. 6 Mio. Peruaner decken (in Peru wird ca. 948 kWh/Ewa konsumiert).

Die größte Biogaserzeugung befindet sich im tierischen Bereich, an erster Stelle aus Rindermist (4.751.649 Tsd. Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>, 2005), gefolgt von Schweinemist (55.283 Tsd. Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>, 2005) und Geflügelmist (42.282 Tsd. Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>, 2005).

Unter den analysierten Rahmenbedingungen wurde ein landwirtschaftliches Umweltprogramm erarbeitet, das drei Aspekte umfasst und das in das Ressort des Ministeriums für Landwirtschaft (innerbetriebliche und technologische Maßnahmen) und das Umweltministerium (politische Maßnahmen) fallen soll, wobei ein längerfristiger Zeitraum benötigt wird und einige Maßnahmen unterschiedlich rasch umgesetzt werden können.

1. Der erste Teil des Programms soll mit der Festlegung von Maßnahmen zum Wasser- und Bodenschutz beginnen, denn ohne diese Begrenzungen wird es unmöglich, ein Umweltprogramm besonders in diesem Sektor zu etablieren. Es wurden die österreichischen Abwasseremissionsgrenzen angenommen, weil diese besonders auf Grund von Forschungen und Erfahrungen vollständig dokumentiert und erfasst ist. Die vorgeschlagenen Abwasseremissionsgrenzen der Branchen sollte noch intern diskutiert und in einem Zeitraum von 15 Jahren schrittweise zu erfüllen sein.

2. Der zweite Teil des Programms soll die innerbetrieblichen Maßnahmen deutlich definieren und dabei hat die Umweltschulung oberste Priorität.

3. Der dritte Teil des Umweltprogramms betrachtet die biotechnologische Verwertung der flüssigen und festen Abfälle aus der Landwirtschaft und Agrarindustrie, denn ohne Prozesse

zur biotechnologischen Abfallbehandlung und -verwertung wird das zukünftige Umweltprogramm nicht erfolgreich sein.

Relevante Städte, wo dringend ein Umweltprogramm eingeführt werden sollte, sind Lima (Schlachthöfe, Geflügelindustrie, Obstverarbeitung, Mastrinderproduktion, Fleischverarbeitung), Arequipa (Alpakaproduktion, Schlachthöfe), Trujillo, Cajamarca, Junin, Lambayeque, La Libertad, Cuzco, Puno, Huancayo, Concepcion, Piura, Ancash, Huaraz, Puerto Maldonado, Iquitos, Tacna, Ica, Piura, Chiclayo.

## 8 LITERATUR

Aranibar S. Beamtin im Umweltministerium Peru, verschiedene Dokumente des Umweltministeriums, Peru 2008. Persönliches Gespräch. Lima 2008.

ATV. Lehr- und Handbuch der Abwassertechnik. Dritte, Überarbeitete Auflage. Ernst und Sohn Verlag. Berlin 1985.

ATV. Handbuch. Industrieabwasser, Lebensmittelindustrie. 4. Auflage. Ernst und Sohn Verlag. Berlin. 2000.

ATV. Handbuch. Industrieabwasser, Grundlagen. 4. Auflage. Ernst und Sohn Verlag. Berlin. 1999.

Baccini P.; Bader H-P. Regionaler Stoffhaushalt: Erfassung, Bewertung und Steuerung. Spektrum Akademischer Verlag GMBH. Heidelberg Berlin Oxford, 1996.

BID 1998; Dokumente/OPS. Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. Serie Ambiental No. 18. Verlag: Organización Panamericana de la Salud/ Organización Mundial de la Salud. Lima Peru, 1998.

Binner E. Kompostierung von biogenen Abfällen, Skriptum 520-338. BOKU. Universität BOKU-Wien, Österreich. 1999.

Bischofsberger W., Dichtl N., Rosenwinkel K., Seyfried C. Anaerobtechnik. 2. überarbeitete Auflage. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Deutschland, 2005.

