

# **Ökobilanzierung in der Rindfleischerzeugung – Ergebnisse eines Ochsenmastbetriebes im Grünlandgebiet**

## **Diplomarbeit**

**aus dem Fachgegenstand:**

Nutztierhaltung

**Betreuer:**

Mag. Thomas Guggenberger MSc (GIS)

**Außerschulischer Partner:**

Norbert Steiner

durchgeführt an der

Höheren Bundeslehr- und Forschungsanstalt

für Landwirtschaft

Raumberg-Gumpenstein

A – 8952 Irdning-Donnersbachtal, Raumberg 38

[www.raumberg-gumpenstein.at](http://www.raumberg-gumpenstein.at)

vorgelegt von

**Christiane Steiner**

April 2015

## Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser!

Im Zuge der Matura war für mich schon ziemlich früh klar, dass ich eine Diplomarbeit einem Diplomprojekt vorziehen werde. Bereits im Frühling 2012 hat mich Priv. Doz. Dr. DI Andreas Steinwider auf das Projekt FarmLife aufmerksam gemacht und über die Möglichkeit des Schreibens einer Diplomarbeit zum Thema Ökobilanzierung informiert.

Da ich einen großen Bezug zu unserer Landwirtschaft zu Hause habe und mir auch in Zukunft vorstellen kann, in der Landwirtschaft tätig zu sein, war ich von der Idee, eine Diplomarbeit in Zusammenhang mit unserem landwirtschaftlichen Betrieb zu schreiben, sehr begeistert. Dass die Diplomarbeit den heimatlichen Betrieb und ein umwelttechnisches Thema vereinbart, war eine weitere Motivation für mich.

Ich möchte mich von ganzem Herzen bei allen bedanken, die mich immer unterstützt und motiviert haben und mir bei Fragen stets hilfreich zur Seite gestanden sind.

Ein besonderer Dank gilt meinem schulischen Betreuer Mag. Thomas Guggenberger, MSc., der mich so tatkräftig unterstützt hat, bei offenen Fragen immer Verständnis hatte und geduldig und hilfsbereit war.

Ein weiterer Dank gilt meinen Eltern, die mir diese Ausbildung erst ermöglicht haben und mich immer unterstützt, motiviert und aufgebaut haben. Besonders an Papa, der mir als außerschulischer Partner zur Seite gestanden ist und nie auf die Aufzeichnungen vergessen hat, während ich mein Auslandspraktikum im Sommer absolviert habe.

Herzlichen Dank!

# Inhaltsverzeichnis

<b>VORWORT .....</b>	<b>1</b>
<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>5</b>
1.1 RASSEN .....	5
1.2 OCHSENMAST .....	5
1.2.1 <i>Herkömmliche Ochsenmast</i> .....	6
1.2.2 <i>Intensive Ochsenausmast aus der Mutterkuh</i> .....	6
<b>2 FRAGESTELLUNG UND ZIELE .....</b>	<b>7</b>
<b>3 STAND DES WISSENS .....</b>	<b>8</b>
3.1 GENAUER PROZESSABLAUF DES BETRIEBSZWEIGES OCHSENMAST .....	8
3.1.1 <i>Fütterung</i> .....	8
3.1.2 <i>Schlachtung</i> .....	9
3.1.3 <i>Arbeitszeit</i> .....	9
3.1.4 <i>Stärken</i> .....	10
3.1.5 <i>Schwächen</i> .....	10
3.1.6 <i>Ökonomie</i> .....	10
3.2 BEDEUTUNG DER KREISLAUFWIRTSCHAFT .....	10
3.2.1 <i>Kreislaufwirtschaft am eigenen landwirtschaftlichen Betrieb</i> .....	12
3.3 BEWERTUNGSMETHODEN DER KREISLAUFWIRTSCHAFT .....	13
3.3.1 <i>Hoftorbilanz am Beispiel der Stickstoffbilanz</i> .....	13
3.3.2 <i>Ökobilanzierung</i> .....	14
3.3.2.1 <i>Die vier Phasen der Ökobilanzierung</i> .....	14
3.3.2.2 <i>Ziele der Ökobilanz eines Landwirtschaftsbetriebes</i> .....	16
<b>4 MATERIAL UND METHODEN .....</b>	<b>17</b>
4.1 PROZESS DER DATENERFASSUNG IN FARMLIFE .....	17
4.1.1 <i>Ziele von FarmLife</i> .....	17
4.1.2 <i>Eingabe auf farmlife.at</i> .....	17
4.2 DATENSPIEGEL DES EIGENEN BETRIEBES .....	21

4.2.1	<i>Flächen</i> .....	21
4.2.2	<i>Maschinen</i> .....	21
4.2.3	<i>Tierbestand</i> .....	23
4.3	DATEI „PI.XLS“ UND DIE WEITERVERARBEITUNG IN SALCA .....	23
4.4	ÖKOBILANZSOFTWARE SIMAPRO .....	24
4.4.1	<i>Vorteile von SimaPro</i> .....	24
4.5	INTERPRETATION IM MANAGEMENTDREIECK .....	25
4.5.1	<i>Darstellung der einzelnen Parameter</i> .....	26
4.6	INTERPRETATIONSPFADE DER ÖKOBILANZIERUNGSERGEBNISSE .....	26
4.6.1	<i>Zusammensetzung der Inputgruppen</i> .....	26
4.6.2	<i>Absolute Werte pro Bezugsgröße</i> .....	28
<b>5</b>	<b>ERGEBNISSE UND DISKUSSION</b> .....	<b>29</b>
5.1	BEDEUTENDE INPUT-OUTPUTSTRÖME .....	29
5.1.1	<i>Gebäudebestand</i> .....	29
5.1.2	<i>Maschinenbestand</i> .....	29
5.1.3	<i>Futterzukauf</i> .....	30
5.1.4	<i>Tierzukauf</i> .....	31
5.1.5	<i>Wirtschaftsdünger</i> .....	31
5.1.6	<i>Energieträger</i> .....	31
5.2	ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZIERUNG .....	32
5.2.1	<i>Zusammensetzung der Inputgruppen am eigenen Betrieb</i> .....	32
5.2.2	<i>Vergleich der Zusammensetzung mit Schweizer Forschungsergebnissen</i> .....	34
5.2.2.1	<i>Nicht erneuerbarer Energiebedarf in MJ Äquivalente</i> .....	34
5.2.2.2	<i>Treibhauspotential in kg CO<sub>2</sub> Äquivalente</i> .....	35
5.2.2.3	<i>N-Eutrophierung in kg N Äquivalente</i> .....	36
5.2.2.4	<i>Terrestrische Ökotoxizität in kg 1,4-DB Äquivalente</i> .....	37
5.2.3	<i>Absolute Werte pro Bezugsgröße</i> .....	37
5.3	SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DAS BETRIEBSKONZEPT .....	39
5.3.1	<i>Ökobilanzierung in Zusammenhang mit der Betriebsführung</i> .....	39

5.3.2	<i>Schlussfolgerung aus den Ökobilanzierungsergebnissen .....</i>	<i>39</i>
<b>6</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>41</b>
<b>7</b>	<b>ABSTRACT .....</b>	<b>42</b>
<b>8</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>43</b>
8.1	LITERATURVERZEICHNIS.....	43
8.2	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	44
8.3	TABELLENVERZEICHNIS.....	45

## Einleitung

In Österreich gibt es rund zwei Millionen Rinder. (vgl. STATISTIK AUSTRIA, 2014) Etwa ein Drittel der Tiere werden für die Rindermast genutzt und zu heimischem Qualitätsrindfleisch veredelt oder exportiert. (vgl. GRÜNER BERICHT, 2014, 49) Das Ziel der Rindermast sind möglichst hohe Tageszunahmen, wobei der tägliche Proteinansatz nahezu konstant, der tägliche Fettansatz jedoch im Laufe der Mast zunehmen sollte.

### 1.1 Rassen

Die Wahl der richtigen Rasse für die Mast richtet sich nach dem Angebot auf dem Kälbermarkt, den Absatzchancen der fertigen Tiere und dem vorhandenen Grundfutter. Großrahmige Rassen müssen höhere Mastendgewichte erreichen und somit intensiver gefüttert werden. Kleinrahmigere Rassen sind mit einem geringeren Gewicht schlachtreif und können extensiver gefüttert werden.

Die in Österreich am meisten verbreitete und auch in der Rindermast sehr beliebte Rasse ist das Fleckvieh. Es handelt sich hierbei um eine Zweinutzungsrasse. Durch hohe Milch- und Fleischleistungen ist die Haltung von Fleckvieh als sehr wirtschaftlich anzusehen. Gerne werden auch Kreuzungen von Zweinutzungsrasen mit Fleischerassen eingesetzt.

### 1.2 Ochsenmast

Vor allem im Grünlandgebiet sind arbeitsextensive Rinderhaltungsformen in Zukunft betriebswirtschaftlich durchaus als sinnvolle Produktionsvarianten anzusehen. Eine dieser Varianten ist die Erzeugung von hochwertigem Rindfleisch durch die Ochsenmast. Ziel der Ochsenmast ist es, je nach Verfahren in circa 14 – 24 Monate schlachtreife Ochsen gemästet zu haben. Dabei sollten die Futterkosten und Stallplatzkosten minimiert und auf die Vermarktung der Produkte Augenmerk gelegt werden. Eine gezielte Fütterung mit hohem, qualitativ hochwertigem Grundfutteranteil kann unnötige Kraftfutterkosten ersparen. Weidehaltung ist auch eine Möglichkeit, um Futterkosten zu sparen. Um das qualitativ hochwertige Rindfleisch bestmöglich zu vermarkten, bietet es sich an, an Markenfleischprogrammen teilzunehmen. Diese setzen einige Produktionsbedingungen voraus, an die man sich anpassen muss.



**Abbildung 1:** Um als AMA Gütesiegel Ochse, Bio-Ochse oder Bio-Qualitätsmastochse ausgezeichnet zu sein, muss man sich an gewisse Vorgaben halten; Quelle: Österreichische Rinderbörse

### **1.2.1 Herkömmliche Ochsenmast**

Bei der herkömmlichen Ochsenmast unterscheidet man zwischen der Ochsenmast ab Kalb und der Ochsenausmast aus Mutterkuhhaltung. Bei der Ochsenmast ab Kalb achtet man auf eine zügige Jugendentwicklung, die durchschnittliche Tageszunahmen betragen zwischen 750 und 850 g. In den letzten drei Monaten befindet sich der Ochse in der Ausmast, wo Tageszunahmen um 900 g erreicht werden. Die Schlachtreife ist mit 550 bis 700 kg Lebendgewicht erreicht, was mit circa 20 bis 26 Monaten der Fall ist.

Bei der Mast in der Mutterkuhhaltung werden in der Jugendphase höhere Tageszunahmen erreicht, darum sind die Tageszunahmen in der Ausmast etwas geringer, Schlachalter und –gewicht sind gleich hoch, wie bei der Ochsenmast ab Kalb.

### **1.2.2 Intensive Ochsenausmast aus der Mutterkuh**

Eine besondere Form der Ochsenmast ist die intensive Ochsenmast aus der Mutterkuh. Nach dem Absetzen von der Kuh werden die Tiere mit 1100 g Tageszunahmen intensiv ausgemästet und erreichen ihre Schlachtreife schon mit 14 – 16 Monaten. Um diese frühe Schlachtreife zu erreichen, ist der Einsatz von Maissilage und Kraftfutter nötig.

(vgl. STEINWIDDER und HABERMANN, 2002, s.p.)

## 2 Fragestellung und Ziele

Das Ziel der Diplomarbeit ist es, die Ökobilanz des heimatlichen landwirtschaftlichen Ochsenmastbetriebes im Grünlandgebiet Österreichs zu errechnen und die Ergebnisse mit der Literatur zu vergleichen. Folgende Fragen wurden sich dabei gestellt:

- Wie sieht die Ökobilanz am eigenen Ochsenmastbetrieb aus?
- Wie schneidet der heimatliche Betrieb am Grünlandgebiet im Vergleich mit anderen Betrieben ab? In welchen Bereichen gibt es Verbesserungsmöglichkeiten?

## **3 Stand des Wissens**

### **3.1 Genauer Prozessablauf des Betriebszweiges Ochsenmast**

Im Frühjahr und im Herbst werden jeweils circa 16 Kälber der Rasse Fleckvieh oder Gebrauchskreuzungen gekauft und ebenso viele fertig gemästete Ochsen verkauft. Die Kälber werden als Stierkälber mit vier bis acht Wochen und einem Lebendgewicht von 75 bis 95 Kilogramm zugekauft und am Betrieb mit circa drei Monaten durch den Tierarzt unter Vollnarkose unblutig kastriert und enthornt. Die Rinder werden bis zum 18. Lebensmonat in Tieflaufställen und/oder Ausläufen gehalten, ihre letzte Lebensphase verbringen sie in einem Stall mit Spaltenboden und Liegeboxen.

#### **3.1.1 Fütterung**

Als erste Mahlzeit nach dem Zukauf bekommen die Kälber vier Liter Elektrolytgetränk, die die Einstellprophylaxe darstellt, um Durchfall vorzubeugen. Bis zum Alter von zwölf Wochen werden die Kälber mit einem Milchaustauscher durch einen Milchautomaten mit Transpondererkennung gefüttert. Zusätzlich bekommen sie Heu ad libitum vorgelegt, um das Verdauungssystem langsam an Raufutter zu gewöhnen und Kraftfutter mit 19 Prozent Eiweiß und einem Energiegehalt von 11,20 MJ ME. Mit circa zehn Wochen beginnt die langsame Zufütterung mit qualitativ hochwertiger Grassilage von erstem oder zweitem Aufwuchs. Ab dem dritten Lebensmonat, wenn die Kälber von der Milch abgesetzt sind, wird die Kraftfuttermenge pro Tag auf zwei bis 2,5 Kilogramm begrenzt, was durch einen Kraftfutterautomat mit derselben Transpondererkennung geschieht. Heu und Grassilage werden weiterhin in hochwertiger Qualität von erstem oder zweitem Aufwuchs ad libitum gefüttert.

