

Carbotech AG  
Eulerstrasse 68  
CH-4051 Basel  
T +41 61 206 95 25  
F +41 61 206 95 26  
www.carbotech.ch



Bericht

# Ökobilanz: Sojamethylester Gebana Brasil

**Erstellt durch:**

Dr. Fredy Dinkel, Carbotech AG, Basel  
Mischa Zschokke, Carbotech AG, Basel

**Im Auftrag des seco, Bern**

285.34

Basel, 24. August 2007

# Inhaltsverzeichnis

<b>1.1 Ausgangslage</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Gebana Brasil AG</b>	<b>3</b>
1.2.1 Region und Landnutzung	3
1.2.2 Soja-Anbau durch Gebana Brasil	4
<b>1.3 Zielsetzung</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Methodik der Ökobilanzierung</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Vorgehen bei der Ökobilanzierung</b>	<b>5</b>
<b>2.3 Zielsetzung und Systemgrenzen</b>	<b>6</b>
2.3.1 Fragestellungen	8
2.3.2 Vergleichsbasis, die "Funktionellen Einheit"	8
2.3.3 Systemgrenzen	8
<b>2.4 Sachbilanz</b>	<b>9</b>
2.4.1 Datenherkunft Soja Gebana	9
2.4.2 Kennzahlen zu Anbau und Ertrag Soja Gebana	10
2.4.3 Allokationen	10
<b>2.5 Bestimmung der Umweltauswirkungen (Wirkungsbilanz)</b>	<b>13</b>
<b>2.6 Bewertung der Umweltbelastungen</b>	<b>14</b>
2.6.1 Methode nach Schadstofffrachten ("Umweltbelastungspunkte" - UBP)	14
2.6.2 Eco-Indicator '99 HA	15
<b>2.7 Grenzen der vorliegenden Untersuchung</b>	<b>15</b>
2.7.1 Inhaltlich	15
2.7.2 Methodisch	16
<b>3.1 Unsicherheit und Signifikanz</b>	<b>17</b>
<b>3.2 Ergebnisse der Vergleiche</b>	<b>17</b>
<b>3.3 Diskussion der Ergebnisse</b>	<b>19</b>
<b>4.1 Empfehlungen</b>	<b>23</b>
<b>Prozessbaum Diesel</b>	<b>1</b>

# 1 Einführung

Die aktuelle Diskussion um Klimaveränderungen und die Verknappung der fossilen Ressourcen haben in den vergangenen Jahren dazu geführt, dass die Nutzung von Biomasse für energetische Zwecke auf immer grösseres Interesse stösst. Neben der traditionellen Nutzung von Holz für Heizzwecke sind verschiedene Verfahren entwickelt worden, um aus landwirtschaftlichen Produkten, wie Ölsaaten oder zucker- und stärkehaltigen Pflanzen oder biogenen Abfallstoffen Treibstoffe herzustellen. Einerseits geben Pflanzen bei der Verbrennung gleich viel CO<sub>2</sub> ab, wie sie beim Wachstum aufgenommen haben und andererseits handelt es sich um nachwachsende Rohstoffe. Aus diesen Gründen können Treibstoffe aus Biomasse sowohl einen Betrag leisten, um die klimawirksamen Emissionen als auch Abhängigkeit von fossilen Ressourcen zu reduzieren. Daher wird immer wieder die Förderung dieser Treibstoffe durch die öffentliche Hand, z.B. mittels Steuererleichterungen, gefordert [1]. Da jedoch auch der Anbau (z.B. Düngerherstellung und Maschineneinsatz) und die Verarbeitung fossile Energien benötigen, sind auch Treibstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen nicht gänzlich unabhängig von fossilen Energieträgern. Zudem werden neben dem CO<sub>2</sub> aus diesen fossilen Energieträgern beim Anbau auch andere klimawirksame Stoffe, wie Lachgas und Methan, emittiert. Daher ist die Bilanz über den Lebensweg nicht vollständig CO<sub>2</sub> neutral. Verschiedene Studien (z.B. [2], [3], [4], und [5]) zeigen jedoch, dass Treibstoffe aus Biomasse typischerweise geringere klimawirksame Emissionen verursachen und weniger nicht erneuerbare Ressourcen benötigen als fossile Treibstoffe. Allerdings treten in Abhängigkeit von den verwendeten Rohstoffen und der Produktionsart der Treibstoffe grosse Unterschiede zwischen den verschiedenen biogenen Treibstoffen auf. Im Allgemeinen sind Treibstoffe aus Abfällen mit geringeren Umweltauswirkungen verbunden als solche aus landwirtschaftlich angebauten Produkten, da letztere für den Anbau z.B. Dünger, Maschineneinsatz etc. benötigen. Typischerweise haben Treibstoffe aus landwirtschaftlich angebauten Rohstoffen aus diesem Grunde höhere Umweltauswirkungen auf Gewässer und Böden als fossile Treibstoffe.

## 1.1 Ausgangslage

In einer grossen Studie [8] und [10], welche im Auftrag der schweizerischen Bundesämter durchgeführt wurde, sind verschiedene inländische und ausländische Treibstoffe aus Biomasse bezüglich ihrer Umweltauswirkungen über den gesamten Lebensweg untersucht worden. Dabei hat es sich unter anderem gezeigt, dass

- die wesentlichen Auswirkungen bei Treibstoffen aus landwirtschaftlichen Produkten durch den landwirtschaftlichen Anbau verursacht werden. Dabei tritt ein Zielkonflikt auf, der sich vereinfacht auf die Frage reduzieren lässt, ob es gerechtfertigt ist, zum Schutze des Klimas und zur Schonung fossiler Ressourcen höhere Belastungen im Bereich Wasser und Boden in Kauf zu nehmen.
- Methylester aus brasilianischem Soja, das im Norden des Landes angebaut wird, mit sehr hohen Umweltauswirkungen verbunden ist.

Zurzeit findet in der Schweiz eine Diskussion statt, inwiefern und in welchem Ausmass Treibstoffe aus Biomasse von der Treibstoffsteuer befreit werden sollen. Ein Kriterium, welches bei der Evaluation zur Steuerbefreiung diskutiert wird, ist das Ausmass der gesamten Umweltbelastung im Vergleich zu konventionellen fossilen Treibstoffen. Dabei bildet die

obgenannte Studie die Basis für die Beurteilung der gesamten Umweltbelastung. Da mit den bisherigen Untersuchungen für den Soja-Anbau in Brasilien ausschliesslich der konventionelle Anbau im Norden des Landes berücksichtigt worden ist, sollte mit der vorliegenden Studie der Bio-Anbau im Süden des Landes untersucht werden. Dabei sollte vor allem die Frage geklärt werden, ob durch diesen Anbau eine relevante Reduktion der Umweltauswirkung erreicht werden kann.

## 1.2 Gebana Brasil AG

Die Gebana AG bekennt sich zu den Prinzipien des Fairen Handels und bezweckt auf einer nationalen und internationalen Ebene:

- Ankauf und Verkauf sowie Verarbeitung und Vermittlung von Gütern, die vorwiegend in wirtschaftlich benachteiligten Ländern und Regionen hergestellt oder angebaut werden.
- Erbringen von Dienstleistungen, welche die sozialverträgliche, wirtschaftliche und ökologische Entwicklung der Herkunftsregionen und der entsprechenden Güter fördern.

Die sozialen Kriterien der Gebana sind im Anhang aufgeführt.

### 1.2.1 Region und Landnutzung

Die folgende Übersicht fasst die wichtigsten Daten betreffend Region und Anbaumethoden zusammen:

Region:	Südwesten Brasiliens, Region Paraná
Klima:	subtropisch
Landschaft:	kleinräumige diversifizierte Landwirtschaft
Böden:	deutlich fruchtbarer als im Brasilianischen Norden
Landnutzung:	Sojaanbau seit rund 20 bis 25 Jahren, der Urwald wurde vor ca. 35 bis 40 Jahren abgeholzt
Anbauart:	Bioanbau nach den Richtlinien von Demeter und BioSuisse, GMP zertifiziert Drei Ernten pro Jahr, meist zwei kommerzielle Kulturen und eine Gründüngung vielfältige und abwechslungsreiche Fruchtfolge
Landschaft:	Flächen sind dauerbegrünt; Hecken, Wald etc. sorgen für eine strukturierte Landschaft mit hoher Biodiversität
Datenqualität:	Qualitätssicherung über den gesamten Prozess (Anbau, Ernte, Weiterverarbeitung, Export)

Alle Produzenten der Region sind Bio-Kleinbauern mit eigenen Farmen, insgesamt handelt es sich um ungefähr 250 Familienbetriebe. Im Normalfall werden pro Anbaufläche drei Ernten im Jahr mit drei verschiedenen Kulturen gepflanzt. Dabei werden in der Regel zwei kommerzielle Kulturen und eine Gründüngung (z.B. 1 x Soja, 1 x Mais, 1x Gründüngung) angebaut.

Es werden keine chemischen Dünger sondern Hofdünger der Kleinfarmen und Kompost verwendet. Ein geringer Teil, hauptsächlich Hühnermist, wird zugekauft. Ein ebenfalls geringer Anteil des zugekauften Düngers ist Rohphosphat, der aus Tunesien importiert wird.

Die Reinigung und Trocknung sowie die Weiterverarbeitung zu Sojaöl erfolgen zentral in den Anlagen der Gebana Brasil, direkt in Capanema.

Die Bauernbetriebe betreiben eine vielfältige Fruchtfolge, die Flächen sind dauerbegrünt, Hecken, Wald etc. sorgen für eine strukturierte Landschaft mit hoher Biodiversität.

## 1.2.2 Soja-Anbau durch Gebana Brasil

Aus den Soja Bohnen werden durch die Gebana zurzeit die folgenden Produkte hergestellt:

- Soja erster Qualität als menschliche Nahrung
- Soja zweiter Qualität wird gepresst. Dies ergibt die folgenden drei Produkte:
  - Soja Presskuchen als Tiernahrung
  - Lecithin für die menschliche Nahrung
  - Öl für Kosmetika oder andere Produkte

Der Soja-Presskuchen ist von höherer Qualität als herkömmlich hergestellter Presskuchen, da die Extraktion des Öls rein mechanisch (ohne Hexan) erfolgt und daher ein grösserer Anteil an Öl im Kuchen verbleibt. Dafür ist der Ölertrag rund 20% geringer.

Das Soja-Öl wird heute zum Teil für Kosmetika genutzt. Der Überschuss könnte für die Herstellung von Treibstoffen verwendet werden.

## 1.3 Zielsetzung

Mit der vorliegenden Studie sollen die Umweltauswirkungen durch die Herstellung und den Gebrauch von Methylester aus Soja, angebaut bei Gebana Brasilien (SME-Gebana genannt), untersucht werden. Dabei soll die vorliegende Studie sowohl bezüglich Methodik und Vorgehen auf der Studie der schweizerischen Bundesämter beruhen.

Diese Umweltauswirkungen werden denjenigen von Methylestern aus Soja aus anderen Anbauarten und Regionen sowie aus Raps (RME) und denjenigen von Diesel aus fossilen Ressourcen gegenübergestellt.

Dabei stehen die folgenden Fragen im Vordergrund:

- kann durch den biologischen Anbau und die spezifische Ölherstellung der Gebana eine relevante Reduktion der Umweltauswirkungen erreicht werden?
- Wie hoch sind die Reduktionen bezüglich klimawirksamer Emissionen beim Gebrauch von SME-Gebana als Treibstoff verglichen mit fossilen Treibstoffen?
- Sind dadurch die gesamten Umweltauswirkungen durch die Nutzung von SME-Gebana geringer oder zumindest nicht höher als diejenigen von Diesel aus fossilen Quellen?