Bouallagui H., Touhami Y., Ben R., Hamdi M., Bioreactor performance in anaerobic digestion of fruit and vegetable waste. Process Biochemistry 40 (989-995). Tunisia. 2005

Bouallagui H., Ben R., Hamdi M., Marouani L., Hamdi M., Mesophilic biogas production from fruit and vegetable waste in a tubular digester. Bioresource Technology 86 pp. 85-89 . Tunis, 2005.

Braun R. Biogas Methangärung organischer Abfallstoffe. Springer-Verlag Wien New York. 1982.

Braun R. Internationale Erfahrungen mit der Verwertung biogener Abfälle zur Biogasproduktion. Tagungsberichte/Conference papers BD.14/Vol.14. Umweltbundesamt, Wien. 1996.

Braun R. Anaerobtechnologie für die mechanisch-biologische Vorbehandlung von Restmüll und Klärschlamm. Band10/1998. Studie im Auftrag des BMUJF. Wien. 1998.

Braun R. Biotechnologische Abfall- und Nebenproduktverwertung. Skriptum 620.252. BOKU Wien. 2008.

Brunner P., Rechberger H. Practical Handbook of Material Flow Analysis. Lewis Publishers. USA. 2004.

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW). Abgerufen am 4.03.2009 von <http://www.lebensministerium.at>

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW). Grüner Bericht 2008. Abteilung für agrarpolitische Grundlagen und Evaluierung. Wien. 2008

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW). Bundes-Abfallwirtschaftsplan 2006. Wien. 2006.

Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie (BMUJF). Bevorzugte Verwertungswege für Biogene Abfälle in Österreich. Wien. 1999.

Bundesministerium für Umwelt Österreich 1995. Branchenkonzept Nahrungs- und Genussmittelindustrie Abfälle und Stoffströme. Fachverband der Nahrungs- und Genussmittelindustrie Österreichs. Wien. 1995.

European Commission. Integrated Pollution Prevention and Control. Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries. August 2006.

European Commission. Integrated Pollution Prevention and Control. Reference Document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries. May 2005.

European Commission. Integrated Pollution Prevention and Control (IPCC). Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs. July 2003.

Fürhacker M. BOKU Wien 2009. persönliches Gespräch / Monographien Band 112 Umweltbundesamt GmbH, Wien 1999.

Haberl R. Skriptum 811.103 Industrierwasserwirtschaft. BOKU Wien. 2008.

Hartmann L. Biologische Abwassereinigung. Dritte Auflage. Springer Verlag. Deutschland. 1992.

Institut für Biotechnologie, Technische Universität Graz. Mikrobiologie und Abfalltechnologie. Berichtsband zum Biogas-Statusseminar. 6. – 7. Mai. Graz. Österreich. 1982.

Institut f. Energetik u. Umwelt gGmbH. Handreichung Biogasgewinnung und –nutzung. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe. Leipzig. 2006.

Kalinowski J., Berater des Betriebes „San Fernando“. Persönliches Gespräch. Lima 2008.

Kämpfer P.; Weißensfels W. Biologische Behandlung organischer Abfälle. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York. 2001.

Kodex des Österreichischen Rechts. 13. Auflage- LexisNexis-Verl. Wien. 2007.

Kunze W. Technologie Brauer und Mälzer. 8. Auflage. VLB Berlin, Verlagsabteilung. Berlin. 1998.

Meses L., Bíró T., Hunyadi G.1, Tamás J. und Petis M. The poultry feather digestility and utilisation for biogas production. I Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos de Animais Geração de Energia a partir de Resíduos Animais. 11 a 13 de Março de 2009 – Florianópolis, SC – Brasil. Brazil 2009.

Meza V. Berater eines Obstbetriebs in Peru und Dozent Fakultät für Wissenschaft UNALM Lima, Peru. 2008 (mündliche Mitteilung).