Ab dem zehnten Lebensmonat beginnt die extensive Fütterungsphase. Die Rinder bekommen kein Kraftfutter mehr; Grassilage von drittem oder viertem Aufwuchs und Heu minderer Qualität von Naturschutzflächen werden ad libitum verfüttert. Zusätzlich wird Molke, welche von der Landgenossenschaft Ennstal Milch KG kostenlos geholt werden kann, angeboten, wovon jeder Ochse im Durchschnitt 20 Liter am Tag zu trinken bekommt, was aber variieren kann, da die Molke für alle jederzeit gleichermaßen zugänglich ist.

Jene Ochsen, die im Frühjahr zugekauft werden, kommen im Mai ihres zweiten Lebensjahres auf die Bauernlehenalm in Mitteregg, wo sie für 4,5 bis fünf Monate den Sommer verbringen. Auf der Alm werden drei Koppeln mit je circa drei Hektar abwechselnd beweidet. Zusätzlich bekommen sie noch eine Mineralstoffleckmasse und teilweise Heu minderer Qualität von Naturschutzflächen.

Die Ausmastphase beginnt mit rund 22 Monaten. Ab diesem Alter bekommen die Ochsen wieder Heu und Grassilage von hochwertiger Qualität. Es werden weiterhin rund 20 Liter Molke pro Ochs und Tag angeboten. Zusätzlich wird noch Kraftfutter in einer Menge von zwei bis 2,5 Kilogramm gefüttert, welches 15 Prozent Eiweiß und einen Energiegehalt von 10,80 MJ ME aufweist. Die Ochsen bekommen kein Grünfutter mehr, da dieses das Fett gelblich verfärben würde, was von Konsumenten unerwünscht ist.

### **3.1.2 Schlachtung**

Die Schlachtung erfolgt mit 24 bis 26 Monaten. Die Tiere werden nicht am Hof geschlachtet, sondern an die Landgenossenschaft Ennstal Landena KG verkauft. Die Ochsen erreichen ein Lebendgewicht von etwa 750 Kilogramm. Die Ausschachtung beträgt durchschnittlich 54 Prozent, wodurch sich ein Fleischgewicht von 380 bis 400 Kilogramm ergibt. In der Klassifizierung werden meist die Klassen U und R mit der Fettklasse drei erreicht, mit seltenen Ausreißern nach oben oder unten.

### **3.1.3 Arbeitszeit**

Die Ochsenmast zählt, wie in der Einleitung erwähnt, zu den arbeitsexensiven Rinderhaltungsmethoden. Die Arbeitszeit variiert natürlich je nach Jahreszeit. Im Winter, wenn alle Tiere am Hof sind, ist mit einer durchschnittlichen Arbeitszeit von zwei Stunden pro Tag zu rechnen. Zu den Einstellzeiten in Frühling und Herbst ist der Aufwand auch größer, da die neuen Kälber an den Tränkeautomat gewöhnt werden müssen und die Tierbeobachtung mehr Zeit in Anspruch nimmt. Im Sommer kann die tägliche Arbeitszeit auf bis zu 30 Minuten gekürzt werden, da wenige Tiere im Stall sind, der Großteil befindet sich auf Koppeln oder auf der Alm.

#### **3.1.4 Stärken**

Ein großer Vorteil der Ochsenmast ist die schon erwähnte extensive Haltungsweise. Da zum Betrieb auch ein Campingplatz dazugehört, der im Sommer betrieben wird, lässt sich diese Form der Rinderhaltung durch die kurzen Arbeitszeiten im Sommer gut mit dem Campingplatz kombinieren. Da die Ochsen zwischen dem zehnten und dem 22. Lebensmonat nicht so intensiv gefüttert werden müssen, kann man in dieser Fütterungsphase das Futter von vorhandenen Naturschutzflächen optimal verwerten.

#### **3.1.5 Schwächen**

Leider weist dieses System auch Schwächen auf. Diese sind hauptsächlich die Kälberkrankheiten in der Einstellphase. Der Stress der Kälber beim Stallwechsel äußert sich meist durch Durchfall, welcher mit Hilfe von Elektrolytgetränke behandelt wird. Da die Kälber oft von Landwirten in der näheren Umgebung gekauft werden, finden sich auch manchmal schwächere Kälber unter der Herde, die den Wachstumsrückstand meist nicht mehr aufholen können. Diesen Nachteil findet man beim Einkauf auf Kälbermärkten jedoch nicht, da hier eine größere Auswahl ist und die Kälber einzeln ausgesucht werden können.

#### **3.1.6 Ökonomie**

Die reine Produktion des Rindfleisches durch Ochsenmast ist aus wirtschaftlicher Sicht nicht rentabel. Es rentiert sich nur durch die Ausgleichszahlungen der EU. Wie die Zukunft der Ochsenmast aufgrund des Rückgangs der Ausgleichszahlungen aussieht, ist noch schwer abschätzbar.

### **3.2 Bedeutung der Kreislaufwirtschaft**

Die Kreislaufwirtschaft beruht auf dem Prinzip der Nachhaltigkeit. Das Ziel ist es, nach dem Vorbild der Natur den Betrieb so zu bewirtschaften, dass möglichst wenige Zufuhren von außen nötig sind. Dabei sollten jedoch keine Mangelzustände bei den Nutztieren oder -pflanzen entstehen. (vgl. DRANGMEISTER et al., s.a., 2) Die in der Natur herrschenden Stoffkreisläufe zum Vorbild nehmend, versucht der Landwirt auf seinem Hof ein Gleichgewicht zwischen Tiere, Boden, Pflanzen und Umwelt herzustellen und zu

halten. Meistens sind Tierhaltung und Pflanzenanbau miteinander verbunden, damit die Tiere mit den eigenen produzierten Futtermitteln versorgt werden können, der Dünger für die Pflanzen als Wirtschaftsdünger vom eigenen Betrieb stammt und somit ein gesundes und gutes Wachstum der Pflanzen gesichert ist.

Damit dieses System funktioniert, dürfen nur so viele Tiere gehalten werden, wie mit dem eigenen Futter ernährt werden können. Es darf auch nur so viel Dünger anfallen und ausgebracht werden, wie die Felder und Wiesen benötigen. So werden Ressourcen geschont und eine nachhaltige Form der Landwirtschaft gelebt. (vgl. N.N., s.a., s.p.)

In Ökosystemen beschreibt der Stoffkreislauf die sich ständig wiederholende zyklische Umwandlung von organischen in anorganische Stoffe. Kohlenstoff-, Stickstoff- und Phosphorkreislauf zählen zu den bekanntesten Zyklen. Produzenten, Konsumenten und Destruenten tragen durch ihr Zusammenwirken im jeweils eigenen Ökosystem zum Stoffkreislauf bei. Die Produzenten (Erzeuger) bilden durch ihre Produktion an Biomasse die Basis des Ökosystems und stellen die Nahrungsgrundlage der Konsumenten dar. Die Konsumenten (Verbraucher) sind im Gegensatz zu den Produzenten nicht fähig, Energie für ihre Erhaltung und ihr Wachstum aus der Sonnenenergie zu nehmen. Sie sind als Primärkonsumenten, die sich von Pflanzen ernähren, Sekundärkonsumenten, welche sich von anderen Konsumenten ernähren, oder Tertiärkonsumenten, die sich von anderen Fleischfressern ernähren, von anderen Organismen abhängig. Destruenten (Zersetzer) wandeln totes organisches Material wieder in anorganisches um, um die Nährstoffe den Produzenten wieder verfügbar zu machen. Dadurch wird der Stoffkreislauf wieder geschlossen. (vgl. BIOLOGIE-SCHULE, 2010-2015, s.p.)

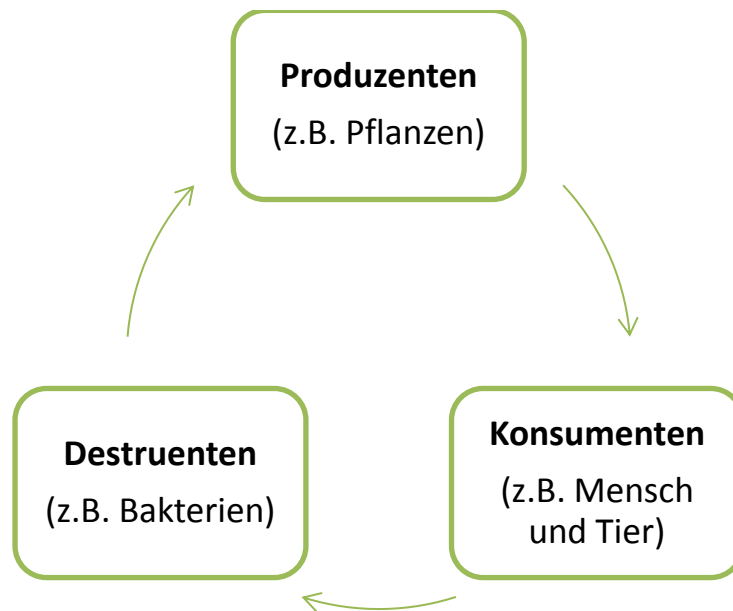


Abbildung 2: Stoffkreislauf

### 3.2.1 Kreislaufwirtschaft am eigenen landwirtschaftlichen Betrieb

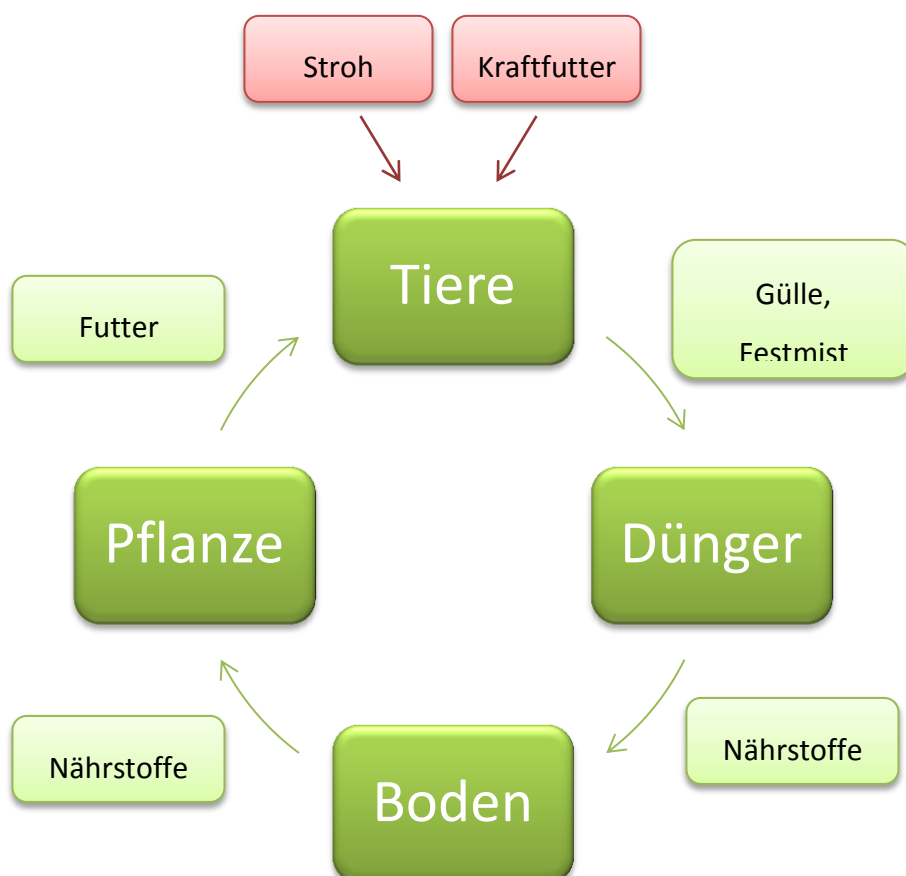


Abbildung 3: Kreislaufwirtschaft am eigenen landwirtschaftlichen Betrieb, Quelle: Steiner

Am heimatlichen landwirtschaftlichen Betrieb wird versucht, so wenig wie möglich Produkte von außen zuzukaufen. Da der Betrieb ein reiner Grünlandbetrieb ist, ist es aber nicht möglich, Stroh und Kraftfutter selbst zu produzieren.

### **3.3 Bewertungsmethoden der Kreislaufwirtschaft**

Um die Kreislaufwirtschaft am eigenen Betrieb zu bewerten, gibt es verschiedene Methoden. In den folgenden Seiten werden die Hoftorbilanz und die Ökobilanzierung näher erläutert.

#### **3.3.1 Hoftorbilanz am Beispiel der Stickstoffbilanz**

Bei der Stickstoffbilanz werden alle Stickstoffmengen erfasst, die in den landwirtschaftlichen Betrieb gelangen und auch jene, die ihn in Form von landwirtschaftlichen Produkten verlassen. Dabei wird angenommen, dass sich der restliche Stickstoff auf den landwirtschaftlichen Nutzflächen befindet. (vgl. PAU VALL und VIDAL, s.a., s.p.)