Die beste Methode, um die obigen Fragen zu beantworten, ist zurzeit die Ökobilanz. Diese berücksichtigt einerseits den gesamten Lebensweg, wie z.B. die Herstellung der Hilfsstoffe, die Bereitstellung der Energieträger, der Maschineneinsatz, wie auch die direkten Auswirkungen auf die Umwelt. Andererseits berücksichtigt sie eine grosse Vielzahl von möglichen Auswirkungen und beurteilt diese bezüglich ihrer Umweltauswirkungen.

## 2 Vorgehen und Methodik

### 2.1 Methodik der Ökobilanzierung

Die Ökobilanzierung oder Lebenszyklusanalyse ("life cycle assessment", LCA) ist eine Methode, um die Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten auf die Umwelt zu erfassen, zu beurteilen und daraus Optimierungspotentiale abzuleiten. Auf Grund der Komplexität der Natur und des globalen Wirtschaftssystems reicht es nicht, nur einzelne Problemstoffe oder lokale Auswirkungen zu betrachten. Aus dem Anspruch an eine umfassende Bewertung ergeben sich die folgenden Anforderungen an die Methode:

- Möglichst umfassende Berücksichtigung der verschiedenen Umweltauswirkungen
- Berücksichtigung des gesamten Lebensweges
- Quantifizierung der Umweltauswirkungen
- Entscheidungsfreundlich durch eine Bewertung der verschiedenen Auswirkungen
- Wissenschaftlich abgestützt, um eine hohe Akzeptanz zu erreichen

Die Ergebnisse der Ökobilanz können eingesetzt werden:

- als Entscheidungshilfen bei verschiedenen Varianten
- zur Erfassung der relevanten Auswirkungen
- in der strategischen Planung zur Ermittlung von Optimierungspotentialen
- zur Ermittlung der wesentlichen Einflussfaktoren
- zur Beurteilung von Massnahmen

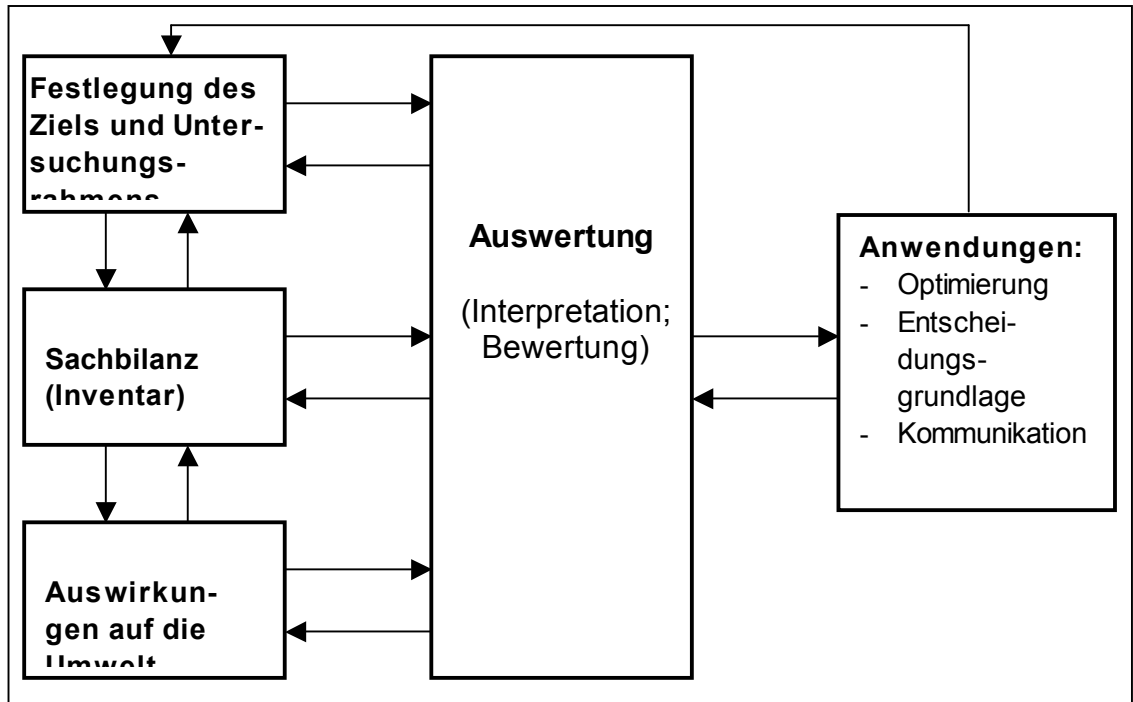
### 2.2 Vorgehen bei der Ökobilanzierung

In einem ersten Schritt werden die Waren-, Stoff- und Energieflüsse sowie der Ressourcenbedarf erfasst. Anschliessend werden die Auswirkungen auf die Umwelt mit Hilfe von gewählten Indikatoren, welche diese Wirkungen beschreiben, bestimmt. Mit dem Ziel die Ergebnisse mit einer Kennzahl auszudrücken, kann eine Bewertung der verschiedenen Umweltauswirkungen durch eine entsprechende Gewichtung erfolgen.

Nach ISO 14'040 [6, 7] umfasst eine Ökobilanz die folgenden Schritte:

- Festlegen des Zielsystems und der Rahmenbedingungen
- Erfassen der relevanten Stoff- und Energieströme sowie den Ressourcenbedarf (Sachbilanz)
- Bestimmen der Auswirkungen auf die Umwelt (Wirkbilanz)
- Interpretation der Umweltauswirkungen aufgrund der Zielsetzungen (Bewertung)
- Erarbeiten von Massnahmen (Optimierung)

Wie Abbildung 1 zeigt, ist dies kein linearer Prozess, sondern ein interaktiver Erkenntnis- und Optimierungsprozess.



**Abbildung 1 Schritte einer Ökobilanz, nach ISO 14'040ff**

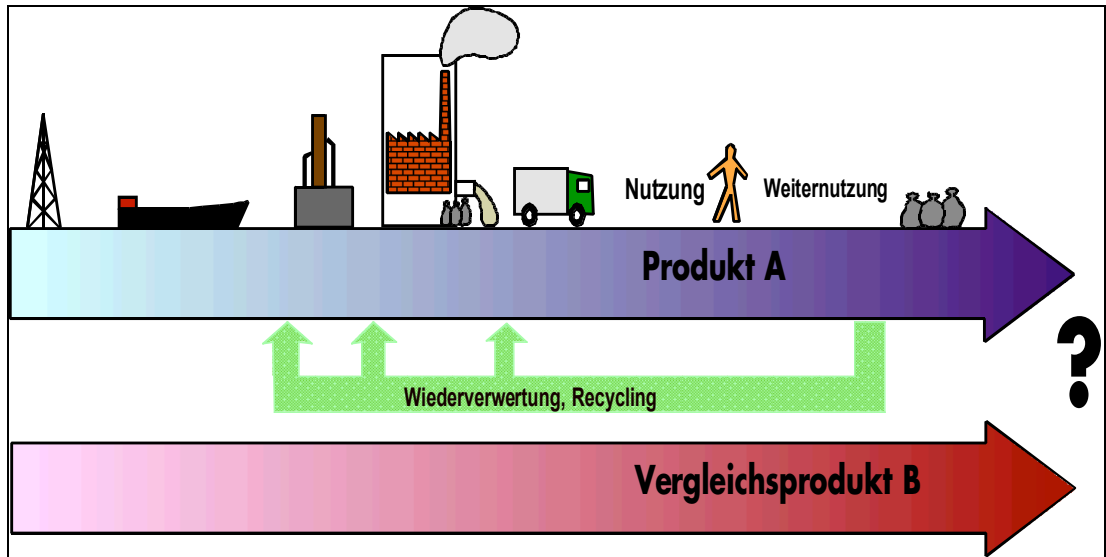
Die vorliegende Studie richtet sich nach der Norm ISO 14'040; das Vorgehen entspricht in den wesentlichen Aspekten deren Anforderungen. In gewissen Punkten, wie der Verwendung von gesamt aggregierenden Methoden, geht die Studie über die Norm hinaus.

Um eine hohe Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurde darauf geachtet, dass dieselbe Methodik verwendet wurde, wie in den Projekten „Ökobilanz von Energieprodukten: Bewertung der Umweltauswirkungen, R. Zah“ [8] und „Ökobilanz von Energieprodukten, N. Jungbluth“ [9].

Da die Studie für die Öffentlichkeit bestimmt ist, soll sie eine hohe Glaubwürdigkeit haben. Aus diesem Grund wurde ein externer Review durch Herrn Dr. Rainer Zah der EMPA durchgeführt.

## 2.3 Zielsetzung und Systemgrenzen

Je nach Ziel bzw. Fragestellung ergeben sich unterschiedliche Rahmenbedingungen und Systemgrenzen. Die Systemgrenzen definieren, welche Prozesse und vorgelagerten Prozesse berücksichtigt werden. Dabei müssen der zeitliche und geographische Rahmen der verwendeten Daten sowie die zu untersuchenden Umweltauswirkungen festgelegt werden.



**Abbildung 2 Erfassung der Umweltauswirkungen über den gesamten Lebensweg**

Entsprechend dem Ökobilanz Ansatz werden soweit möglich alle umweltrelevanten Prozesse über den gesamten Lebensweg erfasst und bewertet.

Dies umfasst im Wesentlichen:

- Die Bereitstellung der Hilfsstoffe, wie Dünger, Saatgut, etc.
- Maschineneinsatz beim landwirtschaftlichen Anbau, bei der Verarbeitung, etc.
- Die Auswirkungen durch den Anbau, wie Boden-, Luft und Wasseremissionen sowie Landnutzung
- Benötigte Infrastruktur
- Energiebedarf und deren Bereitstellung
- Transporte
- Verbrennung im Fahrzeugmotor

Bewusst ausgeklammert wurde die Infrastruktur für Strassen und das Fahrzeug, in welchem der Treibstoff genutzt wird und zwar aus den folgenden Gründen: Der Gebrauch von Treibstoffen aus Biomasse hat keinen Einfluss auf die Herstellung, Unterhalt und Entsorgung von Auto und Strassen. Zudem sind die Auswirkungen der Infrastruktur für alle Varianten gleich und führen daher nicht zu Unterschieden, sondern nur zu einem Offset, der die Unterschiede verkleinert und damit die Aussagekraft reduziert.



### 2.3.1 Fragestellungen

Gemäss Kapitel 1.3 sollen mit dieser Arbeit die folgenden Fragestellungen beantwortet werden:

- Kann durch den biologischen Anbau und den spezifischen Verarbeitungsprozess bei der Ölherstellung der Gebana eine relevante Reduktion der Umweltauswirkungen gegenüber den herkömmlichen Anbaumethoden erreicht werden?
- Wie hoch sind die klimawirksamen Emissionen im Vergleich zum Gebrauch von Treibstoffen aus fossilen Ressourcen?
- Sind durch die Nutzung von Gebana-Sojamethylester als Treibstoff die gesamten Umweltauswirkungen geringer oder zumindest nicht höher sind als diejenigen von Diesel aus fossilen Quellen?

Die Antworten auf diese Fragen sind in Kapitel 3 dargestellt.

### 2.3.2 Vergleichbasis, die "Funktionellen Einheit"

Die Bewertung eines Produktes oder Prozesses muss immer relativ zu Alternativen erfolgen, welche denselben Nutzen erbringen bzw. dieselbe Funktion erfüllen. Die Grösse, auf welche sich der Vergleich bezieht, wird als funktionelle Einheit bezeichnet. Als funktionelle Einheit – Vergleichsbasis wird verwendet:

#### 1 km Fahrleistung eines Diesel LKW

Verglichen wird der Betrieb eines Diesel LKW mit den folgenden Treibstoffen:

Treibstofftyp	Bezeichnung im Bericht
Methylester aus Soja (Gebana)	SME-Gebana
Methylester aus Soja (Norden Brasilien)	SME-N-Brasil
Methylester aus Soja (USA)	SME-USA
Methylester aus Raps (CH)	RME
Diesel aus fossilen Ressourcen	Diesel

### 2.3.3 Systemgrenzen

Als geographische Systemgrenze werden der Anbau und die Verarbeitung in der Region Paraná im Süden Brasiliens verwendet. Dies bedeutet, dass die Anbaupraxis und Verarbeitungstechnologie der Gebana verwendet werden. Als Strom-Mix wird der brasilianische Versorgungs-Mix verwendet. Für den Transport in die Schweiz wurden globale und europäische Daten verwendet. Für die Feinverteilung und den Gebrauch wurden schweizerische Daten verwendet.