[Ministerium für Landwirtschaft Peru 2007. Statistisches landwirtschaftliches Kompendium 1994-2005. Department Agrar Statistik Peru, Ministerium für Landwirtschaft Peru. Lima, Peru 2007].

Ministerio de Agricultura Peru 2007. Compendio Estadístico Agrario 1994-2005. Dirección General de Información Agraria. Lima Peru, 2007.

[Ministerium für Landwirtschaft Peru 2006, Hauptabteilung der landwirtschaftlichen Informationen. Tierische Produktion und Geflügelindustrie 2005. Lima-Peru 2006].

Ministerio Agricultura Peru, Dirección General de Información Agraria. 2006. Producción Pecuaria e Industria Avícola 2005. Lima Peru 2006.

[Ministerium für Landwirtschaft Peru 2006, Hauptabteilung der landwirtschaftlichen Informationen. Jahrbuch 2005: Agrarindustrie - Statistik 2005. Lima, Peru 2006].

Ministerio de Agricultura Peru, Dirección General de Información Agraria. Anuario 2005: Estadística Agroindustrial. Lima Peru, 2006

[Ministerium für Landwirtschaft Lima-Peru, (2008a). Landwirtschaftlicher Sektor].

Ministerio de Agricultura Peru: Sector Agrario.

[www.minag.gob.pe/sector-agrario/sector-agrario-2.html](http://www.minag.gob.pe/sector-agrario/sector-agrario-2.html) (Abgerufen Nov. 2008)

[Ministerium für Landwirtschaft Peru 2008b. Landwirtschaftlicher Sektor: Tierhaltung:Geflügel Gegenwärtige Situation]

Ministerio de Agricultura Peru: Sector Agrario: Pecuaria: Aves Situación Actual

[www.minag.gob.pe/pecuaria/situacion-de-las-actividades-de-crianza-y-produccion.html](http://www.minag.gob.pe/pecuaria/situacion-de-las-actividades-de-crianza-y-produccion.html).

(abgerufen November 2008)

[Ministerium für Landwirtschaft Peru 2008c: Landwirtschaftlicher Sektor: Tierhaltung, Schweine: Schweinefleischproduktion auf Nationaler Ebene]

Ministerio de Agricultura Peru: *Sector Agrario: Pecuaria: Porcino: Producción Nacional de Carne de Cerdo*

[www.minag.gob.pe/situacion-de-las-actividades-de-crianza-y-produccion/porcinos-2.html](http://www.minag.gob.pe/situacion-de-las-actividades-de-crianza-y-produccion/porcinos-2.html)

(abgerufen November 2008)

[Ministerium für Landwirtschaft Peru 2008d: Landwirtschaftlicher Sektor: Tierhaltung: Südamerikanische Kameliden: Alpaka- und Lama - Fleischproduktion]

Ministerio de Agricultura Peru: Sector Agrario: Pecuaria: Camelidos Sudamericanos: Producción de Carne Alpakas y Lamas

[www.minag.gob.pe/situacion-de-las-actividades-de-crianza-y-produccion/camelidos-sudamericanos-8.html](http://www.minag.gob.pe/situacion-de-las-actividades-de-crianza-y-produccion/camelidos-sudamericanos-8.html). (abgerufen November 2008)

[Ministerium für Landwirtschaft Peru 2008e: Landwirtschaft: Tierischer Sektor: Situation der Viehproduktion: Meerschweinchen]

Ministerio de Agricultura Peru: Sector Agrario: Pecuaria: Situacion de Actividades de Crianza y Produccion: Cuyes

[www.minag.gob.pe/situacion-de-las-actividades-de-crianza-y-produccion/cuyes.html](http://www.minag.gob.pe/situacion-de-las-actividades-de-crianza-y-produccion/cuyes.html)

[Ministerium für Landwirtschaft Peru 2008f Landwirtschaftlicher Sektor: Tierischer Sektor: Situation der Viehproduktion: Mehrzweck Rinder]