Durch die Differenz der Ein- und Ausgänge entsteht ein Saldo, an dem man entweder die Nährstoffeffizienz oder die Gefährdung der Umwelt und Bodenfruchtbarkeit ablesen kann. Die Bilanzierung kann sich auf verschiedene Ebenen beziehen. Meistens werden als Bezugsebenen der ganze Betrieb, die bewirtschaftete Betriebsfläche oder ein Schlag betrachtet. Je nach Qualität der Eingangsdaten kann die Bilanzierung mehr oder weniger fehlerbehaftet sein. Die Daten können durch Kauf- bzw. Verkaufsbelege belegt sein, anhand von Richtlinien berechnet werden, durch eigene Datenerfassung aufgezeichnet sein oder geschätzt werden. Oft kann aufgrund der mangelnden exakten Lage der Daten die Menge der wirklichen Nährstoffströme nur angenähert werden.

In der folgenden Abbildung werden die verschiedenen Bilanzierungsformen für den landwirtschaftlichen Betrieb bildlich dargestellt. Dabei wird auf die angesprochenen unterschiedlichen Bezugsebenen Rücksicht genommen.

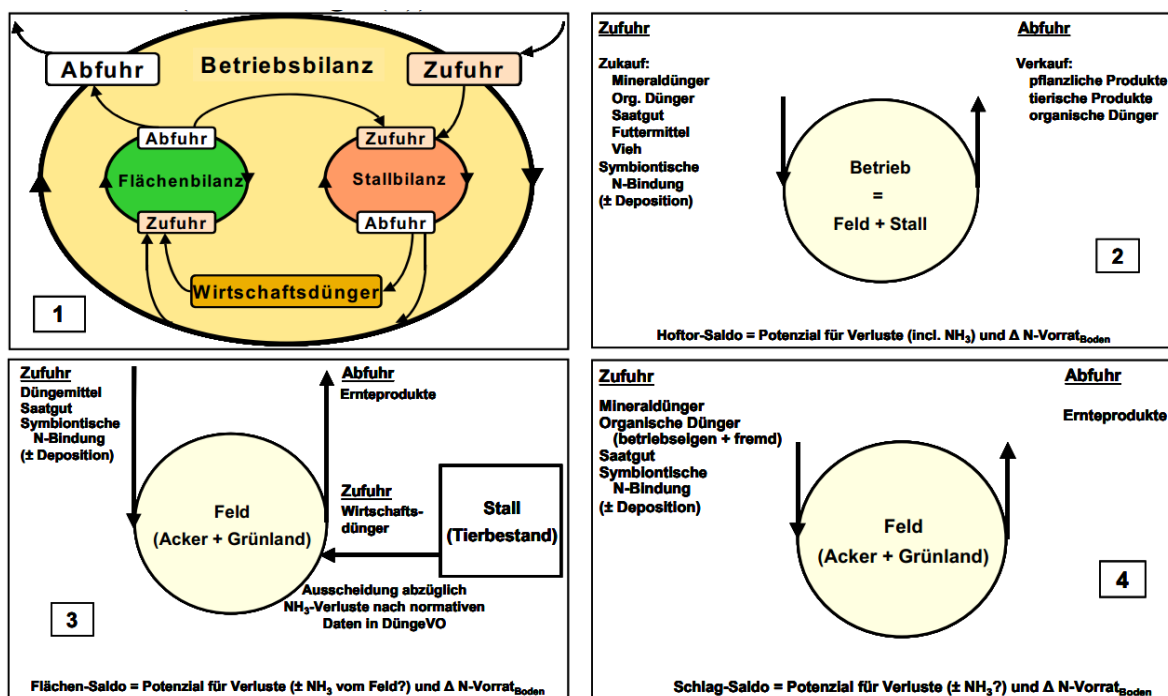


Abbildung 4: Bilanzierungsarten nach Gutser

Im ersten Bild sieht man die Nährstoffflüsse und –bilanzierung anhand der Betriebsbilanz. Die folgenden Bilder zeigen die Hoftor-Methode (2), die Feld/Stall-Methode (3) und die Schlagbilanz (4). (vgl. GUTSER, 2006, 131ff)

### 3.3.2 Ökobilanzierung

Grundsätzlich wird die Ökobilanzierung bei der Umweltbewertung angewandt. Sie wird auch als Life Cycle Assessment (LCA) oder Lebenszyklusanalyse bezeichnet. Der Grundsatz „von der Wiege bis zur Bahre“ bedeutet, dass ein Produkt eines Betriebes über seinen ganzen Lebensweg betrachtet wird. Es werden dabei alle direkten und indirekten Umweltwirkungen, die mit der Herstellung des landwirtschaftlichen Produktes verbunden sind, berücksichtigt. Das bedeutet, dass in der Ökobilanz alle Ressourcen und Emissionen erfasst und bewertet werden. Dabei geht man in vier Phasen vor. (vgl. BYSTRICKY et al., 2014, 43)

#### 3.3.2.1 Die vier Phasen der Ökobilanzierung

1. Festlegen des Zieles und Untersuchungsrahmens: Hier werden die grundlegenden Elemente des Projektes festgelegt. Dabei werden einige Punkte berücksichtigt, die sich auf das Ergebnis der Ökobilanz stark auswirken können:

- Festlegung der Ziele und des Zielpublikums
- Charakterisierung des Systems: Dabei wird besonders auf die funktionelle Einheit, räumliche und zeitliche Grenzen, interne Organisation und die richtige Allokation von Input und Output geachtet.
- Qualitätsansprüche für die Berechnungsdaten: Hier stellen unter anderem die zeitliche und räumliche Gültigkeit, Technologie, Genauigkeit, Vollständigkeit, Nachvollziehbarkeit und die Unsicherheit der Informationen wichtige Punkte dar.

Weitere wichtige Punkte beziehen sich auf die Prinzipien des Systemvergleichs, die Bestimmung der zu quantifizierenden Ressourcen, Energie- und Stoffflüsse und immateriellen Umweltbelastungen (zum Beispiel Bodenverdichtung), die Wahl der Umweltkategorie und den passenden Bestimmungsmethoden und einer kritischen Prüfung.

2. Sachbilanz: In dieser Phase werden alle Daten erhoben, die sich auf die funktionelle Einheit beziehen. Es werden alle Inputs und Outputs des Produktsystems im Laufe seines Lebenswegs quantifiziert. Die Sachbilanz ist die aufwändigste Phase. Sie unterscheidet sich in zwei Teilen:

- Produktionsinventar: Alle Daten, die in der ersten Phase bestimmt wurden, welche für die Systemabgrenzung und Quantifizierung der Energie- und Stoffflüsse benötigt werden, müssen festgelegt werden. Dabei ist es sehr wichtig, dass so viele Daten wie möglich aus dem Betrieb erfasst werden können. Ist dies nicht der Fall, sollten Modelldaten, Literaturen oder Expertenmeinungen zur Hilfe genommen werden.
- Umweltinventar: Hier werden alle verwendeten Ressourcen und die Emissionen pro funktionelle Einheit erfasst. In der Ökobilanzierung landwirtschaftlicher Verfahren wird zwischen direkten Emissionen auf dem Feld (zum Beispiel Nitrate) oder Hof (zum Beispiel Ammoniak), welche direkt vom Landwirt abhängen und indirekten vorgelagerten oder nachgelagerten Emissionen, auf die der Landwirt nur einen indirekten Einfluss hat, unterschieden.

Meistens werden hier standardisierte Daten oder Modelldaten verwendet, selten werden eigene Messungen durchgeführt.

3. Wirkungsabschätzung: In der Phase der Wirkungsabschätzung wird das Augenmerk auf die Zusammenfassung der verschiedenen Informationen gelegt, betreffend der Umweltkategorien oder –wirkungen, für die es wichtig ist, dass das betrachtete Produktionsverfahren optimiert wird. Die dritte Phase besteht aus drei verschiedenen Teilen:
  - Klassifizierung: Im ersten Teil wird bestimmt, welche Teile der Sachbilanz an den Umweltwirkungen beteiligt sind.
  - Charakterisierung: Die Positionen der Sachbilanz, welche im ersten Teil der Wirkungsabschätzung bestimmt worden sind, werden in diesem Teil in Bezug auf ihren jeweiligen Beitrag an die betrachtete Umweltwirkung bewertet.
  - Optionale Elemente zur Auswahl: Normierung, Gruppierung und Gewichtung
4. Auswertung: Das Ziel der letzten Phase der Ökobilanzierung ist eine koordinierte und strukturierte Analyse der Ergebnisse, die aussagekräftig ist. Aus dieser Analyse sollte eine einfache Schlussfolgerung möglich sein, die für das bestimmte Zielpublikum leicht nachvollziehbar ist. (vgl. ROSSIER und GAILLARD, 2004, 18ff)

### **3.3.2.2 Ziele der Ökobilanz eines Landwirtschaftsbetriebes**

Bei der Ökobilanzierung in Landwirtschaftsbetrieben werden vorrangig folgenden Ziele verfolgt:

- Die Umweltwirkungen, die direkt oder indirekt durch die Tätigkeiten eines Landwirts entstehen, werden über einen bestimmten Zeitraum beobachtet und analysiert und ihr Ursprung festgelegt.
  - Es werden jene Produktionsverfahren bestimmt, welche für die Umweltwirkungen eine Hauptrolle spielen (= Schwachstellenanalyse).
5. Falls Schwachstellen vorhanden sind, ist es Teil des Zieles, mögliche Korrekturen für diese vorzuschlagen, sie ausmerzen und so die Positionierung in puncto Umweltwirkung zu verbessern. (vgl. ROSSIER und GAILLARD, 2004, 21)

## **4 Material und Methoden**

### **4.1 Prozess der Datenerfassung in FarmLife**

Um die Ökobilanzierung des heimatlichen Betriebes zu berechnen, war es nötig, für das Kalenderjahr 2013 alle Daten des Betriebes zu erfassen. Dies geschah mit dem Programm „FarmLife“.

#### **4.1.1 Ziele von FarmLife**

Das Projekt FarmLife lief in Kooperation zwischen der HBLFA Raumberg-Gumpenstein und der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART von 2012 bis 2015. Das Ziel des Projektes war es, dass die teilnehmenden landwirtschaftlichen Betriebe unter Berücksichtigung der Funktion der Landbewirtschaftung und der produktiven, finanziellen und ökologischen Funktion ihre Effizienz steigern. Dabei war neu, dass den Landwirten, Beratern und Entscheidungsträgern in Österreich die Möglichkeit zur Beurteilung und Bewertung der Umweltwirkung von einzelnen landwirtschaftlichen Produktionszweigen oder des gesamten Betriebes mit Hilfe der Ökobilanzierung geschaffen wird. Ein Vorteil ist die einfache Bedienung des Ökobilanztools im Internet. Im Rahmen des Projektes werden interaktive Auswertungsmöglichkeiten entwickelt, die Verbesserungen für die Umweltwirkungen liefern sollen. (vgl. HERNDL und BAUMGARTNER; s.a.; s.p.)

#### **4.1.2 Eingabe auf farmlife.at**

Im Wesentlichen besteht die Eingabe hier aus zwei bedeutenden Teilen. Der erste Teil lässt sich mit der Führung einer einfachen Buchhaltung vergleichen. Es werden ein Anfangs- und ein Endbestand erhoben und alle Ein- und Verkäufe im Laufe des Jahres dokumentiert. Im zweiten Teil werden alle wesentlichen Arbeitsschritte auf den Feldern während des Jahres notiert.

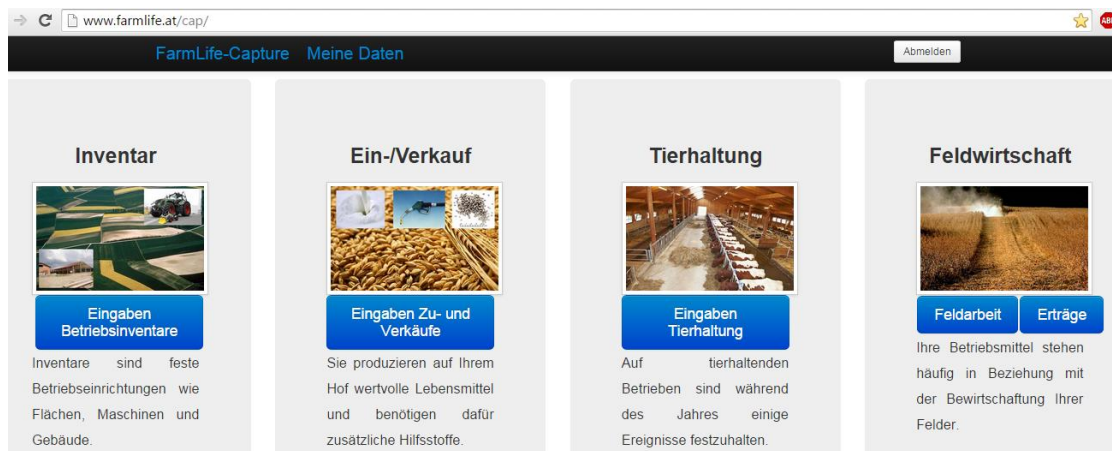


Abbildung 5: Hauptmenü

Unter dem Link [www.farmlife.at/cap/](http://www.farmlife.at/cap/) gelangt man ins Hauptmenü des Eingabetools. Hier wird zwischen Inventar, Ein-/Verkauf, Tierhaltung und Feldwirtschaft unterschieden.

## Inventar

Unter dem Menüpunkt Inventar befindet sich ein Untermenü, welches Flächen, Maschinen, Gebäude und Stichtagsbestand beinhaltet.