Entsprechend den Datengrundlagen betrachtet die vorliegende Studie die heutige Situation der landwirtschaftlichen Produktion und Herstellung der Treibstoffe aus Biomasse.

## 2.4 Sachbilanz

In der Sachbilanz wird ein Modell für das zu bilanzierende Produktsystem entworfen und die Energie- und Stoffflüsse der mit der Nutzung eines Produktes verbundenen Prozesse erfasst. Diese umfassen:

- a) die Beziehungen eines Prozesses mit andern Prozessen der Technosphäre, wie z.B. Menge an benötigten Rohstoffen, Hilfsstoffen, Energiebedarf oder Transporten.
- b) die Beziehungen eines Prozesses mit seiner natürlichen Umwelt der Ökosphäre, wie z. B. Bedarf an Ressourcen, wie z.B. fossile Energieträger oder Landressourcen und Emissionen, wie z.B. CO<sub>2</sub>, Methan, Nitrat Emissionen.

Für die Erstellung der Sachbilanz wurden einerseits bestehende Grundlagedaten aus ecoinvent Version 1.3 [11] verwendet sowie Daten aus dem Projekt „Life cycle inventories of bioenergy“ [10]. Dabei handelt es sich um Daten, welche einen sehr hohen Qualitätsstandard haben und auch international anerkannt sind. Diese Daten wurden soweit notwendig durch projektspezifische Daten ergänzt.

Die grafische Darstellung der untersuchten Systeme in Form von Prozessbäumen ist im Anhang 1 zu finden.

### 2.4.1 Datenherkunft Soja Gebana

Für diese Studie wurden die folgenden Datengrundlagen verwendet:

- Spezifische Daten wurden bei Gebana direkt erhoben.
- Für relevante Angaben, wie beispielsweise beim Dünger und den bewirtschafteten Flächen, lagen extern zertifizierte Daten vor.
- Die Daten zur Verarbeitung der Soja stammen ebenfalls von der Gebana, diejenigen der Veresterung und Transport wurden aus ecoinvent übernommen.
- Die Grundlagedaten sowie die Vergleichsszenarien basieren auf der Datengrundlage ecoinvent Version 1.3 sowie der Daten, welche im Projekt „Treibstoffe aus Biomasse“ [10] erarbeitet wurden.

Alle erhobenen Daten wurden durch Vergleiche mit ähnlichen Prozessen überprüft. Zudem wurde eine Plausibilitätsprüfung auf Grund der Relevanz durchgeführt. Zudem wurden teilweise Sensitivitätsanalysen durchgeführt.

## 2.4.2 Kennzahlen zu Anbau und Ertrag Soja Gebana

Folgende charakteristische Grössen wurden für SME-Gebana verwendet:

- Der Gesamtertrag für Soja beträgt rund 2800 kg pro ha und Jahr (eine Sojaernte pro Jahr).
- Fruchtfolgen: in der Regel drei pro Jahr, davon zwei kommerzielle und eine Gründüngung (Soja/Mais/Gründüngung/Weizen, Gründüngung)
- Für die Düngung werden praktisch keine mineralischen Dünger, sondern Hofdünger und Kompost verwendet. Ein geringer Teil wird hierbei zugekauft, es handelt sich dabei vor allem um Hühnermist. Ein ebenfalls sehr geringer Teil des zugekauften Düngers besteht aus Rohphosphat, welches aus Tunesien importiert wird. Die gesamte Menge an ausgebrachtem Dünger liegt zudem niedriger, als bei konventionellem Soja-Anbau.
- Bei der Gebana Brasil resultieren nur 16% Öl (versus ca. 20% Öl bei herkömmlichem Soja-Anbau). Dies ist darauf zurückzuführen, dass keine Additive beigesteuert werden und die Extraktion rein mechanisch ohne Hexan erfolgt.
- Der ökonomische Ertrag für den Soja-Presskuchen und dem Soja für die menschliche Nahrung ist im Durchschnitt rund doppelt so hoch, wie bei herkömmlichen Anbietern.

Um die Relevanz der Einflüsse der N-Emissionen in Wasser und Luft abzuschätzen, wurden zwei Szenarien mit unterschiedlich hohen N-Einträgen erstellt. Diese wurden mit (min.) und (max.) bezeichnet. Das Minimum entspricht in etwa den beim Soja N-Brasilien und das Maximum in etwa den beim Soja USA ausgewiesenen Emissionen

## 2.4.3 Allokationen

Bei der Herstellung von Treibstoffen aus Ölsaaten treten verschiedene Haupt- und Nebenprodukte auf. Beim Pressen der Ölsaaten ergeben sich die Produkte Öl und Raps- bzw. Sojakuchen für die Tiernahrung, bei der Veresterung der Treibstoff Methylester und Glycerin. Bei den ecoinvent Datensätzen zu Treibstoffen aus Biomasse wurde die Allokation nach ökonomischen Kriterien durchgeführt, dabei wurde keine Unterscheidung zwischen den verschiedenen Anbauarten gemacht. Gemäss Angaben der LBL [12] und Auskunft eines Händlers in der Schweiz<sup>1</sup> liegen die Preise für Soja und Raps aus biologischem Anbau 50% bis 60% höher als diejenigen aus konventionellem Anbau. Während für das Bio-Futtermittel der höhere Preis bezahlt wird, ist nicht anzunehmen, dass bei der Verwendung des Öls für Treibstoff ein höherer Preis für Öl aus biologischem Anbau bezahlt wird [13].

Entsprechend den Vergleichs- und Grundlagedaten aus ecoinvent wurde die Allokation auch für SME-Gebana nach ökonomischem Wert entsprechend den aktuellen Preisen für die Gebana Brasil durchgeführt. Der Preis für Gebana-Sojakuchen ist im Durchschnitt rund doppelt so hoch wie derjenige für Sojakuchen aus konventionellem Anbau. (Bemerkung zu Preisverlauf an Börse und damit verbundenen Änderungen bezüglich Allokationen; muss noch mit Gebana geklärt werden).

Die sich aus diesen Daten ergebenden Allokationen sind in Tabelle 1 dargestellt. Zum Vergleich sind die Allokationen wie sie in der Studie der Bundesämter verwendet wurden in Tabelle 2 zusammengestellt. Aus diesen Daten ist ersichtlich, dass die Haupterträge, rund 90%, durch den Verkauf von biologischen und fair gehandelten Nahrungs- und Futtermittel

---

<sup>1</sup> Firma SABO, mündliche Mitteilung vom 21. Mai 2007

erwirtschaftet werden. Auch bei einer Steigerung der Erträge durch den Verkauf von Öl, z.B. für Treibstoffe, wird die Gebana aus ökonomischen Gründen nicht auf eine vermehrte Produktion von Öl pro Fläche setzen.

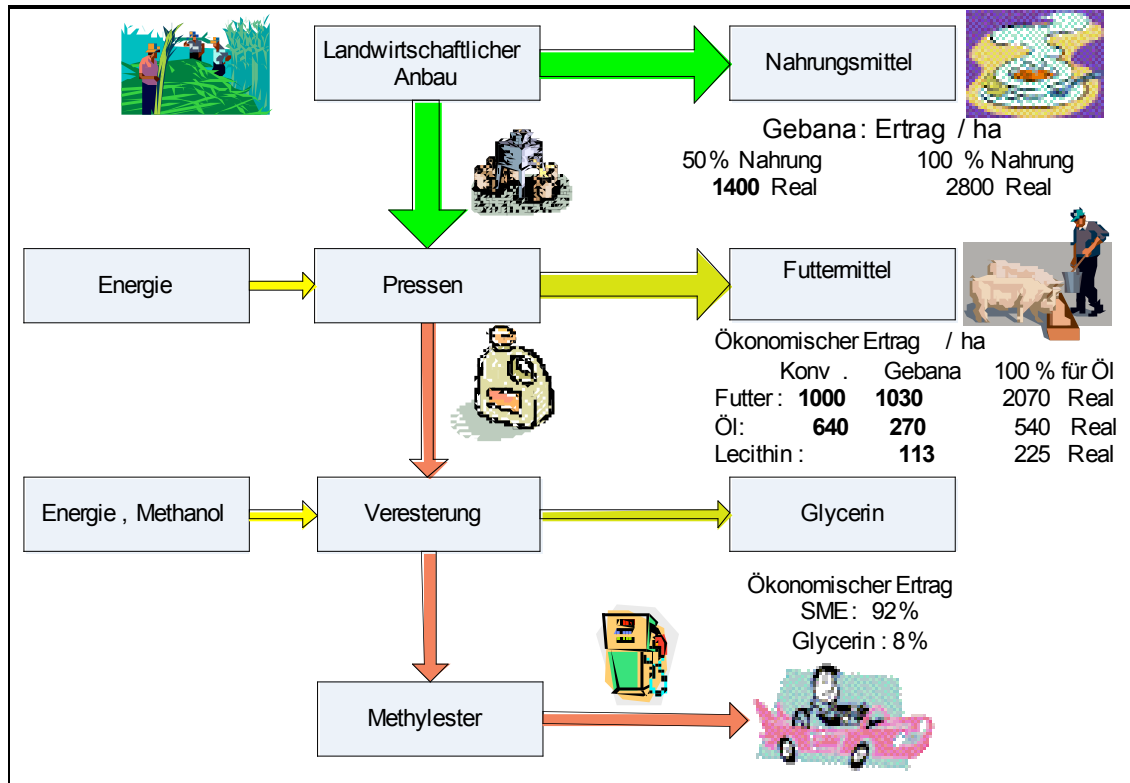
**Tabelle 1 Allokationen für Soja Gebana**

Produkte	Ertrag in [kg]	Ertrag in [%]	Preise in R\$ pro t	Ökonomischer Ertrag in R\$	Allokation	Zum Vergleich: Weltmarktpreise <sup>2</sup> in R\$:
Sojabohnen (Nahrung)	1'400	50 %	1'000	1'400	50 %	520
Soja-Presskuchen (Futter)	1'148	41 %	900	1'033	37 %	410
Soja-Öl	224	8 %	1'200	269	10 %	1'260
Lecithin	6.3	0.23 %	18'000	113	4 %	18'000
Verlust (Wasser)	21.7	0.78 %	0	0	0 %	0

**Tabelle 2 Allokation für konventionelles Soja gemäss Studie der Bundesämter**

Prozessschritt	Produkte	Ökonomischer Wert	Energieinhalt	Masse	C- Inhalt
<b>Ölmühle</b>	Soja-Presskuchen (Futter)	65.5%	65.9%	80.9%	71.0%
	Soja-Öl	34.5%	34.1%	19.1%	29%
<b>Veresterung</b>	SME	92.0%	95.0%	90.2%	94.5%
	Glycerin	8.0%	5.0%	9,8%	5.5%

<sup>2</sup> Stand Preise Jan/Feb 2007, nach CBOT (Chicago Board of Trade)



**Abbildung 3 Schematische Darstellung der Herstellung von SME. Dargestellt sind auch die ökonomischen Werte der Produkte und Nebenprodukte. Fett dargestellt sind die Angaben, wie sie in der Studie verwendet wurden. Zum Vergleich sind ebenfalls die Werte angegeben, falls 100% für Öl bzw. für Nahrungsmittel verwendet würden.**