Ministerio de Agricultura Peru: Sector Agrario: Pecuaria: Situacion de Actividades de Crianza y Produccion: Vacunos Doble Proposito::Ganado vacuno beneficiado y producción de carne 2004-2006

[www.minag.gob.pe/situacion-de-las-actividades-de-crianza-y-produccion/vacunos-de-doble-proposito-6.html](http://www.minag.gob.pe/situacion-de-las-actividades-de-crianza-y-produccion/vacunos-de-doble-proposito-6.html)

[Ministerium für Produktion Peru 2008a. Industrie Subsektor ]

Ministerio de la Produccion: Subsector industria

[www.produce.gob.pe/portal/](http://www.produce.gob.pe/portal/) (abgerufen November 2008)

[Ministerium für Produktion Peru 2008b. Fischerei-Subsektor]

Ministerio de la Produccion: *Subsector Pesqueria*

[www.produce.gob.pe/portal/](http://www.produce.gob.pe/portal/) (abgerufen November 2008)

Ministerium für Verteidigung Peru. Das Weiße Buch der Verteidigung Perus: Ediciones Culturales e Impresiones LECTING S.A.C. Agosto 2005. Lima Peru.

Mudrack, K. Kunst, S. Biologie der Abwasser-Reinigung. 4 Auflage. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart 1994.

Pöppinghaus K. Fresinius W., Schneider W. Abwassertechnologie; Entstehung, Ableitung, Behandlung, Analytik der Abwässer. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 1984.

Roldan D. Dozent, Fakultät für Fischerei UNALM Lima-Peru. persönliches Gespräch. Lima 2008.

Salminen E., Einola J, Rintala J. The methane production of poultry slaughtering residues and effects of pre-treatments on the methane production of poultry feather. Environmental Technology Vol. 24. pp 1079-1086. Finland 2002.

Salminen E., Rintala J., Anaerobic Digestion of organic solid poultry slaughterhouse waste – a review. Bioresource Technology 83 (13-26). Finland 2002.

San Fernando Firma (Experten in Geflügel Produktion). Jahrbuch 2007. Lima, Peru. (Adresse: Av. Republica Panama 4295, Surquillo. Lima. Peru)

Sasse L. Die Biogas-Anlage, Entwurf und Details einfacher Anlagen. Fried.Vieweg & Sohn Braunschweig/Wiesbaden. Deutschland. 1984.

Statistik Austria. Abgerufen 03.09 von <http://www.statistik.at>

Schultheis G. Tratamiento anaerobio de residuos orgánicos de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) Lima, Peru. Diplomarbeit BOKU. Wien. Lima 2000.

Umweltbundesamt 2006. Tierische Nebenprodukte 2004-2006. Report Rep-0198. Wien.

Umweltministerium Peru 2009. DS-2009-MINAM, DS 003-2002-PRODUCE, DS 010-2008-PRODUCE. Abgerufen Feb.2009.

Wang L.K., Hung Y., Lo H.H., Yapijakis C., Waste Treatment in Food Processing Industry. CRC Taylor & Francis Group, Boca Raton London New York. 2006.

Wenzlaff R. Erfahrung mit Biogas im praktischen Betrieb Funktion und Effizienz einer Biogasanlage. KTBL Schriften Vertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH. Marktallee 89, D-4400 Münster-Hiltrup. 1981. Deutschland.

Wetscherek W. Unterlage der Vorlesung Umweltrelevante Aspekte der Tierernährung. Dokument/ÖPUL 2007,Anhänge. BOKU Wien. 2008

Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft e.V. (Hrsg): Bericht zum Forschungsvorhaben Ermittlung der Reststoffe und Abwasserteilströme in den einzelnen Abteilung der Brauereien. Bonn 1992.

Wikipedia 2009. Statistische Daten über Peru und Österreich. Abgerufen 4.4.2009 von [http//de.wikipedia.org](http://de.wikipedia.org)