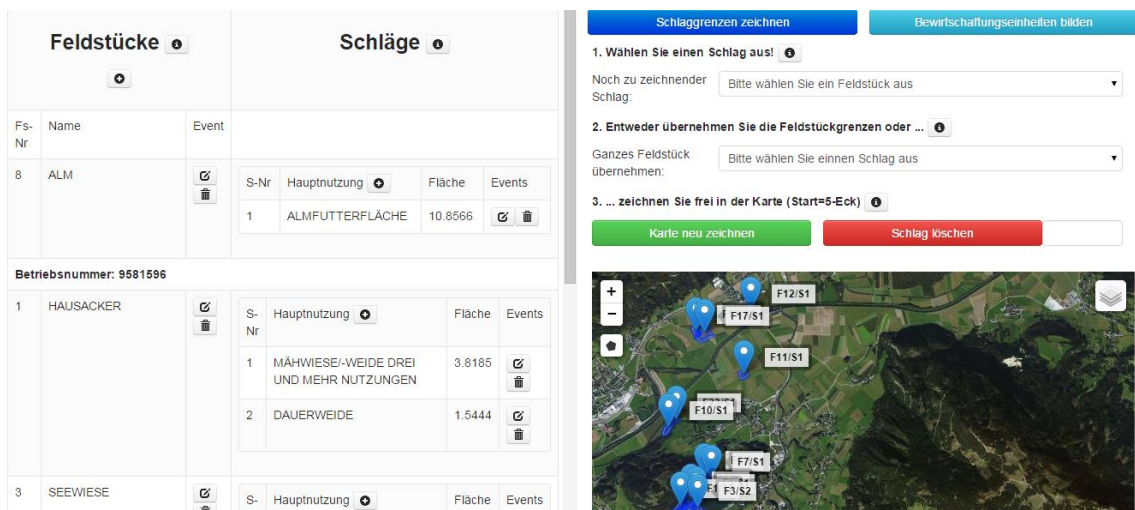


Abbildung 6: Unterpunkt „Flächen“

Im Unterpunkt „Flächen“ werden die Schlaggrenzen auf den einzelnen Feldstücken so genau wie möglich eingezeichnet. So kann die genaue Bewirtschaftung auf den Schlägen festgestellt werden.



**Abbildung 7: Die Feldstücke rund um den Hof werden je nach Bewirtschaftungsweise und -intensität in Schläge unterteilt**

Traktor	Primärbodenbearbeitung	Saatbeetbereitung	Saat	Handelsdünger	Wirtschaftsdünger
Beregnung	Pflanzenschutz	Pflege	Schneiden	Häckseln/Dreschen	Transport
Mähen	Wenden	Schwaden	Bergen	Pressen	Schneeräumen
Reinigen	Waschen	Trocknen	Sortieren	Fördern	Verarbeiten
Futterbereitung	Zerkleiner	Zerteilen	Futtermischen	Mahlen	
Innenmechanisierung	Antrieb	Heizen	Stromproduktion	Tierpflege	

**Abbildung 8: Unterpunkt "Maschinen"**

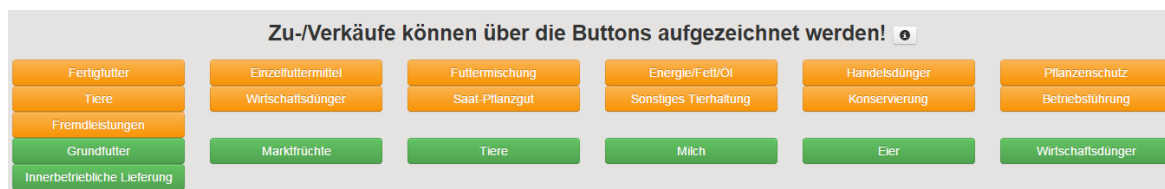
Der Unterpunkt „Maschinen“ umfasst alle Maschinen vom Betrieb mit ihrer Menge und den technischen Daten.

Sämtliche Ställe, Ausläufe, Futterlager, Hallen, Garagen und sonstige Gebäude werden im Unterpunkt „Gebäude“ einmalig eingetragen.

Im Unterpunkt „Stichtagsbestand“ werden folgende Vorräte am 1. Jänner und 31. Dezember in ihrer Menge erfasst:

- Strom, Kraftstoff, Brennstoffe
- Wirtschaftsdünger, Handelsdünger, Pflanzenschutzmittel, Grundfuttermittel, Kraftfuttermittel
- Tiere

## Ein-/Verkauf



**Abbildung 9: Ein- und Verkäufe**

Am Hof werden hochwertige Lebensmittel produziert, wofür Hilfsstoffe benötigt werden. Im Menüpunkt Ein-/Verkauf werden alle Zu- und Verkäufe im Laufe des Jahres mengenmäßig und wertmäßig erfasst.

### Tierhaltung

Im Menüpunkt „Tierhaltung“ müssen tierhaltende Betriebe Eigenmischungen des Futters vermerken, welche am heimatischen Betrieb aber nicht vorhanden sind. Neben den Eigenmischungen werden noch die Emissionsraten und die Zeiten der Tiere im Auslauf festgehalten.

### Feldwirtschaft

Der letzte Menüpunkt untergliedert sich in „Feldarbeit“ und „Erträge“. Der Unterpunkt „Feldarbeit“ umfasst sämtliche Arbeiten, die auf den einzelnen im Inventar festgelegten Schlägen vorgenommen wurden. Diese können sein:

- Handelsdünger, Pflanzenschutz, Beregnen, Transport, Forstarbeit, Winterdienst
- Pflege, Wirtschaftsdünger, Grundfutter ernten, Beweiden, Weidepflege

In „Erträge“ werden alle Daten der Grundfütterernte oder der Marktf Früchte erfasst. Wichtige Punkte sind die Futterart bzw. das Erntegut, die Lagerart, die Art der Bergung, die Feuchte des Futters bzw. des Ernteguts, das Verwendungsziel und die Menge der Ernte.

## **4.2 Datenspiegel des eigenen Betriebes**

Der Betrieb liegt in der steirischen Gemeinde Aigen im Ennstal. Betriebsführer ist Norbert Steiner. Im Sommer wird der landwirtschaftliche Betrieb als Nebenerwerb zum Campingplatz geführt, im Winter ist der Campingplatz geschlossen.

Die Daten sind stichtagsbezogen. Stichtag ist der 1. Jänner 2013, da an diesem Tag mit den Aufzeichnungen im Zuge der Diplomarbeit begonnen wurde.

### **4.2.1 Flächen**

Die Flächen des Betriebes befinden sich ausschließlich in Aigen im Ennstal und Wörschach. Der Betrieb umfasst 94,5 ha. Dies teilt sich wie folgt auf:

- 21,94 ha landwirtschaftliche Nutzfläche:
  - Hausacker: 5,30 ha
  - Seewiese: 5,15 ha
  - Hausleiten: 1,67 ha
  - Brunnwiese: 0,64 ha
  - Hohenbergerwiese: 1,49 ha
  - Hohenbergerwiese 2: 0,48 ha
  - Moorwiese: 2,16 ha
  - Steinwiese: 4,05 ha
  - Fliegerhorst: 1,00 ha (gepachtet)
- 10,58 ha Almweide

Zusätzlich gehören zum Betrieb 62 ha Wald, die aber bei der Diplomarbeit nicht berücksichtigt wurden.

### **4.2.2 Maschinen**

Am Betrieb gibt es zwei Traktoren und einen Hoflader:

- John Deere 6230, Allradtraktor , 85 kW (116 PS), Baujahr 2011
- Steyr 8065, Allradtraktor, 40 kW (54 PS), Baujahr 1991
- Schäffer Hoflader 3036, 30 kW (41 PS), Baujahr 2005

Für die Wirtschaftsdüngerausbringung gibt es einen Miststreuer und ein Güllefass:

- Miststreuer mit stehenden Walzen, 4 t Nutzlast, Baujahr 1985
- Güllefass, 6 m<sup>3</sup> Volumen, Baujahr 1988

Für die Ernteeinbringung am Grünland sind alle notwendigen Maschinen am Betrieb:

- Scheibenmähwerk Heckanbau, 350 cm Breite, Baujahr 2007
- Motormäher, 5,1 kW (7 PS), Baujahr 1995
- Kreiselzettwender, 700 cm Breite, Baujahr 2009
- Kreiselschwader Heckanbau, 400 cm Breite, Baujahr 2012
- Rundballenpresse, ø 130 cm Festkammer, Baujahr 2007
- Rundballenwickelmaschine Anbau, Baujahr 1998

Für den Transport gibt es zwei PKW-Anhänger, einen Viehanhänger, einen Einachskipper und eine Heckschaufel:

- PKW Anhänger, 600 kg Nutzlast, Baujahr 2008
- PKW Anhänger, 2000 kg Nutzlast, Tandem gebremst, Baujahr 2013
- Viehanhänger für PKW, 2 Tiere, Baujahr 1995
- Einachskipper 25 km/h, 12 t Nutzlast, Tandem, Baujahr 2008
- Heckschaufel, hydraulisch, 120 cm x 210 cm, Baujahr 2000

Zur Innenmechanisierung gibt es zusätzlich zum Hoflader noch einen Frontlader, Schneeketten und einen Güllemixer:

- Frontlader mit Mistgabel und Erdschaufel, Baujahr 2011
- 2 Paar Schneeketten, Baujahr 2011
- Traktormixer, 4 m Länge, Baujahr 1989

Für den Pflanzenschutz und Pflege gibt es am Betrieb eine Rückenspritze, einen Laubbläser und eine Wiesenegge:

- Rückenspritze, 1 kW, 20 l Behälterinhalt, Baujahr 2011
- Laubbläser, Handgerät, < 2,5 kW, Baujahr 2002
- Wiesenegge Anbau, 500 cm Breite, Baujahr 1995

Zur Futterbereitung und Förderung des Futters gibt es am Betrieb eine Getreidequetsche und zwei Ballengabeln:

- Getreidequetsche, 5,5 kW, Baujahr 1991

- 2 Ballengabeln, Baujahr 2012

Folgende weitere Geräte und Maschinen befinden sich am Betrieb:

- Hochdruckreiniger Heißwasser, 150 bar, Baujahr 2013
- Elektromotor Drehstrom, 1400 U/Min, 5,5 kW, Baujahr 1989
- Warmluftofen, Hackschnitzel, 150 kW, Baujahr 2007

#### **4.2.3 Tierbestand**

Durchschnittlich befinden sich zwischen 50 und 65 Ochsen am Betrieb. Am 1. Jänner 2013 waren folgende Tiere am Hof:

##### 54 Rinder:

- 13 Stück Jungvieh bis ein halbes Jahr
- 14 Stück Jungvieh ein halbes Jahr bis ein Jahr
- 26 Stück Jungvieh ein Jahr bis zwei Jahre
- 1 Stück Ochs über zwei Jahre

##### 2 Geflügel:

- 2 Stück Legehennen ab 1 ½ Jahre

##### 5 Pferde:

- 2 Stück Stuten ab drei Jahre
- 3 Stück Wallache ab drei Jahre

### **4.3 Datei „PI.XLS“ und die Weiterverarbeitung in SALCA**

Die Ökobilanzmethode SALCA (Swiss Agricultural Life Cycle Assessment) wurde von Agroscope aufgebaut. Das Ziel ist es, allen Interessenten ein für die Landwirtschaft angepasstes Verfahren anzubieten und direkte Feld- und Hofemissionen zu berechnen. SALCA besteht aus den eigenen Entwicklungen für spezifische Emissionen und Wirkungskategorien und einer Auswahl von bekannten Wirkungsabschätzungsmodellen, die für die Ökobilanzierung in der Landwirtschaft angewendet werden können. Die ursprünglich nur für die Schweiz entwickelte Methode findet mittlerweile auch in angrenzenden Ländern Anwendung. (vgl. AGROSCOPE, s.a., s.p.)

Damit die Betriebsdaten in das System SALCA einfließen können, wurde eine Excel-Schnittstelle erstellt. Diese wird als Vorlage zu Verfügung gestellt und ist von Interessenten auszufüllen. Das Projekt FarmLife übernimmt diesen Schritt und wandelt die Daten von FarmLife Capture direkt in eine betriebseigene PI-Datei um. Innerhalb dieser Datei sind auf einem eigenen Blatt alle Input- und Outputgrößen des Betriebes innerhalb der einzelnen Produktgruppen dargestellt. Produktgruppen bezeichnen im Wesentlichen die Betriebszweige. Weiters findet sich für jeden Schlag eine Darstellung über Düngung, Pflanzenschutz und Ernte.

## **4.4 Ökobilanzsoftware SIMAPRO**

SimaPro ist eine professionelle Software für Ökobilanzierung und wird weltweit in rund 60 Ländern verwendet. Das Projekt wurde von PRé Consulting in Holland und einem Netzwerk von internationalen Ökobilanzierungsspezialisten durchgeführt. 2003 wurde SimaPro als Software erstmals veröffentlicht. Die Software wird am eigenen Computer installiert und ermöglicht eine professionelle Eingabe und Verwaltung der Ökobilanzdaten und Auswertungen.

### **4.4.1 Vorteile von SimaPro**

- Im Ökobilanzbereich können effiziente, verlässliche und qualitativ hochwertige Analysen erstellt werden. Für Firmen oder Unternehmen werden Kurse angeboten.
- Es sind je nach Gebrauch verschiedene Versionen und Lizenzen von SimaPro erhältlich.
- Es können bereits im Basispaket sehr viele Sachbilanzen und Bewertungsmethoden ausgewählt werden.
- Durch SimaPro ist effiziente und transparente Bilanzierung von Prozessen Dienstleistungen möglich. (vgl. ESU-services, s.a., s.p.)