### Allokationen der Nährstoffeinträge

Die Landnutzung und die Nährstoffemissionen beim Anbau einer Kultur sind nicht von der betreffenden Kultur alleine bestimmt, sondern abhängig von der Fruchtfolge in der die Kultur angebaut wird. Entsprechend muss eine Allokation der Emissionen auf die Kulturen durchgeführt werden. Die Allokation der Nährstoffeinträge und der damit verbundenen Emissionen auf den Anbau der Sojabohnen erfolgte mit Hilfe der folgenden Angaben:

- Betrachtet wurden die Nährstoffe Stickstoff, Phosphor und Kalium.
- Bei Gebana Brasil werden im Schnitt 5 – 6 Fruchtfolgen in 2 Jahren kultiviert, zum Beispiel mit der folgenden Zusammensetzung: Soja/Mais/Gründüngung/Weizen, Gründüngung; die Nährstoffeinträge wurden entsprechend auf die jeweiligen Pflanzen in den Fruchtfolgen verteilt.
- Soja benötigt innerhalb dieser Fruchtfolgen ungefähr 1/3 der jährlichen Vegetationsperiode (Zum Vergleich: in der Schweiz benötigt Soja über 50% der Vegetationsperiode).
- Die Sojapflanze benötigt im Prinzip keinen N-Dünger (Sie gehört zur Familie der Leguminosen, welche die Fixierung von Luftstickstoff durchführen kann).
- Hauptdünger der Gebana ist Hofmist, daher ist keine Auftrennung in einzelne Nährstoffe möglich. Aus diesem Grund erhält die Sojapflanze Stickstoff, auch wenn er nicht benötigt wird, da die übrigen Nährstoffe über den Dünger eingebracht werden

müssen. Aufgrund dieser Annahmen wurden die eingebrachten und bekannten Nährstoffeinträge (Zertifizierte Liste) durch 2.5 (2 Kommerzielle Kulturen, 1 Gründüngung) dividiert.

- Zur Abschätzung der Emissionen in die Kompartimente Wasser und Luft ( $\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , etc.) wurden die Berechnungen aus ecoinvent-Report Nr. 15, S. 26ff (Life Cycle Inventories of Agricultural Production Systems [14]), verwendet. Durch Vergleiche dieser berechneten Daten mit den bereits bestehenden ecoinvent-Daten für den Sojabohnenanbau in Nord-Brasilien, USA und der Schweiz, wurden zwei Szenarien mit unterschiedlich hohen Stickstoff-Einträgen („min.“ und „max.“) abgeleitet.

## 2.5 Bestimmung der Umweltauswirkungen (Wirkungsbilanz)

Selbst die Beschränkung auf die "wichtigsten" Stoffe führt sofort zu unübersichtlichen Zahlentabellen, welche nur schwer oder gar nicht zu interpretieren sind. Zudem sind nicht die Stoffemissionen sondern deren Auswirkungen auf die Umwelt von Bedeutung. Um diese zu bestimmen wird folgendermassen vorgegangen:

- Klassifizierung (Einteilung der Einflüsse bezüglich ihrer Auswirkungen): Die Stoffe werden nach ihren unterschiedlichen Wirkungen auf die Umwelt gruppiert.
- Charakterisierung (Berechnung der Auswirkungen auf die Umwelt). Dabei werden die einzelnen Substanzen entsprechend ihres Schädigungspotentials bezüglich einer Umweltauswirkung gegeneinander gewichtet. Daraus ergeben sich die Schädigungspotentiale bezüglich einer bestimmten Umweltauswirkung.

Folgende Wirkungen bzw. Aspekte wurden berechnet, jedoch nicht alle in diesem Bericht ausgewiesen:

- Treibhauspotential (GWP)  
Einfluss auf das Klima infolge der Emission von klimawirksamen Stoffen wie Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ), Lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) oder Methan ( $\text{CH}_4$ ). Diese Auswirkung wird gemäss IPCC aus dem Jahre 2001 berechnet und in diesem Bericht ausgewiesen.
- Kumulierter Energieaufwand (KEA), graue Energie oder energetische Ressourcen  
Verbrauch an nicht erneuerbaren Ressourcen wie z.B. Erdöl oder Erdgas.
- Ozonbildungspotential  
Beitrag zur Bildung von Ozon (Sommersmog) infolge der Emission von Stoffen wie z.B. Kohlenwasserstoffe und Stickoxiden ( $\text{NO}_x$ ). Die Berechnung erfolgt auf der Basis der Methode EDIP [15].
- Säurebildungspotential  
Beitrag zur Versauerung von Böden und Gewässern zum Beispiel durch Stickoxide und Schwefeldioxid. Die Berechnung erfolgt auf der Basis der Methode EDIP [15].
- Toxizität für den Menschen  
Auswirkungen von Emissionen auf die menschliche Gesundheit bewertet nach der Methode CML [16].
- Ökotoxizität  
Auswirkungen auf Tiere und Pflanzen durch die Emission von Stoffen. Dabei wird zwischen der Toxizität in Boden und Wasser unterschieden. Die Berechnung erfolgt auf der Basis der Methode EDIP [15].
- Eutrophierung oder Überdüngung  
Veränderung des Nährstoffgleichgewichtes in Boden und Wasser durch den Eintrag

von Verbindungen die Stickstoff und Phosphor enthalten. Die Berechnung erfolgt auf der Basis der Methode EDIP [15].

- Flächenbedarf  
Einfluss auf die Biodiversität durch die Veränderung der Flächennutzung sowie der Nutzung selbst. Die Berechnung erfolgt auf der Basis der Methode Eco Indicator 99 [17].

Für Details wird auf die Originalliteratur [15, 18] verwiesen.

Jeder dieser Indikatoren deckt nur einen Teilbereich der gesamten Umweltauswirkungen ab. Nur die Berücksichtigung der verschiedenen Auswirkungen gibt ein umfassendes Bild der ökologischen Auswirkungen. Problematisch dabei ist, dass die Ergebnisse der verschiedenen Wirkkategorien nicht direkt miteinander verglichen werden können. Einerseits sind die Einheiten und damit Dimensionen unterschiedlich und andererseits wird keine Aussage gemacht, wie problematisch die betreffende Wirkung relativ zu anderen ist. Um diese verschiedenen Auswirkungen zu einer Kennzahl zusammenzufassen ist eine Normierung und Gewichtung der verschiedenen Auswirkungen notwendig.

## 2.6 Bewertung der Umweltbelastungen

Während die Wirkungsbilanz prinzipiell nach objektiven, wissenschaftlichen Kriterien durchgeführt werden kann, ist die Bewertung der verschiedenen Umweltauswirkungen von Wertmassstäben abhängig. Aus diesem Grunde werden diese gesamtaggrierenden Methoden teilweise abgelehnt. Dabei ist zu beachten, dass auch die Auswahl der Umweltauswirkungen subjektiv ist. Falls nur ein Teil der Auswirkungen, z.B. kumulierter Energieaufwand (KEA) und Treibhauspotential betrachtet werden, kommt dies einer Gewichtung der anderen Auswirkungen mit Null gleich, was sicher auch nicht korrekt ist. Als Entscheidungshilfe für die Beurteilung werden in dieser Arbeit die folgenden beiden Methoden verwendet, welche die Umweltauswirkungen zu einer Kennzahl (Indikator) zusammenfassen:

- Methode der Schadstofffrachten, Ausgabe 2006 („Umweltbelastungspunkte, UBP06“)
- Eco Indicator 99 HA

### 2.6.1 Methode nach Schadstofffrachten ("Umweltbelastungspunkte" - UBP)

Diese Methode (BUWAL 1990, Überarbeitung 1997 und 2006) [19] wurde mit dem Ziel entwickelt, die verschiedenen Umweltauswirkungen zu einer einzigen Kenngrösse (Umweltbelastungspunkte) zusammenzufassen. Es handelt sich um eine Stoffflussmethode, bei der neben den bereits bestehenden Belastungen die umweltpolitischen Ziele der Schweiz berücksichtigt werden. Je grösser die Umweltbelastung eines Produktes ist, desto mehr Umweltbelastungspunkte erzeugt seine Bewertung.

Bei dieser Methode werden neben den bereits bestehenden Belastungen die umweltpolitischen Ziele der Schweiz für die Bewertung berücksichtigt. In diesem Projekt wurde die überarbeitete Version des BAFU aus dem Jahre 2006 verwendet

## **2.6.2 Eco-Indicator '99 HA**

Beim Eco-Indicator 99 HA [17] werden die Schäden, welche an den drei Schutzziele Menschliche Gesundheit, Ökosystemqualität und Ressourcen entstehen, berechnet. Anschließend werden diese verschiedenen Schäden auf der Basis von gesellschaftlichen Wertmassstäben relativ zueinander gewichtet.

Bezüglich der Details und der Hintergründe dieser Methoden wird auf die Originalliteratur verwiesen.

## **2.7 Grenzen der vorliegenden Untersuchung**

### **2.7.1 Inhaltlich**

Auf Grund der Zielsetzung beschränkt sich die vorliegende Studie auf die Verwendung von landwirtschaftlich produzierter Biomasse für Treibstoffe. Entsprechend gibt sie keine Antwort auf die Frage, ob es aus ökologischer Sicht bessere Nutzungen der Biomasse gäbe, wie z.B. energetische Nutzung für Wärme oder Strom. Dieser Fragestellung wird u. a. in [4] nachgegangen. Weiter beschränkt sich die Studie auf den Ist-Zustand und berücksichtigt nicht Auswirkungen von möglichen Entwicklungen, falls Nutzpflanzen in grossem Massstab zur Treibstoffherstellung angebaut würden. In diesem Zusammenhang wäre z.B. auch der Einfluss des Anbaus von Treibstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen auf die Nahrungsmittelproduktion bzw. deren Importe zu berücksichtigen. Da bei Gebana das Öl ein Nebenprodukt der Nahrungs- und Futtermittelproduktion darstellt, ist die Verwendung des Öls für Treibstoffe nicht direkt eine Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion. Zudem ist zu bemerken, dass aus ökonomischen Gründen nicht zu erwarten ist, dass bei Gebana eine Verlagerung auf die Produktion von Öl für Treibstoffe stattfinden wird, siehe Kapitel 2.4.3. Dennoch ist in diesem Zusammenhang zu erwähnen, dass die Nutzung von Öl für Treibstoffe dazu führen kann, dass an anderen Orten zusätzlich Ölsaaten angebaut werden. Dies kann auch zu einem Druck auf den Urwald führen. Diese Zusammenhänge sind jedoch sehr schwierig zu quantifizieren, was im Rahmen dieses Projektes nicht möglich war, sofern dies überhaupt machbar ist.

Zudem beschränkt sich die Studie auf ökologische Auswirkungen und berücksichtigt keine ökonomischen und sozialen Aspekte. Die Richtlinien der Gebana stellen sicher, dass hohe soziale Standards eingehalten werden. Daraus ergibt sich ein zusätzlicher Nutzen, der in dieser Studie nur angesprochen, jedoch nicht ausgewiesen oder quantifiziert wird. Weiter werden zukünftige technische Entwicklungen auf diesem Gebiet nicht berücksichtigt. Dabei ist zu bemerken, dass bei der Herstellung von Methylester aus Ölsaaten unseres Wissens keine technischen Entwicklungen zur Optimierung der Verarbeitung angestrengt werden, welche zu wesentlichen ökologischen Verbesserungen führen würden, wie dies z.B. bei Ethanol aus Biomasse der Fall ist. Durch eine Ganzpflanzennutzung (Treibstoffe der 2. Generation) wird hier mit bis zu einer Halbierung der Umweltauswirkungen pro Fahrleistung gerechnet.

Die Ergebnisse für Gebana Soja sind gültig für die Gebana Brasil und deren heutigen Stand des Anbaus und der Verarbeitungstechnik. Damit eingeschlossen sind beispielsweise die Art des Anbaus sowie Ort und Umfang des Anbaus der Kulturen.