## 4.5 Interpretation im Managementdreieck

Die Bewertung landwirtschaftlicher Betriebe im Rahmen der Ökobilanzierung ist eine umfassende Aufgabe, die im Detail zu einer hohen Menge an Informationen führt. In der Betriebsberatung der Schweizer Forschungsgruppe ART Reckenholz hat sich gezeigt, dass die einzelnen Parameter schwer zu erklären und besprechen sind. Der Berater kann den Landwirt mit den zahlreichen einzelnen Ergebnissen überfordern und verfehlt damit leicht das Beratungsziel der standortgerechten Landwirtschaft. Aus diesem Grunde wurde eine Faktorenanalyse verschiedener Parameter durchgeführt, aus der drei Bereiche als relevant hervorgegangen sind. Diese wurden im sogenannten Managementdreieck zusammengefasst

Im Managementdreieck werden die Themenbereiche Ressourcenmanagement, Nährstoffmanagement und Schadstoffmanagement besprochen. Das Ressourcenmanagement ist ein Hinweis für die Abhängigkeit landwirtschaftlicher Betriebe von den Märkten. Zusätzlich informiert das Treibhauspotential über die Summe der Treibhausgase am Betrieb. Das Nährstoffmanagement zeigt den Umgang mit Düngern und das Schadstoffmanagement den Umgang mit Pflanzenschutzmitteln. Die Parameter können aus der folgenden Tabelle entnommen werden.

Managementbereich	Parameter
Ressourcenmanagement	Energiebedarf in MJ eq, Treibhausgaspotential in kg CO <sub>2</sub> eq
Nährstoffmanagement	N- Eutrophierung in kg N-Eq.
Schadstoffmanagement	Terrestrische Ökotoxizität in kg 1,4-DB eq

**Tabelle 1: Parameter des Managementdreiecks**

#### **4.5.1 Darstellung der einzelnen Parameter**

Energiebedarf in MJ äquivalente: Der Energiebedarf entspricht den nicht erneuerbaren Energieressourcen. Dabei werden die verbrauchten Primärenergieträger mit dem oberen Brennwert multipliziert. (vgl. BYSTRICKY et al, 2014, 53)

Treibhausgaspotential in kg CO<sub>2</sub> äquivalente: Unterschiedliche landwirtschaftliche Prozesse erzeugen Treibhausgase. Bekannte Beispiele in der Landwirtschaft sind Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>) oder Lachgas (N<sub>2</sub>O). Physikalisch haben diese einzelnen Gase eine deutlich unterschiedliche Wirkung im Zusammenhang mit der Klimaerwärmung. Kohlendioxid wird als normierendes Gas mit dem Faktor 1 festgesetzt. Methan hat in seiner hundertjährigen Wirkung den Faktor 28, Lachgas den Faktor 265.

N-Eutrophierung in kg N-Äquivalente: Dieser Parameter beschreibt im Wesentlichen die N-Verluste über die Austragsketten (Abschwemmung und Auswaschung).

Terrestrische Ökotoxizität in kg 1,4-DB äquivalente: Die Emissionen von bestimmten Substanzen, zum Beispiel Schwermetalle, können auf die menschliche Gesundheit Auswirkungen haben. Die terrestrische Ökotoxizität beschreibt die Wirkung toxischer Substanzen auf terrestrischen Ökosystemen.

### **4.6 Interpretationspfade der Ökobilanzierungsergebnisse**

Die Ökobilanzergebnisse am eigenen Betrieb wurden im Rahmen der Analyse auf die Parameter im Managementdreieck reduziert. Für die Einordnung und zukünftige Betriebsentscheidungen sind zwei Interpretationspfade möglich.

#### **4.6.1 Zusammensetzung der Inputgruppen**

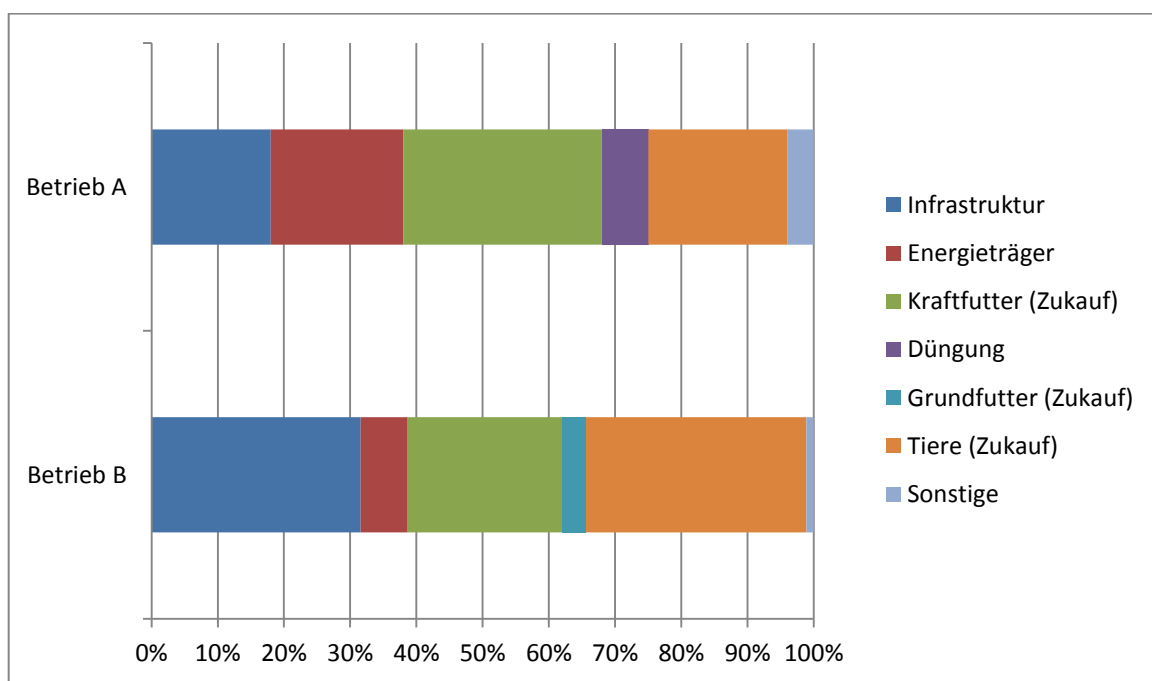
Die einzelnen Umweltwirkungen haben viele verschiedene Quellen, die im Rahmen des Projekt FarmLife zu sogenannten Inputgruppen zusammengefasst wurden. Diese Inputgruppen sind:

- Gebäude und Einrichtungen
- Maschinen
- Energieträger
- Dünger
- Pestizide

- zugekauftes Saatgut
- zugekauftes Grundfutter
- zugekauftes Kraftfutter
- zugekaufte Tiere
- direkte Emissionen aus der Tierhaltung
- Sonstiges

Beispiel nicht erneuerbarer Energiebedarf:

Wer an Energie denkt, wird zuerst an Strom und Kraftstoffe denken. Das in der Regel aber auch sehr hohe Energiemengen in den Betriebsgebäuden, Maschinen und in allen zugekauften Hilfsmitteln steckt, wird meistens übersehen. Der relative Vergleich zwischen Betrieben zeigt hier Stärken und Schwächen, aus denen Fragen abgeleitet werden können.



**Abbildung 10: Nicht erneuerbarer Energiebedarf in MJ eq.**

Im Vergleich zwischen zwei Betrieben sieht man, dass der Anteil an Treibstoffen im Energiebedarf deutlich unterschiedlich ist. Betrieb B verbraucht nur die Hälfte von Betrieb A. Dieser Unterschied ergibt sich, da Betrieb B modernste Traktortechnik besitzt.

#### **4.6.2 Absolute Werte pro Bezugsgröße**

Die am Betrieb anfallende Summe an Umweltwirkungen wird für den absoluten Betriebsvergleich durch eine Bezugsgröße dividiert. Diese Bezugsgröße kann für Betriebe, die auf Nutzung und Erhaltung der Flächen ausgerichtet sind, die Betriebsfläche in Hektar sein. Produktionsorientierte Betriebe orientieren sich an ihrem Output (kg-Milch, kg-Fleisch). Für alle von Interesse sind die Umweltwirkungen pro Euro direktkostenfreie Leistung. Auf Ebene einer gleichen Bezugsgröße können sich Betriebe absolut vergleichen. In der Milchproduktion werden im Schnitt etwa 1 kg CO<sub>2</sub> pro Liter Milch erzeugt. Betriebe mit geringerem Anfall sind als nachhaltiger zu bewerten als Betriebe, die diesen Wert überschreiten. Warum das so ist, kann nach 4.6.1 untersucht werden.

## 5 Ergebnisse und Diskussion

### 5.1 Bedeutende Input-Outputströme

#### 5.1.1 Gebäudebestand

Gebäude und Anlagen	Einheit	Wirksame Gebäudeeinheiten pro Jahr
Greifer	Stk	0,0227
Boxenlaufstall, Rindvieh, Holzkonstruktion nicht isoliert	Stallplatz	0,2520
Tiefstreustall, alle Tierarten, Holzkonstruktion nicht isoliert	m <sup>2</sup>	1,4705
Tiefstreustall, alle Tierarten, Mauer-Beton-Konstruktion	m <sup>2</sup>	1,5570
Garage, brandgeschützt	m <sup>2</sup>	1,9107
Flachsilo	m <sup>3</sup>	3,9369
Güllesilo, Beton, mit Abdeckung	m <sup>3</sup>	7,9975
Remise, nicht brandgeschützt	m <sup>2</sup>	10,1902
Dürrfutterlager ohne Belüftung	m <sup>3</sup>	18,5213

**Tabelle 2: Gebäudebestand**

#### 5.1.2 Maschinenbestand

Aus dem Kapitel 4.2.2 dargestellten Maschinen wurde eine jährliche Maschinenabschreibung von rund 1,9 Tonnen berechnet. Diese Maschinen verteilen sich, wie am folgenden Diagramm sichtbar, auf verschiedene Maschinenklassen.

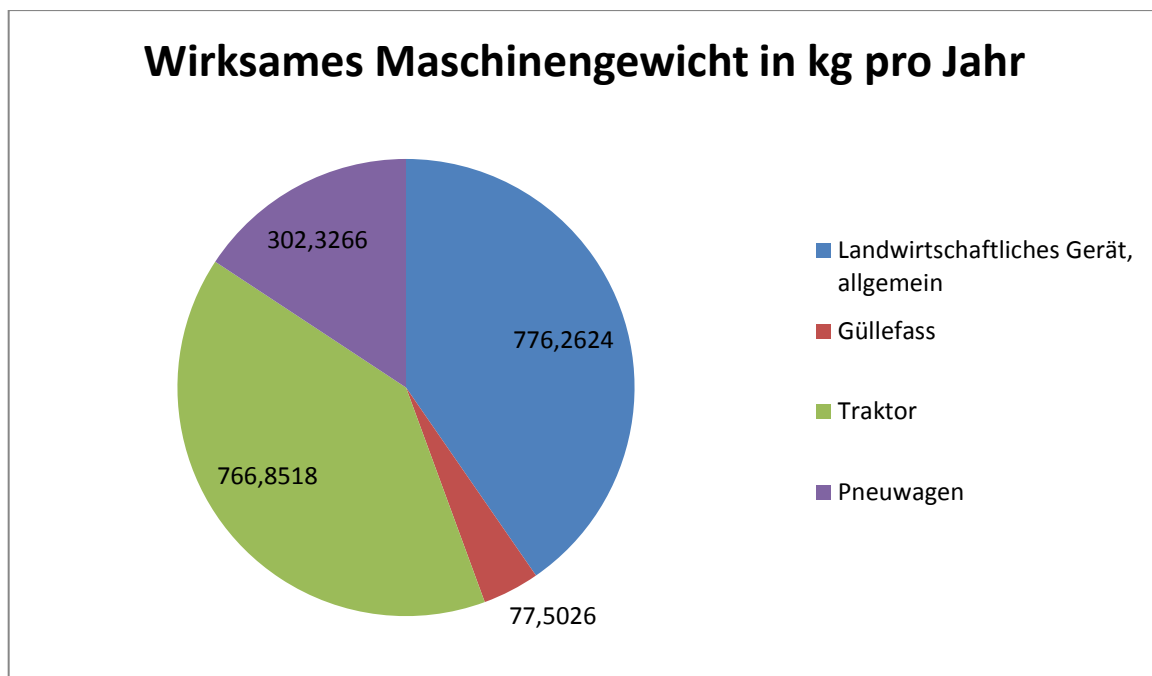


Abbildung 11: Maschinenbestand

### 5.1.3 Futterzukauf

Futtermittel	Einheit	Wirksame Futtermittel pro Jahr
Getreidestroh, konv.	kg FS	34340,0000
Chemikalien anorganisch, konv.	kg FS	400,0000
Futtermischung Wiederkäuer Energiekonzentrat, konv.	kg	18826,0612
Futtermischung Wiederkäuer Eiweisskonzentrat, konv.	kg	3515,4388
Ergänzungsfutter, konv.	kg TS	22721,5000

Tabelle 3: Futtermittel

#### 5.1.4 Tierzukauf

Im Jahr 2013 wurden etwa 5,4 Tonnen Tiere zugekauft. Diese Summe verteilt sich, wie im folgenden Diagramm sichtbar, auf Rinder bis zwölf Monate, Rinder über zwölf Monate und Mastschweine.

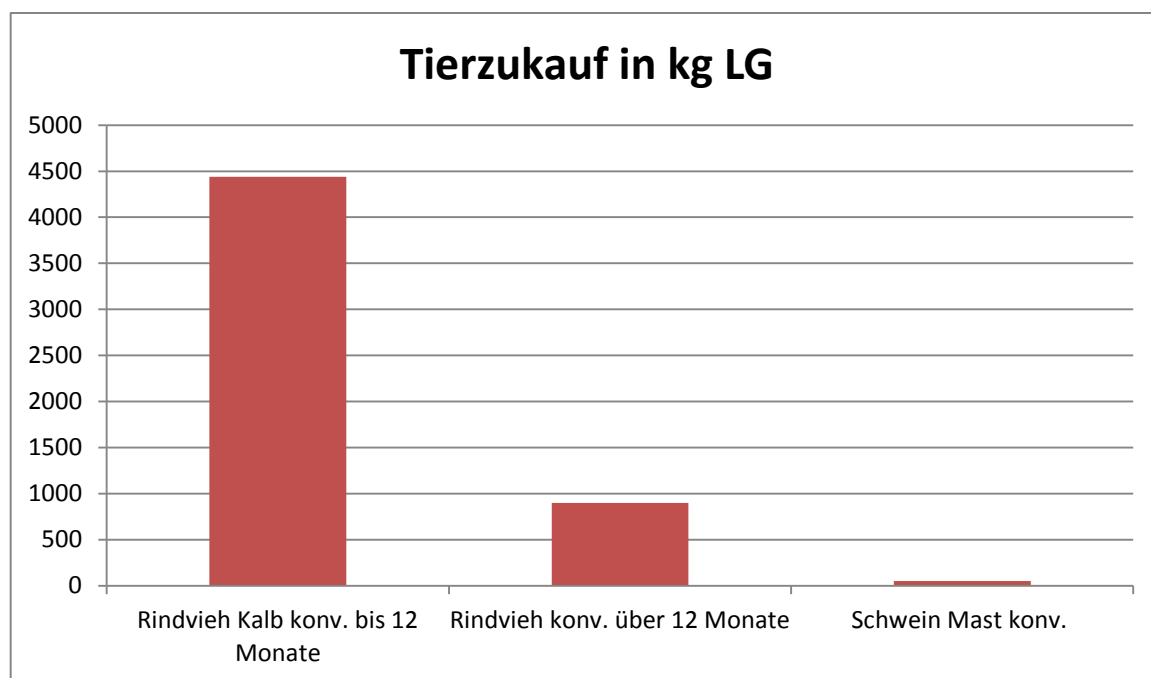


Abbildung 12: Tierzukauf in kg LG

#### 5.1.5 Wirtschaftsdünger

Wirtschaftsdünger	Einheit	
Ausbringung Gülle gesamt	m <sup>3</sup>	359,7579
Ausbringung Mist gesamt	t	84,3746

Tabelle 4: Wirtschaftsdünger

#### 5.1.6 Energieträger

Als einzigen Energieträger wurden 1153,4250 kg Diesel als Treibstoff zugekauft.

## 5.2 Ergebnisse der Ökobilanzierung

### 5.2.1 Zusammensetzung der Inputgruppen am eigenen Betrieb

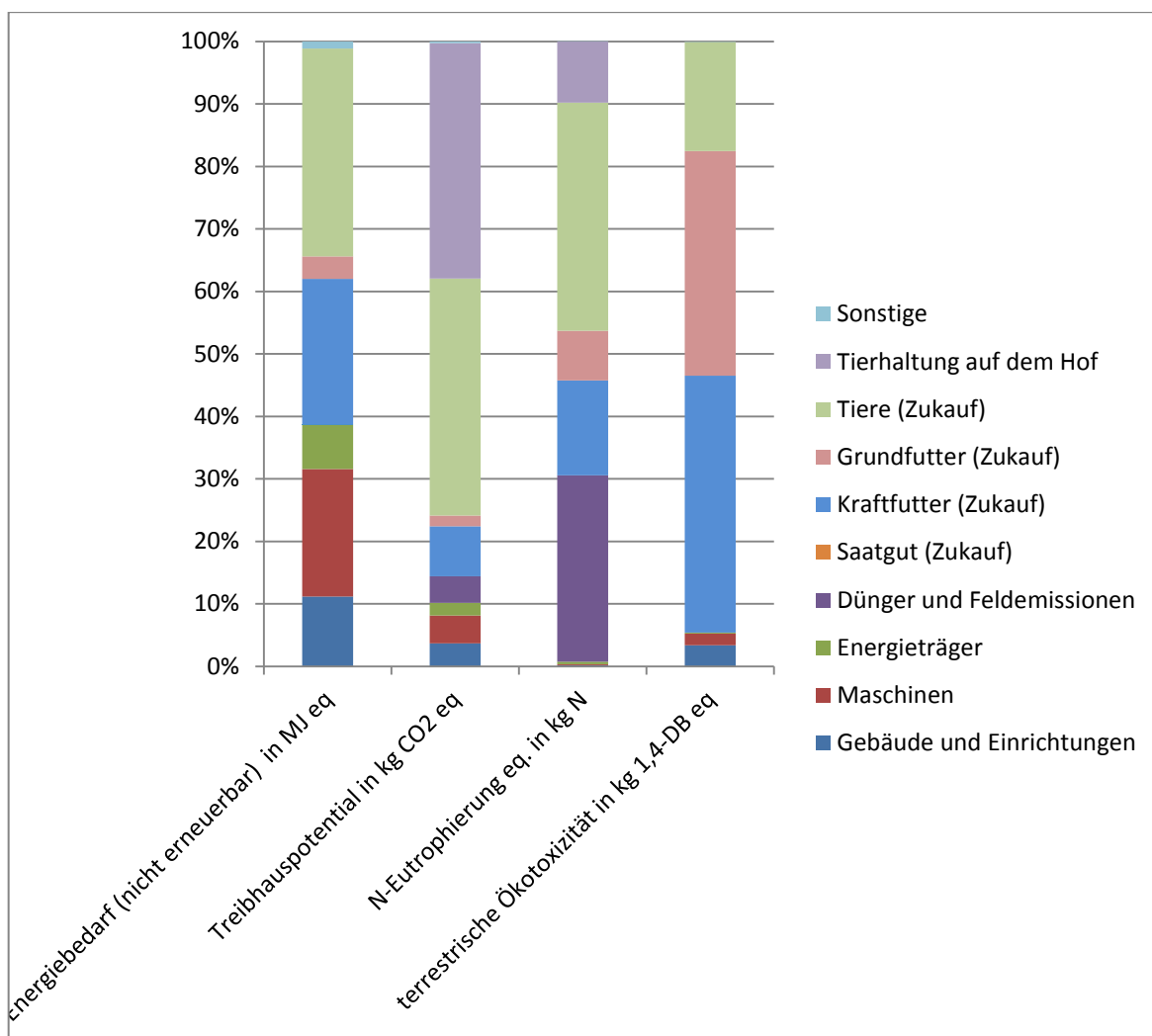


Abbildung 13: Inputgruppen des eigenen Betriebes

Der Energiebedarf der Gebäude und Einrichtungen ist nur etwa halb so groß, wie der der Maschinen. Entgegen der Erwartung macht der Anteil der Energieträger weniger als zehn Prozent aus. Da am Betrieb viel Kraftfutter zugekauft wird, macht dieser Zukauf einen ziemlich hohen Anteil des Energiebedarfs aus. Das resultiert aus der hohen Menge an Energie, die bei der Be- und Verarbeitung vom Getreide bis zu den fertigen Pellets verbraucht wird. Ein weiterer sehr hoher Prozentanteil kann dem Zukauf der Tiere zugeschrieben werden, da hier der Energiebedarf des landwirtschaftlichen Betriebes, von dem die Tiere bezogen werden, mit einberechnet wird.

Beim Treibhauspotential machen Gebäude und Einrichtungen, Maschinen, Energieträger, Dünger und Feldemissionen und der Zukauf von Grundfutter nur circa 15 Prozent aus. Für etwa drei Viertel des Treibhauspotentials sind der Zukauf der Tiere und die Tierhaltung verantwortlich. Da Rinder sehr viel Methan ausstoßen, was im Zuge der Klimaerwärmung immer wieder erwähnt wird, sind diese hohen Werte rund um die Rinder erklärbar.

Dünger und Feldemissionen nehmen in der Stickstoff-Eutrophierung rund 30 Prozent ein. Das lässt sich sehr einfach erklären, da der Stickstoff, welcher im Zuge der Wirtschaftsdüngerausbringung auf die Wiesen kommt, nicht vollständig bei der Pflanze ankommt. Je nach Ausbringungsart und Witterung verschwindet ein Teil des Stickstoffes in der Luft. Ein weiterer Teil wird in Gewässer ausgewaschen. So verlässt, je nach Situation, mehr oder weniger Stickstoff den Kreislauf. Zu etwa 15 Prozent wird die N-Eutrophierung auch vom Zukauf des Kraftfutters beeinflusst, da die Bestandteile des Kraftfutters am Acker angebaut und gedüngt wurden, wodurch auch eine N-Eutrophierung stattfand. Einen großen Anteil macht auch der Zukauf der Tiere aus, da hier wiederum die Eutrophierung des Betriebes, von dem die Kälber bezogen werden, berücksichtigt wird.

In der Kategorie terrestrische Ökotoxizität war wiederum der Anteil des Kraftfutterzukaufes mit circa 40 Prozent eindeutig am höchsten. Da das konventionelle Getreide mit giftigen Pflanzenschutzmitteln bearbeitet wird, ist der hohe Prozentsatz schnell erklärt. Auch der Zukauf des Grundfutters beansprucht einen großen Teil der terrestrischen Ökotoxizität. Am Betrieb wird in der Kategorie Grundfutter nur Stroh zugekauft, welches aus einem konventionellen Betrieb stammt und somit mit Pestiziden bearbeitet wurde. Auch der Zukauf der Tiere, welche ebenfalls von konventionellen Betrieben stammen, macht rund 18 Prozent der gesamten terrestrischen Ökotoxizität aus.

## 5.2.2 Vergleich der Zusammensetzung mit Schweizer Forschungsergebnissen

### 5.2.2.1 Nicht erneuerbarer Energiebedarf in MJ Äquivalente

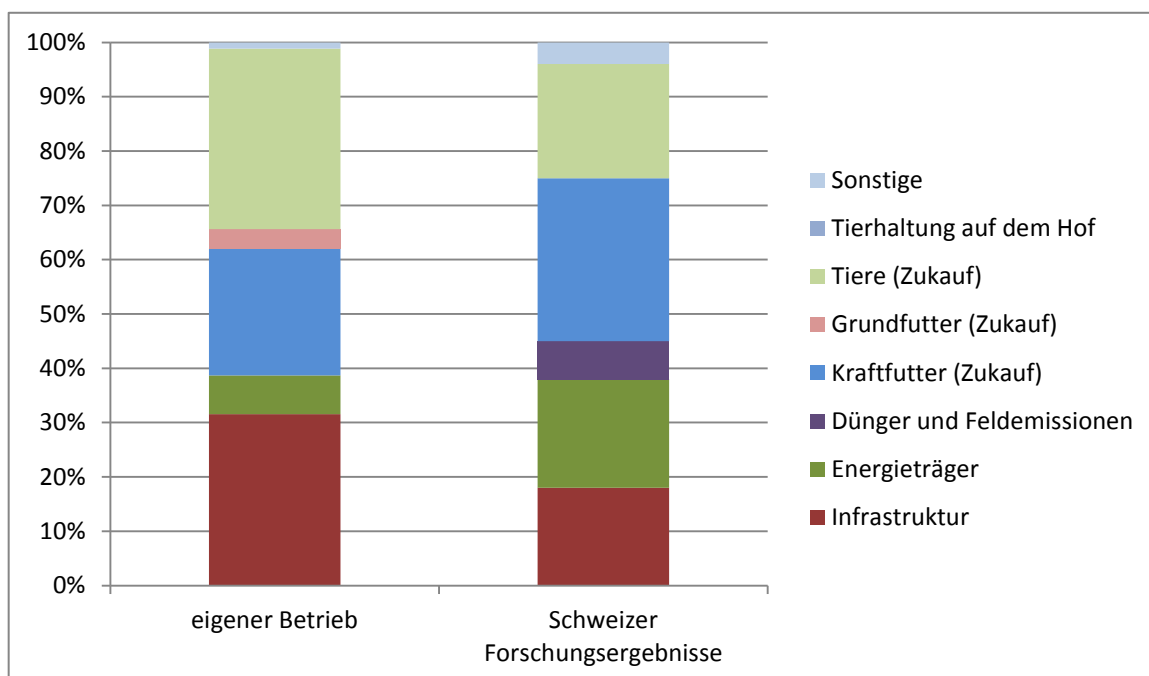


Abbildung 14: Vergleich nicht erneuerbarer Energiebedarf (vgl. BAUMGARTNER et al, 2010, 38)

Der Vergleich der eigenen Ergebnisse mit den Schweizer Forschungsergebnissen zeigt, dass in dieser Kategorie die Infrastruktur in den eigenen Ergebnissen einen deutlich höheren Prozentsatz einnimmt, als die der Schweizer Ergebnisse. Die Energieträger hingegen haben laut den Ergebnissen am eigenen Betrieb einen klar geringeren Prozentsatz im nicht erneuerbaren Energiebedarf als es bei den Betrieben in der Schweiz ist. Der Zukauf der Tiere und der Zukauf des Kraftfutters machen sowohl am eigenen Betrieb als auch bei den Schweizer Betrieben einen relativ großen Teil aus.