## 2.7.2 Methodisch

Die Berücksichtigung der Landnutzung wurde entsprechend dem heutigen Stand der Ökobilanzierung vorgenommen. Es ist bekannt, dass diese Methodik zurzeit nur sehr beschränkt der Komplexität der belebten Natur gerecht wird.

Beide der in dieser Studie verwendeten Methoden zur gesamt aggregierenden Bewertung haben auch international eine hohe Akzeptanz. Dennoch muss darauf hingewiesen werden, dass die Bewertungen der verschiedenen Auswirkungen nicht auf wissenschaftlicher Basis, sondern auf gesellschaftlichen Relevanzen und Erkenntnissen beruhen. Daher werden diese Methoden teilweise auch abgelehnt, bzw. ISO 14'040 empfiehlt, diese nicht für vergleichende Ökobilanzen, die für die Öffentlichkeit bestimmt sind, zu verwenden.

Trotz der Empfehlung der ISO Norm entschieden wir uns, aus den folgenden Gründen diese beiden Methoden zu verwenden:

- Die Ergebnisse von gesamt aggregierenden Methoden erlauben eine Gewichtung der verschiedenen Auswirkungen und geben dadurch eine gute Entscheidungsbasis.
- Auch wenn die Gewichtungen nicht „absolut“ sind, so sind deren Ergebnisse mit Sicherheit aussagekräftiger, als die Beschränkung auf einige wenige Auswirkungen.
- Die Darstellung von allen Auswirkungen ist geeignet für die Schwachstellenanalyse und dem Finden von Optimierungen. Jedoch lassen sich oft keine Entscheidungen daraus ableiten, da die verschiedenen Auswirkungen im Allgemeinen unterschiedliche Resultate zeigen.
- Die Resultate lassen sich gut kommunizieren.
- Damit werden die Ergebnisse vergleichbar mit den Resultaten der Studie „Ökobilanz von Energieprodukten“.
- Durch die Verwendung von mehr als einer Methode

Durch die Verwendung von mehr als einer Methode kann die Aussagekraft überprüft werden, da sich daraus eine Sensitivität bezüglich der unterschiedlichen Gewichtungen ergibt. Zudem wurden die Ergebnisse dieser gesamt aggregierenden Methoden mit den Ergebnissen der Wirkungen hinterfragt.

## 3 Ergebnisse

Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden nur die Resultate der folgenden Methoden dargestellt:

- Treibhauspotential
- Methode nach Schadstofffrachten („Umweltbelastungspunkte“ – UBP06)
- Eco-Indicator '99

Das Treibhauspotential wird ausgewiesen, da die Auswirkungen auf das Klima von hoher Aktualität sind.

Die anderen beiden Methoden geben die gesamten Umweltauswirkungen wider. Die Aussagekraft wurde geprüft, indem zwei unterschiedliche Methoden verwendet werden und die Plausibilität auf Grund der Resultate der detaillierten Wirkbilanz überprüft wurden.

### 3.1 Unsicherheit und Signifikanz

Jede Ökobilanz ist mit Unsicherheiten behaftet, welche sich aus Unsicherheiten bei der Datenerhebung, wie auch bei den Einwirkungen und Auswirkungen auf die Umwelt ergeben. Diese Unsicherheiten wurden soweit möglich erfasst oder zumindest abgeschätzt. Teilweise wurde mit Sensitivitätsanalysen die Einflüsse unterschiedlicher Szenarien bestimmt.

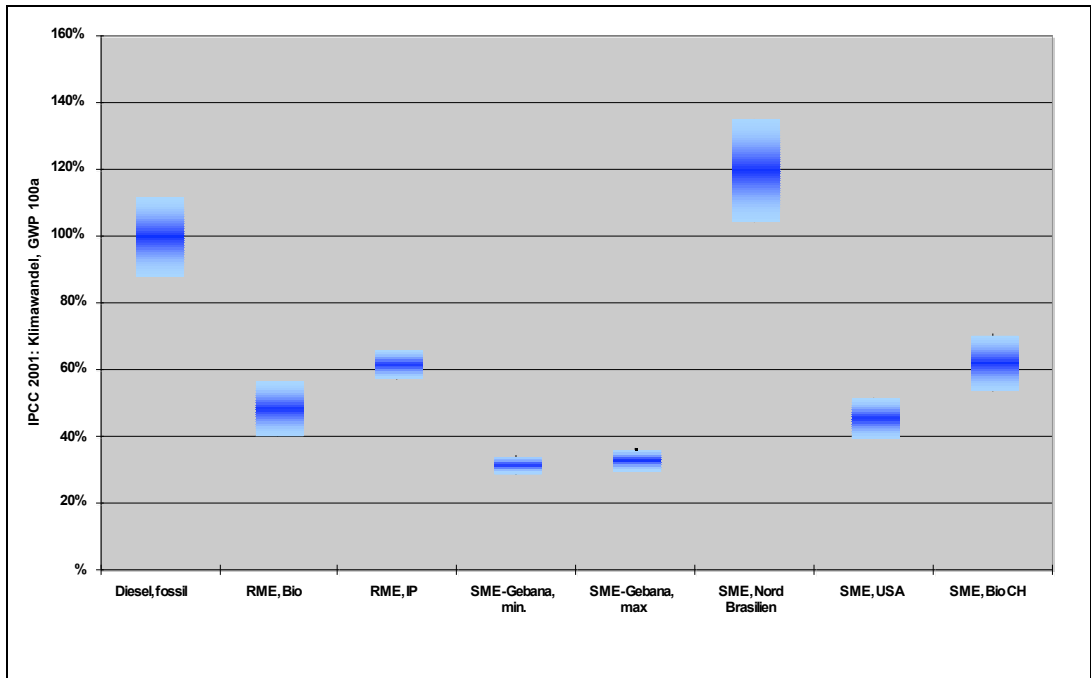
Die Unsicherheiten wurden ausgewertet und sind in den Übersichtsgrafiken als Spannbreiten der Ergebnisse entsprechend ausgewiesen. Bei diesen Spannbreiten handelt es sich um Standardabweichungen der Werte aufgrund der errechneten Fehlerfortpflanzung der Datenfehler (Gauss-Verteilung, statistisch unabhängige Werte).

Dabei ist zu beachten, dass es sich dabei nur um die Unsicherheiten der Sachbilanz handelt. Damit werden die ausgewiesenen Unsicherheiten eher unterschätzt.

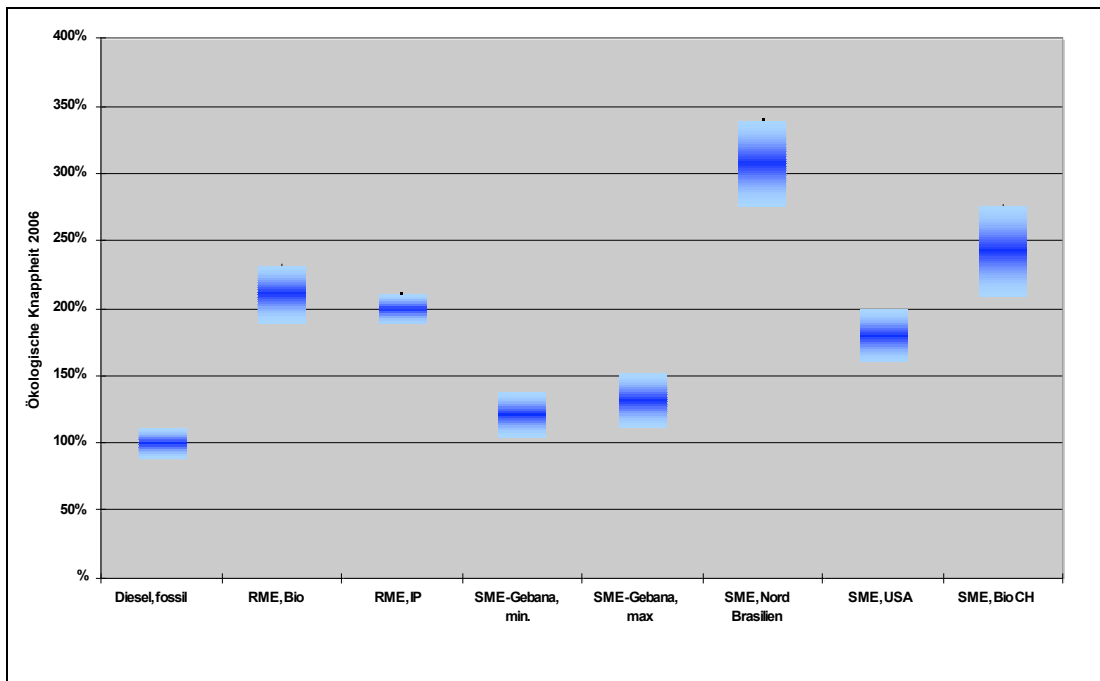
Zudem wurde die Aussagekraft mit Hilfe von Plausibilitäts-, Sensitivitäts- und Relevanzanalysen überprüft.

### 3.2 Ergebnisse der Vergleiche

In Abbildung 4 sind die klimawirksamen Emissionen der untersuchten Treibstoffe von der Bereitstellung bis zum Betrieb dargestellt. Dabei wurden die Daten auf die klimawirksamen Emissionen des Diesels aus fossilen Quellen normiert. Bis auf Sojamethylester im Norden Brasiliens weisen alle Treibstoffe aus Biomasse deutlich tiefere Emissionen im Bereich der Treibhausgase auf. Die Reduktion der klimawirksamen Emissionen von SME-Gebana gegenüber Diesel beträgt rund 70%.



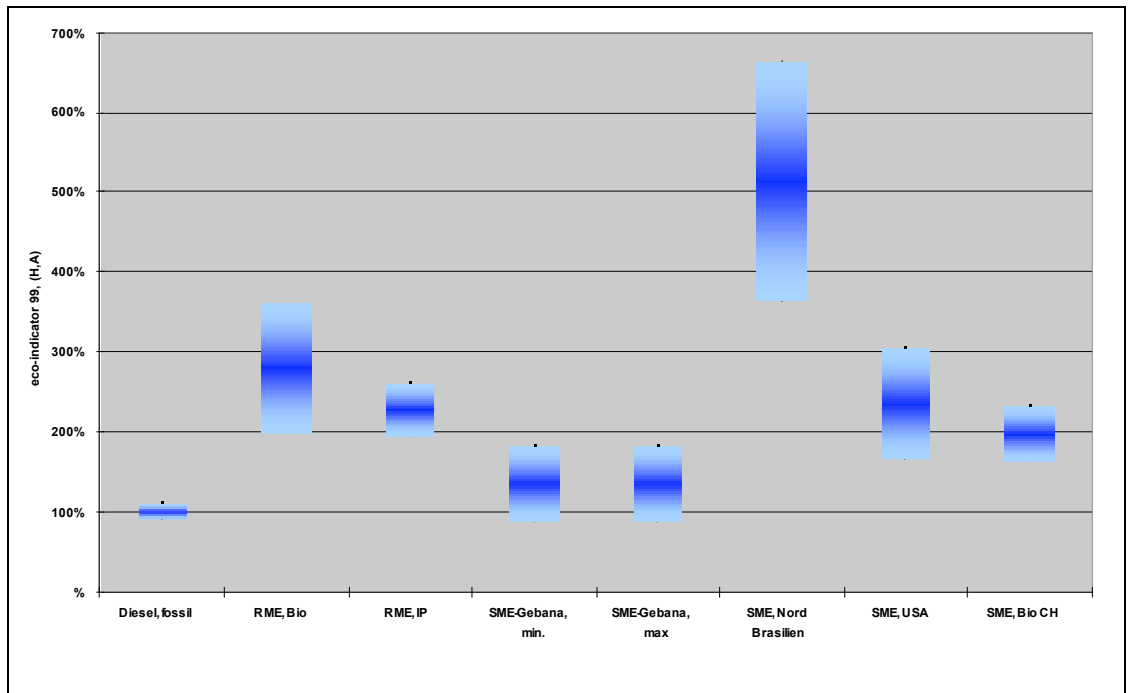
**Abbildung 4 Vergleich der klimawirksamen Emissionen der verschiedenen Treibstoffe.**



**Abbildung 5 Darstellung der Bewertung mit der Methode UBP 06 der verschiedenen Treibstoffe**

Die Ergebnisse nach Umweltbelastungspunkten zeigen auf, dass die grössten Auswirkungen wiederum beim Anbau von Soja im Norden Brasiliens anfallen. SME-Gebana weist von den Treibstoffen aus Biomasse die tiefsten Belastungen auf, allerdings sind diese immer noch

grösser als bei der Verwendung von fossilem Dieseltreibstoff. Im Rahmen der Unsicherheit liegen die Werte für SME-Gebana nur leicht über denjenigen von Normaldiesel.



**Abbildung 6 Darstellung der Bewertung mit der Methode Eco Indicator 99 der verschiedenen Treibstoffe**

Für die Bewertung mittels Eco Indicator99 ergeben sich analoge Ergebnisse zu den Resultaten nach Umweltbelastungspunkten, siehe Abbildung 6. Bei dieser Methode sind die Werte für SME-Gebana noch etwas näher an Zahlen für konventionellen Dieseltreibstoff herangerückt.

Zudem zeigt die Sensitivitätsanalyse bezüglich der Nährstoffauswaschung geringe Unterschiede. Auch bei hohen Nährstoffemissionen sind die Umweltauswirkungen von SME-Gebana immer geringer, als diejenigen der anderen untersuchten Treibstoffe.

### 3.3 Diskussion der Ergebnisse

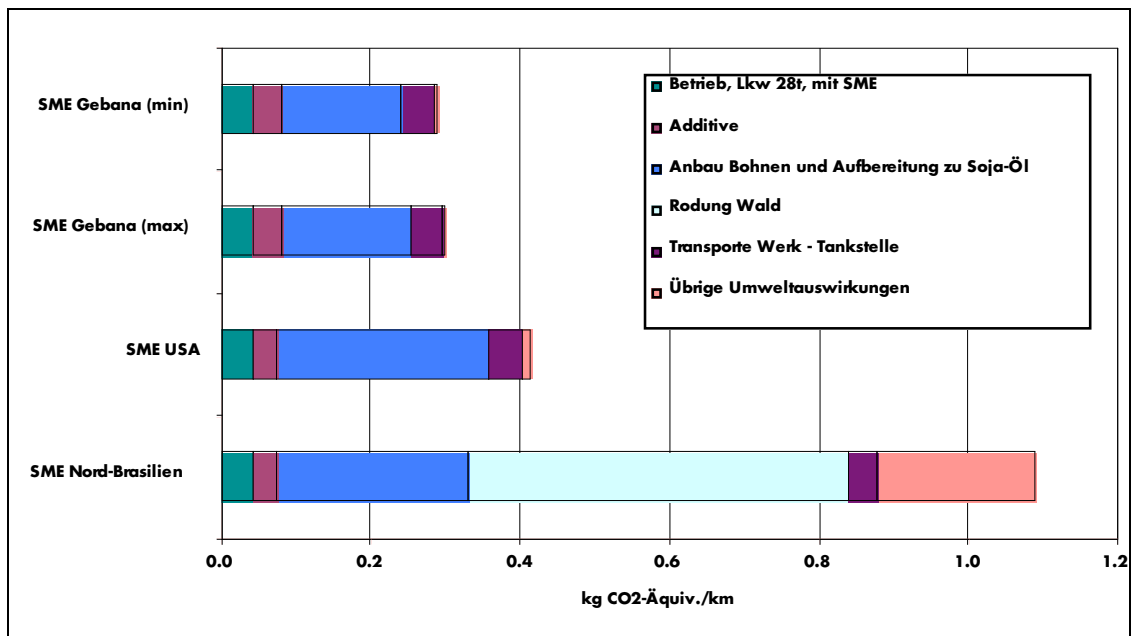
Die Resultate in Kapitel 3.2 zeigen:

- Alle drei der oben dargestellten Methoden zeigen, dass die Umweltauswirkungen von SME-Gebana signifikant geringer sind, als diejenigen der anderen Methylester.
- Bezüglich der klimarelevanten Auswirkungen ergibt sich eine Reduktion von rund 70% gegenüber dem Treibstoff aus fossilem Diesel.
- Beide Methoden, welche die Umweltauswirkungen gesamthaft beurteilen, zeigen, dass die Auswirkungen von SME-Gebana tendenziell, jedoch nicht signifikant höher als diejenigen des fossilen Treibstoffes sind.

Um die Gründe für die Unterschiede der Umweltauswirkungen der verschiedenen Treibstoffe aus Soja darzustellen, wurden die gesamten Prozessketten auf die folgenden Teilschritte aufgeteilt:

- Anbau
- Waldrodung
- Herstellung der Additive
- Transporte von Werk zur Tankstelle
- Betrieb LKW

Um diese Aufteilung vorzunehmen, wurden alle Prozesse, welche zumindest 1% an der gesamten Wirkung ausmachen, in diese Klassen aufgeteilt. Die restlichen Prozesse wurden in die Kategorie „Übrige Umweltauswirkungen“ zusammengefasst. Auf Grund dieses Cut Offs ergeben sich unterschiedliche Beiträge zur Kategorie „Übrige Umweltauswirkungen“. Die Unterschiede in der Kategorie „Übrige Umweltauswirkungen“ haben entsprechend keine direkte Aussagekraft. Ein grosser Balken in dieser Kategorie bedeutet nur, dass viele verschiedene Prozesse mit geringen Auswirkungen bei der betreffenden Prozesskette verwendet wurden.



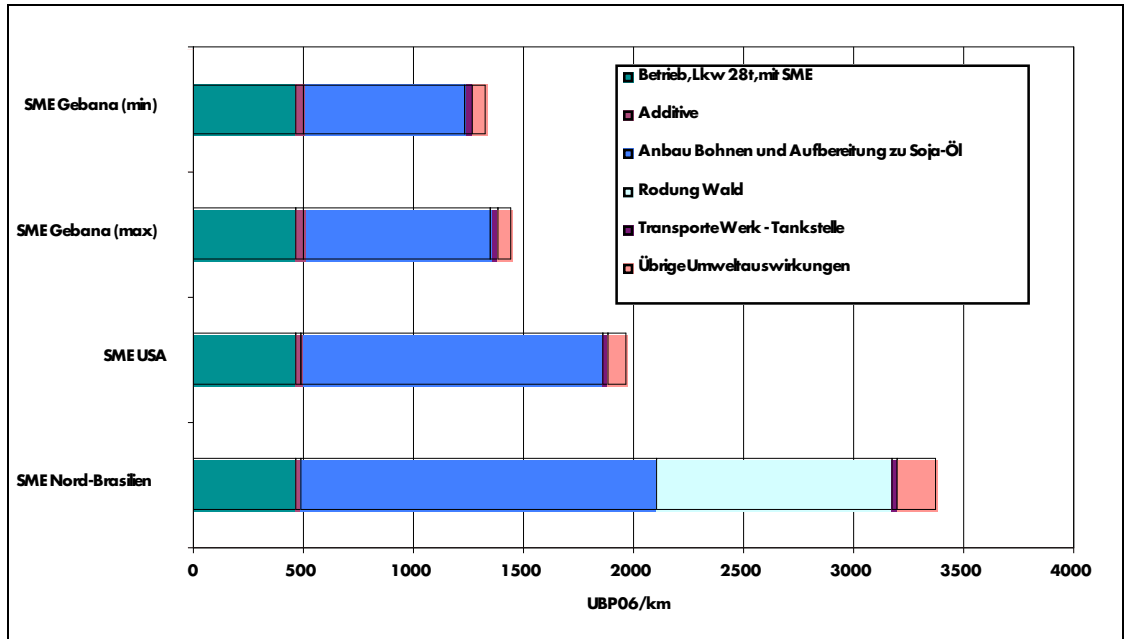
**Abbildung 7 Darstellung der klimawirksamen Emissionen der verschiedenen Treibstoffe aufgeteilt in die verschiedenen Prozessschritte.**

Die Aufteilung auf verschiedene Prozessschritte, siehe Abbildung 9 zeigt, dass sich die Ursachen der unterschiedlichen Bewertung im Wesentlichen aus den folgenden Gründen ergeben:

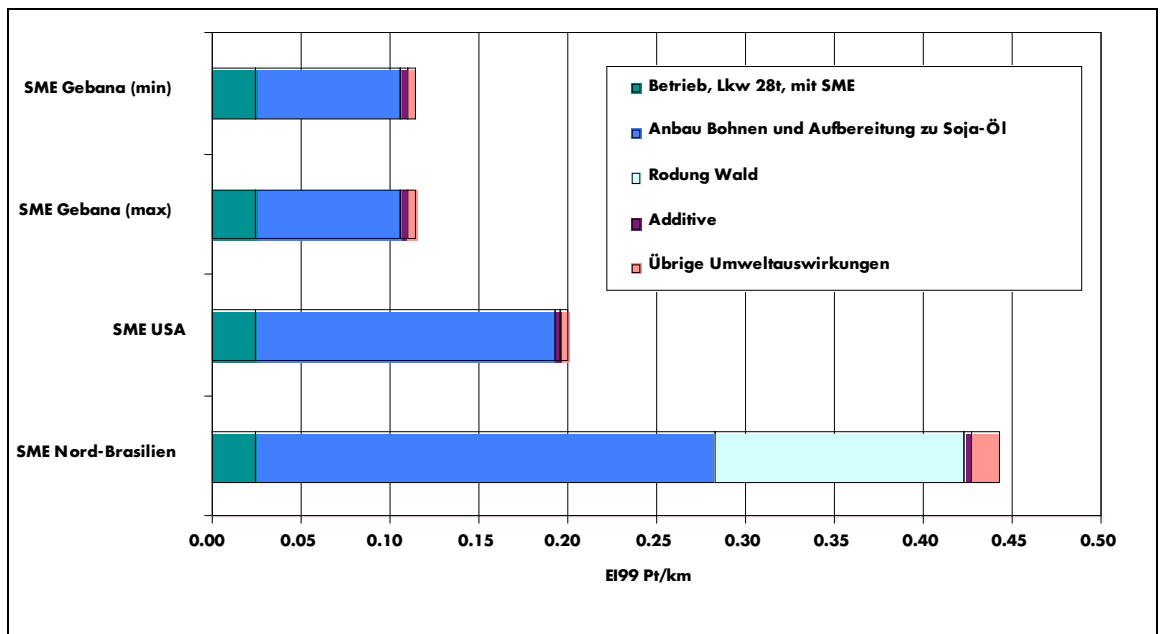
- Regenwaldnutzung
- Anbau der Soja

Beim Indikator klimarelevante Emissionen schneidet SME Nord Brasilien in erster Linie auf Grund der Urwaldrodung im Anbauggebiet sehr schlecht ab [20], siehe Abbildung 7. Gemäss dem United State Departement of Agriculture (USDA) wird im Norden Brasiliens ca. 3.2% Soja auf Flächen angebaut, welche durch Abholzung von Regenwald zu Landwirtschaftsflächen umgewandelt wurden. Dieser Anteil von 3.2% alleine ist für die Kategorie „Rodung

Urwald“ verantwortlich. Dieselbe Quelle zeigt auch, dass im Süden von Brasilien (also Gebana) keine Umwandlung von Regenwald für den Sojaanbau stattfindet, siehe dazu auch Jungbluth, Ökobilanz von Energieprodukten, Seite 134.