### 5.2.2.2 Treibhauspotential in kg CO<sub>2</sub> Äquivalente

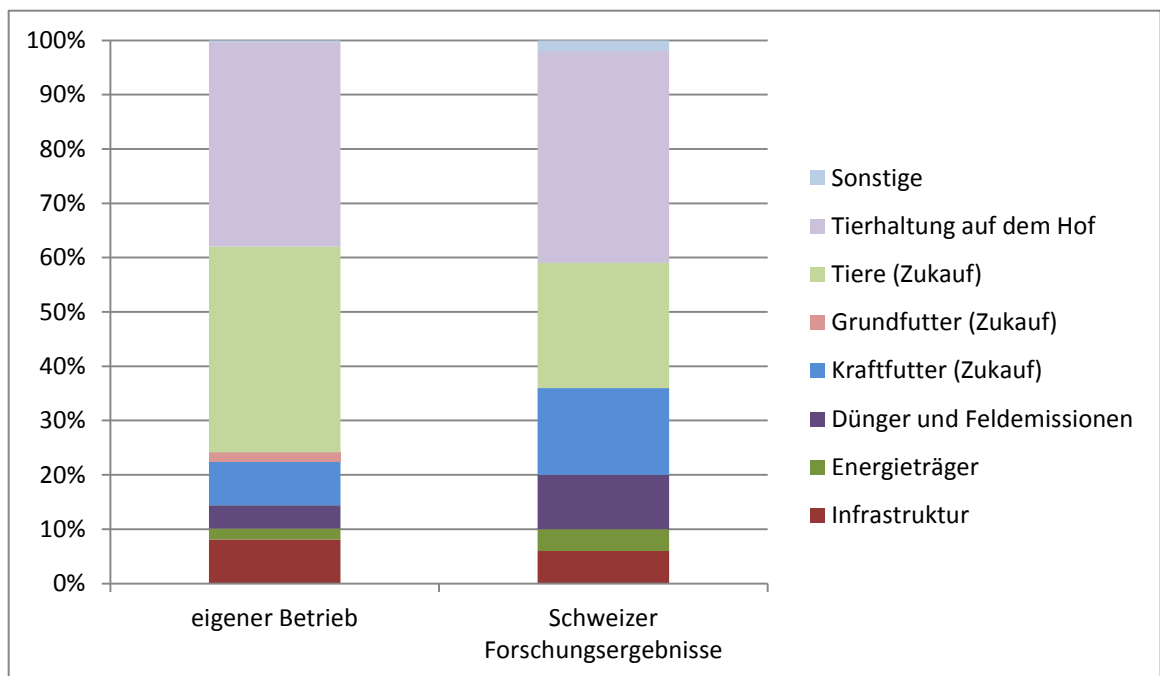


Abbildung 15: Vergleich Treibhausgase (vgl. BAUMGARTNER et al, 2010, 38)

Bei den Säulen Treibhauspotential sind beide Ergebnisse sehr ähnlich. Der eigene Betrieb hat beim Zukauf der Tiere eine höhere CO<sub>2</sub>-Belastung, bei Dünger und Feldemissionen eine etwas geringere. Die Tierhaltung am Hof spielt bei beiden Ergebnissen eine große Rolle, was in Punkt 5.2.1 erklärt wurde. Infrastruktur und Energieträger sind, die CO<sub>2</sub>-Belastung betreffend, zu vernachlässigen.

### 5.2.2.3 N-Eutrophierung in kg N Äquivalente

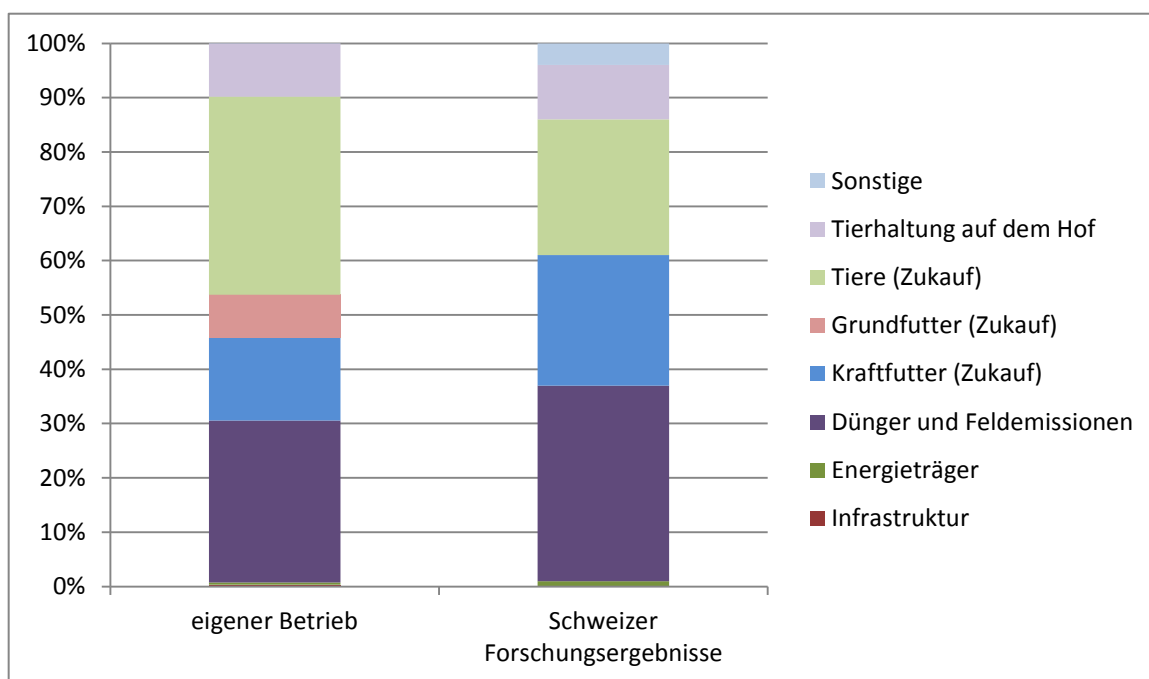


Abbildung 16: Vergleich N-Eutrophierung (vgl. BAUMGARTNER et al, 2010, 38)

Bei der N-Eutrophierung machen die Energieträger bei beiden Ergebnissen einen verschwindend geringen Anteil aus. Den Großteil der N-Eutrophierung machen bei beiden Ergebnissen die Dünger und Feldemissionen, Zukauf Kraftfutter und Zukauf Tiere aus. Am eigenen Betrieb wird zusätzlich beim Kauf von Grundfutter Stickstoff eingelagert, laut den Schweizer Ergebnissen fand kein Grundfutterzukauf statt.

#### 5.2.2.4 Terrestrische Ökotoxizität in kg 1,4-DB Äquivalente

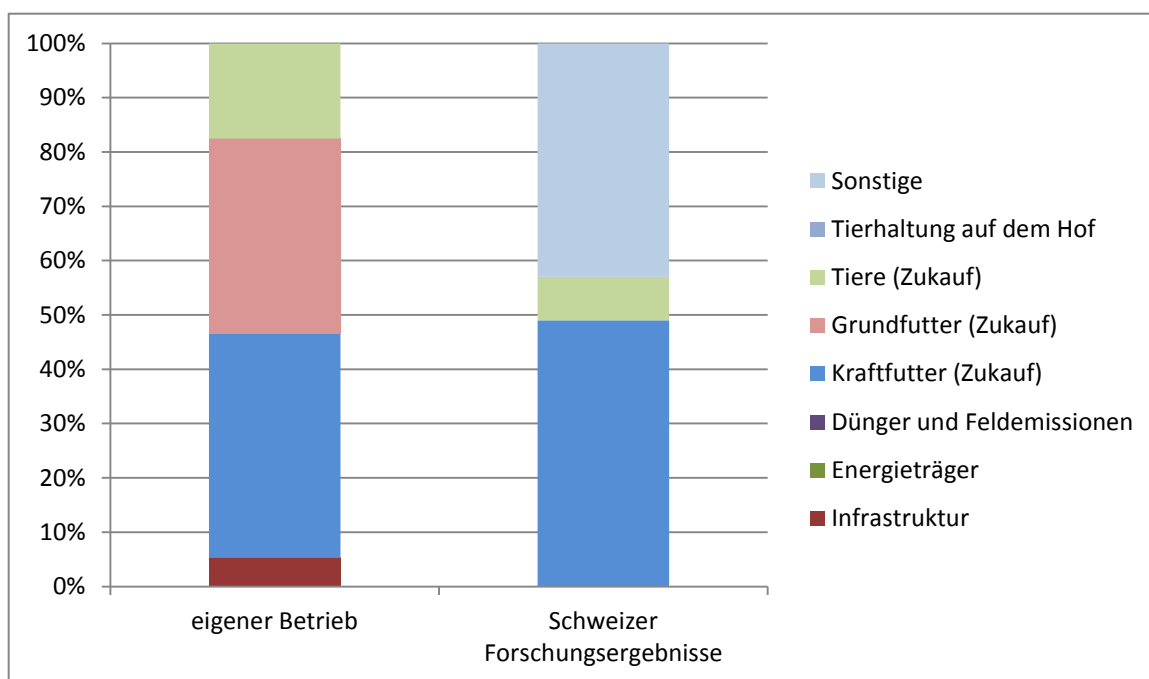
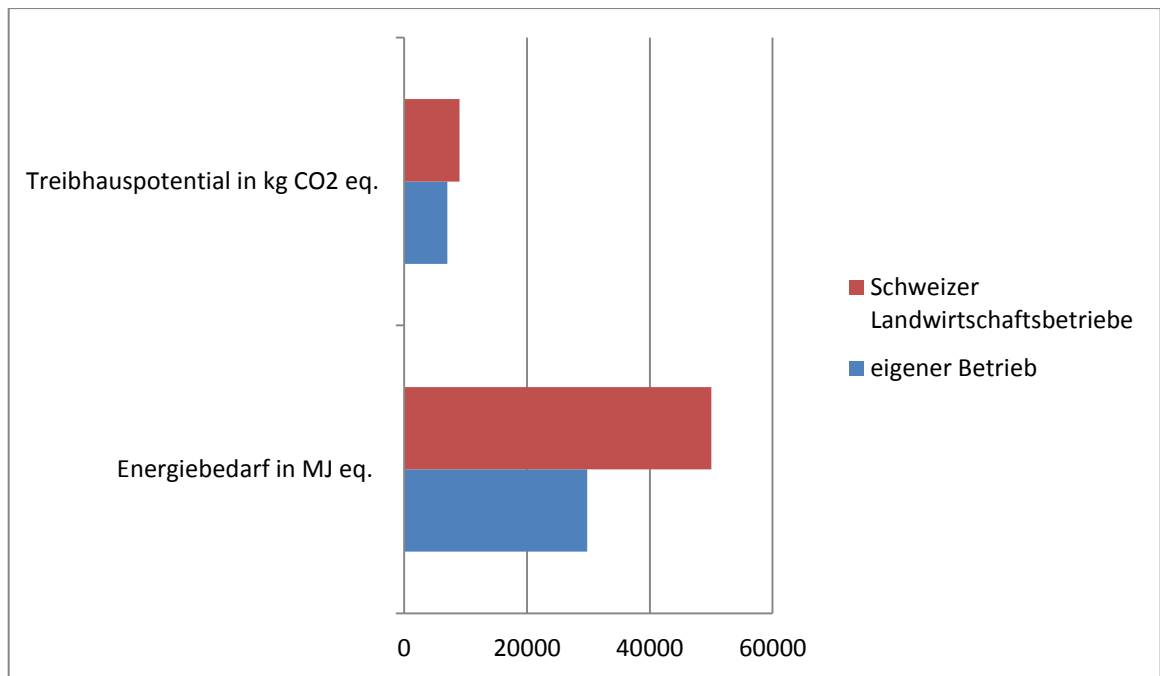


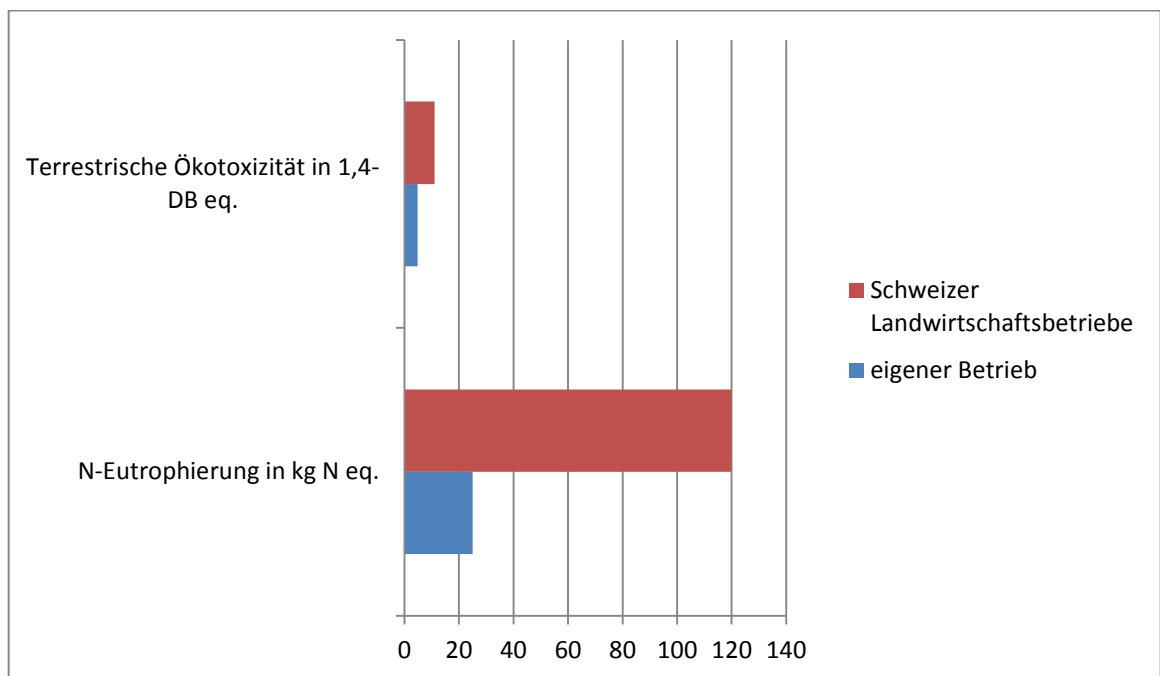
Abbildung 17: Vergleich terrestrische Ökotoxizität (vgl. BAUMGARTNER et al, 2010, 38)

Auch die Ergebnisse bei der terrestrischen Ökotoxizität sind ähnlich. Den größten Teil beansprucht der Zukauf von Kraftfutter. Der Zukauf der Tiere liegt bei beiden Ergebnissen zwischen zehn und 20 Prozent. Weiters nimmt wiederum der Zukauf von Grundfutter bei den Ergebnissen vom eigenen Betrieb einen relativ hohen Prozentsatz in Anspruch.