**Abbildung 8 Darstellung der Bewertung mit der Methode UBP 06 der verschiedenen Treibstoffe aufgeteilt in die verschiedenen Prozessschritte.**



**Abbildung 9 Darstellung der Bewertung mit der Methode Eco Indicator 99 der verschiedenen Treibstoffe aufgeteilt in die verschiedenen Prozessschritte.**

Die Methoden UBP Abbildung 8 und Eco Indicator Abbildung 9 weisen dem Anbau von Soja die höchsten Umweltauswirkungen zu. Zudem zeigen sich grosse Unterschiede beim Anbau der Soja. Diese liegen je nach Bewertungsmethode bis doppelt so hoch wie die Umwelt-

auswirkungen des Gebana-Sojas. Die Gründe für diese bessere Bewertung der Gebana Soja ergeben sich aus dem biologischen Anbau. Einerseits durch direkte Umweltauswirkungen bei Anbau, viel mehr jedoch aus der Allokation, da die Gebana auf Grund des Anbaus nach Bio Richtlinien mit den Produkten Futtermittel und Nahrung einen viel höheren ökonomischen Ertrag erwirtschaftet als beim konventionellen Anbau.

## 4 Schlussfolgerungen

Der Soja-Methylester der Gebana AG weist eine deutlich tiefere Umweltbelastung auf, als die anderen betrachteten Soja-Methylester. Insbesondere sind die Umweltauswirkungen deutlich kleiner als beim Soja-Anbau im Norden Brasiliens.

Bei den Auswirkungen auf das Treibhauspotential schneidet Sojamethylester der Gebana Brasil am Besten ab und weist nur ca. 30% der Auswirkungen von Dieseltreibstoffen auf.

Die Gesamtbelastung, welche neben der Klimaveränderung und den energetischen Ressourcen auch die Belastung des Bodens, der Gewässer und der Luft sowie die Landnutzung berücksichtigt, ist SME-Gebana nicht signifikant höher als die Verwendung von Diesel. Die Umweltauswirkungen sind tendenziell etwas höher, jedoch liegen diese im Rahmen der Unsicherheit. Im Rahmen der Datenunsicherheit, ergibt sich keine wesentliche Mehrbelastung durch den Einsatz von SME-Gebana im Vergleich zu konventionellem Diesel.

Folgende Gründe sind verantwortlich für diese gute Beurteilung von SME aus Gebana Soja im Vergleich zu SME aus anderen Anbaugebieten und RME:

- Schonende Landwirtschaft
- Hohe Flächenproduktivität in Brasilien mit einer abwechslungsreichen Fruchtfolge
- Hauptprodukte sind Futtermittel und Lezithin, das Öl ist tendenziell ein Koppel- oder Nebenprodukt. Daher wird ein wesentlicher Teil der Umweltauswirkungen des Anbaus den Hauptprodukten zugeordnet.
- Für den Anbau wurde keine Urwaldrodung gemacht.

### 4.1 Empfehlungen

Zur Entscheidung, ob der Einsatz eines Treibstoffes aus Biomasse sinnvoll ist, kann die Anforderung der schweizerischen Verordnung für die Steuerbefreiung von Treibstoffen aus Biomasse verwendet werden, welche sinngemäss folgende Anforderung stellt:

„Durch den Einsatz von Treibstoffen aus Biomasse sollen die Auswirkungen auf das Klima reduziert werden. Dabei sollen die gesamthaften Umweltauswirkungen gemessen mit der Methode der Ökobilanzierung nicht wesentlich höher sein, als diejenigen von Diesel aus fossilen Quellen.“

Im Rahmen der Unsicherheit, erfüllt SME-Gebana diese Forderungen.

Dabei ist jedoch Folgendes zu beachten:

- Solange das Soja-Öl der Gebana ein Nebenprodukt des Soja-Anbaus bleibt, ergibt sich die für diese Berechnungen verwendete vorteilhafte Allokation der Umweltauswirkungen.
- Nicht zu empfehlen ist die Intensivierung des Anbaus mit Ziel eine grössere Menge an Öl und damit Methylester zu produzieren. Daraus könnten sich wesentlich höhere Belastungen ergeben. Dies ist jedoch auf Grund der hohen Erträge mit den Nahrungs- und Futtermittel aus ökonomischen Gründen nicht zu erwarten. Möglicherweise könnten vermehrt Flächen nach Gebana Richtlinien angebaut werden, was durchaus wünschbar ist.
- Zudem ist zu beachten, dass jede zusätzliche Nutzung von Sojaöl zu einem erhöhten Druck auf den Urwald und damit indirekt zu einer Abholzung führen kann.



- Allenfalls wäre noch abzuklären, ob das Soja-Öl in anderen Produkten sinnvoller eingesetzt werden kann, indem sich dort eine höhere Reduktion ergibt.

Auch wenn der Transport in die Schweiz nicht mit relevanten Umweltauswirkungen verbunden ist, siehe z.B. Abbildung 8, so wäre es doch sinnvoller diesen Transport zu vermeiden und den Treibstoff am Ort der Herstellung zu nutzen. Um dennoch einen finanziellen Nutzen zu haben, bestünde z.B. die Möglichkeit entsprechende Zertifikate in der Schweiz zu verkaufen.

# Anhang 1: Prozessbäume

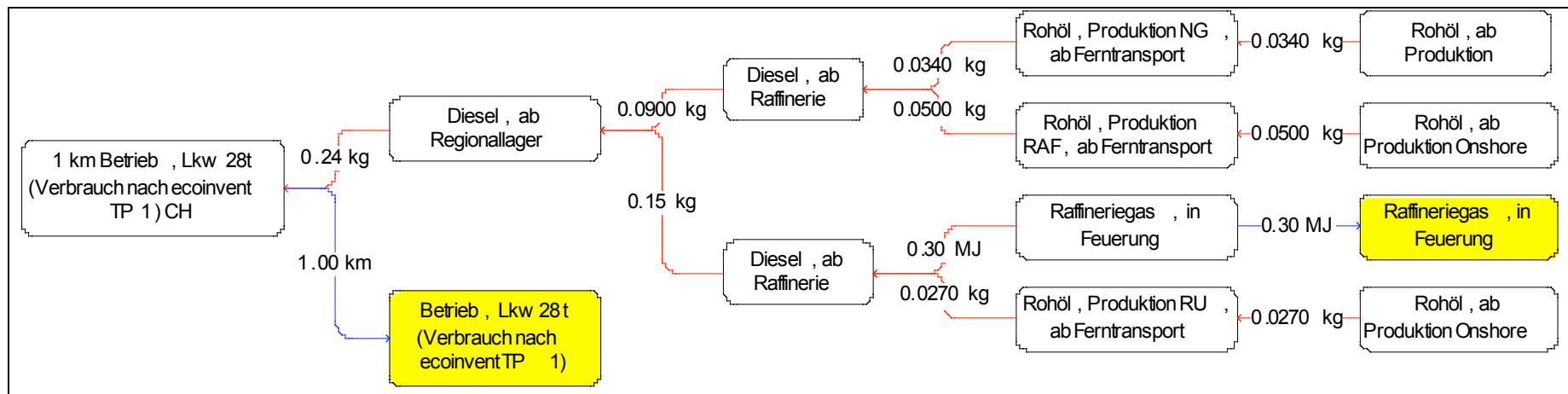
Auf den folgenden Grafiken sind exemplarisch die verwendeten Prozesse für Diesel, Sojamethylester (Nordbrasilien) und Sojamethylester Gebana grafisch dargestellt.

Die aufgeführten Angaben beziehen sich dabei jeweils auf die Funktionelle Einheit von 1 km Betrieb eines LKW.

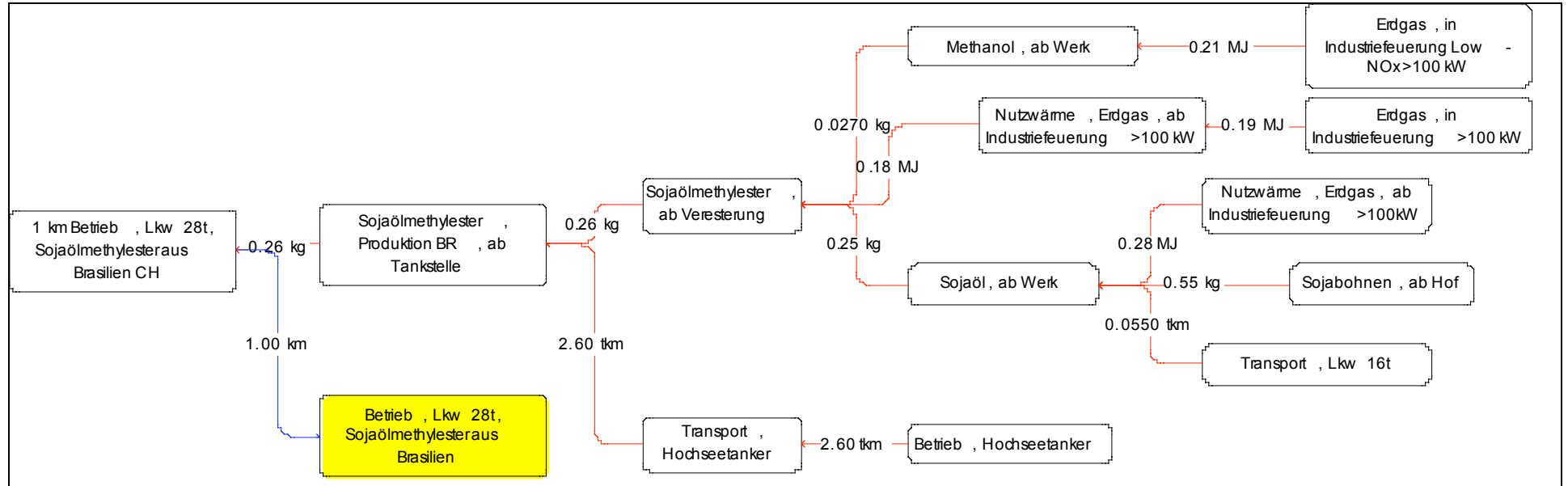
Es sind jeweils nur diese Prozesse und Zahlenangaben aufgeführt, welche einen Beitrag an die Umweltauswirkungen von mindestens 1 % haben. Für SME Gebana wurde der Cut-Off auf 2 % erhöht, da der Prozessbaum andernfalls unübersichtlich komplex würde.