#### 5.2.3 Absolute Werte pro Bezugsgröße



**Abbildung 18: Vergleich der absoluten Werte pro Bezugsgröße zwischen dem eigenen Betrieb und dem Durchschnitt der Schweizer Landwirtschaftsbetriebe (vgl. BAUMGARTNER et al, 2010, 6)**



**Abbildung 19: Vergleich der absoluten Werte pro Bezugsgröße zwischen dem eigenen Betrieb und dem Durchschnitt der Schweizer Landwirtschaftsbetriebe II (vgl. BAUMGARTNER et al, 2010, 6)**

In den zwei Abbildungen ist klar ersichtlich, dass der eigene Betrieb in allen Bereichen unter dem Mittelwert der Schweizer Landwirtschaftsbetriebe liegt, was positiv bewertet wird.

## **5.3 Schlussfolgerungen für das Betriebskonzept**

### **5.3.1 Ökobilanzierung in Zusammenhang mit der Betriebsführung**

Eine Ökobilanzierung auf einem landwirtschaftlichen Betrieb durchzuführen, ist eine sehr gute Idee. Die Aufzeichnungen, welche über ein Jahr zu führen sind, sind nicht extrem aufwendig, wenn von vorneherein eine Buchführung und eine Düngeaufzeichnung stattfinden. Vor allem für Landwirte, die besondere Rücksicht auf die Umwelt nehmen wollen, sind die Ergebnisse von großem Interesse, da durchaus Möglichkeiten zu Verbesserungen daraus abgelesen werden können und das Bewusstsein für Zusammenhänge, welche im Alltag nicht beachtet werden, geweckt wird. Denn durch die einzelbetriebliche Ökobilanzierung wurden in dieser Diplomarbeit einige Dinge klar, die vorher nicht bedacht oder als nicht wichtig angesehen wurden, welche im folgenden Punkt beschrieben werden.

### **5.3.2 Schlussfolgerung aus den Ökobilanzierungsergebnissen**

Der Betrieb wird, wie in 3.1 beschrieben, extensiv geführt. Dadurch wurden nicht sehr hohe Ergebnisse erwartet. Diese Erwartungen haben sich erfüllt. Die Ergebnisse liegen durchschnittlich unter dem Mittelwert der Schweizer Landwirtschaftsbetriebe, mit welchen der eigene Betrieb verglichen wurde und können somit als sehr gut bewertet werden. Die Treibstoffe machten, anders als gedacht, nur sehr geringe Prozentsätze bei den nicht erneuerbaren Energien und dem Treibhauspotential aus. Im Gegensatz dazu wurden alle Bereiche stark vom Zukauf der Kälber und des Futters geprägt, was so nicht erwartet wurde. Da der Zukauf der Kälber nicht nur finanziell ein relativ großer Aufwand ist, sondern auch sehr viel Energie verbraucht und Treibhausgase freisetzt, ist das Tier als noch wertvoller zu betrachten. Der Verlust eines Rindes ist somit nicht nur ein finanzieller Schaden, sondern verursacht aus umwelttechnischer Sicht durch Nachbesetzung auch einen weiteren vermeidbaren Energiebedarf und produziert Treibhausgase.

Durch die Ausbringung von Wirtschaftsdüngern verlässt Stickstoff oft den Nährstoffkreislauf. Wie viel Stickstoff hier durch Auswaschung oder die Luft verloren geht, wird oft nicht bedacht. Durch spezielle bodennahe Ausbringungsmethoden lässt sich die N-Menge, die in die Luft entweicht, verringern. Wenn auch noch bewusster auf

die Wetterverhältnisse und die Sättigung des Bodens zum Zeitpunkt der Ausbringung geachtet wird, können in Zukunft hohe N-Verluste vermieden werden.

Im Bereich terrestrische Ökotoxizität sind vor allem der Zukauf des Grundfutters und des Kraftfutters durch hohe Prozentsätze ins Auge gestochen. Durch den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln bei konventionellem Getreide erklärt sich dieser hohe Anteil. Wenn anstatt konventionellen Produkten Kraftfutter und Stroh aus biologischem Anbau bezogen werden würde, könnte die terrestrische Ökotoxizität am Betrieb gesenkt werden.

## 6 Zusammenfassung

Im Zuge der Diplomarbeit wurde eine einzelbetriebliche Ökobilanzierung am heimatlichen Betrieb durchgeführt. Dabei sollten die Fragen, wie sieht die Ökobilanzierung am eigenen Ochsenmastbetrieb aus, wie schneidet der heimatliche Betrieb am Grünlandgebiet im Vergleich mit anderen Betrieben ab und in welchen Bereichen gibt es Verbesserungsmöglichkeiten, geklärt werden. Die Diplomarbeit wurde im Rahmen des Projekts FarmLife, welches von der HBLFA Raumberg-Gumpenstein in Kooperation mit der Schweizer Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART von 2012 bis 2015 lief, geschrieben. Zur Bewertung der Umweltwirkungen am Betrieb wurden ein Jahr lang alle Daten des Betriebes erfasst und von einem Ökobilanzierungsprogramm in der Schweiz ausgearbeitet. Da die Ergebnisse sehr umfangreich waren, wurden sie auf vier wichtige Parameter reduziert: nicht erneuerbarer Energiebedarf, Treibhauspotential, N-Eutrophierung und terrestrische Ökotoxizität. So konnten die Erkenntnisse klarer dargestellt und vor Verwirrungen vorgebeugt werden.

In der Kategorie „nicht erneuerbarer Energiebedarf“ war erstaunlich, dass die Energieträger, anders als erwartet, nur einen geringen Prozentsatz ausmachen. Im Gegensatz dazu wird für Infrastruktur und dem Zukauf der Tiere sehr viel Energie aufgewendet, wodurch die Rinder als noch wertvoller betrachtet werden. Der Zukauf der Tiere und die Tierhaltung machen auch im Bereich „Treibhauspotential“ den Großteil aus. Die N-Eutrophierung wird Großteils durch Düngung und Feldemissionen beeinflusst, was durch eine bodennähere Ausbringungsmethode und ein Achten auf Witterungsverhältnisse bei der Wirtschaftsdüngerausbringung verbessert werden kann. Giftstoffe, welche in der terrestrischen Ökotoxizität beschrieben werden, kommen hauptsächlich durch den Zukauf von Kraftfutter und Stroh in den Betrieb. Durch den Zukauf von Produkten aus biologischem Anbau kann die terrestrische Ökotoxizität gesenkt werden, da diese Produkte nicht mit chemischen Pestiziden in Verbindung gebracht werden.

Im Vergleich mit Schweizer Landwirtschaftsbetrieben liegt der heimatliche Betrieb in allen Bereichen unter dem Mittelwert der Schweizer, was als positiv bewertet werden kann.

## 7 Abstract

In this final year project a Life Cycle Assessment (LCA) of the farm at home was done. There were some questions, which should be answered: How is the LCA on the native farm with oxen for fattening? How good is the native pastureland farm by contrast with other farms? Which opportunities are there to become better? To know how the LCA of the native farm is, it was necessary to write down all data for one year. These facts have been calculated with a special program in Switzerland. There were four important parameters: non-renewable energy needs, potential of greenhouse gases, eutrophication of nitrogen and terrestrial ecotoxicity.

At “non-renewable energy needs” the part of fossil fuels was very low, but the part of infrastructure and buying animals was high. So cattle are more valuable than some thought. Buying and keeping animals also causes many greenhouse gases. This is because cattle produce a lot of methane. A big part of eutrophication of nitrogen is caused by manure. To fight this problem it’s possible to take more care about how to spread manure and choose a date when weather is rainy. Because of buying feed pellets and litter from conventional farms, which use pesticides the terrestrial ecotoxicity of the native farm is higher. If there will be used these products from organic farms, the terrestrial ecotoxicity will be lower, because organic farmers are not allowed to use artificial pesticides.

When the results were compared with results from Swiss farms, the own results have been lower in every single parameter. That is very good.

## 8 Anhang

### 8.1 Literaturverzeichnis

**STATISTIK AUSTRIA (2014):**

[http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/land\\_und\\_forstwirtschaft/viehbestand\\_tierische\\_erzeugung/tierbestand/index.html#index1](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/land_und_forstwirtschaft/viehbestand_tierische_erzeugung/tierbestand/index.html#index1). Wien

**GRÜNER BERICHT (2014):** Produktion und Märkte, Tierische Produktion, Rinder, Seite 49.  
Wien

**STEINWIDDER, A. und HABERMANN, W. (2002):** Ochsenmast – erfolgreich durch gezieltes Management

**DRANGMEISTER, H. et al. (s.a.):** Der Ökolandbau – Arbeiten im Kreislauf, Seite 2

**N.N. (s.a.):** Ein nachhaltiger Kreislauf,  
<http://www.vielfalterleben.info/ein-nachhaltiger-kreislauf/>

**BIOLOGIE-SCHULE (2010-2015):** Der Stoffkreislauf,  
<http://www.biologie-schule.de/stoffkreislauf.php>

**PAU VALL, M. und VIDAL, C. (s.a.):**  
[http://ec.europa.eu/agriculture/envir/report/de/nitro\\_de/report.htm](http://ec.europa.eu/agriculture/envir/report/de/nitro_de/report.htm)

**GUTSER, R. (2006):** Bilanzierung von Stickstoffflüssen im landwirtschaftlichen Betrieb zur Bewertung und Optimierung der Düngungsstrategien, Seite 131 – 133

**BYSTRICKY, M.; ALIG, M.; NEMECEK, T. und GAILLARD G. (2014):** Ökobilanz ausgewählter Schweizer Landwirtschaftsprodukte im Vergleich zum Import. Zürich

**ROSSIER, D. und GAILLARD G. (2004):** Ökobilanzierung des Landwirtschaftsbetriebs, Methode und Anwendung in 50 Landwirtschaftsbetrieben. Zürich: Agroscope FAL Reckenholz

**HERNDL, M. und BAUMGARTNER, D. (s.a.):** Einzelbetriebliche Ökobilanzierung landwirtschaftlicher Betriebe. Folder: Raumberg-Gumpenstein

**ESU-services (s.a.):** <http://simapro.at/>

**AGROSCOPE (s.a.):**

<http://www.agroscope.ch/oekobilanzen/01199/08185/index.html?lang=de>

**BAUMGARTNER, D.; MIELEITNER, J. und ALIG, M. (2010):** Ökobilanz der Schweizer Landwirtschaftsbetriebe: Übersicht. ART Reckenholz

## 8.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Um als AMA Gütesiegel Ochse, Bio-Ochse oder Bio-Qualitätsmastochse ausgezeichnet zu sein, muss man sich an gewisse Vorgaben halten; Quelle: Österreichische Rinderbörse .....	6
Abbildung 2: Stoffkreislauf .....	12
Abbildung 3: Kreislaufwirtschaft am eigenen landwirtschaftlichen Betrieb, Quelle: Steiner .....	12
Abbildung 4: Bilanzierungsarten nach Gutser .....	14
Abbildung 5: Hauptmenü.....	18
Abbildung 6: Unterpunkt „Flächen“ .....	18
Abbildung 7: Die Feldstücke rund um den Hof werden je nach Bewirtschaftungsweise und -intensität in Schläge unterteilt .....	19
Abbildung 8: Unterpunkt "Maschinen" .....	19
Abbildung 9: Ein- und Verkäufe .....	20
Abbildung 10: Nicht erneuerbarer Energiebedarf in MJ eq. ....	27
Abbildung 11: Maschinenbestand .....	30
Abbildung 12: Tierzukauf in kg LG .....	31
Abbildung 13: Inputgruppen des eigenen Betriebes .....	32
Abbildung 14: Vergleich nicht erneuerbarer Energiebedarf (vgl. BAUMGARTNER et al, 2010, 38) .....	34
Abbildung 15: Vergleich Treibhausgase (vgl. BAUMGARTNER et al, 2010, 38).....	35

Abbildung 16: Vergleich N-Eutrophierung (vgl. BAUMGARTNER et al, 2010, 38).....	36
Abbildung 17: Vergleich terrestrische Ökotoxizität (vgl. BAUMGARTNER et al, 2010, 38)	37
Abbildung 18: Vergleich der absoluten Werte pro Bezugsgröße zwischen dem eigenen Betrieb und dem Durchschnitt der Schweizer Landwirtschaftsbetriebe (vgl. BAUMGARTNER et al, 2010, 6) .....	38
Abbildung 19: Vergleich der absoluten Werte pro Bezugsgröße zwischen dem eigenen Betrieb und dem Durchschnitt der Schweizer Landwirtschaftsbetriebe II (vgl. BAUMGARTNER et al, 2010, 6) .....	38

ÖSTERREICHISCHE RINDERBÖRSE:

[http://www.rinderboerse.at/index.php?option=com\\_content&view=article&id=101&Itemid=74](http://www.rinderboerse.at/index.php?option=com_content&view=article&id=101&Itemid=74)

### **8.3 Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Parameter des Managementdreiecks.....	25
Tabelle 2: Gebäudebestand .....	29
Tabelle 3: Futtermittel .....	30
Tabelle 4: Wirtschaftsdünger.....	31