## Prozessbaum Diesel

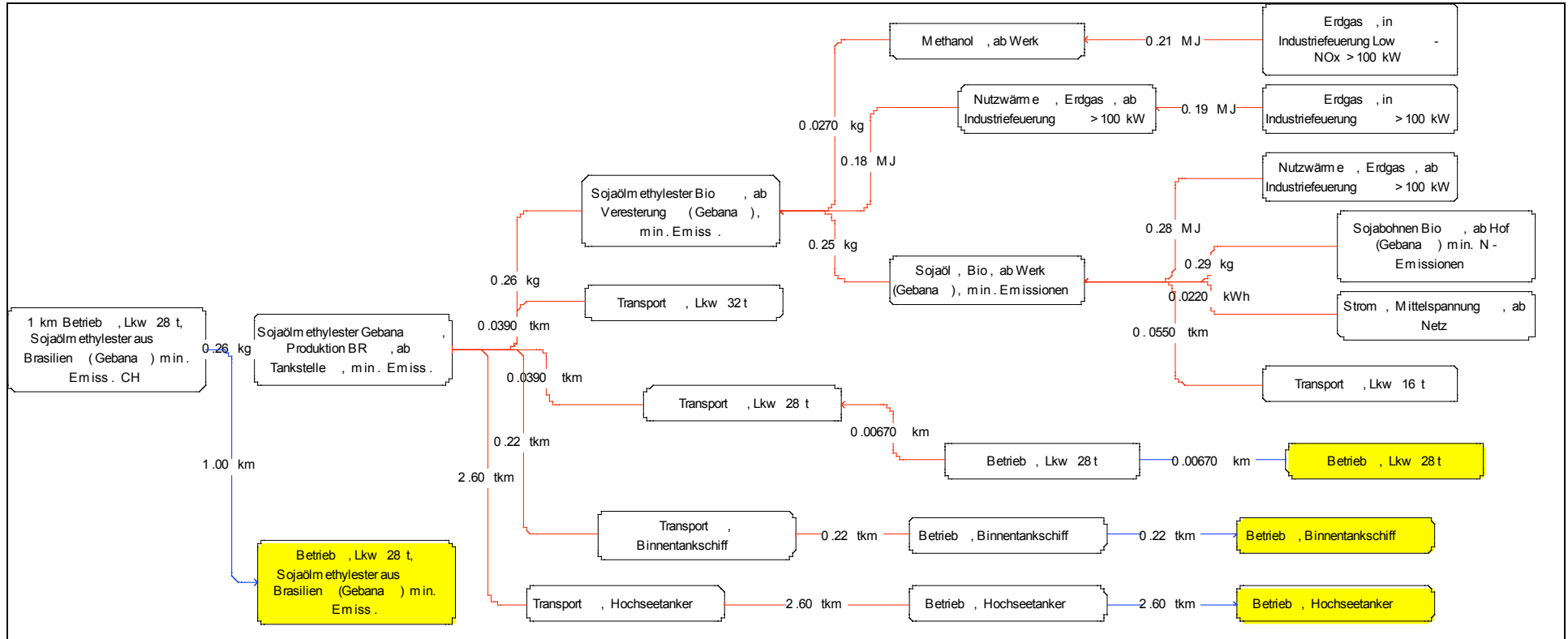
LKW (28t), Diesel, Beitrag zu den Umweltauswirkungen  $\geq 1\%$



**LKW (28t), SME, Norden Brasilien, Beitrag zu den Umweltauswirkungen ≥ 1 %**



**LKW (28t), SME, Gebana Beitrag zu den Umweltauswirkungen ≥ 2 %**



## Anhang 2: Literatur

- [1] Studer, A., *Autohersteller kommen auf den Bio-Geschmack*, in *Basler Zeitung* 7.11.2006.
- [2] Dinkel, F. und M. Real, *Ökologische Bewertung von Biotreibstoffen*. 1999, Carbotech AG, Alpha Real AG.
- [3] Edwards, R., et al., *Well-to-Wheels Analysis of Future Automotive Fuels and Powertrains in the European Context: Well-to-Wheels Report*. EUCAR, EC/JRC, 2004: p. 60.
- [4] Zah, R., *Ökobilanzierung von Bioenergie*. 2006 EMPA.
- [5] Reijnders, L., *Conditions for the sustainability of biomass based fuel use*. *Energy Policy*, 2006(34): p. 863-876.
- [6] ISO, 2006a. *ISO 14040*, in *Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework*. 2006: Geneva.
- [7] ISO, 2006b. *ISO 14040*, in *Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines*. 2006: Geneva.
- [8] Zah, R., *Ökobilanz von Energieprodukten: Bewertung der Umweltauswirkungen*. 2006.
- [9] Jungbluth, N., *Ökobilanz von Energieprodukten*. 2006, Bundesamt für Energie, Bundesamt für Umwelt und Bundesamt für Landwirtschaft: Bern
- [10] Jungbluth, N., et al., *Life Cycle Inventories of Bioenergy*, in *Data v2.0 (2007)*. 2007: Uster.
- [11] *ecoinvent 2000: Ökoinventare von Energiesystemen, Transporten und Grundmaterialien, Version 1.3*. November 2006.
- [12] *Wirz Handbuch, Pflanzen und Tiere*, LBL.
- [13] Dinkel, F., *Einfluss des Anbaus auf die Umweltauswirkungen von Biotreibstoffen*. 30.06.2007, Bundesamt für Energie: Bern.
- [14] Nemecek, T., et al., *ecoinvent report No 15*, in *Life Cycle Inventories of Agricultural Production Systems* April 2004, ecoinvent Centre.
- [15] Hauschild, M. und H. Wenzel, *Environmental Assessment of Products: Scientific background*. 1998: London. p. 565
- [16] Guinée, J.B., *Life cycle assessment; An operational guide to the ISO standards; Characterisation and Normalisation Factors*. 2001, CML.

- [17] Goedkoop, M., *The Eco-Indicator 1999*. 2000: Amersfoort.
- [18] Heijungs, "Environmental Live Cycle Analysis of Products". 1992, Centrum voor Milieukunde: Leiden.
- [19] Frischknecht, R., R. Steiner, und N. Jungbluth, *Methode der ökologischen Knappheit Ökofaktoren 2006*. 2006, BAFU und ÖBU.
- [20] Zah, R., et al., *Ökobilanz von Energieprodukten: Ökologische Bewertung von Biotreibstoffen*. 2007, Bundesamt für Energie, Bundesamt für Umwelt und Bundesamt für Landwirtschaft: Bern

# Anhang 3: Fair Trade Kriterien der Gebana AG

Die vorliegenden Kriterien des Fairen Handels streben langfristig eine echte Partnerschaft zwischen allen Handelspartnern an. Sie sollen für alle Partner eine ökologisch, sozial und ökonomisch nachhaltige Entwicklung gewährleisten.

Die Kriterien gelten für die Beziehung der Gebana AG zu ihren ProduzentInnen und Verarbeitungsbetrieben in den Produktionsländern. Die Ausweitung auf weitere Akteure der Handelskette werden zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen.

Die hier festgehaltenen Kriterien des Fairen Handels haben sich im Laufe der Zeit entwickelt und entsprechen einem praktikablen Ist-Zustand. Die Auswirkungen der Kriterien sind regelmässig bezüglich der allgemeinen Zielsetzung im Fairen Handel zu überprüfen und dementsprechend prozesshaft weiterzuentwickeln.

## **Handelsbeziehungen**

- Im Fairen Handel der Gebana AG werden langfristige, stabile Beziehungen zwischen den Handelspartnern, insbesondere zu den Produzenten angestrebt.
- Wird mit Zusammenschlüssen (z.B. Genossenschaften) von KleinproduzentInnen, mit Familienbetrieben und direkt mit ProduzentInnen, Vermarktungszusammenschlüssen, privatwirtschaftlichen Exportorganisationen, Exportförderungs-Organisationen und kleineren und mittleren Unternehmen (Fabriken, Plantagen, verarbeitende Betriebe usw.) in wirtschaftlichen Randregionen der ganzen Welt zusammengearbeitet.
- Die Gebana AG ist bestrebt alle HandelspartnerInnen (ProduzentInnen und ArbeitnehmerInnen) in die Ausgestaltung der Handelsbeziehungen miteinzubeziehen.

## **Zielsetzungen**

Die Produkte sollen möglichst direkt bei den ProduzentInnen und ihren Zusammenschlüssen bezogen werden, um ihnen einen Marktzugang zu ermöglichen.

## **Arbeitsbedingungen**

- Die Gebana AG verlangt von sich und ihren Partnerunternehmen mit Lohnabhängigen (in Fabriken, auf Plantagen usw.), dass die sozialen und gesundheitlichen Mindestanforderungen gemäss nationalen Gesetzen und den ILO-Konventionen erfüllt sind, dass existenzsichernde Löhne bezahlt werden, keine überlangen Arbeitszeiten geleistet werden müssen und die Arbeitsplätze angemessen und sicher eingerichtet sind.
- Die Gebana AG achtet darauf, dass in den Unternehmen Organisationsfreiheit und das Recht auf Kollektivverhandlungen und Lohngleichheit gewährt sowie das Verbot der Zwangsarbeit und missbräuchlicher Kinderarbeit eingehalten wird.
- Die Gebana AG fördert Bemühungen der Unternehmen, für Sicherheit am Arbeitsplatz zu sorgen (Schutzkleidung, Schutz vor gesundheitsschädigenden Einflüssen, Lichtverhältnisse, Lüftung usw.).

### ***Zielsetzungen***

Lohngleichheit von Mann und Frau und Vermeidung von Diskriminierung aus rassistischen, ethnischen, geschlechtlichen und religiösen Gründen.

Mit der Einhaltung der sozialen Mindestanforderungen auf betrieblicher Ebene soll die Stellung der Beschäftigten im Herkunftsland gefördert und eine Vorbildfunktion für den kommerziellen Handel übernommen werden.

### **Preise**

- Im Fairen Handel der Gebana AG werden kostendeckende und existenzsichernde Preise bezahlt; d.h. Preise, die über den lokalen Mindestpreisen liegen und ProduzentInnen die materielle Existenz sichern.
- wird der Entscheid über die Verwendung des Mehrerlöses (durch Prämien, Aufzahlungen) aus dem Fairen Handel den ProduzentInnen selber überlassen.
- werden auf Anfrage anteilige Vorfinanzierung der Produkte oder günstige Kredite gewährt.
- wird eine transparente Preispolitik betrieben.

### ***Zielsetzung***

Existenzsicherung und Ermöglichung eines Lebens in Würde

### **Produkte**

- Im Fairen Handel der Gebana AG werden marktfähige Qualitätsprodukte angeboten die sozial- und umweltverträglich hergestellt werden; die Produktequalität entspricht den Bedürfnissen der Märkte in den Abnehmerländern; die Ausrichtung auf diese Standards vermittelt den Produzent/innen das für ihre Entwicklung notwendige Markt- und Handelswissen
- werden bei den Landwirtschaftsprodukten solche aus umweltfreundlichen (biologischen, GVO-freien) Mischkulturen bevorzugt
- darf die Subsistenzproduktion (Selbstversorgung) nicht gefährdet werden und soll die Inlandvermarktung in den Produktionsgebieten gewährleistet bleiben

### ***Zielsetzungen***

Qualitätsverbesserung und Neuentwicklung von Produkten und Produktionsmethoden, um deren Marktfähigkeit zu steigern.

Schrittweise Umstellung auf ökologische Produktionsverfahren, Anbauweisen und Verarbeitungsprozesse nach den Richtlinien anerkannter Zertifizierungs- und Umweltorganisationen.

### **Transparenz und Öffentlichkeitsarbeit**

- Im Fairen Handel der Gebana AG wird eine offene Informationspolitik von/ über Produzenten, Vorlieferanten, Herkunft der Produkte, Produktion, Management, Marketing, Finanzen und die Ergebnisse aus den Kontrollen gepflegt.
- werden gezielt Informationen verbreitet und Bildungsarbeit geleistet die den Fairen Handel und seine Zielsetzung weiterbringen.



### ***Zielsetzung***

Gewährleistung der Glaubwürdigkeit des Fairen Handels und Förderung der Kompetenz und Professionalität seiner Akteure.

### **Monitoring und Kontrolle**

- Im Fairen Handel der Gebana AG werden interne und/oder externe, unabhängige Organe geschaffen, die in Zusammenarbeit mit Vertreter/innen der Beschäftigten, mit NGO und/oder Gewerkschaften, den Entwicklungsprozess hin zur Einhaltung der Kriterien begleiten und regelmässig beurteilen.
- wird die Einhaltung der Kriterien regelmässig von externen, unabhängigen Kontrollorganen überprüft.

### ***Zielsetzungen***

Regelmässige Begleitung (Monitoring) und Kontrolle tragen zur schrittweisen Verbesserung der Produktionsmethoden und Produkte bei. Die Kontrollen sollen für kleinere Produktionspartner nicht marktzutrittshemmend sein, weshalb sie entsprechend unterstützt werden. Bei Monitoring und Kontrolle wird auf die Förderung der Stellung der ArbeiterInnen geachtet und ein Beschwerdemechanismus geschaffen, durch welchen die Beschäftigten die Möglichkeiten erhalten ihren Anliegen Gehör zu verschaffen.